

行政院及所屬各機關出國報告

(出國類別：考察)

95 年度
「深層海水相關標準及檢測技術」
出國報告書

出國人員：行政院經濟部標準檢驗局

第一組 簡任技正 蕭幸國

技士 林寶琴

第六組 科長 徐財生

技士 吳政鴻

花蓮分局 課長 胡奇琪

技士 鄭佳松

出國地點：美國、日本

出國期間：95 年 9 月 4 日至 9 月 15 日

報告日期：95 年 11 月 20 日

誌謝

本局「深層海水相關標準及檢測技術」考察小組於 95 年 9 月 4-8 日及 9 月 11-15 日分別前往美國夏威夷及日本沖繩縣，感謝局內長官之支持、鼓勵與推薦；並誠摯地感謝外交部駐檀香山台北經濟文化辦事處王贊禹處長、沈志嚴副處長、黃正佳領事與中琉文化經濟協會駐琉球辦事處陳桎宏代表及蘇啟誠領事部長在整個行程之安排與協助，使我們能順利達成任務。

感謝美國天然能源實驗室 (NATURAL ENERGY LABORATORY OF HAWAII AUTHORITY ; NELHA) Mr. Ronald N. Baird 及 Mr. Jan C. Warxu、Friends of NELHA 人員及海洋大學熊同銘教授在夏威夷兩天之停留中，給予行程協助及與業者之溝通協調；感謝日本沖繩縣產業振興公社瀧澤秀一先生賢伉儷於沖繩縣 3 天之停留期間給予之協助，尤其是瀧澤太太全程陪同翻譯及生活上之協助，對美、日雙方產、官、學界之前輩先進熱心的指導與幫忙，在此謹致上最誠摯的謝意。

壹、目的

深層海水具有低溫安定性、富營養成分、清淨性之特徵已為國際間之共識。深層海水一般係指海水深度超過 200 公尺以下之海水，水溫約低於 10°C，因受擾流影響較小，故海水組成較穩定，富含硝酸鹽、磷酸鹽及矽酸鹽等營養鹽，且病原菌稀少，水質清澈乾淨。有鑑於此，台灣東海岸已是我國積極開發深層海水產業的重點地區。在深層海水的多目標發展結果下，其相關產品之附加價值亦水漲船高，國內為預防不肖商人以虛偽不實產品假冒深層海水製品，打擊深層海水產業，乃由政府積極參與研發深層海水應用之檢測標準、技術並建立深層海水產品驗證制度，期以政府之公信力有效管理深層海水相關產業並建立消費者對深層海水產品之信心。

標準檢驗局於 95 年之「深層海水相關標準及檢測技術」出國考察計畫，派遣簡任技正蕭幸國、徐財生科長、胡奇琪課長、林寶琴技士、吳政鴻技士及鄭佳松技士等 6 員前往美國、日本考察。考察地點分別於美國夏威夷州及日本沖繩縣，美國部分在夏威夷自然能源實驗室（Natural Energy Laboratory of Hawaii Authority, NELHA）及其園區；日本部分則在沖繩縣久米島海洋深層水研究所及島內相關利用深層海水之機構。

貳、研習行程

日程	日期	行程	參訪單位
1	9/4	台北→夏威夷	去程
2	9/5	夏威夷大島之 NELHA	參訪 NELHA， 參觀取水設備及監控模式
3	9/6	夏威夷大島之 NELHA	NELHA 園區 (瓶裝水工廠、養殖場參觀)
4	9/7	夏威夷→台北	回程
5	9/8		
6	9/9	周休 2 日	
7	9/10		
8	9/11	台北→沖繩縣 那霸市	去程
9	9/12	沖繩縣、 久米島	拜訪沖繩縣政府、久米島町役所； 沖繩縣海洋深層水研究所
10	9/13	久米島	久米島海洋深層水開發株氏會社； 南西興產株氏會社
11	9/14	久米島 久米島→沖繩縣	Point Pyuru、BioMarine 化妝品公司 Bade aus 休閒娛樂館
12	9/15	移動 沖繩縣→台北	回程

參、報告內容

一、考察地點介紹

本次出國考察地點分別於美國夏威夷州大島及日本沖繩縣久米島，美國部分以夏威夷自然能源實驗室（Natural Energy Laboratory of Hawaii Authority, NELHA）及其園區為主要考察地點；日本部分則在沖繩縣久米島海洋深層水研究所及週遭島內利用深層海水之相關機構及產業為主要考察地點。

（一）美國夏威夷大島

1. 美國夏威夷自然能源實驗室（Natural Energy Laboratory of Hawaii Authority, NELHA）

NELHA 位於夏威夷州大島卡魯亞-科那市（Kailua-Kona, Island of Big, Hawaii），係美國夏威夷州政府於 1974 年立科那機場附近設立 NELH（Natural Energy Laboratory of Hawaii），最初係以海洋熱能轉換（Ocean Thermal Energy Conversion OTEC），海洋溫差發電之研究為主，尋求有效之替代能源，解決可能如同 1970 年代所發生的石油危機。1979 年成功完成全球第一個海洋上型 Mini-OTEC 的發電實驗專案，其取水管徑 60 公分，深度 700 公尺。1980 年初，NELH 擴大至 322 英畝之濱海土地，開始進行取水設

施之興建及相關研究，除持續溫差發電之研究外。因深層海水具有其經濟性潛能，乃於 1984 年開始進行商業化發展計畫，並將 NELH 轉型成以商業化發展為主的產業園區，供應更多商業化廠商與機構的需求，夏威夷州政府成立夏威夷海洋科學技術園區 (Hawaii Ocean Science and Technology, HOST)，園區土地面積增到 548 英畝。1990 年，夏威夷州政府將 NELH 與 HOST 合併為夏威夷天然能源實驗室 (Natural Energy Laboratory of Hawaii Authority, NELHA)，隸屬於夏威夷州商業、經濟發展與旅遊局 (Department of Business, Economic Development and Tourism, DBEDT)，負責整個園區的設施管理、配水、招商等相關業務。

NELHA Gateway 為一棟結合研究開發、展示、教育及觀光等多功能建築物，不僅利用太陽能板將太陽能轉換成電力，更將深層海水低溫的特性，應用熱交換原理作為建築物的空調系統，熱空氣上升自動導出室外 (如圖 1、2)，真是將自然資源應用發揮得淋漓盡致，兩天之參訪行程就是以此作為起點與終點。



圖 1、NELHA 之 Gateway

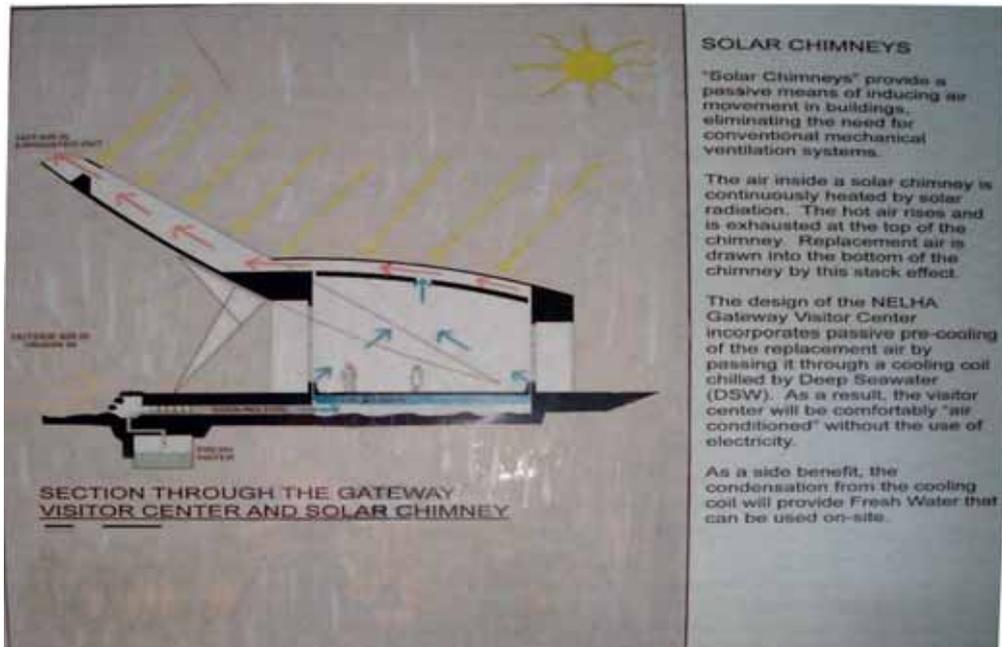


圖 2、NELHA Gateway 之設計原理



圖 3、全體考察人員與 NELHA 接待人員合影

夏威夷州政府迄今已投資 7 千萬美金於園區硬體建設，其中深層海水汲水管線係經過必要的環境影響評估、地質勘測及許可證申請認可後方行建置。目前該實驗室設有 3 組管線系統，每組管線皆有 2 條管線分別汲取深層海水及表層海水。

第一組：

深層海水管徑：40 英吋（100 公分），

離岸長度：6,284 英尺（1,916 公尺），

取水深度：2,210 英尺（674 公尺），

抽水量：每分鐘 13,400 加侖（0.84 /秒）；

表層海水管徑：28 英吋（71 公分），

離岸長度：535 英尺（163 公尺），

取水深度：69 英尺 (21 公尺)，

抽水量：每分鐘 9,700 加侖 (0.61 /秒)。

第二組：

深層海水管徑：18 英吋 (45 公分)，

離岸長度：6,180 英尺 (1,884 公尺)，

取水深度：2,060 英尺 (628 公尺)，

抽水量：每分鐘 3,000 加侖 (0.19 /秒)；

表層海水管徑：24 英吋 (61 公分)，

離岸長度：266 英尺 (81 公尺)，

取水深度：33 英尺 (10 公尺)，

抽水量：每分鐘 5,400 加侖 (0.34 /秒)。

第三組：此組目前號稱是世界最深且抽水量最大之抽水管。

深層海水管徑：55 英吋 (140 公分)，

離岸長度：10,247 英尺 (3,124 公尺)，

取水深度：3,000 英尺 (915 公尺)，

抽水量：每分鐘 27,000 加侖 (1.80 /秒)；

表層海水管徑：55 英吋 (140 公分)，

離岸長度：540 英尺 (165 公尺)，

取水深度：79 英尺 (24 公尺)，

抽水量：每分鐘 40,500 加侖 (2.56 /秒)，

其取水管配置圖如圖 4。



圖 4、NELHA 取水管配置圖

夏威夷區深層海水係源自北大西洋格陵蘭冰川海域，流經南大西洋海域，再由南極環流經印度洋、澳洲南部海域至中太平洋海域再折回北大西洋，此海水循環約需 1,000 至 2,000 年。園區內利用幫浦、24 及 28 英吋之高密度聚乙烯(High density polyethylene ; HDPE)材質之取水管，分別輸送深層海水及表層海水至各分水系統，並以變頻系統控制幫浦，使水壓維持在 10 至 12 psi 間以維持供水穩定。

NELHA 園區現有 33 家企業進駐，提供資源和設施供為海洋科學相關研究和商業行為並為當地提供工作機會、增加稅收。園區內已有廠商從事飲用水、鹽類、化妝品等之生產，但仍以水產養殖為主。

本次參訪，該實驗室由 Mr. Jan C. War (NELHA 經理) 和 Mr. Ronald N. (NELHA 負責人)負責接待並向本團說明園區情形 (圖 5、6、7)。



圖 5、第 1 天之 Presentation 及交換意見



圖 6、夏威夷 NELHA 取水站設備



圖 7、NELHA 取水管熱熔接合設備

2. 夏威夷自然能源實驗室園區 (NELHA 園區)：本次參訪健康食品、包裝飲用水及養殖場。

(1) 健康食品工廠 - Cyanotech 公司

Cyanotech 公司專研螺旋藻技術，並已獲得 ISO 9001：2000 驗證，佔地面積 32 公頃，為園區內佔地最大之廠商。主要產品為螢光生物色素、抗氧化劑、水產養殖飼料、健康食品等均從其養殖之螺旋藻中提煉，該公司利用深層海水培養螺旋藻，當螺旋藻從綠轉換到紅色，即可收成應用（圖八），此為另一深層海水延伸應用，且經濟價值非常高。



圖八、螺旋藻生長顏色變化

該公司說明其產品係以自然營養素提高人體免疫力，補充日常活動及生長所需營養，且營養素超過許多維生素 C、維生素 E、β- 胡蘿蔔素和其它類胡蘿蔔素之抗氧化機能，可保護皮膚免受紫外線輻射影響，提高免疫系統及新陳代謝。

(2) 包裝飲用水工廠 - Koyo 公司

Koyo 公司係由日商投資設立，以深層海水為水源生產廠牌名稱為 MaHaLo 之包裝飲用水（圖九），該公司水源係取自夏威夷自然能源實驗室所建置之第三組汲水管，深度 915 公尺，水溫約 6 。因水源取自 Kona 外海海域，水質來源受保護且無污染源，可控制品質，無一般陸地水源可能有之肥料或化學污染，且未添加任何食品添加物，該公司自稱為唯一 100% 來自深層海水之包裝飲用水。



圖九、Koyo USA deep ocean water bottling facility 之包裝飲用水成品

該日商公司設有實驗室以測試水質，但此行該日商公司並未讓我們參觀實驗室，所提供資料顯示其產品每公升含礦物質之毫克數為鎂 8.2 毫克、鈣 3.9 毫克、鉀 2.8 毫克、鈉 75.6 毫克、鐵 1.27 毫克、銅 0.084 毫克、鋅 0.107 毫克、錳 0.027 毫克及鉻 0.011 毫克。

(3) 養殖場 - Kona Blue 公司

該公司係運用深層水為水源以養殖 Kona Kampachi 魚，該魚種具黃色尾鰭且肉質鮮美，所養殖之 Kona Kampachi 從魚卵孵化至成收穫 (hatch-to-harvest) 販售皆須控制生長環境品質，並利用深層海水之冷凝系統作為魚飼料之保存及品質控管。從魚獲至完成交貨，該公司皆在 48 小時內完成，保持鮮度以提供最新鮮的魚供生魚片及壽司食用。

所養殖之 Kona Kampachi 魚富含 omega-3 魚油，對降低高血壓及預防心臟病有所助益，經比較分析結果，Kona Kampachi 魚每 100 克重量約含 3 克 omega-3 魚油，大西洋鯖魚約含 2.5 克，大西洋鮭魚約含 1.4 克，顯示該公司養殖之 Kona Kampachi 魚營養價值較高。

(4) 養殖研究及觀光娛樂 – Ocean rider 公司

該養殖場係運用深層海洋水搭配表層海水養殖不同種類之海馬，為一專門研究海馬孵育及生長之養殖場，針對許多

瀕臨絕種之海馬進行保育工作（圖十），亦開放民眾購票入園參觀，門票為每人美金 20 元，該公司孵育五顏六色海馬，具有海洋生態保育之概念及教育價值。

根據本草綱目的記載，海馬的療效為“暖水臟，壯陽道，消痰塊，治療瘡腫毒婦人難產及血氣痛”，海馬為重要的中藥材，台灣每年進口約 11 噸，人工繁殖少有成功案例，Ocean Rider 利用深層海水及表層海水調配海馬適合生存的環境（攝氏 25 到 28 度）成功繁殖海馬，並推展與海馬的互動旅遊行程，兼具保育及教育意義，更為其帶來商業利益。



圖十、Ocean Rider 內養殖之海馬

(二) 日本沖繩縣及久米島部分

1. 海洋深層水研究所

位於日本沖繩縣久米島之海洋深層水研究所（圖十一），其研究方向為海洋深層水基礎科學研究及其於農業、工業及水產資源應用，特別在低水溫性蔬菜耕種及水產養殖技術開發成果卓著。



圖十一、沖繩縣海洋深層水研究所前與所長合影



圖十二、久米島深層海水園區(箭頭處為海洋深層水研究所)

該所喜屋武俊所長指出，該研究所每日 26,000 噸汲水量係全日本最大規模，其中深層海水汲水深度 612 公尺，汲水量每日 13,000 噸，水溫約為 9 ；表層海水汲水深度 25 公尺，汲水量亦為每日 13,000 噸，水溫約為 25 。汲水量中有三分之一供所內使用，有三分之二賣給企業界，至於收費為養殖業用水每噸日幣 6 元，工業用水每噸日幣 400 元，養殖業收費較低係因使用後會回流至研究所之故。

因深層海水所具之低水溫、富營養及清淨性，沖繩海洋深層水研究所將其應用於下列研究領域：

(1) 水產領域：於該研究所架置有深層海水汲水管、表層海水汲水管及排放管，故可利用深層水與表層水水溫不同進行混合調配以執行水產養殖，且因將海水抽取至陸地，故可進行水產動物養殖技術開發，其中蝦苗養殖具顯著成果，提供可量產之養殖技術給養蝦場；另在市場價值高之海膽養殖，該所亦成功地開發出適合全年培育生長之技術；海藻適宜之生長環境為 18-20 ，該所同樣地以低溫冷卻系統發展出合適藻類生長環境，可應用於提煉合成健康食品。

(2) 農業領域：由於沖繩縣久米島地處亞熱帶，氣候高溫濕潤，可栽種之蔬菜花卉便侷限於亞熱帶作物，該所運

用深層海水低水溫特性，以管線導入土壤根部處，將土質溫度冷卻至 9℃，進行低溫蔬菜花卉栽種，由於調整蔬果開花結果週期，全年皆可穩定生產，同時進行高附加價值蔬果栽培等之技術開發。

運用冷卻系統所開發之溫度控制技術可分為下列 3 項：

A. 低溫培養環境之技術開發：開發低溫培養液栽培技

術，將其應用於溫室土耕及露天栽培，該研究所已運用此技術開發出菠菜與萵苣之種植及培育，獲致良好成果。

B. 開花調節之技術開發：先篩選適用土壤根部冷卻之蔬

果，選定埋設水管之材質，考量管徑、深度及埋設間距，再執行水管埋設與栽培以進行開花控制；另亦研發低溫冷卻水管架設於地面土壤上，以局部根域冷卻進行開花控制；亦運用低溫冷卻系統降低溫室內之溫度進行開花調節，目前已成功完成蝴蝶蘭及水蜜桃之開花調節技術。

C. 低溫貯藏之技術開發：運用低溫冷卻系統降低蔬果貯

藏環境，抑制酵素活性作用，維持蔬果品質。

(3) 工業領域：由於深層海水富營養性、清淨性，可應用於食用鹽、食品添加物及化妝品等商品開發，已將合成方

法技術轉移與民間企業，並提供技術支援。於久米島及沖繩本島那霸市之商家均可見到以深層海水精製之食用鹽販售（久米島海洋深層水開發株式會社之產品）及化妝品（Point Pyuru 公司之產品）。

(4)其他利用：運用海洋深層水於健康休閒產業，例如

Bade Haus 公司便以海洋深層水提供該場所內 SPA 水療、冷泉浴及氣泡浴等所需用水。

2.沖繩縣久米島海洋深層水之應用

(1)久米島海洋深層水開發株式會社

該會社成立於平成 12 年（西元 2000 年）1 月，營業主力產品係以海洋深層水為原水製成之包裝飲用水及食用鹽，並設有水產養殖部，本次僅拜訪包裝水工廠，參觀其包裝水及食用鹽製程。

工廠生產之包裝飲用水命名為「球美の水」，其水源係購自久米島海洋深層水研究所(水深 612 公尺)，由於工廠位於久米島山區，故以運水車載運深層海水原水運至工廠，其主要產品「球美の水」之硬度分為 250 及 1000 兩種，每種產品皆有 500 毫升及 1000 毫升兩種包裝，其中硬度 250 之產品每公升中含有鈉 18 毫克、鎂 54 毫克、鈣 16 毫克及鉀 15 毫克；硬度 1000 之產品中含有

鈉 72 毫克、鎂 216 毫克、鈣 64 毫克及鉀 60 毫克，工廠設有原子吸光光譜儀進行上述礦物質含量之檢驗，其他成分之檢測則送至日本食品分析協會分析。

食用鹽命名為「球美の鹽」，係將海洋深層水以蒸氣加熱去除水分後、濃縮、凝結、曝曬精製而成，係富含礦物質之健康鹽，每 100 克中含有鈉 33 毫克、鎂 710 毫克、鈣 770 毫克及鉀 230 毫克。



圖十三、球美の鹽及其商標

(2)Point Pyuru 化妝品公司

該公司創立於平成 13 年（西元 2001 年），海洋深層水水源從鄰近之沖繩縣海洋深層水研究所經由分水管線計量輸送至工廠，經過脫鹽機精製，再加入其他原料及芳香液調和而成。

公司接待人員向我們說明生產流程係由產品計畫、研究開發、試作產品、實際生產至生產銷售，其中實際生產過程包含洗淨、充填、檢查及包裝等步驟，洗淨係指沖洗裝填

前之容器，是用沖洗機噴嘴高壓噴射出空氣，再將容器洗滌乾淨；充填係用電腦控制樣品注射量至容器內後再行封裝；檢查係由檢驗員對產品執行檢驗；檢驗合格產品，謹慎地被包裝放入裝箱，送至倉庫配發。該公司並未允許我們拍照，亦未讓我們進入實驗室參觀，該公司現有生產線多以 OEM 之產品為主，但仍持續開發海洋深層水相關美容保養產品。

(3)Bade Haus 休閒娛樂館

該館創立於平成 15 年（西元 2003 年），係以海洋深層水為水源之休閒娛樂館，包括游泳池、三溫暖、SPA 水療、冷泉浴及氣泡浴等設施，對於水質維護係用聚酯纖維膜進行淨水過濾循環，並以次氯酸鹽殺菌。

該館接待人員平田勝英次長表示，水上運動具有健康及養生功用，因水體浮力作用可放鬆筋骨，達到降低關節負荷且減輕疼痛效果，特別對中老年長者有效，若能定期性地作水中有氧運動，可提高呼吸循環系統機能，降低危險因子，對疾病預防功效卓著。接待人員說明該館係由沖繩縣政府與久米島町公所出資經營，館長由町長擔任，若町長因選舉更替換人，館長亦隨更換，該館次長為實際經營管理者。入館門票成人需 2000 元日幣，並

發行有月票，由於離久米島海洋深層水研究所之汲水管較遠，故定期以運水車載運海洋深層水至該館，據平田勝英次長表示，游泳池及三溫暖等設施所需耗電電費佔營運支出最大項，海洋深層水之成本不高。

(4)南西興產株式會社 - 水產養殖場

該公司營運項目主要為蝦苗培育及母蝦養殖，係由沖繩縣海洋深層水研究所提供養殖技術轉移，由於母蝦及幼蝦之生長環境不同，需執行水溫控制，故可利用深層海水與表層海水不同水溫進行混合調配，以執行水產養殖，該養殖場之技術由母蝦之養殖到蝦苗之孵化、培育及養成均有所成，提供其縣內養殖場使用及成蝦販售，尚無出口業務。



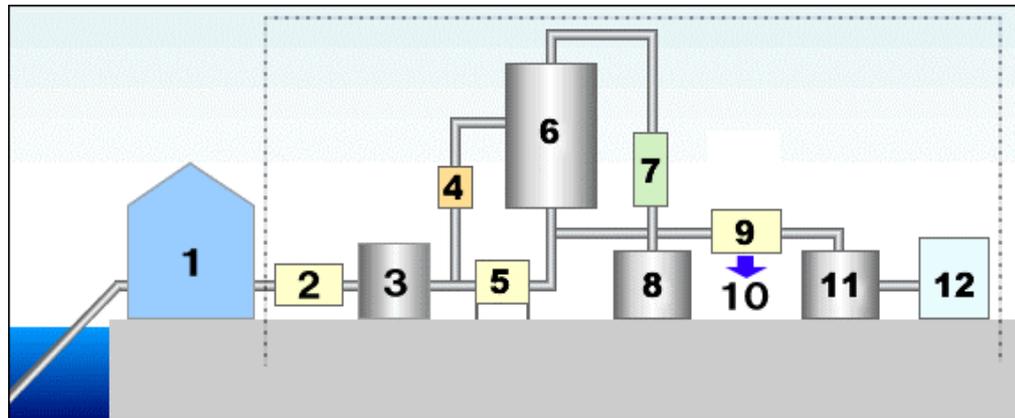
圖十四、種苗場之年輕廠長

(5) Bio-Marine 公司

BioMarine 公司係以循環型蒸發濃縮晶析裝置將深層海水製造濃縮為滷水，主要提供化妝品及健康食品使用，其濃縮鹽使用於泡菜之醃製及豆腐凝固(苦汁)均可獲得更佳之品質且可延長其保存期限。

以下係該公司公開之產製流程：

深層海水自研究所(1)取得後，經 MF 膜(2)過濾貯存於槽(3)中，再經加熱管(4)、循環幫浦(5)及 55-60°C 真空蒸發結晶槽(6)處理後，一經冷凝器(7)收集於暫存槽(8)內；另則經離心機(9)處理得澄清液(10)及鹵水(11)，經分裝後出售(12)。



圖十五、BioMarine 公司濃縮裝置

(6) 沖繩縣政府企劃部

拜訪企劃部之科學技術振興課，其為久米島海洋深層水研究所行政支援督導機關。該縣有關海洋深層水之技術

及資訊主要仍由久米島海洋深層水研究所提供，該課並提供日本水道水法、食品衛生法及藥事法等相關法規供我們參考。



圖十五、拜訪沖繩縣政府企劃部科學技術振興課

(7)沖繩縣產業振興公社

禮貌性拜會該公社，本次考察行程中該公社協助居中聯繫，使我們順利完成考察工作，感謝該公社給予之協助。

二、考察心得

(一)標準部分

美國及日本均未針對深層海水制定地方性或國家標準，亦無特定法規予以規範，僅就其汲水設施及產品之歸類及屬性依循其國內相關法規。

- 1.美國：所生產之商品及排放水標準依美國食品藥物管理局(FDA)、環保署(EPA)及夏威夷州保健局(DOH)等政府機關訂定之相關法規；原水部分美國 NELHA 公佈之主要海水參數如下：

項目	表層海水 (SSW)	深層海水 (DSW)
水溫(Temperature)	75 - 83°F (24 - 28.5)	43 - 46°F (6 - 8)
鹽度(Salinity) (‰)	34.7	34.3
酸鹼值(pH)	8.3	7.6
鹼度(Alkalinity)	2.31	2.36
硝酸鹽及亞硝酸鹽 (µm/L)	0.24	39.0
磷酸鹽 (µm/L)	0.15	2.89
矽酸鹽 (µm/L)	2.64	74.56
氨氮(NH ₃ -N)(µm/L)	0.20	0.06
Dissolved Organic Nitrogen (µm/L)	5.39	41.36
Dissolved Oxygen (µm/L)	6.87	1.24
Total Organic Carbon (TOC) (µm/L)	0.68	0.50
Total Suspended Solids (µm/L)	0.88	0.34

2.日本：其對原水檢測無特定之標準，係依據水道法(類似我國之自來水法)及其相關法規定期檢驗，大多委託檢測單位進行，本次考察並未獲得久米島深層海水之水質檢測報告。

(二)檢測業務

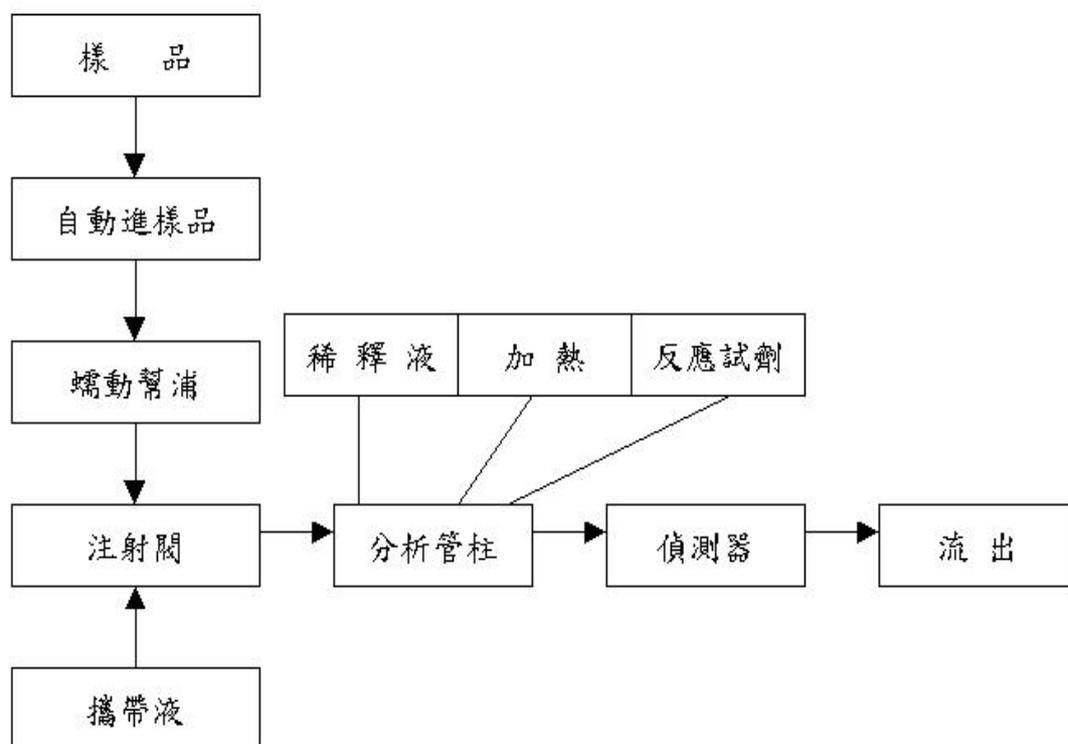
美、日兩國深層海水取水地點之實務檢測並不如我國積極，主要係其檢測項目包含深層海水中之營養鹽（包括磷酸鹽、硝酸鹽、亞硝酸鹽、氨氮及矽酸鹽等）、重金屬（主要為鎘、鉛、鋅及銅等）及微生物（包括大腸桿菌群及總生菌數）等項目。同時瞭解深層海水檢測使用之儀器（如自動流動注射分析儀、原子吸收光譜儀、感應耦合電漿分析儀等）。本研習成果將作為本局制定國家標準方法、設立深層海水實驗室進行深層海水檢測技術之參考及依據。

茲將檢測技術方法綜合摘列如下：

1.營養鹽檢測技術

由於深層海水的特性為低溫性、清淨性、富營養性、礦物特性及安定性等特性，故一般檢試驗的項目應著重於此，其中「富營養性」係指深層海水具磷酸鹽、硝酸鹽、亞硝酸鹽及矽酸鹽等營養鹽，需要流動注入分析儀器

(Flow injection analysis, FIA) 來執行本項分析檢測工作。FIA 之基本分析原理係利用連續流體當成攜帶液 (Carrier solution)，於管線中攜帶定量樣品，依序混入所需藥劑，藉流體流動使藥劑跟樣品混合呈色，再傳輸至偵測器獲得讀值。其分析流程如下：



各營養鹽之檢測分別介紹如下

(1) 磷酸鹽 (PO_4^{3-})

其檢測分析方法為流動注入分析法之比色法，分析原理及方法係為水樣中正磷酸鹽與 Ammonium molybdate 和 Antimony potassium tartrate 在酸性條件下反應成錯

合物，接著此錯合物被 Ascorbic acid solution 溶液還原為另一藍色高吸光度之產物，藉由量測 880 nm 波峰之吸光值，以定量水樣中正磷酸鹽之含量。需注意矽酸鹽在反應中亦會形成吸收 880 nm 波長之淡藍色錯合物。由於鐵離子會與錯合物競爭維生素丙還原試劑，若濃度較高會有負干擾，但可以亞硫酸氫鈉排除之。

(2) 硝酸鹽 (NO_3^-) 及亞硝酸鹽 (NO_2^-)

其檢測分析方法為鎘還原流動注入分析法，分析原理及方法係為水樣中之硝酸鹽氮流經 Copperized cadmium granules 管柱，被定量地還原成亞硝酸鹽氮，此亞硝酸鹽氮加上原水樣中之亞硝酸鹽氮，其總量被 Sulfanilamide 偶氮化後，接著和 N - (1 - naphthyl) ethylenediamine dihydrochloride 偶合形成水溶性紫紅色之染料化合物，此紫紅色物質於 540 nm 波長量測其波峰吸收值並定量水樣中硝酸鹽氮加亞硝酸鹽氮濃度之總量。硝酸鹽氮加亞硝酸鹽氮濃度之總和亦稱之為總氧化氮。若移除流動注入分析設備組裝架構中之顆粒狀鎘金屬管柱則可單獨分析亞硝酸鹽氮之濃度，所以總氧化氮與亞硝酸鹽氮之濃度可於同一組水樣中檢測得

知。在此種 FIA 設備組裝架構下，總氧化氮濃度扣除亞硝酸鹽氮濃度可得水樣中之硝酸鹽氮濃度。需注意水中若含有高濃度之鉛或鐵時，在檢驗時會產生沈澱而造成干擾。銅離子會催化偶氮鹽之分解，而降低測定值。上述情形，可在緩衝溶液中添加乙二胺四乙酸二鈉鹽（EDTA）而降低其影響。含大量高濃度油脂之水樣會包覆鎘金屬表面，這種干擾可將水樣以有機溶劑作前萃取而去除。

(3) 矽酸鹽 (SiO_4^{4-})

其檢測分析方法為鉬矽酸鹽比色法，分析原理及方法係為水樣經過濾後，矽酸鹽於酸性溶液下與鉬酸鹽反應生成黃色 Heteropoly acid，以分光光度計於 410 nm 波長處測其吸光度而定量水中矽酸鹽濃度。若水樣中矽酸鹽含量較低，可加入還原試劑 1-胺基 -2 萘酚 -4 磺酸將黃色之矽鉬黃雜多酸還原成感度較佳之藍色 Heteropoly blue，以分光光度計於 815 nm 或 650 nm 波長處測其吸光度而定量水中矽酸鹽濃度。若水樣中矽酸鹽濃度較低則可加入還原試劑 1-胺基 -2 萘酚 -4 磺酸後產生感度較佳之矽鉬藍後，再測其吸光度定量。由於器皿、試劑皆可能因含矽造成干擾，應儘量避免使用玻璃器皿，並使用含矽量低的試劑，所配製的溶液應儲存於塑膠瓶中。為修正水樣中矽酸鹽含量，於實驗過程中做一

組空白試驗來校正吸光度。由於矽鉬黃吸光度在含鹽份較高水樣中的衰減速率較快，會造成負偏差，因此可將酸與鉬酸鹽試劑依一定比例先行混合，再採用較和緩之檸檬酸等抑制劑行呈色反應，以消除此項干擾。

(4) 氨氮 ($\text{NH}_3 - \text{N}$)

其檢測分析方法為流動注入分析之靛酚法，分析原理及方法係為含有氨氮或銨離子之水樣注入流動注入分析系統，於載流液中依序混入緩衝溶液、鹼性酚鈉、次氯酸鈉等溶液，進行 Berthelot 反應產生深藍色高吸光度之靛酚染料 (Indophenol dye)。此溶液之顏色於混入亞硝鹽鐵氰化鈉 (Nitroprusside) 後會更加強烈，此深藍色物質於波長 630 nm 處量測其波峰吸光值並定量水樣中之氨氮濃度。當鈣、鎂、亞鐵、亞鉻及亞錳離子之含量達到毫克數量時，會因沉澱而產生正干擾，銅離子具有遮光效應易造成負干擾，加入乙二胺四乙酸可以防止這些干擾，另亞硝酸鹽氮和亞硫酸鹽含量超過 100 倍時亦會造成干擾。

2. 重金屬檢測技術

海水基質複雜，欲測定其中之鎘、銅、鐵、鉛及鋅等重金屬元素，應進行預濃縮處理，將干擾鹽類分離，使待測元素的濃度提高。係將水樣過濾後，調整 pH 值至 6.5，通過鉗合離子交換樹脂管柱，使待測元素吸附於樹脂上，經 2 M 硝酸沖提，所得去鹽之濃縮液，再以適當之重金

屬檢測儀器分析方法進行檢測。如欲測定水樣總金屬，應將上述過濾後殘留物，以其他合適之方法檢測其中之金屬含量後，一併加計之。採用本方法檢測時，應特別注意採樣時可能發生的污染與分析過程中各項試藥的純度，採樣瓶應避免金屬零件或油漆污染，空氣中微塵為污染的重要來源，操作時應選擇空氣品質良好之實驗場所。

3.微生物檢測技術

(1)大腸桿菌群

係檢測水中革蘭氏染色陰性，不產生內生孢子之桿狀好氧或兼性厭氧菌，且能在 35 ± 1 、 48 ± 3 小時發酵乳糖並產生酸及氣體之大腸桿菌群；在不同體積或不同稀釋度之水樣所產生之結果，以 100 mL 水中最大可能數 (MPN /100 mL) 表示 100 mL 水中存在之大腸桿菌群數目。另檢測大腸桿菌群亦可用濾膜檢測非飲用水中好氧或兼性厭氧、革蘭氏染色陰性、不產芽孢之大腸桿菌群。該群細菌在含有乳糖的培養基上，於 35 培養 24 小時會產生紅色色系具金屬光澤菌落。所有缺乏紅色金屬光澤的菌落，均判定為非大腸桿菌群。

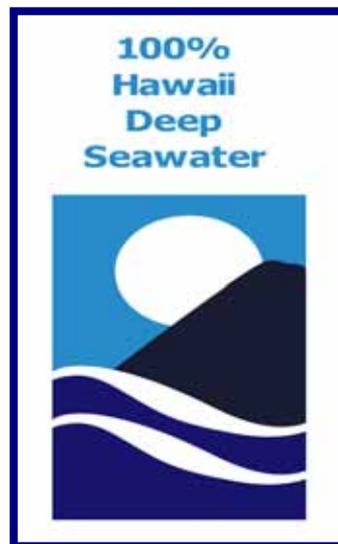
(2)總生菌數

係使用濾膜過濾水樣，於 35 以培養基培養 48 小時

後，檢測能在胰化蛋白葡萄糖培養基或在培養皿計數培養基中生長，並形成菌落之水中好氧及兼性厭氧異營菌。

(三)驗證業務：美國夏威夷 NELHA 及日本沖繩縣久米島均是政府鋪管取水，故無原水認證問題。惟仍發展其自有標章，反較類似具有地理性之商標利用。

1.美國：NELHA 之標章如下：



此標章之作用具有雙重意義

(1)標章之使用需付費。

(2)保證水源來自 NELHA 之 100% 深層海水。

此標章同時亦為 FRIENDS OF NELHA 之使用標章。該團體係由夏威夷政府機關或學校退休之公務員組成之義工團體，位夏威夷州政府義務宣導政策及於 NELHA 園區義務導覽。

NELHA 園區內之廠商須向州政府申請設立，經評估後

方准設廠，並由園區負責埋設分管水線及流量計，依使用水量計費。其水源水質之監測及管理由園區負責。

2.日本：日本針對海洋深層水之管理，中央政府並無規劃管理及驗證制度，主要係由各地方縣市政府依其地域性及地方發展政策設計標章，並採自願性標示。惟其出發點係吸引廠商進駐以促進地方繁榮、提高就業機會並避免人口外流。沖繩縣久米島官方雖有商標，但未曾使用，反是業者使用其自有商標。與我們目前規劃 VPC 方式不同。



三、結論

此次研習參訪美國夏威夷大島及日本沖繩縣久米島之深層海水取水設施及管理模式，同時實地參觀其深層海水檢測儀器設備及檢測技術資料，冀能作為本局制定深層海水相關標準、檢測技術及驗證制度之借鏡。

以深層海水原水低溫特性，利用熱交換器，可輸出 12°C 之

冷水，功能相當於空調系統冰水主機，但卻節省下壓縮機的設備費及日後運轉電費，經過熱交換之深層海水，仍可應用於休閒 SPA 及淡化處理製成飲用水、鹽、化妝品等產品，另與表層海水混合調配溫度至各種養殖物，適合生長的溫度，既有舒適的生長環境，又有富營養及潔淨水質，可供其快速成長，減少飼料使用量，降低排放水污染，可將深層海水之特性發揮淋漓盡致。

以下依兩國之異同進行比較說明，俾供國內產業發展參考。

(一) 由於國際油價節節高升，各國對於替代能源之找尋不遺餘力。

美國夏威夷 NELHA 對於溫差發電及利用熱交換系統應用於空調冷房之應用著墨甚深，新設管徑 1.4 米，取水深度 3000 英尺，與表層海水溫差達 20°C，溫差發電已成為其發展之重點，其園區為一整合區域，從海岸汲水至 NELHA，再經分水管輸送到園區之用水機構。

日本沖繩縣久米島海洋深層水研究及用水機構則散居島內各地，例如久米島海洋深層水開發株式會社離海洋深層水取水口甚遠，其使用之深層海水水源需以運水車載運至工廠，增加營運成本並隱藏衛生安全之危

機，而沖繩縣海洋深層水研究所則著重於農業及水產
養殖應用，同樣應用深層海水，但兩官方主導機關屬
性之差異，大方向截然不同。

(二)美國 NELHA 及日本久米島汲水系統皆設有深層海水及
表層海水汲水管，日本更設有離海平面下 25 公尺之排
放管。美國 NELHA 目前 3 組管線取水系統汲水深度均
不同；日本久米島之深層海水汲水深度為 612 公尺，
兩者均係利用其取水深度不同所得之水溫溫差特性，以
混合方式作不同之用途。建議國內架設時應同時規劃深
層海水及表層海水汲水系統俾調控水溫並以環境保護
之考量，對園區內之排放水排放深度及水質及早進行監
控；至於國內深層海水之汲水深度，依美國與日本之應
以 600 公尺以下深度為宜，勿僅達光合作用區一般界
限之 200 公尺。

(三)由於我國民間企業積極投入深層海水產業，引起美、日
兩國高度關切，或許基於經濟利益因素，我們雖一再表
示係政府單位管理之立場，但仍能感受到有所保留。美
國 NELHA 及其園區願意提供之資訊較多，日本久米島
方面提供資料較少，許多機構並不允許我們拍照，亦未
讓我們進入實驗室參觀。

四、建議

(一)美國 NELHA 及日本久米島之深層海水汲水深度皆超過 600 公尺，故其包裝飲用水產品如美國夏威夷之「MAHALO」及日本琉球之「球美の水」兩種品牌皆為從汲水深度超過 600 公尺之海水處理而得。目前日本國內市售取自深層海水包裝飲用水產品標榜之取水深度不一，依一般學理而言，超過 200 公尺光合作用區即稱深層海水，但台灣東部外海易受潮流、颱風及季節變化等影響，若要取得較穩定之水源水質建議汲水深度較深為宜。

(二)美國及日本因民族性使然，一般較遵守法規規定，較無摻假之虞，此可從日本包裝飲用水工廠說明政府衛生機關並無臨時前來該廠查核情事，且該廠送至日本食品分析協會之分析檢測報告亦沿用多年，對我方提出官方是否採無預警方式進行水質調查感到不解。因此，對國內為防制深層海水產業黑心商品建議應採源頭管理為宜，至於工廠驗證及食品衛生管理除依現行國內相關主管機關之法規規定外，輔以 ISO 22000 及 HACCP 驗證模式進行。

(三)雖美國並無專門為深層海水訂定之標準，但其汲水設施

及產品則依類別性質皆需遵守美國衛生署、環保署或農業部等政府機關訂定之相關法規；日本方面則需遵守水道水法、食品衛生法及藥事法等相關法規。

建議國內可先配合源頭管理，制定台灣東部海域特定之深層海水水源水質標準，以正清源。

(四)對於深層海水的應用，在日本係經 20 多年的長期規劃研究，目前仍以水產養殖方面上有較完整的推動體系與策略。本局雖已規劃於 95-96 年間進行 2 年之海域水質調查，但仍是杯水車薪，其代表性仍待商榷，建議應整合產業界、學術界、官方及研究機構之資源，進行多向的連繫，將近年來台灣東部海域之調查及研究統合其水文、地質及水質等資料彙整並成立台灣東部海域的資料庫，方有助於未來有關深層海洋水相關產品的驗證參考及佐證。

(五)目前台灣東部業界(如幸福水泥、台肥及光隆等公司)正積極開發此區域深層海水，從園區管理、工程施工、及環境保護等層面之綜合考量，建議國內發展以設立深層海水專業園區為宜。