

「綠島潛點生態調查及安全服務設施規劃案」 成果報告



執行單位：飛魚貳號工作室

中華民國 105 年 12 月 01 日

契約工項對照表

項次	項目	起迄頁次	完成程度	說明
一	探勘與調查計畫規劃	第 9 頁至 61 頁	已完成	調查計畫、 案例評析
二	說明會辦理	第 62 頁至 78 頁	已完成	3 場
三	水下服務設施 候選地點評估	第 80 頁至 99 頁	已完成	調查綠島共 15 處繫 錨潛點，提出 8 處水 下服務設施設置候 選地點
四	生態調查	第 101 頁 至 142 頁	已完成	就 8 處候選地點生態 調查
五	設置與經管計畫	第 143 頁 至 156 頁	已完成	環境評估內容、後續 執行項目與概估經 費、水下服務設施規 劃圖

目 錄

壹、計劃緣起與目標	4
一、環境介紹	4
二、潛水活動類型	5
三、水下觀光資源	5
四、潛水對珊瑚礁的衝擊	6
五、休閒潛水管理	7
六、計畫目標	7
七、期程表	8
貳、探勘與調查計畫規劃	9
一、繫錨點探勘與調查計畫說明	9
二、案例評析	12
參、說明會辦理	62
一、舉辦說明會目的	62
二、說明會問卷分析與意見彙整	62
三、第一場次說明會意見綜合評析	66
四、第一場次會議記錄	66
五、第二場次會議記錄	70
六、第三場次會議記錄	74
七、各場次說明會會議照片	77
肆、水下服務設施候選地點評估	80
一、綠島 15 處繫錨潛點調查說明	80
二、提出 8 處水下服務設施設置候選地點	99
伍、生態調查	101
一、8 處候選地點進行生態調查與調查結果	101
二、綠島海域流速流向與水溫分析	131
陸、環境評估項目	143

一、針對繫錨點說明環境評估項目	143
二、施工工法說明	144
三、經營與管理計劃	147
柒、水下服務設施規劃圖	152
捌、各期審查意見與回覆記錄	157
一、工作計劃書審查意見與回覆	157
二、期中報告審查意見與回覆	158
三、期末成果報告審查意見與回覆	162
玖、結論及建議	164
壹拾、參考文獻	167

壹、 計劃緣起與目標

綠島為國際級的潛水天堂，每年有眾多遊客專為體驗潛水之樂而來，而綠島氣候受季風因素影響明顯，各季節遊客量落差極大，為提供遊客更安全及完善的水下旅遊環境、減少船隻下錨時對珊瑚礁的危害、降低船潛活動可能產生的意外；同時為提升淡季時遊客量及推廣多元潛水遊程，規劃水下服務設施，如藝術裝置，為綠島潛水活動再造新亮點，故辦理潛點生態調查及安全服務設施規劃。

一、 環境介紹

綠島位於台灣東南方、距離台東市約 33 公里的太平洋上，是一座由海底火山噴發後所形成的火山島嶼，由於黑潮從赤道北上會流經此處，因此海水溫度常年維持在攝氏 26 度以上，水質清澈；氣候則受季風吹拂影響，全年溫暖潮濕。綠島的濱海岸地景多變化，有險峻的斷崖峭壁、宛如裙擺的礁體、廣闊崎嶇的潮間帶和細白沙灘等；動植物的精采度也不遑多讓，黑潮將許多熱帶地區的物種運送到此並繁衍，海岸密佈馬鞍藤、蔓荊、海芙蓉與林投等植物，將島上裝飾成濃郁的南國海島風情。由於綠島位於生物多樣性最高的「珊瑚礁生物多樣性的金三角」區域北端，濱岸奇岩礁石眾多，淺水區域珊瑚密佈，各式海洋生物搭配著這塊多彩且繽紛的海底世界。如此優異的天然條件讓綠島具備發展國際生態旅遊的潛力，成為座落台灣東南隅的海洋瑰寶。

以 105 年為例，全年總計造訪綠島觀光達 363,045 人次，夏季和週末假日是高峰時期，遊客帶來的觀光利益非常驚人，綠島居民提供遊客從事觀光活動所需服務，也是大多數綠島居民的經濟收入來源。

二、潛水活動類型

在綠島的觀光活動中，潛水活動是能創造經濟效益且廣受觀光遊客歡迎的活動。「自由潛水」、「浮潛」、「水肺潛水」是主要的活動方式。「自由潛水」是不攜帶供應氣源的裝備進行潛入深海的活動，利用閉氣下潛，水下接近觀察目標；「浮潛」的裝備通常為面鏡、呼吸管與蛙鞋，利用呼吸管可以在水面上俯視海底，此項活動的技術性不高，很容易學習，因此參與的遊客也最多；「水肺潛水」所需裝備有面鏡、呼吸管、蛙鞋、浮力調整背心、調節器、配重帶及空氣瓶等裝備。參與者必須接受訓練課程且通過測驗，才可取得證照從事潛水活動。

為了提供完整的潛水旅遊服務，浮潛與水肺潛水產業已經衍生出供應鏈，遊客在一趟的潛水觀光旅程中消費行為會呈現在住宿、餐飲、交通運輸，到與潛水直接有關的活動體驗、教育訓練、證照考試、租船、租賃潛水裝備、潛水導覽、攝影與紀念品等。在每個服務鏈節有專門人員甚至微型企業存在，發展潛水觀光除了可提供就業機會，因潛水活動與連動產業所帶來的經濟效益也很驚人。

三、水下觀光資源

綠島水下生物多樣性高，珊瑚礁生物可說是最具代表性，2009年對綠島潮間帶與亞潮帶的海洋動物普查結果為魚類 660 種、軟體動物 168 種、甲殼類 75 種與棘皮動物 48 種 (陳正平等 2009)，這是相當驚人的數字。綠島也有明星級的生物，潛水雜誌 SCUBA DIVER AUSTRALIA 在 2009 年的攝影專刊第 50-51 頁就專文介紹綠島的科氏海馬(Coleman pygmy seahorse)，其特殊性與珍稀性與印尼北蘇拉威西的豆丁海馬相比絕對是各有千

秋，有足夠的魅力可登上潛水活動的世界舞台，該文中也提及其他有潛力的明星動物錘頭鯊與千年大型微孔珊瑚，可見綠島多樣與珍貴的海洋生物實是有足夠的潛力做為更高階的潛水觀光景點。

四、潛水對珊瑚礁的衝擊

潛水的普及雖然為某些濱岸觀光地區帶來經濟利益，但是缺乏管理的休閒潛水產業，可能會對海洋環境造成負面影響。潛水活動衝擊海洋生態環境，在珊瑚礁海域特別明顯：例如潛水員會因為好奇而觸摸珊瑚；人員踢蛙腳時可能不自覺而踢到珊瑚；蛙鞋的鞋帶扯到珊瑚；潛水員使用的調節器組因沒有固定好而卡到珊瑚；人員背負的氣瓶無意間碰觸珊瑚；有些潛水員為了捕捉攝影對象，甚至趴在珊瑚礁上；踢動蛙腳所揚起的砂粒或淤泥則可能沉澱覆蓋在珊瑚上，珊瑚會因此窒息死亡；船潛時因為錨泊不成使得流錨直接碎裂珊瑚。潛水員的碰觸、拉扯或摩擦珊瑚等機械性傷害如果是作用在剛定棲的珊瑚幼體上，其致死率很高；如作用於較大的珊瑚群體，則可能致其脫離固著的底質或是造成珊瑚破碎；群體表層的珊瑚蟲因為這些傷害容易感染致病原；如果某些類型珊瑚群體死亡，群落的物種組成會發生變化，像是同地區的團塊珊瑚與枝狀珊瑚之間種類與數量的此消彼長；珊瑚死亡後，空出來的底質也可能遭到快速生長的藻類佔領，致使珊瑚的覆蓋度與棲地複雜度變低。潛水員不適當的行為會傷害珊瑚及附生物，生物雖有自我修復的能力，但熱門潛水地點，密集的潛客造訪，重複傷害下生物難有休養的機會；若加上氣候變遷與汙染等不利因素，一旦發現環境有明顯變化，例如魚群種類與數量驟降，資源可能難以恢復過往榮景。

五、休閒潛水管理

綠島在觀光熱季時，熱門潛點所受潛水遊憩壓力很大，和世界其他知名潛點面臨相似狀況。管理單位以及學界提出諸多方法以緩解潛水遊憩對環境的衝擊，像是管控人數、依潛點照環境特性以及潛水員能力分區、潛點行前簡報、潛導人員現地提醒或制止不適當行為、鼓勵船潛以取代岸潛、付費參訪潛點等，近年則提出目的地放置水下觀光休閒服務設施，用以緩解珊瑚礁的遊憩壓力。

六、計畫目標

- (1) 依現有水域遊憩活動(如船潛)及未來水下服務設施規劃適合繫錨浮標的地點。
- (2) 提出 4 處水下服務設施設置候選地點進行候選地點後續生物調查，綜合評估生物、景觀、水文、安全、交通及緊急應變等條件後，提出 2 處建議地點。
- (3) 提出水下服務設施規劃圖，包括尺寸、造型、材質、投放方式等。
- (4) 國內外案例評析：如休閒潛水或生態魚礁，水下服務設施設置國內外成功與失敗案例因素評析。
- (5) 設置與經管計畫：包括環境影響評估內容、後續執行項目。

七、期程表

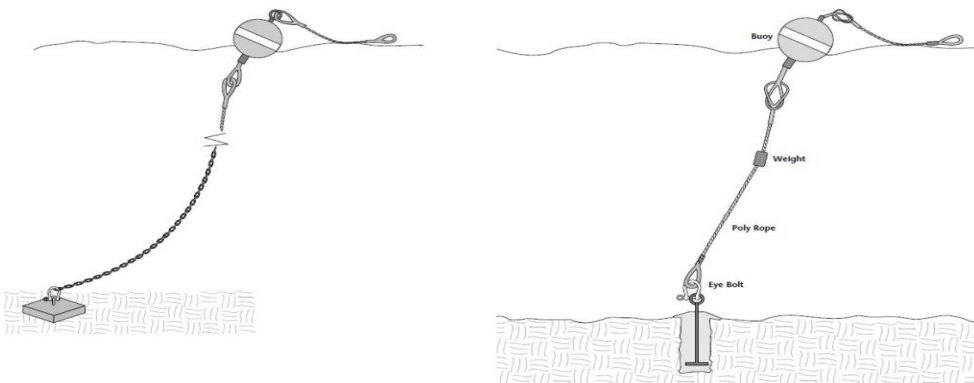
項目	時間							
	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
繫錨浮標地點規畫								
•選擇潛點	■							
•現地量測與定位	■	■	■	■	■			
水下服務設施								
•選址	■	■						
•環境監測			■	■	■	■	■	
•綜合評估							■	
•設施設計				■			■	
國內外案例評析								
•文獻分析			■	■	■	■		
•說明會		■			■		■	
經營管理計畫			■	■	■			
報告撰寫							■	■

貳、 探勘與調查計畫規劃

一、 繫錨點探勘與調查計畫說明

在潛點附近設置繫錨浮標，船隻不會因為使用傳統錨泊方式傷害珊瑚群體，利用固定且懸浮的錨繩，方便潛水觀光客上下船隻與進行水中的安全停留，便利業者提供遊客船潛服務，這個工作項目主要尋找適合未來施作的繫錨點。

潛水工作人員在潛點周邊探查底質，尋找適合錨錠硬體設施放置點，評估聯繫索具以及延伸水面的浮標與索套的長度，建議錨定點施工方式，如下圖。左圖是錨包埋於海底表面的水泥塊中，不使用天然礁石；右圖是將錨埋在沙泥或礫石中，須用埋入底質中方法，纜索縛在錨露出底質的環眼，浮球將繩索拉到水層，避免因為摩擦而傷害天然礁石生物。

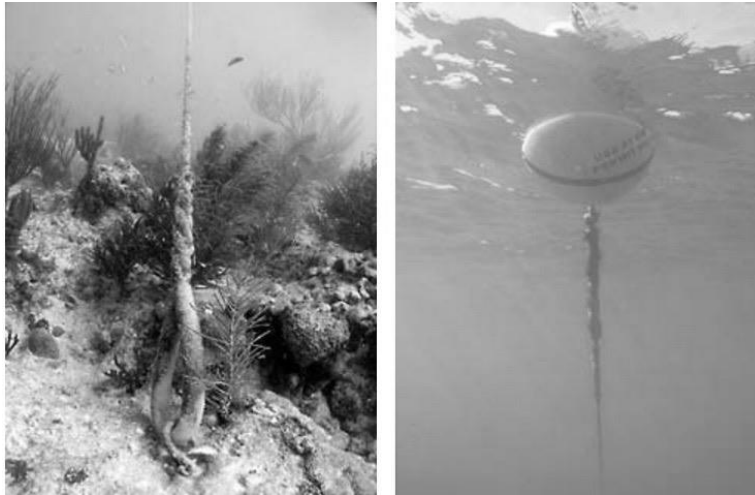


(資料來源

http://coralreef.noaa.gov/education/educators/resourcecd/guides/resources/mooring_buoy_g.pdf)。

每年夏季可能綠島承受颱風，上述水泥塊方式可能因風浪而移動位置，在此建議將錨柱包埋入底質方式較適合。下圖左

顯示埋入海底的錨露出頂部環眼，藉由 U 型環連繫索環、繩索與浮球；下圖右顯示浮球將繩索拉離底質，避免水流帶動繩索埋擦底質傷害生物。



左圖顯示埋入海底的錨露出頂部環眼，藉由 U 型環連繫索環、繩索與浮球；右圖顯示浮球將繩索拉離底質，避免水流帶動繩索埋擦底質傷害生物。(資料來源 <http://www.reefguard.org/MooringBuoys.html>)

綠島現有超過 50 個潛點，參考「綠島海域最佳潛點深入介紹」一書中所列之常用船潛點，並依綠島各潛點之現況，將有需要設置繫錨浮標的潛點納入且參考舉辦說明會的結果，選定 15 個潛點作為本計畫的探勘潛點(詳見下表與下圖)，方式說明如下：

現地量測：以潛水方式進行調查，依設定潛點，以船潛方式逐點拍照、紀錄、量測與標定，項目包括：

- A. 水深：做為繫纜繩索長度建議。
- B. 底質類型：評估底質組成(珊瑚礁、沙泥、礁石碎塊、礫石或其他)，給予固定錨方式建議，像是將螺旋繫泊釘旋入(沙泥下的)安山岩。

- C. 定位: 選定錨錠的位置後，潛水員釋出有繩索連繫的充氣浮力棒到水面，由水面人員利用衛星定位儀器測量與記錄經緯度。
- D. 工作時間：105 年 5 至 12 月

二、 案例評析

(一) 第一部份：錨泊衝擊潛點與繫錨浮標設置與管理

1. 引言

休閒潛水是海洋觀光很重要的環節，對於許多熱帶與亞熱帶海洋國家或地區，服務潛水觀光客的收益已經為地方經濟主要來源。為了服務觀看海洋動物的觀光客，在海濱觀光地區的水肺潛水活動，已經衍生出分工的服務，在潛水觀光旅程中可能會包括從旅行基本的住宿、餐飲、交通運輸，到與潛水直接有關的活動體驗、教育訓練、證照考試與導引潛水、租船、租賃潛水裝備、潛水導覽、攝影與紀念品等，在每個服務鏈結都有專門人員甚至可以有微型企業存在，發展這類觀光可提供就業機會，服務潛水客人可以為地區帶來可觀的經濟收益，因潛水活動與相關產業(如紀念品販售)帶來的經濟利益也很驚人。

沒有限度的發展潛水對環境帶來衝擊，岸潛尤其明顯，潛水觀光客行經潮間帶進入水中時，如果以珊瑚礁海域為例，潛水遊客對於環境的物理性傷害在珊瑚礁環境尤其明顯，潛水員不經意踩踏珊瑚，會造成珊瑚組織脫落、珊瑚枝斷裂、剛著苗的幼體死亡或使珊瑚窒息，也會將礁石上的珊瑚以及附著生物移除，除了直接傷害珊瑚，魚類群聚也會變化。原先棲於附著生物的小型無脊椎動物因為棲地遭到破壞而暴露在環境，造成捕食小型無脊椎動物的魚類聚集。為避免這類傷害持續，船潛

變成值得鼓勵的遊憩方式，船潛有諸多優點，像是降低潮間帶被潛水有客踩踏的機會，還可以讓漁民從捕撈轉業成帶客潛水，讓漁業資源喘息，漁民的收益可能更高，遊客分攤租賃經費，所增加的遊憩花費有限。

和岸潛相比較，潛水客搭船赴潛點，似乎變得有多面向好處，然而錨泊會傷害底棲生物的負面衝擊的研究則對船潛有不同的思考。當船隻抵達目的地潛點後，錨泊之前錨的流動，會拖動剝離小礁石或固著生物海底，停泊時船身晃動會牽引繩索與錨身摩擦礁體會刮除或碎裂底棲生物，這可以從散落在底質上的礁體和生物之碎裂殘骸得知，船潛其實也傷害海底生物與環境。這個章節挑選回顧重要的文獻，說明潛水船隻錨泊時對於底棲環境的負面衝擊以及現有的管理因應。

2. 方法

關鍵字「coral」、「reef」、「anchoring」時，得到的相關研究，但論文的數量少於 20 篇。於是從已發表的論文引用的參考文獻追溯搜查，發現有相當多的船潛傷害底棲生物的論文以及經營管理環境的報告，研究地點並非在珊瑚礁區，而是遊艇、潛水活動很蓬勃的地中海水域的海草環境，因此再使用「seagrass」、「anchoring」搜尋。文獻回顧內容將分為 2 個子題，分別是：「船隻錨泊對珊瑚礁和海草的破壞」與「繫錨浮標設置和管理」。

(1) 船隻錨泊對珊瑚礁和海草原的破壞

岸潛對於潮間帶或亞潮帶的衝擊，比較容易進行研究

而得到量化數據，因為潛水導覽人員帶領遊客行走潮間帶的路徑相仿，導覽潛點的路線相同，潛水員的行為在相近的空間可以被重複多次觀察紀錄。

船潛活動興盛，船隻錨泊衝擊海洋環境的對於這類的生態衝擊研究不多，船隻錨泊前在水面的急速移動，以尋找適合落錨的地方，沒法像陸地車輛在建構好固定的道路移動，加上海底大小礁石星羅棋布，錨的型狀、水流方向與船隻大小都有別，未能預知哪些礁體因被鉤住而有較高風險遭到傷害，錨泊的路徑與錨錠的不確定，使得量化受到損害的生物數據研究變得困難。一旦事件發生，研究人員抵達現場，可能生物的碎片已經遭水流帶走或被沙泥掩沒，資料變得殘缺，也沒法在事件發生之前對大大小小的礁體的事先量測，因為會耗費過多經費與時間，遑論某礁體上碎裂珊瑚的體積、附生生物種類和數量減少程度。

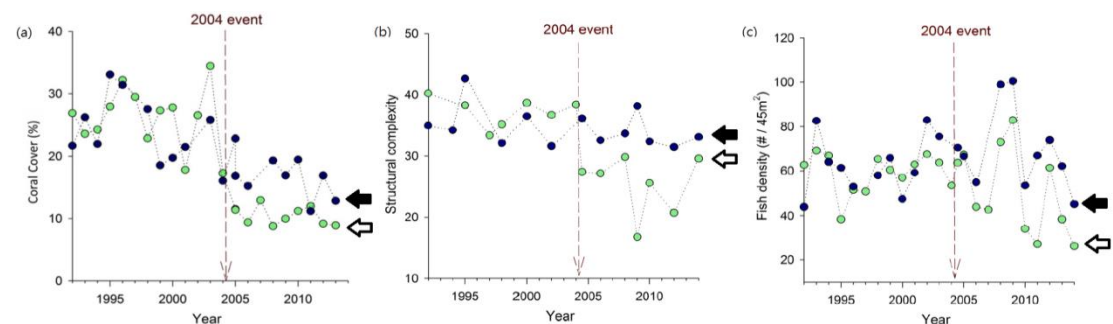
更難的研究是衝擊事件地點有「事件發生前」與「衝擊後」的生物與環境資料，這類有時間先、後有衝擊環境數據可供比對的研究稱之 BACI (Before-After Control-Impact)。難能可貴的是 Forrester 等人(2015) 在 PLoS ONE 期刊發表的文章，有紮實的衝擊前、後的數據說明船隻錨泊對於動物種類和數量群聚的影響，該研究於加勒比海波多黎各以東的英屬維京群島 (British Virgin Islands) 進行，該群島是火山島但海域的珊瑚礁發育良好，是重要的海洋渡假勝地，觀光經濟的重要性不言可喻，以 2013 年為例，海洋觀光貢獻當地 27% 的國內生產毛額 (GDP, gross domestic product)。觀光娛樂船隻很多，多數是 12~16 公尺長的遊艇，數量在 1100 ~ 1500 艘，

可以從事觀光活動的沿岸水域面積是 150 平方公里，船隻錨泊繫需求大，對海底的影響受到關注。自 1992 年起相關單位選擇固定地點實施環境監測，在 2004 年 Crab Cove 水域珊瑚礁遭 50 公尺長的大型遊艇停駐時候的錨泊衝擊，部分礁體 (約 15000 平方公尺) 被嚴重破壞，該地恰好是環境監測的測站之一，由於事件發生前、後皆有長期監測生物種類與數量的資料，意外地給予相關議題很好佐證資料。這個研究關注在礁體遭到直接破壞的部分，以及沒有受到錨泊破壞的礁體之珊瑚覆蓋面積、礁體複雜度及附生的魚類密度的時間變化？同時間也選擇，珊瑚與魚類的變化做為對照，以釐清生物遭到衝擊後的變動並非大環境隨時間惡化(如氣候變遷)因素造成，而是錨泊衝擊單一因素造成。

下圖顯示錨泊破壞礁體事件發生前的監測和事件發生後隨後的調查，項目包括珊瑚覆蓋度、棲地複雜度與魚類密度的差別，也展示了沒有遭錨泊破壞的棲地，但相同測量資料作為對照。圖中左向空心箭頭指出分析結果差異，遭到破壞的礁體三個量測項目都減少 10%左右，對照棲地的珊瑚覆蓋度、棲地複雜度沒有大差別，但是魚類數量增加近 10%。

a) Absolute coral cover (%) (珊瑚覆蓋度)		Before (破壞前)		After (破壞後)		Change (After - Before)	Anchoring effect
Damaged (遭錨破壞組)	24.1	(±3.8)	12.0	(±4.0)	-12.1	←	-11.5
Undamaged (未遭破壞組)	21.5	(±4.1)	20.9	(±4.0)	-0.6		
b) Index of reef structural complexity (cm) (棲地複雜度)		Before		After		Change (After - Before)	Anchoring effect
Damaged	37.8	(±6.3)	26.6	(±6.2)	-11.3	←	-8.7
Undamaged	37.1	(±6.4)	34.5	(±6.3)	-2.6		
c) Fish density (# per 45m ²) (魚類密度)		Before		After		Change (After - Before)	Anchoring effect
Damaged	60.4	(±6.0)	51.2	(±5.9)	-9.2	←	-18.0
Undamaged	64.8	(±6.1)	73.6	(±6.3)	+8.9		

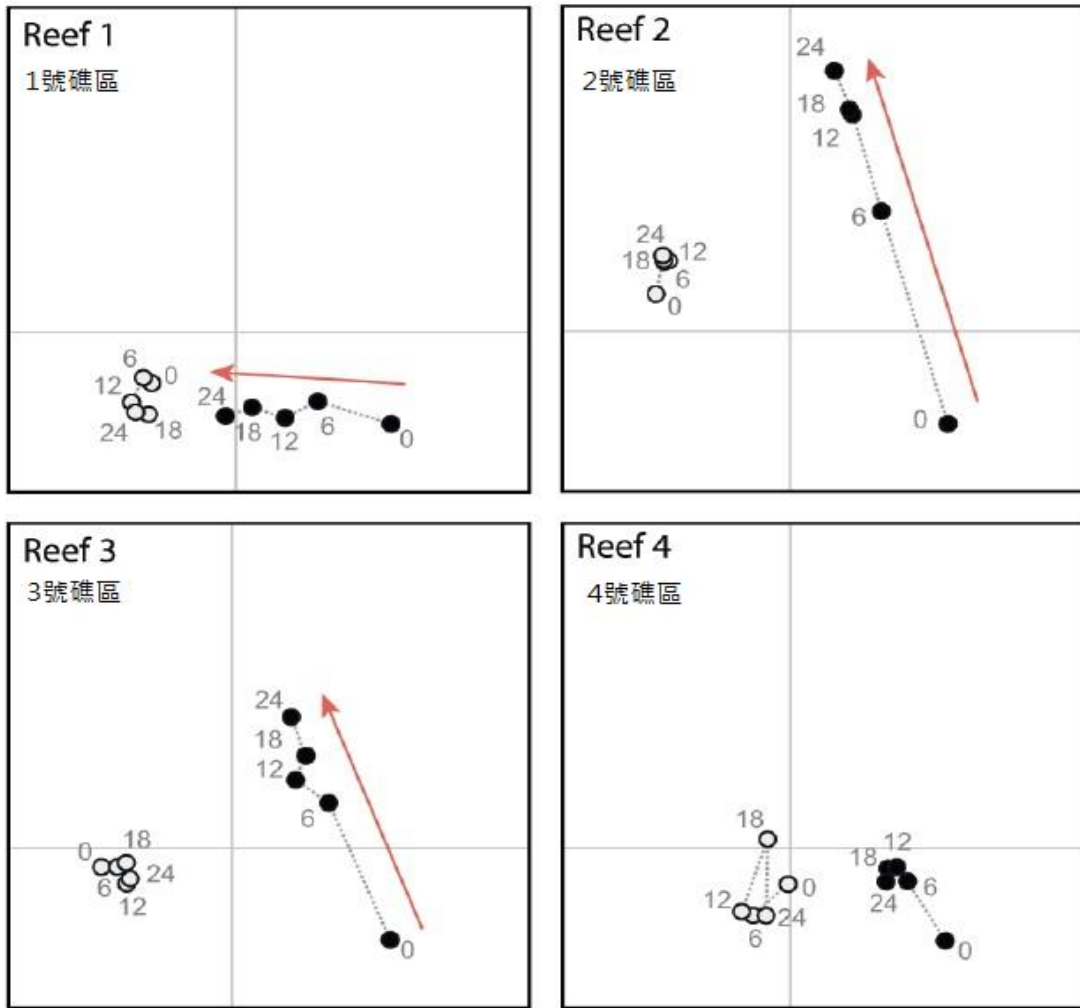
受到破會的礁體，經過長時間休養後是否珊瑚覆蓋度、棲地複雜度與魚類密度是否會恢復呢？下圖中空心左向箭頭是遭到破壞礁體上取得的數據，實心箭頭則為沒有遭波及礁體的數據，三個測量的項目中，下圖(a)珊瑚覆蓋度經過多年並沒有回復原貌，無論是遭破壞與沒有被破壞的礁體，珊瑚覆蓋度都是呈現下降趨勢，顯示這個礁體的珊瑚覆蓋度，長期持續衰退，而錨泊事件無疑是雪上加霜；而(b)棲地複雜度因為破壞事件的降低相當明顯，沒遭到波及的部分則複雜度變化不大；(c)魚類密度的變動則是年間變化大，但呈現長期緩慢衰退的趨勢。這個研究說明英屬維京群島珊瑚礁長期逐漸衰退，而錨泊破壞礁體事件，是在環境衰退過程中加重破壞的力道。



多數的錨泊衝擊底棲環境的研究並沒有事件前 (before impact) 的數據，而是觀察棲地或生物向的恢復狀況，然而珊瑚受傷害似乎難以回復過往榮景。1988 年美屬維京群島的聖約翰島海域，因為大型船隻錨泊破壞珊瑚礁，在礁體留下 3 公尺寬 128 公尺長，從水深 6 公尺處延伸到 22 公尺的損傷，Rogers & Garrison (2001) 於 1991 年在巨大礁體受損水深 9~12.5 公尺處，設 9 個 1 平方公尺的固定採樣區塊，並在 92、93、94、95、98 年返回相同採樣區塊調查珊瑚定取生長，他們發現 91 年活珊瑚覆蓋

度 1%，而 98 年是 2.6%，每次調查發現定棲的珊瑚幼體很多，但是沒法成長，可能因為錨重壓與拖動使得損傷處相對於鄰近地區平坦，但容易受到沙泥累積窒息珊瑚，珊瑚覆蓋程度遠低於旁邊沒有被破壞的礁體。

Schlöder 等人(2013)模擬小型船隻錨泊對礁體造成的物理性破壞，然後觀察其恢復狀況。他們在 4 個礁區分別設定 5 個 1 平方公尺的採樣區塊，將礁體表層的底棲生物以工具刮除(如同錨與纜索在移動時，對礁表層造成的破壞)，紀錄實驗區塊中的固著生物，包括珊瑚、海翹、海葵、海綿與藻類等物種組成，並在鄰近地區相同水深設立對照組。下圖中實心圓則是刮除實驗樣區後，第 0、6、12、18、24 個月調查，亦即每 6 個月測量一次，為期 2 年，空心圓代表個礁區的對照組。1 號礁區自礁表清除後，附生物種類組成隨時間有很大的變化，但經過 2 年，物種組成已經與相鄰的對照組近似，對照組的物種組成變動很小(空心圓相對密集許多)；2、3 號礁區附生物種類組成隨時間有很大的變化，經過 2 年後礁表的物種，和個別鄰近的樣區截然不同；4 號礁實驗區的物種組成的變動很小，其實是遭到刮除後，很少底棲生物附著定棲，所以物種組成變動不大，結果也和對照組有分別。如果看定棲的物種，1 號礁區實驗樣區定棲的生物以濾食生物(如海綿)占的面積大，然後是珊瑚和大型植物，和對照組相近；2、3、4 號則是植物所覆蓋面積最大，而海綿和珊瑚很少，這和對照組相去甚遠。



Jameson 等人(2007)在埃及紅海北端的蘇伊士灣調查船潛點的底質，發現受到錨泊衝擊程度大的潛點，藻類和軟珊瑚的覆蓋度高，而沒有受衝擊的對照組則是石珊瑚(特別是軸孔珊瑚)的覆蓋率高，軟珊瑚覆蓋率低(下圖)。

Diving site	Hard Coral (SD) 石珊瑚	Soft Coral (SD) 軟珊瑚	Total Algae (SD) 藻類
El Fanous	25.6 (22.9) 覆蓋率(標準差)	10.1 (12.6)	8.8 (12.9)
Gotta Abu Ramada	28.9 (13.5)	5.5 (5.4)	10.1 (12.2)
Ras Abu Soma (S) 潛點	41.7 (12.1)	28.2 (10.1)	2.0 (2.7)
Small Giftun	28.6 (17.2)	25.1 (16.7)	3.9 (2.3)
Giftun Canal 對照組	45.3 (26.8)	4.2 (4.4)	3.2 (2.0)

他們將 Small Giftun 這個潛點底質覆蓋 10 年變動的

資料取出，比較 1987 與 1996 年底質組成的差別，發現石珊瑚(特別是軸孔珊瑚)覆蓋度降低，而軟珊瑚與藻類則變高。意味觀光潛水的人口逐年增加，潛點承受船潛帶來的壓力也增加，底棲生物組成會改變。

<i>Small Giftun (per cent cover)</i> 潛點	1987 (SD)	1996 (SD)	TREND 趨勢
Hard Coral 石珊瑚	49.9 (5.9)	28.6 (17.2)	↓
<i>Acropora</i> Branching Coral 軸孔珊瑚	22.8 (16.2)	16.8 (17.7)	↓
Soft Coral 軟珊瑚	12.5 (3.1)	25.1 (16.7)	↑
Total Algae 藻類	0.75 (1.8)	3.9 (2.3)	↑

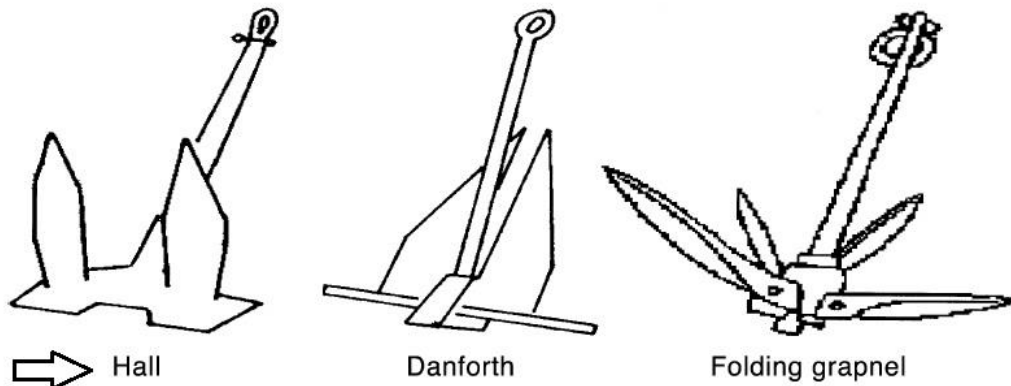
船隻錨泊除了破壞前提的珊瑚礁，相同衝擊事件發生在地中海時，則是對海草(*Posidonia oceanic*)與附生生物造成傷害。它是特有種也是該處優勢物種，大量植株密布構成海草原(seagrass meadows)，是許多物種的棲所，特別是有助於和甲殼動物幼生個體躲避捕食者或風暴；海草長又大的葉片可讓海藻、軟體動物、剛毛蟲以及線蟲附著，也是諸多動物的食物；密布的莖葉結構改變了水文，使水流減速而增進沉澱，讓濾食生物有食物來源，根與地下莖可固定沙泥海底，海草床是饒富生產力的生態系統。Francour 等人(1999)的研究指出，遊憩船隻錨錠與啟錨會平均破壞 34 條海草植株(下圖左向空心箭號)。

Number of shoots 植株數	Locking-in 錨錠 (n = 30)	Retrieving 起錨 (n = 100)	Anchoring cycle 起放錨
Uprooted 連根拔起	15.6 (3.7)	12.0 (1.4)	27.6
Broken 碎裂植身	4.3 (0.8)	1.6 (0.2)	5.9
Total	19.9 (4.3)	13.6 (1.5)	33.5 ←

船隻密度不同的地區，意味環境承受錨泊壓力的差別。錨泊壓力較大之處，海草床覆蓋底質的程度和植株密度偏低，而地下莖暴露出地表的部分較長，斜向地下莖比重高(見下圖)。

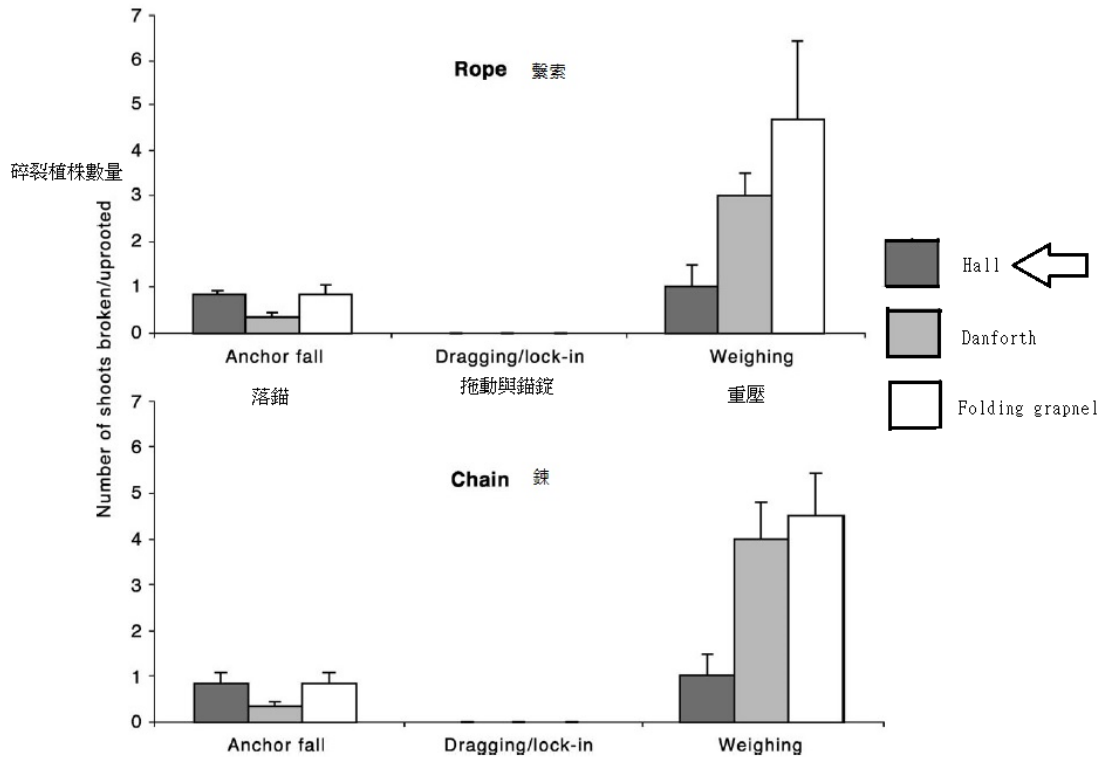
	PC7	BNO	BS9	BIN	PAL	K-W test
Boat number 船隻密度 (day ⁻¹ 2500 m ⁻²)	3.1	1.2	0.9	0	0	
Meadow cover 海草床覆蓋程度 Mean (%)	49.5	95.0	90.0	88.2	95.8	119.15
(S.E.) n	(2.4) 53	(1.2) 30	(2.4) 61	(1.8) 46	(1.5) 32	<i>p</i> < 0.001
Shoot density 植株密度 Mean (shoots m ⁻²)	280.5	433.0	431.1	495.1	449.5	76.5
(S.E.) n	(15.6) 73	(29.9) 30	(13.1) 61	(16.2) 61	(19.3) 46	<i>p</i> < 0.001
Rhizome baring 地下莖露出長度 Mean (cm)	8.6	4.0	6.7	5.5	6.6	34.8
(S.E.) n	(0.5) 31	(0.5) 30	(0.6) 38	(0.5) 47	(0.8) 30	<i>p</i> < 0.001
Proportion of plagiotropic rhizomes 斜向地下莖比重 Mean (%)	15.8	17.0	15.0	10.6	7.4	13.34
(S.E.) n	(2.9) 60	(3.0) 45	(2.4) 36	(1.6) 36	(1.7) 50	<i>p</i> < 0.001
Proportion of intermats						
Intermat number	-	2.1 (0.2)	1.1 (0.2)	2.1 (0.2)	-	17.78
Intermat width (cm)	-	53 (5)	28 (4)	48 (4)	-	14.65
Rate of division	-	11.8 (1.5)	4.7 (0.8)	11.6 (1.5)	-	20.46
n		30	40	40		All <i>p</i> < 0.001

Milazzo 等人(2004)則研究破壞底質是因為繫索或鍊、錨的樣式(見下圖)、錨的狀態(落錨、拖動與錨錠、重壓)所致。



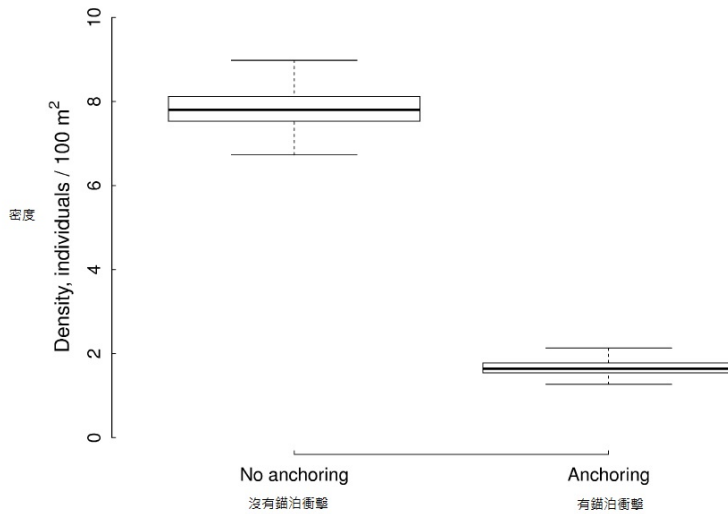
他們發現用在不同錨的狀態下，繫索或鍊對於海草植

株碎裂的數量並沒有差別；當比較三種錨的狀態，重壓所造成碎裂的植株數量較多；而 Hall 樣式的錨讓植株受傷數量較低(見下圖右向空心箭號)。錨的樣式、錨的狀態與破壞海草植株有關，繫索和鍊與破壞海草植株無關。

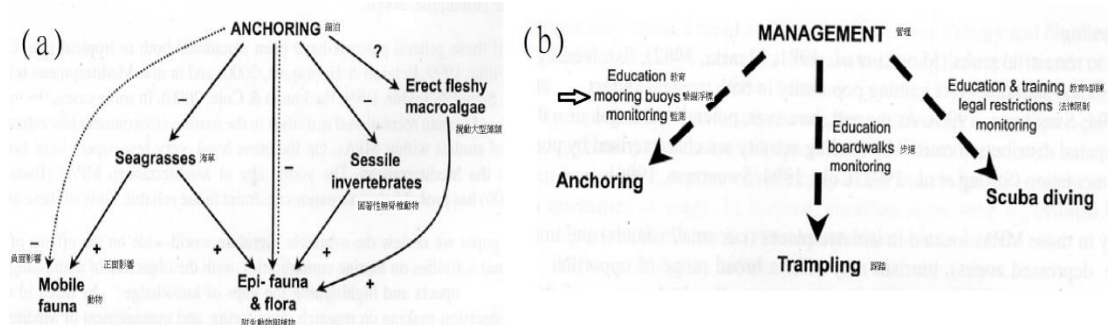


船隻錨泊除了破壞生物棲地，也對單一物種有負面影響。地中海的海草環境中大型的二枚貝江珧蛤(*Pinna nobilis*，俗名 noble pen shell)，牠們貝殼的背側面尖端的部份深入沙泥質底中，用足絲定著在海底，江珧蛤開口朝上，經常突出於沙泥表，有時可以高於海底達 70 公分，相當受注目，但其貝殼並不特別堅硬，很容易受到人為活動或特殊天候(如風暴)的衝擊。Hendriks 等人(2013)在地中海西邊接近西班牙的著名渡假島嶼馬約卡島(Majorca)沿岸水域進行江珧蛤的研究，他們在島四週水深 5~6 公尺處選定 6 個測站，各測站所承受的遊憩船隻壓力，3 個測

站沒有錨泊衝擊，1 個測站屬於中度錨泊影響，剩餘 2 站則是有很強的錨泊衝擊。測站間的江珧蛤的密度原本不相同，水文條件也有別，研究人員使用族群動態估算模型將測站的江珧蛤密度轉換成可以比較的基準，也排除水文條件後，發現每 100 平方公尺，測站的江珧蛤個體數分布從 1.4~10 隻，如果將三個沒有錨泊壓力的測站資料取出，平均密度則是 7.9 隻，反之則是 1.7 隻(見下圖)，江珧蛤受錨泊衝擊時，雖然沒有如同珊瑚礁環境受破壞時有肉眼可觀察的礁體碎片或殘骸，但從物種密度，也可見端倪。



Milazzo 等人的文獻回顧則指出，錨泊對底棲生物造成負面的影響(下圖 a)，管理方法則是教育開船民眾、設置繫錨浮標與進行環境監測(下圖 b)。



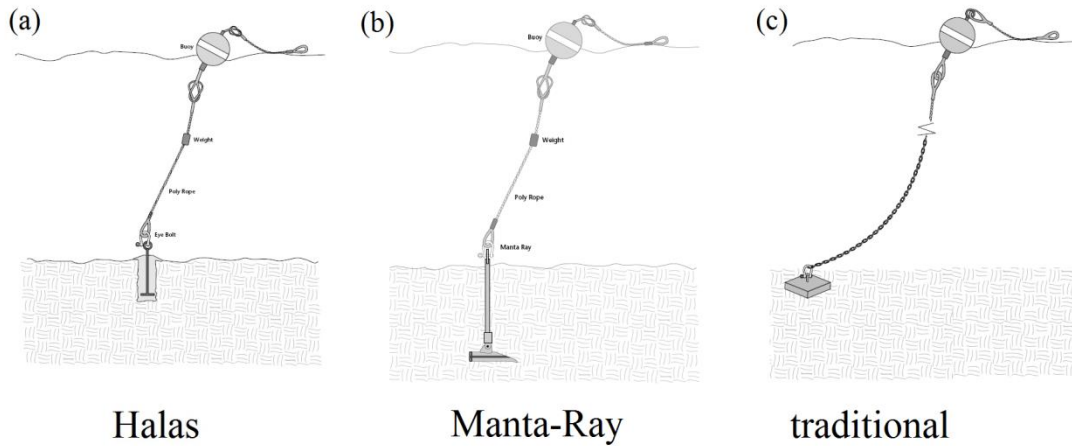
(2) 繫錨浮標設置和管理

專業潛水教練渡假村協會 PADI International Resort Association (PIRA) 與非營利組織 Project AWARE Foundation 為推廣友善環境的潛水觀念，共同撰寫設置繫錨浮標的規劃手冊(Mooring Buoy Planning Guide)。常見的繫錨浮標有分別是 Halas、Manta-Ray 與 traditional 三類型。

Halas 型是 1980 年初由 John Halas 開發而成，該型固定海底裝置是將不銹鋼單眼螺栓包埋在水泥中，然後放入鑽孔的海床中；浮力索束縛在單眼螺栓延伸到水面浮標，浮標他端則是提供繫束船隻的索具，Halas 型適合使用在海底平坦且底質堅硬之處(見下圖 a)。

礁島群國家海洋保護區(Florida's Key Largo National Marine Sanctuary)，這是使用桿錨(pole anchoring)來當成固定在海底裝置，索具和浮標與 Halas 型相近，Manta-Ray 型適合在珊瑚礁礫石混和沙泥底質使用(見下圖 b)。

Traditional 型是發展較久的裝置，使用水泥塊作為固定在海底的裝置，水泥塊與浮標之間多以索鍊連結，traditional 型比較適合在泥地與礫石，但不建議在珊瑚礁與海草環境使用(見下圖 c)。

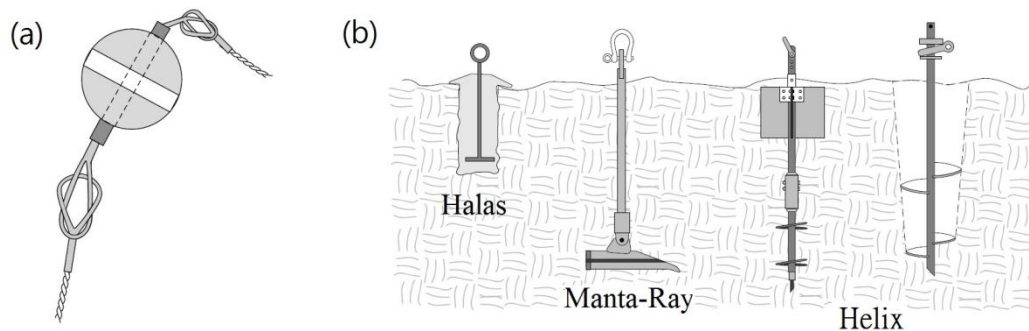


繫錨浮標由浮標、索具、固定海底裝置組成。常見的浮標的是直徑 18 英吋球型聚乙烯塑膠(polyethylene plastic)，並以紫外線阻斷劑處理，用以抗長時間的太陽曝曬，球內則充滿聚氨酯泡棉(polyurethane foam)，球型浮標由 3/4 英吋有直筒浮標貫通之，二端則是繫索具的環眼(見下圖 a)。

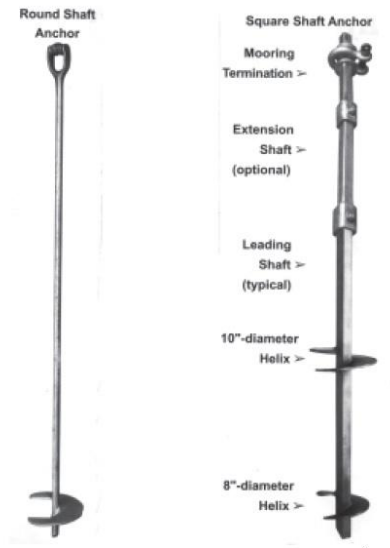
索具是索與環眼則有包含：連接固定海底繩索(down line)、貫穿浮球具 2 環眼的浮筒繩(buoy through-line)、聯繫浮球與船隻的拾索(pickup line)等三個部分(見下圖 a)；三段式索具使得維護工作容易也省經費，如有毀損，只要更替壞掉的部分即可，不需淘汰整個裝置；常見使用的是直徑 3/4 英吋經抗 UV 處理的聚丙烯繩索(polypropylene rope)。

固定海底裝置中 traditional 型即是大水泥塊放在海底，方便便宜但會滑動，也因此不適用在珊瑚礁或海草環境，並不再多言。Halas 型和 Manta-Ray 型則需鑽孔海底用以放入固定裝置，Halas 型(見下圖 b)適合在堅硬海床，

鑽孔柱(core)的深度不一，得視當地底質狀況決定，譬如位在加勒比海的荷屬安地列斯(theNetherland Antilles)的沙巴島(Saba)是很名的潛水渡假島嶼，他是火山活動形成的島，海底質地堅硬，在考量水下作業的成本與日後長期繫纜負荷後，經過測試鑽孔深度為六英寸。而 Manta-Ray 型適合在礫石、沙泥與珊瑚碎塊混和的海底，錨柱樣式多樣(見下圖 b)，錨柱長度可能從 3.5~ 7 尺。同屬錨柱型的 Helix(譯為螺旋圓軸錨) (見下圖 b)，是目前普遍使用的錨軸，堅固耐用勝於 traditional 型，而且旋入海底用到的空間相當節省，如果擬定設繫錨浮標的的空間有限，這是很適合的裝置。



常見的 Helix 軸柱 5.5 英尺以上的，其上有直徑 6~8~10 英寸軸片，重量 100 磅(約 45 公斤)，利用扭力馬達將其旋入海底，如果底質表層有泥，則得將軸片深入主要底質結構，方能展示其強抓握力(holding power)，它會有不一樣的形式變化(見下圖)。



(二) 案例評析第二部份：投設水下服務設施以緩解天然礁承受潛水遊憩壓力之評估

1. 引言

珊瑚礁是人類取得食物、從事觀光遊憩、保護沿岸聚落與形塑濱岸地區文化風俗的重要構造，如果從製造業的觀點來比擬，牠是源於自然的上游供應，提供產品和服務(ecological goods and services)，以滿足民眾需求。然而，這個具有高生產力的棲地，面臨全球環境變遷、極端氣候與人類活動衝擊而逐漸衰退，從小地方到大區域或多或少有發動保育珊瑚礁活動並推動環境管理，但是成果仍然有限。珊瑚礁面臨的危機舉世皆然，抱持「全球視界，在地行動」(think globally, act locally)的信念，從多維觀點推行珊瑚礁保護，並長期持續努力，也許有恢復生機的可能。許多熱帶與亞熱帶海岸地區和島嶼，珊瑚礁是重要的觀光遊憩環境，相關收益對於挹注地方經濟，與在各地發軔的保育行動中，研究團隊由潛水觀光遊憩的角度切入，對「投設水下服務設施，分攤珊瑚礁承受如採捕和遊憩等人類活動所帶來之壓力」方向，蒐集整理相關文獻與分析，探討如果在綠島採用類似方案時的可行性。

水肺潛水是珊瑚礁海域相當普遍的水域遊憩活動，參與者必須受專業訓練，像是潛水生理、減壓計算、水下溝通與海洋生態保育等內容的學科課程，以及裝備組合與拆卸、入水法、出水法、調節器復位、浮力控制、中性浮力、面鏡排水及共氣等術科課程，訓練課程結束並通過測驗取得證照才可從事休閒潛水。過去民眾如要參與潛水活動，可能得先在都市中的游泳

池進行基礎課程(稱為靜止水域課程)，然後再赴海濱進行水下實做課程(稱為開放水域課程)。因為學習的不便再加上器材昂貴，導致過去休閒水肺潛水的人口成長緩慢。現在隨著潛水器材與技術的改進、潛水裝備租賃便利、濱海地帶潛水中心普及、密集而快速潛水認證考試與濱海渡假村鼓勵體驗潛水(因應未通過考試但想嘗試潛水觀光客需求)等因素，使得參與潛水活動的人口成長變快，參與人次也非常龐大。

在很多海洋觀光地區，參與潛水活動的人數已經足以支持休閒潛水成為地方觀光發展的重要環節。服務潛水遊客可以為地區帶來經濟利益。為了提供完整的潛水旅遊服務，潛水產業已經衍生出分工與合作的關係。遊客在一趟的潛水觀光旅程中會花費在住宿、餐飲、交通運輸，以及與潛水直接有關的活動體驗、教育訓練、證照考試、租船、租賃潛水裝備、潛水導覽、攝影與紀念品等。在每個服務環節都有專門人員甚至微型企業存在，發展潛水觀光除了可提供就業機會，因潛水產業所帶來的經濟效益也很驚人。

休閒潛水的普及為某些濱岸觀光地區帶來經濟利益，但是缺乏管理的休閒潛水產業，則可能對海洋環境造成負面影響，這在珊瑚礁海域特別明顯。造成傷害環境的成因像是：潛水員會因為好奇而觸摸珊瑚；當人員踢蛙腳時可能不自覺而踢到珊瑚；蛙鞋的鞋帶扯到珊瑚；潛水員使用的調節器組因沒有固定好而卡到珊瑚；人員背負的氣瓶無意間碰觸珊瑚；有些攜帶攝影裝備的潛水員為了取景，甚至趴在珊瑚礁上；潛水遊客踢動蛙腳所揚起的砂粒或淤泥則因沉澱覆蓋在珊瑚上，珊瑚蟲因而窒息死亡；船潛時因為錨泊不成使得流錨直接扯碎珊瑚。潛水員的碰觸、拉扯或摩擦珊瑚等機械性傷害，如果是作用在剛定

棲的珊瑚幼體，其致死率很高；若是作用於較大的珊瑚群體 (colony)，則可能致其脫離固著的底質或是造成珊瑚破碎；群體表層的珊瑚蟲因為這些傷害容易感染致病原；如果某些類型珊瑚群體死亡，群落(community)的物種組成會發生變化，像是同地區的團塊珊瑚(mass corals)與枝狀珊瑚 (branched corals，例如 *Milleporasp.*與 *Madracis spp.*) 之間種類與數量的此消彼長；珊瑚死亡後，空出來的底質也可能遭到快速生長的藻類佔領，致使珊瑚的覆蓋度與棲地複雜度變低，以及依附珊瑚而生的物種多樣性變低。

雖說潛水員可能傷害珊瑚，其實如果給予時間，珊瑚可以自我修復。但是在熱門的潛點，潛水遊客造訪的次數多，遊客依循相同的潛水路線觀賞潛點景物，則傷害重覆發生，珊瑚沒有休養時機。重複傷害並且累積的過程緩慢而且難以察覺，而且合併氣候變遷與汙染等不利因素，一旦發現環境有明顯變化，例如魚群種類與數量驟降，資源可能難以恢復過往榮景。簡言之，造成衝擊是「潛水客的不當行為」加「過度造訪」，控管行為與人數則成為潛水觀光管理的重要方向。

Orams (1999)建議在推動海洋觀光管理時可從以下四個面向進行策略思考，然後制訂管理技術：

1. 管制性的策略：這包括限制參訪觀光景點的時間、空間、人數、行為等；公告標示使用環境的規則；目的地要有警察或巡邏員依規則執行勸告、驅逐、取締與告發等。
2. 實體性的策略：以人為設施來管制或緩解遊客帶來的衝擊，像是綠島石朗潮間帶的步道設施引導遊客使用之，可以取

代其隨意通過潮間帶入海的路徑，其間生物遭到踩踏的壓力得以緩解。

3. 經濟性的策略：利用價格做為鼓勵因素或是阻礙因素以限制人類行為，像是觀光地點因區而差異收費、傷害環境則得損害賠償、行為不適當可以罰款或是告發不當行為可得獎金。
4. 教育性的策略：激發遊客自主性的改變行為以降低不當行為，並增加遊客的愉悅享受和知性領悟，常見方法是提供印刷品、透過各式媒體宣導、給予指示標誌或看板、參與遊客中心導覽人員或展示、舉辦蘊含公益的觀光活動、鼓勵接近地方居民等。

目前已經報導關於潛水觀光管理技術與 Orams (1999) 的策略思考可以契合，例如目的地眾多潛點，依環境敏感程度畫分等級(zoning)，潛水中心接待初來乍到的潛水遊客，透過潛水技術查核(check dive)了解潛水者的資格與熟練度，並依照查核結果建議與導引客人適合的潛點，譬如教練資格且技術純熟的潛水遊客可以造訪潛藏珍稀且易受干擾生物的潛點，這樣的管理技術就符合「管制性的策略」的思考。在下水前，導潛對遊客進行潛點簡報，說明敏感生物的分布、接近方法與降低干擾的技術，潛水活動進行中，導潛見遊客的不適當行為則立刻制止之，所以現地人員的作為符合「管制性和教育性的策略」的施行。制定造訪潛點價格，作為兼具既誘導且抑制遊客進入目的地的效果，所得收入則用來支應保育行動，這是運用「經濟性的策略」的成果。

在珊瑚礁水域投設水下觀光服務設施吸引生物聚集，刻意

製造新的潛點，用以分攤原有珊瑚礁潛點的遊憩壓力，也是屬於「實體性的策略」的產出。綠島在觀光尖峰時，熱門潛點所受潛水遊憩壓力很大，本章節蒐集海域置放人造設施以分攤珊瑚礁的遊憩壓力的相關文獻，由於設施是為服務潛水遊客，因此稱之水下服務設施，探討在綠島投設水下服務設施之可行性。

2. 方法

關鍵字「artificial」、「reef」、「recreational」、「diving」時，得到的相關研究，但論文的數量僅 12 篇，於是再從已發表的論文引用之參考文獻追溯搜查，發現相當多文獻是沉船(sunken ship)或船骸(shipwreck)作為裝置，故也將其納入探討之。

(三) 投設水下服務設施以分攤珊瑚礁遊憩壓力

漁撈技術的快速發展，水產品物流的發達，沿岸水域已經面對過度捕撈、混獲及不當漁法等衝擊，許多水域已經有漁源枯竭的現象，管理海洋生物資源使其可被永續使用為漁業生態學之重要的議題，投設人工設施(人工漁礁)是增進資源的積極作為之一。在水域環境中，礁石是很多水生生物使用的結構，投設仿效礁石功能的人造設施，並置放在選定水域中，目的用以營造可供生物覓食、產卵、育成與隱蔽之環境，進而達到培育生物資源與運用之目的。大多數的調查和學術研究著眼於人造設施的材質和設計、投設後的水文、生物種類、生產力變化及管理，設施所帶來的漁業經濟性還是主要的考量。

因地區的棲地類型、漁法、保育觀念、遊憩行為與社會經

濟環境等特性不同，使人造設施的計畫各具特色。由於擔心設施可能破壞海洋生態環境，各國在規畫時都非常謹慎，會審慎考量各種條件之後，方選定合適的地點與使用材質來進行投設。設施的功能可能有下面的類型：(1) 增加漁業的生產力與產出(如傳統漁業);(2) 特定項目的水產養殖(如海洋牧場);(3) 增加休閒性漁業 (如海釣);(4) 增加休閒性潛水及觀光用途的半潛艇景點(如軍艦礁);(5) 保護海底魚類棲息環境 (如改善海洋生物棲息地及拖網漁業的破壞);(6) 棲地復育 (如稀有或瀕危物種);(7) 學術研究 (如九孔礁、煤灰礁實驗)。休閒潛水過度發展，對於潛點造成負面衝擊，因此投設服務休閒潛水遊客的水下設施，用以分攤天然環境潛點承受的遊憩壓力，逐漸受到討論並實施。

Milon (1989)調查潛水遊客使用美國佛羅里達州戴德縣 (Dade County, Florida)離岸(offshore)的七處人工礁的行為，發現 13.5%受訪者曾赴之，參與者多是熱衷潛水的遊客，潛水假期時間長短、使用的船隻是造訪人工礁的決定因素，潛點易於定位的程度(可及性)和過往潛水的愉悅經驗也是促成赴特定潛點的動機；不同潛點各有特性，潛點歷史久(可能是因為累積潛水資訊多)、行程時間短、水深適合(文中指出水深 30 公尺以淺的潛點使用頻度最高)、潛點設施結構變化度高是潛點的魅力；魚類密度高不見得重要，能目睹想見的魚種卻是吸引潛水遊客的理由。透過這個研究了解遊客的偏好，使得規劃人工設施型式與投設位址可以貼近使用者的意願，譬如規劃建構設施硬體時，可以納入讓大型魚隱蔽棲息的洞穴，為遊客喜歡的大型掠食物種(如石斑魚)預留孔洞，作為利其棲息之空間。

Ditton 等人(2002)對曾赴美國德州外海鑽油平台潛水的遊客進行調查，石油公司構建的巨大設施，吸引眾多生物使用該空間，甚至可說是小型生態系統，由於匯集的資源豐富，優異的觀光條件可以開發做為潛水遊客另類選擇。受訪者多為樣格魯薩克遜族裔白人男性，住在德州的居民，平均年齡 39 歲，取得潛水資格至受訪時的平均年資是 8.4 年，潛水是最主要的戶外休閒活動；他們偏好 60-89 英尺深度潛水，普遍認為潛點該設置繫錨浮標，而且特定潛點該排除射魚的潛水員，還有特定潛點可以規畫成為專門目的使用，譬如作為服務休閒潛水兼射魚目的之用；現有的設施不嫌多，以後如可以增加水下服務設施，如果可以增加建議相關單位投設大型除役軍艦。這些調查可歸納為三個重點，分別是：潛點要有繫錨浮標、因使用者從事的活動不同建議潛點分區、水下服務設施以除役軍艦最受歡迎。

Brock (1994)則研究投設水下設施後衍生的經濟活動，包括捕捉生物和潛水觀光，及其產生的效益。他調查夏威夷歐胡島維基基海灘(Waikiki Beach, Oahu)離岸 1.4 公里水深 24~36 公尺的水下設施與使用行為，該設施由 Atlantis Submarines 公司向聯邦與州政府申請取得核可之後規劃建造，所置放的主硬體是退休的油料補給船，船身長達 53 公尺，在除去船身的塗料與油後，切割甲板讓光可以照到艙間，船身鑿十數洞提供生物棲息處所，最後加入千噸礫石用以穩定之；此外，鄰近處置放二架機身 26 公尺除役飛機，以及堆疊成層的水泥塊。Brock (1994)以水肺潛水目視法(visual census)調查棲息於水下設施的物種、大小和數量，評估該處資源量；並蒐集在該處捕魚的漁民所捕捉的物種、大小、數量和漁具漁法

資料，也在岸上利用望遠鏡觀察設施所在水面的船隻數量以及使用者是捕捉還是潛水，代表漁獲努力量；他也訪問潛水與海洋觀光相關業者，以取得遊客人數、參與活動類型與花費等數據。Brock 比較在該處從事潛水與觀光活動的收益勝於和漁業所得，發現觀光潛水收入平均每天是美金 3761 元，而捕捉漁獲是美金 161 元，二者有很大的差別。該處水下服務提供多元服務，也就是休閒與漁業經營者都可以使用該處資源，Brock 認為這樣的管理沒法永續經營之，他建議不同設施該依特性分區經營，捕魚和潛水所使用的空間要區隔，有助於管理設施以及資源使用者。

Wilhelmsson 等(1998)在以色列艾拉特西南海域調查三個水下服務設施珊瑚和魚的種類與數量，地點之一的 Shles 由成堆死珊瑚堆疊而成(10x3x1.5 公尺)，其他二者分別是 Yatush (15 公尺長除役軍艦)與 Satil(45 公尺軍艦)，研究人員用相同的採樣方法，分別在三個水下服務設施鄰近的天然礁蒐集數據並比較。他們發現固著於天然礁的珊瑚屬和群落數高於水下服務設施；Shles 和 Yatush 魚類的種類與密度則高於天然礁，主因是某些群棲魚種數量龐大(如雀鯛和烏尾鮐)偏好分布於水下服務設施，但在 Satil 魚類和天然礁沒有差別。前往水下服務設施潛水的人數很多，以 Satil 為例，每年至少有 16000 遊客透過導覽到沈船潛水，如果每人以最低潛水花費 23 美金計算，單一處沈船設施就有 368000 美元潛水導覽收益，這金額並不包括潛水教學課程、旅宿與交通等觀光服務。

Dowling & Nichol (2001)研究除役大型軍艦作為潛水設施後的經濟收益，澳洲海軍船艦女王陛下史旺號 NMAS *Swan* (Her Majesty's Australian Ship *Swan*)在 1997 年 12 月成為

水下設施，投設在澳洲伯斯西南部的海灣 (Geographe Bay, Perth, Australia)，很快地成為重要潛水觀光景點。設施周圍 1640 英尺範圍禁止漁獲，投設地點持續進行環境監測，投設之後魚種類與多樣性增加，設施由潛水員與相關業者組成的社團(Geographe Bay Artificial Reef Society)依照規定處理公共事務和經營管理潛水活動，例如一般的潛水等級(如 Open water、advanced open water、deepwater divers)可以在艦身外潛水，而有洞穴潛水證照者，可以進入艦內活動。從投設後 15 個月時間，共有 10,928 個潛水員造訪(見下圖空心圈處)，他國遊客佔將近 2 成，收益近達 139 萬美金(見下圖空心右箭號)。

Type of Source of Origin	No. of Divers	Average Length of Stay (days)	Average Expenditure Per Day	Total Expenditure US\$ ^b
Divers (private permit) ^b	1,607	3	\$22.20	\$107,072
Divers (group charter) ^c	2,076	4	\$41.10	\$341,24 ^d
International (19%)	8,852	3	\$35.35	\$938,755
Domestic (81%)				\$1,387,121
Total expenditure ^d				\$1,387,121

Stolk 等(2005)研究澳洲休閒潛水參與人員對於水下服務設施的看法，受訪潛水員以男性居多接近 7 成，年齡中位數是 36 歲，多數學歷是 4 年制學院，84%是澳洲人，年收入中位數介於 30000~38000 美金，潛水資格以初級與進階潛水 (Advanced open water)最多，其次是初級潛水(Open water)，以及教練(Instructor)，平均潛水年資 10.9 年，受訪者平均使用氣瓶數 714 支，但極端值使得這個數字變異很大，

某些潛水員使用 1000~9000 支氣瓶，如果看中位數是 200 支氣瓶。幾乎所有受訪者知道人工設施，而設施使用的眾多物材中，以船骸最知名，居次是水泥結構幾何型態設施；受訪者所知最著名的人造設施潛點，則以前段說明的 NMAS *Swan* 除役海軍船艦居首位；在人工設施潛點潛水的滿意度，如果給予分數 1~7 分代表從「非常不滿意」到「非常滿意」，絕大多數的受訪者填答 6 與 7 分，越有特色的設施滿意度越高；他們最喜歡的設施是沈船與飛機，如果沈沒原因是意外，不是刻意布置更增探索冒險的樂趣，特別是有歷史和文化意義者(如二次大戰期間沉沒)，越古老的船骸越受歡迎；超過 6 成受訪者對於水下服務設施潛點滿意度勝於天然潛點，細究其原因還是他們認為的設施是沈船，而非其他材質與型態的設施；受訪者不喜歡輪胎、水泥電桿等類型設施，因為是美學汙染，潛點的海洋生物、水文條件也影響休閒潛水滿意度，但這在天然潛點或水下服務設施潛點皆然；人工設施可以提供海洋生物新棲所，分攤天然礁遊憩壓力，對有歷史感的古早設施潛點滿意度勝於新的設施潛點；水下服務設施潛點可替代天然潛點。

對於水下人工設施用來分攤珊瑚礁遊憩壓力的說法，Leeworthy 等(2006)調查投設沈船 Spiegel Grove 前後，在沈船周遭天然礁的潛水人員數與相關經濟活動的變化。Spiegel Grove 是除役的軍艦，艦身長 510 英尺，2002 年 6 月投設在美國佛羅里達礁島群國家海洋保護區的大礁島外海 (Key Largo, Florida Keys National Marine Sanctuary)。礁島群離岸甚遠，一定得搭船前往，研究人員取得投設前後 10 個月，營運潛水活動船隻的日誌，並從周遭天然礁與水下服務設施潛點水面觀察船隻數量與活動類型(除潛水船還有私人或租

用船隻的休閒娛樂)。單就潛水活動船隻的日誌資料以及經濟收益分析，投設前、後在天然礁與水下服務潛點水肺潛水活動人次變化，在天然礁潛水的略減，而前往設施者大增(見下圖空心左向箭號)。投設設施後潛水活動連帶影響地方的觀光經濟，在當地休閒活動支出增加美金 260 萬元，商業銷售金額增加 270 萬，整體的經濟變活絡，地方實質收入增加 961784 元，製造 68 個工作機會。

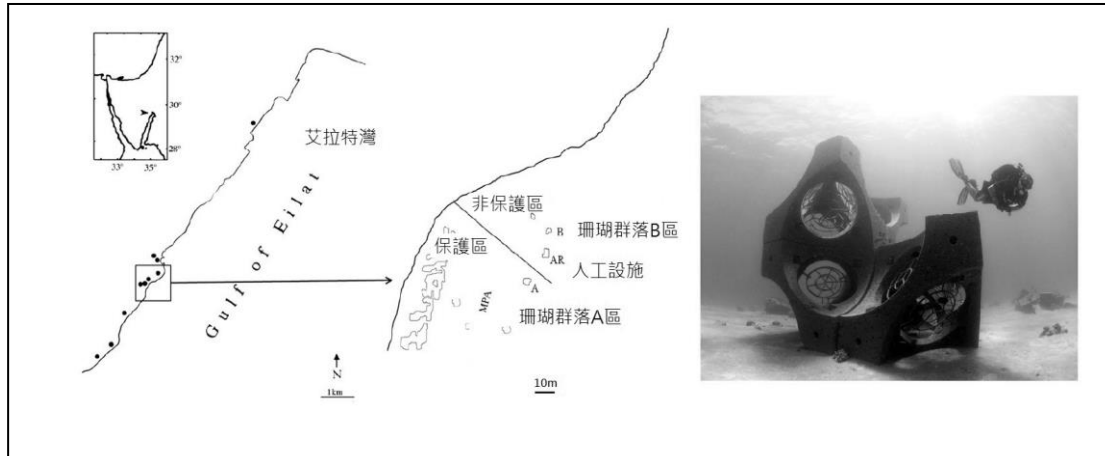
投設除役大型軍艦作為水下設施，紓解少許天然礁的壓力，前往該處從事水肺潛水人數大增，促進地方經濟與就業機會，投設設施似乎是增加了潛點的多樣程度，把潛水業的餅做大，製造潛水遊客的需求，對於分攤天然礁遊憩壓力的成果有限。

Reef type	Absolute and percent change (dive charters)							
	Dives SCUBA	%	Snorkelers	%	All	%	Total	%
Natural reefs	-18,170	-14.6	-6,780	-27.7	-125	-8.2	-25,075	-16.7
Artificial reefs	27,872	108.3	3,686	81.8	294	75.4	31,852	104.0
Total	9,701	6.5	-3,094	10.7	169	8.9	6,776	3.7

Kirkbride-Smith 等人(2013)研究潛水員赴水下設施的動機、喜好與滿意度，他們以問卷方式在加勒比海西印度群島的巴巴多斯島進行調查，當地除了有豐富的珊瑚礁，島西南邊則投設沈船、礁球(reef ball)以及其他類型水下設施。受訪者男性略多於女性，平均年齡 43 歲，半數是英國人，其次是美國人及加拿大人，當地人很少，他們多半在該島停留 7-10 天，從事一般旅遊為 50%，專為潛水而來的佔 39%，其他則是出差與探訪親友；66.5%潛水遊客為初級與進階潛水，27%為潛水長(Master diver)，教練及更高階潛水等級佔少數；52%的

受訪者潛水氣瓶數低於 100 支，高於 100 支的受訪者中，有 5 人超過使用 1000 支氣瓶經驗。大多潛水遊客知道水下人工設施，也有到設施潛點，他們最喜歡的水下設施是船骸與沈船，多數對水下服務設施感到滿意與非常滿意；但如果按照潛水資格與滿意度分析，潛水資格較淺的對於水下服務設施滿意度高，但是潛水經驗與資格越深，對設施的滿意度變低。資淺與資深的潛水遊客都認為潛點的魚類豐度、海水透明度、珊瑚覆蓋度、安全與礁石的繽紛色彩是影響滿意程度的重要因素。大多數遊客認同人工設施提供海洋生物棲所，也同意設施分攤了天然礁面臨的遊憩壓力，而“不同意”水下服務設施會造成海洋視覺汙染，而且設施並不會過量。多數遊客同意在水下設施潛點潛水也是屬於自然體驗活動，而資淺的潛客滿意水下設施潛點程度高於資深的潛客；資淺的潛客對於二類潛點並沒有明顯偏好，資深的潛客則顯著偏好天然潛點。這個研究顯示只要環境魚多、水色透明、珊瑚覆蓋度高、色彩多、安全，潛水遊客並不會特別在意是人工設施或天然礁潛水。

Polak& Shashar (2012)對於水下服務設施分攤天然礁壓力的說法進行實驗，他們在以色列的艾拉特灣(Gulf of Eilat, Israel)，離岸 100 公尺水深 7 公尺平坦沙地上投設適合移植珊瑚與海洋生物棲息的設施(見下圖，含實驗地點與水下設施)，設施僅離保護區界線 10 公尺，在保護區內的 A 珊瑚群落和保護區外的 B 珊瑚群落之間。設施旁也刻意培養石珊瑚與軟珊瑚，經過 5 個月，這些活珊瑚置放到設施上。

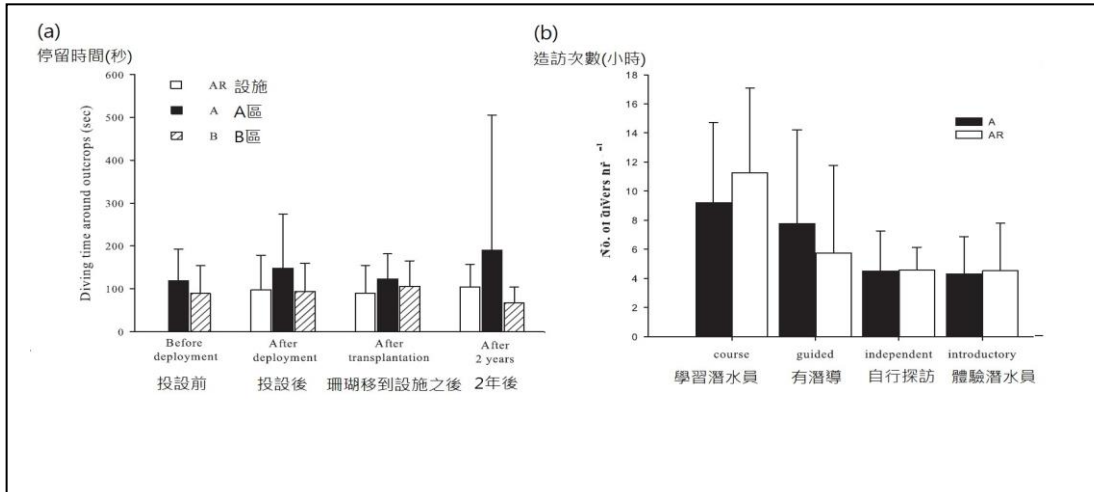


當地潛水遊客可以分為四類，分別是體驗潛水員(沒有潛水資格，由導覽人員全程陪伴嘗試潛水)、學習潛水員(正在學習潛水的遊客)、有潛導引領潛水員、自行探訪潛點潛水員。研究人員紀錄各類型的潛水員前往的地點與次數，而判定原則是潛水員靠近珊瑚群落與人工設施(小於3公尺)，即列入紀錄。研究人員每三個月記錄A、B珊瑚群落與設施上的珊瑚覆蓋度與魚種類和數量紀錄。

A區珊瑚覆蓋度明顯高於其他，A、B與設施的魚種類數沒有差別，設施的魚類豐度最高。遊客停留在珊瑚群落A區的時間長於B區，而投設水下服務設施後停留在A、B與設施的時間沒有差別(見下圖a)，移植珊瑚到設施上，以及投設2年後，遊客停留時間都沒有差別。如果比較投設設施前、後四個階段，遊客停留A區的時間，其實沒有顯著差別(見下圖a)。遊客每小時造訪A區珊瑚群落和設施的頻度都沒有差別，四種類型的遊客都是如此(見下圖b)。

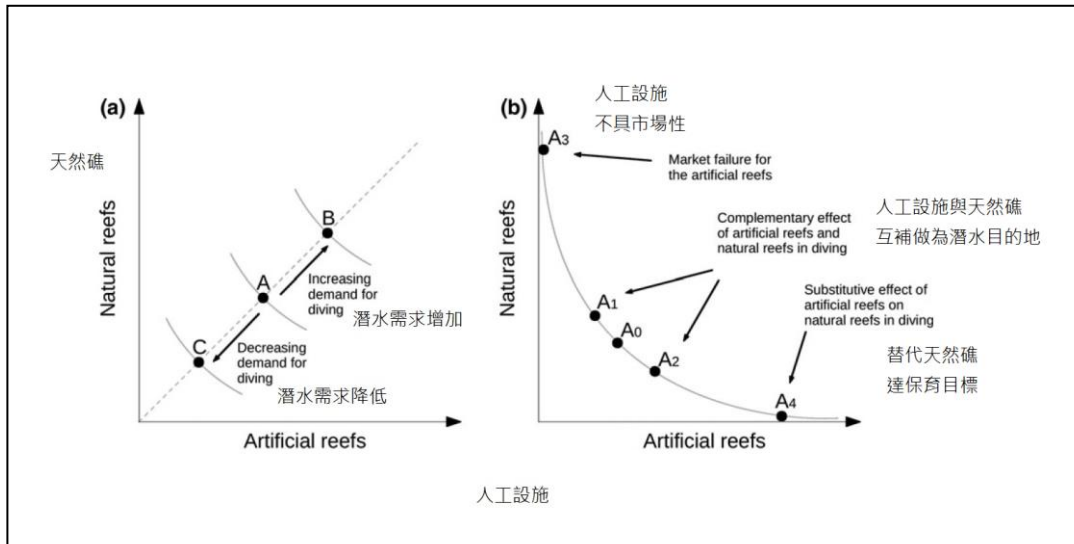
這研究的結果並“沒有”凸顯水下水下服務設施可緩解天然礁承受的遊憩壓力的說法，投設設施前、後以及經過一段時間，遊客的造訪行為差異不大。當然這還有很多討論的空間，譬如水下設施材質、結構與歷史文化魅力不足(基於前幾段沈

船魅力的說法), 就算有魚類大量聚集, 但也沒法讓遊客趨近。



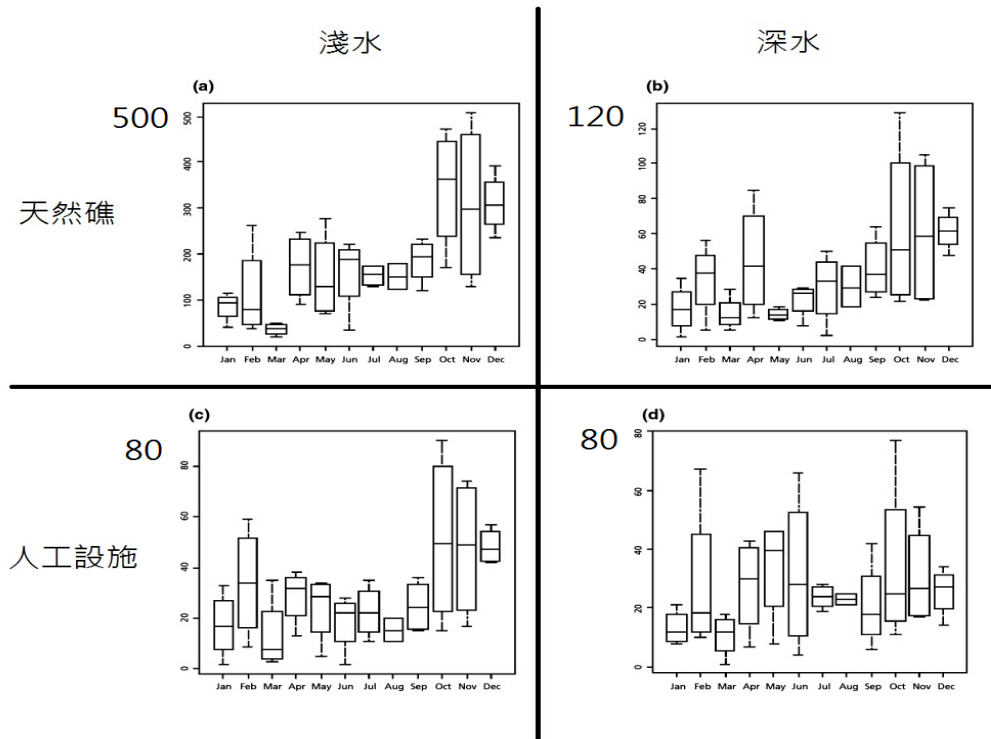
Oliveira 等(2015)對於投設水下人工設施後究竟是「緩解天然礁的遊憩壓力」, 還是「製造新的潛點而讓遊客有多樣潛水目的地可選擇」進行研究。他們提出這個說法的模型圖(見下圖)。潛水的需求其實就是潛水遊客的人次來估算, 潛水客需要租借氣瓶(少有遊客會攜帶自己的氣瓶與充氣設備), 所以從潛水店可以取得遊客數量資料。潛水需求增加時無論使用人工設施或是天然礁的遊客都會增加, 反之亦然(下圖 a)。這個主題將潛點分為人工與天然, 潛水遊客也只有這二者可以選擇, 所以是互補的, 但是所生成的潛點吸引力有別, 如果依照投設人工設施的目的有成效, 潛水需求(人次)會增加, 緩解或取代天然礁遊憩壓力, 達到保育成效, 那應該會需求的趨勢是從 A0 往 A4, 如果投放設施實在沒有魅力, 遊客還是留在天然礁, 趨勢即是從 A0 往 A3(下圖 b)。但這也不完全是需求方決定市場, 潛水店供應潛水器材與資訊, 不熟悉當海下狀況的遊客, 可能對於潛水電的建議是照單全收, 而且潛水店也有自己的考量, 例如遇到潛水資歷淺與經驗不足的客人, 會帶到水淺與環境比較耐遊客衝擊的潛點, 還有季節和水文條件也影響潛水計

畫，水下設施潛點只有三個，數量是否能滿足遊客，投設的位置是否受到季節因素影響需求(如綠島北邊冬季白浪滔天潛水客人沒有需求)，所以，二類潛點的遊客量(需求)其實是綜合考量下的結果。

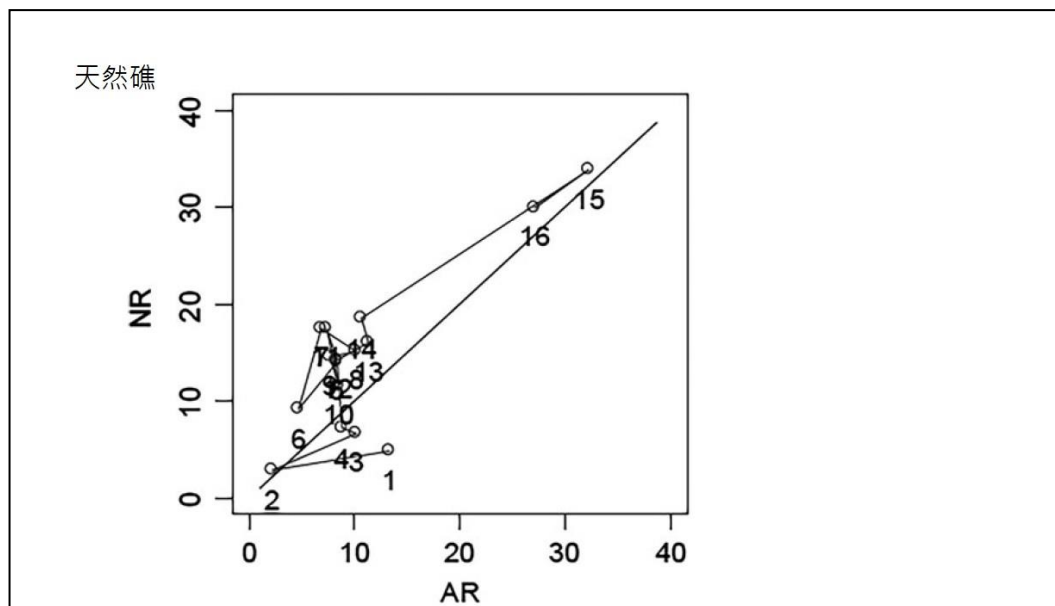


他們調查地點是非洲西岸維德角群島的薩爾島(Sal Island, the Cape Verde Archipelago)，該地景觀優美，赴該島的觀光客人數占維德角遊客的 4 到 7 成，由於海洋資源豐富也是有名的潛水地。部分潛點屬人工設施，分別是 1960 年的沉沒的 *Antão* 船隻殘骸，以及 2006 與 2008 年為緩解天然礁的遊憩壓力以及增進經濟收益而投設二艘沈船 *Kwarcit* 與 *Sargo* 島上有六家潛水店，可以掌握潛水遊客潛水經驗與資格、遊憩需求和經濟收益等資料，自 *Sargo* 投設之後開始蒐集相關資料，分析的數據是 2008~2011 年。

天然礁的遊客人數分布遠高於人工設施，天然礁的淺水處多於深水處。人工設施在水深與水淺處數量差別不大。如從月變化來看，比較高的潛水需求發生在 10~12 月。



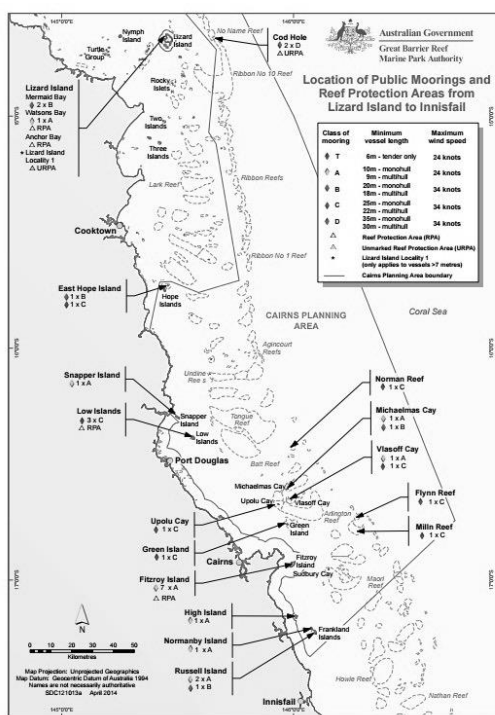
遊客需求的數據從 2008~2011 為期四年，每三個月計算一次遊客平均數量，有 16 次數據供做分析，下圖中有 1~161 空心圓即是人工設施與天然礁遊客數量的時間變化。初期(空心圈 1、3、4)由客數量偏向在人工設施，這和 *Sargo* 投設時間一致，合理推測其話題性高，所以吸引遊客前往，而第二次三個月遊客量(空心圈 2)無論是天然礁或人工礁都一致降低，也許是當時天候或其他因素導致，第一年之後大多數的遊客量可說趨往天然礁，似乎沈船設施的話題熱度退燒，並沒法持續吸引遊客或潛水店代客前往之。



使用水下服務設以分攤天然礁潛水遊憩壓力的說法與實踐，經過現況調查，可能沒有如預期中可替代天然礁達到保育目的，結果似乎傾向為目的地增加多元景點，增加經濟效益。

繫錨浮標國外案例評析：

繫錨浮標浮在水面，便利人員目視行船接近，通常人員以長勾撈起拾索套到船上的纜繩，然後綁到繫纜樁，然後起始潛水活動。澳洲大堡礁海洋國家公園管理機構公告海域潛點繫錨浮標的分布圖以及位址(見下圖)。




LOCATION	Mooring class	Max. vessel length	Installed latitude GDA84 ddm	Installed longitude GDA84 ddm
Cod Hole	D	35m	14° 39.871' S	145° 39.792' E
	D	35m	14° 39.794' S	145° 39.829' E
East Hope Island	C	25m	15° 43.844' S	145° 27.380' E
	B	20m	15° 43.738' S	145° 27.392' E
Fitzroy Island	A	10m	16° 56.046' S	145° 58.979' E
	A	10m	16° 55.941' S	145° 59.120' E
	A	10m	16° 55.914' S	145° 59.160' E
	A	10m	16° 55.840' S	145° 59.355' E
	A	10m	16° 55.412' S	145° 59.618' E
	A	10m	16° 55.393' S	145° 59.529' E
Flynn Reef	A	10m	16° 55.377' S	145° 59.782' E
	C	25m	16° 44.053' S	146° 15.908' E
Green Island	C	25m	16° 45.317' S	145° 57.981' E
High Island	A	10m	17° 09.183' S	146° 00.242' E
Lizard Island - Mermaid Bay	B	20m	14° 38.769' S	145° 27.219' E
	B	20m	14° 38.846' S	145° 27.253' E
Lizard Island - Watsons Bay	A	10m	14° 39.768' S	145° 27.056' E
Low Isles	C	25m	16° 22.937' S	145° 33.836' E
	C	25m	16° 22.906' S	145° 33.839' E
	C	25m	16° 22.864' S	145° 33.845' E
Michaelmas Cay	A	10m	16° 36.289' S	145° 58.433' E
Millin Reef	B	20m	16° 36.271' S	145° 58.421' E
	C	25m	16° 47.310' S	146° 15.961' E
Norman Reef	C	25m	16° 25.894' S	145° 59.218' E
Normanby Island	A	10m	17° 12.556' S	146° 04.429' E
Russell Island	A	10m	17° 13.550' S	146° 05.398' E
	B	20m	17° 13.455' S	146° 05.374' E
	A	10m	17° 13.363' S	146° 05.442' E
Snapper Island	A	10m	16° 17.540' S	145° 29.464' E
Upolu Cay	C	25m	16° 40.142' S	145° 56.019' E
Viasoff Cay	A	10m	16° 39.228' S	145° 59.417' E
	C	25m	16° 39.010' S	145° 59.367' E

浮標有棕黃綠藍紅 5 種不同顏色，代表適用不同船隻等級(下圖

a)，下圖 b 則以藍色浮標示意，浮標載示相關資訊，含主管機構、適

用繫錨的船隻等級、使用時間限制、最大風力強度限制等(見下圖 b)。

(a) Colour-coded band	Class of mooring	Maximum wind strength	Maximum length (monohulls)	Maximum length (multihulls)
Brown	Tender	24 knots	6 metres	6 metres
Yellow	Class A	24 knots	10 metres	9 metres
Green	Class B	34 knots	20 metres	18 metres
Blue	Class C	34 knots	25 metres	22 metres
Red	Class D	34 knots	35 metres	30 metres



大堡礁海洋國家公園管理機構制定使用繫錨浮標之規則，包括：使用不超時、一錨繫一船、如有多艘船隻同時使用潛點，則船隻互繫呈鍊狀併排、不能改變浮標、遵照浮標標註的指示(資料來源：<http://www.gbrmpa.gov.au/visit-the-reef/moorings>)。

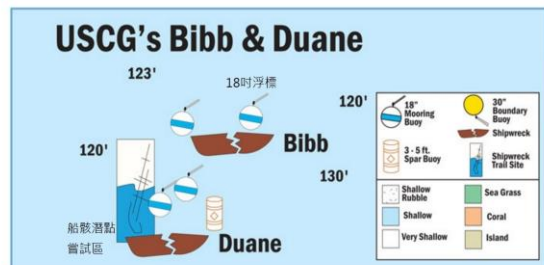
美國佛羅里達礁島群國家海洋保護區管理機構對於繫錨浮裝標亦有公告事項與管理規則，像是以影片示範使用浮標的方法，使用 Google 地圖揭示有繫錨浮標的地點(下圖 a)，以及每個潛點的浮標位置和數目(下圖 b)，拾索標為黃色，可和固定海底的白色繩索有別。

(a) Buoy within Florida Keys National Marine Sanctuary

Click on a marker on the map to access individual maps showing the locations of buoys within Florida Keys National Marine Sanctuary, or view a complete [list of all sites](#) with buoys in the sanctuary.



(b) Buoys at the Bibb and the Duane



使用繫錨浮標的方法與步驟，包括：

- ◆ 先抵達繫錨浮標的船隻先使用。

- ◆ 從駕駛艙間能目視船隻與浮球連結過程。
- ◆ 保持駕駛艙與浮標在同方向由下風處或頂流往浮球前行，人員以船勾拉起拾索用以與船隻相連(下圖 a)。
- ◆ 拾索縛船時，船隻保持空檔，降低索具纏繞的機會。
- ◆ 將船隻的纜繩穿過拾索環眼(下圖 b)，再套到船頭繫纜樁(下圖 c)，勿將拾索直接套到繫纜樁，因為會施予打到底質的錨柱壓力，也勿繫船索在浮標，這會造成索具過度吃力。
- ◆ 船隻纜索保留額外長度留在水裡，不將浮標抬離水面，讓船隻與繫錨浮標組具保持在船可繫泊又不至太近產生磨損
- ◆ 檢查繫錨浮標與船隻，如繫錨浮標具未如預期之功能，即刻通報給管理單位。
- ◆ 使用完畢，解除纜繩與拾索環眼的連結，離開繫錨浮標。



繫錨浮標索具保養主要是清除繩索與浮標上的固著生物，如不除之，過多生物會拉沉索具，降低其功能。人員可能在水中以潛水刀除去常見的藻類與藤壺(下圖 a & b)，或是將浮標抬到船上以強力水柱沖

去附著生物(下圖 c)。

(資料來源：<http://floridakeys.noaa.gov/mbuoy/welcome.html>)



大堡礁海洋國家公園管理機構制定繫錨浮標設置的政策原則，意譯大致如下：

1. 繫錨浮標一般原則

- 1.1. 大堡礁海洋國家公園管理機構支持轄內海域設置繫錨浮標，以增進大眾生態、永續、衡平與有效地接近使用環境。
- 1.2. 大眾接近海域的機會的同時，管理機構允許設置公共繫錨浮標，以避免環境受到錨定破壞。
- 1.3. 若有以下條件，管理機構亦允許私人在海域設立繫錨浮標：
 - 某地點因珊瑚礁之美而有特定使用者或群體經常接近欣賞之地點(例如潛點)。
 - 港口或渡假村有安全停泊船隻設施之處。
 - 在准許租賃沙灘營運或架浮橋營運生意(如觀光玻璃船)之地區。
 - 為了與現存私人繫錨浮標連同作為整體浮標系統之用。

1.4. 在允許私人繫錨浮標設置之前，管理機構將評估是否該處適合由公家設置之。

1.5. 管理機構可與其他機構共同發展一個符合多方需求的繫錨浮標。

2. 位址規劃

2.1. 在允許繫錨浮標設置之前，管理機構要考慮是否要為轄內該特別地區進行浮標位址規畫之必要。

2.1.1. 若要進行位址規畫，需有以下條件：

- 在擬定位址可能因繫錨浮標設置而會威脅具自然的、文化的科學價值資源之保存。
- 在擬定位址可能因繫錨浮標設置可能為妨害民眾接近該處、造成使用變換或不利於現有使用環境者。

2.2. 當某地已經開始進行位址規劃，管理機構將確保：

- 繫錨浮標設置依照位址規畫進行
- 現有的浮標如與規劃不一則被換置他處或移開

2.3. 依照位址規畫進行，管理機構考量其妥適為資源管理或解決衝突，則可在繫錨浮標位址 50 公尺半徑區域內機構禁止停泊船隻

3. 公共繫錨浮標之使用

3.1. 管理機構要求使用轄內所設置繫錨浮標時，必須要依照以下規則：

- 使用公共繫錨浮標依先來先用原則
- 使用時依照浮標、標籤或指示所載示的使用限制或條件
- 使用按照時限規定

3.2. 主管機構可因特別使用目的而擴增部分公共繫錨浮標使用上的安排

3.3. 主管機構可以委託他人設置、維護與管理繫錨浮標

4. 私人設置繫錨浮標之使用

4.1. 私人設置的繫錨浮標需依照主管機構所架構轄內之承載力

4.1.1. 考量整體繫錨浮標系統後方設置單一浮標

4.2. 在轄內之繫錨浮標承載力下，管理機構鼓勵私人所屬浮標分享與他人使用

4.2.1. 鼓勵私人說明使用屬之繫錨浮標的條件

4.3. 管理機構不鼓勵同時多艘船隻使用繫錨浮標

5. 繫錨浮標規範登錄

5.1. 管理機構提出及維護轄內合法設置且載示公共規範內容的繫錨浮標

5.1.1. 繫錨浮標規範登錄細節如下：

- 每個繫錨浮標有其序號
- 每個繫錨浮標在礁的方位或區位名稱和差分全球定位系統座標coordinates
- 繫錨浮標所有者的聯絡方法
- 使用繫錨浮標的條件與限制(如最大船長與風強)
- 其他相關訊息

5.2. 轄內的每個繫錨浮標精確的位置提交管理機構規範登錄

6. 繫錨浮標的標準規格

6.1. 為達辨識目的，管理機構轄內所有的繫錨浮標要整合為標準規格。

6.1.1. 所有繫錨浮標有標準設計(如形狀、大小與材質)

6.1.1.1. 浮標要有昆士蘭海事安全機構認可，顏色、設計和序號依照昆士蘭海事安全機構所設定之要求

6.1.1.2. 浮橋周圍半徑 200 公尺範圍內的附屬繫錨浮標可以免受標準規格之規範

6.1.2. 所有的繫錨浮標依照型式給予顏色代號標示

6.1.2.1. 公共繫錨浮標為藍色

6.1.2.2. 私人繫錨浮標為白色

6.1.3. 每個繫錨浮標載示序號並納入管理機構規範登錄

6.1.4. 其他相關訊息亦可載示於繫錨浮標(例如浮標型式、使用條件)

7. 沒有設置的繫錨浮標

7.1. 經管理機關准予設置之繫錨浮標，在核可日起六個月內要設置完成

7.2. 如有特殊狀況，提請書面申請得以展延六個月

7.3. 如在同意期限內沒有完成設置，管理機構取消准予

8. 未充分利用的繫錨浮標

8.1. 要有繫錨浮標合理使用之基準

8.1.1. 評估合理使用要考量繫錨浮標操作要求

8.2. 有序號之繫錨浮標要有人登錄環境管理費日誌

8.2.1. 繫錨浮標上有載示序號

8.2.2. 待系統妥適完備後才供做使用

9. 繫錨浮標之設計

9.1. 每個繫錨浮標的簡圖與審核的圖提交到主管機關

9.1.1. 簡圖與審核的圖需要遵照管理機關發行的繫錨浮標設計綱要

9.1.2. 在設置繫錨浮標之前，簡圖與審核的圖要提交到主管機

關

10. 繫錨浮標設置與維護

10.1. 設置(或移除)繫錨浮標要由管理機構授權之人員指導

10.1.1. 授權人員要確保設置(或移除)繫錨浮標過程是對環境
適宜的方式進行

10.1.2. 授權人員記錄設置繫錨浮標當下精確的位址(使用差分
全球定位)

10.2. 完成設置繫錨浮標後，盡速將經認可合格證明文件提交管理
機構。

10.2.1. 證明文件是檢驗繫錨浮標施作維護與設計圖一致

10.3. 持證者承擔適當且持續維護繫錨浮標

10.4. 主管機關可以不時查核繫錨浮標之認可文件與妥適持續維護
紀錄

11. 繫錨浮標的換址與移除

11.1. 繫錨浮標如不符合要求，主管機構可撤回設置許可。

11.2. 主管機構可以下令移除不合法的繫錨浮標。

11.3. 主管機構可以提供轄內受到嚴重環境衝擊的地點，做為暫時
換址或重新設置繫錨浮標的地點。

12. 許可事項

12.1. 除非另有所指，主管機關評估申請使用繫錨浮標原則是“先到先用”

12.1.1. 主管機關有權許可特定單位提出意向申請書而准予使用有限的繫錨浮標

12.1.2. 意向申請書之排序依據已公諸的選擇標準

12.2. 除非另有所指，主管機關准予最高 6 年的使用許可

12.2.1. 主管機關因繫錨浮標操作與認證的旅遊計畫結合，而可准予 15 年的許可

12.3. 繫錨浮標許可之持有者須簽署協議契約

12.4. 主管機關可以轉移繫錨浮標許可

12.4.1. 轄內整體繫錨浮標系統考量不得已而轉移

12.4.2. 在准許租賃沙灘或架浮橋營運生意之地，繫錨浮標可轉移給營運

13. 繫錨浮標相關費用與收費

13.1. 管理機構收回合理準備選址與來自繫錨浮標持有者適度貢獻的成本

13.2. 許可持有者支付設置地方調查與私人浮標指導合理的費用

13.3. 公共的繫錨浮標可透過使用者付費基礎進行管理

五、投設繫錨浮標的相關法規

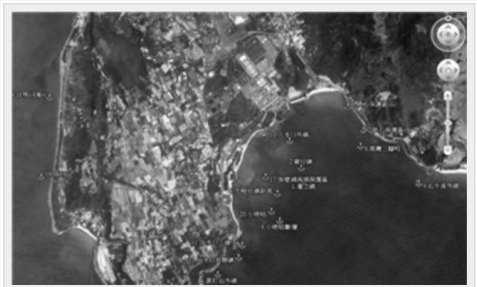
潛水活動發達並重視海洋環境管理的國家或地區普遍使用繫錨浮標以降低負面衝擊海洋環境。墾丁國家公園海域潛點與澎湖青灣也有設置繫錨浮標，而計畫團隊人員訪談相關人員之後得知，他們投設計劃，並沒有法規可以依循，因此前者以勞務計劃案方式委託執行相關作業並公告之(下圖)，後者則是民間社團澎湖縣共生藻協會(由澎湖縣水族館的志工組成，宗旨為保育澎湖的海洋)，通知海岸巡防單位後設置。

● 墾丁國家公園管理處設置**20**個繫錨點 ●

刊登日期：2009-06-24

為免破壞墾丁海底珊瑚礁生態，墾丁國家公園管理處特別選定**20**處海底生態景觀絕佳地點設置船艇繫錨點。

墾丁國家公園三面環海，無大溪流排放陸域大量沉積物入海，且黑潮暖流帶來大量浮游生物，氣候適宜，使得珊瑚礁生態資源呈現多樣性，每年也吸引上萬遊客到墾丁從事海域遊憩活動。近年來由於潛水活動蓬勃發展，連帶使得船艇出航率大大提高，據部分業者表示，船隻下錨後錨錠會因拉扯而傷及海底珊瑚或其它海洋生物，墾管處為避免此種破壞海洋生態資源情形發生，選定**20**處足以代表墾丁海洋生態景觀特色之處設置繫錨點。



20個繫錨點相關位置示意圖

二者相關設置不久即遭毀損，推究其原因可能是水面浮球可能會讓妨礙船隻通行，而遭到船隻使用者破壞或是攪進螺旋槳而損傷，目前墾丁國家公園的作法是則不讓浮標留在水面，調整繩索讓浮球懸浮在水面下約 3 公尺處，到達地點則由導潛攜帶船索躍入水中聯繫縛索，

避免設置遭到任何形式的毀損，並且每年以勞務計劃案方式委託管理繫錨浮標(通常是換浮標、索具)；澎湖的民間社團並沒有辦法如墾丁國家公園之經費，主要仰賴志工人力維護管理。

台灣的潛水活動日益旺盛，但並沒關於設置繫錨浮標的相關辦法，更不用說日後的管理辦法(如定期維護與遭蓄意毀損時的罰則)，推動制定相關辦法勢在必為，建議也許可以「海岸管理法」為母法，增訂「投設繫錨浮標許可管理辦法」(假想之辦法名稱)，以保護(或防護)珊瑚礁或其他底棲環境遭船潛錨泊衝擊。

「海岸管理法」分為四章，第一章總則、第二章海岸地區之規劃、第三章海岸地區之利用管理、第四章罰則。援用「海岸管理法」是因為相關內容包括：

「第 1 條 為維繫自然系統、確保自然海岸零損失、因應氣候變遷、防治海岸災害與環境破壞、保護與復育海岸資源、推動海岸整合管理，並促進海岸地區之永續發展，特制定本法。」

「第 2 條 本法用詞，定義如下：.... (二) 近岸海域：以平均高潮線往海洋延伸至三十公尺等深線，或平均高潮線向海三哩涵蓋之海域，取其距離較長者為界，並不超過領海範圍之海域與其海床及底土。」

「第 7 條 海岸地區之規劃管理原則如下：一、優先保護自然海岸，並維繫

海岸之自然動態平衡。二、保護海岸自然與文化資產，保全海岸景觀與視域，並規劃功能調和之土地使用。三、保育珊瑚礁、藻礁、海草床、河口、潟湖、沙洲、沙丘、沙灘、泥灘、崖岸、岬頭、紅樹林、海岸林等及其他敏感地區，維護其棲地與環境完整性，並規範人為活動，以兼顧生態保育及維護海岸地形。....」

設定繫錨浮標所要達到的目標可以被納進「海岸管理法」制定的目的(保護與復育海岸資源、並促進海岸地區之永續發展...)、規範管理的空間(...往海洋延伸至三十公尺等深線...)與棲地類型(...珊瑚礁...，維護其棲地與環境完整性，並規範人為活動，以兼顧生態保育及維護海岸地形...)及罰則，所以提出相關建議。

人工設施物恐不利減緩天然礁海域之遊憩壓力

從法規、民意、效益等面向評估：

投設水下設施，從水泥塊到幾何造型鋼樑到沈船，都具匯集海洋生物效用，從休閒潛水遊客的觀點來看，無論是從珊瑚到魚類，設施造成種類多、數量龐大、常駐卻珍稀的物種等，都有吸引力，但是設施硬體如果有歷史與文化故事性，像是沈船或船骸，則更受到使用者歡迎。

在 2009 年，藝術家 Jason deCaires Taylor 與 Costa Occidental de Isla Mujeres 國家公園的負責人 Jaime Gonzalez Cano、航海協會理事長 Roberto Diaz 在墨西哥猶加敦半島的 Cancun, Isla Mujeres 與 Punta Nizuc 水域投設水下設施而成為注目的焦點，他們在水深 8 米處，以適合海洋生物定棲的材料(中性水泥為主)，與當地居民共同創作超過 500 件雕像投設在海中，主題與當地住民文化風俗相關，舉例來說有些依耆老面容而塑成的雕像，因有藻類與海綿生長，雕像外觀隨時間而變遷，好像賦予雕像生命。原本創作藝術創作意外激發民眾參與海洋保護，這個水底藝術博物館 The Cancun Underwater Museum (MUSA)已經成為觀光勝地，類似行動也在其他島嶼展開，成果為媒體報導，也應邀在 TED 說明理念。

在 2013 年，相似的作為也發生在峇厘島(Padang Bai, Bali)，潛水公司 Geko Dive Team 夥同 Padang Bai 當地潛水店家，在當地漁

民協助下，投設印度教的神明雕像在 Amuk Bay，該潛點 Statue Garden 已經變得熱門。

在墨西哥與峇厘島的投設水下設施的計畫與施行，與前面的文獻回顧中沈船與船骸為主題的設施，似乎可以找到交集，就是投設設施硬體最好從歷史、文化或風俗意義，比較容易和休閒潛水民眾產生連結或想像，而影響其參與意願。

但對於這二個地方投設水下設施之動機、觀光資源評估、環境衝擊、潛水客滿意度、付費意願與地方經濟效益現等，之後的學術研究論文，像是現在還未見諸出版，時否當初投設是為了緩解天然礁的遊憩壓力則不得而知。

四、在綠島投設水下服務設施的法規面向評估：

台灣漁政單位過去投設水下設施多半目的是增進漁業資源或增加漁場，少部分則是休閒垂釣為目的，這些礁並非觀光休閒潛水為目的，泰半屬於電桿礁、幾何造型水泥礁、水泥礁、鋼鐵礁與輪胎礁等。自民國 89 年來，漁政單位將除役的軍艦處理後作為設施入海，迄今已有 13 艘，最近一次是在 105 年投設屏東海口的中正艦為最大型軍艦礁，但還是以促進捕撈漁業效益為目標。以集魚為目的水下設施適用魚鉤或漁籠等漁法，縣市政府漁政單位雖公告網具類漁具之漁船均禁

止進入，然而有些使用者未依照規定使用網具，造成人工魚礁覆網降低集魚效應，縣市政府漁政單位要撥款委託清除覆網勞務。這說明使用者罔顧管理規定，而且管理者沒有能力監管現場作業。

在台灣並沒有投設觀光休閒潛水導向水下服務設施之先例，如果在綠島要執行相關計畫，目前仍有諸多窒礙難行之處，包括：(1) 投設水下服務設施在海中的法規闕如；(2) 海域主管機關的重疊；(3) 執法人員的困境；(4) 民眾對於海域的態度。

(1)法規：綠島潛點中電桿礁、輪胎礁、鋼鐵礁、綏陽艦軍艦礁、飛馬

號船骸等是水下設施，除飛馬沉船是意外事故結果，其他則是依照

「投設人工魚礁或其他漁業設施許可管理辦法」完成。辦法第一

條：

「第 1 條 本辦法依海洋污染防治法(以下簡稱本法)第二十五條第二項規定訂定之。」

而海洋污染防治法第二十五條第二項為：

「第 25 條 棄置船舶、航空器、海洋設施或其他人工構造物於海洋，準用本章之規定。為漁業需要，得投設人工魚礁或其他漁業設施；其申請、投設、審查、廢止及其他應遵行事項之許可辦法，由中央主管機關會同中央漁業、保育主管機關及中央航政主管機關定之。」

依照辦法，投設這些設施是為漁業所用，電桿礁和輪胎礁在

綠島漁業資源保育區石朗分區的旁邊，鋼鐵礁位在綠島漁業資源保育區龜灣分區內，三者設施可說受漁業資源保育區保護，沒有經濟漁業，卻成而為觀光休閒潛水員所使用，但這畢竟不是常態。如果要實施如同大堡礁或佛羅里達的觀光休閒潛水分區的水下設施作為，得在法令上先完備，訂定為休閒潛水需要投設水下服務設施的辦法，但這在短期之內並非易事。

目前規範與管理休閒潛水活動直接相關的法規是「水域遊憩活動管理辦法」。

「第 1 條 本辦法依發展觀光條例（以下簡稱本條例）第三十六條規定訂定之。」

「第 36 條 為維護遊客安全，水域遊憩活動管理機關得對水域遊憩活動之種類、範圍、時間及行為限制之，並得視水域環境及資源條件之狀況，公告禁止水域遊憩活動區域；其禁止、限制、保險及應遵守事項之管理辦法，由主管機關會商有關機關定之。」

而第三十六條是說明辦法主要目的是維護遊客安全，而本計畫的水下服務設施是用人為方式形成觀光資源，目的緩解天然環境的遊憩壓力之目的有差別。這辦法已經是從發展觀光條例增訂的，而且除了潛水，還規範其他如獨木舟、水上摩托車等活動，如果增修相關投設水下設施以助潛水觀光活動發展的管理規則，其他活動也

得比照辦理，不能獨厚潛水，這使得增修變得很困難。

(2)主管機關：如果法規問題可以克服而開始投設水下服務設施，可能會有二個主管機關共管的情形，綠島大部分海岸的主管機關是台東縣政府，小部分則是東部海岸風景管理處，如果投設數座水下設施，地點可能分屬不同行政單位管轄，則會造成事權上的諸多不便。

(3)執法：海岸巡防署轄下綠島漁港安檢所執行事項包括：

「(一) 海上交通秩序之管制及維護事項。(二) 海上救難、海洋災害救護及海上糾紛之處理事項。(三) 漁業巡護及漁業資源之維護事項。(四) 海洋環境保護及保育事項。」

看似簡短的職掌敘述，實際執行的任務卻相當多，除非民眾主動通報，否則難以執行「*...海洋環境保護及保育事項...*」相關工作。

如果比照澳洲大堡礁投設女王陛下史旺號之後，委由潛水員與相關業者組成的社團依照規定處理公共事務和經營管理潛水活動，比較實際可行。

民意與效益面向說明：

(4)民眾態度：果真投設休閒潛水使用之水下服務設施，民眾對於環境的態度，則令人擔憂，這從人工漁礁使用者不當使用設施，導致各縣市政府權責單位委託清除覆網的勞務計畫可以看出。另外，部分

民眾對待海洋資源，也仍抱持「食用(consumption)」而非「永續觀光(sustainable tourism)」，這可以從民宿業者射殺龍王鯛的事件得到證實。食用與永續這二個觀念其實可以並行實踐，就如同德州外海鑽油平台潛水的遊客認為「潛水射魚」和「潛水看魚」該分區管理，避免不同使用者間的利益衝突。前述龍王鯛遭射殺的案例，當事人經營民宿並帶客浮潛，參與海洋觀光服務，但對待海洋資源的觀念與態度卻是恣意捕捉。

結論：

投設水下設施用以轉移天然礁所承受的遊憩壓力，立意雖然良好，但是卻受到了挑戰，在以色列的艾拉特灣(2012)以及非洲西岸維德角群島的薩爾島(2015)的研究結果顯示，投設水下設施之後，天然礁所承受的壓力只有輕微緩解，但是因為增加旅遊目的地潛點的多樣性，也就是設施成為新的遊憩機會(recreational opportunity)，反而帶來更多的遊客，進一步增進環境的觀光遊憩壓力。

參、說明會辦理

一、舉辦說明會目的

在東管處綠島工作站辦理繫錨浮標規畫和投設海底教堂服務設施規畫的說明會，內容是解說施作浮標工程對於環境的好處，以及設置觀光遊憩導向的水下服務設施優點和風險，並聽取民眾的意見，以及參與管理的看法。為使得說明會可以廣布，聽取各種建言。

二、說明會問卷分析與意見彙整

本案與 105 年 6 月 6 日於交通部觀光局東部海岸國家風景區管理處之綠島管理站辦理「綠島潛點生態調查及安全服務設施規劃案-潛點船用繫船浮標點調查」第一次說明會

說明會問卷分析

- (一) 在規劃中之綠島繫錨浮標的 1-15 個水下安全服務設施潛點，您認為是否有必要設置的潛點的繫錨浮標？勾選您認為的重要程度。

需設置繫錨浮標的潛點	非常必要		必要		普通		不必要		非常不必要	不知道
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	
1.大香菇	14	2								
2.石朗後花園	10	1	2		2	1				
3.六米礁	11	4	1							

4.電桿礁	11	2	2		1					
5.雞仔礁	8	4	2				1			
6.龜灣鼻	8	2	4				1			
7.鋼鐵礁	10	3	1	1	1					
8.大白沙	9	4	1		1		1			
9.巨塔	7	5	1	1			2			
10.一線天	10	2	2		1		1			
11.大峽谷	10	2	2		1		1			
12.小丑島	8	3	2		1		1			
13.十字礁	7	3	2		1		3			
14.樓門岩	7	3	3		1		1			1
15.黑毛礁	10	2	2		1					1

(二) 請問是否有需增加或修改的潛點，請將潛點名稱標示於上頁潛點

圖中位置與說明：

1 位參與者表示：雞仔礁嶼龜灣鼻是漁船航道。

1 位參與者表示：公館鼻筏仔礁流速強、楠仔湖外礁海流速度強。

其餘參與者無提出需增加或修改潛點之意見。

(三) 你對繫錨點設置的型制與成效有何看法：

6 位參與者表示認同：

1.可行。

2.很棒、對潛客及生態都有益處。

3.很好、增加潛客安全度。

4.有繫錨點會方便下潛。

5.有助於發展綠島水下觀光，增加潛水活動安全。

6.需要，可提供安全的潛水環境。

7 位參與者提出建議設置繫錨點之方式：

1.以不破壞珊瑚礁為原則。

- 2.繫錨點之設立，必須選擇底質堅硬之岩盤，建議小心建立。
- 3.必須考慮耐候強度，避免衝擊生態，日後維護及避免被人為破壞應同時宣導。
- 4.錨點工法選擇很重要，大型水泥基塊容易移位使綠島珊瑚受傷。
- 5.離岸進的繫錨點可提供岸潛人員高度辨識，方便定位。
- 6.繫錨點建議用「尼莫」的外觀，來吸引更多人對此潛點的興趣。
- 7.用化學鉚栓對環境傷害較小。

1 位參與者表示：需再和潛水及漁業相關業者討論，目前看不出有成效。

3 位參與者未表示意見。

(四) 你對設置水下服務設施疏解珊瑚礁遊憩壓力有何看法：

8 位參與者表示認同：

- 1.樂觀其成。
- 2.能加強紓解珊瑚礁遊憩壓力。
- 3.多推廣船潛，減少珊瑚礁的破壞。
- 4.透過設施使潛水人員可以避開珊瑚將低傷害，且提升安全性。
- 5.減少水中迷行機率，相對會降低對珊瑚碰觸踩踏造成傷害。
- 6.可增加魚群及珊瑚棲地，豐富生態。
- 7.這樣很好，不會亂下錨，岸潛者也可以在岸上對好角度。
- 8.好。

5 位參與者提出建議：

1.建議人數控管、過多的人下水依然還是有影響，主要問題在於主管機關沒有強制力、執行力。

2.應多設置浮潛步道，減少珊瑚礁踩踏，及再和專業人員討論。

- 3.對漁民之衝擊恐怕需要考量。
 - 4.建議步道晚上增加彩色 LED 燈光，讓夜潛的人可以更方便夜潛。
 - 5.建議負荷重的地點，如石朗再增加 1-2 步道。
- 3 位參與者未表示意見。

(五) 你是否有興趣未來以志願方式加入綠島生態監測的一員，為地區永續發展盡一份心力。

- 13 位參與者表示願意。
- 3 位參與者未表示意見。

(六) 參與者基本資料分析

- 1.性別：男 12 人
女 4 人
- 2.年齡：18-24 歲：1 人
25-34 歲：4 人
35-44 歲：8 人
45-54 歲：3 人
- 3.職業：科技產業：3 人
工：3 人
商：2 人
服務業：4 人
自由業：3 人
其他：1 人
- 4.教育程度：高中、職以下：1 人
專科：5 人
大學：6 人
研究所以上：4 人

三、第一場次說明會意見綜合評析

- 1、說明會需要確實通知相關業者與漁民，第二次說明會需落實辦理
- 2、外礁型潛點若是綁固定的繫錨浮標會造成漁船作業不便或是人員傷害，應納入日後調查評估項目
- 3、石朗、柴口區應該廣設步道，不應再從其他地區入水，本案目前未針對入水點規劃，將視情況另案辦理
- 4、船潛活動消費較高，一般潛客仍以岸潛為主，船潛繫錨點規劃以推廣船潛活動為主，與岸潛活動無違背

四、第一場次會議記錄

「綠島潛點生態調查及安全設施服務規劃」第二場說明會

- 壹、會議時間：105年6月6日(星期一)8時30分
貳、會議地點：綠島遊客中心
參、主持人：企劃課黃千峰課長
肆、簡報說明：楊志仁 記錄：飛魚貳號工作室
伍、出席單位及人員：詳如簽到表
陸、討論事項：

提問人	討論問題	主管單位回覆
綠島珊納賽漁船兼娛樂用船洪船長	1. 繫錨浮標是否任何漁船均可下海綁自己的點 2. 說明會需要通知相關業者與漁民 3. 外礁型潛點若是綁固定的繫	1. 目前所提繫錨浮標為前置規劃，沒有開始施工作業，今天是第一次的說明會，除現有規劃中的15個繫錨點外，其他點多為

	<p>錨浮標會造成漁船作業不便或是人員傷害，只建議石朗、柴口可進行繫錨點施作，其他均會影響漁民下網作業</p> <p>4. 石朗、柴口區應該廣設步道，不應再從其他地區入水</p>	<p>漁民或其他業者自行綁定的點</p> <p>2. 會配合辦理</p> <p>3. 針對外礁型潛點的繫錨點是否合適將會納入日後評估</p> <p>4. 今天的說明會是一個起步，因討論重點針對船潛，所提步道建議很好，希望能寫入本次問卷建議中，作為改善參考依據</p>
漁民 A	<p>1. 說明會需要通知漁民</p> <p>2. 說明會應該在漁會中心辦理</p>	<p>1. 後續說明會廣邀漁民參與</p> <p>2. 意見納入日後規劃參考</p>
漁民 B	<p>1. 水下 3 米的浮球也會影響漁民作業如延繩釣</p> <p>2. 船潛活動消費較高，一般潛客仍以岸潛為主，應該在龜灣前側增設步道方便進行潛水活動</p>	<p>1. 意見納入日後規劃參考</p> <p>2. 今天本案仍以船潛為主軸，各位判斷現行規劃的 15 個點是否合適，是否需要刪減，請在會議提供意見或會後將問卷填寫以書面表達</p>

柒、決議事項：無

捌、散 會：同日 9 時 30 分

第一場次說明會簽到表：

「綠島潛點生態調查及安全設施服務規劃」

說明會

壹、會議時間：105年6月6日(星期一)8時30分

貳、會議地點：本處綠島遊客中心

參、主持人：黃千峰課長

記錄：飛魚貳號工作室

肆、出席單位及人員：

出席單位及人員	職稱	簽名
俞明宏	教練	俞明宏
飛魚貳號	教練	飛魚貳號
信遠舟	教練	信遠舟
綠島鄉公所	管員	陳閱琦
綠島安穩所	副所長	黃千峰
殷淑君		
侯政廉	李考	
田忠如		
李考運		
劉伯軒		
徐銘毅		徐銘毅

出席單位及人員	職稱	簽名
何誌忠		何誌忠
陳賢輝		陳賢輝
黃遠億		黃遠億
蘇煥		蘇煥
林永新		
黃添時		黃添時
鄭映偉		鄭映偉

五、第二場次會議記錄

「綠島潛點生態調查及安全設施服務規劃」第二場說明會

壹、會議時間：105 年 11 月 07 日(星期一)10 時 30 分

貳、會議地點：綠島漁會大樓會議室

參、主持人：李枝花主任

肆、簡報說明：陳正虔 記錄：飛魚貳號工作室

伍、出席單位及人員：詳如簽到表

陸、討論事項：

提問人	討論問題	主管單位回覆
漁民 A	<p>5. 北邊海域不適合綁繫錨浮標，公館鼻左側右側，牛頭山(饅頭山)前會影響延繩釣作業</p> <p>6. 繫錨浮標點設置不宜過多，保育區與電桿礁以內海域設置是可以，但外礁點就不行，設置時不要破壞生態。</p>	<p>5. 北側繫錨浮標點目前為前置規劃，沒有開始施工作業，將依會議決定先以保育區優先設置示範點</p> <p>6. 外礁型潛點在評估計畫中已經移除，設置規畫將以 3 至 5 個示範點先行建置，不會一次大量設置，設置時會邀請漁民參與會勘，參考各方建議，不</p>

		會破壞環境生態
漁民 B	<p>3. 北側海域流強，不適合設置</p> <p>4. 設置繫錨浮標點最好要綁 500kg 以資上的水泥石塊會比較穩固</p>	<p>3. 回覆同上</p> <p>4. 目前依規劃公司建議在穩固的岩塊上打入繫錨釘外掛繩索浮標</p>
漁民 C	<p>3. 水上的浮球需要明顯與警示燈比較安全，最近也發生在綠島作業中研院的水下考古船因為警示不明，與漁船碰撞產生糾紛，希望能避免</p>	<p>3. 繫錨浮球將參考墾丁國家公園的做法，在保育區內採用明顯的大型浮標來標示潛點位置，且加裝警示燈號，避免影響往來船隻</p>

柒、決議事項：針對 15 個繫錨浮標點逐點討論是否適合建置，石朗區與柴口區、大白沙均同意，龜灣鼻、雞仔礁、公館鼻左右、饅頭山前不同意。

捌、散會：同日 11 時 30 分

第二場次說明會簽到表：

「綠島潛點生態調查及安全設施服務規劃」

說明會

壹、會議時間：105年11月7日(星期一)10時30分

貳、會議地點：綠島漁會大樓

參、主持人：李政坤

記錄：

肆、出席單位及人員：

出席單位及人員	職稱	簽名
陳永昇		
陳智仁		
蔡田春玉		
陳建仁		
林明清		
陳富榮		
陳秋生		
田子生		
陳富成		
陳美琴		
陳良玉		

出席單位及人員	職稱	簽名
		蔡居福
		林石郎

六、第三場次會議記錄

「綠島潛點生態調查及安全設施服務規劃」第三場說明會

壹、會議時間：105 年 11 月 08 日(星期二)09 時 30 分

貳、會議地點：綠島遊客中心

參、主持人：李枝花主任

肆、簡報說明：楊志仁 記錄：飛魚貳號工作室

伍、出席單位及人員：詳如簽到表

陸、討論事項：

提問人	討論問題	主管單位回覆
海巡 A	1. 近岸作業點需要跟漁會理事協商 2. 繫錨浮標點設置點需公告位置 3. 石朗、柴口、大白沙設置比較沒問題	1. 日前在漁會大樓已經邀請各理事出席說明會，且完成協商錨定點各位置 2. 會定期公告繫錨浮標點座標位置 3. 目前以保育區內先行建置 3 至 5 個示範點，依漁民與相關業者反應後再評估後續增建

漁民 A	1. 海面警示燈需要明顯	1. 保育區內浮球設計均有 加裝警示燈標示
主持人李主任	1. 日後施工前需訪談業者，了解 想法 2. 評估浮潛區是否適合設置繫 錨點浮球，用以警示區隔浮潛 點增加安全	1. 日後規畫廠商配合辦理 2. 經綠島當地配合教練下水 觀察，底質有堅固的岩 塊，適合設置繫錨點浮球

柒、決議事項：無

捌、散 會：同日 10 時 30 分

第三場次說明會簽到表：

「綠島潛點生態調查及安全設施服務規劃」

說明會

壹、會議時間：105年11月8日(星期二)點09時30分

貳、會議地點：綠島漁會大樓

參、主持人：李枝花主任

記錄：飛魚貳號工作室

肆、出席單位及人員：

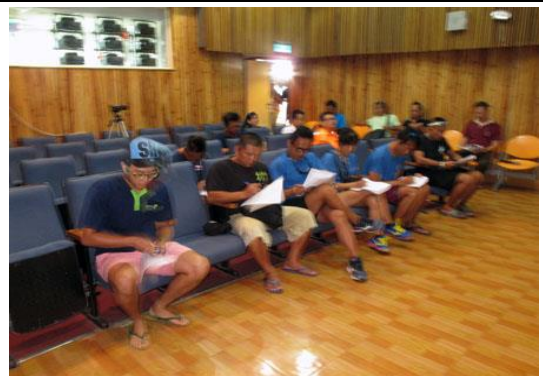
出席單位及人員	職稱	簽名
鄉公所	技佐	鍾佩娟
"	生態巡查員	林政君
綠島安檢所	所長	蕭弟平
		陳智仁
		盧光恆
星月屋		鄧姿婷

七、各場次說明會會議照片

第一場次說明會照片



說明會簽到情形



問卷填寫



本案內容說明



問題與討論

第二場次說明會照片



第三場次說明會照片



肆、 水下服務設施候選地點評估

一、 綠島 15 處繫錨潛點調查說明

潛點編號/名稱	潛點類型	方位	說明
1.石朗小丑島	沿岸型	西	位於石朗海域，可推廣船潛方式抵達，分散部分遊憩壓力。
2.石朗十字礁	沿岸型	西	位於石朗海域，可推廣船潛方式抵達，分散部分遊憩壓力。
3.石朗大香菇	沿岸型	西	位於石朗海域，潮間帶遭踩踏的壓力大，可推廣船潛方式抵達以分散部分遊憩壓力。
4.石朗後花園	沿岸型	西	位於石朗海域，可推廣船潛方式抵達以分散部分遊憩壓力。
5.電桿礁	沿岸型	西	位於石朗海域，此區流強，設置繫錨點可增加潛水活動安全性。
6.六米礁	沿岸型	南	位於石朗海域，此區流強，設置繫錨點可增加潛水活動安全性。
7.龜灣鼻	沿岸型	南	位於龜灣海域，強流區，設置繫錨點可增加潛水活動安全性。
8.雞仔礁	沿岸型	南	位於龜灣海域屬於沿岸型潛點，本區流強，設置繫錨點可增加潛水活動安全性。
9.鋼鐵礁	沿岸型	南	位於大白沙海域，夏季流強，設置繫錨點可增加潛水活動安全性。
10.大白沙	沿岸型	南	位於大白沙海域，推廣船潛方式抵達以分散部分遊憩壓力。
11.饅頭山	沿岸型	北	位於公館港外海域，夏季流強，設置繫錨點可增加潛水活動安全性。
12.公館鼻右側	沿岸型	北	位於公館鼻東側屬於近岸型潛點，設置繫錨點可增加潛水活動安全性。
13.公館鼻左側	沿岸型	北	位於公館鼻西側屬於近岸型潛點，設置繫錨點可增加潛水活動安全性。
14.柴口右側	沿岸型	北	位於柴口保護區，推廣船潛方式抵達以分散部分遊憩壓力。

15.柴口黑毛礁	沿岸型	北	位於柴口保護區，推廣船潛方式抵達以分散部分遊憩壓力。
----------	-----	---	----------------------------

繫錨點建置優先順序

參考三場次說明會各方意見，與第二場說明會討論事項決議內容：石朗區與柴口區、大白沙均同意建置繫錨點，龜灣鼻、雞仔礁、公館鼻左側右側、饅頭山前不同意，故原規劃 15 點更改為 10 個點。

建議繫錨點建置優先順序為：

- (1) 大白沙潛點
- (2) 六米礁潛點
- (3) 大香菇潛點
- (4) 電桿礁潛點
- (5) 鋼鐵礁潛點
- (6) 柴口黑毛礁潛點
- (7) 柴口保育區潛點
- (8) 石朗十字礁潛點
- (9) 石朗後花園潛點
- (10) 石朗小丑島潛點



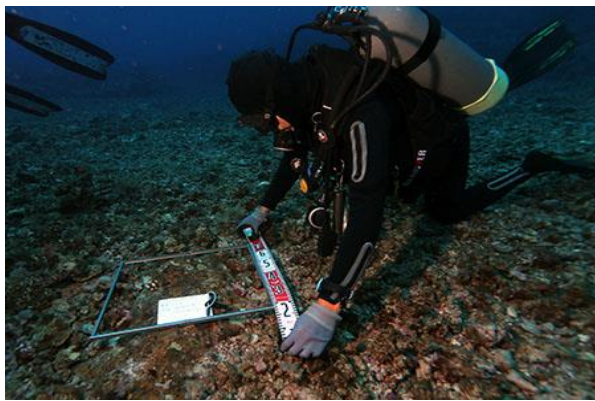
繫錨浮標規劃地點分布圖



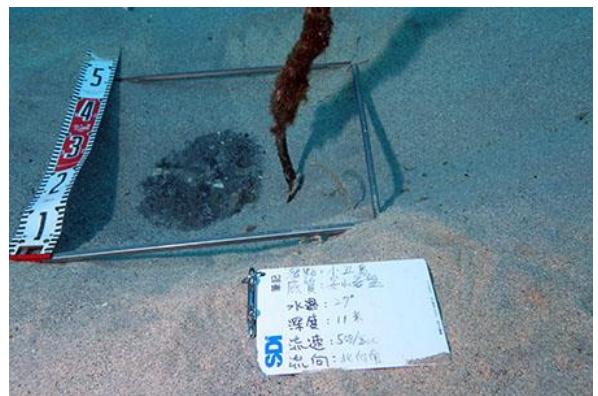
1.尋找合適的繫錨點位置



2.探測底質組成



3.現地量測



4.施工地點底質照片



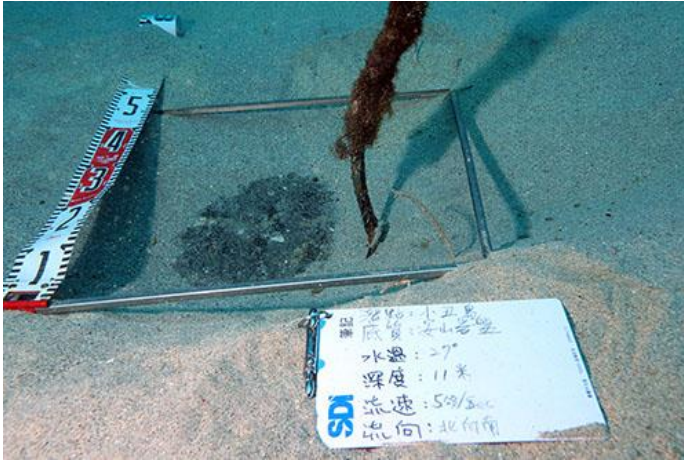
5.潛水員水下打出浮力袋定位



6.潛水員水面定位

繫錨浮標點工作流程圖說

(一) 石朗小丑島

<p>編號 1 小丑島潛點</p>	<p>生物豐富度 ★★★</p>	<p>錨定點坐標： N22° 39.412' E121° 28.323'</p>
	<p>地形景觀 ★★★</p>	<p>潛水觀光使用程度：高</p>
<p>位置： 石朗海域</p> <p>潛點等級： 初級或中級以上</p> <p>方式： 岸潛或船潛</p>	<p>潛點描述： 位於南寮港南側外的石朗海域，由南寮漁港旁的堤防樓梯下方岸潛入水，距入水點約200米的距離，深度約12米附近有沙地底質環繞群礁，小丑島隱立在其中，礁岩上有許多海葵形似群聚，片狀群集的海葵佈滿數量繁多的白條海葵魚(小丑魚)，此座被小丑魚包圍的礁岩，附近一片細沙底質，是舒壓潛水的熱門點，在這可以和小丑魚做近距離的接觸，也適合船潛教學，由於岸潛路程稍遠，需審慎評估用氣量，必須由熟悉潛點之潛水長以上帶潛，以策安全。潮間帶遭踩踏的壓力大，建議以船潛方式進行水下觀光活動</p>	
<p>深度：11 米</p>	<p>繫錨點底質： 細沙底質環繞礁岩，需撥開細沙厚度約 15 公分，底層為黑色的安山岩塊，標定坐標位置供日後繫錨點施工參考。</p>	 <p>繫錨點底質照片</p>
	<p>施工方法建議： 將錨埋在沙泥或礫石中，本潛點須埋入底質安山岩塊中，埋入岩塊的錨露出頂部環眼，纜索縛在錨露出底質的環眼，藉由 U 型環連繫索環、繩索與浮球浮球將繩索拉到水層，浮球將繩索拉離底質，避免水流帶動繩索埋擦底質傷害生物。</p>	
	<p>水文參考： 水溫：27°、深度：11 米、流速：5cm/sec、流向：由北向南</p>	

(二) 石朗十字礁

編號 2 十字礁潛點	生物豐富度 ★★★	錨定點坐標： N22° 39.412' E121° 28.323'
	地形景觀 ★★★	潛水觀光使用程度：中
位置： 石朗海域 潛點等級： 初級或中級 以上 方式： 岸潛或船潛 深度：15 米	潛點描述： 位於南寮港南側外的石朗海域，由南寮漁港旁的堤防樓梯下方岸潛入水，距入水點約150米的距離，深度約15米附近水下造景十字架，寧靜取景的場景，讓潛水客常駐足留影，水域安全性高，適合船潛教學，由於岸潛路程稍遠，必須由熟悉潛點之潛水長以上帶潛，以策安全。 潮間帶遭踩踏的壓力大，建議以船潛方式進行水下觀光活動	
	繫錨點底質： 細沙底質環繞礁岩，底層為黑色的安山岩塊，標定坐標位置供日後繫錨點施工參考。	 <p style="text-align: center;">繫錨點底質照片</p>
	施工方法建議： 將錨埋在沙泥或礫石中，本潛點須埋入底質安山岩塊中，埋入岩塊的錨露出頂部環眼，纜索縛在錨露出底質的環眼，藉由 U 型環連繫索環、繩索與浮球浮球將繩索拉到水層，浮球將繩索拉離底質，避免水流帶動繩索埋擦底質傷害生物。 水文參考： 水溫：27°深度：15 米 流速：5cm/sec 流向：由北向南	


(三) 石朗大香菇

編號 3 大香菇潛點	生物豐富度 ★★★★	錨定點坐標： N22° 39.414'E121° 28.326'
	地形景觀 ★★★★	潛水觀光使用程度：高
位置： 石朗海域 潛點等級： 初級或中級 以上 方式： 岸潛或船潛 深度：15 米	潛點描述： 位於南寮漁港南側外的石朗海域，由石朗潛水步道入水約200公尺可到達，主要特色是欣賞歷經千年而存活的團塊微孔珊瑚群體，因外型看似香菇故名大香菇。潮間帶遭踩踏的壓力大，建議以船潛方式進行水下觀光活動	
	繫錨點底質： 沙礁混合地型， 底層為黑色的安 山岩塊，標定坐 標位置供日後繫 錨點施工參考。	 <p style="text-align: center;">繫錨點底質照片</p>
	施工方法建議 (請參閱後文： 將錨埋在沙泥或礫石中,本潛點須埋入底質安山岩塊中·埋入岩塊的錨露出頂部環眼·纜索縛在錨露出底質的環眼·藉由 U 型環連繫索環·繩索與浮球浮球將繩索拉到水層·浮球將繩索拉離底質·避免水流帶動繩索埋擦底質傷害生物。	
	水文資料參考： 水溫：27°、深度：15 米、流速：7cm/sec、流向：由西北向東南	

(四) 石朗後花園

<p>編號 4 石朗後花園潛點</p>	<p>生物豐富度 ★★★★</p>	<p>錨定點坐標： N22° 39.284' E121° 28.353'</p>
	<p>地形景觀 ★★★</p>	<p>潛水觀光使用程度：中</p>
<p>位置： 石朗海域</p> <p>潛點等級： 初級或中級以上</p> <p>方式： 岸潛或船潛</p> <p>深度：18米</p>	<p>潛點描述： 位於南寮港南側外的石朗海域，由石朗步調道入水，距入水點約150米的距離，深度約18米附近有沙地底質環繞群礁，其中有一獨立礁盤，礁岩上有許多魚類群聚，礁底為沙石與珊瑚碎屑，由於岸潛路程稍遠，需審慎評估用氣量，必須由熟悉潛點之潛水長以上帶潛，以策安全。潮間帶遭踩踏的壓力大，建議以船潛方式進行水下觀光活動</p>	
	<p>繫錨點底質： 細沙底質環繞礁岩，底層為黑色的安山岩塊，標定坐標位置供日後繫錨點施工參考。</p>	 <p style="text-align: center;">繫錨點底質照片</p>
	<p>施工方法建議： 將錨埋在沙泥或礫石中，本潛點須埋入底質安山岩塊中，埋入岩塊的錨露出頂部環眼，纜索縛在錨露出底質的環眼，藉由 U 型環連繫索環、繩索與浮球浮球將繩索拉到水層，浮球將繩索拉離底質，避免水流帶動繩索埋擦底質傷害生物。</p>	
	<p>水文資料參考： 水溫：27°、深度：18 米、流速：3cm/sec、流向：由南向北</p>	

(五) 電桿礁


<p>編號 4 石朗後花園潛點</p>	<p>生物豐富度 ★★★★</p>	<p>錨定點坐標： N22° 39.284' E121° 28.353'</p>
	<p>地形景觀 ★★★★</p>	<p>潛水觀光使用程度：高</p>
<p>位置： 石朗海域</p> <p>潛點等級： 中級以上</p> <p>方式： 岸潛或船潛</p> <p>深度：24 米</p>	<p>潛點描述： 位於石朗南方海域，由南寮港出發10分鐘內可抵達，水泥電桿礁以每十二支為一座綁成三層井字狀，投置在海底形成人工魚礁，總共150座，電桿礁群集中19米深至24米深的海床，群落依東西走向，呈不規則散落型態，電桿礁群中有許多魚類群聚，礁底為沙石與珊瑚碎屑。</p>	
	<p>繫錨點底質： 細沙底質環繞礁岩，底層為黑色的安山岩塊，標定坐標位置供日後繫錨點施工參考。</p>	 <p style="text-align: center;">繫錨點底質照片</p>
	<p>施工方法建議： 將錨埋在沙泥或礫石中，本潛點須埋入底質安山岩塊中，埋入岩塊的錨露出頂部環眼，纜索縛在錨露出底質的環眼，藉由 U 型環連繫索環、繩索與浮球浮球將繩索拉到水層，浮球將繩索拉離底質，避免水流帶動繩索埋擦底質傷害生物。</p>	
	<p>水文資料參考： 水溫：27°、深度：24 米、流速：6cm/sec、流向：由南向北</p>	

(六) 六米礁

<p>編號 6 六米礁潛點</p>	<p>生物豐富度 ★★★★</p>	<p>錨定點坐標： N22° 39.412 E121° 28.323</p>
<p>位置： 石朗海域</p> <p>潛點等級： 初級或中級以上</p> <p>方式： 岸潛或船潛</p> <p>深度：18 米</p>	<p>潛點描述： 位於石朗保育區南側界標前約170米，「六米礁」之意為：「礁體頂端距離水面六米」，巨大的礁石由岸邊延伸至此，進而從18米上升隆起至6米的珊瑚礁平台，此礁區平坦而視野開闊，經由石朗而來的沿岸流，通常會衝擊此處峭壁面，流水衝擊下，常常可見鮮黃色的棘穗軟珊瑚佈滿垂直的峭壁面，礁頂上有許多魚類群聚，礁底底質為沙石與珊瑚碎屑。</p>	
	<p>繫錨點底質： 石塊碎屑底質環繞礁岩，底層為黑色的安山岩塊，標定坐標位置供日後繫錨點施工參考。</p>	
	<p>施工方法建議： 將錨埋在沙泥或礫石中，本潛點須埋入底質安山岩塊中，埋入岩塊的錨露出頂部環眼，纜索縛在錨露出底質的環眼，藉由 U 型環連繫索環、繩索與浮球浮球將繩索拉到水層，浮球將繩索拉離底質，避免水流帶動繩索埋擦底質傷害生物。</p>	
	<p>水文資料參考： 水溫：27°、深度：18 米、流速：3cm/sec、流向：由南向北</p>	

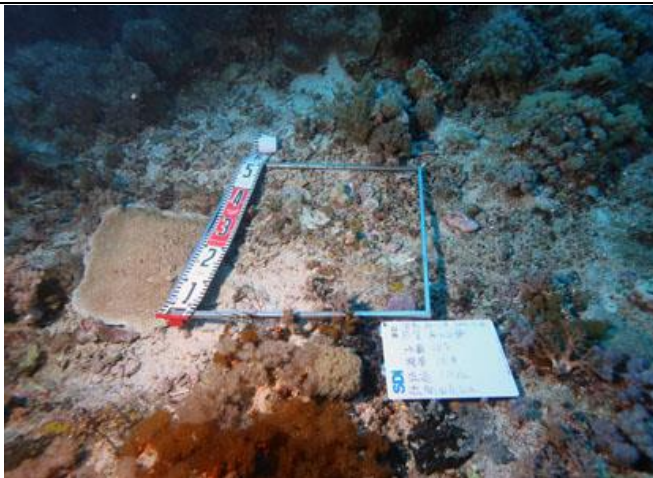
繫錨點底質照片

(七) 龜灣鼻

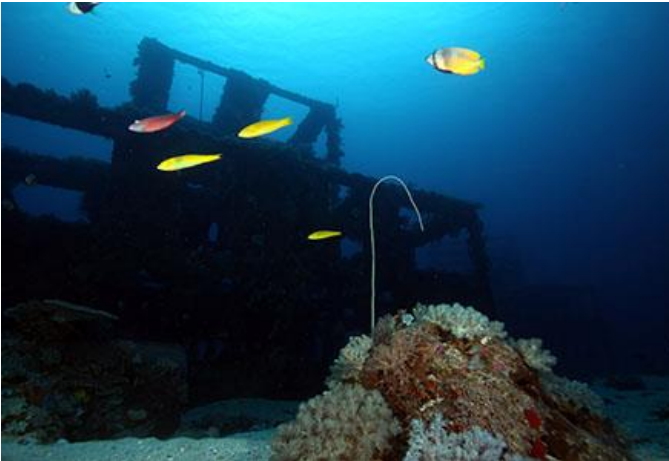
編號 7 龜灣鼻潛點	生物豐富度 ★★★	錨定點坐標： N22° 39.412 E121° 28.323	
	地形景觀 ★★★★★	潛水觀光使用程度：中	
位置： 龜灣海域 潛點等級： 高級 方式： 船潛 深度：22 米	潛點描述： 龜灣鼻為綠島西南側突出岬角地形，是北下與南上兩個沿岸流交會的地區，海流強勁，龜灣鼻以南大多時候呈現由南至北的流向，因為海流強且穩定，所以此地的白鞭(白蘆莖)珊瑚，從深度14米至26米間覆蓋整個海底，範圍之大非常罕見。		
	繫錨點底質： 礁岩環繞碎屑底質，尋找到沙礁邊，可發現底層為黑色的安山岩塊，標定坐標位置供日後繫錨點施工參考。		
	施工方法建議： 將錨埋在沙泥或礫石中，本潛點須埋入底質安山岩塊中，埋入岩塊的錨露出頂部環眼，纜索縛在錨露出底質的環眼，藉由 U 型環連繫索環、繩索與浮球浮球將繩索拉到水層，浮球將繩索拉離底質，避免水流帶動繩索埋擦底質傷害生物。		
	水文資料參考： 水溫：28°、深度：22 米、流速：7cm/sec、流向：由南向北		

繫錨點底質照片

(八) 雞仔礁

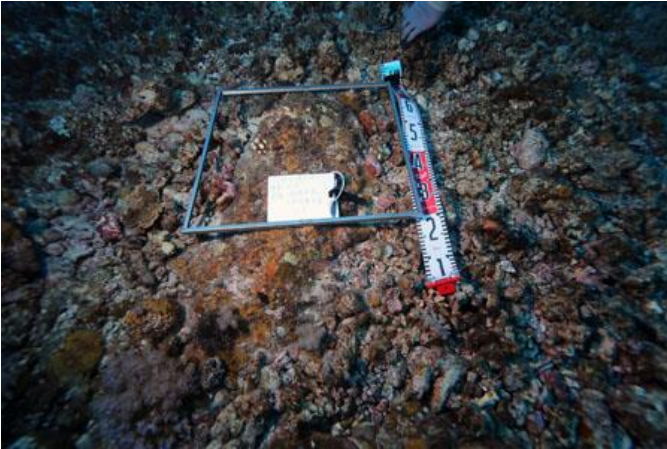
編號 8 雞仔礁潛點	生物豐富度 ★★★★★	錨定點坐標： N22° 39.412 E121° 28.323
位置： 大白沙海域 潛點等級： 高級 方式： 船潛 深度：24 米	潛點描述： 位於龜灣鼻與馬蹄橋外海之間，雞仔礁是由近岸珊瑚礁岩緩坡延伸至此，珊瑚礁盤座北向南，繫錨點底部深約24米，此礁盤南側有一突出岩塊，從東面望去如雞頭般的外形，故稱為雞仔礁，饒富趣味的地形與海扇奇景是潛客造訪率很高的一處潛點。必須由熟悉潛點之潛水長以上帶潛，以策安全。潮間帶遭踩踏的壓力大，建議以船潛方式進行水下觀光活動	
	繫錨點底質： 珊瑚碎屑底質環繞礁岩，底層為黑色的安山岩塊，標定坐標位置供日後繫錨點施工參考。	 <p style="text-align: center;">繫錨點底質照片</p>
	施工方法建議： 將錨埋在沙泥或礫石中，本潛點須埋入底質安山岩塊中，埋入岩塊的錨露出頂部環眼，纜索縛在錨露出底質的環眼，藉由 U 型環連繫索環、繩索與浮球浮球將繩索拉到水層，浮球將繩索拉離底質，避免水流帶動繩索埋擦底質傷害生物。	
	水文資料參考： 水溫：28°、深度：24 米、流速：3cm/sec、流向：由南向北	

(九) 鋼鐵礁

編號 9 鋼鐵礁潛點	生物豐富度 ★★★★★	錨定點坐標： N22° 38.350' E121° 29.238'
	地形景觀 ★★★★★	潛水觀光使用程度：高
位置： 大白沙海域 潛點等級： 高級 方式： 船潛 深度：30 米	潛點描述：鋼鐵礁位在龜灣海域與大白沙海域之間，環島公路 15 K 處，潛點位置在馬蹄橋西側約 200 公尺外的海域，是一座用鋼鐵打造的人工魚礁，水下鋼鐵礁共有四座，長寬高各為 10 公尺，因地處黑潮流區珊瑚、藤壺、海綿、海鞘等生物生長情況良好，佈滿在鋼鐵礁體上，此點為外來潛客常來朝聖的潛點。	
	繫錨點底質： 珊瑚碎屑底質環繞鋼鐵礁，間黑色的安山岩塊外露，標定坐標位置供日後繫錨點施工參考。	
	施工方法建議：錨定點埋在沙泥或礫石中，可尋定位點後直接埋入，埋入岩塊的錨露出頂部環眼，纜索縛在錨露出底質的環眼，藉由 U 型環連繫索環、繩索與浮球浮球將繩索拉到水層，浮球將繩索拉離底質，避免水流帶動繩索埋擦底質傷害生物。	
	水文資料參考： 水溫：27°、深度：30 米、流速：5cm/sec、流向：由南向北	

繫錨點底質照片

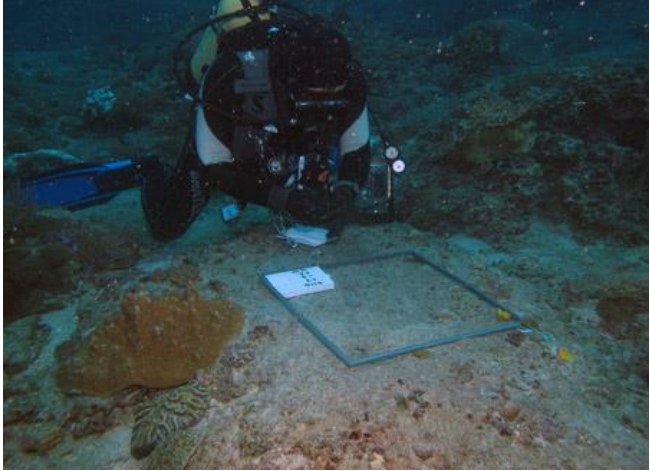
(十) 大白沙

<p>編號 10 大白沙潛點</p>	<p>生物豐富度 ★★★★</p>	<p>錨定點坐標： N22° 38.309' E121° 29.415'</p>
	<p>地形景觀 ★★★★★</p>	<p>潛水觀光使用程度：高</p>
<p>位置： 大白沙海域</p> <p>潛點等級： 高級</p> <p>方式： 船潛</p> <p>深度：18 米</p>	<p>潛點描述： 位於大白沙步道正前方100公尺處，有一突起水面的獨立礁石，獨立礁呈東西走向，底部深度18米為礁沙混合地形，退潮時礁體突出水面約1米的高度，沿礁壁環繞，峭壁上與底部礁石上有完整枝幹與紋路的大型海扇，棘穗軟珊瑚佈滿礁體，形成美麗的珊瑚世界。此點潮間帶遭踩踏的壓力大，建議以船潛方式進行水下觀光活動</p>	
	<p>繫錨點底質： 礁岩間有破碎岩塊與珊瑚礁碎屑覆蓋，大塊黑色的安山岩塊外露，標定坐標位置供日後繫錨點施工參考。</p>	 <p style="text-align: center;">繫錨點底質照片</p>
	<p>施工方法建議： 本潛點安山岩塊外露明顯，可尋定位點後直接埋入，埋入岩塊的錨露出頂部環眼，纜索縛在錨露出底質的環眼，藉由 U 型環連繫索環、繩索與浮球浮球將繩索拉到水層，浮球將繩索拉離底質，避免水流帶動繩索埋擦底質傷害生物。</p>	
	<p>水文資料參考： 水溫：27°、深度：18 米、流速：3cm/sec、流向：由南向北</p>	

(十一) 饅頭山前

編號 11 饅頭山前潛點	生物豐富度 ★★★	錨定點坐標： N22° 40.663' E121° 29.751'
	地形景觀 ★★★	潛水觀光使用程度：中
位置： 公館海域 潛點等級： 中級 方式： 船潛 深度：16 米	潛點描述： 位於公館港前方右側，突出的一塊大形礁石由港嘴延伸至海面，饅頭山型礁石垂直延伸入海，礁石呈峭壁地形，底部深度 16 至 18 米，峭壁附著許多扇形珊瑚，礁盤間有沙質碎屑覆蓋。	
	繫錨點底質： 礁岩間有沙底覆蓋，底層為黑色的安山岩塊，定位座標供日後繫錨點施工參考。	 <p style="text-align: center;">繫錨點底質照片</p>
	施工方法建議： 將錨埋在沙泥或礫石中，本潛點須埋入底質安山岩塊中，埋入岩塊的錨露出頂部環眼，纜索縛在錨露出底質的環眼，藉由 U 型環連繫索環、繩索與浮球浮球將繩索拉到水層，浮球將繩索拉離底質，避免水流帶動繩索埋擦底質傷害生物。	
	水文資料參考： 水溫：26°、深度：16 米、流速：4cm/sec、流向：由西南向東北	

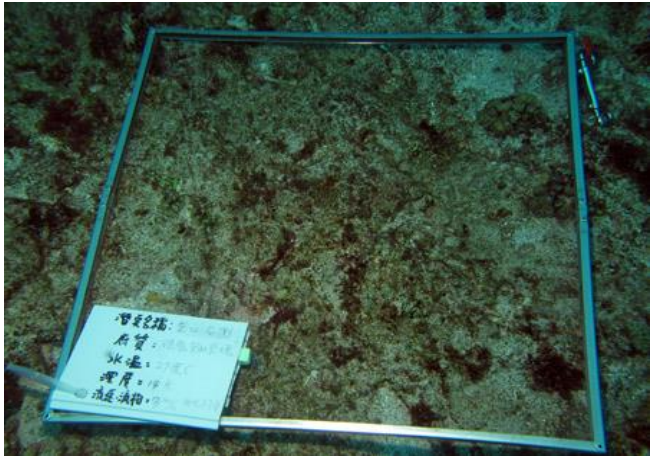
(十二) 公館鼻左側

編號 12 公館鼻左側潛點	生物豐富度 ★★★	錨定點坐標： N22° 40.705' E121° 28.880'
	地形景觀 ★★★	潛水觀光使用程度：中
位置： 公館港海域 潛點等級： 初級 方式： 船潛 深度：15 米	潛點描述： 本潛點位於北岸環島公路3K處，進公館村前叉路左轉至海堤處，近岸區為珊瑚礁淺坪區，深度4.5米佈滿許多火珊瑚，前行20公尺地形凹下，深度降至14米，因高低差，造成整塊峭壁垂直形成廣闊牆面，牆面由東至西約100公尺距離。在峭壁面可見海扇、海百合、棘穗軟珊瑚、鞭珊瑚等	
	繫錨點底質： 礁岩間有沙底覆蓋，底層為黑色的安山岩塊，定位座標供日後繫錨點施工參考。	 <p style="text-align: center;">繫錨點底質照片</p>
	施工方法建議： 將錨埋在沙泥或礫石中，本潛點須埋入底質安山岩塊中，埋入岩塊的錨露出頂部環眼，纜索縛在錨露出底質的環眼，藉由 U 型環連繫索環、繩索與浮球浮球將繩索拉到水層，浮球將繩索拉離底質，避免水流帶動繩索埋擦底質傷害生物。	
	水文資料參考： 水溫：27°、深度：15 米、流速：6cm/sec、流向：由北向南	


(十三) 公館鼻右側

編號 13 公館鼻右側潛點	生物豐富度 ★★★	錨定點坐標： N22° 40.705' E121° 28.880'
	地形景觀 ★★★	潛水觀光使用程度：中
位置： 公館港海域 潛點等級： 初級 方式： 船潛 深度：12 米	潛點描述： 位於公館港港口右側海域，由於海蝕作用，下潛可見到海蝕溝、洞穴、礁柱的侵蝕地形，礁岩間有沙底覆蓋，近岸為珊瑚礁淺坪的緩坡地形。	
	繫錨點底質： 礁岩間有沙底覆蓋，底層為黑色的安山岩塊，定位座標供日後繫錨點施工參考。	<p style="text-align: center;">繫錨點底質照片</p>
	施工方法建議： 將錨埋在沙泥或礫石中，本潛點須埋入底質安山岩塊中，埋入岩塊的錨露出頂部環眼，纜索縛在錨露出底質的環眼，藉由 U 型環連繫索環、繩索與浮球浮球將繩索拉到水層，浮球將繩索拉離底質，避免水流帶動繩索埋擦底質傷害生物。	
	水文資料參考： 水溫：26°、深度：12 米、流速：3cm/sec、流向：由西南向東北	

(十四) 柴口右側

編號 15 柴口右側潛點	生物豐富度 ★★★	錨定點坐標： N22° 40.705' E121° 28.880'
	地形景觀 ★★★	潛水觀光使用程度：高
位置： 柴口保護區 潛點等級： 初級 方式： 船潛 深度：12 米	潛點描述： 位於柴口保護區海域步道右側外，由柴口步道入水，距入水點約150米的距離，保育區內魚群群集，珊瑚種類以石珊瑚居多，此點是潛水觀光的熱門點。潮間帶遭踩踏的壓力大，建議以船潛方式進行水下觀光活動。	
	繫錨點底質： 礁岩間有沙底覆蓋，底層為黑色的安山岩塊，定位座標供日後繫錨點施工參考。	 <p style="text-align: center;">繫錨點底質照片</p>
	施工方法建議： 將錨埋在沙泥或礫石中，本潛點須埋入底質安山岩塊中，埋入岩塊的錨露出頂部環眼，纜索縛在錨露出底質的環眼，藉由 U 型環連繫索環、繩索與浮球浮球將繩索拉到水層，浮球將繩索拉離底質，避免水流帶動繩索埋擦底質傷害生物。	
	水文資料參考： 水溫：27°、深度：12 米、流速：3cm/sec、流向：由北向南	

(十五) 黑毛礁

編號 15 黑毛礁潛點	生物豐富度 ★★★	錨定點坐標： N22° 40.705' E121° 28.880'
	地形景觀 ★★★	潛水觀光使用程度：高
位置： 柴口海域 潛點等級： 初級 方式： 船潛 深度：12 米	潛點描述： 位於柴口保護區海域步道北側外，由柴口步道入水，距入水點約100米的距離，在12米深有塊礁石外形如塔，礁石層層相疊，礁岩中間有一深溝，因為俗名黑毛的斑點笛鯛在此群聚，當地人稱此礁為黑毛礁，此礁是魚類的避風港、清潔站，也是潛水觀光的熱門點。潮間帶遭踩踏的壓力大，建議以船潛方式進行水下觀光活動。	
	繫錨點底質： 礁岩間有沙底覆蓋，底層為黑色的安山岩塊，定位座標供日後繫錨點施工參考。	
	施工方法建議： 將錨埋在沙泥或礫石中，本潛點須埋入底質安山岩塊中，埋入岩塊的錨露出頂部環眼，纜索縛在錨露出底質的環眼，藉由 U 型環連繫索環、繩索與浮球浮球將繩索拉到水層，浮球將繩索拉離底質，避免水流帶動繩索埋擦底質傷害生物。	
	水文資料參考： 水溫：26°、深度：12 米、流速：3cm/sec、流向：由西南向東北	

繫錨點底質照片

二、 提出 8 處水下服務設施設置候選地點

經過調查綠島 15 處候選點潛點後，提出 8 處水下服務設施設置建議地點評估說明如下。

水下服務設施候選地點評估表

測站編號	地點	評估項目				說明
		景觀	生物	水文	安全	
A01	石朗海域空曠沙地	尚可	尚可	可	可	位於石朗海域保育區外圍北側，離岸約 200 公尺外海域，水域平靜，安全性高，但因空曠沙地週邊生態較為貧脊。可置放水下服務設施
A02	石朗海域空曠沙地	尚可	尚可	可	可	位於石朗海域保育區外圍南側，離岸約 200 公尺外海域，水域平靜，安全性高，但因空曠沙地週邊生態較為貧脊。
A03	大白沙海域空曠沙地	尚可	尚可	可	可	位於大白沙海域東側海域，離岸約 200 公尺外海域，水域平靜，安全性高，但因空曠沙地週邊生態較為貧脊。可置放水下服務設施
A04	大白沙海域空曠沙地	尚可	尚可	可	可	位於大白沙海域西側海域，離岸約 200 公尺外海域，水域平靜，安全性高，但因空曠沙地週邊生態較為貧脊。可置放水下服務設施
A05	柴口海域空曠礫石地	尚可	尚可	可	可	位於柴口海域保育區外圍東側海域，離岸約 200 公尺外海域。可置放水下服務設施
A06	柴口海域空曠礫石地	尚可	尚可	可	可	位於柴口海域保育區外圍西側海域，離岸約 200 公尺外海域，水域平靜，安全性高，但因空曠礫石地週邊生態較為貧脊。可置放水下服務設施
A07	公館鼻海域空曠礫石地	尚可	尚可	可	可	位於公館鼻海域東側海域，離岸約 200 公尺外海域。
A08	公館鼻海域空曠礫石地	尚可	尚可	可	可	位於公館鼻海域西側海域，離岸約 200 公尺外海域。可置放水下服務設施

伍、生態調查

一、8 處候選地點進行生態調查與調查結果

水下服務設施生態監測 A01-A08 測站分布圖



(一) 編號 A01 生態監測調查結果

3. 點位概述(定位座標：N 22°39.409' E 121°28.274')

位於石朗海域保育區外圍北側，量測水深 18 米、水溫 27 度、能見度 20 米以上，流速約 7cm/sec，底質型態以沙地為主，偶有碎石分佈，空曠地型無魚類群集，鄰近的珊瑚礁區各式珊瑚發育良好且密集。

4. 生態監測

魚類：此點位紀錄魚類 11 科 24 種(表 1-1)，以物種豐富度區分，以隆頭魚科 (Labridae) 7 種、雀鯛科 (Pomacentridae) 4 種、金鱗魚科 (Holocentridae) 4 種、鬚鯛科 (Mullidae) 2 種，為豐度最高的科別；優勢種為鬚鯛科金帶擬鬚鯛 (*Mulloidichthys vanicolensis*)、刺尾鯛科高鼻魚 (*Naso vlamingii*)、隆頭魚科的鈍頭錦魚 (*Thalassoma amblycephalum*) 等三種，均為岩礁區及珊瑚礁區定棲性魚類。

珊瑚：本區調查發現珊瑚科別共計 14 科 25 種，珊瑚群聚組成主要為孔珊瑚科 (Poritidae)、傘軟珊瑚科 (Xeniidae)、軟珊瑚科 (Alcyoniidae)、菊珊瑚科 (Faviidae) 其次為鹿角珊瑚科 (Pocilloporidae)、羽珊瑚科 (Clavularidae)。以物種豐富度區分，鹿角珊瑚科 (Pocilloporidae)、菊珊瑚科 (Faviidae)、軸孔珊瑚科 (Acroporidae) 為豐度最高的科別；以記錄數量區分，羽珊瑚科的羽珊瑚 (*Clavularia* sp.)；軸孔珊瑚科的

表孔珊瑚 (*Montipora sp.*) 為數量豐富的珊瑚種類。

5. 綜合評估

此區鄰近石朗保育區北側，空曠沙底地型偶有天然隱蔽礁石，生物相略微單調，流速在小潮時期 10cm/sec 以下，對於潛水人員是可以接受的，長期流速資料請參考綠島流速流向計分析紀錄。

(二) 編號 A02 生態監測調查結果：

1. 點位概述(定位座標：N：22° 39.174' E：121° 28.257')

位於石朗海域保育區外圍北側，量測水深 20 米、水溫 27 度、能見度 15 米以上，流速約 5cm/sec，底質型態以沙地為主，偶有小隆起礁石與碎石分佈，空曠地型無魚類群集，鄰近的珊瑚礁區各式珊瑚發育良好且密集。

2. 生態監測

魚類：此點位紀錄魚類 24 科 59 種(表 1-1)，以物種豐富度區分，以隆頭魚科 (Labridae) 11 種、雀鯛科 (Pomacentridae) 8 種、蝶魚科 (Chaetodontidae) 4 種，為豐度最高的科別；優勢種為隆頭魚科藍身絲鰭鸚鯛 (*Cirrhilabrus cyanopleura*)、雀鯛科克氏雙鋸魚 (*Amphiprion clarkii*)、等 2 種，均為岩礁區及珊瑚礁區定棲性魚類。

珊瑚：本區調查發現珊瑚科別共計 20 科 27 種，珊瑚群聚組成主要為軸孔珊瑚科 (Acroporidae)、軟珊瑚科 (Alcyoniidae)、菊珊瑚科 (Faviidae) 其次為穗珊瑚科 (Nephtheidae)、軟珊瑚科 (Alcyoniidae Poritidae)、孔珊瑚科 (Poritidae)、瓣葉珊瑚科 (Lobophylliidae)。以物種豐富度區分，穗珊瑚科 (Nephtheidae)、菊珊瑚科 (Faviidae)、軸孔珊瑚科 (Acroporidae) 為豐度最高的科別；以記錄數量區分，穗珊瑚科的直立穗軟珊瑚 (*Nephthea erecta*)；菊珊瑚科的菊珊瑚 (*Favia* sp.)；為數量豐富的珊瑚種類。

3. 綜合評估

此區鄰近石朗保育區南側，空曠沙底地型因缺乏天然隱蔽礁石，生物相並不豐富，流速在小潮時期 10cm/sec 以下，對於潛水人員是可以接受的，長期流速資料請參考綠島流速流向計分析紀錄。

石朗海域生態調查成果建議：

本海域出現頻率較高之物種為隆頭魚科、雀鯛科、刺尾鯛科，石珊瑚種類豐富，可觀察的族群有千孔珊瑚、軸孔珊瑚、鹿角珊瑚、蕈珊瑚、網扇軟柳珊瑚、笙珊瑚、叢羽珊瑚。

生態遊程之建議：每年農曆 3 月，月圓之後的一週內珊瑚有集體產卵現象，每年皆集中在農曆三月發生，珊瑚產卵的盛事一般均以夜晚觀察為主，而石朗海域的綠羽珊瑚，在白天即可觀察大量集體產卵畫面，為生態遊程一大特色。

(三) 編號 A03 生態監測調查結果：

1. 點位概述 (定位座標: N22° 38.382' E121° 29.201')

位於大白沙海域西側，量測水深 21 米、水溫 27 度、能見度 20 米以上，流速約 7cm/sec，底質型態以沙地為主，小獨立礁石間有碎石分佈，空曠地型無魚類群集，鄰近的珊瑚礁區各式珊瑚發育良好且密集。

2. 生態監測

魚類：此點位發現魚類 26 科 55 種(表 1-1)，以物種豐富度區分，以隆頭魚科 (Labridae) 11 種、雀鯛科 (Pomacentridae) 8 種、鮨科 (Serranidae) 3 種為豐度最高的科別；優勢種為隆頭魚科 (Labridae) 的雲斑海豬魚 (*Halichoeres hortulanus*)、藍身絲鰭鸚鯛 (*Cirrhilabrus cyanopleura*)，均為岩礁區及珊瑚礁區定棲性魚類。

珊瑚：本區調查發現珊瑚科別共計 21 科 38 種，珊瑚群聚組成主要為穗珊瑚科(Nephtheidae)、千孔珊瑚科(Milleporidae)、軸孔珊瑚科(Acroporidae)、軟珊瑚科(Alcyoniidae)、菊珊瑚科(Faviidae)其次為鹿角珊瑚科(Pocilloporidae)、軟珊瑚科(AlcyoniidaePoritidae)、微孔珊瑚科(Poritidae)、傘軟珊瑚科 (Xeniidae)。以物種豐富度區分，鹿角珊瑚科 (Pocilloporidae)、菊珊瑚科(Faviidae)、穗珊瑚科(Nephtheidae)為豐度最高的科別；以記錄數量區分，傘軟珊瑚科羽枝變異軟珊瑚 (*Heteroxenia pinnata*)；軸孔珊瑚科的表孔珊瑚 (*Montipora sp.*)；穗珊瑚科的直立

穗軟珊瑚(*Nephthea erecta*)為數量豐富的珊瑚種類。

3. 綜合評估

此區鄰近龜灣與馬蹄橋間，沙底地型有小型天然隱蔽礁石與裂隙，近緩坡處生物相稍好，流速在小潮時期 10cm/sec 以下，對於潛水人員是可以接受的，長期流速資料請參考綠島流速流向計分析紀錄。

(四) 編號 A04 生態監測調查結果：

1. 點位概述 (定位座標：N22° 38.189' E121° 29.413')

位於大白沙海域東側，量測水深 21 米、水溫 27 度、能見度 20 米以上，流速約 7cm/sec，底質型態以沙地為主，偶有碎石分佈，空曠地型無魚類群集，鄰近的珊瑚礁區各式珊瑚發育良好且密集。

2. 生態監測

魚類：此點位發現魚類 25 科 62 種(表 1-1)，以物種豐富度區分，以雀鯛科 (Pomacentridae) 9 種、隆頭魚科 (Labridae) 8 種、蓋刺魚科(Pomacanthidae) 5 種，為豐度最高的科別；優勢種為雀鯛科的網紋圓雀鯛(*Dascyllus reticulatus*)、鮨科的金擬花鱸(*Pseudanthias squamipinnis*)等二種均為岩礁區及珊瑚礁區定棲性魚類。

珊瑚：本區調查發現珊瑚科別共計 15 科 29 種，珊瑚群聚組成主要為軸孔珊瑚科(Acroporidae)、軟珊瑚科(Alcyoniidae)、菊珊瑚科(Faviidae)其次為鞭珊瑚科(Ellisellidae)、穗珊瑚科(Nephtheidae)、軟珊瑚科(AlcyoniidaePoritidae)、孔珊瑚科(Poritidae)、瓣葉珊瑚科 (Lobophylliidae)。以物種豐富度區分，穗珊瑚科(Nephtheidae)、菊珊瑚科 (Faviidae)、軸孔珊瑚科 (Acroporidae) 為豐度最高的科別；以記錄數量區分，穗珊瑚科的直立穗軟珊瑚(*Nephthea erecta*)；菊珊瑚科的菊珊瑚(*Favia* sp.)為數量豐富的珊瑚種類。

3. 綜合評估

此區鄰近大白沙海域東側保育區，空曠沙底時而交錯礁岩地型，附近有天然隱蔽礁石，生物相略為豐富，流速在小潮時期 10cm/sec 以下，對於潛水人員是可以接受的，長期流速資料請參考綠島流速流向計分析紀錄。

大白沙海域生態調查成果建議：

本海域出現頻率較高之物種為蓋刺魚科、隆頭魚科、雀鯛科、刺尾鯛科，石珊瑚軟珊瑚種類豐富，可觀察的族群有直立穗軟珊瑚、千孔珊瑚、軸孔珊瑚、鹿角珊瑚、網扇軟柳珊瑚、笙珊瑚。

生態遊程之建議：本海域是黑潮主流通過的區域，吸引許多海洋生物到此捕食、洄游，其中以鋼鐵礁海面上大群的燕魚最具特色，燕魚會成群結隊聚集在船舷邊等待潛水客餵食，海面上燕魚爭相搶食的畫面，入水後燕魚群更會與潛客互動共游，為生態遊程規劃上一大特色。

(五) 編號 A05 生態監測調查結果：

1. 點位概述 (定位座標：N22° 40.659' E121° 28.582')

位於柴口海域保育區外圍東側，量測水深 12 米、水溫 27 度、能見度 20 米以上，流速約 7cm/sec，底質型態以沙地為主，偶有碎石分佈，空曠地型無魚類群集，鄰近的珊瑚礁區各式珊瑚發育良好且密集。

2. 生態監測

魚類：此點位發現魚類 19 科 31 種(表 1-1)，以物種豐富度區分，以隆頭魚科 (Labridae) 12 種、雀鯛科 (Pomacentridae) 7 種、蝴蝶魚科 (Chaetodontidae) 6 種，為豐度最高的科別；優勢種為隆頭魚科 (Labridae) 的新月錦魚 (*Thalassoma lunare*)、鮨科的金擬花鱸 (*Pseudanthias squamipinnis*)等二種均為岩礁區及珊瑚礁區定棲性魚類。

珊瑚：本區調查發現珊瑚科別共計 14 科 32 種，珊瑚群聚組成主要為鹿角珊瑚科(Pocilloporidae)、菊珊瑚科(Faviidae)、其次為軸孔珊瑚科(Acroporidae)、苔珊瑚科(Mussidae)。以物種豐富度區分，苔珊瑚科(Mussidae)、菊珊瑚科 (Faviidae)、鹿角珊瑚科(Pocilloporidae)為豐度最高的科別；以記錄數量區分，鹿角珊瑚科(Pocilloporidae)的巨枝鹿角珊瑚 (*Pocillopora eydouxi*)；菊珊瑚科的菊珊瑚(*Favia* sp.)為數量豐富的珊瑚種類。

3. 綜合評估

此區柴口海域保育區外圍東側，空曠沙底時而交錯礁岩地型，附近有天然隱蔽礁石，生物相略為豐富，流速在小潮時期 10cm/sec 以下，對於潛水人員是可以接受的，長期流速資料請參考綠島流速流向計分析紀錄。

(六) 編號 A06 生態監測調查結果

1. 點位概述 (定位座標：N22° 40.679' E121° 28.846')

位於柴口海域保育區外圍西側，量測水深 18 米、水溫 27 度、能見度 15 米以上，流速約 7cm/sec，底質型態以礫石混合沙地為主，偶有碎沙石分佈，礫石空曠地型無魚類群集，鄰近的珊瑚礁區各式珊瑚發育良好且密集。

2. 生態監測

魚類：此點位發現魚類 24 科 55 種(表 1-1)，以物種豐富度區分，以雀鯛科 (Pomacentridae) 10 種、隆頭魚科 (Labridae) 10 種、蝴蝶魚科 (Chaetodontidae) 6 種為豐度最高的科別；優勢種為雀鯛科網紋圓雀鯛(*Dascyllus reticulatus*)、金鱗魚科的康德松毬(*Myripristis kuntee*)等二種，均為岩礁區及珊瑚礁區定棲性魚類。

珊瑚：本區調查發現珊瑚科別共計 14 科 20 種，珊瑚群聚組成主要為千孔珊瑚科(Milleporidae)、軟珊瑚科 (Alcyoniidae)、菊珊瑚科(Faviidae)其次為穗珊瑚科 (Nephtheidae)、瓣葉珊瑚科 (Lobophylliidae)。以物種豐富度區分，菊珊瑚科 (Faviidae)、千孔珊瑚科(Milleporidae)為豐度最高的科別；以記錄數量區分，板枝千孔珊瑚 (*Millepora tenera*)為數量豐富的珊瑚種類。

3. 綜合評估

此區鄰近柴口保育區西側，底質以礫石混合沙地為主，

四週隱蔽礁石零散，生物相略微單調，流速在小潮時期 10cm/sec 以下，對於潛水人員是可以接受的，長期流速資料請參考綠島流速流向計分析紀錄。

柴口海域生態調查成果建議：

本海域出現頻率較高之物種為蝴蝶魚科、隆頭魚科、雀鯛科、刺尾鯛科，石珊瑚種類豐富，可觀察的族群有菊珊瑚、千孔珊瑚、軸孔珊瑚、鹿角珊瑚等。

生態遊程之建議：

柴口海域是觀賞石珊瑚產卵最佳去處，本海域有聚集密度高與生長範圍廣的石珊瑚群，各式繽紛美麗且具代表性的種類如軸孔珊瑚、團塊微孔珊瑚、鐘形微孔珊瑚、雙星珊瑚、環菊珊瑚，每年農曆 3 月 23 日也是媽祖生日後一週，在黑暗深邃的夜晚，萬卵齊發，珊瑚卵漂浮在水層中，就像海底飄雪一般，十分美麗蔚為海底奇觀。

(七) 編號 A07 生態監測調查結果：

1. 點位概述 (定位座標：N22° 40.806' E121° 29.350')

位於公館港外東側海域，量測水深 16 米、水溫 27 度、能見度 15 米以上，流速約 7cm/sec，底質型態以沙地為主，偶有碎石分佈，空曠地型有少數魚類群集，鄰近的珊瑚礁區各式珊瑚發育良好且密集。

2. 生態監測

魚類：此點位發現魚類 20 科 40 種(表 1-1)，以物種豐富度區分，以蝶魚科 (Chaetodontidae) 7 種、隆頭魚科 (Labridae) 6 種、雀鯛科 (Pomacentridae) 3 種，為豐度最高的科別；優勢種為雀鯛科的網紋圓雀鯛(*Dascyllus reticulatus*)、鮨科的金擬花鱸(*Pseudanthias squamipinnis*)等二種均為岩礁區及珊瑚礁區定棲性魚類。

珊瑚：本區調查發現珊瑚科別共計 16 科 41 種，珊瑚群聚組成主要為軸孔珊瑚科(Acroporidae)、菊珊瑚科(Faviidae)其次為軟珊瑚科(Alcyoniidae)、苔珊瑚科(Mussidae)、穗珊瑚科(Nephtheidae)。以物種豐富度區分，軸孔珊瑚科 (Acroporidae)、菊珊瑚科(Faviidae)為豐度最高的科別；以記錄數量區分，軸孔珊瑚科 (Acroporidae) 的葉形表孔珊瑚 (*Montipora foliosa*)；菊珊瑚科的菊珊瑚(*Favia* sp.) 為數量豐富的珊瑚種類。

3. 綜合評估

此區位於公館鼻海域東側，空曠沙底時而交錯礁岩地型，附近有天然隱蔽礁石，生物相略為豐富，流速在小潮時期 8cm/sec 以下，對於潛水人員是可以接受的，長期流速資料請參考綠島流速流向計分析紀錄。

(八) 編號 A08 生態監測調查結果：

1. 點位概述 (定位座標：N22° 40.667' E121° 29.704')

位於公館港外西側海域，量測水深 16 米、水溫 27 度、能見度 15 米以上，流速約 6cm/sec，底質型態以沙礁混合地為主，偶有碎石分佈，空曠地型魚類無明顯群集，鄰近的珊瑚礁區各式珊瑚發育良好且密集。

2. 生態監測

魚類：此點位發現魚類 25 科 46 種(表 1-1)，以物種豐富度區分，以隆頭魚科 (Labridae) 10 種、雀鯛科 (Pomacentridae) 6 種、蝴蝶魚科 (Chaetodontidae) 5 種，為豐度最高的科別；優勢種為隆頭魚科 (Labridae) 的鈍頭錦魚 (*Thalassoma amblycephalum*)、黃衣錦魚 (*Thalassoma lutescens*) 等二種均為岩礁區及珊瑚礁區定棲性魚類。

珊瑚：本區調查發現珊瑚科別共計 16 科 31 種，珊瑚群聚組成主要為菊珊瑚科(Faviidae)、苔珊瑚科(Mussidae)、軟珊瑚科(Alcyoniidae)、其次為穗珊瑚科(Nephtheidae)、軸孔珊瑚科(Acroporidae)、微孔珊瑚科(Poritidae)、瓣葉珊瑚科 (Lobophylliidae)。以物種豐富度區分菊珊瑚科 (Faviidae)、穗珊瑚科(Nephtheidae)、為豐度最高的科別；以記錄數量區分，菊珊瑚科的菊珊瑚(*Favia* sp.)；穗珊瑚科的直立穗軟珊瑚(*Nephthea erecta*)為數量豐富的珊瑚種類。

3. 綜合評估

此區位於公館鼻海域西側，空曠沙底時而交錯礁岩地型，附近有天然隱蔽礁石，生物相略為豐富，流速在小潮時期 10cm/sec 以下，對於潛水人員是可以接受的，長期流速資料請參考綠島流速流向計分析紀錄。

公館海域生態調查成果建議：

本海域出現頻率較高之物種為、隆頭魚科、蝴蝶魚科、雀鯛科、刺尾鯛科，石珊瑚種類豐富，可觀察的族群有葉形表孔珊瑚、菊珊瑚、軸孔珊瑚、鹿角珊瑚等。

生態遊程之建議：

公館鼻海域，因空曠沙底時而交錯礁岩地型，附近有天然隱蔽礁石，故海藻、海綿、海鞘、海葵等，在春、夏季中資源相當豐富，而喜歡覓食在其中，有海中七彩寶石之稱的海蛞蝓，更是憑藉絢麗外衣，優雅身影，讓國內外愛好潛水攝影的潛水客，不斷前來此海域探訪，更讓往後發展優質的海洋生態觀光上注入新的活力。

表 1-1、2016 年度綠島生態監測站調查結果(魚類)

A01：石朗北側 A02：石朗南側 A03：大白沙東側 A04：大白沙西側 A05：柴口東側 A06：柴口西側 A07：公館鼻東側 A08：公館鼻西側 "+" 表示出現

Family	Species	A01		A02		A03		A04		A05		A06		A07		A08	
		1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Muraenidae 鯨科	<i>Echidna nebulosa</i> 星帶蝮鯨		+		+						+						+
	<i>Gymnothorax favagineus</i> 大斑裸胸鯨		+														
	<i>Gymnothorax fimbriatus</i> 花鰭裸胸鯨						+										
	<i>Gymnothorax flavimarginatus</i> 黃邊鰭裸胸鯨		+										+				
	<i>Gymnothorax meleagris</i> 白口裸胸鯨								+				+				
Antennariidae 鰓魚科	<i>Antennarius pictus</i> 白斑鰓魚		+														
Belonidae 鶴鱗科	<i>Strongylura leiura</i> 台灣圓尾鶴鱗		+												+		
Holocentridae 金鱗魚科	<i>Myripristis muriei</i> 康德松球	+			+						+	+					+
	<i>Neoniphon sammara</i> 莎姆金鱗魚	+									+						
	<i>Sargocentron ittodai</i> 銀帶棘鱗魚	+							+		+						+
Aulostomidae 管口魚科	<i>Aulostomus chinensis</i> 中國管口魚				+	+				+		+			+		
Fistularia 馬鞭魚	<i>Fistularia petimba</i> 馬鞭魚		+														
Scorpaenidae 鮋科	<i>Dendrochirus zebra</i> 斑馬紋多臂鮋					+	+			+							+
	<i>Pterois antennata</i> 觸角鮋										+				+		+
	<i>Pterois volitans</i> 魔鬼鮋				+	+			+				+		+		
	<i>Scorpaenopsis diabolus</i> 駝背石狗公										+						
Caracanthidae 頰棘鮋科	<i>Caracanthus maculatus</i> 斑點頰棘鮋				+												
Serranidae 鮭科	<i>Cephalopholis argus</i> 斑點九刺鮨					+											
	<i>Cephalopholis leopardus</i> 豹紋九刺鮨								+								

Family	Species	A01		A02		A03		A04		A05		A06		A07		A08	
		1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
	<i>Cephalopholis urodeta</i> 尾紋九刺鮨				+						+						
	<i>Epinephelus fasciatus</i> 赤石斑魚						+										
	<i>Epinephelus merra</i> 網紋石斑魚								+				+				
	<i>Pseudanthias squamipinnis</i> 金擬花鱸				+		+						+				
	<i>Pseudanthias pascalus</i> 厚唇擬花鱸								+				+			+	
	<i>Cephalopholis miniata</i> 青星九刺鮨								+								
Pseudochromidae 擬雀鯛科	<i>Labracinus cyclophthalmus</i> 圓眼戴氏魚				+		+		+				+		+		
Plesiopidae 七夕魚科	<i>Assessor randalli</i> 蘭氏七夕魚	+										+		+	+		
Apogonidae 天竺鯛科	<i>Apogon cyanosoma</i> 金線天竺鯛								+			+					+
	<i>Cheilodipterus quinquelineatus</i> 五線巨齒天竺鯛	+									+			+			
	<i>Apogon kallopterus</i> 棘頭天竺鯛										+						
Carangidae 鱹科	<i>Caranx melampygus</i> 藍鰭鱹								+								
Lutjanidae 笛鯛科	<i>Macolor macularis</i> 斑點笛鯛				+								+				
	<i>Lutjanus gibbus</i> 隆背笛鯛									+							
	<i>Lutjanus bohar</i> 雙斑笛鯛		+													+	
Caesionidae 烏尾鮨科	<i>Caesio caerulea</i> 烏尾鮨				+		+							+			+
	<i>Caesio teres</i> 黃藍背烏尾鮨								+								+
	<i>Pterocaesio tile</i> 蒂爾烏尾鮨									+							
Haemulidae 石鱸科	<i>Plectorhinchus lessonii</i> 雷氏石鱸								+								
	<i>Plectorhinchus vittatus</i> 東方石鱸									+							
Nemipteridae 金線魚科	<i>Scolopsis bilineata</i> 雙帶赤尾冬				+									+	+		
Lethrinidae 龍占科	<i>Lethrinus nebulosus</i> 青嘴龍占	+															
	<i>Gnathodentex aureolineatus</i> 金帶鯛				+									+			

Family	Species	A01		A02		A03		A04		A05		A06		A07		A08	
		1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
	<i>Monotaxis grandoculis</i> 異黑鯛											+	+			+	
Mullidae 鬚鯛科	<i>Mulloidichthys vanicolensis</i> 金帶擬鬚鯛	+										+					
	<i>Mulloidichthys flavolineatus</i> 黃線擬鬚鯛					+											
	<i>Parupeneus barberinus</i> 單帶海緋鯉								+				+				
	<i>Parupeneus ciliatus</i> 短鬚海緋鯉		+				+		+		+				+		
	<i>Parupeneus multifasciatus</i> 多帶海緋鯉	+													+		
	<i>Parupeneus indicus</i> 印度海緋鯉	+							+							+	
Chaetodontidae 蝶魚科	<i>Chaetodon argentatus</i> 銀身蝴蝶魚		+	+							+						+
	<i>Chaetodon auriga</i> 揚旛蝴蝶魚	+										+					
	<i>Chaetodon lunulatus</i> 弓月蝴蝶魚			+	+						+	+		+			
	<i>Chaetodon citrinellus</i> 胡麻斑蝴蝶魚								+	+					+		
	<i>Chaetodon kleinii</i> 克氏蝴蝶魚		+	+	+				+								
	<i>Chaetodon speculum</i> 鏡斑蝴蝶魚										+		+			+	
	<i>Chaetodon trifascialis</i> 川紋蝴蝶魚			+	+	+			+						+		
	<i>Chaetodon melannotus</i> 黑背蝴蝶魚												+	+			+
	<i>Chaetodon punctatofasciatus</i> 點斑橫帶蝴蝶魚				+				+				+				
	<i>Chaetodon auripes</i> 耳帶蝴蝶魚	+									+	+		+		+	
	<i>Chaetodon unimaculatus</i> 一點蝴蝶魚					+											
	<i>Chaetodon vagabundus</i> 飄浮蝴蝶魚	+	+	+											+		
	<i>Forcipiger flavissimus</i> 黃鑷口魚		+														+
	<i>Hemitaurichthys polylepis</i> 銀斑蝶魚								+						+		
	<i>Heniochus acuminatus</i> 白吻雙帶立旗鯛								+								
	<i>Heniochus monoceros</i> 烏面立旗鯛	+															

Family	Species	A01		A02		A03		A04		A05		A06		A07		A08		
		1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	
Pomacanthidae 蓋刺魚科	<i>Apolemichthys trimaculatus</i> 三點阿波魚			+		+		+										
	<i>Centropyge ferrugata</i> 鐵紅刺尻魚						+											
	<i>Centropyge heraldi</i> 海氏刺尻魚					+	+	+										
	<i>Centropyge venusta</i> 仙女刺尻魚																	
	<i>Genicanthus semifasciatus</i> 半紋背頰刺魚			+			+											
	<i>Pygoplites diacanthus</i> 雙棘甲尻魚	+		+				+										
	<i>Centropyge ferrugata</i> 鐵紅刺尻魚							+										+
	<i>Pomacanthus imperator</i> 條紋蓋刺魚		+				+				+		+					
	<i>Pomacanthus semicirculatus</i> 疊波蓋刺魚				+		+	+	+		+			+				
	<i>Pygoplites diacanthus</i> 甲尻魚								+									
Cirrhitidae 鰨科	<i>Cirrhitichthys aprinus</i> 斑金鰨				+													
	<i>Cirrhitichthys falco</i> 鷹金鰨								+	+	+		+	+			+	
	<i>Cirrhites pinnulatus</i> 鰨		+							+					+		+	
	<i>Paracirrhites forsteri</i> 福氏副鰨		+			+			+			+	+				+	
Pomacentridae 雀鯛科	<i>Abudefduf septemfasciatus</i> 七帶豆娘魚								+	+								
	<i>Abudefduf vaigiensis</i> 條紋豆娘魚					+				+	+		+					
	<i>Amphiprion frenatus</i> 白條雙鋸魚	+							+		+				+			
	<i>Amphiprion perideraion</i> 粉紅雙鋸魚	+		+	+													
	<i>Amphiprion clarkii</i> 克氏雙鋸魚			+	+	+		+			+	+	+	+			+	
	<i>Amphiprion ocellaris</i> 眼斑雙鋸魚						+											
	<i>Chromis margaritifer</i> 兩色光鰓雀鯛		+				+		+			+						
	<i>Chromis ovatformis</i> 卵形光鰓雀鯛						+					+						
<i>Chromis lepidolepis</i> 細鱗光鰓雀鯛								+										

Family	Species	A01		A02		A03		A04		A05		A06		A07		A08	
		1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
	<i>Chromis ternatensis</i> 三葉光鰓雀鯛																
	<i>Chromis viridis</i> 藍綠光鰓雀鯛						+										
	<i>Chromis alleni</i> 亞倫氏光鰓雀鯛		+						+			+					
	<i>Chromis atripes</i> 黑鰭光鰓雀鯛				+												
	<i>Chrysiptera starcki</i> 史氏刻齒雀鯛				+				+								
	<i>Dascyllus trimaculatus</i> 三斑圓雀鯛								+		+						+
	<i>Dascyllus reticulatus</i> 網紋圓雀鯛		+						+		+		+		+	+	
	<i>Heniochus acuminatus</i> 白吻雙帶立旗鯛				+												
	<i>Plectroglyphidodon lacrymatus</i> 珠點固齒鯛											+	+				+
	<i>Plectroglyphidodon dickii</i> 迪克氏固齒鯛				+												
	<i>Pomacentrus lepidogenys</i> 頰鱗雀鯛				+		+						+				+
	<i>Pomacentrus bankanensis</i> 斑卡雀鯛				+						+	+					+
	<i>Pomacentrus vaiuli</i> 王子雀鯛						+				+		+				+
Labridae 隆頭魚科	<i>Anampses meleagrides</i> 北斗阿南魚				+				+				+				
	<i>Anampses twistii</i> 雙斑阿南魚				+												
	<i>Bodianus anthioides</i> 燕尾狐鯛								+								
	<i>Bodianus axillaris</i> 腋斑狐鯛								+	+							
	<i>Bodianus diana</i> 對斑狐鯛				+				+								+
	<i>Cheilinus fasciatus</i> 橫帶唇魚								+							+	
	<i>Cheilinustrilobatus</i> 三葉唇魚				+		+					+					
	<i>Cheilinus oxycephalus</i> 尖頭唇魚		+										+				+
	<i>Cirrhilabrus cyanopleura</i> 藍身絲鰭鸚鯛				+		+				+	+		+		+	
	<i>Cirrhilabrus rubrimarginatus</i> 紅緣絲鰭鸚鯛				+												

Family	Species	A01		A02		A03		A04		A05		A06		A07		A08	
		1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
	<i>Cirrhilabrus melanomarginatus</i> 黑緣絲鰭鸚鯛	+															
	<i>Corisgaimard</i> 蓋馬氏盔魚					+				+	+						+
	<i>Gomphosusvarius</i> 染色尖嘴魚			+							+	+					+
	<i>Halichoeres biocellatus</i> 雙斑海豬魚						+					+					
	<i>Halichoereshortulanus</i> 雲斑海豬魚						+					+	+				+
	<i>Halichoeresmelanochir</i> 黑腕海豬魚												+		+		
	<i>Halichoeres scapularis</i> 頸帶海豬魚	+									+	+					
	<i>Hemigymnus fasciatus</i> 條紋厚唇魚		+								+						
	<i>Hologymnosus doliatus</i> 清尾全裸鸚鯛								+								
	<i>Iniistius pavo</i> 巴父項鰭魚	+															
	<i>Labroidesdimidiatus</i> 裂唇魚	+					+	+			+	+					
	<i>Macropharyngodonmeleagris</i> 朱斑大咽齒鯛			+	+									+		+	
	<i>Novaculichthys taeniourus</i> 帶尾新隆魚								+			+					
	<i>Oxycheilinus bimaculatus</i> 雙斑唇魚						+										
	<i>Pteragogus aurigarius</i> 長鰭鸚鯛			+			+										
	<i>Thalassoma amblycephalum</i> 鈍頭錦魚	+					+				+				+		
	<i>Thalassoma lutescens</i> 黃衣錦魚	+				+		+				+		+		+	
	<i>Thalassoma lunare</i> 新月錦魚			+						+	+						
	<i>Thalassoma quinquevittatum</i> 五帶錦魚			+								+					+
Ptereleotridae 凹尾塘鱧科	<i>Ptereleotrisevides</i> 瑰麗凹尾塘鱧	+									+					+	+
	<i>Nemateleotris magnifica</i> 絲鰭線塘鱧			+		+		+				+		+			
Scaridae 鸚哥魚科	<i>Calotomus carolinus</i> 卡羅鸚鯉				+												
	<i>Cetoscarus bicolor</i> 青鸚哥魚															+	

Family	Species	A01		A02		A03		A04		A05		A06		A07		A08	
		1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
	<i>Chlorurus bowersi</i> 鮑氏鸚哥魚					+			+								
	<i>Scarus dimidiatus</i> 新月鸚哥魚			+													
	<i>Scarus chameleon</i> 藍臀鸚哥魚		+														
	<i>Scarus forsteni</i> 福氏鸚哥魚		+					+		+						+	
	<i>Scarus schlegeli</i> 史氏鸚哥魚					+											
Pinguipedidae 虎鱚科	<i>Parapercis schauinslandii</i> 玫瑰擬鱸							+									
	<i>Parapercis pacifica</i> 太平洋擬鱸					+				+		+				+	
Tripterygiidae 三鰭鰈科	<i>Helcogramma striata</i> 縱帶彎線鰈						+		+		+	+			+		
Gobiidae 鰕虎科	<i>Amblyeleotris steinitzi</i> 史氏鈍鯊						+				+						
	<i>Amblygobius phalaena</i> 尾斑鈍鯊								+		+						
	<i>Cryptocentrus nigrocellatus</i> 眼斑猴鯊				+					+			+				
	<i>Fusigobius duospilus</i> 裸頸植鰕虎								+								
	<i>Valenciennea puellaris</i> 點帶范氏塘鱧					+	+										
	<i>Valenciennea strigata</i> 紅帶范氏塘鱧	+															
Zanclidae 角蝶魚科	<i>Zanclus cornutus</i> 角鐮魚			+	+	+		+		+	+		+		+	+	
Acanthuridae 刺尾鯛科	<i>Acanthurus japonicus</i> 日本刺尾鯛			+					+			+	+				
	<i>Acanthurus pyroferus</i> 火紅刺尾鯛			+		+										+	
	<i>Naso brevirostris</i> 短喙鼻魚																
	<i>Naso lituratus</i> 黑背鼻魚				+												
	<i>Naso unicornis</i> 單角鼻魚			+		+											
	<i>Naso vlamingii</i> 高鼻魚	+															
Balistoide 鱗魨科	<i>Balistapus undulatus</i> 鈎鱗魨				+	+						+				+	
	<i>Balistoides conspicillum</i> 花斑擬鱗魨	+															

Family	Species	A01		A02		A03		A04		A05		A06		A07		A08	
		1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
	<i>Melichthys vidua</i> 角鱗魮					+						+			+		
	<i>Sufflamen chrysopterum</i> 金鰭鼓氣鱗魮		+		+								+				
	<i>Pseudobalistes flavimarginatus</i> 黃緣擬板機魮	+															+
Monacanthidae 單棘魮科	<i>Cantherhines fronticinctus</i> 斑刺鼻單棘魮					+		+									
	<i>Paraluteres prionurus</i> 副革單棘魮				+		+	+					+	+			+
Ostraciidae 箱魮科	<i>Ostracion cubicus</i> 粒突箱魮		+		+		+							+		+	
	<i>Ostracion meleagris</i> 米點箱魮								+								+
Tetradontidae 四齒魮科	<i>Arothron immaculatus</i> 無斑叉鼻魮				+												
	<i>Arothron hispidus</i> 紋腹叉鼻魮								+								
	<i>Arothron nigropunctatus</i> 黑斑叉鼻魮														+	+	
	<i>Canthigaster coronata</i> 角尖鼻魮				+		+						+	+			
	<i>Canthigaster valentini</i> 瓦氏尖鼻魮		+							+		+					
Diodontidae 二齒魮科	<i>Diodon holocanthus</i> 六斑刺河豚		+														
	<i>Diodon liturosus</i> 紋二齒魮									+							
37 科	173 種	28	28	32	34	25	32	29	33	21	36	27	35	24	17	28	20

表 1-2、2016 年度綠島生態監測站調查結果(珊瑚)

A01：石朗北側 A02：石朗南側 A03：大白沙東側 A04：大白沙西側 A05：柴口東側 A06：柴口西側 A07：公館鼻東側 A08：公館鼻西側 "+" 表示出現

Family	Species	A01		A02		A03		A04		A05		A06		A07		A08		
		1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	
Acroporidae 軸孔珊瑚科	<i>Acropora azurea</i> 天藍軸孔珊瑚														+			
	<i>Acropora clathrata</i> 方格軸孔珊瑚			+			+	+					+					
	<i>Acropora gemmifera</i> 芽枝軸孔珊瑚														+			
	<i>Acropora glauca</i> 板葉軸孔珊瑚				+										+	+		
	<i>Acropora microclados</i> 灌叢軸孔珊瑚								+								+	
	<i>Acropora nana</i> 細枝軸孔珊瑚	+	+															
	<i>Acropora solitaryensis</i> 單獨軸孔珊瑚		+							+								
	<i>Acropora subulata</i> 淺盤軸孔珊瑚						+											
	<i>Montipora altasepta</i> 直枝表孔珊瑚										+						+	
	<i>Montipora foliosa</i> 葉形表孔珊瑚								+							+	+	
	<i>Montipora mollis</i> 柔和表孔珊瑚				+													
	<i>Montipora spongodes</i> 海綿表孔珊瑚																+	
	<i>Montipora undata</i> 波形表孔珊瑚													+				
Agariciidae 蓮珊瑚科	<i>Leptoseris yabei</i> 輻葉柔紋珊瑚									+				+				
	<i>Pachyseris rugosa</i> 變異波紋珊瑚															+	+	
	<i>Pachyseris speciosa</i> 環形波紋珊瑚	+	+	+				+										
Agathiphylliidae 團葉珊瑚科	<i>Diploastrea heliopora</i> 同雙星珊瑚		+								+							
	<i>Clavularia viridis</i> 綠羽珊瑚	+						+										
Caryophylliidae 葵珊瑚科	<i>Euphyllia ancora</i> 腎形真葉珊瑚		+			+					+		+			+	+	

Family	Species	A01		A02		A03		A04		A05		A06		A07		A08	
		1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
	<i>Euphyllia cristata</i> 聯合真葉珊瑚																
Dendrophylliidae 樹珊瑚科	<i>Turbinaria mesenterina</i> 膜型盤珊瑚							+				+	+	+	+		
	<i>Turbinaria peltata</i> 盾形盤珊瑚											+					
Euphyllidae 真葉珊瑚科	<i>Galaxea fascicularis</i> 叢生棘杯珊瑚								+							+	+
Faviidae 菊珊瑚科	<i>Cyphastrea chalcidicum</i> 礁突細菊珊瑚														+		+
	<i>Cyphastrea serailia</i> 砂細菊珊瑚																+
	<i>Favia favus</i> 正菊珊瑚		+							+					+		
	<i>Favia laxa</i> 疏菊珊瑚																
	<i>Favia pallida</i> 圈紋菊珊瑚				+										+		
	<i>Favia rotundata</i> 圓形角菊珊瑚																+
	<i>Favia stelligera</i> 小菊珊瑚				+		+			+					+		
	<i>Favia speciosa</i> 環菊珊瑚				+		+		+			+	+			+	
	<i>Favites abdita</i> 隱藏角菊珊瑚		+		+					+							
	<i>Favites chinensis</i> 中國角菊珊瑚														+		
	<i>Favites complanata</i> 板葉角菊珊瑚																
	<i>Favites russelli</i> 羅素角菊珊瑚									+							
	<i>Leptoria phrygia</i> 密集迷紋珊瑚				+				+			+	+	+			
	<i>Goniastrea australiensis</i> 澳洲角星珊瑚	+							+								
	<i>Goniastrea retiformis</i> 網狀角星珊瑚				+												
	<i>Platygyra daedalea</i> 大腦紋珊瑚		+							+							
	<i>Platygyra lamellina</i> 片腦紋珊瑚		+		+	+				+						+	
	<i>Platygyra ryukyuensis</i> 琉球腦紋珊瑚				+												
Fungiidae 蕈珊瑚科	<i>Fungia (Lobactis) scutaria</i> 元寶蕈珊瑚			+			+										

Family	Species	A01		A02		A03		A04		A05		A06		A07		A08	
		1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
	<i>Herpolitha limax</i> 蛞蝓匐石珊瑚							+									
	<i>Podabacia crustacea</i> 殼形足柄珊瑚										+						
Lobophylliidae 瓣葉珊瑚科	<i>Echinophyllia aspera</i> 粗糙刺葉珊瑚	+															
	<i>Echinophyllia orpheensis</i> 柱突刺葉珊瑚	+															+
	<i>Lobophyllia flabelliformis</i> 褶曲瓣葉珊瑚												+				
	<i>Lobophyllia hemprichii</i> 聯合瓣葉珊瑚			+			+				+	+					+
	<i>Lobophyllia pachysepta</i> 厚片瓣葉珊瑚			+		+											
Merulinidae 繩紋珊瑚科	<i>Merulina scabricula</i> 皺褶繩紋珊瑚						+										+
	<i>Hydnophora microconos</i> 小礁珊瑚													+	+		
Mussidae 苔珊瑚科	<i>Symphyllia agaricia</i> 蓮形合葉珊瑚													+	+		
	<i>Symphyllia radians</i> 輻紋合葉珊瑚		+	+						+			+		+		+
	<i>Symphyllia recta</i> 直紋合葉珊瑚	+	+	+		+	+			+					+	+	+
	<i>Symphyllia valenciennesii</i> 華倫合葉珊瑚						+					+			+		
Nephtheidae 穗珊瑚科	<i>Dendronephthya sp.</i> 棘穗軟珊瑚						+	+									+
	<i>Nephthea erecta</i> 直立穗軟珊瑚	+		+		+		+					+				+
	<i>Paralemnalia thyrsoides</i> 異莞珊瑚										+						+
	<i>Scleronephthya gracillimum</i> 美麗骨穗軟珊瑚			+		+		+									+
	<i>Umbellulifera sp.</i> 繖穗軟珊瑚							+									
Pectiniidae 梳狀珊瑚科	<i>Pectinia paeonia</i> 牡丹梳珊瑚			+													
Pocilloporidae 鹿角珊瑚科	<i>Pocillopora eydouxi</i> 巨枝鹿角珊瑚				+	+	+	+			+		+		+		
	<i>Pocillopora damicornis</i> 細枝鹿角珊瑚		+							+				+			
	<i>Pocillopora meandrina</i> 紋形鹿角珊瑚		+	+	+	+					+			+			
	<i>Pocillopora verrucosa</i> 疣鹿角珊瑚														+		+

Family	Species	A01		A02		A03		A04		A05		A06		A07		A08	
		1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
	<i>Seriatopora caliendrum</i> 鈍枝列孔珊瑚								+	+							
	<i>Seriatopora hystrix</i> 尖枝列孔珊瑚						+		+	+					+		+
	<i>Stylophora pistillata</i> 萼形柱珊瑚															+	
Poritidae 孔珊瑚科	<i>Goniopora lobata</i> 團塊管孔珊瑚						+										+
	<i>Goniopora minor</i> 小管孔珊瑚	+															+
	<i>Goniopora stutchburyi</i> 平滑管孔珊瑚				+												
	<i>Porites lobata</i> 團塊微孔珊瑚	+	+		+		+	+		+		+					
	<i>Porites annae</i> 疣突微孔珊瑚									+					+		
	<i>Porites rus</i> 聯合微孔珊瑚	+					+		+								+
	<i>Porites solida</i> 堅實微孔珊瑚				+												
Alcyoniidae 軟珊瑚科	<i>Lobophytum pauciflorum</i> 簡單葉形軟珊瑚										+						+
	<i>Lobophytum sarcophytoides</i> 肉質葉型軟珊瑚											+	+			+	
	<i>Sarcophyton ehrenbergi</i> 杯形肉質軟珊瑚								+		+				+		+
	<i>Sarcophyton glaucum</i> 藍綠肉質軟珊瑚										+					+	+
	<i>Sinularia exilis</i> 分離指形軟珊瑚										+		+				+
	<i>Sinularia flexibilis</i> 柔軟指形軟珊瑚										+	+					
	<i>Sinularia leptoclados</i> 細緻指形軟珊瑚										+				+		
	<i>sinularia nanolobata</i> 小葉指形軟珊瑚									+	+		+			+	
	<i>Cladiella tuberculosa</i> 瘤芽軟珊瑚															+	
Xeniidae 傘軟珊瑚科	<i>Xenia hicksoni</i> 奚氏異軟珊瑚						+										
	<i>Xenia kukenthali</i> 庫卡異軟珊瑚		+				+		+								
	<i>Cespitularia caerulea</i> 綠叢軟珊瑚		+												+		
	<i>Cespitularia stolonifera</i> 根叢軟珊瑚						+										

Family	Species	A01		A02		A03		A04		A05		A06		A07		A08	
		1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
	<i>Heteroxenia pinnata</i> 羽枝變異軟珊瑚			+			+								+		
Gorgoniidae 柳珊瑚科	<i>Rumphella antipathies</i> 灌叢柳珊瑚					+		+									
Isididae 竹珊瑚科	<i>Isis hippuris</i> 粗枝竹珊瑚										+	+	+				
Subergorgiidae 軟柳珊瑚科	<i>Subergorgia mollis</i> 網扇軟柳珊瑚					+		+							+		
	<i>Subergorgia suberosa</i> 軟木軟柳珊瑚							+									
Melithaeidae 扇珊瑚科	<i>Melithaea ochracea</i> 紅扇珊瑚				+	+		+			+						
Clavulariidae 羽珊瑚科	<i>Carijoa sp.</i> 雪花珊瑚					+											
Helioporidae 藍珊瑚科	<i>Heliopora coerulea</i> 藍珊瑚		+			+							+		+	+	+
Antipathida 鞭角珊瑚科	<i>Cirripathes spiralis</i> 螺旋角珊瑚						+										+
Ellisellidae 鞭珊瑚科	<i>Ellisella sp.</i> 絲鞭珊瑚							+									
	<i>Juncella fragilis</i> 白鞭珊瑚					+	+	+							+		+
Milleporidae 千孔珊瑚科	<i>Millepora platyphylla</i> 板葉千孔珊瑚						+		+	+			+		+		
	<i>Millepora tenera</i> 板枝千孔珊瑚				+	+	+	+	+			+	+	+	+		
Tubiporidae 筍珊瑚科	<i>Tubipora musica</i> 筍珊瑚	+				+				+		+	+		+		+
28 科	102 種	12	17	12	17	19	22	18	13	20	12	14	13	23	23	17	21

二、 綠島海域流速流向與水溫分析

綠島流速流向計分析紀錄：

流速流向計測，採用 FSI 公司製流速流向儀(ACM-Plus)，水中重量 1.8kg，以超音波的方式測量流向與流速，流速準確度在 $\pm 1\text{cm/sec}$ ，流向準確度 ± 2 度。流速流向儀裝置於綠島柴口保護區內(綠島北方)離岸約 30 公尺之水深 5 公尺處固定，分別記錄 1 小時內之平均流速流向，以 cm/sec 為單位。記錄時間為 2016 年 5 月 10 日上午 9 時入水，至同年 6 月 8 日上午 10 時出水，計 1 個月(29 天)共 696 筆資料，在流向之測量主要顯示為 360 度為主，其中為能簡便顯示本區域流向趨勢，本研究將流向進行 8 分向之區分如下：

1. 流向介於 22.5-67.5 度之間，朝向：東北流(↗)
2. 流向介於 67.5-112.5 度之間，朝向：東流(→)
3. 流向介於 112.5-157.5 度之間，朝向：東南流(↘)
4. 流向介於 157.5-202.5 度之間，朝向：南流(↓)
5. 流向介於 202.5-247.5 度之間，朝向：西南流(↙)
6. 流向介於 247.5-292.5 度之間，朝向：西流(←)
7. 流向介於 292.5-337.5 度之間，朝向：西北流(↖)
8. 流向介於 292.5-360 度及 0-22.5 度之間，朝向：北流(↖)

柴口海域的分時段流向變化詳細整理後如表 1，採用凌晨(1-6 時)、上午(7-12 時)、下午(13-18 時)、晚上(19-24 時)四時段之簡表如表 2 所示。其中可發現在凌晨時段(1-6 時)與上午時段(7-12 時)，本海域的流向以西北流為主(各佔 36%)，其次為西流(25%，32%)，及北流(24%，21%)，即凌晨與上午時段之西

北流、西流、北流等以第四象限的 3 區流向佔 85% 以上，其他 5 區則在 15% 左右。而下午(13-18 時)與晚上(19-24 時)，流向偏至以西流為主(36%，40%)，其次是西北流(各佔 32%)，及北流減少(17%，13%)。與凌晨與上午時段相同，下午至晚上時段仍以西北流、西流、北流等以第四象限的 3 區流向佔 85% 以上，其他 5 區則在 15% 左右。本海域以月均流向變化來看，以西北流(34%)及西流(33%)為主要流向。

而在流速方面，本海域的流速穩定，流速分佈約在 7-8 cm/sec，月均每小時的情形穩定，變化不大。其中凌晨(1-6 時)的平均流速為 8 cm/sec，大於 10 cm/sec 的流速佔 28%；上午(7-12 時)與下午(13-18 時)的平均流速為 7.3-7.4 cm/sec，大於 10 cm/sec 的流速僅佔 19-20%；而晚上(19-24 時)的平均流速趨緩為 6.7 cm/sec，大於 10 cm/sec 的流速僅佔 15%。但觀察期間最大流速發生於晚上時段。超過 20 cm/sec 的流速在觀察期間計 696 筆中僅有 2 筆，為 6 月 7 日(農曆 5 月初 5，大潮)晚上 19 時之流速達 21.5 cm/sec，其次是 5 月 24 日(農曆 4 月 18 日，大潮)的上午 8 時之流速為 21.2 cm/sec。本區的流速穩定，但在大潮期間(農曆 29 日-初 4、14-19 日)可能會發生瞬間流速增強情形。

綠島水下之流向分析

時間/圖層	5月10日	5月11日	5月12日	5月13日	5月14日	5月15日	5月16日	5月17日	5月18日	5月19日	5月20日	5月21日	5月22日	5月23日	5月24日	5月25日	5月26日	5月27日	5月28日	5月29日	5月30日	5月31日	6月1日	6月2日	6月3日	6月4日	6月5日	6月6日	6月7日	6月8日
1		↘	←	←	←	←	↑	↘	↘	↘	←	↑	←	←	↘	↘	↘	↘	↑	↘	↘	↘	↑	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘
2		↘	↘	←	←	↘	↑	←	↘	↘	←	↘	↘	↑	↑	↑	↘	↑	↑	←	↘	↑	↘	←	←	↘	↘	↘	↘	↑
3		↗	↘	←	↑	↘	↘	←	↘	←	←	↘	↘	↘	↑	↑	↑	↑	↘	←	←	←	←	←	↘	↘	↘	↘	↘	↑
4		↑	↘	←	↘	↘	←	↘	←	↘	←	↑	↑	↘	↘	↑	↗	↑	↘	↘	↘	↘	←	↘	↘	←	←	↑	↑	↘
5		↑	↘	←	↗	↘	↘	←	←	↘	←	↑	↘	←	↑	↑	↑	↗	↘	↑	←	↘	↘	↑	←	←	↘	←	↑	↘
6		↑	↘	↘	↗	↘	↗	←	↘	↑	↘	↑	↘	←	↗	↑	↗	↑	←	↘	↑	↘	↘	↗	↘	↘	→	↘	↑	↘
7		↘	↘	↘	↘	↘	↑	←	↘	↘	↘	↑	←	↑	↗	↑	↘	↘	←	↘	↗	←	↘	↘	↘	↘	↑	↑	↑	↘
8		←	↘	←	↘	↘	←	←	↘	↘	↘	↑	←	↘	↑	↑	↘	←	←	↘	↑	↘	←	↘	↘	←	←	↑	←	←
9		←	↘	↑	←	←	↑	←	↘	↘	←	↘	←	↘	↑	←	↘	↘	↑	↘	↑	↘	←	↘	↑	↑	↑	↑	↘	↘
10	↘	←	←	↘	←	←	↑	←	↘	↘	←	↘	←	↑	↘	↘	←	←	↘	←	↑	↘	←	↘	↑	↑	↑	↗	←	↘
11	←	↘	←	↘	↑	↘	↑	↘	←	←	←	↘	←	↘	↑	←	←	←	↑	↘	↑	↑	←	←	↘	↑	↗	↘	↘	
12	↘	←	←	↘	↘	←	←	↘	←	←	←	↘	↘	←	↘	↘	↑	↘	↑	↘	↘	↑	↘	←	↘	↑	↑	↘	↘	
13	↘	←	←	↘	↑	←	↘	←	←	←	←	↘	↘	←	↘	↑	↑	↑	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↑	↑	↑	↑
14	→	←	↘	↘	↗	←	←	↘	↘	←	←	↘	↘	↘	←	↑	↑	↑	←	↘	←	↘	↘	→	←	↘	↘	↘	↘	
15	←	←	↘	↓	↑	↘	←	↘	↘	↘	↘	↑	↘	←	↘	↑	↑	↑	←	↘	←	←	↘	→	←	↘	↘	↘	←	
16	←	←	↘	↑	↘	↗	↘	↘	↑	←	←	←	←	←	↘	←	↘	↑	↘	↑	←	←	←	↘	↑	↘	↘	←	←	
17	←	←	←	↑	↘	↘	↘	↘	↑	↑	↘	←	←	←	←	↘	↘	↑	←	↑	←	←	←	↘	↘	↘	↑	←	↘	
18	←	←	↑	↑	←	←	←	↘	↑	↑	←	←	←	↑	↘	←	↘	↘	↑	↘	↘	←	←	↘	↘	↘	↘	↘	↑	
19	↘	←	↘	↑	↘	↘	←	←	↘	↑	←	←	↘	↗	↑	←	↗	↘	↘	↘	←	←	←	←	←	←	↘	↘	↘	↑
20	↑	↘	↘	↘	←	↘	←	↘	↑	↘	←	←	↘	↘	↘	↘	↘	↘	←	←	↘	←	↘	←	↘	←	←	→		
21	→	↘	↘	↑	←	↘	↘	←	↑	←	↘	↘	↘	↘	↑	↘	↑	↑	↑	←	←	↘	←	←	←	↘	←	←	←	
22	←	↑	↑	↑	↘	←	↘	←	↘	←	↘	←	↘	←	←	←	←	↘	↘	↑	↘	←	↘	←	←	←	←	↘	↘	←
23	↘	↑	↘	↘	↘	←	↘	←	←	←	↘	↘	←	←	←	↘	←	↑	↑	↑	↘	↘	↓	←	↘	↓	↑	←	↘	
24	↘	←	↘	←	←	↘	↘	←	←	←	←	←	←	↘	↘	←	↘	↘	←	↘	↑	↘	↘	←	↘	↑	↑	←	↘	

綠島水下之流向分析

		柴口(北)							
		北流	西北流	西流	西南流	南流	東南流	東流	東北流
		↑	↖	←	↙	↓	↘	→	↗
Time (24-hour system)	Early morning (1-6)	24%	36%	25%	7%	0%	0%	1%	7%
	Morning (7-12)	21%	36%	32%	7%	0%	1%	0%	3%
	Afternoon (13-18)	17%	32%	36%	10%	1%	1%	2%	2%
	Night (19-24)	13%	32%	40%	9%	1%	0%	1%	3%
	Total	19%	34%	33%	8%	0%	0%	1%	4%

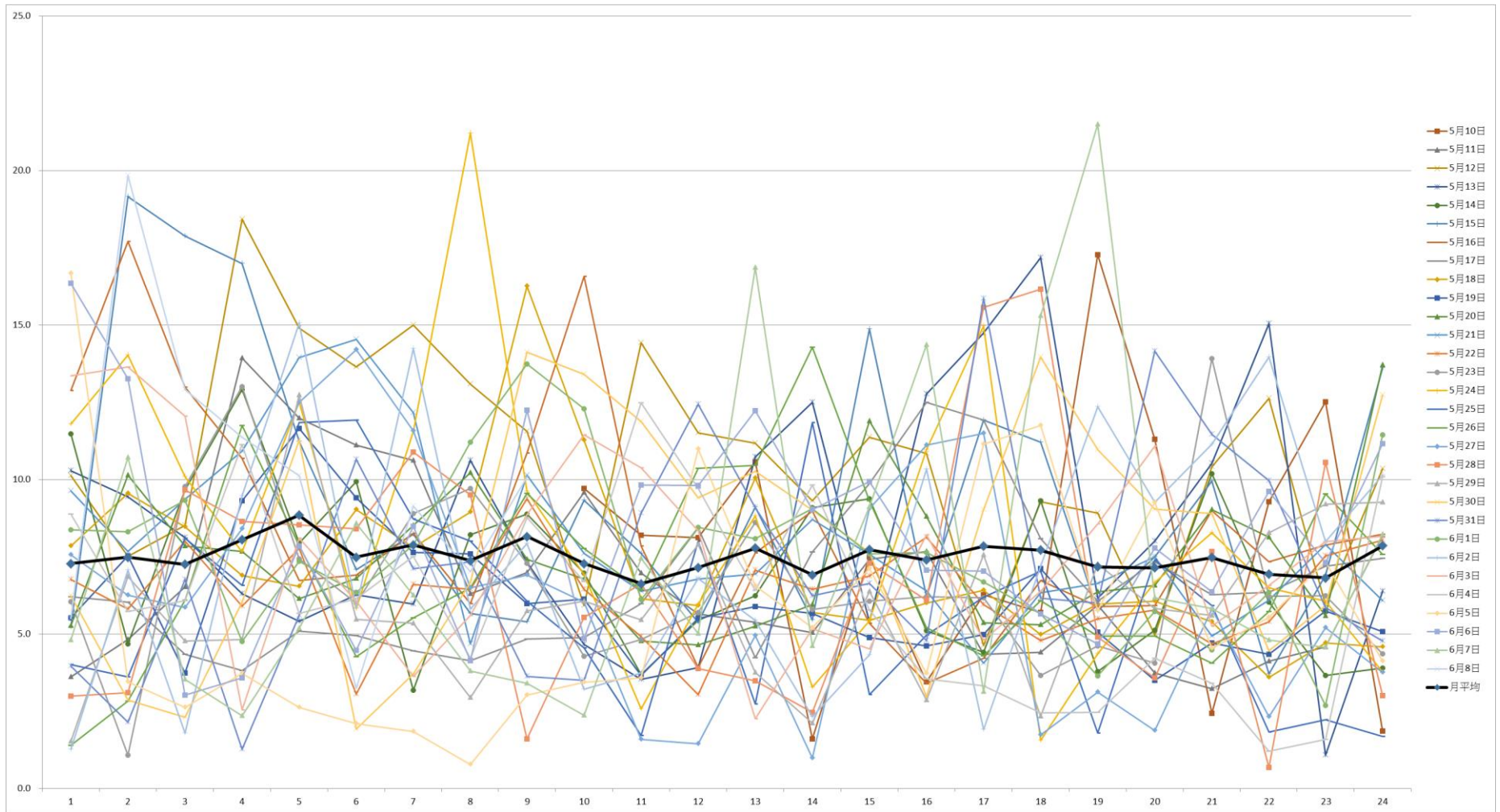
表綠島水下之流速分析

流速單位：cm/sec
 流速 1 節：每秒 51.44 公分

時間	5月10日	5月11日	5月12日	5月13日	5月14日	5月15日	5月16日	5月17日	5月18日	5月19日	5月20日	5月21日	5月22日	5月23日	5月24日	5月25日	5月26日	5月27日	5月28日	5月29日	5月30日	5月31日	6月1日	6月2日	6月3日	6月4日	6月5日	6月6日	6月7日	6月8日
1		3.6	10.1	10.3	11.5	5.2	12.9	6.2	7.8	5.5	5.3	9.6	6.8	6.0	11.8	4.0	1.4	7.6	3.0	1.5	6.2	4.0	8.4	1.3	13.4	8.9	16.7	16.4	4.8	5.5
2		4.8	7.5	9.4	4.7	19.2	17.7	6.0	9.5	7.5	10.1	7.7	5.8	1.1	14.0	3.6	2.8	6.3	3.1	6.9	2.9	2.1	8.3	7.1	13.6	5.7	3.5	13.3	10.7	19.8
3		6.5	8.5	8.1	9.7	17.9	13.0	4.3	8.5	3.7	7.8	9.4	8.0	9.8	10.1	8.1	6.1	5.8	9.7	4.8	2.3	6.8	9.3	1.8	12.0	6.1	2.6	3.0	3.5	12.9
4		13.9	18.4	6.3	12.9	17.0	10.7	3.8	6.9	9.3	7.7	10.9	5.9	13.0	7.7	6.6	11.7	8.4	8.6	4.8	6.0	1.3	4.8	9.5	2.5	11.1	3.7	3.6	2.4	11.4
5		12.0	14.9	5.4	7.9	11.2	6.7	5.1	6.5	11.7	6.1	13.9	7.8	7.4	12.5	11.8	7.9	12.5	8.5	12.7	11.3	5.6	7.4	15.1	8.1	5.7	2.6	7.8	5.2	10.1
6		11.1	13.6	6.3	9.9	7.1	6.9	4.9	9.0	9.4	6.8	14.5	3.0	6.0	5.8	11.9	4.3	14.2	8.4	5.5	1.9	10.7	6.4	5.9	6.1	6.1	2.1	4.5	8.6	3.2
7		10.6	15.0	6.0	3.2	8.2	8.3	4.5	7.8	7.6	8.5	12.2	6.6	8.9	11.5	8.7	5.5	11.6	10.9	5.3	3.7	7.1	7.9	14.2	3.6	7.5	1.8	8.5	6.3	9.1
8		6.3	13.1	10.6	8.2	5.7	6.0	4.1	8.9	7.6	10.2	4.7	6.4	9.7	21.2	8.0	6.5	6.5	9.5	2.9	6.7	7.3	11.2	5.8	5.6	4.2	0.8	4.1	3.8	7.0
9		7.0	11.6	7.3	8.9	5.4	10.9	4.8	16.3	6.0	7.4	10.1	9.4	7.3	9.6	6.1	9.6	6.9	1.6	5.7	14.1	3.6	13.7	7.9	8.9	8.8	3.0	12.2	3.4	10.1
10	9.7	9.6	5.9	4.7	7.0	9.3	16.6	4.9	11.3	6.1	6.8	7.6	6.5	4.3	6.9	4.5	7.8	6.0	5.5	6.1	13.4	3.5	12.3	3.2	11.5	6.7	3.4	4.8	2.4	
11	8.2	7.0	14.4	3.5	3.7	7.6	7.9	6.0	6.1	3.7	4.8	6.4	4.9	4.8	2.6	1.7	6.4	1.6	6.6	5.5	11.9	8.9	6.1	3.7	10.4	12.5	3.6	9.8	7.4	
12	8.1	5.6	11.5	3.9	5.4	5.4	3.9	8.4	5.9	5.5	4.6	6.8	3.0	5.7	6.0	8.0	10.4	1.4	3.9	7.9	9.4	12.4	8.5	6.8	8.3	9.7	11.0	9.8	5.0	
13	10.6	5.4	11.2	10.7	6.2	9.1	7.6	4.2	10.0	5.9	5.2	6.9	7.1	8.6	8.8	2.7	10.5	4.9	3.5	3.8	10.3	9.1	8.1	5.4	2.3	6.4	6.6	12.2	16.9	
14	1.6	5.0	9.3	12.5	9.1	5.5	9.0	7.6	5.7	5.7	6.0	8.7	6.4	5.8	3.3	11.8	14.3	1.0	2.5	2.1	9.0	6.2	9.1	2.3	5.2	9.8	5.2	9.0	4.6	
15	7.5	7.4	11.4	5.4	9.4	14.9	5.3	9.9	5.4	4.9	11.9	7.6	6.9	6.1	5.4	3.0	9.3	9.1	7.3	6.4	7.6	6.6	7.6	4.3	4.5	5.8	7.1	9.9	9.1	
16	3.5	7.7	10.8	12.8	5.1	6.2	3.4	12.5	6.0	4.6	8.8	6.4	8.1	6.2	11.0	5.0	5.2	11.1	6.1	2.9	3.0	4.8	7.6	10.3	8.2	3.5	3.7	7.1	14.4	
17	6.3	4.3	4.6	14.7	4.4	11.9	4.2	11.9	6.4	5.0	5.4	4.1	5.9	6.2	15.0	6.2	4.3	11.5	15.6	7.6	9.0	15.8	6.7	1.9	4.8	3.3	11.1	7.0	3.1	
18	5.7	4.4	9.3	17.2	9.3	11.2	6.7	8.1	5.0	7.1	5.3	6.3	4.8	3.7	1.6	7.0	6.1	1.7	16.2	2.3	14.0	6.2	5.7	7.2	6.4	2.4	11.8	5.7	15.3	
19	17.3	5.9	8.9	6.2	3.8	5.7	5.9	6.1	6.0	5.1	6.4	6.6	5.5	4.6	4.4	1.8	4.9	3.1	4.9	7.3	11.0	6.0	3.6	12.4	8.6	2.5	5.8	4.7	21.5	
20	11.3	3.7	5.0	8.0	5.1	7.5	5.9	7.3	6.1	3.5	6.6	7.5	5.8	4.0	6.7	7.4	4.9	1.9	3.6	5.8	9.0	14.2	5.7	9.3	11.1	4.2	9.3	7.8	6.2	
21	2.4	3.2	10.4	10.5	10.2	10.0	9.0	6.3	5.4	4.7	9.0	4.9	4.7	13.9	8.3	5.9	4.0	5.8	7.7	5.6	8.9	11.5	4.5	11.1	5.2	3.4	4.5	6.4	5.8	
22	9.3	4.1	12.6	15.0	6.0	3.7	7.3	6.4	3.6	4.3	8.1	6.1	5.4	6.2	6.5	1.8	5.7	2.3	0.7	8.3	4.4	10.0	6.4	14.0	6.6	1.2	5.5	9.6	4.8	
23	12.5	4.6	5.9	1.1	3.6	6.9	7.9	7.2	4.7	5.7	5.6	7.9	7.5	6.2	6.1	2.2	9.5	5.2	10.6	9.2	5.9	5.9	2.7	8.0	8.0	1.6	7.3	7.3	4.6	
24	1.9	8.2	10.3	6.4	3.9	13.6	8.2	7.4	4.6	5.1	13.7	6.1	8.0	4.4	3.8	1.7	7.6	3.8	3.0	9.3	12.7	4.8	11.4	10.1	8.2	10.1	4.1	11.2	8.2	

綠島水下之流速分析

		柴口(北)						
		月均流速	大於	介於	小於	最大流速	最小流速	
		(cm/sec)	10cm/sec	5-10cm/sec	5cm/sec	(cm/sec)	(cm/sec)	
Time (24-hour system)	Early morning (1-6)	8.0	28%	48%	24%	19.8	1.1	
	Morning (7-12)	7.4	19%	56%	25%	21.2	0.8	
	Afternoon (13-18)	7.3	20%	54%	26%	17.2	1.0	
	Night (19-24)	6.7	15%	53%	32%	21.5	0.7	
	Total	7.3	20.5%	53.0%	26.4%	21.5	0.7	



綠島柴口水下之各小時流速變化

對於當地的流速流向，陳昭倫等(2008)「綠島海域污染監測及防治與珊瑚礁群聚結構調查」成果報告中之100頁指出，在柴口附近安裝海流儀，觀察5月7至10日的流場，其最大流速約10cm/sec，大部分流場方向雜亂無章，但約略可看出稍微平形海岸線流動，由流場向量圖中顯示5月7日至17日的平均流場為北北西方向。而東、西岸之柚子湖及南寮相關流速較快。

與本調查相較之下，相差不多，柴口地區的流速流向以西北流較多，且流速以5-10cm/sec為主。

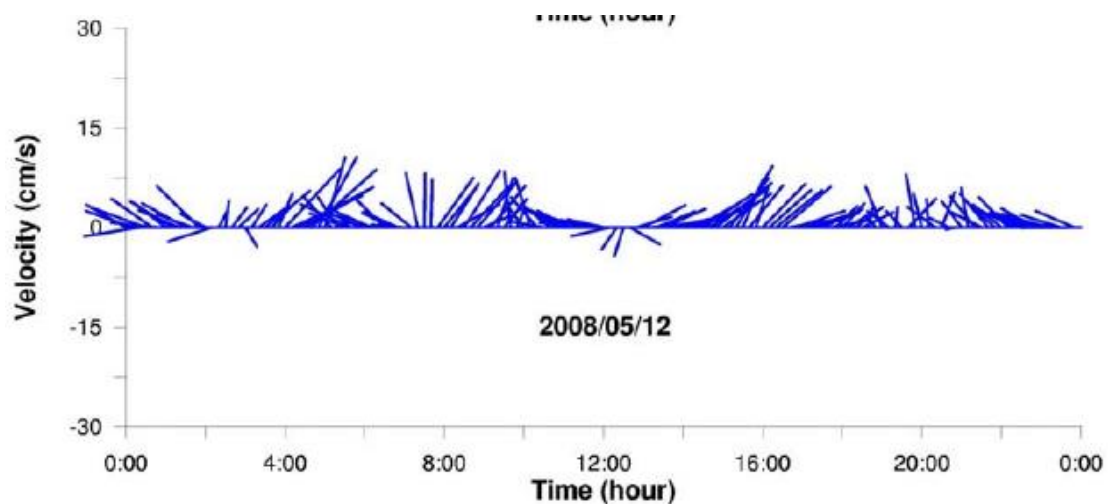


圖 4-5 柴口海流測站之大小方向矢量圖(stick diagram)。

From: 陳昭倫等(2008)「綠島海域污染監測及防治與珊瑚礁群聚結構調查」成果報告。

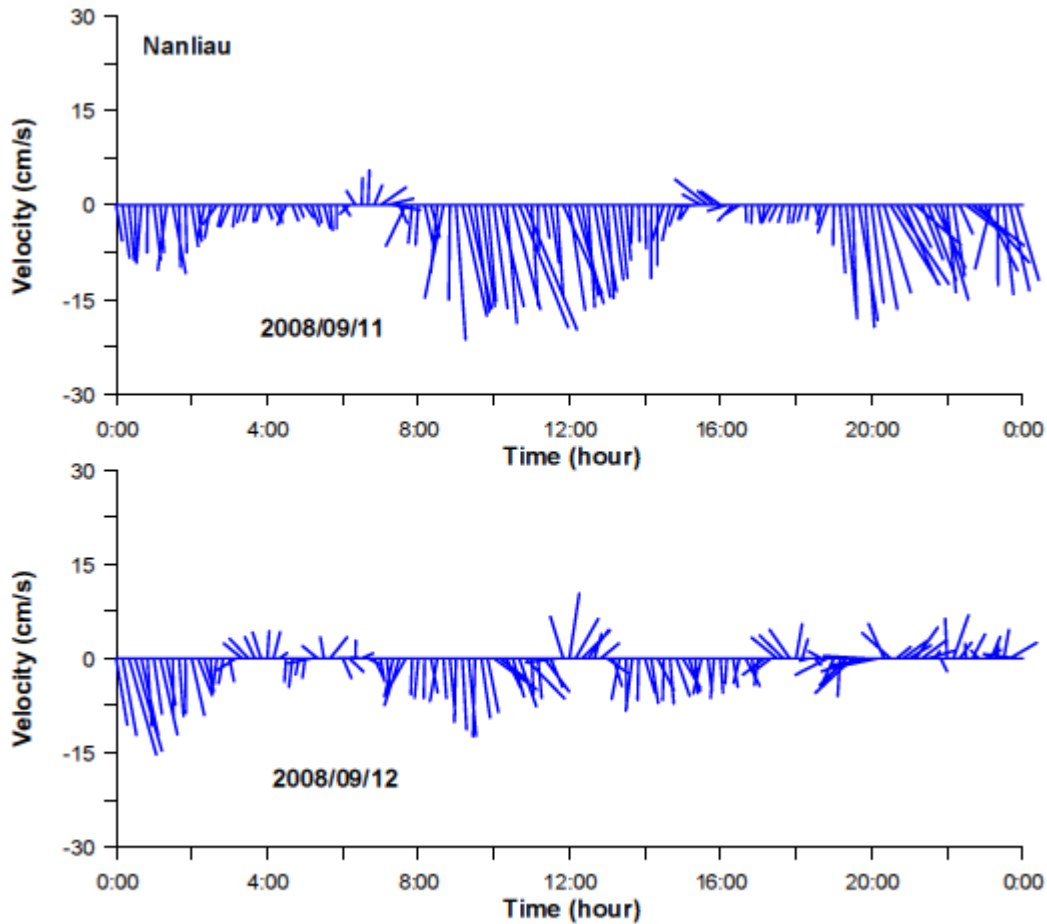


圖 4-8 南寮海流測站之大小方向矢量圖(stick diagram)。

From: 陳昭倫等(2008)「綠島海域污染監測及防治與珊瑚礁群聚結構調查」成果報告。

利用前人之研究資料來看，石朗地區的流速較柴口快，大致上流速不超過15cm/sec，而流向則是以南流為主。

而在水下水溫的變化方面，由於綠島受來自赤道的溫暖海水的黑潮所影響，終年由南向北流經台灣東邊，因此綠島周圍的海水溫度終年保持在20°C以上，冬季最低溫仍有約22°C，夏季最高可達30°C，年平均溫攝氏23°C。本調查採用本研究團隊於2015年放置於石朗保護區之水下溫度變化記錄進行分析，由圖的趨勢可知，9月末時水溫較高，

大部分在28-30°C，10-11月份季節轉變，東北季風起時之水溫下降，平均水溫在27.2-27.7°C之間，最低溫度尚有25°C以上。而12月份水溫逐漸下降，12月平均溫度到達25.6°C。2015年12月末水下溫度劇降，到達23.8°C。1月份水溫有回溫至26°C左右，但2016年1月末(1/23-26日)及10日後的2月初發生二波霸王級寒流，平地氣溫降到5°C左右，重創南台灣養殖虱目魚、石斑魚等水產業，損失達3億2709萬元。但此處的水下溫度仍有24-25°C，水下溫度並未劇降，在新聞中偶有看到海水產生水氣的奇景。2月及3月是此處水溫最低時，平均水溫在24.8-24.9°C，最低溫可達 22.7°C。而4月初時水溫仍在26°C以下，至4月中旬後水溫逐漸上升。

表 石朗海域每月水下溫度平均

測站 17 之水下 7-9m 溫度	平均溫度	最高溫度	最低溫度
2015 年 9 月 (9/23 啟動)	28.8	30.2	26.3
2015 年 10 月	27.7	30.5	25.7
2015 年 11 月	27.2	28.9	25.1
2015 年 12 月	25.6	26.9	23.8
2016 年 1 月	26.1	27.3	23.6
2016 年 2 月	24.8	25.7	23.5
2016 年 3 月	24.9	26.3	22.7

2016 年 4 月 (4/26 止)	26.4	28.2	23.3
---------------------	------	------	------

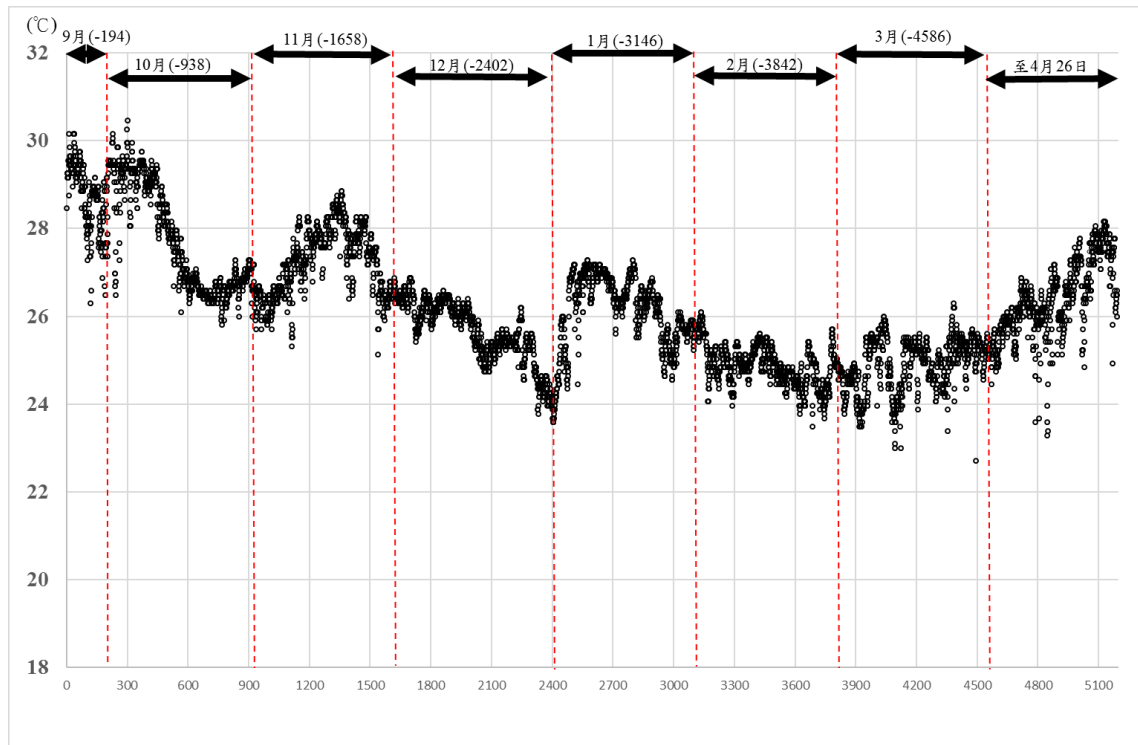
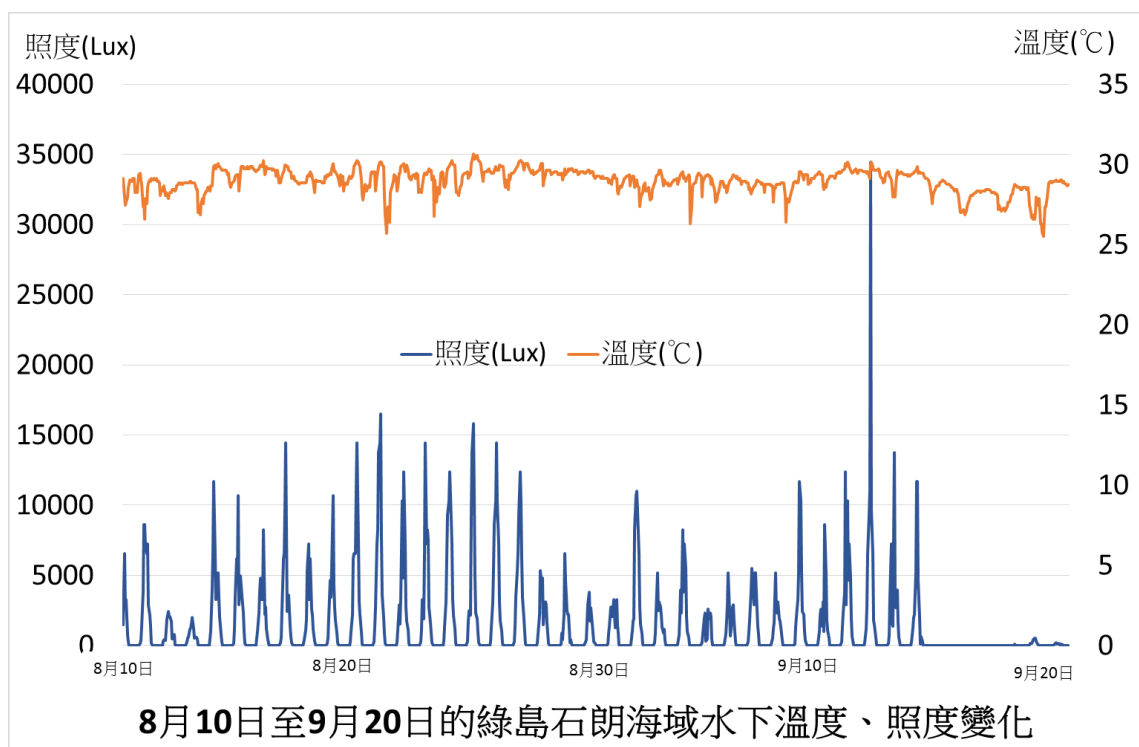


圖 石朗海域 9 月至 4 月水下溫度變化

依本年度尼伯特颱風過後，在石朗地區水下 5 公尺處放置光照儀，以每小時記錄水溫及照度，照度採用 Lux 單位，即照度=光通量/面積，是為被照射物體的表面，1 燭光/1 米平方=1 Lux，大致上例如商品陳列室、櫥窗等地的照度會達到 1000-3000Lux，而閱讀、研究室、辦公室等大約會有 500-1000Lux。由本調查於 8 月 10 日至 9 月 20 日的水下溫度來看，在 8-9 月的暑期照度大，在 1 日之間的變化為早晨 5 時，照度為 0Lux，到早晨 6 時，照度可達 100-500Lux，在 8 月 20 日之附近早晨 7 時的照度已到達約 1500Lux，照度最達峰在 11-13 時之間，照度均超過 10000Lux，甚至可超過 15000Lux 左右，下午 1400 後照度減弱，到下午 1700 的照度仍可達 1000Lux，但下午 1800

照度迅速減弱至 100Lux，下午 1900 則照度為 0Lux。在颱風來臨或海況不佳時，照度亦為減弱。但大致上看來，暑期的綠島的潛水，在上午 7 時就可進行，照度佳，且潛水攝影的效果好，可持續至至下午 1700。而在水溫方面，溫度則在 25-30°C 之間，白天的溫度幾乎在 28-29°C，晚上也有 27°C 左右，非常適合進行潛水活動。



陸、 環境評估項目

一、 針對繫錨點說明環境評估項目

(1) 說明繫錨點設置原因

105 年造訪綠島觀光高達 36 萬餘人次，夏季和週末假日為高峰時期。而其中休閒潛水的觀光型態佔很大比例，為綠島海洋觀光很重要的環節。

當潛水船隻抵達目的地潛點後，船隻若自行投錨固定，船錨本身會因為船隻在上方拉扯而移鉤傷害珊瑚群體，且下錨時船錨因為海流影響，會拖動附近珊瑚礁石造成對珊瑚礁的傷害，若是由船家自行設置，繫錨點常隨意網綁於珊瑚礁上，錨繩摩擦礁體，也造成珊瑚礁的傷害。

繫錨點的設置是為永續海洋觀光環境，正確的繫錨點設置可以讓船隻靠近潛點時，有固定的海面錨定點，藉以臨時勾掛停靠，不會傷害珊瑚礁體，也以提高潛水活動安全性；潛水員使用錨定繩下潛，也可在流強時依靠錨定繩上升作 3 分鐘的安全停留。經過定期維護繫錨點可保護海洋環境，永續海洋觀光發展。

(2) 墾丁國家公園繫錨點作法

水面上：若是潛點位在漁業資源保育區內，用明顯大型的浮標標示，若是潛點在保育區外，則將浮標縮小且下沈 3 米在下沈的浮標上另繫一條小繩，尾端綁著塑膠泡綿浮露出海面，藉此讓潛水船隻尋回繫錨浮標讓潛水船隻勾掛浮標有照明警示，颱風期浮標會由定期維護業者取下。

水面下：尋找堅固礁底岩塊，利用天然孔洞綁定錨栓 中層利用輪胎緩衝，間接中層浮球另外繩索連接表層浮球

由於選定保育區外圍的繫錨點非航道、非漁民作業區域，而保育區外，下沉的浮標也儘可能避免干擾行經的船隻，公部門定期公告繫錨點位置，定期執行維護保養。

墾丁國家公園在民國 99 年設 20 處繫錨點後，統計約減少各式船隻 1340 次的下錨次數，在 100 年總計建置 23 個繫錨潛點，供休閒潛水所使用，在防止下錨造成珊瑚礁破壞，有顯著的成效。

(3) 綠島繫錨點建議設置作法

水面上，延用墾丁國家公園水面上繫錨點作法，水面下固著方式則儘量不採捆綁天然礁方式，參考國外海洋保育區界標浮球施工工法，利用氣動設備，在預定繫錨點鑽孔打入化學錨栓，通過特製的化學粘接劑，將錨栓固定於鑽孔中，讓繫錨設施能長期可靠地用於水下固定應用。

環境影響說明：根據以上評估，目前繫錨點規畫的設置方式為對生態與水下環境最友善的設置方式且為世界各先進國家採用，且日後執行經營管理計劃，持續維護保養，相信定可將寶貴的水下觀光資產永續經營下去

二、施工工法說明

繫錨點施工工法說明：

- 1、 利用水下氣動設備在選擇好的預定繫錨點鑽孔。
- 2、 鑽孔前量測，且檢驗鑽孔孔深。

- 3、 打入化學藥劑且確保藥劑填滿孔隙，將錨栓旋入鑽孔中，以達到旋錨柱與原有結構結成一體。
- 4、 每個繫錨點預計使用3個鑽孔來固著錨繩，利用3個化學錨栓將容許拉力提昇，以避免水面拉力過大造成錨栓脫落，且於施工後進行拉拔測試。
- 5、 將繫錨浮球用纜繩勾掛在錨栓上。
- 6、 利用水下氣動設備在選擇好的預定繫錨點鑽孔。
- 7、 鑽孔前量測，且檢驗鑽孔孔深。
- 8、 打入化學藥劑且確保藥劑填滿孔隙，將錨栓旋入鑽孔中，以達到旋錨柱與原有結構結成一體。
- 9、 每個繫錨點預計使用3個鑽孔來固著錨繩，利用3個化學錨栓將容許拉力提昇，以避免水面拉力過大造成錨栓脫落，且於施工後進行拉拔測試。
- 10、 將繫錨浮球用纜繩勾掛在錨栓上。

化學錨栓說明

是一種新型的緊固材料，由化學藥劑與金屬桿體組成，通過特製的化學粘接劑，將錨栓固定於鑽孔中。

化學錨栓適用於各種作業及水底下施工，可在潮濕環境下使用

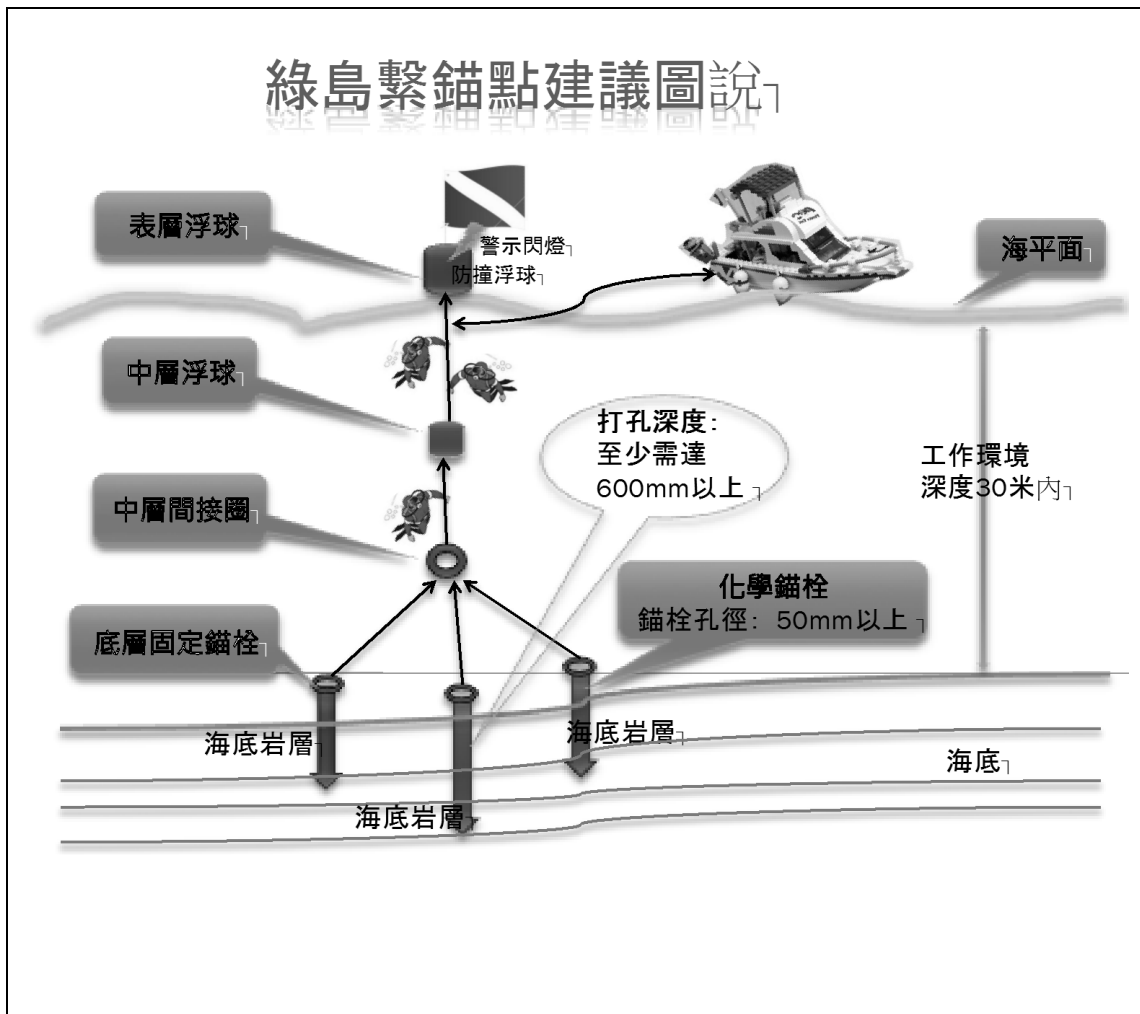
能長期可靠地用於水下固定應用。

目前應用於：

- 船塢、碼頭、水下扶梯、碼頭橋、防舷材、繫船柱、浮筒、浮橋

特點

- 高效：無需吸乾固定區域，可直接在水下固定
- 可靠：可在淡水或海水環境的混凝土及岩石中使用



三、 經營與管理計劃

(1)單一繫錨點建置費用評估：

每個繫錨點因岩層硬度、鑽探難易等環境差異，若以可供2艘船隻同時繫錨，建議基本規格如下

打孔深度：至少需達600mm以上，錨栓孔徑：50mm以上，安全拉力(kg)：18000，螺桿強度：使用碳鋼鍍鋅材質。

適合施作之季節：每年3月至6月

費用估算：

項次	項 目	單位	數 量	總 價	備 註
1	各式水下氣動工具器材租用 (1)機 具：岸上供氣設備，高速空壓機， 化學錨栓加壓機 (2)潛水設備及零星五金，施作器具 製作、手工具 (3)工作船租用	式	1	90.000-	工期預估 3 天 (不含交通時 間)
2	繫錨點施工用器具：施作材料、 錨鍊、警示燈具、浮球、化學錨 栓	式	1	72.000-	水中作業安全 措施 含緊急備用氣 槽與信號索及 安全索

3	水下作業及安裝費用： 作業所需人力： 如潛水工作人員（潛水長級以上），岸上輔助員 安全衛生設施： 含每日維護清潔及保險	式	1	56,000-	7人／天 （人力預估：船長、水面戒護人員、水下工作人員、水下記錄人員）
4	施工及完工報告	份	1		
	總 計			21.8 萬元	

註：此為首次施工單一潛點作業，實際試做與測試，有助於了解經費支用情況，後續潛點施工費用應可下降15%以上。

(2)保養維護計劃

參考墾丁國家公園 105 年度『二處海洋資源保護示範區海上界標浮球、16 處繫錨點及大小咾咕石 6 具警示燈保養維護』所提服務建議書概算，建議綠島繫錨點日後維護保養計劃與概算預估。

維護保養計劃：

為保育海洋生態，保護珍貴的水下觀光資產，特訂綠島繫錨點保養維護計劃，希藉此繫錨點維護計劃定期執行，永續海洋環境且促進海洋生態觀光。

說明：

(1)石朗海洋資源保護示範區，預估其海上界標浮球計有：#1、#2、

#3、#4 等四組浮球(含夜間警示燈具)。

(2)柴口海洋資源保護區，預估其海上界標浮球計有：#5、#6、#7、#8 等四組浮球(含夜間警示燈具)。

(3)綠島海域繫錨點，專供一般遊艇或潛水船隻於水域遊憩活動中固定船隻繫錨使用，依據本案調查完成可供使用之繫錨點，共計 10 處繫錨點。

(4)保護示範區界標浮球，颱風前、後之緊急回收及後續佈放安裝作業。

定期維護要項說明:

繫錨點**定期維護**工作項目:

(1)10 處潛點保養維護暨損壞主動檢修維護 (不含颱風災害)

(2)保育區內各警示浮球鋼纜繩索及閃光燈具，損壞主動檢修維護

定期保養維護細項說明，請參考每月保養維護費用評估表

不定期維護要項說明:

(1)颱風前、後緊急拆卸回收及後續佈放安裝作業。工作細項請參考不定期維護要項

每月保養維護費用評估表

保養維護工作項目、名稱及單價分析	數量	單位	單價	小計
1.船隻油料費(檢視查看 x1 趟；保修維護 x1 趟)	2	趟	3,000	6,000
2.船長工資	2	員	1,500	3,000
3.潛水教練/水底作業人員工資(含水下拍照)	4	員	1,500	6,000
4.潛水氣瓶(充氣費)	4	支	100	400
5.一般保養維護所需耗材及工資(每月)：	1	式	3,900	3,900
(1)#1 鹼性電池、保護區旗幟。				
(2)繫錨點用各式浮球..等				
(3)各式束帶/黃油/工作手套/不銹鋼白鐵線...				
(4)界標浮球/上下夾板/不鏽鋼管座(含燈座).				
(5)各式浮球、五分、六分尼龍繩、閃光器...等				
(6)大、小D型環、8字環及五分鋼纜、鋼鏈等				
(7)膠帶/刷子/及其他五金料件工具...等				
	小計		19,300	(元)

颱風前、後不定期維護費用評估表

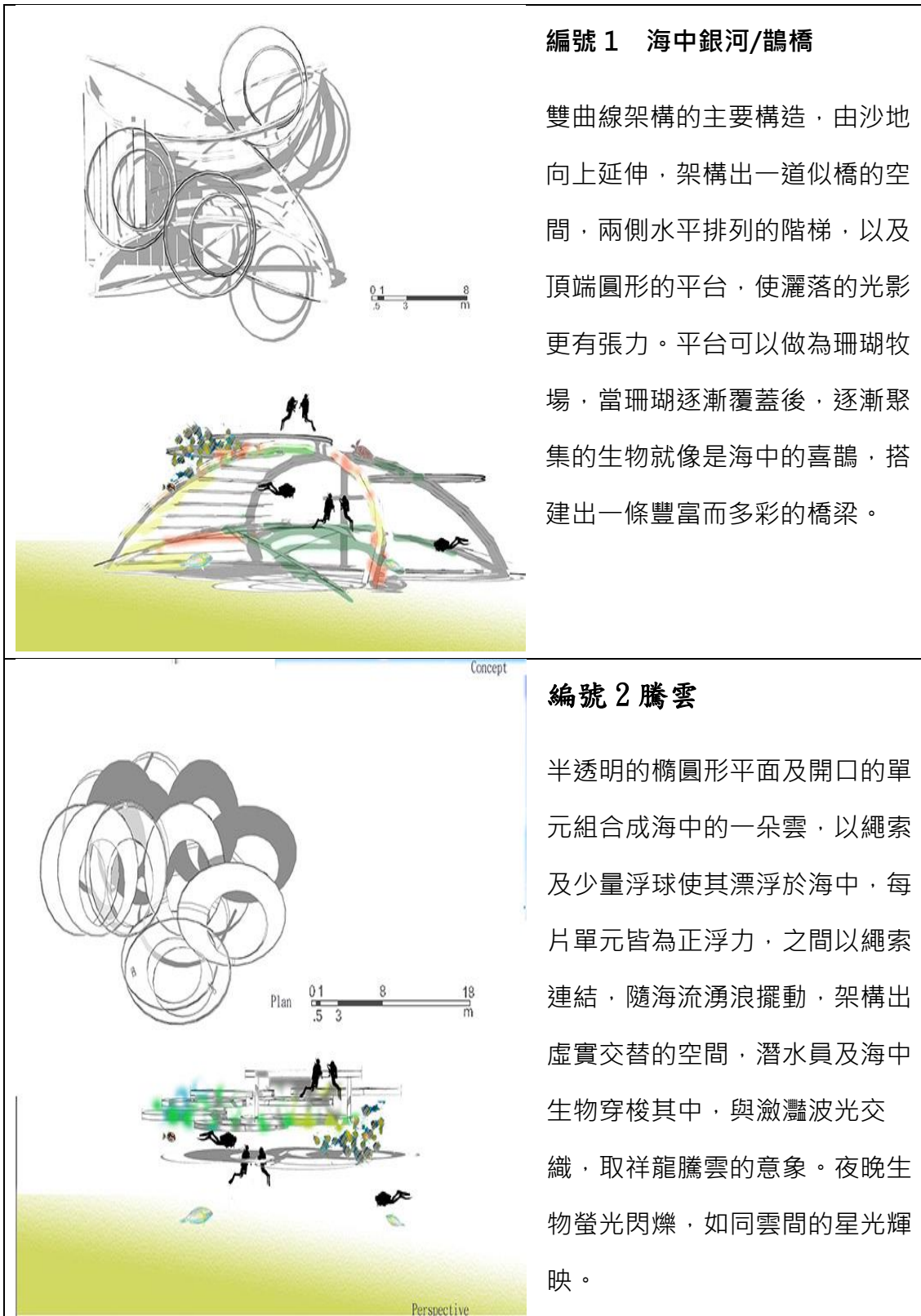
保養維護工作項目、名稱及單價分析	數量	單位	單價	小計
1.船隻油料費(颱風前緊急回收浮球合計 X X組)	2	趟	3,000	6,000
2.船隻油料費(颱風後佈放安裝浮球合計 X X組)	2	趟	3,000	6,000
3.船長工資	4	員/人次	1,500	-

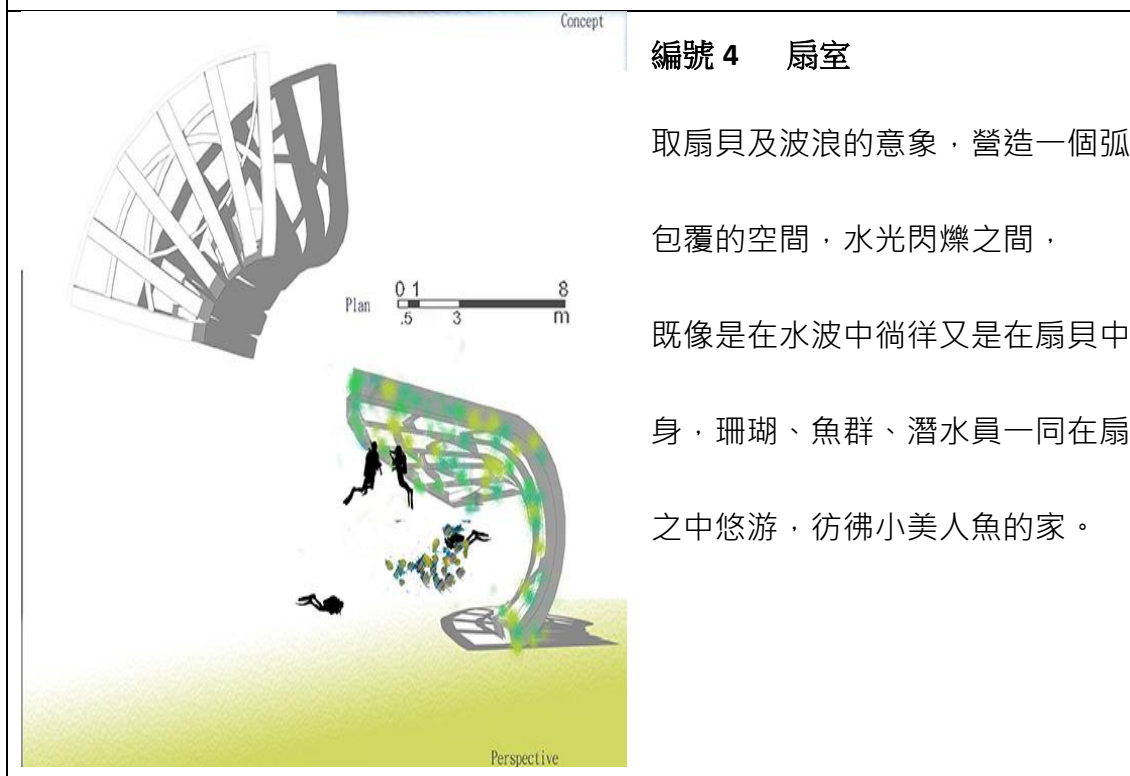
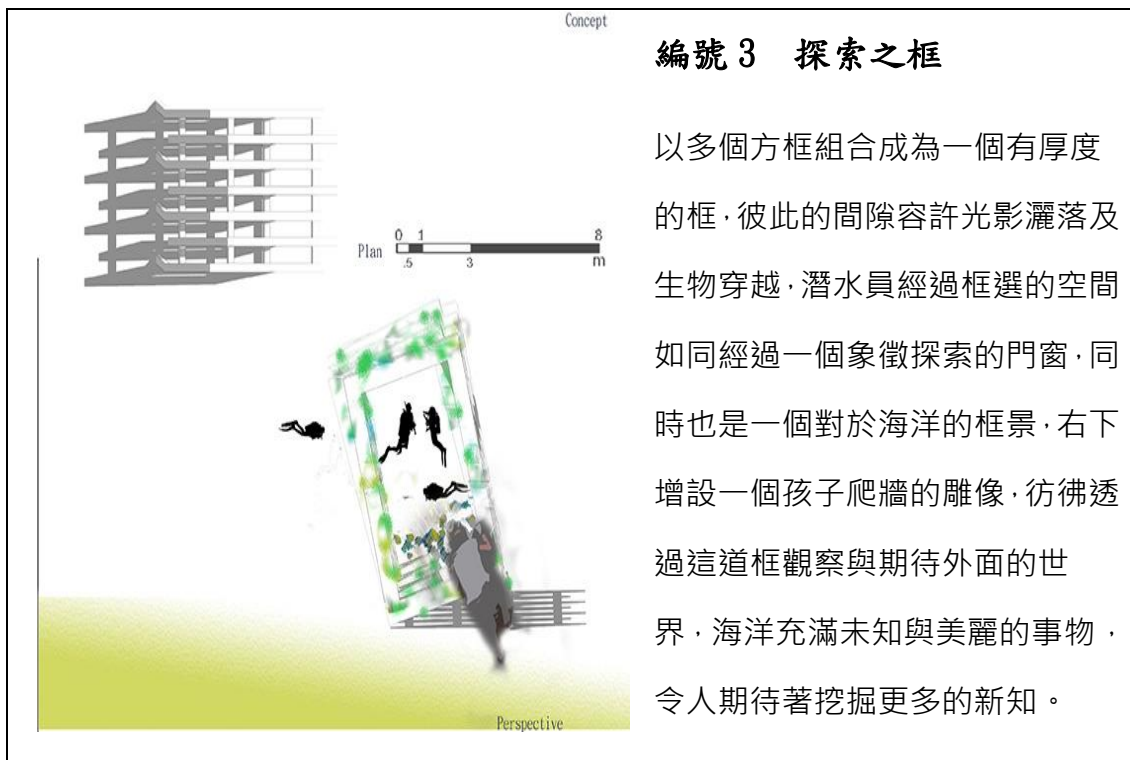
4. 艙面/水面作業人員(每趟 1 人)	4	員/人次	1,200	-
5. 潛水教練/水底作業人員工資(每趟 2 人)	8	員/人次	1,500	-
6. 潛水氣瓶充氣費(緊急回收-每趟/水底作業/2 支)	8	支	100	-
7. 潛水氣瓶充氣費(佈放安裝-每趟/水底作業/2 支)	8	支	100	800
	小 計		12,800 (元)	

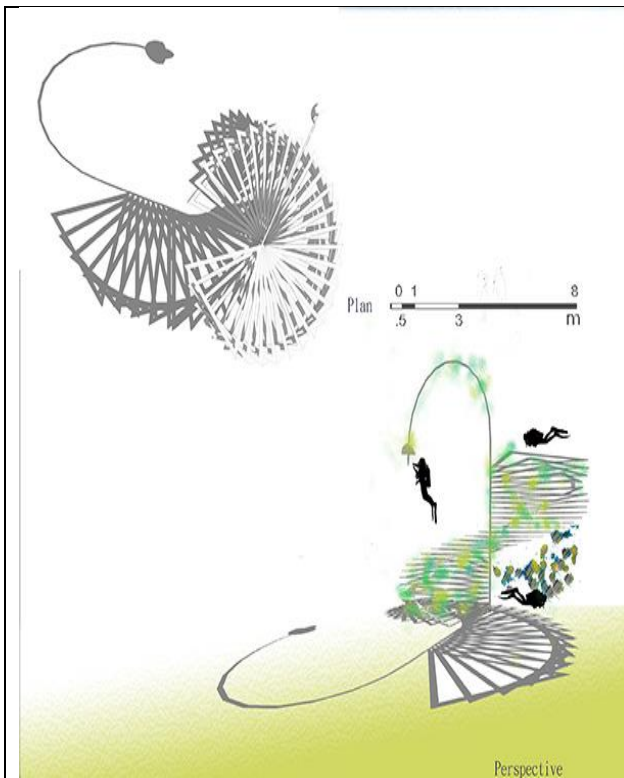
1、綠島海域『10 處潛點水面及水下』繫錨點與『石朗保護區』『眺石保護區』界定浮標保養維護費每月小計 19,300 元

2、繫錨點或保育區界標浮球在颱風前、後之緊急回收及後續佈放安裝作業，採實作實付方式辦理；緊急拆卸回收及佈放安裝每趟所需費用合計 12,800 元

柒、 水下服務設施規劃圖



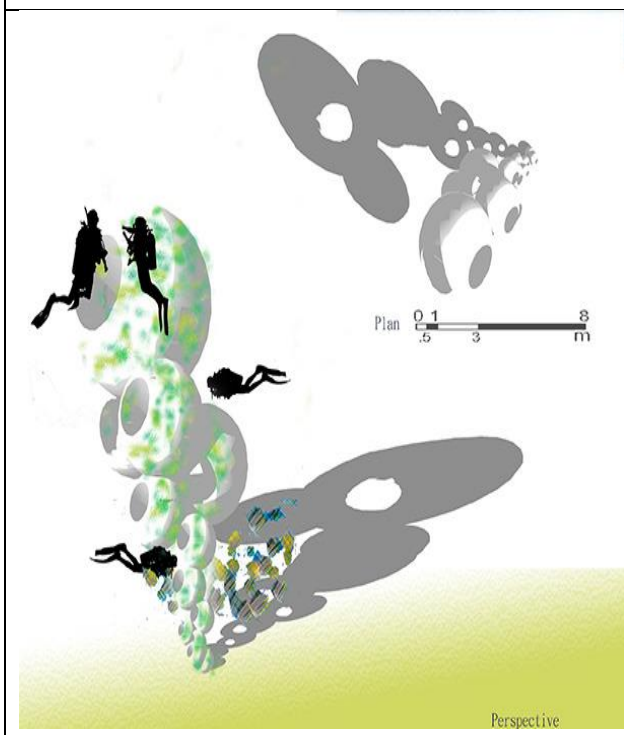




編號 5 旋梯

步步高登光重落

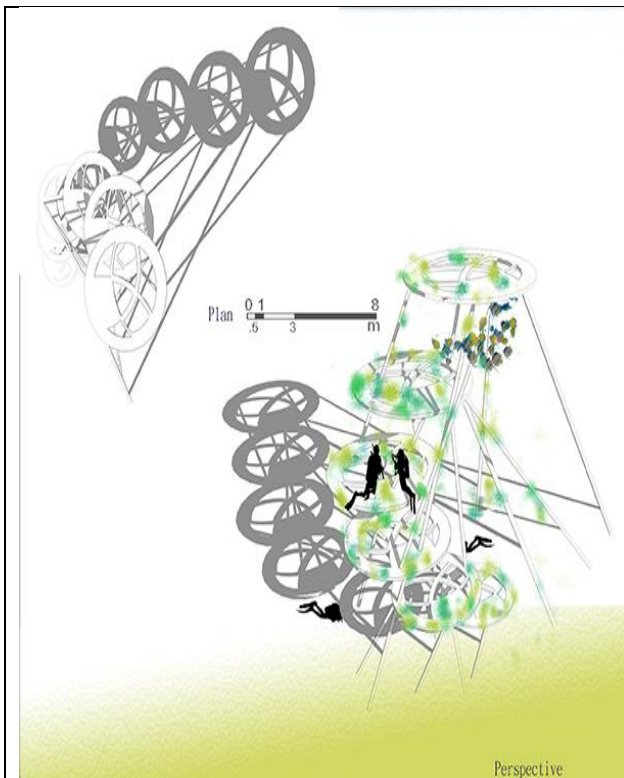
以三角形為基本元素構成的旋轉梯，中心的圓柱反轉向下，增加一些裝飾性的變化，簡單的幾何構造，創造豐富的光影。



編號 6 浮泡

嬉遊白泡輕浮夢

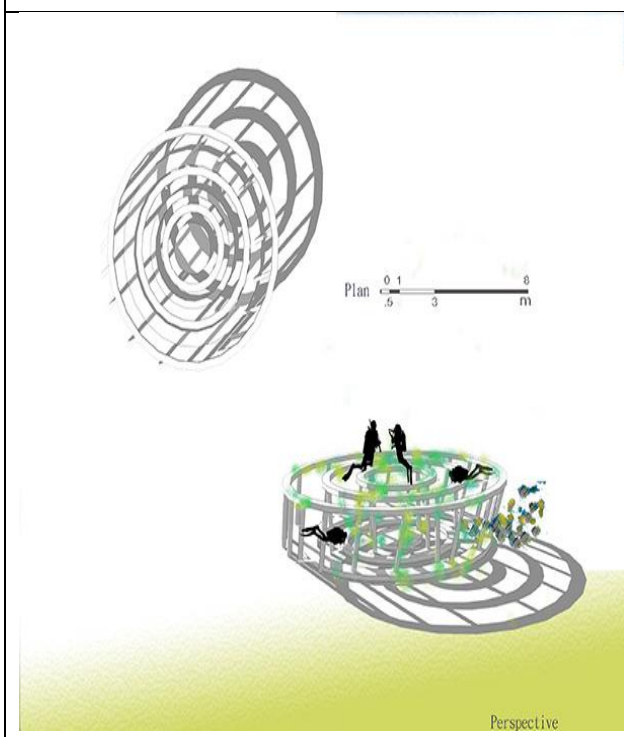
以薄殼結構構成如泡沫堆疊的型態，潛水員可以穿梭盤旋，可以選擇不同透明度的材質，構成不同的光影變化，同時附著的生物也可以為這個裝置增加不同的豐富面貌。



編號 7 網盤

光影密織網心奪

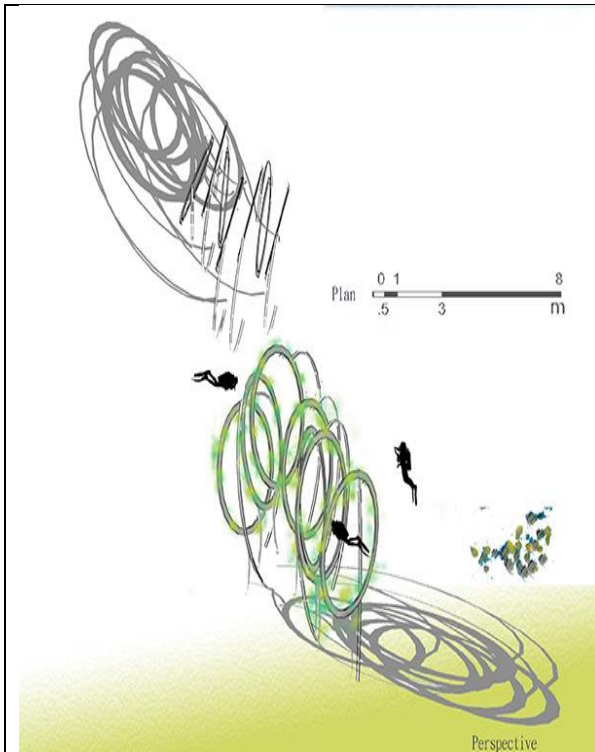
以圓盤以及斜撐交錯編織構成如網狀的結構及光影變化，網不一定是殺害海中生物的印象，也希望可以成為生物附著生生不息的裝置。



編號 8 曲圈

層層旋繞影輕泊

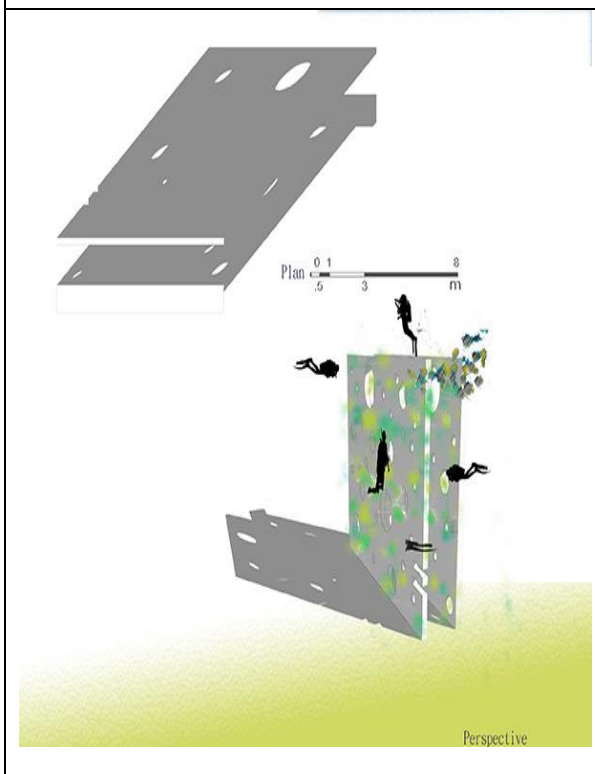
穿越不同角度與高度的圓圈，有點類似洞穴，又像是遊樂園裡的隧道，也是遊戲性較強的裝置，也可以在穿越中檢視一下自身的技巧，如中性浮力的控制技巧



編號 9 漣漪

滴答跳躍同心圓

取漣漪的意向，用同心圓當作基本的結構，潛水員像是激起漣漪的小小物體，在海中輕巧跳躍，與生物們共舞。



編號 10 攀牆

高牆獨攀望日灼

遊戲性較強的裝置，潛水員可以暫時脫下蛙鞋，在水中攀爬高牆，或是坐在牆上觀看四周，藉由這樣的方式對比陸地上與海中的重力經驗，應是有趣的體驗。

捌、 各期審查意見與回覆記錄

一、 工作計劃書審查意見與回覆

會議日期：105 年 04 月 19 日上午 10 時整		
地點：第一會議室 主持人：林副處長維玲		記錄：周欣宜
出席與列席人員 (略)	<p>結論：</p> <p>(一) 第一場說明會請與綠島站辦理之開放水域救生員培訓結合以提高參與率。</p> <p>(二) 繫錨浮標地點與水下服務設施之調查可依實際狀況綜合調整，以豐富呈現未來可能施作地點之海底生態為原則。</p> <p>(三) 國內外案例評析部份請加入國內法規探討，分析投放水下設施的可行性。</p> <p>(四) 本次工作計劃書依當日補充資料及本次紀錄修正後</p>	<p>回覆：</p> <p>(一) 配合辦理，已於 6 月 6 日上午 8 點 30 在綠島遊客中心會議舉辦完成。</p> <p>(二) 配合辦理，將依實際調查狀況後提出綜合調整。</p> <p>(三) 配合辦理，預定於 7 至 9 月間完成</p>

	通過	
--	----	--

二、期中報告審查意見與回覆

<p>會議日期：105 年 8 月 16 日(星期二)14 時 30 分</p> <p>地點：第一會議室 主持人：林處長信任 記錄：周欣宜</p>	
<p>一、 以下請納入期中報告書修正</p> <p>(一) 請補充說明墾丁浮標採水下 3 米方式，為何不影響漁船作業及潛水人員如何確知其位置。</p> <p>(二) 因第一次說明會民眾意見認為外礁型潛點不宜作繫錨點，潛點調查請調整改以(1)公館鼻左側潛點、(2)公館鼻右側潛點、(3)饅頭山前潛點、(4)柴口右側潛點等四個沿岸型潛點替代。</p>	<p>說明：</p> <p>(一)墾丁國家公園範圍內海域在民國 100 年就已經陸續完成建置 23 個繫錨潛點供休閒潛水所使用，在保護區內用明顯的大型浮標標示潛點位置，在保護區外則將大浮標下沉 3 米，且在下沉的浮標上另繫一條小繩尾端綁著塑膠泡綿浮露出海面，藉此讓潛水船隻尋回繫錨浮標。由於選定保育區外圍的繫錨點非航道亦非漁民作業區域，而下沉的浮標也</p>

	<p>儘可能避免干擾行經的船隻，加上公部門定期公告繫錨點位置與定期執行維護保養，建置後潛水觀光船隻都明確知道潛點位置且與漁民作業並無太大衝突。</p> <p>(二)依調整後繫錨點配合辦理。</p>
<p>二、 以下請納入期末報告書</p> <p>(一) 請參考其他案例，提供繫錨浮標之施作工法、施工技術及施工人員條件、工法、材質、使用年限、維護管理、逐年維護工項及費用初估，並評估設置浮標感測器之可能性及預估費用。</p> <p>(二) 說明目前規劃 15 個繫錨點之施作優先順序。</p> <p>(三) 因人工設施物恐不利減緩天然礁海域之遊憩壓力，水下</p>	<p>說明：</p> <p>(一)繫錨浮標之施作工法與逐年維護工項支出等，請參第 144 至 151 頁說明。</p> <p>(二)依據第二場說明會討論事項決議內容：石朗區與柴口區、大白沙均同意建置繫錨點，龜灣鼻、雞仔礁、公館鼻左右、饅頭山前不同意，故原規劃 15 點更改為 10 個點，若以保育區內先行試作繫錨示範</p>

<p>設施規劃請依依法規、民意、效益等面向確實評估，並請補充推廣船潛之其他替代方案。</p> <p>(四) 請納入綠島夏季及冬季不同潛水點之流速及流向，並增加調查頻率及時間。</p>	<p>點，建議優先順序為：(1) 大白沙潛點(2) 六米礁潛點(3) 大香菇潛點(4) 電桿礁潛點(5) 鋼鐵礁潛點(6) 柴口黑毛礁潛點(7) 柴口保育區潛點(8) 石朗十字礁潛點(9) 石朗後花園潛點(10) 石朗小丑島潛點</p> <p>(三) 配合辦理，說明請參考第 56 頁至第 61 頁。</p> <p>推廣船潛替代方案(1) 增加船潛用水上服務設施，如連接浮球的方便潛客下潛或上昇之導潛繩(2) 提升潛水船舒適性與安全性的設計(3) 海上船宿觀光行程的規劃(4) 針對觀光程度高的船潛點之地景或生態特色，製作精緻且深入的導覽介紹書籍或影音</p>
---	--

	<p>介紹光碟。</p> <p>(四)以往流速流向測量是以船攜式儀器，以低船速 Z 字型進行高低潮間的區域記錄，為期約 2-3 日。本案則是自計式流速流向計於監測點位進行 1 個月，每日 24 小時的連續監測，已屬極難得獲取的基礎資料。但因本貴重儀器需於颱風來臨前回收，且受限於使用後需時間來保養與判讀數據，以及其下海之電池容量僅能提供約 1 個月的監測電量。故於調查設計時，以南、北海域各一次監測為上限，較難增加調查頻率及時間。</p>
<p>三、請研議第 2、3 次地方說明會之辦理方式，並與本處確認執行方式與日期後始得</p>	<p>說明：</p> <p>已完成第二、三場次說明會，相關資料請參考第 66 頁至 78 頁。</p>

<p>辦理。</p>	
<p>四、 非本處經營管理海域部分，依本次規劃成果，透過本處與縣府業務交流時提案。</p>	<p>說明： 依主辦單位指示後完成辦理。</p>

三、 期末成果報告審查意見與回覆

<p>會議日期：105 年 12 月 12 日上午 10 時整 地點：第一會議室 主持人：林副處長維玲 記錄：周欣宜</p>	
<p>審查意見：</p> <p>一、 請補充設置錨定設施地點之建議順序。</p> <p>二、 請補充錨定設施預估經費、建議圖說，包含打孔深度、錨栓直徑、強度及可供繫錨之船隻數量，並建議適合施作之季節。</p> <p>三、 請補充調查物種出現頻率較高之地點與季節，以作為生態遊程之建議。</p> <p>四、 本案成果可提供給娛樂</p>	<p>說明：</p> <p>一、 請參考 P81 頁之建議順序。</p> <p>二、 相關補充說明，請參考 P146 頁至 147 頁。</p> <p>三、 相關補充說明，請參考第 165 頁至 166 頁。</p>

<p>漁船業者參考。</p> <p>五、 請提供調查資料以納入本處 open data 使用。</p> <p>六、 請將本案結論及建議納入結案報告書內。</p>	<p>四、 配合辦理提供本案成果。</p> <p>五、 配合辦理提供調查資料。</p> <p>六、 請參考 P164 頁本案結論及建議。</p>
--	--

玖、 結論及建議

- 一、 應及早設置施繫錨點服務設施，在墾丁國家公園與南方四島國家公園海域內均有此類服務潛水船或觀光船隻的設置，其中以墾丁國家公園海域內數量最多，本案執行期，訪談潛水船長與潛水業者，均表示此舉對保護海洋生態立意良好，希望能早日施做，雖漁民持有意見但不全然反對，只要設置在保育區周遭且不礙航，基本上是樂觀其成。
- 二、 捆綁天然礁的繫錨點仍會影響環境，墾丁國家公園有多數繫錨點，仍以捆綁天然礁方式進行固著錨繩，長期下來，保育區的珊瑚礁會持續受錨繩影響，且無法有效收回舊繩索，新的繫錨點找不到孔洞可固著錨繩，水下景觀也影響。
- 三、 維護寶貴的水下觀光資產，在未有繫錨點服務設施評估前，現存的水上繫錨點均為潛水相關業者自籌經費建置，但不一定會維護，加上與漁民溝通不良，常發生你綁上浮球，漁民發現後就割斷的現象，繫錨點立意是生態永續且促進觀光，未來應該有更效執行維護，寶貴的水下觀光資產。
- 四、 當完成繫錨點服務設施建置後，應定期於官網上公告繫錨點位置，並可利用統計表單，請潛水船或觀光船凡有使用繫錨點服務設施時，需填寫掛錨次數，藉以判斷此類服務設施功效
- 五、 根據本案調查，綠島海域進行休閒潛水條件非常好，以觀光熱季而言，週邊海域的潛水，在上午 7 時就可進行，照度佳，且潛水攝影的效果好，可持續至下午 1700，水溫方面，溫度則在 25-30°C 之間，白天的溫度幾乎在 28-29°C，晚上也有 27°C 左右，非常適合進行潛水活動。

六、 調查物種出現頻率較高之地點與季節，以作為生態遊程之建議：

- (1) 石朗海域生態調查成果建議：本海域出現頻率較高之物種為隆頭魚科、雀鯛科、刺尾鯛科，石珊瑚種類豐富，可觀察的族群有千孔珊瑚、軸孔珊瑚、鹿角珊瑚、蕈珊瑚、網扇軟柳珊瑚、叢羽珊瑚。生態遊程之建議：每年農曆3月，月圓之後的一週內珊瑚有集體產卵現象，每年皆集中在農曆三月發生，珊瑚產卵的盛事一般均以夜晚觀察為主，而石朗海域的綠羽珊瑚，在白天即可觀察大量集體產卵畫面，為生態遊程一大特色。
- (2) 大白沙海域生態調查成果建議：本海域出現頻率較高之物種為蓋刺魚科、隆頭魚科、雀鯛科、刺尾鯛科，石珊瑚軟珊瑚種類豐富，可觀察的族群有直立穗軟珊瑚、千孔珊瑚、軸孔珊瑚、鹿角珊瑚、網扇軟柳珊瑚、笙珊瑚。生態遊程之建議：本海域是黑潮主流通過的區域，吸引許多海洋生物到此捕食、洄游，其中以鋼鐵礁海面上大群的燕魚最具特色，燕魚會成群結隊聚集在船舷邊等待潛水客餵食，海面上燕魚爭相搶食的畫面，入水後燕魚群更會與潛客互動共游，為生態遊程規劃上一大驚喜。
- (3) 柴口海域生態調查成果建議：本海域出現頻率較高之物種為蝴蝶魚科、隆頭魚科、雀鯛科、刺尾鯛科，石珊瑚種類豐富，可觀察的族群有菊珊瑚、千孔珊瑚、軸孔珊瑚、鹿角珊瑚等。生態遊程之建議：柴口海域是觀賞石珊瑚產卵最佳去處，本海域有聚集密度高與生長範圍廣的石珊瑚群，各式繽紛美麗且具代表性的種類如軸孔珊瑚、團塊微孔珊瑚、鐘形微孔珊

瑚、雙星珊瑚、環菊珊瑚，每年農曆3月23日也是媽祖生日後一週，在黑暗深邃的夜晚，萬卵齊發，珊瑚卵漂浮在水層中，就像海底飄雪一般，十分美麗，蔚為海底奇觀

- (4) 公館海域生態調查成果建議：本海域出現頻率較高之物種為、隆頭魚科、蝴蝶魚科、雀鯛科、刺尾鯛科，石珊瑚種類豐富，可觀察的族群有葉形表孔珊瑚、菊珊瑚軸孔珊瑚、鹿角珊瑚等。生態遊程之建議：公館鼻海域，因空曠沙底時而交錯礁岩地型，附近有天然隱蔽礁石，故海藻、海綿、海鞘、海葵等，在春、夏季中資源相當豐富，而喜歡覓食在其中，有海中七彩寶石之稱的海蛞蝓，更是憑藉絢麗外衣，優雅身影，讓國內外愛好潛水攝影的潛水客，不斷前來此海域探訪，更讓往後發展優質的海洋生態觀光上注入新的活力。

壹拾、參考文獻

- Beeden R, Maynard J, Johnson J, Dryden J, Kininmonth S, Marshall P. 2014. No-anchoring areas reduce coral damage in an effort to build resilience in Keppel Bay, southern Great Barrier Reef. *Australasian Journal of Environmental Management*. 21(3): 311-319.
- Burgin S, Hardiman. 2011. The direct physical, chemical and biotic impacts on Australian coastal waters due to recreational boating. *Biodiversity and Conservation*. 20(4): 683-701
- Creed JC and Amado Filho GM. 1999. Disturbance and recovery of the macroflora of a seagrass (*Halodule wrightii* Ascherson) meadow in the Abrolhos Marine National Park, Brazil: an experimental evaluation of anchor damage. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. 235: 285–306.
- Forrester GE, Flynn RL, Forrester LM, Jarecki LL. 2015. Episodic disturbance from boat anchoring is a major contributor to, but does not alter the trajectory of, long-term coral reef decline. *PLoS ONE* 10(12): e0144498. doi:10.1371/journal.pone.0144498
- Francour P, Ganteaume A, Poulain M. 1999. Effects of boat anchoring in *Posidonia oceanica* seagrass beds in the Port-Cros National Park (north-western Mediterranean Sea). *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*. 9: 391–400.
- Hendriks IE, Tenan S, Tavecchia G, Marbà N, Jordà G, Deudero S, Álvarez E, Duarte CM. 2013. Boat anchoring impacts coastal populations of the pen shell, the largest bivalve in the Mediterranean. *Biological Conservation*. 160: 105-113.
- Jameson SC, Ammar MSA, Saadalla E, Mostafa HM, Riegl B. 2007. A quantitative ecological assessment of diving sites in the Egyptian Red Sea during a period of severe anchor damage: A baseline for restoration and sustainable tourism management. *Journal of Sustainable Tourism*. 15(3): 309-323.
- Milazzo M, Badalamenti F, Ceccherelli G, Chemello R. 2004. Boat anchoring on *Posidonia oceanica* beds in a marine protected area (Italy, western Mediterranean): effect of anchor types in different anchoring stages. 299: 51-62.
- Milazzo M, Chemello R, Badalamenti F, Camarda R, Riggio S. 2002. The impact of human recreational activities in marine protected areas: What lessons should be learnt in the Mediterranean Sea? *Marine Ecology*. 23(s1): 280-290.
- Rogers CS, Garrison VH. 2001. Ten years after the crime: Lasting effects of damage from a cruise ship anchor on a coral reef in St. John, U.S. Virgin Islands. *Bulletin of Marine Science*. 69(2): 793–803.

- Schlöder C, O' Dea A, Guzman HM. 2013. Benthic community recovery from small-scale physical disturbance on marginal Caribbean reefs: An example from Panama. *Bulletin of Marine Science*. 89(4):1003–1013.
- Terrados J, Diedrich A, Arroyo NL, Balaguer P. 2012. Recreational boaters support the use of mooring buoys to reduce anchor damage to *Posidonia oceanica* (L.) Delile meadows. *Bolletí de la Societat d'Història Natural de les Balear*. 55: 149-161.
- Brock RE. 1994. Beyond fisheries enhancement: Artificial reefs and ecotourism. *Bulletin of Marine Science*. 55 (2&3): 1181–1188.
- Chen J-L, Chuang C-T, Jan R-Q, Liu L-C, Jan M-S. 2013. Recreational benefits of ecosystem services on and around artificial reefs: A case study in Penghu, Taiwan. *Ocean & Coastal Management*. 85: 58-64.
- Ditton RB, Osburn HR, Baker T, Thailing CE. 2002. Demographics, attitudes, and reef management practices of sport divers in offshore Texas waters. *ICES Journal of Marine Science*. 59: 186–191.
- Dowling RK, Nichol J. 2001. The HMAS *Swan* artificial dive reef. *Annals of Tourism Research*. 28(1): 226-229.
- Jakšić S, Stamenković I, Đorđević J. 2013. Impacts of artificial reefs and diving tourism. *Turizam*. 17(4): 155-165.
- Kirkbride-Smith AE, Wheeler PM, Johnson ML. 2013. The relationship between diver experience levels and perceptions of attractiveness of artificial reefs—Examination of a potential management tool. *PLoS ONE* 8(7): e68899. doi:10.1371/journal.pone.0068899
- Leeworthy VR, Maher T, Stone EA. 2006. Can artificial reefs alter user pressure on adjacent natural reefs? *Bulletin of Marine Science*. 78(1): 29-37.
- Milon JW. 1989. Artificial marine habitat characteristics and participation behavior by sport anglers and divers. *Bulletin of Marine Science*. 44 (2): 853–862.
- Oh C-O, Ditton RB, Stoll JR. 2008. The economic value of scuba-diving use of natural and artificial reef habitats. *Society and Natural Resources*. 21(6):455-468.
- Oliveira MT, Ramos J, Santos MN. 2015. An approach to the economic value of diving sites: artificial versus natural reefs off Sal Island, Cape Verde. *Journal of Applied Ichthyology*. 31(S3): 86-95.
- Pendleton LH. 2005. Understanding the potential economic impacts of sinking ships for SCUBA recreation. *Marine Technology Society Journal*. 39(2): 47-52.
- Pendleton LH. 2004. Creating underwater value: The economic value of artificial reefs for recreational diving. Report for the San Diego Oceans Foundation, California. Retrieved from:

<http://c.ymcdn.com/sites/www.dema.org/resource/resmgr/imported/S2R-2004-12-EconomicValueArtificialReefs.pdf>

- Polak O, Shashar N. 2012. Can a small artificial reef reduce diving pressure from a natural coral reef? Lessons learned from Eilat, Red Sea. *Ocean & Coastal Management*. 55: 94-100.
- Shani A, Polak O, Shashar N. 2012. Artificial reefs and mass marine ecotourism. *Tourism Geographies*. 14(3): 361-382.
- Stolk P, Markwell K, JenkinsJM. 2005. Perceptions of artificial reefs as scuba divingresources: a study of Australian scuba divers. *Annals of Leisure Research*. 8(2-3): 153-166.
- Stolk P, Markwell K, JenkinsJM. 2007. Artificial reefs as recreational scuba diving resources: A critical review of research. *Journal of Sustainable Tourism*. 15(4): 331-350.
- van Treeck P, Eisinger M. 2008. Diverting pressure from coral reefs: Artificial underwater parks as a means of integrating development and reef conservation. In: Garrod B, Gössling S (Eds). *New Frontiers in MarineTourism: Diving Experiences, Sustainability, Management*. Elsevier, Oxford, pp. 153–169.
- Wilhelmsson D, Öhman MC, Sta´hl H, Sheslinger Y. 1998. Artificial reefs anddive tourism in Eilat, Israel. *Ambio*. 27(8): 764–766.