

赴日研習「深層海水資源開發及管理」心得報告

蔡惠萍、林金榮

水產試驗所水產養殖組

深層海水具有低溫、富營養鹽、清淨及微量元素均衡等特性，可多元化應用於能源、水產、食品、酒類、化妝保養品、SPA 休閒養生等各種產業，潛在經濟效益龐大，我政府已將深層海水產業列為未來幾年重點發展的新興產業。台灣東部海域，海底地形陡峭，離岸不遠水深即達 600 m 以上，具有發展「深層海水產業」的潛力，由於預期效益可期，部分民間企業已搶先積極投入。惟國內相關取水工程技術、水質認證及管理、產業規劃及輔導等尚在起步階段，亟需汲取先進國家之經驗，方能使該產業在最短時間內展現成效。日本在深層海水產業方面的發展已有 20 餘年的經驗，取水工程技術已相當成熟，產業的應用研究範疇多樣化，2002 年，相關商品年產值粗估已達 6,000 億日幣。加上其地理、氣候、地形等環境與台灣相當類似，因此，在這方面的發展經驗、策略及管理模式，都值得台灣參考借鏡。

本次研習為經濟部主辦之 95 年度台日技術合作計畫—深層海水資源開發及管理研習，研習期間為 2006 年 9 月 4—16 日止，共 13 日。研修課程內容包括實地瞭解日本深層海水相關機構或建設公司的運作現況及其在水產養殖、食品加工與觀光休閒等產業的應用，並專訪管理及研究相關之人員及學者。

研習地點包括靜岡縣燒津市深層海水展示館，四國高知縣的高知大學海洋科學研究所、海洋深層水研究所、海洋深層水對策室與該縣室戶市的深層海水展示館 (Aqua Farm) 及其海洋水療休閒設施 (Bade Haus) 以及富山縣內與深層水相關之機構包括：深層水協議會、食品研究所、衛生研究所、滑川市深層海水展示館、入善町深層海水設施及展示館。另外，也拜訪了神奈川縣三浦市油壺海洋公園深層海水館、海洋研究開發機構橫濱研究所及東京都之清水建設事業部等。13 天的參訪行程十分充實且忙碌，本文將介紹具代表性的靜岡縣燒津市深層海水設施、富山縣入善町深層海水設施及展示館與油壺海洋公園深層海水展示館。

靜岡縣燒津市駿河灣深層海水設施及利用現況

「駿河灣」是日本最深的海灣，其最深處達海平面下 2,500 m。深層海水可分為黑潮系深層水 (水深 200—500 m)、亞寒帶系深層水 (水深 500—1,500 m) 及太平洋深層水 (水深 1,500 m 以下) 等三層。此處是日本首見，設置二條不同深度的深層海水取水管，分別汲取黑潮系深層水 (水深 397 m，取水

管長 3.3 km) 及亞寒帶系深層水 (水深 687 m, 取水管長 7.3 km), 每日取水量各 2,000 噸 (合計 4,000 噸), 取水口之水溫分別為約 8°C 及 5°C 左右, 其水溫全年變化極微, 其中 687 m 之深層水推斷為千年以上之水質; 另外設置一條水深 24 m 之表層水抽取管線, 以供水產養殖試驗研究用。

駿河灣深層海水取水設施建置於 2001 年 9 月, 位於燒津市燒津新港內, 為日本繼高知縣、富山縣及沖繩縣之後, 第四個由政府單位設置的深層海水汲取設施。建設經費約日幣 29 億圓, 由靜岡縣政府投資興建, 其中 2/3 的經費由中央政府補助。其興建的主要目的是想利用駿河灣深層海水振興當地的水產事業並帶動企業投資, 促進當地經濟的發展。

取水站設於海平面下 10 m, 為地上一層、地下三層之建物。深層海水係利用虹吸管原理自動湧升至位於地下三樓的抽水機處, 再以高揚程馬達抽送至地面上的保溫儲水槽中, 然後利用分水設施機房中之馬達送至各分站, 如脫鹽場、給水販售處、室內 SPA 及水產試驗場等。取水站內設有 687 m 深層海水取水馬達 1 部、397 m 深層海水取水馬達 1 部、687 m 及 397 m 深層海水取水預備馬達 1 部、表層海水取水馬達及預備馬達各 1 部; 另為防抽水站地板積水及避免潮濕, 地面設有導水溝及 1 部排水馬達。進水處設有過濾設施, 可阻隔海底生物, 取水站的人員平時除了維護馬達之正常運作外, 每日需撈除隨深層海水抽入之深海生物。

抽取的原水主要提供該縣水產試驗場水產養殖研究、漁獲清潔及保鮮、活魚蓄養及

運輸、製水脫鹽加工場等使用。本處製水工廠設有 RO 逆滲透設備及 ED 電透析設備, 分別生產出: (1) 純水 (經 RO 逆滲透法去鹽淡化, 多作為飲用水); (2) 濃鹽水 (經 RO 逆滲透法濃縮成鹽分約 5% 的深層海水, 用在料理及食品加工產業); (3) 硬水 (經 ED 電透析法除鈉處理後, 形成富礦物質的深層海水, 用於食品及其它加工產業) 及 (4) 鹽水 (經 ED 電透析法濃縮成鹽分約 10% 的深層海水, 用於食品及其它加工產業) 等 4 種深層海水供應民眾及企業選用。生產的水可作為飲料水、鹽乾品、發酵食品、酒類、化妝品等之原料, 並提供醫療及健康增進用。

分水設施上, 分為小量及大量供水 (供卡車載運), 除了原水的供應外, 尚有上述經製水工廠生產之 4 種水, 使用者可加入會員或購買票券後自行取用。目前付費利用原水, 登錄在水產利用的有 18 家, 多應用於活魚運輸及蓄養, 收費標準為 10 圓/噸; 登錄一般利用之個人及公司有 9,406 家, 利用領域包括水產加工、食品加工及飲料等, 收費標準為 100 圓/200 公升。

在深層海水相關商品管理行銷方面, 主要由駿河灣深層海水利用者協議會負責, 該組織採會員制, 在商品的認證上有專用認證標章, 該標章所有權屬靜岡縣政府, 標章使用之標準由協議會決定, 再送交靜岡縣政府核定。標章之使用管理、商品品質管理及行銷等活動則由該協議會負責。水質檢驗方面, 每年均需定期採水送相關衛生單位檢驗, 並公布其結果, 其檢驗項目依據日本自來水法相關規定。

為配合日本越來越興盛之海洋療法, 深

層海水的用途已拓展至觀光休閒產業。燒津市政府興建的深層海水水療體驗設施於 2006 年 7 月完工營運，建設經費約日幣 23 億圓，部分由中央政府補助，其他則由附近之核能電廠回饋補助經費支應。外觀相當雄偉，裡面設有大型體驗池，供遊客休閒、運動、養生。



靜岡小型供水設施



深層水試飲



靜岡水療館

富山縣入善町深層海水展示館及分水設施

入善町的深層海水取水設施，取水量每日 2,400 噸，取水深度 384 m，取水管內徑 250 mm，長度 3,308 m，2001 年完成。在取水量中，使用在水產部分者約佔 70%，其他佔 30%。水產部分，包含用在養殖（40 噸/小時）、蓄養（5 噸/小時）以及漁港等設施（25 噸/小時，漁船給水及設施清洗）；其他則用在食品、健康、美容、醫療、農業、空調

及環境保護等。

取水量為 100 噸/小時，目前實際使用量只有 60 噸/小時，大部分用於鮑魚養殖、漁獲清潔及保鮮、活魚運輸等，剩餘的水排放回流大海。接待人員表示，深層海水發展初期，大家都抱持很大的信心，為了充分利用，成立了「深層水利用委員會」，透過產官學研的通盤檢討規劃，希望多元化利用，以創造最大的經濟利益，尤其是水產方面，希望能在這一、二年內通盤的確定發展方向。再者因該地的水源來自日本海，具有營養鹽豐富、溫度低且生物量稀少的特性，如何善加應用在水產養殖上，是未來積極規劃的重點。目前有供水給漁會進行鮑魚養殖，並有產品出售，但生產量尚未達生產目標，且因水溫低，增加了加溫成本，營運績效因而未達預期目標。又養成的鮑魚未進行口味及營養上的分析比較，如何凸顯產品價值及提高競爭力，仍然有待努力。

而在農產品的使用上，可以看到一些優點。加入深層海水來灌溉的稻米，據稱吃起來比較可口，用來種植洋蔥、蕃茄，也會比較甘甜。菠菜的收成量增加了 1.5 倍，就連小松菜也長的比較好。在附近的農業高中以及富山縣縣立大學目前也都以不同稀釋比例的深層海水進行農產品生產研究。不過，據其表示，深層海水與其用在灌溉上，還不如用在冷藏、保鮮，食物也會比較鮮甜美味。

比較特別的是，在大豆收割前 10 天，適量澆灌原水可讓雜草枯死，更有利於收割。針對此點，我們提出了含有鹽分的水滲入土壤，是否會造成土壤鹽化的疑問，雖然據其表示並未檢測出多餘的殘留鹽分，不過尚待

時間的驗證。另外要注意的是，利用深層海水的農產品，會檢出微量的重金屬，包含鉛、鎘，不過含量都在 0.0002 ppm 以下，應不至於對人體產生危害。

參訪神奈川縣三浦市油壺海洋公園深層海水展示館

三浦市油壺海洋公園深層海水是日本第一個由民間私人公司及企業財團出資設置經營的深層海水取水設施。京急油壺海洋公園位於西相模灣旁，園內的海濱岩礁、沙灘、藻場等生物相豐富且奇特，該區域已被神奈川縣指定為「油壺自然地環境保護區」。京急油壺海洋公園主要展示魚蝦貝和海豚、海獅等，並以科學教育角度介紹其生態習性。近年來為了因應魚、海豚及海獅對自然環境的要求，特別取用深層海水進行飼育，並於五年前在園區內增設了深層海水展示館(D.S. Wonder)。入館後首先看見的是有關深層海水的簡介，包括其來源、特性、取水方法和汲取水管等模型展示與說明，另外在館內展示了約 30 種以上的深海生物，其中有些是由日本獨立行政法人海洋研究開發機構提供的稀有海底熱泉附近的海洋生物，以及與日本東京大學三崎臨海試驗所、神奈川縣水產綜合中心共同研究與飼育的稀有獨特的海洋生物。園區內另有展示其他海洋動物以及動物表演。

園區內的餐廳利用深層海水凸顯其特色，除長期推出各式深層海水料理套餐外，並特別結合當地海產，尤其是鮪魚。另販賣部亦可見各式各樣的深層海水相關加工產

品。園區鄰近的關係企業「觀潮莊」，則是運用深層海水作為泡湯休閒之用途。此處將深層海水多元應用於展示生物蓄養、餐飲、觀光遊憩、休閒養生等經營方式，值得參考學習。



油壺餐廳 DM



油壺餐廳外貌

三浦沖海洋深層水公司是由京急油壺海洋公園、大成建設、NRS 及三井物產等共同投資成立，該公司主要事業內容為深層海水的取水、去鹽水的製造、相關產品的研發、製造及販賣。其取水設施、大型儲水槽、水處理相關設備及分水設施緊鄰海洋公園旁。水源取自相模灣內水深 330 m 處，取水管長 5 km，深層水自取水口流至抽水泵約需 5 小時。供水種類同樣包括原水、加工處理後之 RO 脫鹽純水、RO 處理後之礦物質水、ED

處理之硬水及礦物質鹽水，供應前皆經紫外線殺菌處理。相關產品有專用標章作為管理認證。

心得與建議

在參訪過程中，許多單位都提到深層海水的抽取，主要由政府出資，且規定至少要有 50% 用於水產。但在此次的參訪過程中，卻沒有機會實際瞭解深層海水在農業與水產業的利用情形，尤其是富山縣水產試驗所已設立專用的深層海水管，未能有機會見習，十分可惜。

日本發展深層海水產業的目的在於振興地方經濟及促進水產業發展，目前雖然已有多元化應用，但仍侷限於地方性。就本次參訪感想，建議我國的深層海水事業之發展，

應以後續加值的研究為主軸，開發多元化、高價值的深層海水產品，方能順利拓展深層海水產業的國內外市場。

在訪談中了解，深層海水汲取後，利用量並未達百分之百，未加利用者又再度排回大海。建議在未來我國對深層海水的開發利用在抽取量及其利用率皆應事先詳細評估再行開發，否則恐有浪費之虞。

在積極推動台灣深層海水的產業發展時，非但不該迴避未來可能發生的問題，且應該提早因應。需要能瞻前，也要能顧後，在積極推動的同時，不妨偶爾放慢腳步回頭檢討，是不是還有什麼忽略的地方。畢竟工程的施工可以在短期內完成，可是深層海水產業還有非常長遠的路要走，若能在發展初期多花一點時間研究規劃，以保障未來的蓬勃繁榮，何樂而不為呢？

