

# 墾丁近海海域水質連續監測計畫

墾丁國家公園管理處委託辦理計畫報告  
中華民國 九十八 年 十二 月



# 墾丁近海海域水質連續監測計畫

受委託單位：國立海洋生物博物館

研究主持人：孟培傑 副研究員

墾丁國家公園管理處委託辦理計畫報告  
中華民國九十八年十二月

## 目次

表次	III
圖次	V
摘要	VII
第一章 緒論	1
第一節 研究緣起與背景	1
第二節 研究計畫目的	3
第二章 海域水質連續監測系統建置	5
第一節 自動水質監測系統之設置	5
第二節 連續自動監測整體系統組合與內容	5
第三節 結果	9
第三章 結論與建議	25
第一節 結論	25
第二節 建議	25
附錄一 評審會議紀錄	29
附錄二 期中審查會議紀錄	35
附錄三 期末審查會議紀錄	43
參考書目	49



表次

表 2-1 墾丁南灣水質監測系統架設前定期維護表 . . . 12  
表 2-2 墾丁南灣水質監測系統資料比對結果 . . . . . 14



## 圖次

圖 2-1	連續自動監測整體系統	6
圖 2-2	工作人員於後壁湖港匯合	15
圖 2-3	浮標載運到達現場	15
圖 2-4	佈放之浮標本體	15
圖 2-5	佈放使用之鋼纜與錨定物	15
圖 2-6	水質儀器海底固定支撐架	15
圖 2-7	工作人員開始安裝作業	15
圖 2-8	進行底部重錘安裝作業	16
圖 2-9	底部重錘安裝作業完成	16
圖 2-10	控制系統與電力系統安裝作業	16
圖 2-11	控制系統與電力系統內部情形	16
圖 2-12	控制系統與電力系統安置完成	16
圖 2-13	訊號線與密封蓋施工作業	16
圖 2-14	控制箱封膠密封作業完成	17
圖 2-15	浮標置入水中並安裝太陽能板	17
圖 2-16	完成警示燈安裝與線材固定並封膠	17
圖 2-17	完成後浮標之俯視圖	17
圖 2-18	後續完成水質儀安裝	17
圖 2-19	海域水質連續監測系統於後壁湖漁港完成之測試 資料	18
圖 2-20	海域水質連續監測系統於後壁湖漁港完成之測試 資料之水質因子相互關係	18
圖 2-21	海域水質連續監測系統之連續資料	19
圖 2-22	海域水質連續監測系統連續資料之水質因子相互 關係	20
圖 2-23	海域水質連續監測系統連續資料之溫度與溶氧 飽和度隨潮汐週期變化之情況	21
圖 2-24	墾管處提供交通遊艇	22
圖 2-25	海上浮標，內部充滿水氣	22



圖 2-26	將浮標固定在遊艇邊	22
圖 2-27	工作人員開始做維護保養	22
圖 2-28	工作人員固定外蓋	22
圖 2-29	替換後的水質儀，準備放入海中	22
圖 2-30	替換下的水質儀	23
圖 2-31	工作人員佈放水質儀	23
圖 2-32	維護完成後的浮標平台	23
圖 3-1	台灣附近海域水溫連續監測系統溫度時序變化 之情況	27

## 摘要

關鍵詞：海域水質連續監測系統、珊瑚礁環境觀測網、墾丁國家公園

本計畫所執行之即時連續海水監測項目包括：溫度、鹽度、導電度、溶氧、酸鹼值、濁度及葉綠素，其中須校正之各水質探針，分別以不同之標準液進行各探針之校正工作，水質探針之校正項目包括導電度(ms/cm)、鹽度、pH、濁度(NTU)、葉綠素( $\mu\text{g/L}$ )及溶氧飽和度(%)；校正結果發現校正前各探針之讀值以濁度及葉綠素於低濃度時誤差較大，原因是其探針之偵測極限值較高，近乎環境之背景值；其餘各探針無論高濃度或低濃度之讀值大致與標準值極為接近，經校正後各探針之讀值誤差均已達可接受之範圍(0.0%-0.6%)。本計畫隨即於民國98年9月底至後壁湖漁港，現場先將浮標平台安裝完成，並將海域水質連續監測系統於後壁湖漁港完成測試工作，架設完成後進行透過電子傳輸途徑，將海洋環境中各種水質參數資料，即時資料傳回實驗室與下載之功能測試，測試結果發現各水質因子之數據資料穩定，測試資料中各水質因子相互關係，其中濁度與葉綠素甲，pH與溶氧量及溶氧飽和度皆具顯著之相關性( $n=302$ ； $p<0.01$ )；其後於民國98年10月9日完成預定測站位置之系統架設，並達成於第一時間透過電子傳輸途徑，將海洋環境中各種水質參數資料，即時資料傳回實驗室與下載之功能，由初步資料顯示，水質連續監測系統建置初期資料傳輸正常且數據穩定，值得注意的是，南灣海域每天隨著潮汐週期變化，溫度及溶氧飽和度會伴隨發生劇降之現象；此外本計畫執行期間以環保署EIA公告之標準檢測方法與水質連續監測系統之數據進行比對，共計進行兩次海水樣本之採集及現場水質資料分析，以提供相關數據比對之用途，所採集之海水樣本則攜回實驗室進行營養鹽分析；比對結果發現水質連續監測系統所獲得之各項水質因子之資料與環保署EIA公告之標準檢測方法分析所獲得之資料，除濁度與葉綠素甲之數據外，其相對誤差皆小於5%之內，皆在可接受之範圍內，而濁度與葉綠素甲之數據品質亦有顯著之改善；本計畫希望往後研究人員可藉由完整、高品質並具時效的資料獲取，得以針對各種資料分析，針對各種現象一窺全貌，加以更完美的解析。



**ABSTRACT**

This project under the support of Kenting National Park Headquarters, conducted an on-line real time monitoring system of the water quality at Kenting National Park. The parameters of water quality include temperature, salinity, pH, dissolved oxygen, nutrients (as nitrite, nitrate and phosphate), ammonium, chlorophyll-a, and turbidity for the "Coral Reef Environmental Observatory Network" monitoring programs, while database establishment were carried out. Based on the reliable data obtained through a good quality assurance/quality control (QA/QC) performance has provided a valuable database. This work is a useful contribution to the literature, documenting contamination, environmental conservation and education by on-line real time monitoring in Taiwan. This study has also made to help KTNP determine a reasonable explain for many accident in the Nanwan bay. The program is not only successfully fitted in the bench top simulation, but also has a successful application in field work. The project attempts to receive the on-line real time monitoring results with emphasis on the coral reefs monitoring program along the Nanwan Bay.



## 第一章 緒論

### 第一節 研究緣起與背景

墾丁國家公園成立於1984年1月，是我國第一座成立的國家公園，三面環海，為我國同時涵蓋陸域與海域的國家公園，海陸域面積共33,268.65公頃。海岸以群狀礁珊瑚為主(Yang and Dai 1980, Yang 1985)，此處又是高溫鹽的黑潮洋流北上的首衝位置，因此是台灣海洋生物多樣性最高的區域之一，生物種間的關係與微妙的機制，具有極高的學術研究價值，而鮮豔美麗的生物與多變化的海底結構，更是重要的觀光資源，十足突顯墾丁海域的重要性。由於百萬年來地殼不斷的變動，所伴隨的則是各種地質作用，陸地與海洋彼此交互影響，造就了本區高位珊瑚礁、海蝕地形、崩崖地形等奇特的地理景觀。

墾丁國家公園是國內唯一涵蓋海域的國家公園，海岸以美麗的礁珊瑚礁生態為主要觀光資源，然而由於人口成長、土地開發和社會發展所造成的資源過度利用，珊瑚礁承受各種自然與人為的干擾(鍾等2002，方等2003，方等2004，方等2005，方等2006，王等2007，Meng et al., 2004, Meng et al., 2007a, Meng et al., 2007b, Meng et al., 2008, Huang. *et al.*, 1987; Su. *et al.*, 1987; Hung. *et al.*, 1989; Su. *et al.*, 1989, Chou *et al.*, 2004, 李宏仁, 1999; Lee *et al.*, 1997, 1999, 1999a, Chen *et al.*, 2004, Dai 1997; Chen et al., 2005; Lin et al., 2007)，包括颱風、氣候變遷、湧升冷水入侵(李宏仁, 1999)、二氧化碳濃度變動、過度捕捉藻食性魚類、水質優養化、沉積物、白化事件、疾病大發生、人類遊憩活動等，已使得許多珊瑚礁生態面臨滅亡和衰敗的威脅。海水溫度對於珊瑚礁生物的生態，以至於珊瑚的生理、生態與集體白化事件扮演重要角色，墾丁海域也曾經遭受到電廠溫排水使得珊瑚白化(Huang. *et al.*, 1987; Su. *et al.*, 1987; Hung. *et al.*, 1989; Su. *et al.*, 1989)，並對各種海洋生物群聚造成相當程度之影響(Chou *et al.*, 2004)，影響其變動的因子主要有黑潮及其支流、南海表層流、南灣海域湧升流及颱風引起的深層冷水團上升(李宏仁, 1999; Lee *et al.*, 1997, 1999, 1999a)，湧升區域經由湧升現象可能會將大量營養鹽自底層海水抬升至表層(Chen *et al.*, 2004)，進而經由潮流之傳輸進入南灣之內，此一物理作用對營養鹽通量(nutrient flux)至目前

為止尚未進行”學門間”有系統的研究，相關之研究在其它區域則有許多文獻資料足以稽考(Chen et al., 2001; Johannes et al., 1983; Morell et al., 2001; Tockner et al., 2002)，而其對珊瑚礁生物的影響亟待研究(Dai 1997; Chen et al., 2005; Lin et al., 2007)。依據文獻報導，海水中懸浮固體及沈積物對珊瑚礁之生長與生存以至於種類分布皆有顯著之影響 (Rogers, C.S., 1990; Bastidas et al., 1999; Riegl et al., 1996; Thomas et al., 2003; Fabricius, 2005; Thomas and Ridd 2005)。

此外其他如不定期的颱風，以及不明原因的珊瑚傳染疾病等等(Liao et al., 2007)，使得墾丁珊瑚礁正面臨嚴重的危機，原因複雜亟待研究，才能對症下藥，以便採取緊急措施來防止珊瑚礁環境的持續惡化。由於這些環境變化，使得沿岸珊瑚礁生態系受到的壓力愈來愈大(Hodgson 1990; Riegl et al., 1995; Rosemond et al., 2002; Umar et al., 1998)；海域經常因為人為或是自然之因素對海洋生態造成各種影響，此類海洋生態意外事件亦屢見不鮮；由歷史記錄可發現，臺灣附近海域經常因為人為或是自然之因素對海洋生態造成各種影響，此類海洋生態意外事件亦屢見不鮮，例如 1988 年 11 月發生之南灣魚群凍斃事件(Su et al., 1989)、2001 年 1 月間發生之龍坑阿瑪斯油污事件(方等，2002)、2007 年 12 月間發生之綠島海域沿岸死魚事件，2008 年七月南灣海域魚體漂浮事件(邵等，2008)，以至於 2008 年 2 月間發生的澎湖海域大規模魚群死亡事件(Hsieh et al., 2008)；然而，以往國內外對於海洋環境因子之監測及研究，大多礙於經費、人力、交通、氣候、海象等諸多因素，其採樣及檢測頻率往往僅限於每月，甚至每季，以至於針對許多事件之解釋時，常常錯過第一關鍵時間，所獲得之資料宛如”瞎子摸象”無法全盤瞭解事實真相，只能就少數非即時且有限的資料，加入個人經驗之判斷及無限想像空間，而勾勒整體藍圖，其結果經常與事實有相當之差距；近年來，電子科技一日千里，各式精密之海洋監測儀器及傳輸技術不斷推陳出新，其不但可以長期連續獲得海洋中各種水質參數之資料，更可以於第一時間，即時將此資料透過電子傳輸途徑傳回實驗室，研究人員藉由完整並具時效的資料獲取，因此得以針對各種自然現象一窺全貌，加以更完美的解析事實真相。而近年來，國際上已開始積極推動海洋環境相關保護措施與全球珊瑚礁長期生態觀測網，以海洋環境自動監測系統監測

珊瑚礁海域環境因子與珊瑚礁生態長期變化研究。此計畫之進行，相信對墾丁國家公園海域之生態保育及科學研究，都將具有突破性之關鍵作用，並提供相當之貢獻。

## 第二節 研究計畫目的

97 年度「墾丁近海海域水質連續監測系統建置」已於民國 97 年 12 月，將海域水質連續監測系統於南灣海域建置完成，並達成於第一時間透過電子傳輸途徑，將墾丁國家公園珊瑚生長環境之海洋中各種水質參數資料，即時資料傳回實驗室與下載之功能。水質連續監測系統建置初期，因外部長滿附著生物，干擾所有電極造成數據異常，因此嚴重影響探針之功能及數據精密度及準確度之穩定性，經防污塗料處理後已有顯著之改善。為瞭解並確實掌握附著生物影響水質儀之狀況，經生物附著板實驗顯示，水深六公尺以下較不易有附著生物之生長，往後在架設水質連續監測儀時，應考慮架設在水深六公尺以下。針對各種水質因子之探針，其穩定程度及期限各不相同，整體而言，適當之保養頻率應以 14 天為一週期。因此由探針適當之換置，且必須藉由高頻率之保養及校正，來獲得高品質之數據，研究人員才可藉由完整、高品質並具時效的資料獲取，得以針對各種資料分析，針對現象一窺全貌，加以更完美的解析。

本計畫目的，期望延續以往之研究成果，將墾丁國家公園珊瑚生長環境之海洋中各種水質參數之資料長期連續獲取，不但分析可以了解墾丁地區各種人為及自然因子(如颱風、水土保持、家庭廢水、觀光事業、湧升冷水入侵、核能發電廠之運轉等)對附近珊瑚生長環境水體之長期影響狀況，更可以了解珊瑚大量產卵時期，水體環境發生何種變化?以及其對珊瑚大量產卵控制機制之研究，在學術上極有參考價值；本計畫之執行，可與美國及澳洲等先進國家共同進行，跨國合作的珊瑚礁環境觀測網(Coral Reef Environmental Observatory Network, CREON)之合作研究計畫(台灣的墾丁、法屬社會群島的 Moorea 島和澳洲大堡礁)，相信對墾丁國家公園之生態保育及科學研究，都將具有相當之貢獻。此自動水質監測站設立的地點位於南灣水域附近，設立的目的也是以國家公園內珊瑚生長環境的水質環境狀況為研究及監測所設置。其不但可以長期連續獲得海洋中各種水質參數之資料，更可以在海域生態意外事件發生時，於第



一時間，即時將此資料透過電子傳輸途徑傳回實驗室，研究人員藉由完整並具時效的資料獲取，因此得以針對各種自然現象一窺全貌，加以更完美的解析事實真相。

## 第二章 海域水質連續監測系統建置

### 第一節 自動水質監測系統之設置

自動水質監測系統（以下簡稱本系統）包括 1. 多功能環境自動連續監測設備、無線網路傳輸發送設備、太陽能電力系統、浮標錨碇系統；2. 監測資料庫系統、軟體、無線網路接收設備：設置於墾丁國家公園管理處管理中心內。目前規劃於南灣海域適當處(21° 57' 5.58" N、120° 45' 36.47" E)於水下約十公尺做即時水質監測，並將所測得之資料透過傳輸線以無線方式將資料傳送至控制中心；本系統所需電力目前規劃以太陽能作為主要電力來源。運行中之水質監測系統每站需於固定期間進行野外現場設施及水質監測儀之保養維護，每次水質儀除清潔保養外亦需送往實驗室驗證以確保儀器精確度。控制中心所收集之即時水質資料除可即時查閱外，亦可配合需要點閱歷史資料及分類資料；此外，如有異常狀況時，於監測中心畫面將立即顯示警訊，以提醒監控中心立即處理。所有監測資料將轉入資料庫系統備份，除保障數據保存之安全性外亦可視需求將資料登入上網，以方便上網查詢使用。此外，每季額進行水中營養鹽包括磷酸鹽、硝酸鹽、亞硝酸鹽及氨氮水質檢測。

### 第二節 連續自動監測整體系統組合與內容

本計畫之連續自動監測整體系統，其組合內容大致可分為為：水質連續監測系統、無線數據傳輸發送接收設備、太陽能電力系統及浮標錨碇系統，其整體系統組合架構如圖 2-1，說明如下：

## 水質監測系統架構圖

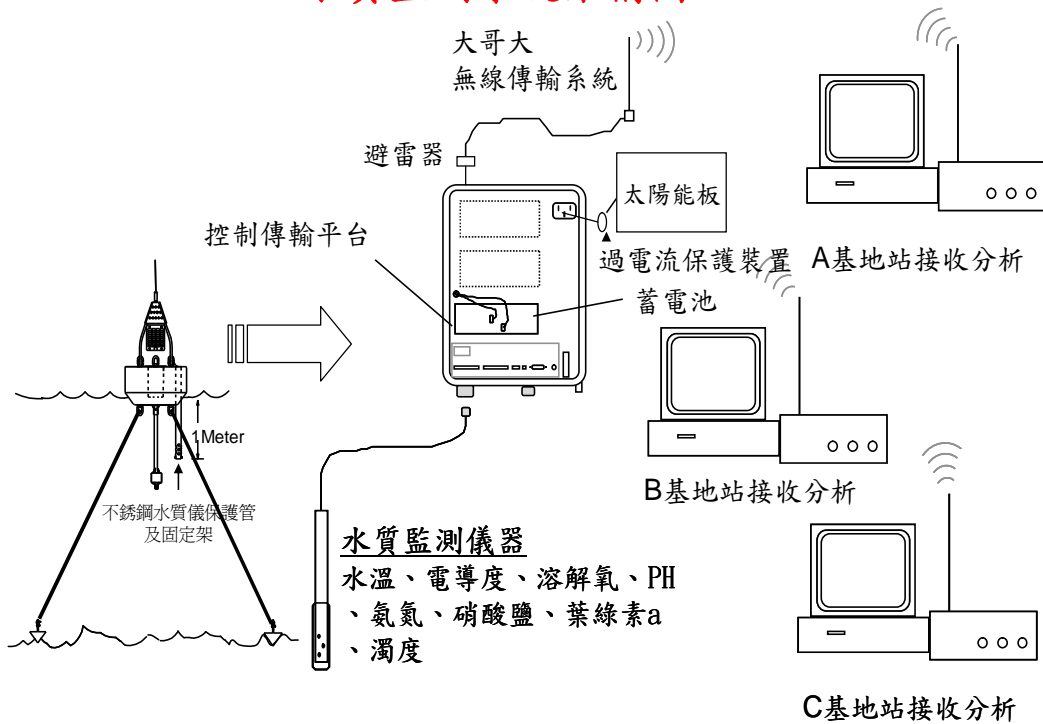


圖 2-1 連續自動監測整體系統

(來源資料：本研究資料)

(一)水質連續監測系統：

1. 可於現場連續監測海水水質狀況，監測項目至少包括：溫度、導電度、溶氧、酸鹼值、濁度、鹽度、等，並具有擴充量測其他葉綠素、藍綠藻及光照度等水環境項目功能。資料收集之間隔時間可由使用者自行設定，每筆資料皆包含時間、日期。
2. 操作溫度為 $-5^{\circ}\text{C}$  ~  $50^{\circ}\text{C}$ 。
3. 現場主機需內建電源及記憶體，內建記憶體需可記錄 120,000 筆資料以上。
4. 電源供應須符合 AC 110V 及 DC 12V 規格，並可依使用者需求切換至上述任一電源規格。
5. 現場監測主機與控制室間需用無線網路連接，以便可將即時監測數據，回傳至控制室之資料庫系統，以利觀測人員可由控制室之資料庫電腦掌握現場之即時資訊並可透過網路伺服器監控野外水質監測系統。
6. 現場主機及資料記錄器需有連接埠，可現場直接以資料收集器或是筆記型電腦操控及下載監測資料。
7. 電極能在現場保養及校正，並需具備自動清潔刷功能。

8. 溫度監測電極：量測範圍 $-5^{\circ}\text{C}$ ~ $50^{\circ}\text{C}$ ，解析度為 $0.01^{\circ}\text{C}$ ，精確度為 $\pm 0.15^{\circ}\text{C}$ 。
  9. pH 監測電極：量測範圍 0~14，解析度為 0.01，精確度為 $\pm 0.2$ 。
  10. 溶氧監測電極：0~50mg/L，量測範圍 0~20mg/L，解析度為 0.01 mg/L，精確度為 $\pm 1\%$ 。
  11. 導電度監測電極：量測範圍 0~100ms/cm，解析度為 0.01 ms/cm，精確度為讀值之 $\pm 0.5\% + 0.001$  ms/cm。
  13. 濁度監測電極：量測範圍 0~1,000NTU，精確度 $\pm 2\%$ ，解析度為 0.1NTU。
  14. 鹽度量測範圍 0~60psu，解析度為 0.01psu，精確度為 $\pm 1\%$ 。
  15. 野外專用儀器箱：須符 IP67 等級，其大小以可裝入資料紀錄器、資料傳輸設備、電力系統等相關設備為主，型式由廠商自行決定，但須提請本處審核同意。
  16. 所有主機及電極皆需做無毒生物附著防治處理，至少需要維持半年以上防治效能。
- (二) 無線數據傳輸發送接收設備：
1. 傳送方式：GPRS/3.5G 無線傳送儲存資料，傳輸時間間隔可由使用者設定，傳輸方式自動及手動使用者可藉由網路伺服器隨時隨地收集資料及監控儀器。(GPRS/3.5G)門號及費用需由案主自行提供)
  2. 傳輸資料過程若發生異常，必須能重新自動再次上傳。
  3. 監測資料異常時，透過中心資料庫系統控制 GSM 數據機直接即時發報異常簡訊至相關管理人員。
- (三) 太陽能電力系統：
1. 太陽能板 20 瓦或以上，供電系統實際供電量須超出監測系統最大用電量 20%。
  2. 太陽能無法供電時，蓄電池 12 伏特 40 安培/小時，需能維持 10 天以上的電量。
  3. 充電系統具過充及過放保護功能並須具避雷擊保護裝置(避雷器：可承受 200W，瞬間最大可承受 2000W)。
- (四) 中心監測資料庫系統及軟體：
1. 資料庫系統安裝於執行 Windows XP 之工業用嵌入式電腦，不需連接螢幕及鍵盤。直接遠端連線控制系統設定。停電需有 3 天(含以上)之備用電源。

2. 資料擷取軟體可遠端操控主機讀取、儲存、修改與刪除資料記錄器內之歷史資料，並可修改資料讀取及取樣時間。
3. 資料讀取最小取樣時間為 0.5 秒，如傳輸線路斷訊復原後，可自動連線並更新資料。
4. 資料庫軟體須可提供建立日、月、年報等表並具依時間，測量參數與讀值條件搜尋瀏覽之功能。
5. 系統需自動將資料彙整，並可同時提供每一組監測數據之數值文字顯示及趨勢圖，此文字顯示至少應包括日期、時間、監測值與單位等。另透過 WEB 中心內部區域網路方式，可使中心管理著直接連接資料庫系統觀看即時資料。
6. 資料庫系統能提供監測值超過限制、系統發生故障時需顯示警報訊息，並立即簡訊通知管理中心相關人員前來處理。警報訊息須列入歷史檔，供將來分析統計事件。
7. 資料庫系統需有當機自動復歸之功能。

#### (五)浮標錨碇系統

1. 浮標平台：強力鐵板結構外披防撞護材，護材須防紫外線厚度不得少於 8 公分，平台尺寸直徑 50 公分(含以上)。以符合日後擴充作業要求。
2. 浮標中心內膽需為 IP68 防護等級，可置放儀器控制箱及電力系統。且最少置入水深需 50 公分，以達到利用海水降溫功能。
3. 所有太陽能板、太陽能電力系統、傳輸天線、夜間防撞警示燈皆需保護在防水遮罩內，以防海水過久侵蝕。
4. 錨碇系統：需考慮颱風及暴雨情況下能正常運作，配合流場剖面分析安置。
5. 浮標 GPS 全球定位系統：其經度在 WAAS 範圍下小於 3 米，一般 GPS 範為使用下小於 15 米。本身需具備 NMEA-ASCII 資料格式及 RS232 輸出格式，並具備資料隨時上傳功能。在資料異常或超出系統量測範圍時適時發出警訊至資料庫以及發出手機簡訊通知使用者資料異常。

#### (六)注意事項

1. 有關本採購案之現場安裝、測試及驗收等監造事宜。
2. 為達到野外工作站之功能，本案使用之器材設備須符合野外耐用型之性能(防風、防雨、耐熱、防盜、防砂、防雷擊等等)，以備能長期監控使用(信

- 號傳輸管路須為不銹鋼材質，管內信號線配線不得有接頭)。
3. 儀器量測之訊號經傳送至資料庫系統之後，使用者可於實驗室既有之監控電腦讀取資料庫系統所監測及儲存之數據。
  4. 廠商必須於完工後，水下攝影完工實景及錨碇系統檢附光碟供驗收完工資料。
  5. 本案之儀表監控機周邊設備，得標廠商應親至現場實際了解，依據本規範所規定，配合電腦資訊系統之需求，裝設適合轉換器，除須使本規範書所列監控訊號均完全正確傳入電腦系統外，凡為配合其他控制、顯示、計測或連線所需之元件器材設備及其他工料均列入設計、安裝及線材、五金材料費內，廠商不得要求另行計價。
  6. 需由案主提供潛水人員以及海上作業儀器佈放船隻。
  7. 中心需提供一伺服器固定 IP 網域位置，以利資料庫系統順利運轉。
  8. 自動水質監測系統保養維護：

為確保水質監測系統測量數值之準確性，本系統之保養維護頻率至少得每月二次，其保養頻率得視水質儀器準確度決定，若遇特殊意外事件則立即保養處理，其保養方式主要為水質儀之清潔保養及校正與系統各元件之保養。保養維護後之水質儀亦需送回實驗室進行校驗以確認儀器精確度。

### 第三節 結果

本計畫延續墾丁國家公園管理處委託辦理之研究計畫-”97 年度「墾丁近海海域水質連續監測系統建置」”之成果，於民國 98 年 9 月底完成海域水質連續監測系統之儀器各部分組裝及各種水質因子探針之校正，於民國 98 年 10 月底進行第二次例行性保養校正，其相關校正資料如表 2-1 所示，本計畫現場連續海水監測項目包括：溫度、鹽度、導電度、溶氧、酸鹼值、濁度及葉綠素，其中須校正之各水質探針，分別以不同之標準液進行各探針之校正工作，水質探針之校正項目包括導電度(ms/cm)、鹽度、pH、濁度(NTU)、葉綠素( $\mu\text{g/L}$ )及溶氧飽和度(%)；校正結果發現校正前各探針之讀值以濁度及葉綠素於低濃度時誤差較大，顯示其探針之偵測極限值較高，近乎環境之背景值；其餘各探針無論高濃度或低濃度之讀值大致與標準值極為接近，經校正後各探針之讀值

誤差均已達可接受之範圍(0.0%~0.6%)。

本計畫之執行，於民國 98 年 9 月底至後壁湖漁港，現場先將浮標平台安裝完成，並將海域水質連續監測系統於後壁湖漁港完成測試工作(圖 2-2~圖 2-18)，包括(一)水質連續監測系統(二)無線數據傳輸發送接收設備(三)太陽能電力系統(四)中心監測資料庫系統及軟體(五)浮標錨碇系統等架設工作；架設完成後進行透過電子傳輸途徑，將海洋環境中各種水質參數資料，即時資料傳回實驗室與下載之功能測試，測試結果發現各水質因子之數據資料穩定(如圖 2-19 所示)，由測試數據亦可發現，由於該期間大雨不斷致鹽度測值偏低，而濁度亦有偏高現象，此外圖 2-20 顯示海域水質連續監測系統於後壁湖漁港完成之測試資料中各水質因子相互關係，其中濁度與葉綠素甲，pH 與溶氧量及溶氧飽和度皆具顯著之相關性( $n=302$ ； $p<0.01$ )；原本接續工作人員欲繼續完成此水質連續監測系統預定測站位置之系統架設，但接連幾天適逢颱風外圍環流影響台灣，天氣狀況持續雨大、風強且海面出現長浪，導致無法進行系統架設作業，只好待天氣轉好再行佈放，在此期間水質連續監測系統於後壁湖漁港仍持續收集資料並進行測試，以觀察數據之變化及各探針之穩定性。本計畫執行時依「97 年度「墾丁近海海域水質連續監測系統建置」」之研究結果建議事項，不但架設深度採用十米水深，且整體探針系統皆經過防污塗料處理，以減輕因外部長滿附着生物，干擾電極所造成數據異常現象，並維持探針之功能及數據精密度及準確度之穩定性。此外，由探針適當之換置，且必須藉由適當頻率之保養及校正，來獲得高品質之數據。由於 10 月初颱風不斷侵襲台灣附近，海況惡劣無法出港立即完成預定測站位置之系統架設，直到颱風遠離海況轉好後，才接續於民國 98 年 10 月 9 日完成預定測站位置之系統架設，並達成於第一時間透過電子傳輸途徑，將海洋環境中各種水質參數資料，即時資料傳回實驗室與下載之功能，由初步資料(圖 2-21)顯示，水質連續監測系統建置初期資料傳輸正常且數據穩定，圖 2-22 顯示海域水質連續監測系統資料中各水質因子相互關係，其中 pH 與溶氧量及溶氧飽和度皆具顯著之相關性；此外，值得注意的是，南灣海域每天隨著潮汐週期變化，溫度及溶氧飽和度會伴隨發生劇降之現象(圖 2-23)，此現象進一步之歸納有待收集更多資料時，應可獲得更完整之解析；本計畫依預定期程，於民國 98 年 10 月 30 日下午 2:40 做例行維護並更換完成水質儀器後，未料資料並無如期回傳，經慧技公司工程人員

立即與系統工程師聯繫並討論異常狀況，原預計於 2009.11.03 出海處理狀況，但礙於海象不良，考慮人員安全狀況下，持續待命隨時出海，直至民國 98 年 11 月 6 日上午順利出海並處理異常狀況，並隨即於現場與駐岸工作站之工程師進行即時通訊處理，排除故障後並確認硬體正常運作，並於墾館處基地站完成系統軟體除錯，經過工程師反覆測試，軟體的系統錯誤已經順利排除，未來仍持續隨時監控狀況，以維持水質監測站之系統穩定性；現場將海域水質連續監測系統完成測試工作(圖 2-24~圖 2-32)；此外本計畫執行期間以環保署 EIA 公告之標準檢測方法與水質連續監測系統之數據進行比對，共計進行兩次海水樣本之採集及現場水質資料分析，並同時施放 CTD 以獲得隨深度連續變化之溫度、鹽度之資料，以提供相關數據比對之用途，所採集之海水樣本則攜回實驗室進行營養鹽分析；比對結果發現水質連續監測系統所獲得之各項水質因子之資料與環保署 EIA 公告之標準檢測方法分析所獲得之資料，除濁度與葉綠素甲之數據外，其相對誤差皆小於 5% 之內(表 2-2)，皆在可接受之範圍內，而濁度與葉綠素甲之數據品質亦有顯著之改善；本計畫希望往後研究人員可藉由完整、高品質並具時效的資料獲取，得以針對各種資料分析，針對各種現象一窺全貌，加以更完美的解析。



表 2-1 墾丁南灣水質監測系統架設前定期維護表

日期	98.09.25		維護人	鍾志均		
水質項目	狀況	校正前讀值		校正後讀值		處理方式
儀器外觀	OK	×		×		×
導電度 (ms/cm)	OK	Std. 50.00 Read 49.67		Std. 50.00 Read 50.00		標準液校正
pH	OK	Std. 7.00 Read 7.01	Std. 10.00 Read 9.99	Std. 7.00 Read 7.00	Std. 10.00 Read 10.01	標準液校正
濁度(NTU)	OK	Std. 0.0 Read 6.3	Std. 100 Read 99.1	Std. 0.0 Read 0.0	Std. 100 Read 100.0	標準液校正
葉綠素 ( $\mu\text{g/L}$ )	OK	0.3		0.0		標準液校正
溶氧飽和度 (%)	OK	99.1		99.4		飽和水汽校正
溶氧校正當時氣壓值：755.5 mm Hg						
傳輸系統	狀況		處理方式			
浮標結構	OK					
太陽能警示燈	OK					
傳輸裝置	OK					
電腦系統	OK					
電源系統	OK					
備註：*本此佈放主機序號：09H100117						
廠商簽章：						
						

(來源資料：本研究資料)

表 2-1 墾丁南灣水質監測系統架設前定期維護表(續)

日期		98.10.30		維護人		鍾志均	
水質項目	狀況	校正前讀值		校正後讀值		處理方式	
儀器外觀	OK	×		×		×	
導電度 (ms/cm)	OK	Std. 34.998 標準海水 Read 34.49		Std. 34.998 標準海水 Read 34.99		標準液校正	
pH	OK	Std. 7.00 Read 6.95	Std. 10.00 Read 9.89	Std. 7.00 Read 7.00	Std. 10.00 Read 10.00	標準液校正	
濁度(NTU)	OK	Std. 0.0 Read 6.3	Std. 100 Read 108.7	Std. 0.0 Read 0.0	Std. 100 Read 100.0	標準液校正	
葉綠素 ( $\mu\text{g/L}$ )	OK	0.2		0.0		標準液校正	
溶氧飽和度 (%)	OK	99.4		100.0		飽和水汽校正	
溶氧校正當時氣壓值：763.3 mm Hg							
傳輸系統		狀況		處理方式			
浮標結構		OK					
太陽能警示燈		OK					
傳輸裝置		OK					
電腦系統		OK					
電源系統		OK					
備註：*本此佈放主機序號：09H100116							
廠商簽章： 							

(來源資料：本研究資料)

表 2-2 墾丁南灣水質監測系統資料比對結果

Station No.	Temp. (Deg.C) 水溫	Salinity (psu) 鹽度	pH 酸鹼度	Dissolved Oxygen (mg/L) 溶氧量	Oxygen Saturation (o/o) 溶氧飽和度	Turb. (NTU) 濁度	Chl.a (µg/L) 葉綠素甲
Nov. 06, 2009							
EIA 標準檢測方法	25.6	34.27	8.18	6.55	97.2	0.21	0.33
水質儀資料	24.14	34.33	8.22	6.76	98.0	0.1	0.8
R(%)	5.87	0.17	0.49	3.16	0.82	70.9	83.2
Oct. 30, 2009							
EIA 標準檢測方法	27.2	34.03	8.13	6.70	102.0	1.2	0.27
水質儀資料	26.43	33.49	8.33	7.12	106.7	0.4	2.4
R(%)	2.87	1.60	2.37	6.13	4.50	97.4	159.3
Oct. 15, 2009							
EIA 標準檢測方法	X	33.66	8.16	X	X	0.27	0.07
水質儀資料	27.83	33.22	8.26	6.93	106.1	1.1	1.2
R(%)	X	1.32	1.22	X	X	121	178

(來源資料：本研究資料)



圖 2-2 工作人員於後壁湖港匯合



圖 2-3 浮標載運到達現場



圖 2-4 佈放之浮標本體



圖 2-5 佈放使用之鋼纜與錨定物



圖 2-6 水質儀器海底固定支撐架



圖 2-7 工作人員開始安裝作業

(來源資料：本研究資料)



圖 2-8 進行底部重錘安裝作業



圖 2-9 底部重錘安裝作業完成



圖 2-10 控制系統與電力系統安裝作業



圖 2-11 控制系統與電力系統內部情形



圖 2-12 控制系統與電力系統安置完成



圖 2-13 訊號線與密封蓋施工作業

(來源資料：本研究資料)

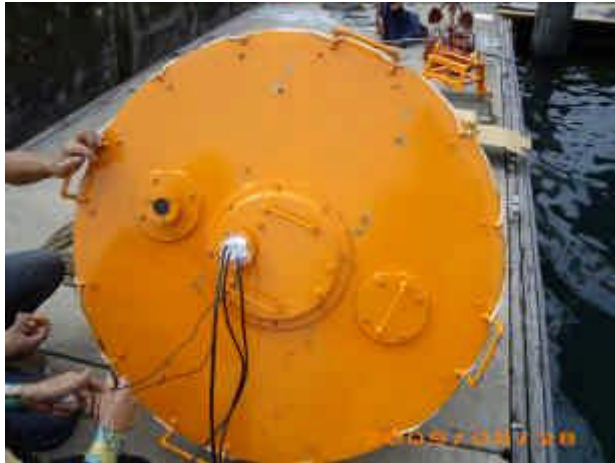


圖 2-14 控制箱封膠密封作業完成



圖 2-15 浮標置入水中並安裝太陽能板



圖 2-16 完成警示燈安裝與線材固定並封膠



圖 2-17 完成後浮標之俯視圖



圖 2-18 後續完成水質儀安裝

(來源資料：本研究資料)

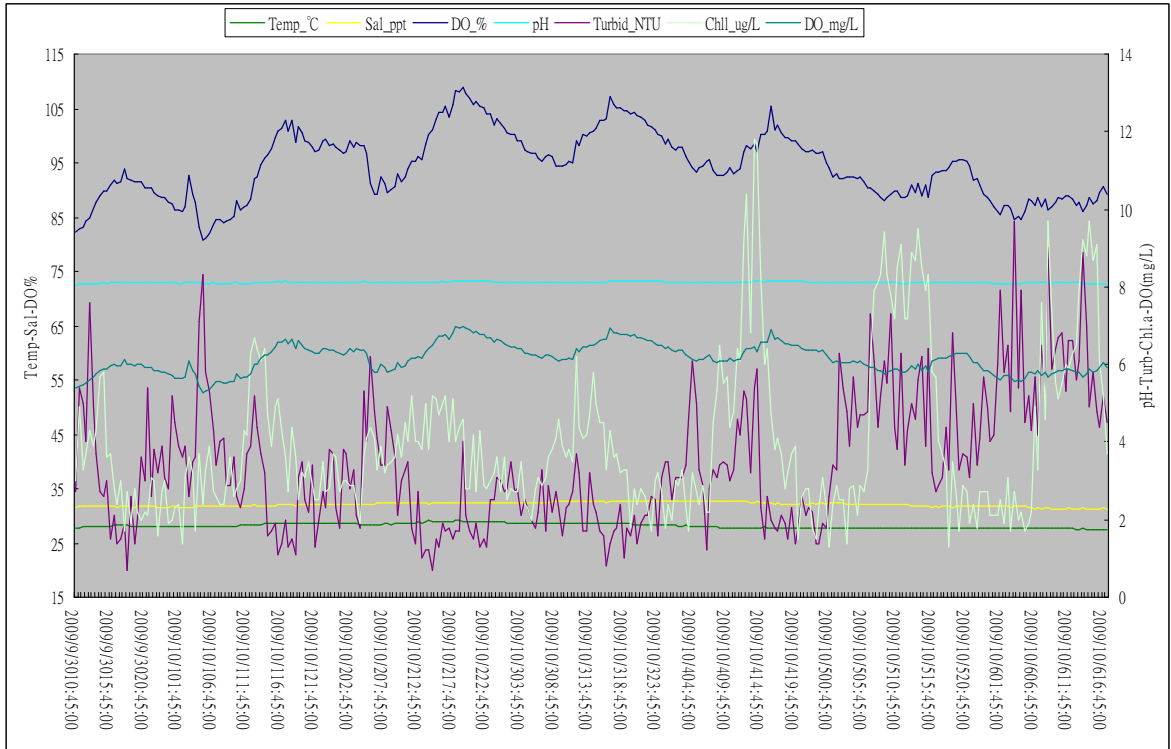


圖 2-19 海域水質連續監測系統於後壁湖漁港完成之測試資料  
(來源資料：本研究資料)

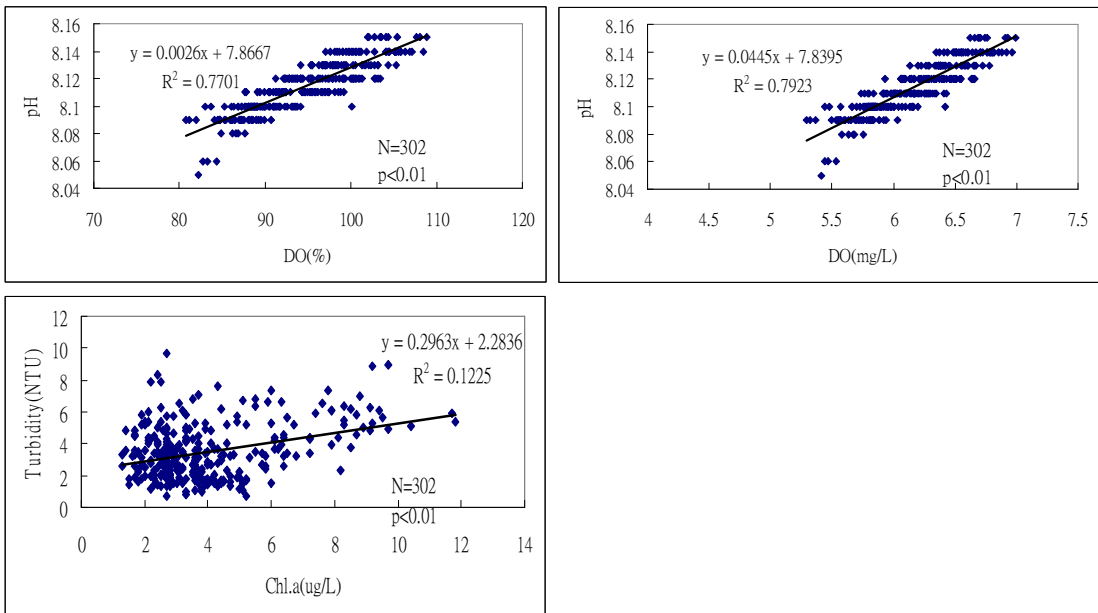


圖 2-20 海域水質連續監測系統於後壁湖漁港完成之測試資料之水質因子相互關係  
(來源資料：本研究資料)

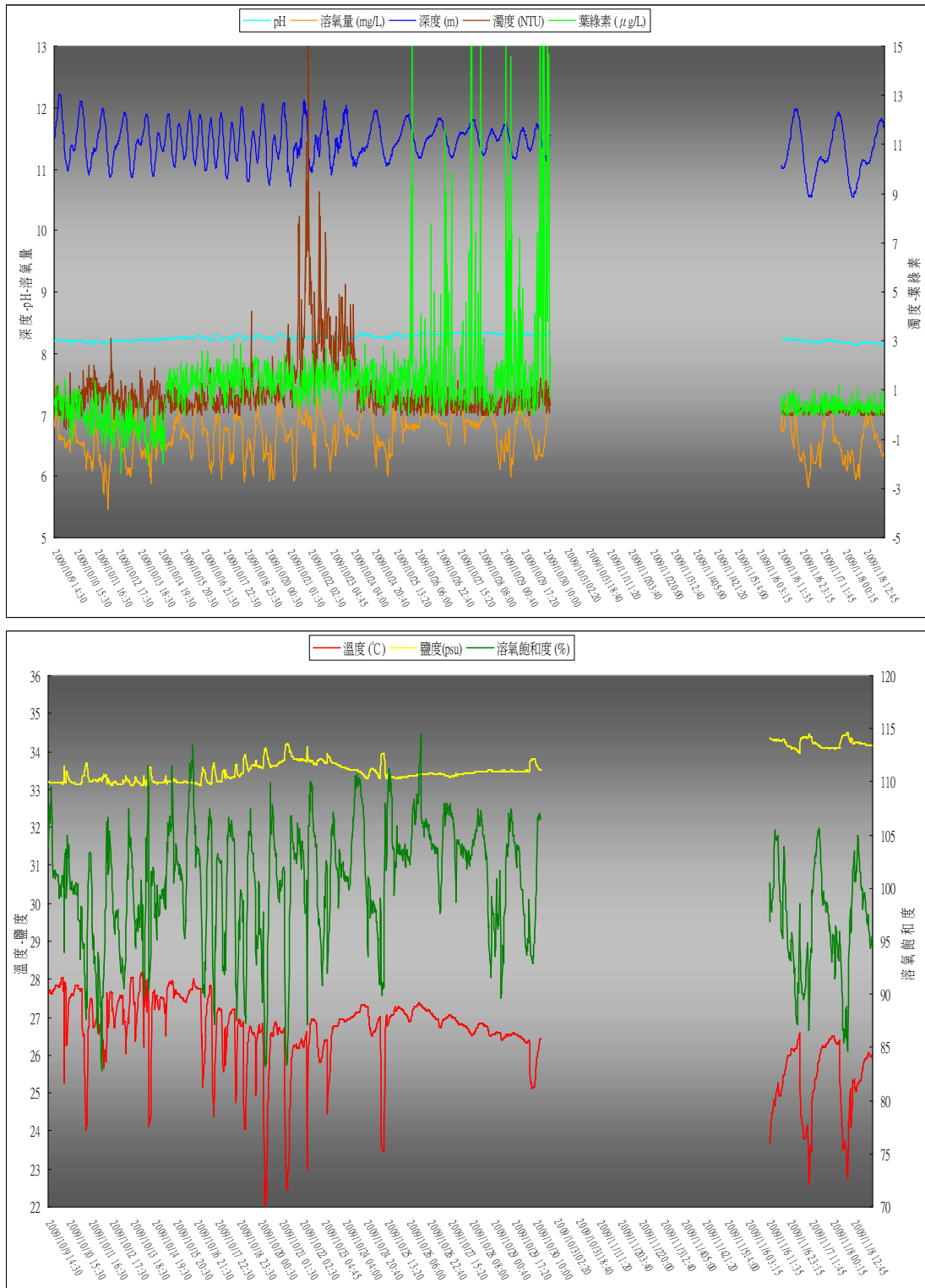


圖 2-21 海域水質連續監測系統之連續資料  
(來源資料：本研究資料)



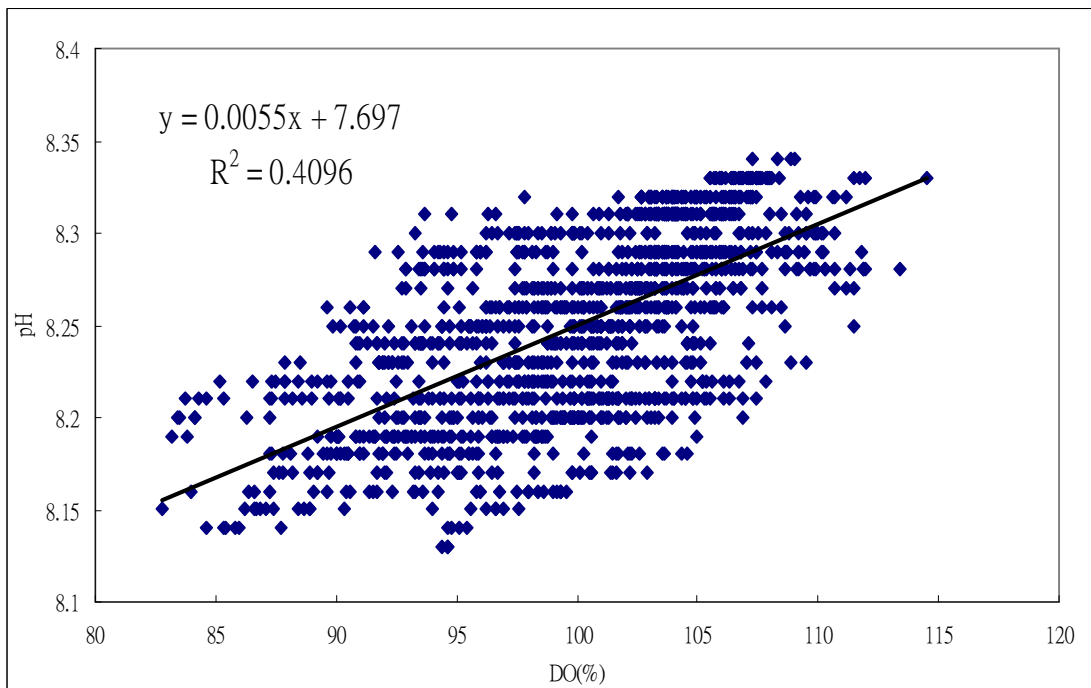
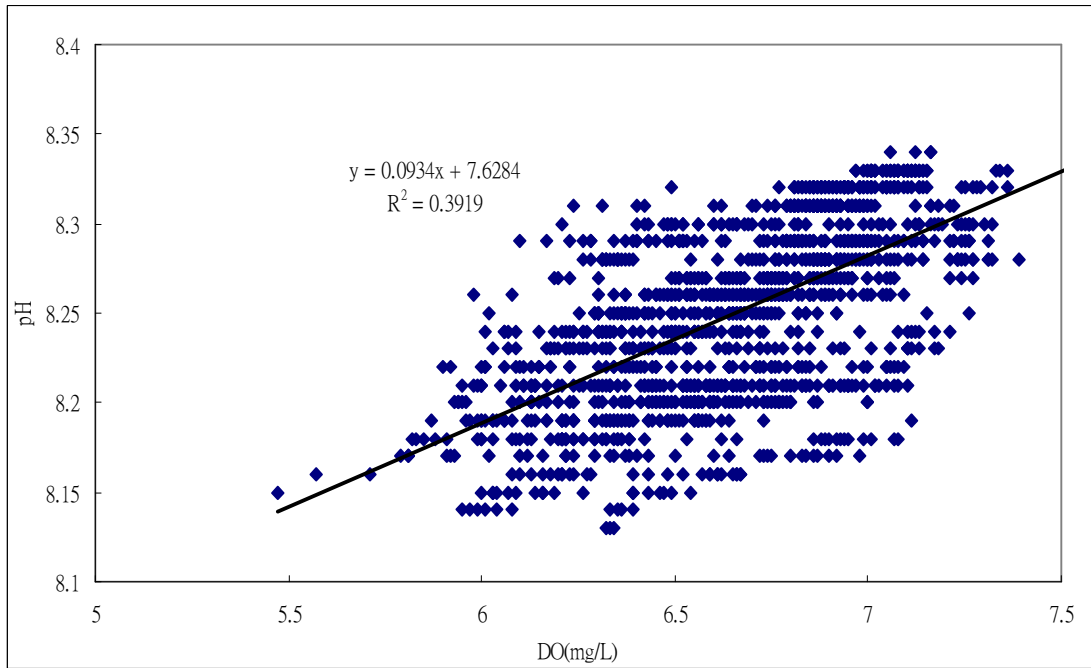


圖 2-22 海域水質連續監測系統連續資料之水質因子相互關係  
(來源資料：本研究資料)

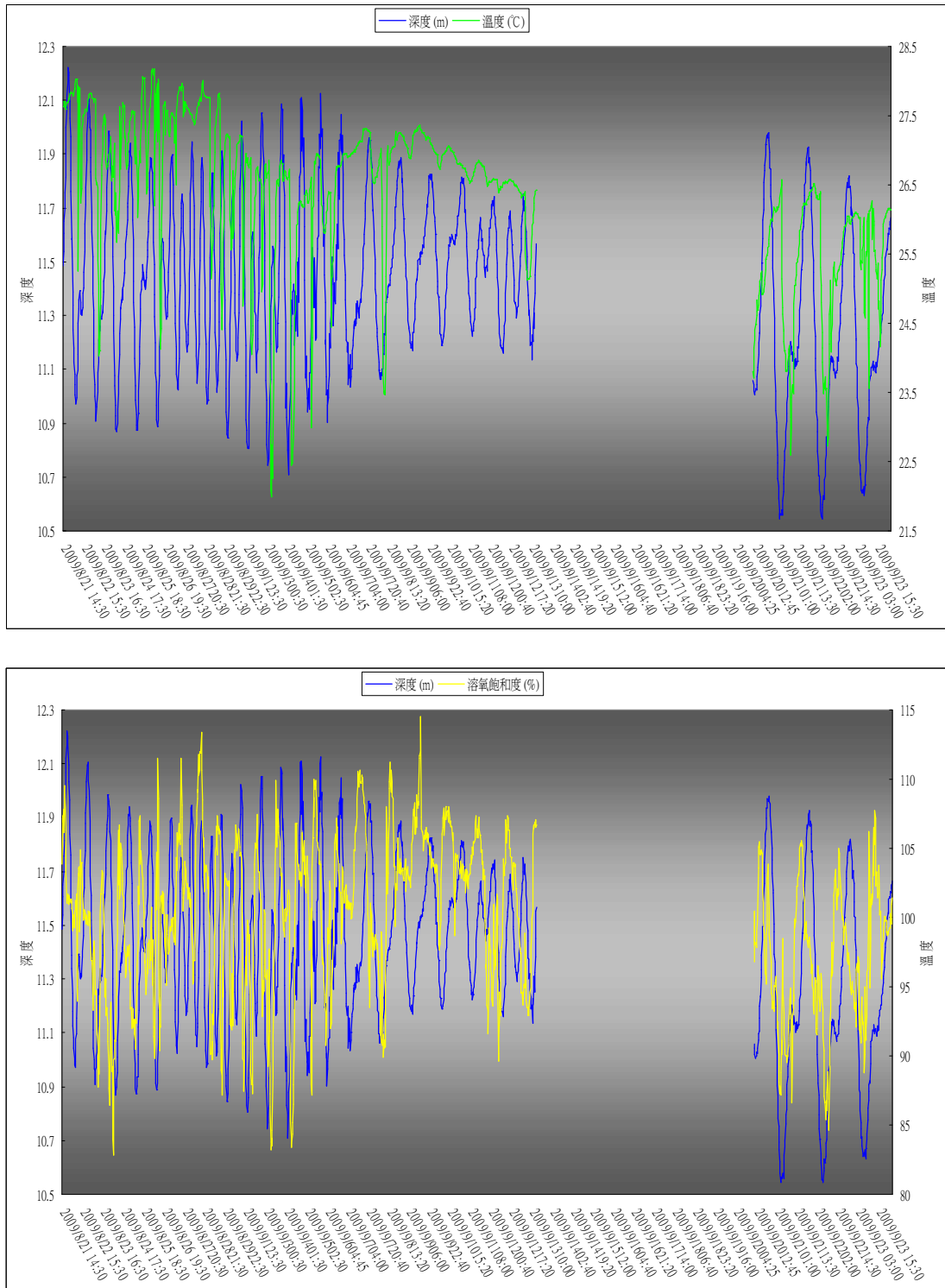


圖 2-23 海域水質連續監測系統連續資料之溫度與溶氧飽和度隨潮汐週期變化之情況

(來源資料：本研究資料)



圖 2-24 墾管處提供交通遊艇



圖 2-25 海上浮標，內部充滿水氣



圖 2-26 將浮標固定在遊艇邊



圖 2-27 工作人員開始做維護保養



圖 2-28 工作人員固定外蓋



圖 2-29 替換後的水質儀，準備放入海中



圖 2-30 替換下的水質儀



圖 2-31 工作人員佈放水質儀



圖 2-32 維護完成後的浮標平台

(來源資料：本研究資料)



## 第三章 結論與建議

### 第一節 結論

由資料顯示，水質連續監測系統目前數據精密度及準確度皆穩定，經防污塗料處理後，再經附著實驗顯示，水深六公尺以下較不易有附著生物之生長，本水質連續監測系統依去年計畫之建議，目前架設在水下十米處，應較不易有附著生物之生長。由探針適當之換置，且必須藉由高頻率之保養及校正，來獲得高品質之數據，研究人員才可藉由完整、高品質並具時效的資料獲取，得以針對各種資料分析，針對現象一窺全貌，加以更完美的解析。

計畫之執行，期望將墾丁國家公園珊瑚生長環境之海洋中各種水質參數之資料長期連續獲取，加以分析不但可以了解墾丁地區各種人為及自然因子(如颱風、水土保持、家庭廢水、觀光事業、核能發電廠之運轉等)對附近珊瑚生長環境水體之長期影響狀況，當海洋生態意外事件發生時，更可以於第一時間，即時將此資料透過電子傳輸途徑傳回實驗室，經研究人員藉由完整並具時效的資料獲取，針對各種資料分析，更可以了解珊瑚大量產卵時期，水體環境發生何種變化，對珊瑚大量產卵機制之研究，在學術上極有參考價值。本計畫之執行，可與美國及澳洲等先進國家共同進行，跨國合作的珊瑚礁環境觀測網(Coral Reef Environmental Observatory Network, CREON)之合作研究計畫(台灣的墾丁、法屬社會群島的 Moorea 島和澳洲大堡礁)，相信對墾丁國家公園之生態保育及科學研究，都將具有相當之貢獻。

### 第二節 建議

於南灣海域水質連續監測系統應設置何處最具代表性?最少應設置幾處?在經濟之考量並以南灣海域整體特性為基礎(例如冷水團入侵區域、核能電廠溫排水影響區域及中間緩衝區域)，依據以往長期資料之統計分析之結果，建議水質連續監測系統可設置三個主要測站，分別為香蕉灣、入水口及出水口至貓鼻頭間；唯有在最經濟之原則下，來獲得高品質之數據，研究人員才可藉由完整、高品質並具時效的資料獲取，得以針對各種資料分析，加以更完美的解析。

此外，近年來全球暖化及海水溫度上升之議題受到全球各領域科學家高度關注，若此現象持續惡化將導致全球氣候變遷、海平面上升、島嶼消失、人類居住之陸地面積縮減、極地冰原面積縮減、暴風雨機率增加等問題，而各種陸地、海洋生物及極地生物亦將受到相當之衝擊，例如珊瑚白化現象加劇，甚至導致物種滅絕，本計畫有鑑於此亦收集台灣附近海域長期水溫資料加以分析（圖 3-1），台灣附近海域水溫連續監測系統溫度時序變化之情況，相信此長期資料之累積及分析將有助於上述議題之解析。

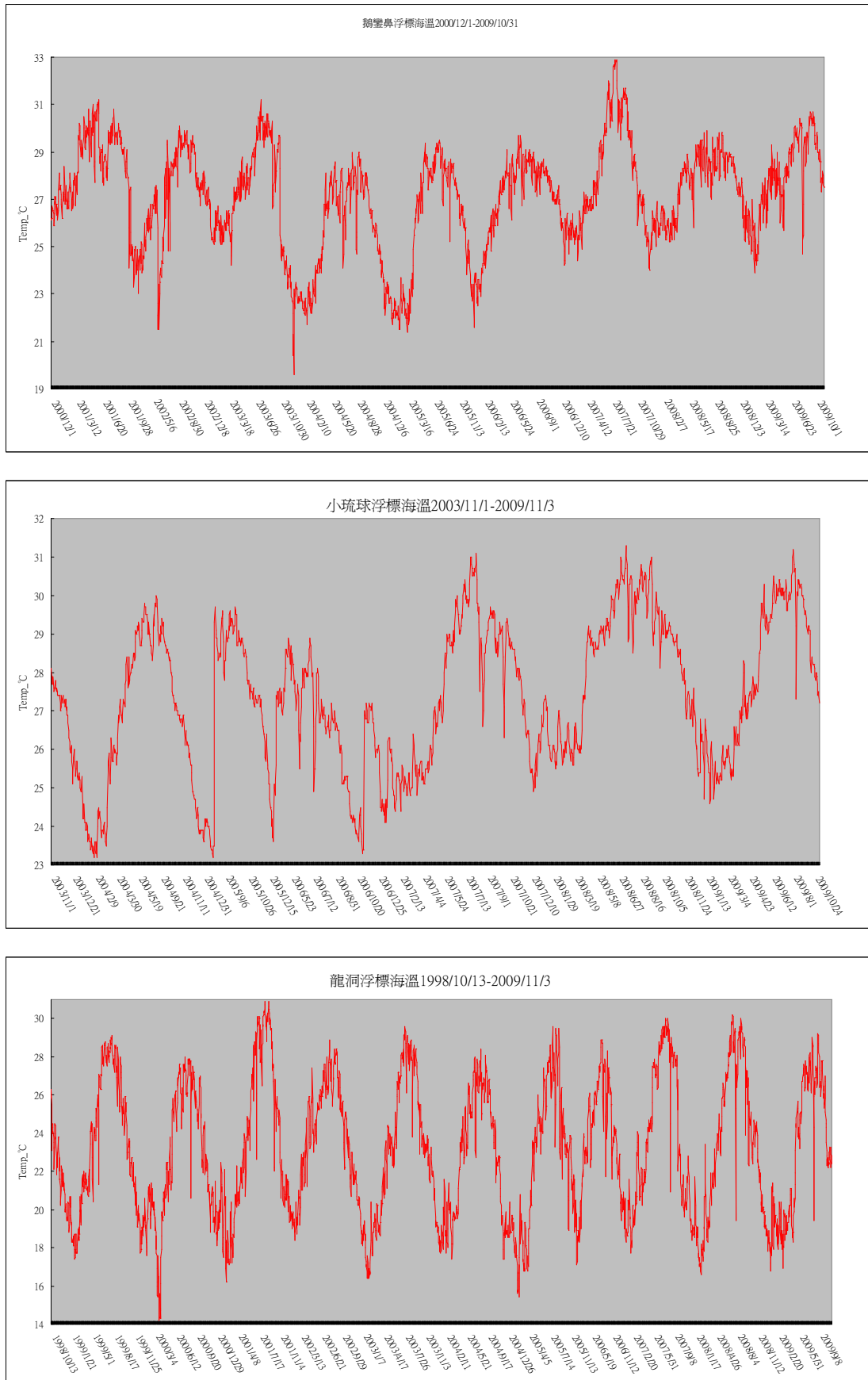


圖 3-1 台灣附近海域水溫連續監測系統溫度時序變化之情況  
(來源資料：本研究資料)





### 評審會議紀錄

#### 「98 年度墾丁近海海域水質連續監測計畫」 委託辦理計畫服務企劃書評選會議紀錄

一、開會日期：中華民國 98 年 8 月 25 日下午 14 時 0 分 記錄：郭筱清

二、開會地點：墾丁國家公園管理處大型會議室

三、主持（召集）人：林委員青 （依規定擬由林委員欽旭主持會議）  
林 欽 旭

四、評選委員簽到：

本評選委員會設置評選委員 9 人，其中本處委員 6 人，外聘專家、學者委員 3 人。

委員姓名	出席狀況
外聘委員 中華大學 朱委員達仁	朱達仁
外聘委員 國立臺灣師範大學 陳委員仲吉	陳仲吉
外聘委員 國立中山大學 李委員澤民	李澤民
本處委員 林委員青(召集人)	(差假) 請假
本處委員 李委員登志(副召集人)	(公出) 請假
本處委員 林委員欽旭	林欽旭
本處委員 曾委員添丁	請假
本處委員 蔡委員豐富	請假
本處委員 陳委員松茂	陳松茂

五、出列席單位及人員：

服務廠商 蘇柏華  
國立海洋生物博物館 孟培傑 孟培傑

墾丁國家公園管理處

郭筱清

主持人林召集委員欽旭致詞:

很榮幸擔任此評選案的召集人，首先幾點報告:

1. 本委員會委員總數九人，外聘三人，內聘六人，今日出席評選會議之外聘委員有三人，符合「採購評選委員會審議規則」第九條所定「出席委員中外聘之專家、學者人數應至少二人」之規定。又今日出席評選會議之內、外聘委員總數為五人，已逾委員總額二分之一。
2. 本次評選會議原定召集人、副召集人均請假，由本處機關首長(處長)依「採購評選委員會組織準則」第七條第二項規定「指定」本委員會林委員欽旭擔任本次會議之召集人，並為主席。
3. 現在會議開始進行。

參選單位簡報:

- 1 號廠商 國立海洋生物博物館簡報 由計畫主持人孟博士培傑簡報(詳如:服務建議書)。

會議討論紀錄:

評審意見	處理情形
朱委員達仁: 1. 此計畫相當有意義，主要是監測珊瑚礁的環境因子，目前已九月，不知明年度是否會將此計畫延伸下去?墾丁海域一直受到各界關切，若有此套系統運作，相信會有相當大的助益，希望管處對於此案能加以重視並編列足夠經費。關於測點的選擇是相當重要的，以南灣作為測點，可能僅能顯示排水及冷水渦流的問題，若有可能，應多設測點，不然可能只能看見區域性。	馬課長協群回應: 1. 明年原則上仍是沒有經費的，明年委研、委辦案標餘款將列此案為優先，希望到時能獲得老師的協助，100年預計會編列此項目，但短期內要增加為兩套設備以上較無可能。 林委員欽旭: 明年4月份編100年概算，請將此項目列入。

<p>2. 深度設在水下六米，仍會有季節性斜溫層的變化，是否考慮做幾次終日性整個剖面深度的變化，這樣相對於平時固定深度的定點，也能了解相對深度變化的水質參數的數值意義。</p> <p>3. 儀器設備若受干擾會產生異常數據，請問短時間的溫度變化如何判讀為異常並即時作修正。</p>	<p>孟博士培傑回應：</p> <p>2. 進行終日性整個剖面深度的變化監測可能無法達到，但可提高密集性。由長期資料顯示，可判斷一般性的變化範圍，如潮汐、冷水上升等，可由這些資料作基礎來判讀。</p>
<p>陳委員仲吉：</p> <p>1. 資料傳輸格式與海域長期生態研究計畫中的子計畫張揚祺博士那部份能否相互配合？</p> <p>2. 整套儀器費用除了目前所提的電極項目，有無可再增加的項目？</p> <p>3. 深度變化的確需要考慮，若有兩套設備能否考慮同一地點增加不同深度的監測。</p> <p>4. 關於營養鹽部份是否進行比對？</p>	<p>孟博士培傑回應：</p> <p>1. 資料合作會與張老師聯繫，營養鹽部份會進行比對。</p> <p>廠商代表蘇先生回應：</p> <p>2. 目前此套系統已達飽和，僅可再考慮增加光照度項目。然而深度部份，多增加十組儀器對佈置和安全性來說都是考驗，台灣有颱風，儀器遺失的風險高，就成本和安全性來說並不建議。</p>
<p>李委員澤民：</p> <p>1. 出水口十米代表什麼意義？</p> <p>2. 請說明儀器價格。</p> <p>3. 十米就不會有附著物造成影響？</p> <p>4. 本計畫執行四個月，今年底結束，明年度將如何繼續？</p>	<p>孟博士培傑回應：</p> <p>1. 該處珊瑚生長十分良好，且較少人為干擾，安全性較高。</p> <p>3. 之前附著度測試顯示六米下就較少附著生物生長，幾乎沒有)尤其無大量二枚貝，而保養頻度為2星期也可解決此問題。</p> <p>監測項目會增列葉綠素。</p> <p>4. 計畫結束後儀器會留置原處繼續監測。</p>

<p>陳委員仲吉： 儀器校正更替是在現場還是實驗室？</p> <p>林委員欽旭： 請就監測資料公開及民眾使用方式說明。</p> <p>陳委員仲吉： 我對資料開放持保留態度，若未經專家學者過濾而直接公開，有可能會因儀器或其他干擾造成錯誤，當然貴處有權利對外公開資訊，但請考量此點。</p> <p>李委員澤民： 我也有相同看法，資料公開前的確需要認證。</p> <p>馬課長協群： 當初想法是想將資料發揮最大效用，將來也會針對上網資料作說明。資料呈現方式將和網管及孟博士再作商討。</p>	<p>廠商代表蘇先生回應： 2. 製作整套系統約 200 萬，儀器本身佔了經費的三分之二，本次計畫使用 2 組儀器替換，且使用光學式，可提升數據的穩定度。</p> <p>孟博士培傑回應： 拿回實驗室進行校對後更換。</p> <p>廠商代表蘇先生回應： 我們會將資料分成兩個集中系統儲存，一在墾管處，一在孟博士研究室。將資料對民眾開放的部份，過去也有類似計畫經驗，將資料上傳網路，民眾只要上網，便能獲得水情資訊。</p> <p>廠商代表蘇先生回應： 會將資料整理後(如表格化)，再上傳網路。傳輸費用部份，本次透過 3·5G 網路 IP，需申請中華電信數據網卡，每個月固定費率，此部份費用由管處支付。</p>
--	--

<p>陳委員仲吉： 葉綠素的說法以螢光值取代較適合。</p> <p>馬課長協群： 請教老師們，關於葉綠素 a 此項目的重要性如何？</p> <p>陳委員仲吉： 葉綠素項目對水域生態相當重要，是主要生產者來源。</p> <p>林委員欽旭： 之後請針對材料費細項說明。</p>	<p>廠商代表蘇先生回應： 關於電極使用壽命的問題，目前的耗材有兩種，複合式電極及光學溶氧部份，利用染色方式測溶氧，染色片有時限，需一年內做更換，其他如長毛刷、海綿也列入半年維護項目，許多項目會視狀況適時維護更換。</p> <p>已補正材料費細項說明於合約書中。</p>
--	---

會議結論：

本案評選結果，服務廠商海洋生物博物館平均成績達到 80 分以上，經出席評選委員過半數同意，符合議價資格，將簽奉本處處長或授權人核定後，以憑辦理後續議價事宜。

散會時間：98 年 8 月 25 日下午 15 時 35 分。



### 期中審查會議紀錄

## 98 年度「墾丁近海海域水質連續監測計畫」委託辦理案 期中簡報審查會議紀錄

開會日期：中華民國 98 年 10 月 15 日下午 2 時 00 分 記錄：郭筱清

郭筱清

開會地點：墾丁國家公園管理處大型會議室

主持（召集）人：林委員欽旭

林欽旭

審查委員：

中華大學 朱委員達仁(請假)

國立中山大學 李委員澤民(請假)

國立臺灣師範大學 陳委員仲吉(請假)

受委託單位：國立海洋生物博物館

孟培傑

墾丁國家公園管理處

郭筱清

陳信宏

郭筱清

陳桂穎

吳俊毅

陳立凱



主席致詞:(略)

承辦課室報告:已依合約約定如期提出期中報告進行審查。

受委託單位報告:孟博士培傑報告(詳如期中簡報書面報告)

期中審查意見	處理情形
<p>林委員欽旭: 今日 3 位外聘委員皆因事無法出席會議，皆有提出書面意見，以下轉達委員一部份的問題，其他則請就外聘委員的建議修正。陳委員仲吉的部份:第 4 點在現場展示即時資料傳輸之作業，此部份剛已執行，其他 3 點則是報告細節，請修正。李委員澤民部份:定期維護表為重要資料，應註記時間，另外關於保養頻率;請說明以何等準確為標準。</p>	<p>孟博士培傑回應: 目前儀器剛設定，之後會加註時間上去。</p>
<p>林委員欽旭: 上次評選時，朱委員提及除了南灣之外，應多設測點，請問目前的測點為幾個?</p>	<p>馬課長協群回應: 目前經費只能支持設立一個測點。</p>
<p>陳委員提及營養鹽資料應進行比對，並與海域長期生態研究計畫張揚祺博士合作。</p>	<p>孟博士培傑回應: 目前與張教授聯繫中，本儀器並無營養鹽之感測器，而是執行保養維護工作時，進行採水再作檢驗。</p>
<p>上次評選回應可考慮增加光照度項目，請問是否有增加此項目?</p>	<p>今日有安排出海設置光照度連續性記錄器，但非即時傳輸性。</p>
<p>馬課長協群: 1. 系統最初設置為 97 年，深度由六米</p>	<p>孟博士培傑回應: 目前電源來自太陽能，基本上沒辦法反映</p>

<p>改置十米，為增加穩定度及減少附著生物干擾，是否真的能增加資料穩定度，建議與過去資料進行對照。</p> <p>2. 目前電源都是來自太陽能板?</p> <p>3. 夜間巡邏時，發現本儀器之警示燈並不明顯，是否因此容易造成船隻碰撞損害，此點請老師與廠商再行考量。</p> <p>4. 目前監測項目多為環境因子，可否請老師增加當地周遭的生物生態環境，拍照記錄即可。</p> <p>5. 這個測點是否能反映出溫排水的影響。</p> <p>6. 南灣冷水入侵是每天可偵測到?</p> <p>7. 可將此案結果與海域長期資料各點結果作比對，瞭解此測點能代表的範圍為何?畢竟要以一個測點代表整個墾丁海域是不可能的，這樣也能作為將來要增設第 2 個測點、第 3 個測點的依據。</p>	<p>出溫排水的影響，因為還是有些距離。每天都可偵測到南灣冷水入侵，這是早期研究的資料，潮汐與溫度的變化，範圍大則 10 幾度，小則 1~2 度，一般來說因為海洋水體大，溫度穩定，這個地方是較為特殊的，短時間會有劇烈變動。選擇此位置作為測點:(1)可反映冷水團入侵(2)珊瑚密集可反映珊瑚礁生態水體狀況(3)遊客干擾較小，安全性高。海域長期生態計畫偏向岸邊人為影響，因此兩者在比較上有困難，不過可以瞭解外來的水團和內部的差異。</p>
<p>馬課長協群: 是否可選擇另一樣點作為比對。</p>	<p>孟博士培傑回應: 可以的。</p>
<p>馬課長協群: 蘇經理曾提及這些數據可即時向外發送，如遊客中心的跑馬燈，提供海域遊憩的資訊，因為目前資料多為數據，但這些資料對民眾意義不大，如何將其轉換適合民眾閱讀應用的資訊，依據為何?</p>	<p>孟博士培傑回應: 溫鹽度對民眾應是相當有用的，南灣的濁度都不大，除非大雨、颱風，若要標準化，可以長期性的平均值之上下限加上標準偏差。 蘇先生柏青:共同語言是值得思考的。</p>

<p>相信此案除了環境監測外，更能提供遊憩資訊。</p> <p>林委員欽旭： 關於資料是否公開在評選時曾經討論。</p> <p>馬課長協群： 後壁湖很適合設立跑馬燈，若飯店旅館有此設施也可合作分享。</p> <p>林委員欽旭： 本案結束後此套儀器會留在原地，監測資料仍會即時上傳嗎？</p> <p>林委員欽旭： 即時資料公開將來是置於何處？</p> <p>郭技佐暉嫩： 關於 QBOX 資料收集日報表，請問監測項目能否重疊顯示？</p> <p>陳技士信宏： 1. 颱風期間是否需要收回儀器，那麼如何補齊沒有資料的。 2. 99 年將把題目定為有預警功能的系統，請問老師是否有加強或增設使其具預警的功能。</p> <p>馬課長協群： 補充說明，日本海域 pH 值已達 7 點多，台灣仍是 8 點多，因此若是能設立臨界</p>	<p>馬課長協群回應： 明年會繼續編列經費支持本案運作，我想少了重置費用，經費可望降低。</p> <p>馬課長協群回應： 會請網管協助將資料置於外網首頁。</p> <p>孟博士培傑回應： 需要另外擷取再作處理，因各項尺度不同，放在一起會有影響，無法看出變化。</p> <p>孟博士培傑回應： 1. 會視狀況而定，會盡可能執行，因為颱風期間的資料也是很重要的。 2. 基本上因為已有長期資料，故可利用早期資料，看出變化，定出異常範圍。</p> <p>孟博士培傑回應： 平均值及平均標準偏差可設安全範圍、警告上限及警告下限。</p>
---	--

<p>值，可給予警示，即是自動預警。</p> <p>馬課長協群： 如可以，請老師在期末或明年計畫提供此警戒區域。</p> <p>陳技士玄武： 1. 深度資料如何取得？ 2. 若儀器發生狀況，傳輸中斷，是否有警示功能？ 3. 數據異常會有警示，請問能否系統自動判斷？ 4. 溶氧可否換算成與二氧化碳有關的數據來顯示全球暖化對海洋的影響。 5. 目前使用無線傳輸式，未來變成固定式之可行性。</p> <p>朱委員達仁： 1. 本案海域水質連續監測截至期中所完成之工作成果，呈現監測系統之儀器各部分組裝及各種水質因子探針之校正，並將海域水質連續監測系統於後壁湖漁港完成測試工作。未來監測的深度採用十米水深來架設，且整體探針系統皆經過防污塗料處理，以減輕因外部長滿附著生物，增進及維持調查準確度及穩定性。本人建議除所設深度在水下十米外，是否考慮配合其它設備，做幾次終日性整個剖面</p>	<p>孟博士培傑回應： 保守估計今年期末或許不適合，明年期末等資料累積一年較適合。</p> <p>孟博士培傑回應： 1. 以壓力來估計深度，視潮位而變化。 2. 3. 具警示功能，目前數據仍不夠，一旦足夠，會將數據設定上去，也有GPS，當有狀況發生會 email 或簡訊通知，數據異常也會有警示。 4. 二氧化碳較為複雜，此系統目前無法提供數據。</p> <p>孟博士培傑回應： 1. 已配合每公尺施加連續性之光度及溫度探針。</p>
---	---

<p>深度的變化，這樣相對於平時固定深度的定點，也能了解相對深度變化的水質參數的數值意義。</p> <p>2. 本報告書 p7，「(二)無線數據傳輸發送接收設備:3. 監測資料異常時，透過中心資料庫系統控制 GSM 數據機直接即時發報異常簡訊至相關管理人員。此項措施符合操作的程序與步驟。但如第一審查之意見所提，當儀器設備若受干擾會產生異常數據，短時間的監測數據變化應如何判讀為異常並即時作修正。</p> <p>3. p13，第四章初步研究發現，水質探針經校正結果發現校正前各探針之讀值以濁度及葉綠素誤差較大，請說明其原因，此項是否經校正後不會影響正確的讀值。如會影響，請說明是否需要修正及如何修正。</p> <p>4. 另 p13，第四章初步研究發現中，初步的測試結果發現各水質因子之數據資料穩定，這是很好的開始。但請問是否有對照監測，如何確認數據資料之穩定。</p> <p>李委員澤民:</p> <p>1. 內容與工作項目符合計畫目標。</p> <p>2. 定期維護表為重要資料，唯時間應有</p>	<p>2. 本系統每兩週皆針對各探針做校正，同時亦採取水樣以不同儀器檢測各水質因子藉此對前階段之資料進行系統性誤差之校正。</p> <p>3. 因為本海域屬珊瑚礁生長區域，海水之濁度及葉綠素皆極低，讀值近儀器偵測極限，因此低讀值造成相對誤差較大，此乃分析化學之正常現象，而本系統每兩週皆針對各探針做校正，同時亦採取水樣以不同儀器檢測各水質因子藉此對前階段之資料進行系統性誤差之校正。</p> <p>4. 本系統每兩週皆針對各探針做校正，同時亦採取水樣以不同儀器檢測各水質因子對照，藉此對前階段之資料進行系統性誤差之校正。</p> <p>(已於會議進行討論)</p>
---	--

<p>時。</p> <p>3. 保養頻率得視水質儀器準確度決定，請說明以何等的準確為標準。 (已於會議進行討論)</p> <p>陳委員仲吉：</p> <p>1. p5 第二章，第一節 line5 以有線傳輸……，此是否應為無線傳輸。</p> <p>2. p. 7 12. 讀值之±0.5，此與 11 重覆應刪除。</p> <p>3. p. 7 14. 鹽度量測範圍 0~60ppm，解析度為 0.01ppm，此單位應為 ppt，請修正。</p> <p>4. 建議廠商在簡報會場展示即時資料傳輸作業，以檢驗是否達成此部份之工作要求。</p>	<p>(已於會議進行前修改完成)</p>
---	----------------------



### 期末審查會議紀錄

98 年度「墾丁近海海域水質連續監測計畫」委託辦理案  
期末簡報審查會議紀錄

開會日期：中華民國 98 年 11 月 25 日上午 10 時 30 分 記錄：郭筱清

開會地點：墾丁國家公園管理處生態研習中心

主持（召集）人：林委員青

林青

審查委員：

中華大學 朱委員達仁

朱達仁

國立中山大學 李委員澤民

李澤民

國立臺灣師範大學 陳委員仲吉

陳仲吉

受委託單位：

國立海洋生物博物館

孟境傑

墾丁國家公園管理處

李登志 郭筱清

陳信宏 陳言武

馬協祥 郭曉敏

傅子祥



主席致詞：(略)

業務單位報告：已依合約約定如期提出期末報告並進行審查。

委託廠商報告：孟培傑博士報告 (略)

期末審查意見	處理意見
<p>陳委員仲吉：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 本計畫之重點工作在於監測資料傳輸比對後的準確度，經團隊之比對，結果除了葉綠素及濁度有時不盡理想外，其他都能達到要求，這是值得肯定的成果。</li> <li>2. 請問 10 月 30 日之資料並未如預期回傳，其主要原因為何？以後如何預防類似狀況發生？</li> <li>3. DO 與溫度隨潮汐產生急遽變化，DO 飽和度以百分比表示，請問是以何種公式計算？</li> <li>4. 請問經由本計畫之執行後，執行單位考量實際狀況與監測參數之數據準確度與穩定度後，是否有建議後續可能之監測參數項目為何？</li> <li>5. 目前監測地點為臨時地點，為有效且完整了解南灣海域之水質環境變化，請問對於未來有任何建議之監測地點、深度？原因為何？</li> </ol>	<p>孟培傑博士回應：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>2. 蘇柏青先生回應：資料斷訊是因為當時中華電信斷訊的問題。</li> <li>3. DO 隨潮汐變化而下降，DO 飽和度是根據陳鎮東教授提出的公式，依據溫、鹽度計算。深水可降到溫度 20°C，溶氧飽和度隨深度急遽下降，且發現溫度下降與潮汐有一定時間差，目前正在累積數據。</li> <li>4. 雖然葉綠素與濁度兩者數據誤差較大，但仍在誤差範圍內。</li> <li>5. 香蕉灣、貓鼻頭和入水口，深度選擇 10 米，除了好操作更可反映珊瑚生長環境。</li> </ol>

<p>朱達仁委員：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 摘要僅載述過程，請加強結果的陳述。</li> <li>2. 建議審查意見可用表格作為對照。</li> <li>3. 請說明求取 DO 與 pH 關係之意義，另圖 2-20 與圖 2-22 兩圖所求得之關係式仍有差異，請說明原因。</li> <li>4. 報告中說明有遽降的現象（圖 2-23），請說明此現象造成的原因？是自然現象或儀器誤差？</li> <li>5. 目前監測所獲得之成果，是否能達成原先設定工作之目標，例如冷水團入侵或溫排水之監測，是否有一些有意義的現象被測出。</li> <li>6. 圖 2-26 有錯字，另圖 2-28 與圖 2-31 使用”潛水教練”字眼似有不當，建議改為”潛水工作人員”，圖 2-29 與圖 2-30 的替換後與替換下的意義。</li> </ol>	<p>孟博士培傑回應：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 摘要表現會做修正。(已修正)</li> <li>2. 審查意見若壑管處沒意見將作修改。(已修正)</li> <li>3. DO 為光合作用與呼吸作用之結果，與 pH 值存在某種關係。</li> <li>4. 深度即潮汐變化，潮汐上來深度變深。溫度隨潮汐有變化。過去就有論文指出可能由於渦流現象將底層海水提上來。</li> <li>6. (已修正)</li> </ol>
<p>李委員澤民：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 水質監測方式及資料處理符合計畫目標，資料比對請持續執行。</li> <li>2. 水質表示單位，請統一。例如鹽度 psu 與 ppt 應擇一，請根據儀器而定義單位，導電度單位 mS/cm、ms/cm 請統一。</li> </ol>	<p>孟博士培傑回應：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 資料比對一直都會執行。</li> <li>2. 單位的統一會作修正。(已修正)</li> </ol>

<p>3. 維護系統是否包含鹽度計？</p> <p>4. 資料庫之操作介面為 window XP，將來是否有更新作業介面之計畫？</p> <p>5. 監測項目建議拿掉藍綠藻以免造成誤會。</p>	<p>3. 整套感測器送回來都進行維護保養，以導電度換算鹽度，故鹽度的校正是有的。</p> <p>蘇柏青先生回應：</p> <p>4. 我們有進行軟體開發，目前因為資料以網路掛載，所以 vista 體系仍可讀取資料。</p>
<p>馬課長協群：</p> <p>1. 儀器故障或校正時，關於資料的延續處理。</p> <p>2. 期中關於資料分享，陳教授有提到準確度的考量，不過若資料僅局限我們使用，相當可惜，例如水溫可提供給遊憩民眾及水上活動業者參考，濁度可否轉換成可見度讓一般人容易理解。</p> <p>3. 經過深度測試將原本 6 米改為 10 米，是否 10 米真的就是附著物干擾少及穩定性高？</p> <p>4. 可否與海域長期生態的測點資料進行比較，單一測點是否能涵蓋全部，範圍多大？</p> <p>5. 系統操作方面可以設定警戒值，目前只有設定儀器的位置，是否再設定水</p>	<p>孟博士培傑回應：</p> <p>1. 資料延續性可以兩組儀器進行替換，比較可能的問題在於風浪太大，無法出海進行更換，例行的保養維護工作，資料仍是延續的。</p> <p>2. 資料分享只要墾管處同意，我這方面沒問題。</p> <p>3. 六米以下附著生物減少，長期看來十米的深度穩定性佳。</p> <p>4. 代表性是涵蓋附近水體，若以較細微的尺度去看，是有變化的，尺度放大則整體會被平均。不過資料是可以代表那附近珊瑚的生長環境。</p> <p>5. 警戒值方面我建議若明年此計畫有執行，資料累積更多後再設定。</p>

<p>溫警戒值，雖然生態意義上還未知，但可提醒我們注意到環境之變化。</p> <p>6. 目前墾丁有設置 20 個繫錨點，陳技士信宏提供一個想法，可將水溫感測器設在 20 個繫錨點，收取資料進行比對。</p> <p>陳委員仲吉：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 馬課長的建議相當好，HOBO 資料可與連續資料做對比，又能在儀器壞掉且無法出海時，這些資料可提供某方面的補充。</li> <li>2. 不一定 20 個點都設置，可選擇 5~10 個點。</li> </ol> <p>林委員青：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 日前海洋大學教授提墾丁附近海藻減少，可否請老師根據監測資料提出建議以作為應變。</li> <li>2. 若保育課經費足夠，此案相當值得繼續進行。</li> </ol> <p>馬課長協群：</p> <p>關於資料分享方面，老師們的建議？</p> <p>陳委員仲吉：</p> <p>資料分享的確很重要，主要是準確度，我認為溫鹽度的爭議較小且對大眾很有幫助，可以開放資料，其它部份可能需要確定資料無誤，可等一年的資料累積</p>	<p>6. 小型水溫感測器 HOBO 可連續記錄水溫資料，若管處明年有編經費，配合執行。</p> <p>孟博士培傑回應：</p> <p>目前儀器下方每米有放一個 HOBO。</p> <p>孟博士培傑回應：</p> <p>關於海藻的減少，這個測點的資料只有去年和今年，其他位置在海域長期監測有資料，可以整理一下。</p>
--	---

<p>後，再進行評估。</p> <p>馬課長協群：</p> <p>資料分享可有但書，資料分享提高價值。</p> <p>結論：</p> <p>本案期末報告審查通過，請受委託單位就委員建議及同仁意見做處理。</p>	
---	--

參考書目

- Andrews LTER , <http://www.fsl.orst.edu/lter/>
- Bastidas C. , D. Bone and E. M. Garcia (1999) Sedimentation Rates and Metal Content of Sediments in a Venezuelan Coral Reef Marine Pollution Bullentin, Vol. 38, No. 1pp. 16-24
- Chen C. T. A., B. J. Wang and L. Y. Hsing(2004) Upwelling and degree of nutrient consumption in Nanwan Bay, Southern Taiwan. Journal of Marine Science and Technology 12(5):442-447
- Chen C. T. A., S. L. Wang, B. J. Wang and S. C. Pai(2001) Nutrient budgets for the South China Sea basin. Marine Chemistry 75:281-300
- Chen PH, Gong GC, Pai SC, and Liu KK (1992) Analysis of nitrate in seawater using an automated FIA. In: Liu KK (ed) Biogeochemical Research Log 1, p 34-46
- Chou Y., T. Y. Lin, C. T. A. Chen, and L. L. Liu(2004) Effect of nuclear power plant thermal effluent on marine sessile invertebrate communities in Southern Taiwan. Journal of Marine Science and Technology 12(5):448-452
- Chung-Chi Chen, Fuh-Kwo Shiah, Hung-Jen Lee, Kuo-Yuan Li, Pei-Jie Meng, Shui-Ji Kao, Yu-Fang Tseng, Chia-Lu Chung(2005) Phytoplankton and bacterioplankton biomass, production and turnover in a semi-closed embayment with spring tide induced upwelling. Marine Ecology Progress Series 304:91-100
- Dai, C. F. 1997. Assessment of the present health of coral reefs in Taiwan. In: Grigg, R. W. and C. Birkeland (eds), Status of coral reefs in the Pacific, pp. 123-131. Sea Grant Program, University of Hawaii.
- Florida Coastal Everglades LTER , <http://fcelter.fiu.edu/>
- Folk RL (1996) A review of grain-size parameters. Sedimentology 6:73-93
- Gobler C. J., M. J. Renaghan, and N. J. Buck (2002) Impacts of nutrients and grazing on the abundance of *Aureococcus anophagefferens* during a New York brown tide bloom Limnol. Oceanogr. 47:129-141

- Hodgson G. (1990) Tetracycline reduces sedimentation damage to corals. *Marine Biology* 104:493-496
- Huang, C. C., T. C. Hung, (1987) "Coral: study in Nanwan Bay adjacent to the third nuclear power plant in Taiwan" , *SCOPE/ROC, Acad. Sin.*, 24pp.
- Hung, T. C., C. C. Huang, K. L. Fan, (1989) Nonbiological factors and corals study along the shallow water near the outlet of Third Nuclear Power Plant. *SCOPE/ROC, Acad. Sin.*, 71: 32pp.
- Hsieh H. J. , Y. -L. Hsien, M. -S. Jeng, W. -S. Tsai, W. -C. Su and C. A. Chen(2008) Tropical fishes killed by the cold. Coral reefs.
- Johannes R.E., W. J. Wiebe and C. J. Crossland(1983) Three patterns of nutrient flux in a coral reef community Vol. 12:131-136
- Lee H. J., S. Y. Chao , K. L. Fan and T. Y. Kuo (1999) Tide-Induced Eddies and Upwelling in a Semi-enclosed Basin:Nan Wan Estuarine, Coastal and Shelf Science 49:775-787
- Lee H. J., S. Y. Chao, K. L. Fan, Y. H. Wang and N. K. Ling (1997) Tidally Induced Upwelling in a Semi-Enclosed Basin:Nan Wan Bay Journal of Oceanography, Vol. 53, pp. 467 to 480
- Lee H. L, S. Y. Chao, K. L. Fan (1999a) Flood-ebb disparity of tidally induced recirculation Eddies in a semi-enclosed basin:Nan Wan Bay Continental Shelf Research 19:871-890
- Lin Hsing-Juh, Chen-Yi Wu, Wen-Yuan Kao, Shuh-Ji Kao, Pei-Jie Meng (2007) Mapping anthropogenic nitrogen through point sources in coral reefs using  $\delta^{15}N$  in macroalgae. *Marine Ecology Progress Series* 335:95-109
- Lin, H. -J. & Shao K. -T. 1998. Temporal changes in the abundance and growth of intertidal *Thalassia hemprichii* seagrass beds in southern Taiwan. *Bot Bull Acad Sin* 39:191-198
- Meng Pei-Jie, Hung-Jen Lee, Jih-Terng Wang, Chung-Chi Chen, Hsing-Juh Lin and Wei-Jiun Hsieh(2008) A long-term survey on anthropogenic impacts to the water quality of coral reefs, southern Taiwan. *Environmental Pollution* 156:67-75.

- Meng Pei-Jie, Kuo-Nan Chung, Jeng-Ping Chen, Ming-Hui Chen, Ming-Chin Liu, Yang-Chi Chang, Tung-Yunn Fan, Hsin-Juh Lin, Bi-Ren Liu, Chia-Ming Chang, Lee-Shing Fang, Kwang-Tsao Shao (2007a) Long-term ecological monitoring on the marine ecosystem of Kenting National Park. *Bulletin of National Park*, 17(2):71-88 (in Chinese).
- Meng Pei-Jie, Kuo-Nan Chung, Jeng-Ping Chen, Ming-Hui Chen, Ming-Chin Liu, Yang-Chi Chang, Tung-Yunn Fan, Hsin-Juh Lin, Bi-Ren Liu, Chia-Ming Chang, Lee-Shing Fang, Kwang-Tsao Shao (2007b) Long-term ecological monitoring and studies of human activities on the marine ecosystem of Kenting National Park.. *Bulletin of National Park*, 17(2):89-111(in Chinese).
- Meng, P. -J., J. -P. Chen, K. -N. Chung, M. -C. Liu, T. -Y. Fang, C. -M. Chang, W. -M. Tian, Y. -C. Chang, H. -J. Lin, L. -S. Fang and K. -T. Shao( 2004 ) Long-term ecological studies in Kenting National Park neighboring marine areas, on monitoring the impact factors from anthropogenic activities to the marine ecosystem and a preliminary database of its marine ecosystem. *Bulletin of National Park*, 14(2):43-69 (in Chinese).
- Ming-Hui Liao, Sen-Ling Tang, Chia-Ming Hsu, Kou-Chang Wen, Henry Wu, Wen-Ming Chen, Jih-Terng Wang, Pei-Jie Meng, Wen-Hong Twan, Chang-Feng Dai, Keryea Soong, and Chaolun Allen Chen (2007) The “Black Disease” of Reef-Building Corals at Green Island, Taiwan - Outbreak of a Cyanobacteriosponge, *Terpios hoshinota* (Suberitidae; Hadromerida). *Zoological Studies*. 46 (4):520
- Morell J. M. , J. Capella, A. Mercado, J. Bauza and J. E. Corredor(2001) Nitrous oxide fluxes in Caribbean and tropical Atlantic waters:evidence for near surface production *Marine Chemistry* 74:131-143
- Murphy J, Riley JP (1962) A modified single solution method for determination of phosphate in nature water. *Anal Chem Acta*
- Pai SC, Tsau YJ, and Yang TI (2001) pH and buffering capacity problems



- involved in the determination of ammonia in saline water using the indophenol blue spectrophotometric method. *Anal Chem Acta* 434:209-216
- Parson TR, Maita Y, Lalli CM (1984) *A Manual of Chemical and Biological Methods for Seawater Analysis*. Pergamon Press, New York, p 3-7
- Riegl B., C. Heine and G. M. Branch (1996) Function of funnel-shaped coral growth in a high-sedimentation environment. *Marine Ecology Progress Series* Vol.145:87-93
- Riegl B., G. M. Branch (1995) Effects of sediment on the energy budgets of four scleractinian (Bourne 1990) and five alcyonacean (Lamouroux 1816) corals *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 186:259-275
- Roberts, C. M., C. J. McClean, J. E. N. Veron, J. P. Hawkins, G. R. Allen, D. E. McAllister, C. G. Mittermeier, F. W. Schueler, M. Spalding, F. Wells, C. Vynne and T. B. Werner. 2002. Marine biodiversity hotspots and conservation priorities for tropical reefs. *Science* 295: 1280-1284.
- Rogers, C.S. (1990) Responses of coral reefs and reef organisms to sedimentation. *Marine Ecology Progress Series* 62: 185 - 202.
- Su. J. C. ; Hung, T. C. ; Chiang, Y. M. ; Tan, T. H. ; Chang, K. H. ; Huang, C. C. ; Huang, C. Y. ; Shao, K. T. ; Huang, P. P. ; Lee, K. T. ; Fan, K. L. ; Yeh, S. Y. (1989) An ecological and environmental survey on the waters adjacent to the southern nuclear power plant. *SCOPE/ROC, Acad. Sin.* 70: 238pp.
- Su. J. C. ; Hung, T. C. ; Chiang, Y. M. ; Tan, T. H. ; Chang, K. H. ; Huang, C. C. ; Huang, C. Y. ; Shao, K. T. ; Huang, P. P. ; Lee, K. T. ; Fan, K. L. ; Yeh, S. Y. (1987) "An ecological and environmental survey on the waters adjacent to the nuclear power plant in southern Taiwan" , *SCOPE/ROC*, 50:224pp.
- Thomas S. (2003) An underwater sediment accumulation sensor and its application to sediment transport processes at Lihir Island Papua New Guinea. Ph.D. Thesis, James Cook University, Townsville, Australia.
- Thomas S., P. Ridd (2005) Field assessment of innovative sensor for

- monitoring of sediment accumulation at inshore coral reefs. *Marine pollution Bulletin* 51:470-480
- Thomas S., P. Ridd, G. Day (2003) Turbidity regimes over fringing coral reefs near a mining site at Lihir Island Papua New Guinea. *Marine pollution Bulletin* 46(8):1006-1014
- Tockner K., F. Malard, U. Uehlinger and J. V. Ward (2002) Nutrients and organic matter in a glacial river-floodplain system (Val Roseg, Switzerland) *Limnol. Oceanogr.* 47(1):266-277
- Umar M. J., L. J. McCook and I. R. Price (1998) Effects of sediment deposition on the seaweed *Sargassum* on a fringing coral reef *Coral Reefs* 17:169-177
- Virginia Coast LTER, <http://www.vcrlter.virginia.edu/>
- Yang, R. T. 1985. Coral communities in Nanwan Bay (Taiwan). *Proc. 5th Int. Coral Reef Congr.*, 2:273-278.
- Yang, R. T. and C. F. Dai. 1980. Community structure and species diversity of reef corals at Nanwan Bay, Taiwan. *Acta Oceanographica Taiwanica* 11:238-251.
- 方力行、孟培傑、郭漢煌、張文炳、呂明毅、陳義雄、樊同雲、何平合、李展榮、林綉美、陳正平、周偉融，2002。阿瑪斯號貨輪擱淺地區生態資源監測與復舊計劃。內政部營建署墾丁國家公園管理處委託研究報告。
- 方力行、邵廣昭、孟培傑、樊同雲、陳正平、田文敏、陳明輝、劉銘欽、鍾國南、張揚祺、林幸助。2004。墾丁國家公園海域長期生態研究計劃-人為活動對海域生態所造成之衝擊研究(IV)與環境教育之應用(I)。內政部營建署墾丁國家公園管理處委託研究報告。
- 方力行、邵廣昭、孟培傑、樊同雲、陳正平、田文敏、劉銘欽、鍾國南、張揚祺、林幸助。2003。墾丁國家公園海域長期生態研究計劃-人為活動對海域生態衝擊之長期監測研究(III)及生態與環境資料庫建立(II)。內政部營建署墾丁國家公園管理處委託研究報告。
- 方力行、邵廣昭、孟培傑、樊同雲、陳正平、陳明輝、劉銘欽、鍾國南、張揚祺、林幸助。2005。墾丁國家公園海域長期生態研究計劃-人為活動對海域生態所

造成之衝擊研究(五)環境教育之應用(二)基本生態資料之建立(二)與環境生態資料庫資訊系統之建立(一)。內政部營建署墾丁國家公園管理處委託研究報告。

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

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

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

鍾國南、李展榮、孟培傑、韓僑權、郭鑫沅、邱協棟、宋國士、梁乃匡、方力行、邵廣昭(2002)墾丁國家公園海域長期生態研究-測站海底地貌及人為活動對海域生態衝擊監測之初報。國家公園學報 12(1):52-73。

邵廣昭、樊同雲、孟培傑、張至維、李國誥、劉秉忠、張繼堯 (2008) 97 年 7 月 3 日貓鼻頭海域發生大量珊瑚礁魚類死亡事件原因探討。台灣電力公司, 14 頁。