

行政院及所屬各機關出國報告

(出國類別：實習)

(裝訂線)

珊瑚礁培育及復育研習

服務機關：台灣電力公司

出國人 職 稱：一般工程監

姓 名：郭謙賢

出國地區：美國

出國日期：九十年五月二十二日

報告日期：九十年七月十六日

行政院及所屬各機關出國報告提要

出國報告名稱：珊瑚礁培育及復育研習

頁數 14 含附件：☐是 ☒否

出國計畫主辦機關/聯絡人/電話 台灣電力公司人事處/陳德榮/(02)2366-7685

出國人員姓名/服務機關/單位/職稱/電話

郭謙賢/台灣電力公司/環境保護處/一般工程監/(02)2366-7213

出國類別：☐1 考察 ☐2 進修 ☐3 研究 ☒4 實習 ☐5 其他

出國期間：九十年五月二十二日至九十年六月六日 出國地區：美國

報告日期：九十年七月十六日

分類號/目

關鍵詞：珊瑚礁(coral reefs)、復育(restoration)、移植(transplant)

內容摘要：(二百至三百字)

本次赴美國瞭解在珊瑚礁培育及復育之努力及成果，並觀摩與珊瑚礁培育及復育相關計畫之執行及成效。在美國加州聖地牙哥大學海洋生物研究機構研習珊瑚礁培育及復育，此期間並安排參觀 San Onofre 核能電廠之環境生態保護工作，聖地牙哥大學水族館、夏威夷 Waikiki 水族館之珊瑚培育，以及觀摩夏威夷 Kawaihae Bay 之大規模珊瑚移植計畫。報告內容包括有實習期間相關見聞及心得、台灣電力公司在珊瑚培育及復育之研究，以及建議事項。建議台灣電力公司、中華民國珊瑚礁學會、國立海洋生物博物館、國立中山大學等各有關珊瑚礁研究的學者專家與相關人員，能共同檢討對於台灣電力公司第三核能發電廠進水口區域新生長珊瑚有最佳之應用，為我國珊瑚礁保育復育推向最有利之趨勢與方向。

本文電子檔已傳至出國報告資訊網 (<http://report.gsn.gov.tw>)

目錄

	頁次
壹、報告人	1
貳、出國任務	1
參、出國期間	1
肆、國外公務之內容與過程	1
伍、國外公務之心得與感想	2
一、前言	2
二、實習期間相關見聞及感想	3
三、台灣電力公司在珊瑚培育及復育之研究	9
四、實習心得	12
陸、出國期間所遭遇之困難與特殊事項	13
柒、對本公司之具體建議	13

壹、報告人：郭謙賢

貳、出國任務：珊瑚礁培育及復育研習

參、出國期間：自九十年五月二十二日至九十年六月六日，共計十六天。

肆、國外公務之內容與過程：

一、五月二十二日：路程，台北→美國檀香山。

二、五月二十三日至五月二十五日：在夏威夷大學海洋生物研究機構觀摩 Large-scale coral transplant project in Kawaihae Bay 以及參觀 Waikiki Aquarium.

三、五月二十五日：路程，檀香山→洛杉磯→聖地牙哥。

四、五月二十六日至六月四日：在加州聖地牙哥大學海洋生物研究機構附屬之水族館研習；並參訪 San Onofre Nuclear Generating Station(聖地牙哥附近之核能電廠)的環境生態保護工作及聖地牙哥海洋世界。

五、六月五日至六月六日：返程，聖地牙哥→洛杉磯→台北。

伍、國外公務之心得與感想

一、前言

珊瑚礁是生物多樣性最高的海洋生態區，它提供許多種類海洋生物食物的來源，構築成一相當豐富的生態系，也提供許多種類海洋生物生長的棲所，孕育了許多生物資源，為人類及其他生物所利用。同時也形成一個色彩繽紛的海底世界，讓我們能徜徉其中，紓疲解困，怡情養性。因此，珊瑚礁除了有珍貴的學術價值外，更提供了漁業、休閒、教育等多功能的使用。近幾年來，許多研究調查顯示珊瑚礁的衰敗已廣泛發生在許多海域，且有愈來愈多的證據顯示這與過漁現象造成大型海藻繁生、生態失衡，海岸或山坡地過度開發所帶來的水土流失，以致沖刷入珊瑚礁中的沈積物增加，觀光遊憩不當的管理，致使有機廢物及營養鹽增加等因素有著密切關係。台灣電力公司的核能及火力電廠所排放的溫排水是否會影響當地海域生態環境，常為民眾所質疑。八十七年的聖嬰現象造成全球各海域大部分珊瑚白化情形，台灣四周海域的珊瑚礁白化情形也相當嚴重，台灣電力公司核三廠附近海域亦有許多珊瑚礁有白化情形。因此，台灣電力公司為善盡社會責任，及讓社會大眾知曉台灣電力公司關懷海洋生態之熱忱，一方面要防止珊瑚白化的程度加劇，另一方面同時也要設法加速珊瑚群聚的恢復與重建，以挽救珊瑚礁這一脆弱但又複雜的生態系，避免其走向衰敗甚至滅絕之路。由於珊瑚礁能永續經營與發展是每個人都可以受益的，珊瑚礁的保育應該是每個人的責任，因此期待每個人都能參與珊瑚礁保護工作，使台灣本島珍貴的珊瑚礁資源永續經營，讓後代子孫都有體驗享受珊瑚礁的機會。

於 2000 年全球一半以上的活珊瑚礁面臨過度漁撈，佔總衰敗危機的 36% 比重；海岸線開發，佔總衰敗危機的 30%

比重；內陸汙染，佔總衰敗危機的 22% 比重；海洋汙染，佔總衰敗危機的 12% 比重等衰敗危機。且全球約有三分之二珊瑚可能正逐漸死亡，百分之卅可能在十到二十年內死亡。從 1979 年海洋科學家首度提出珊瑚礁廣泛白化問題，至今已發生連續六次全球廣泛白化，1998 年是從一百五十年以來溫度記錄最高一年，同樣在 1990 年代是溫度記錄最高的十年，另外 1998 年的聖嬰事件至少是在本世紀中記錄到最強聖嬰事件。1998 年珊瑚礁白化及死亡現象達到空前嚴重的程度，根據美國海洋及大氣總署(National Oceanic and Atmospheric Administration, NOAA) 1998 年底收到資料，至少有 32 個國家 50 個地區紀錄到珊瑚白化現象，包括許多區域不僅石珊瑚和軟珊瑚白化，連在海葵、碑礫貝、甚至有孔蟲等體內有藻類共生的無脊椎動物都有類似的白化情形。許多巨大珊瑚在 1998 年珊瑚白化事件中死亡，大堡礁一些死亡珊瑚至少都有七百年的年齡，換句話說 1997-1998 年白化事件是大堡礁七百年以來最大的白化事件。而未來二氧化碳排放若惡化下去，全球暖化現象將持續下去，可能將使 2100 年海水溫升高 1-2℃，珊瑚礁白化的發生頻率與嚴重性將隨之擴大。因此世界各國應立刻採取降低二氧化碳排放量的措施，沒有任何跡象顯示，珊瑚可以快速適應海洋的溫度變化，雖然珊瑚礁白化後仍可以復原，但如果發生次數太頻繁，其脆弱的生態系統一旦淪喪，就沒有復原的機會。

二、實習期間相關見聞及感想

(一)珊瑚預警系統(CREWS)

在夏威夷大學海洋生物研究機構參訪期間，經研究人員介紹說明美國海洋及大氣總署目前已研發完成珊瑚預警系統(Coral Early Warning System, CREWS)，此系統將於

美國的波多黎各、處女島、夏威夷及關島，進行監測並執行預警。在夏威夷的測站(CREWS buoys)將放置於夏威夷西北角的 French Frigate Shoals，此一測站監測內容為一般環境項目如溫度、風速、風向、紫外線幅射，並經由衛星將資料送回實驗室彙整，由實驗室電腦整合資料評估各海域是否可能會發生珊瑚白化，並適時提出預警。目前已偵測出全球大約 27%珊瑚礁為白化狀態。發生白化最嚴重的期間是 1998 年，短短的九個月內全球有 16%的珊瑚礁發生白化，美國海洋及大氣總署位於夏威夷實驗室的研究人員表示，全美國珊瑚預警系統監測站資訊整合應用後，目前已開發出一組非常有效率之系統可經由珊瑚預警系統監測站將海洋環境及生態環境等資訊條件整合，隨時掌握珊瑚礁是否會發生白化，並適時提出預警。

(二)大規模珊瑚移植計畫

美國海洋及大氣總署認為本計畫是規模最大的珊瑚移植計畫，計畫內容係將大約 14 噸重的活珊瑚成功地從夏威夷 Kawaihae Bay 灣內的一個地點移植到同一灣內的另一個地點。移植計畫係因為美國陸軍工兵署要在 Kawaihae Bay 進行港灣興建工程，為了減少對施工期間對於港灣興建工程施工範圍內珊瑚之破壞，特地委託美國海洋及大氣總署的 National Marine Fisheries Service (NMFS)規劃本珊瑚移植計畫。在海港施工的一個星期前，相關單位人員將施工區域內的珊瑚全部移植到灣內過去曾經有珊瑚但目前已被以往港灣興建工程破壞的區域，移植後約有百分之九十九的珊瑚存活。移植計畫執行結束後，各方面檢討其成效，顯示這一個成功的移植計畫，活珊瑚是可以進行大量移植。

自從 2000 年 9 月起相關單位人員就已經在 Kawaihae

Bay 的一個小船港口內的三個地區將珊瑚取走移至附近一公里範圍內另外七個水深在 10-50 呎之間的試驗地區。參與移植計畫的單位包含 NMFS、the U.S. Fish and Wildlife Service、美國陸軍工兵署、State of Hawaii Division of Aquatic Resources、Hawaii Preparatory Academy、以及夏威夷大學海洋生物研究機構人員。

潛水伏羲工在來自 Hawaii Preparatory Academy 專家的指導之下，小心的將珊瑚頂端包裹住，再輕輕的將珊瑚放入特製網袋中，將裝入珊瑚的網袋提升至海水面下方，再用船隻運送至預定的移植地區，整個運送過程中被移植的珊瑚始終在水面之下。現場珊瑚移植作業完成之後，對於移植後的珊瑚生長情形還有長期監測，以瞭解移植地區附近的港灣興建工程在施工及運轉期間是否會有影響。本項監測作業係委託夏威夷大學海洋生物研究機構辦理，監測期間為三年，監測項目包括移植區域的珊瑚生長率及死亡率。本珊瑚移植計畫展現出工程在妥善規劃之下，亦可兼顧環境生態。

(三)聖地牙哥大學海洋生物研究機構附屬之水族館研習

本次在聖地牙哥大學海洋生物研究機構研習期間承蒙 Dr. Lunna Cheng 介紹聖地牙哥大學附屬水族館(Birch Aquarium at Scripps)的館長 Dr. Jeffrey Graham，並經由館長的熱心指導與安排，指定水族館資深生物學家 Dr. Fernando Nosratpour 指導有關珊瑚礁之相關知識，其所指導之內容主要該水族館與珊瑚礁實務經驗以及參考 2000 年 10 月下旬在印尼舉行的第九屆國際珊瑚礁研討會之研討主題及論文集，茲整理研習內容大致如下：

1. 珊瑚礁之基礎：各種珊瑚礁生物如魚類、珊瑚和其它無

脊椎動物之基礎內容，包括演化、生態、生理，從大尺度的生態系群聚變動、生物間交互作用、單一物種生物生長和生殖、細胞生理和基因的表現，在時間尺度則從古老地質年代到現今的活珊瑚礁。

2. 珊瑚礁之資源管理：就科學觀點如何來設計有效的珊瑚礁保護區、海洋生物的保育、珊瑚礁生態系的管理、世界各地珊瑚礁資源管理的實例，以及在不同地區、國家、國際之間有關科學、管理、政策間的介面。
3. 珊瑚礁之社經觀點：就社會經濟觀點來探討珊瑚礁資源的管理，其內容包括以社會經濟的觀點來看珊瑚礁管理、以管理的觀點來看如何做到熱帶海洋生物多樣性保育、珊瑚礁科學知識的傳播，以及珊瑚礁漁業和水族生物的管理與經營。
4. 珊瑚礁之監測與復育：介紹全球珊瑚礁的監測結果與復育情形，內容包括全球性珊瑚礁監測和珊瑚礁總體檢、全球各地珊瑚礁監測結果、長期監測所要解決的問題、實驗設計與方法、珊瑚預警系統、遙測和地理資訊系統在珊瑚礁之利用、珊瑚礁生物多樣性的調查與保育、未來珊瑚礁復育的可能。近幾年來世界各地許多珊瑚礁區都呈現衰敗的現象，伴隨而來的問題是當地漁業和觀光都受到負面的衝擊。找出原因並加以改善，有效率的珊瑚礁復育已是刻不容緩的議題，這是全世界各地關心珊瑚礁的學者投入最多心力的研究議題。目前已知道天然因素如颱風、聖嬰現象等會影響的珊瑚礁的興衰外，人為不當的開發與破壞性的漁法如炸魚、毒魚等也是造成珊瑚礁衰敗的主因。從這些研究議題中可看出立法和執法可以防止人為的破壞是刻不容緩的事情，而藉由保護區的設立維持珊瑚礁生物能有一棲身和生存的区域，使

其有機會繁衍成為一個種源也是需要的。開發新的珊瑚復育技術也是眾多研究學者著重的焦點，目前已知道利用珊瑚無性繁殖的特性，從大珊瑚群體取下的部分珊瑚讓其在被破壞的珊瑚礁區生長是快速增加珊瑚族群有效的方法，而利用合適的方法固定這些珊瑚，則可增加它們的存活率。有些研究單位企圖將這種養殖珊瑚的方式推動成為當地的漁業，使漁民從盜採珊瑚轉變成養殖珊瑚來提供政府復育珊瑚的種源，也可供應給水族業。據悉目前菲律賓有些研究單位已經養殖了 62 種石珊瑚，生長最快的種類約 2-4 月即可開始銷售。近年來，由於水族設備與技術的進步，再加上珊瑚礁生物在色彩上與種類上之多樣性遠超過淡水水族箱，使得在許多家庭中開始嘗試佈置以珊瑚礁生物為主的水族箱。這個現象使人們對珊瑚礁生物有越來越多的需求量，美國一直是進口珊瑚礁生物量最高的地區，而近幾年更有升高之趨勢。亞洲地區對珊瑚礁生物的需求也有逐年增加的趨勢。由於大部分的珊瑚礁生物皆很難以人工繁殖，因此其來源皆是從野外採集，而隨著人們對這些生物的需求量的增加，也相對造成珊瑚礁生態系所承受壓力越來越大。這一類的行為活動都未納入一般以提供食用為主的漁業管理系統，更無法有效管理以控制其採集量。因此有些研究單位提供了一些管理系統，希望各地方能盡速使用。

5. 珊瑚礁之未來：介紹全球環境變遷對珊瑚礁的影響，例如石化燃料使大氣中二氧化碳濃度提高造成的溫室效應及可能影響，這部分包括全球環境變遷對珊瑚礁可能的影響之預測與研究、各地區珊瑚白化的現象、珊瑚白化對生態和社經的影響、未來珊瑚白化可能的趨勢、如

何減緩珊瑚白化的計畫、海平面改變及其影響。此外，還包括陸源污染物進入珊瑚礁的路徑、其對珊瑚礁的影響、破壞性漁法的影響與管理、珊瑚的疾病與對珊瑚礁的影響、外來種對珊瑚礁的影響、珊瑚捕食者對珊瑚礁的影響。

(四) 參訪美國 San Onofre 電廠環境保護工作

San Onofre 電廠位於聖地牙哥北方約 50 哩的海邊，是美國大型核能電廠之一，員工約 2,000 人，發電容量約 2,250MW。該電廠的溫排水溫升幅度為 11.1°C (華氏 20 度)，符合 EPA 及加州水質管理委員會規定，並受聖地牙哥 Regional Water Quality Control Board 長期嚴密監控及管理。此外，加州水質管理委員會對發電廠還有規定排水對海域環境及生物應作監測，若發現有影響則得要求電廠作減輕影響的對策。San Onofre 電廠的 2、3 號機組是各為 1,100MW 的 PWR 機組，而 1 號機組因老舊已停止運轉。2、3 號機組的冷卻水是採用深層水進出水管型式，是全世界唯一的系統。此進水系統對魚類的傷害能減至最輕，即使有魚類進入進水口，此系統也有可以儘量將魚類保存並移送至抽取進水無法達的地點放生。San Onofre 電廠進水管直徑 18 呎管長 3,200 呎 出水管直徑 18 呎管長 8,600 呎，進水口直徑 45 呎，進水流速為 50 公分 / 秒，流量為 60 立方公尺 / 秒。出水口盡頭管道直徑為 10 呎，在水深 50 呎且為 15 呎砂層覆蓋。出水口管道中有擴散器將溫排水排出，海底為砂質地。San Onofre 電廠環境調查主要是能掌握附近海域礁岩分布、底棲性魚類及海膽的生態環境。生態調查結果顯示皆在自然生態變動範圍內，生物減產原因調查結果顯示並非受電廠進出水口之影響，最近大規模減量時是受聖嬰現象所致。進水口所造成對魚類的

傷害比起流刺魚網、休閒漁業的漁獲量或海洋動物類攝食量更是微乎其微。在進水口魚類個體群調查與背景海域魚類個體群調查無異。電廠附近海域生物生態調查結果並無改變，岬礁附近調查結果對於無脊椎動物群的影響甚微。另外，電廠附近養殖休閒漁業希望在電廠附近建立濕地、人工漁礁、稚仔魚保育場。

三、台灣電力公司對於珊瑚培育復育之努力

珊瑚礁是珍貴的自然資產，它是台灣之美很重要的一部分，它也是台灣四周海洋環境品質的指標，維繫著沿海漁業資源的生息繁衍海域生生不息，永遠保持旺盛的生機。台灣電力公司對於珊瑚培育復育之相關調查研究計畫包括已完成之研究計畫，如珊瑚海域生態預警系統之發展與建立(中山大學，76 年)、電廠附近海域珊瑚資源培育之研究(台灣大學，78~82 年)、核能三廠排水口附近珊瑚群聚之復育(台灣大學，82~84 年)、南灣珊瑚之人工培育及復育(中山大學，84 年)，以及目前進行之研究計畫如南灣珊瑚人工培育及復育研究計畫、恒春半島珊瑚礁保育綜合計畫、南灣海域珊瑚及水質調查研究、台灣南部核能電廠及蘭嶼貯存場附近海域生態調查、運用核能電廠溫排水養殖珊瑚及水母可行性之研究、海葵蔓延是否造成南灣海域珊瑚礁衰敗之研究等等。

茲針對有關台灣電力公司委託國立中山大學海洋生物研究所宋克義教授的研究計畫---南灣珊瑚人工培育及復育研究計畫，概略介紹如下：本研究分四部分同時進行，第一部份利用珊瑚無性繁殖的特性，以小段珊瑚來達到類似植物插枝繁衍的效果。目前自行在核三廠進水口產生的軸孔珊瑚數量足供野外移植、復育實驗之用。而野外試驗的重點則在如何降低成本，卻又簡易可行。目前仍改進設計，持續觀察

中。第二部份研究恆春海域天然珊瑚著苗分佈與數量，結果發現在八個地點中附苗數極不均勻，僅後壁湖與跳石有稍多的石珊瑚著苗，且著苗種類多為胎生型珊瑚，海域中佔多數的卵生珊瑚幾乎未見著苗。第三部份研究胎生珊瑚著苗的季節變化及著生後幼株的生長及存活，希望藉此估計每年有多少珊瑚經由此途徑流入當地族群。結果在 1999 年 3 月有較多的著苗，其它月份均很少。幼株早期死亡率高，多半活不過半年。生長則在研究期間都屬指數型成長，但由於開始時體型很小，十個月後幼株直徑也不到 2 公分，目前仍持續追蹤。第四部份是在實驗室內養殖小株珊瑚，期望評估在室內繁殖幼株並培養至可放流大小的可行性。目前畜養、產苗、幼株生長均已成功，但由於珊瑚成長緩慢，尚未有自行繁殖，且又長大到成熟繁衍下一代的個體。但幼株存活率比野外的顯著提高，且長期養殖仍能產生幼苗。

從這幾年在核三廠進水口所從事之珊瑚移植研究中可發現，一開始放置的軸孔珊瑚小段約 4 公分經幾年的生長，目前已長出許多分枝並形成叢狀的珊瑚群體，其中每分枝長度約 20-30 公分。這現象使得總長度因構造複雜而不易估計，但從粗略的估計中可看出，現有的群體總重已經是原先的百倍左右。這樣的重量已經使得利用塑膠水管做為橫樑的珊瑚養殖架支撐不易，目前新生長的群體底部均已碰觸砂底。部分從架上移到砂地上的珊瑚群體都能依各方向的分枝穩定支撐在沙地上。這些珊瑚提供了我們野外實驗的珊瑚小段需求。由此結果，我們相信其他種類也值得一試，目前已在試驗中的包括萼柱珊瑚以及腎形珊瑚。這些方法的原理都是利用珊瑚無性繁殖的能力以及移植出的珊瑚小段，若在環境良好中會比在母株中有更快的生長的現象，而個別種類間的差異則有待實作結果才能進一步比較。

生物族群及群聚變動除了受到個體的死亡率影響外，入添量的多寡也是影響族群及群聚變動的一個重要因子。對一個被破壞的珊瑚礁地區而言，珊瑚入添量的多寡是當地珊瑚族群能否自然回復的重要關鍵，且瞭解當地珊瑚入添量的分佈、數量及影響之因素對擬定當地珊瑚保育與復育的策略是很重要的。以珊瑚幼苗數量為例，若一個被破壞的珊瑚礁區其珊瑚幼苗數量稀少，這會使得這個已受到破壞的珊瑚礁區將無法再自然的回復，若想回復這個珊瑚礁的珊瑚數量，在策略上，便需考量利用移植珊瑚的方式來進行才有可能見效。而在一個珊瑚礁區域內的珊瑚幼苗數量是由當地珊瑚釋放出，且能留在當地的幼苗數量和從別的珊瑚礁進入的珊瑚幼苗數量共同決定的。若一個珊瑚礁區其珊瑚幼苗的主要來源是由當地的珊瑚所釋放，一旦這個地區的珊瑚族群受到破壞，即會造成這個珊瑚礁區珊瑚入添量的減少，但相反的，如果它的珊瑚幼苗主要是從別的珊瑚礁進入的，那提供它珊瑚幼苗的珊瑚礁區被破壞的程度，則可能才是影響它珊瑚入添量的關鍵。國內目前關於珊瑚入添量的相關研究相當少，但由於過去珊瑚研究學者的努力，使我們對南灣海域珊瑚生殖的時間已經有充分的瞭解。目前已經知道在南灣海域排放配子型珊瑚均集中於4-5月的滿月後4-9天之夜間大量排放精卵；而孵育幼苗型珊瑚則擁有較長的生殖期。以尖枝列孔珊瑚為例，其胚胎與幼生釋放於全年每月均可見到。這樣的成果使我們有非常好的機會，來研究台灣南部海域珊瑚入添量，因此本研究選擇在恆春半島海域三個區域，一共八個地點間進行珊瑚附苗的實驗，來瞭解恆春半島海域珊瑚附苗的空間分佈及數量，希望藉此調查出在何地點有較多的珊瑚幼苗可作為種苗的來源，同時也希望藉由珊瑚附苗的空間分佈狀況來了解恆春半島海域珊瑚幼苗的來源。

綜合最近的結果有以下發現及成果：卵生珊瑚每年四、五月集體大量排放精卵，行體外受精，但是發育之浮游幼苗極少再附著在恆春海域，這個現象也發生在台灣其它海域，珊瑚附苗密度僅達澳洲大堡礁的百分之一。造成的原因，正持續探討中，但可預期的是自然復原的速度將可能因新生珊瑚少而緩慢。以人工繁殖珊瑚。在水缸中採取珊瑚幼苗，促其變態附著並形成小珊瑚。目前在紅色管星珊瑚上已有初步成果：已發現比較合適的餌料以及在水缸中生殖的季節及長期畜養的條件。預期這些人工繁殖的小珊瑚將來可以放流增加野外的自然族群。目前正嚐試其它種類並研究不同種類最適合的環境為何。運用植物插枝繁殖的原理以無性繁殖方法在野外進行軸孔珊瑚研究。目前發現以 4 公分珊瑚小段最為合適，可在 2 年內在設計的水底架子上形成叢生、每分枝都可達 20 公分以上的珊瑚群體。利用這些生產出來的珊瑚可以再繼續進行無性繁殖的復育工作。目前正試驗更多的種類以及大海中架子的設計改進。另外，在實驗室內經過長期飼養後的珊瑚群體，產苗數量也比較少，這可能與珊瑚群體的大小、年齡、食物、環境等條件的不同有關。造成這些差異的主要原因有待進一步的試驗來尋求答案。

台灣電力公司將持續進行珊瑚人工培育及復育研究，並加強南灣珊瑚之預警監測，以生物學和生態學的方法研擬改善南灣珊瑚群聚，於南灣砂質地處增設人工礁體，使珊瑚生長面積增加。

四、實習心得

(一)研習珊瑚礁培育及復育，引進相關的觀念及技術，可為本公司注重生態保育及回饋社會做最大之努力，以減少環保團體、生態學者專家之質疑及民眾之抗爭。

(二)珊瑚預警系統(CREWS)是美國目前已開發出的一組非常有效率之系統,可經由珊瑚預警系統監測站將海洋環境及生態環境等資訊條件整合,隨時掌握珊瑚礁是否會發生白化,並適時提出預警。

(三)夏威夷 Kawaihae Bay 灣內為了進行港灣興建工程,事先規劃大規模珊瑚移植計畫。為了減少對施工期間對於港灣興建工程施工範圍內珊瑚之破壞,將灣內的珊瑚成功的由一個地點移植到同一灣內的另一個地點,移植後約有百分之九十九的珊瑚存活,這一個移植計畫顯示出工程在妥善規劃之下,亦可兼顧環境生態。

(四)本次研習期間經與相關單位及人員討論,發現本公司在對於珊瑚礁培育復育之研究及努力,不僅為台灣的產官學研各界所肯定,即使在美國經比較其相關之研究成果亦不惶多讓,本公司的努力為美國學者專家所贊許,並均表示希望學習與取得本公司研究成果的相關資料。

陸：出國期間所遭遇之困難與特殊事項：無。

柒、對本公司之具體建議

本公司第三核能發電廠進水口區域由於大量引入海水,故該區域營養鹽豐富,環境非常適合珊瑚礁生長,在加上進水口區域一般遊客不得進入,所以有許多珊瑚幼苗在此處快速生長。而本公司為了維持核三廠進水口之水流不受阻礙,須定期清除進水口區域水流通路之阻礙物,其中包含在該處新生長珊瑚。

墾丁國家公園範圍之內規定不得隨意採集珊瑚,而國內學術研究單位如國立海洋生物博物館、國立中山大學等有關珊瑚礁的

研究人員，由於展示及研究之需要，須經常採集珊瑚樣品。而本公司第三核能發電廠進水口區域之地理位置於墾丁國家公園管理處管轄範圍之外，故國立海洋生物博物館、國立中山大學等有關珊瑚礁的研究人員均非常期望能在本公司核三廠進水口採集珊瑚樣品。

綜合以上二項因素，若本公司與學術研究單位及相關主管機關之間，能有妥善之共識，即可大家互利，創造多贏的局面，也替珊瑚礁保育復育努力推向最佳之局面。因此，建議本公司、中華民國珊瑚礁學會、國立海洋生物博物館、國立中山大學等各有關珊瑚礁研究的學者專家與相關人員，能共同檢討對於本公司第三核能發電廠進水口區域新生長珊瑚有最佳之應用，為我國珊瑚礁保育復育推向最有利之趨勢與方向。