



赴美考察「中美漁業管理之合作模式」

蘇偉成

水產試驗所

目的

目前我國因外交及政治因素，對於聯合國有關漁業議題的參與和技術交流皆受到相當的限制，以致於對於全球漁業管理模式與其趨勢的掌握與技術之取得，遠較其他國家困難，而無法有效配合全球漁業管理規範。我國位於太平洋地區，本所為深入瞭解該海域漁業相關研究與管理模式的發展，並積極參與我國遠洋漁業等涉外之調查研究工作，特提出本研習計畫，前往位於美國加州拉荷葉 (La Jolla) 的美國國家海洋漁業局 (NOAA, National Marine Fisheries Service) 之西南漁業科學中心 (Southwest Fisheries Science Center)、美洲熱帶鮪類委員會 (Inter-American Tropical Tuna Commission、IATTC)、聖地牙哥加州大學之 Scripps 海洋研究所 (Scripps Institution of Oceanography)，以及位於夏威夷同屬於美國國家海洋漁業局之太平洋島嶼漁業科學中心 (Pacific Islands Fisheries Science Center) 與海洋研究所 (Oceanic Institute) 等機構訪問，除參觀其研究設施外，並與相關學者專家交換意見，以瞭解美國漁業科技之發展現況及未來趨勢，作為我國未來

擬定水產研究方針之參考，並促進與美方彼此間的合作與交流。

另經由美國夏威夷州政府駐台辦事處雷均處長的親切安排，得有機會參訪位於大島的夏威夷海洋科學及技術園區 (Hawaii Ocean Science & Technology Park，亦即海洋深層水園區)，瞭解目前美國在海洋深層水方面的開發利用現況與趨勢，可作為我未來發展的參考與借鏡。

研習內容

12月1日按原訂計畫，搭乘華航班機於當日抵達加州，由於時差關係，先於加州停留一晚，翌日即赴拉荷葉，開始各項參訪活動。首先拜訪美國國家海洋漁業局之西南漁業科學中心，該中心係美國國家海洋漁業局 (NMFS) 所屬的六個中心之一，設有漁業獨立調查 (Fishery Independent Surveys)、資源評估及漁業監測 (Stock Assessment and Fishery Monitoring)、漁業經濟 (Economics)、海洋調查設計 (Survey Design Oceanography)、遺傳及棲地生理 (Genetics and Habitat Physiology)、先進調查技術 (Advanced Survey Technology) 等六個組。該中心約有 170 位研究人



員，研究內容涵蓋太平洋及南冰洋魚類、海洋哺乳動物、海龜及其海洋棲地之相關研究，另外如加州海域的太平洋鮭、底棲魚類研究，加州海域海洋環境調查與環境保護，海洋環境對於漁業資源影響，漁場環境資訊的提供等皆為西南漁業科學中心的研究重點。

西南漁業科學中心最具其代表性的研究，首推加州海洋漁業合作調查 (California Cooperative Oceanic Fisheries Investigations, 簡稱 CalCOFI)，該計畫與聖地牙哥加州大學之 Scripps 海洋研究所共同合作執行，由 1950 年開始實施迄今已有 53 年的歷史從未間斷，雖然囿於經費，自 1985 年起有縮小調查海域的範圍及觀測線的規模 (圖 1)，但仍持續進行是項調查計畫，並建立長期的資料庫，係漁業資源管理的重要參考依據，其資料的豐富及技術的成熟舉世聞名。

實施該項計畫的主要目的，係為瞭解美國加州海域之鰵類等魚類資源，究明其整體的生態系結構，及其與棲息海域環境的變化關係，尤其是魚卵、仔稚魚的分布與量，除可用於推測資源加入量與峰度，亦可作為預警與管理的參考。另外於 CalCOFI 調查之長期的海域水溫、營養鹽、葉綠素甲及浮游生物峰度的偏差值與熱帶聖嬰現象 (El Niño) 的關係，亦即海洋物理、化學及生物因子與大氣的結合研究。是項計畫於 1949 年提出，當時為了調查加州海域的太平洋鰵類減產的原因，於是成立了海洋研究委員會 (The Marine Research Committee)，執行是項計畫的組織架構，並由美國聯邦政府國家海洋漁業局、加州政府之 California Department of Fish & Game (CDF&G) 及學術單位的 Scripps 海洋研究所 (SIO) 等機構，共同組成 California

Cooperative Oceanic Fisheries Investigations 委員會。該委員會係於 1957 年成立，負責航次作業的擬定、年度的研討會安排以及刊物發行等工作，目前囿於經費，每年按季執行定點定線的航次觀測與調查，由西南漁業科學中心 (SWFSC) 與 Scripps 海洋研究所，分別負責兩季的調查計畫，所使

Station Plan

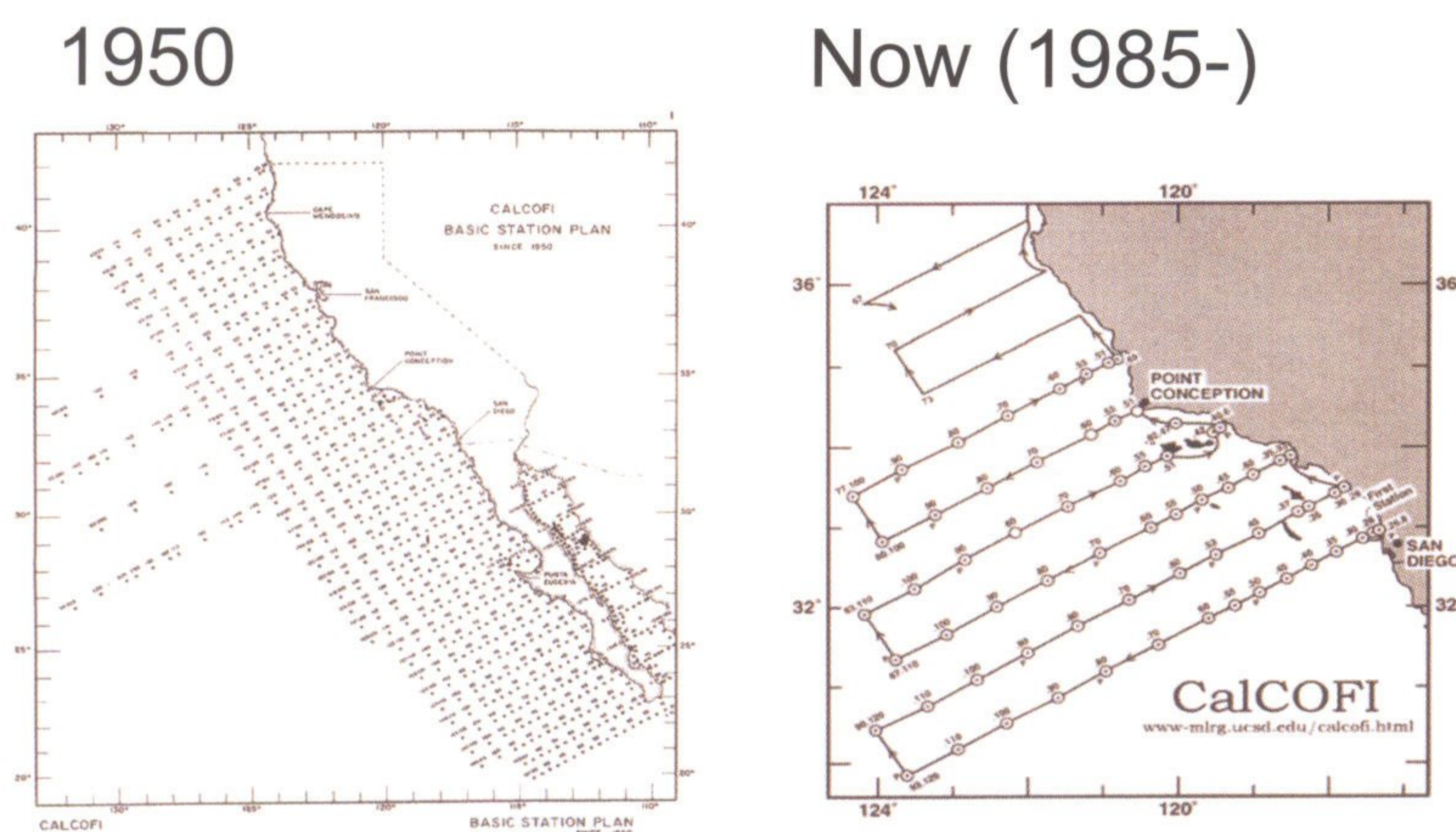


圖 1 加州海域海洋觀測點計畫



用的調查船亦由參與機構所控管的研究船調派，每航次觀測作業時間約 16 天，參與是項調查工作的研究團隊約 14 人，其調查所需之經費，由各機關自行向其上級機關申請，唯每年必須各自提撥 15,000 美元，供 CalCOFI 作研究報告及刊物發行之用，至於年度研討會的經費則由主辦單位負責。

CalCOFI 的調查海域如圖 1，其調查內容包含環境因子的水溫、鹽度、溶氧量、營養鹽、流向流速等；生物調查的魚卵與仔稚魚、葉綠素甲、動物性浮游生物等；其他如海鳥觀測、哺乳類等亦在調查的範圍內。由 Scripps 海洋研究所負責 CTD、ADCP、Water-Samples 等

資料的保存與管理，西南漁業科學中心則負責生物標本，如魚卵、仔稚魚及氣象資料的保存與管理，兩者均設有管理中心交換資料，達到資料共享的目的。

在西南漁業科學中心的參訪期間，亦與該中心主要研究人員討論未來的合作模式與資料交換（圖 2），並在生態與環境調查組主任 Jeffrey J. Polovina 博士的帶領與介紹下，參觀該中心的各項設施，尤其是魚卵與仔稚魚的試驗室。該中心的一樓為濕式試驗室（圖 3），由研究船所採集的生物樣本可在此先行處理，至於地下室與同樣位於一樓的標本儲藏室（圖 4）以及二樓的分類鑑定研究室則屬於乾式研究室（圖 5），但無論



圖 2 與西南科學中心研究人員討論未來的合作研究

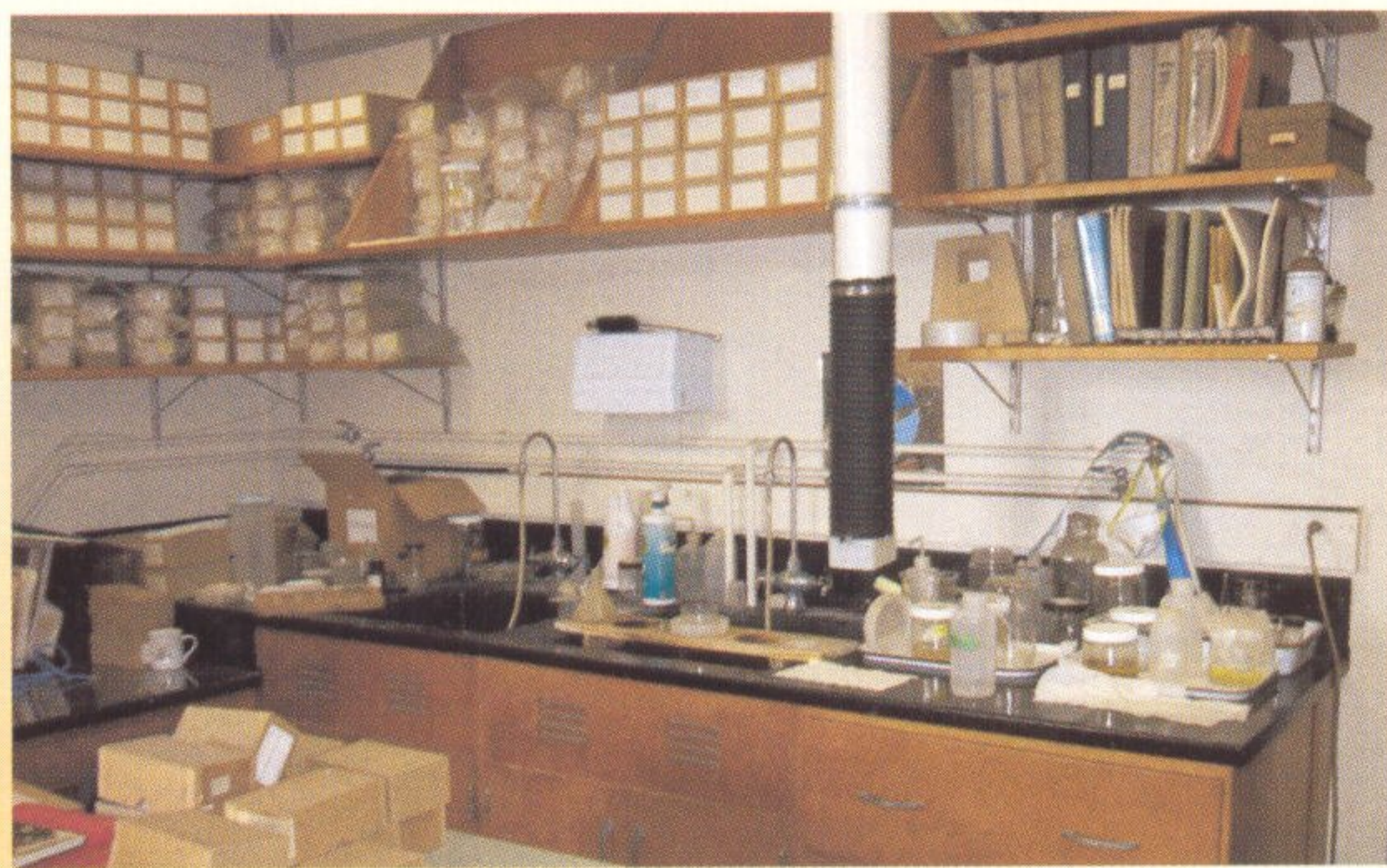


圖 3 附通風設備的濕式試驗室設

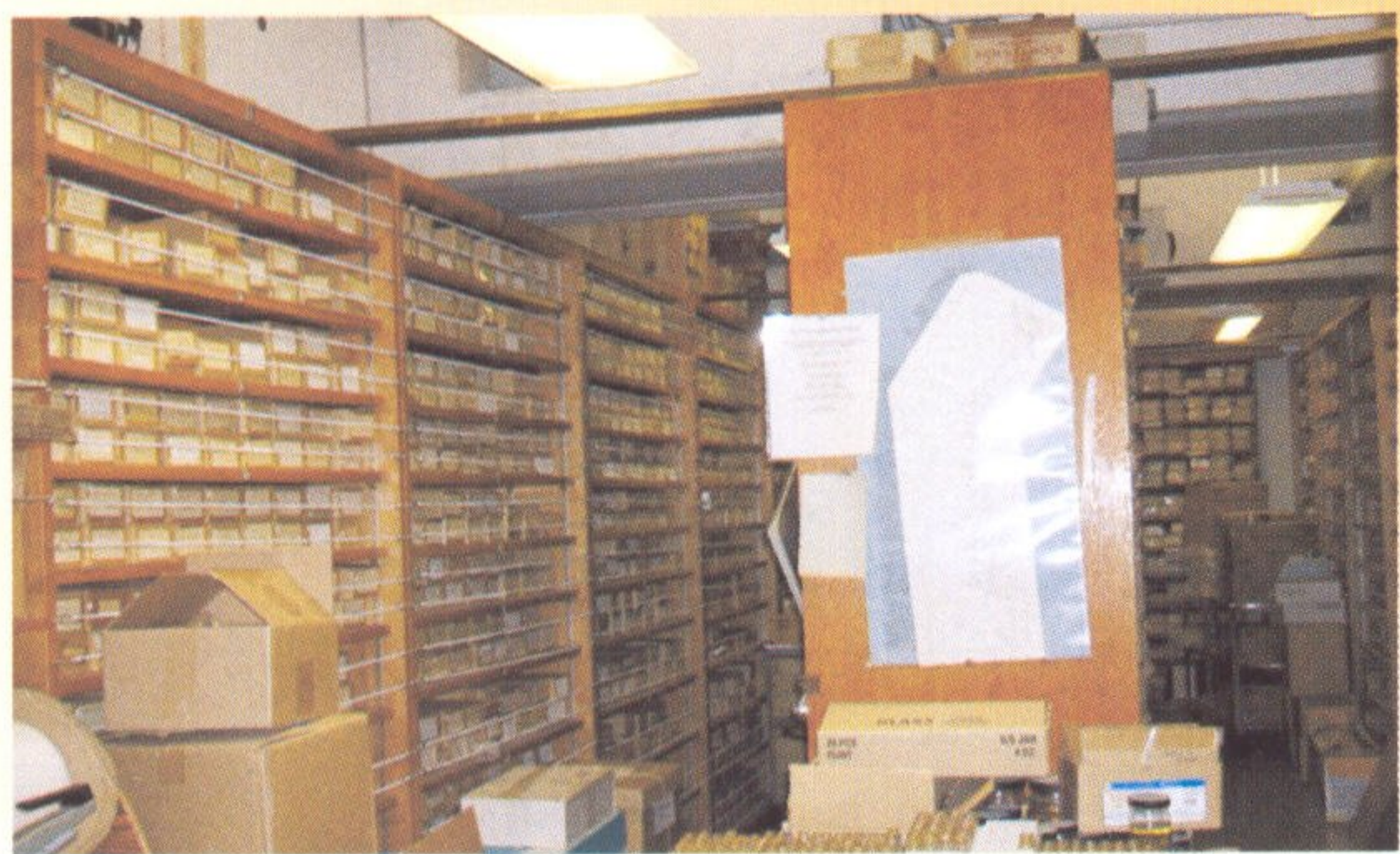


圖 4 標本儲藏室

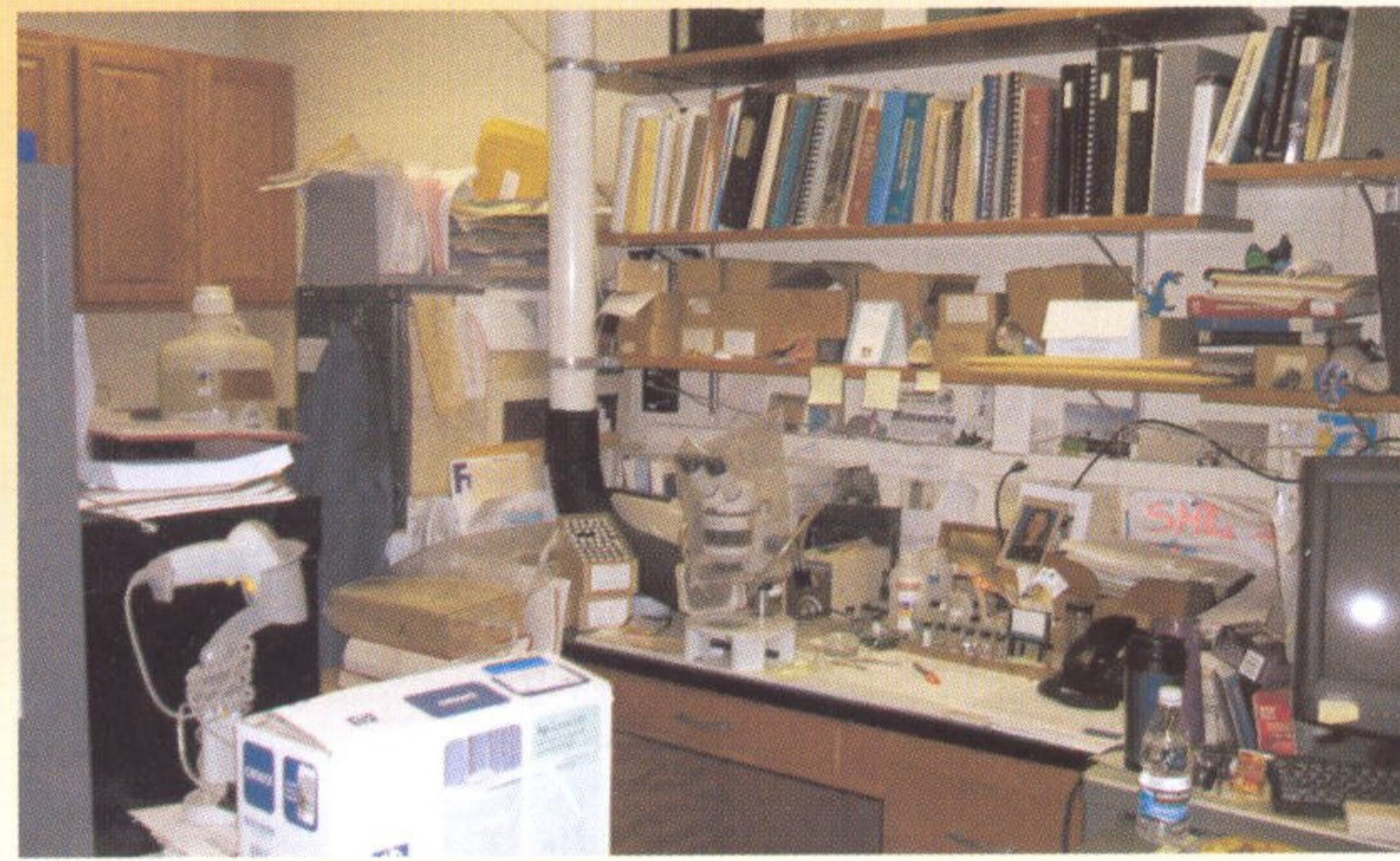


圖 5 附通風設施的乾式研究室



濕式或乾式研究室皆有良好通風設施。標本的分類鑑定除利用形態外，並採用以 DNA 判別方式，所有的資料輸入資料庫。另外，有 20 人的研究團隊進行如鮪類（特別是黃鰭鮪）、鯊魚、旗魚類的資源評估。其他尚有頭足類、底棲魚類、海洋哺乳動物、海龜、太平洋鮭等的研究團隊。

另由 Nancy Lo 博士安排，參觀 Scripps 海洋研究所，由該校海洋學教授，同時也是著名期刊「漁業海洋學 (Fisheries Oceanography)」編輯主任 David M. Checkley 博士負責接待與介紹。Scripps 海洋研究所於 1903 年成立，當時稱為 Scripps 研究所，為一獨立的生物研究實驗站。1912 年起成為加州大學的一個研部門，Scripps 的成員約 1300 人，包括 90 學科、300 位科學家、200 餘位研究生，係世界上重要的海洋科學研究、教育訓練以及公共服務中心，其歷史悠久，園區廣大，設備亦屬一流。Checkley 博士特別介紹其設計的魚卵與仔稚魚自動分離設備及魚卵種類自動鑑別系統。一般魚卵與仔稚魚的採集，概採用垂直拖曳的 CALVET 及 PAIROVET 兩種，水平拖曳有使用於表層採集的 MANTA 及應用於中深層

的 MOCNESS 多層採集網，而在 CalCOFI 的調查計畫，最常使用者為 45 度斜拖的 Bongo net，因其具有操作簡易且採集效率高的特點。根據 Checkley 博士的說明，魚卵（當然其中包括仔稚魚）有 90% 分布於水下 3 公尺的水域，於是他設計所謂的自動採集系統，其取水口設於水面下 3 公尺，採用斜流式幫浦（約 8 Hp），以每分鐘 67 公升 (L/min) 的流速，自動將海水經由 3 吋的不鏽鋼管吸上來，再經由魚卵與仔稚魚自動分離設備，將魚卵與仔稚魚分離，魚卵則再經光學自動鑑別系統鑑定種別，其整體的系統架構如圖 6 所示。魚卵相關資料如種類等經統計軟體整理並配合 GIS 系統，可分析製圖（圖 7），如此可大大地提高觀測效率。

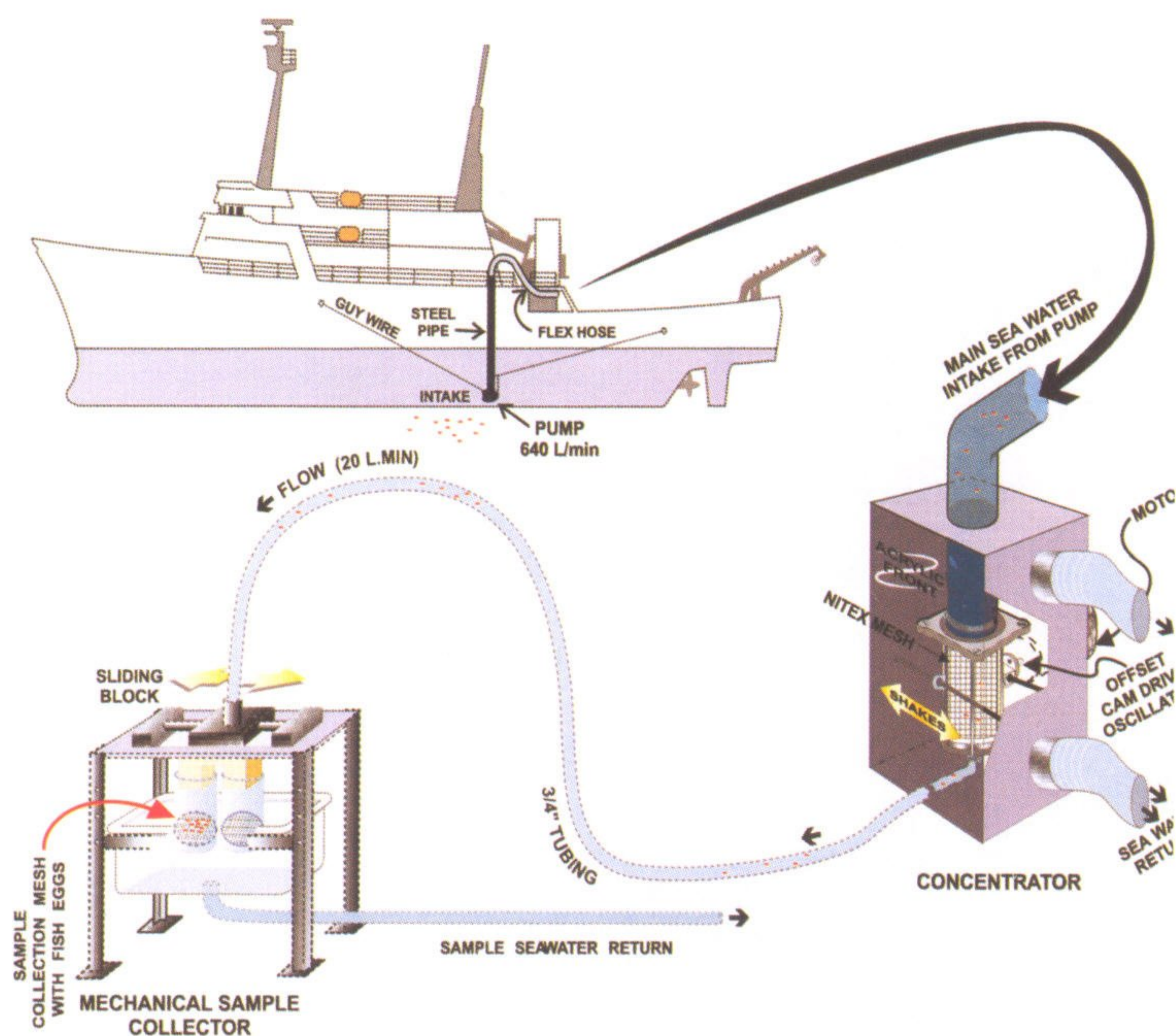


圖 6 魚卵與仔稚魚自動採集分離及鑑別系統

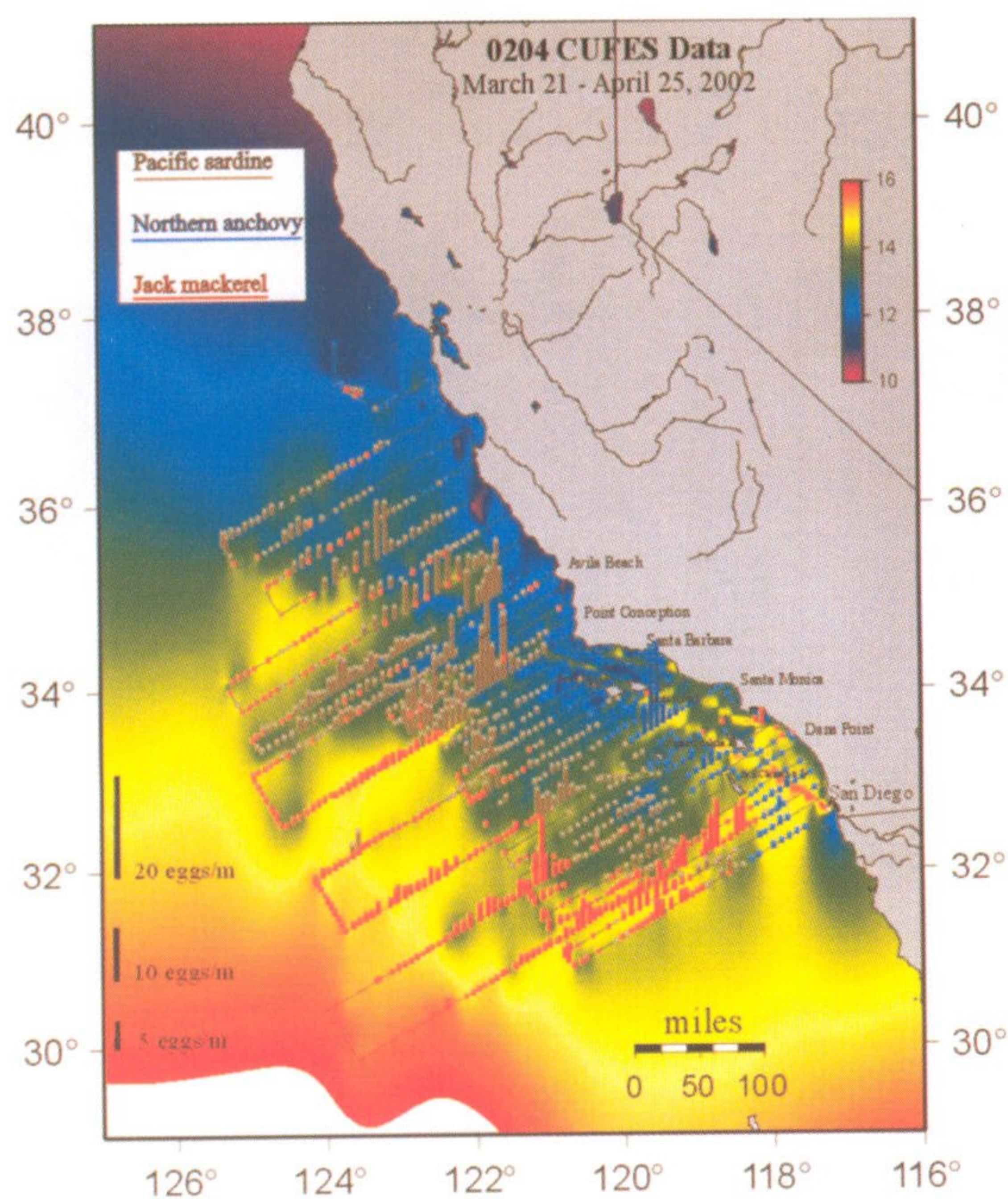


圖 7 經統計軟體整理並配合 GIS 系統製成之魚卵種類資料分析圖

另外亦參訪設於西南漁業科學中心三樓的美洲熱帶鮪類委員會 (IATTC)，由該會主任 Robin Allen 接待並介紹。該會成立於 1950 年，主要負責東太平洋海域以鮪類為作業對象之漁船（以鰹鮪圍網船為主），其所漁獲的鮪類（以黃鰭鮪為主）及其他魚種如旗魚類的保護與管理，使其資源的豐度維持在最大持續產量 (MSY) 水準，IATTC 的運作方法，包括聘請專屬科學家負責漁獲統計資料的蒐集、彙整、資源評估研究，以及根據科學家評估與研究的結果，在年會中提出管理方案的建議，並要求各簽署國及相關國家配合管理。目前 IATTC 已加盟的會員國有哥斯達黎加、瓜地馬拉、

巴拿馬、厄瓜多爾、日本、秘魯、薩爾瓦多、墨西哥、美國、法國、尼加拉瓜、萬那杜、委內瑞拉等 13 個國家。我國雖非會員國，但亦以觀察員身份派科學家參加年會及工作小組會議，並積極配合 IATTC 的各項管理措施。目前 IATTC 的兩項研究工作，包含鮪魚、旗魚及海豚的主要責任計畫，並安排各種工作小組會議，其中以每年 5 月所舉辦的資源評估小組會議，最具代表性。該會議亦將在 2004 年 5 月 11—13 日於拉荷葉舉行，IATTC 及 AIDCP (The Agreement on the International Dolphin Conservation Program) 2004 年會則於 6 月 7—18 日舉行。

結束拉荷葉地區的參訪活動後，於 12 月 7 日按原訂計畫赴夏威夷，12 月 8 起開始各項參訪活動。首先參訪太平洋島嶼漁業科學中心，由該中心主任 Jeff Polovina 博士接待，該中心為美國國家海洋漁業局所屬的六個中心之一，包括行政服務組、資訊與技術系統組、科學資訊服務組、珊瑚礁調查組、保育種調查組、魚類生物生態調查組、生態系統與環境組等，其主要的任務在達成 NOAA 的策略計畫，如建立永續的漁業、保育種的復育、維持健康活力的海洋資源棲地、太平洋區國際性高度洄游性魚類的管理。主要的研究內容包括鮪、旗魚類（旗魚類特別是劍旗魚）的資源動態模式與評估，再生產、年齡與成長，生態系統與環境，資源監測與採



樣，經營與經濟分析；夏威夷附近海域保育種如僧海豹 (monk seal) 及海龜的族群復育研究；大氣環境與海洋氣象如 El Niño La Niña 對海洋資源的影響；其他底棲性生物，如甲殼類及底棲魚類等亦在研究之列，珊瑚礁的保護與復育工作也是研究重點之一。訪談中亦談及未來合作的可行性，據 Jeff Polovina 主任表示，台灣同位於太平洋域，在高度洄游性魚類的管理（如鮪、旗魚類）的研究合作相當重要，如此方能有效的達到管理的目標。

參訪太平洋島嶼漁業科學中心期間，曾與魚類生物生態調查組組長 Christofer H. Boggs 討論有關鮪延繩釣釣具結構與資源問題，Boggs 一直認為台灣鮪延繩釣漁船，所使用的釣具懸垂深度較淺，以致於漁獲較多的小型魚，並較容易意外釣獲海龜，經予以詳細說明台灣的釣具結構情形，諒必 Boggs 應有所釋懷。

隨後亦應海洋研究所之熱帶與亞熱帶水產養殖中心 (Center for Tropical and Subtropical Aquaculture, CTSA) 主任李正森博士之邀，參訪海洋研究所。李博士表示，目前該中心正戮力進行無特定病毒白蝦之培育工作，而紅魷 種魚的培育為其未來發展的另一方向。該中心使用的研究設施，尤其是無特定病毒白蝦的養殖池，每一池皆有其單獨的維生過濾系統 (圖 8)，以避免培育中的相互感染，值得參考。

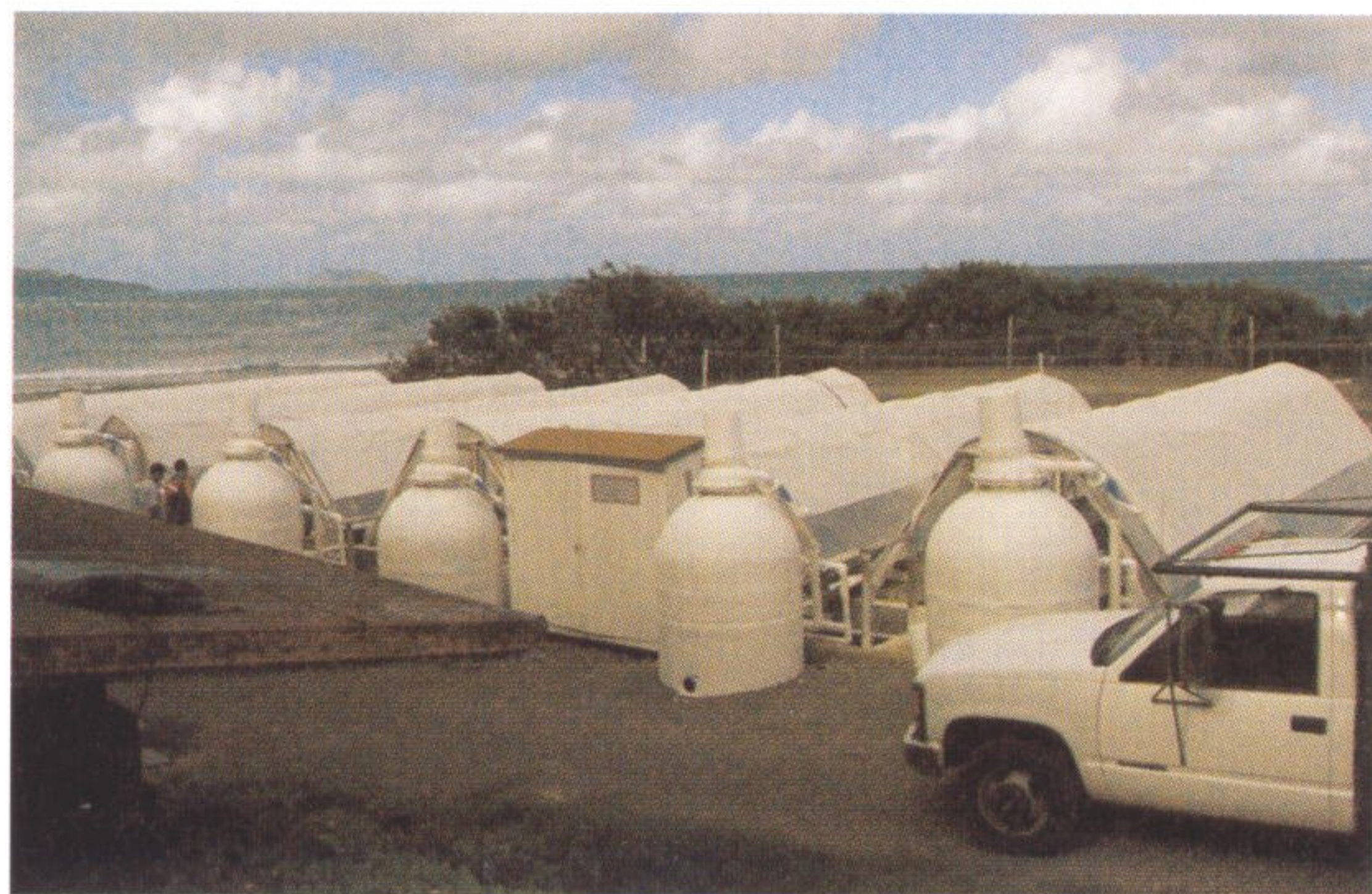


圖 8 夏威夷海洋研究所獨立維生系統養殖設施

經由美國夏威夷州政府駐台辦事處雷均處長的親切安排，得有機會參訪位於大島的夏威夷海洋科學及技術園區，該園區屬夏威夷州政府的 Natural Energy Laboratory of Hawaii Authority (NELHA) 所管轄，由該園區執行長 Jeff L. Smith 介紹及帶領參觀。NELHA 的前身 NELH 成立於 1974 年，原本成立的目標在進行海洋溫差發電的能源利用研究，即所謂 OTEC (Ocean thermal energy conversion)。1979 年建立示範型的海洋溫差發電，1981 年設置於 215 m 深 (管徑 30 cm) 及 15 m 深的深層及表層取水管，取水量每日 6000 噸 (該管路目前已不使用)，1984 年起開始思考海洋深層水的其他利用與商機，1985 年立法正式成立夏威夷海洋科學及技術園區 (HOST)，並擴增園區的面積達 548 畝作為商業利用，且採取統一進駐方式。1990 年 HOST 與 NELH 合併為 NELHA，隸屬於夏威夷商業經濟暨觀光部。為了海洋深層水的利用與發展，該園區於 1987 年 6 月起，陸續設置海洋深層水取水

管，目前使用中的取水管之相關資料如表 1。

2004 年預定再增設一套取水設施，預定由 915 m 深處取水。該園區海域水深 150—300 m，因地形起伏較大，且呈凹下的情況，取水管呈懸浮狀，需以水泥塊的重量將之固定（圖 9），因此深水取水管的部份，均以水泥塊加重沉在海床上，表層水的取水管則以螺釘栓定，取水口則採用螺釘錨碇。另一方面為防止海流的推移，其管材係使用高密度 PE (HDPE)。而近岸的一段因易受到海浪的沖刷及強流影響，採用隧道埋管方式處理（圖 10）。其水質狀況如表 2 所

表 1 夏威夷大島使用中的海洋深層水及表層水取水管

建置日期	管徑 (cm)	取水量 (千噸)	流量 (m ³ /s)	取水深度 (m)	長度 (m)
1978/8	100	72	0.84	674	1916
1987/10	40	16	0.19	628	1844
2001/10	140	160	1.80	915	3124
1987/8	71	52	0.61	21	163
1987/10	61	29	0.34	24	1844
2001/10	140	220	2.56	24	165

表 2 夏威夷大島海洋深層及表層水之水質概況

項	目	深層水	表層水
溫度 (°C)		6—8	24—28.5
鹽度 (ppt)		34.30	34.70
酸鹼度 (pH)		7.60	8.30
硝酸、亞硝酸鹽 (μm/L)		39.00	0.24
磷酸鹽 (μm/L)		2.89	0.15
矽酸鹽 (μm/L)		74.56	2.64
氨鹽 (μm/L)		0.06	0.20
有機氮 (μm/L)		41.36	5.39
溶氧 (mg/L)		1.24	6.87
總有機碳 (mg/L)		0.50	0.68
總懸浮固形物 (mg/L)		0.34	0.88

示。目前已有 30 餘家公司進駐，投資者包括日、台、美、加、俄、比等國，生產的種類相當多，如鮑魚、龍蝦、藻類、甲殼類、溫帶蔬果、啤酒、健康食品、香水等。2000 年日本業者在此園區成立 Hawaii Deep Marine, Inc.，專門以海洋深層水生產飲用水（利用逆滲透膜過濾方式，其設備如圖 9 所示）、天然天日乾燥鹽 (Kona Deep Sea Salt) (圖 10)，噴式液體鹽（供料理時使用，亦可供作防止蘋果削皮後的黑變）、天然滷水（用於減肥）及其他產品，並將所有產品回銷日本。

心得

(一)美國在 NOAA 之 NMFS 下所設置的漁業科學中心包括西南漁業科學中心以及太平洋島與漁業科學中心，均與相關大學毗鄰，如西南漁業科學中心與加州大學 Scripps 海洋研究所園區幾乎都在一起；而太平洋島嶼漁業科學中心，則與夏威夷大學相鄰，彼此間共同推動相當多的合作計畫，如西南漁業科學研究中心的 CalCOFI 計畫即與 Scripps 海洋研究所共同執行，如此在人力的整合上有很大的利基，值得借鏡。

(二)海洋資源的永續利用及保育工作，以及海洋環境的維護，美國政府在研究的人力及經費上提供相當多的協助，為了全球海洋天然資源及環境生態系完整之維持，應是全地球



圖 9 夏威夷大島海洋深層水取水管及壓重設備



圖 10 深層水取水管陸域之涵洞設施



圖 11 夏威夷海洋深層水海水淡化設施

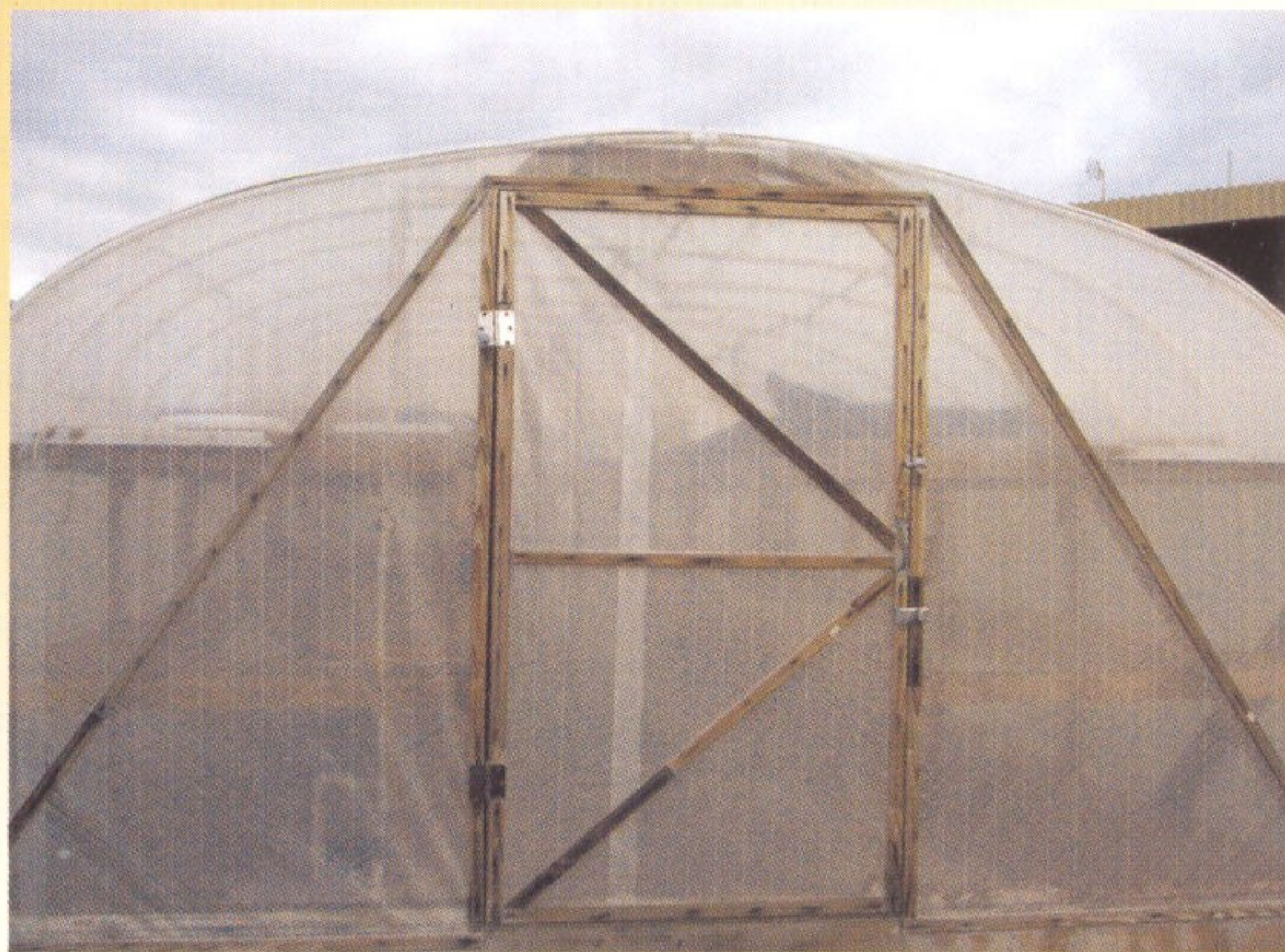


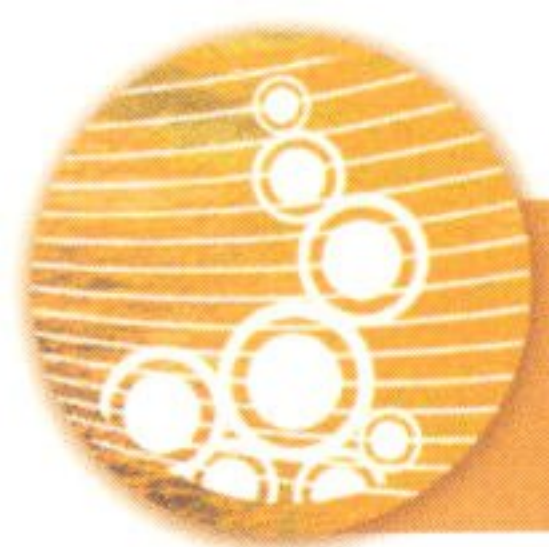
圖 12 製鹽與滷水溫室設施

人類的共同責任。然在資源管理上，基礎資料的建立相當重要，如此方能於國際漁業管理委員會會議上，提供有效的管理數據。而我國長期對於遠洋漁業，尤其是鮪延繩釣漁業，在體長組成及努力漁獲量(CPUE)的資料上，往往數據有所缺失，顯示我漁船概以漁獲小型魚為主，如此將影響我對於資源保育上的努力，未來似可發展自動作業監控系統，以解決是項問題。

(三)海洋環境的長期基礎資料建立，係各項漁業系發展的根，西南漁業科

學中心，由 1950 年起執行的 CalCOFI 計畫即為一成功之例，我國週邊環境的定期定線觀測，應長期執行，並與相關大專院校合作，例如將調查計畫名稱訂為 Taiwan Cooperative Oceanic Fisheries Investigations (簡稱 TaiCOFI)，與 CalCOFI 相對應，進行技術與資料之交流，俾以提昇研究水準，並與國際接軌。

(四)台灣這幾年在遠洋漁業管理上的努力，已獲得國際人士的肯定，未來應加強進行合作及研究人員、研究



成果資料的交流，如此將可使我漁業的發展，呈現柳暗花明又一村的景象。

(五)美國除了對高度洄游性魚類如鮪旗魚類的關心及用心外，對於其沿近海的漁業資源亦投入相當多的人力與經費，因此我國沿近海漁業的管理，以及漁業資源的復育工作亦應加強，使我沿近海漁業資源能真正達到永續的合理利用。

(六)海洋深層水的發展，美國的取水設施模式與日本迥異，在建設成本上，日本較之美國為高，雖然夏威夷海域無颱風，但據大島的海洋科學園區執行長 Jeff L. Smith 表示有颶風的發生，而目前為止該設施尚無遭致破壞的情形發生。由於夏威夷的深層水設施生產成本較低，如果台灣採取是項模式，對於未來在發展海洋深層水的產業上，較具競爭力，值得思考。

建議事項

(一)美國西南漁業科學中心，由 1950 年起開始執行 CalCOFI 的海洋調查計畫，迄今已有 53 年的歷史，雖然囿於經費，自 1985 年起有縮小調查海域的範圍及觀測線的規模，但仍持續進行是項調查計畫，並且建立長期的資料庫，作為漁業資源管理的重要參考依據。台灣四面環海，因

此其周邊水域的海洋定期定線觀測相當重要，可仿照成立類似的工作小組進行所謂的 TaiCOFI 計畫，並且建立長期的資料庫，採集的生物亦應有系統分類並予以長期保存。如此對於我國周邊水域漁場環境的掌握，以及沿近海的資源管理與復育有所助益。

(二)Scripps 海洋研究所開發的自動樣本採集系統，對於觀測海域的魚卵與仔稚魚的採集，有相當高的作業效率，值得引進使用。

(三)夏威夷海洋研究所使用的各養殖池之獨立維生系統，可有效隔離每一養殖池的各種干擾及病毒產生時的相互感染，以培育及生產優質水產種原與魚蝦苗。

(四)沿近海漁業係屬自我管轄及利用的資源，應積極予以妥善輔導與管理，達永續利用的目標，因之沿近海漁船的自動船位回報系統的建立，刻不容緩，俾可確實掌握漁船的動態，以利資源的評估與管理。遠洋漁船作業自動監測系統的開發與應用，亦應積極推動，如此不但可節省派觀察員的經費，亦可確實掌握漁船的漁獲狀況，將有利漁業資源的評估與管理。

(五)漁業研究的國際合作與交流，將有利於我漁業的發展，亦應積極推動。