

行政院及所屬各機關出國報告

(出國類別：研習)

微藻相監控及牡蠣、蝦綜合養殖循環水系統之運作技術研習

服務機關：行政院農業委員會水產試驗所

出國人：職 稱：研究員兼祕書

姓 名：徐崇仁等三人

出國地區：美國

出國期間：九十年八月廿日至八月廿六日

報告日期：九十年十二月三十日

目 次	
項 目	頁 次
報告題目：微藻相監控及牡蠣、蝦綜合養殖循環水系統之運作技術研習	1
目次	2
研習目的	3
研習日程	4
研習內容	5
研習心得	12
研習檢討與建議	13
附錄(照片及說明)	14

研 習 目 的

本計畫係為配合執行九十年度中美農業科技合作計畫之「利用微藻相建立水產養殖循環系統之研究」計畫而研提，該計畫屬部份技術轉移及部份技術研發之研究計畫。在設計本土型系統時，若能充分掌握該等技術的基本要領，應可減少技術本土化所可能遭遇到的困難。本計

畫實施後預期達到之效益有：一、在美國現場操作成熟之完整牡蠣、蝦綜合養殖循環水系統將有利於返台設計及操作本土系統。二、以微藻相控制養殖池中微生物相之觀念與技術，提供將來養殖產業防制疫病一個全新的思考方向。

研 習 日 程

- 8 月 20 日 抵中正機場，離台。
- 8 月 21 日 抵達夏威夷 Honolulu 拜訪王兆凱教授聽取簡報，下午參觀沙島試驗場微藻培養系統及設備，晚上下榻美麗華飯店。

- 8 月 22 日 拜訪夏威夷州水產養殖計畫主持人 Dr. Leonard Young ,
下午赴沙島 (Sand Island) 試驗場由 Mr. Nyles Toguchi
帶領進行實習微藻培養工作及參觀 Mr. Daniel Paquin 的
豐年蝦養殖系統。
- 8 月 23 日 參觀夏威夷海洋研究所 (Oceanic Institute) 暨拜訪李正
森博士。
- 8 月 24 日 赴沙島試驗場進行現場微藻培養、收穫實習工作。
- 8 月 25 日 赴沙島試驗場進行現場微藻培養、收穫實習工作。
- 8 月 26 日 離夏威夷 Honolulu , 返台。

研 習 內 容

- 8 月 20 日 抵中正機場 , 離台。
- 8 月 21 日 拜訪夏威夷大學王兆凱博士。博士班學生 Miss Kristen
Syvertsen 進行角毛矽藻的開放式培養系統簡報。簡報內容分五部份：
.藻類簡介 , .微藻之應用 , .微藻之開放式大量培養系統 , .

微藻之生長與收穫， .微藻培養之現況改善。

.藻類係具葉綠素行光合作用無根、莖、葉區分之一群，廣泛分布於淡、海水水域中，依種類之不同，其大小從數 μm 到 60 μm 都有。微藻係為體型大小分布於 5-50 μm 者，本研習內容之矽藻屬於微藻之一分子，具矽殼為其特徵。

.藻類為具經濟價值的產品，可供作水產生物餌料、健康食品、醫藥及提煉許多尚未明瞭之有用化學成分，其中，微藻對於水中生物或環境中影響水產養殖生物之可能物質具有減低、緩和、沉澱、累積作用，並可減少水產養殖生物病害之發生。

.開放式微藻系統目前於夏威夷大學已完成四篇相關論文：

1. Tim Hering : Achieving *Chaetoceros* spp. Domination of Open Cultures ;
2. Hai Yuan : Microalgae Concentration by Foam Fractionation ;
3. Andrew Csordas : Optimizing Foam Fractionation of *Chaetoceros* spp. in Open System;
4. Kristen Syvertsen : Optimizing Fatty Acid Production in *Chaetoceros* spp. in Open Systems by Modifying Growth Environment.

本角毛藻的開放式培養系統設置於沙島試驗場，系統包括微藻培養桶(46cm，高 150cm，透明 FRP 桶)、pH 調控、CO₂ 注入設備及泡

沫收集、離心收穫等設備。密閉式培養係將可能之生物污染源隔離於系統外，維持單一微藻之優勢；開放式系統則在開放之環境下利用有效的培養條件及技術，維持目標微藻之優勢生長。開放式系統在生產微藻上具產量大、操作易及維護成本較低等優點，但無法避免其他微藻之競爭及低水溫期不適合培養生產為其缺點。

.沙島試驗場所使用之海水係取自沙層過濾水，*Chaetoceros* spp.及 *Thalassiosira* spp. 除冬季外終年自然存在於過濾水中，藻種種原不需採集分離。在過濾水中加入營養鹽類，施以打氣，約經二至三日培養即可達 blooming 之狀態，藻色由透明轉棕褐色，細胞密度以血球計數板逐日計算，俾掌握微藻生長狀態。藻類收穫時，先經泡沫分離初步濃縮，再以離心機濃縮凍藏備用。

.Miss Kristen Syvertsen 最主要之研究主題為如何增加 *chaetoceros* 之脂肪酸含量及增加微藻之生產量。據研究結果顯示，其重要關鍵點為 N、P、Si、Fe 等營養素之配比、pH 控制點之設定及 CO₂ 之添加。困難點為藻類種原之穩定供應及 pH 控制器之穩定度。

簡報後，赴沙島試驗場參觀微藻培養系統及設備。該試驗場係位於離機場約 10 分鐘車程之內灣邊上，地面舖滿火山岩風化之碎細白色石塊。試驗場面積約有 120 m²，其中包括 24 個矽藻培養桶(圖 1, 2) 收集設備及一個 10 呎長之貨櫃屋工作室，另有豐年蝦培育系統。在

此地微藻之培養及豐年蝦飼育正順利有序地進行著。

8 月 22 日 中午拜會夏威夷州水產養殖發展計畫主持人 Dr. Leonard Young 聽取夏威夷水產養殖現況簡報。夏威夷州水產養殖之年產值約美金 2000 萬元左右，其中藻類之產值佔約 4 成，最主要之生產種類為紅球藻 (Heamatococcus spp.) 供做抽取蝦紅素 (Astaxanthin) 用，令人印象深刻；而魚類之產值 2000 年相較 1999 年成長近倍，似仍有發展空間。下午赴沙島試驗場進行矽藻培養實習課程及參觀豐年蝦培養系統。

矽藻培養系統之操作要點:

.矽藻培養:

1. 清洗：a. 刷除培養桶內壁上之附著生物(如 *Nitzschia* sp 等);
b. 以自來水沖洗之，再注滿水槽加 Muriatic acid (Hydrochloric acid 31.45%) (鹽酸) 30 cc，浸置 2 天，確保清潔效果;
c. 排乾桶水備用。
2. 植種：a. New culture 時添加 Nusalts 6.25g (圖 3)，經 2 天後在顯微鏡下以血球計數板計數，當密度高達 1×10^6

cell/ml 時即可進行繼代培養或收穫，大小體型約 10 μ m。

b. 繼代培養係屬大量培養，由 New culture 中引取 50l (約桶深 30cm) 藻水植種，營養鹽只添加 Hering's formula，唯在植種前需事先清洗連接管路以防污染。

c. 藻水植種應不少於 1/5 為原則。

d. 當藻體寬度小於 5 μ m 時(約 3 星期)即需更換藻種。

3. 打氣：以微氣泡提供微藻氣體及攪動培養水。

4. CO₂ 添加：碳源為水生植物生長之限制因子，CO₂ 之添加有助於生長之促進作用。藻類培養液之 pH 一般控制於 8.2-8.5 間，以 pH 控制器 (圖 2-1) 設定之上下限啟閉電磁閥 (Solenoid valve) 來控制 CO₂ 之注入量。CO₂ 鋼瓶之壓力調整於 5-10psi 間，當 pH 高於 8.5 時電磁閥開啟，CO₂ 由氣泡石以微氣泡方式散佈於藻類培養桶中；pH 低於 8.2，電磁閥則關閉 CO₂ 停止注入。

微藻通用培養液 (Nusalts) 6.25g for 250l

NaNO₃ 30%

NaH₂PO₄ H₂O 2%

Na ₂ EDTA	2%
FeCl ₃ 6H ₂ O	1.26%
CuSO ₄ 5H ₂ O	0.04%
ZnSO ₄	0.0084%
CoCl ₂	0.004%
MnCl ₂	0.008%
Na ₂ MoO ₄ 2H ₂ O	0.009%
Biotin	5μg/l
Cyanocobalamin	5μg/l

微藻大量培養用培養液 Hering's Formula

UREA	1.60g/250l
K ₂ HPO ₄	3.80g/250l
Trace element	
Na ₂ EDTA	1.38g/250l
Cyanocobalamin	0.69mg/250l
CuSO ₄ 5H ₂ O	2.07mg/250l
FeCl ₃ . 6H ₂ O	77.5mg/250l

.收穫：

1. 收穫時之微藻密度為 $> 1 \times 10^6$ cells/ml ;
2. 以幫浦將欲收穫之微藻移至集中槽 ;
3. 以 foam fractionator (泡沫分離器) 濃縮 (圖 4 , 5), 供水溢流水位控制於離泡沫出口 3.8cm 處 , 以達最佳之分離、收集效果。3hr.之收率約可達總藻量之 90% ;
4. 以連續式冷凍離心機濃縮後凍藏。

Mr. Daniel Paquin 介紹的豐年蝦養殖系統係由 14 個 20l 的豐年蝦培養桶 (圖 6) 餌料供應系統及排水下水池所組成。於系統運作之初, 將剛孵化之豐年蝦幼蟲逐日逐批分至培養桶中, 培養桶中之豐年蝦飼餵予餌料 *Cheatoceros* 。依渠經驗, 在 28 之水溫下, 豐年蝦於 14 日內可成熟產卵。因之, 依序收穫最高日齡之豐年蝦成蟲 (圖 7), 留下剛產出之幼生繼續培養, 理論上應可達到永續生產的目的。另, 系統之排水下水池可收集未被利用之微藻及豐年蝦幼生, 在此亦可以蓄養豐年蝦而有額外之收穫。乾燥之豐年蝦成蟲供做 pet fish 之餌料廣受夏威夷水族界玩家之歡迎, 商業化生產應屬可期。

8 月 23 日 參觀夏威夷海洋研究所 (Oceanic Institute, OI) 拜訪李正森博士 (李博士為 Center for Tropical and Subtropical Aquaculture 之負責人) 。目前 OI 全力進行白蝦 SPF、抗病品系及耐低鹽品系之開發, 在世界上佔有領先地位。其中由於繁衍及保留之品系繁多, 研究人員

在身體透明之小白蝦尾柄處植入不同顏色標幟並註記各品系資料，進行顏色管理以補試驗池之不足；待其成長至成蝦體色漸不透明，再改於眼柄處由有顏色之標幟套環管理之，深值借鏡。生物防護系統（Bio-security system）為 OI 最新的研發成果，在跑道式水槽中以循環水養殖白蝦，上方覆予透明塑膠布，養殖期間不換水，僅排凝集污泥，池塘水質採用流體化床方式處理。因其係屬封閉性養殖系統對其他生物進入具有阻絕防護功能，但仍無法防止微藻隨飼育水進入系統中。白蝦在本系統養殖 17 週後，1g 的蝦苗成長至 15g，最終之密度為 5kg/m³ water。

8 月 24 日 赴沙島試驗場進行矽藻培養及收穫實作課程。

8 月 25 日 赴沙島試驗場進行矽藻培養 收穫實作及生產系統管理。

8 月 26 日 離夏威夷 Honolulu，返台。

研 習 心 得

1. 微藻目前用於商業化生產開發熟知者有螺旋藻（Spirulina）小球藻（Chlorella，綠藻）等兩種，供作人類健康食品，另有眾多之微藻如 Isochrysis，Chlamydomonas，Dunaliella，Pavlova，Nannochloropsis，Tetraselmis，Skeletonema，Ceratoceros 及許多附著性藻類，供作水產種苗之幼生餌料，在生態功能上具有其重要性。
2. 從商業化之角度觀之，近幾年來新掘起之紅球藻更是市場之新星，

其可提供市場所需蝦紅素(Astaxanthin)。由資料顯示，近三年來藻類連創美國夏威夷州水產養殖生產總值之三分之一以上，其收益不可謂不大。本次研習對象藻 *Cheatoceros*，除了可供作水產幼生餌料外，另有其他如抗生物質等重要之可能副產物，若研發獲得成功，其背後則蘊涵無限之商機。

3. 在台灣從事微藻有關生產廠商，將其產品概約鎖定於藻類的直接收穫利用，或供人類食用，或供水產生物利用，不一而足，然其間所產生之效益較為有限，若能運用台灣良好的微藻生產技術配合知識經濟之開發，當能發現多樣化商機之活水源頭。
4. 由夏威夷海洋研究所目前致力研發之方向，如白蝦優良品系之篩選，其具向全球發貨輸出“優質蝦苗”之潛力。台灣水產養殖之高技術水準向為全球所稱道，唯所生產之水產種苗是否可以稱得上“優質”，則不無疑義，因之，“優質種魚”篩選與“優質種苗”培育之落實，應可使台灣在全世界水產養殖用優質種苗之供應上，佔有無可取代之地位。

研習檢討與建議

1. 從務實之角度而言，試驗研究猶如一般之商業投資，其具有某種程度之冒險性，意味著存在若干失敗的可能性，因之，建議試驗研究

計畫宜建立風險評估。

2. 因應加入 WTO 之產業衝擊，新的觀念及新的做法應予開創，除解決現有問題之有關計畫外，應盡力釐定及支持其他有潛力、有競爭力之研究項目。研究項目可訂於 20 項，以三至五年甚至十年為目標，若 20 項中之 3~5 項開發成功即可回收以往之投資，有幸者甚而創造無限之經濟利益。
3. 有潛力之研究主題應以其能獲致高效益，而且能符合加入 WTO 之因應對策與政府倡導之知識經濟政策為度。本研習對象，即綜合養殖循環水系統所獲致的產品，包括微藻、牡蠣（具生食標準）及蝦（健康、衛生）均頗具經濟效益，量產技術建立後亦可較歐美產品更具競爭力，值得大力研發推廣。

附錄



圖 1：
微藻培養情形



圖 2：
微藻培養系統



圖 2-1：
蓋板內之 pH 控制器



圖 3：
微藻培養實作

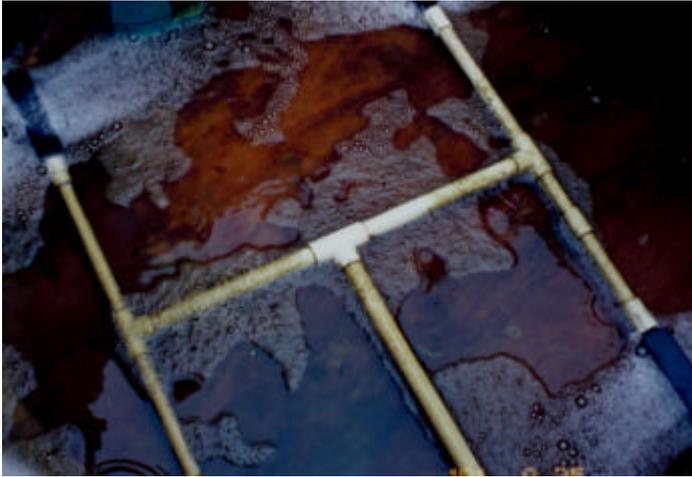


圖 4：
微藻集中桶打氣設計



圖 5：
泡沫分離器與集中桶



圖 6：
豐年蝦永續生產系統



圖 7：
豐年蝦收穫情形