

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

F9/
C09004>08

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：研究員兼秘書

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

行政院及所屬各機關出國報告提要

系統識別號：C09004208

出國報告名稱：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

頁數（含附件）：16 頁

出國計畫主辦機關/聯絡人/電話：

行政院農業委員會水產試驗所/徐崇仁/02-24633100

出國人員姓名/服務機關/單位/職稱/電話：

姓名	服務機關/單位/職稱		
	機關	單位	職稱
徐崇仁	行政院農業委員會水產試驗所	秘書室	研究員兼秘書
周賢鏘	行政院農業委員會水產試驗所	水產養殖系	助理研究員
朱元南	國立台灣大學	生物產業機 電工程學系	教授

出國類別：1 考察2 進修3 研究4 實習5 其他

出國期間：九十年八月廿日至八月廿六日

出國地區：美國

報告日期：九十年十二月三十日

分類號/目

關鍵詞：微藻、監控、養殖

內容摘要：

藻類具有經濟價值，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，甚而可減少牡蠣、蝦等水產養殖生物病害之發生。開放式微藻培養系統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，具產量大、操作易及維護成本較低等優點，有利於綜合養殖循環水系統之運作，但無法完全避免其

他微藻之競爭及低水溫期不適合培養生產為其缺點。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，紅球藻 (*Haematococcus spp.*) 主要供做抽取蝦紅素 (Astaxanthin) 用，令人印象深刻。排序收穫最高日齡之豐年蝦成蟲，留下剛產出之幼生繼續培養之永續生產管理，提供豐年蝦成蟲供做熱帶魚之餌料，商業化經營應屬可期。夏威夷海洋研究所進行白蝦 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，研究人員在白蝦體上以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，深值借鏡。

(本文電子檔已上傳至出國報告資訊網)

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：

I. 藻類簡介，II. 微藻之應用，III. 微藻之開放式大量培養系統，IV. 微藻之生長與收穫，V. 微藻培養之現況改善。

I. 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。

II. 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。

III. 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(φ46cm，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。

IV.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。

V. 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，地面鋪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 (*Haematococcus 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：

I. 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 $10 \mu\text{m}$ 。
 - 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 $5 \mu\text{m}$ 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 (Nusalt[®]) 6.25g for 250l

NaNO₃ 30%

NaH₂PO₄ · H₂O 2%

Na₂ EDTA 2%

FeCl₃ · 6H₂O 1.26%

CuSO₄ · 5H₂O 0.04%

ZnSO₄ 0.0084%

CoCl₂ 0.004%

MnCl₂ 0.008%

Na₂MoO₄ · 2H₂O 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

K₂HPO₄ 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

II. 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 *Cheatocecos*。依渠經驗, 在 28°C 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 $5\text{kg}/\text{m}^3$ 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*, *Cheatoceros* 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

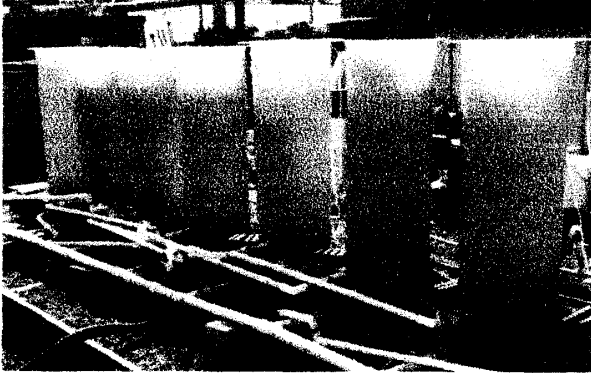


圖 1：
微藻培養情形

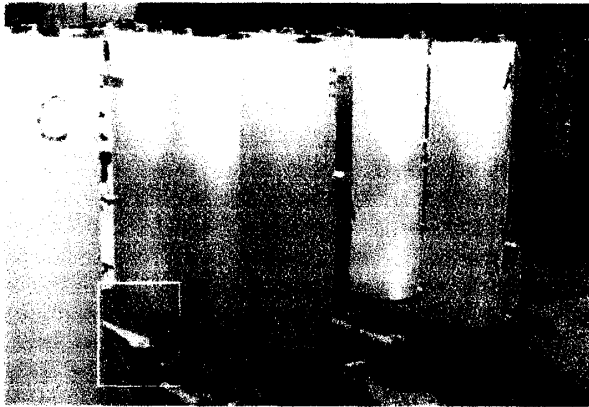


圖 2：
微藻培養系統



圖 2-1：
蓋板內之 pH 控制器



圖 3：
微藻培養實作

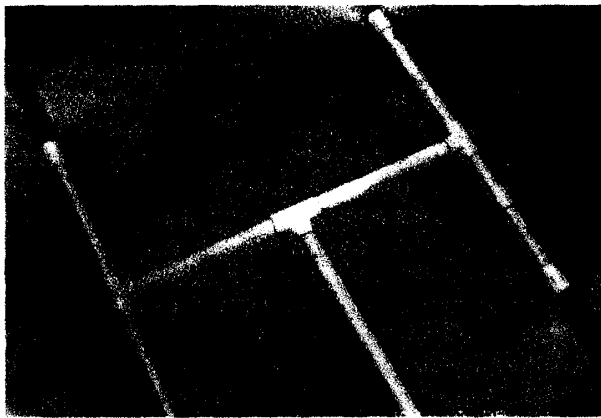


圖 4：
微藻集中桶打氣設計



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