

前往美國夏威夷研習「白蝦育種技術及商業化 SPF 種蝦生產模式」心得報告 (下)

鄭金華、陳紫嫻

水產試驗所東港生技研究中心

由 Dr. Moss 以簡報說明 OI 進行的蝦類遺傳育種試驗，茲摘述於下：(1)遺傳育種起始種原必須確定不帶有特定病原並在生物防疫體系下能繼代繁殖以確保蝦類遺傳改良計畫能長期且持續的執行。種原之繼代保存為第一優先工作，所有育種之蝦在各生活史階段皆須採樣，持續監測其健康及 SPF 狀態；(2)蝦類遺傳改良計畫之基本要件為無病原、起始種原要具高遺傳歧異度、進行家族或個體選育、控制近親交配、藉由族譜追蹤選育種系詳細資料、提高生殖及養殖之技術、利用分子標記協助追蹤選育個體及確認遺傳改良標的；(3)由不同地區收集之起始種原及子代需經二階段式隔離檢疫（各 100 天），確定為 SPF 才移入核心育種中心進行後續育種工作；(4)在具生物防疫、潔淨水源、特殊功能設計之核心育種中心執行育種工作；(5)種蝦及蝦苗進行標識以進行族系追蹤及性狀評估；(6) 預估蝦類各性狀的遺傳力；(7)利用人工精莢移植以產生 maternal half-sib families 或 paternal half-sib families，加速選育效率（例如增加生產成功率、每次生產提高受精率及無節幼苗數、產生選育族系由 14 天減為 9 天、育成之 half-sib families 增加等）；(8)蝦選育時必須有正確的選育目標、充分正確的性狀資訊、高選育壓力、短

生殖週期、有技術性的操作遺傳變異性及避免近親交配之劣化；(9)在 USMSFP 計畫下與 Tufts University 合作開發分子遺傳標記（尤其以傳統質量遺傳統計難以表現的重要性狀如疾病之抵抗力）來加速育種成效；(10)發展蝦類生殖調控技術、遺傳資源冷凍保存（精、卵、胚胎保存）及染色體（不孕、單性或多倍體）與基因操作（如利用雜交優勢或避免近親交配劣化），有助於遺傳選育之執行；(11)藉由近親交配劣化（inbreeding depression）策略以進行非經許可的選用品系大量繼代增殖，以保護蝦之版權（shrimp copy right）；(12)收集並比較選育之 SPF 白蝦在 OI 實驗區及釋出至國內外養殖場之養殖表現數據資料以作為後續選育之參考，並藉以分析遺傳與環境之交互作用及影響；(13)選育之優良品系之 SPF 白蝦要配合優良的養殖環境、養殖管理及飼料以發揮選育優良性狀之最好表現；(14)為確保永續培育珍貴種原，部分品系進行異地備分培育工作。

OI 以生物安全防疫零換水蝦類生產系統（Biosecure Zero-Exchange Shrimp Technology system; BioZEST）量產 SPF 種蝦，提供蝦產業應用。此系統由 OI 及 3 家公司（the Pig Improvement Company, Inc., Zeigler Bros., Inc. and Kahuku Shrimp

Company) 合作研發，將經過選育之 SPF 種蝦，養在此生物安全密閉環境及不換水之養殖系統。BioZEST 的應用著重於量產健康遺傳改良蝦類、維持穩定養殖水質、排除有害病原並調節益於蝦類成長活存之微生物相、發展支援養殖蝦及養殖環境之外源微生物所需之外源飼料及營養鹽等。此系統亦可應用在內陸或環境較不穩定之區域進行蝦之養殖生產。近年來 OI 亦應用以色列 Dr. Avnimelech 發展的生物絮凝技術 (Bio-Floc Technology) 作為零排放或少量排放的 SPF 大蝦及種蝦的養殖，與本所東港生技研究中心應用此系統進行階段式的蝦類養殖皆得到不錯的生產成績。生物絮凝技術係以充足的打氣一方面提供足量的氧氣，另一方面使有機顆粒懸浮，提高細菌等微生物的附著棲息面積。另外，有機顆粒本身也作為微生物的食物來源。除此之外，添加碳水化合物以提高碳氮比，可進一步促進異營性細菌等微生物的滋生。這些微生物不但可以將氨氮迅速有效地轉化為硝酸鹽，還能抑制有害病原菌的滋生，也可以作為養殖生物的食物來源，因此應用生物絮凝技術，可以達到零排放以及抑制病原菌的目的，還可以進一步降低飼料的用量而達到提高飼料的效率，在蝦類養殖驗證是值得推廣應用之技術。

由於 Dr. Shaun Moss 為 OI 副總裁及 U.S. Marine Shrimp Farming Consortium/Program (USMFP) 現任主席，參訪中亦討論到 OI 研究經費之爭取、USMFP 經費分配及分工合作與成效等。OI 之營運經費由美國聯邦政府相關部門申請補助、產業合作及自籌而來，白蝦核心育種中心營運經費高，部分亦由出售

SPF 種蝦支應。USMFP 是美國政府為解決限制蝦產業發展及國際競爭力之問題點，由學研產蝦類相關單位於 1984 年共同組成，以進行對產業利益增加及環境友善的永續養蝦任務導向的計畫。OI 具有白蝦種原及設施，在蝦類優良遺傳性狀之改良如高成長及抗病等領域執行重要計畫，其他如 Tufts University 執行遺傳分子標記之開發及應用、the University of Arizona 及 Gulf Coast Research Laboratory 執行開發疾病診斷工具及診斷服務和疾病研究、the South Carolina Department of Natural Resources, Waddell Mariculture Center 及 TAES 執行生產系統及飼料之研發、Nicholls State University 執行控制有害廢排放污染等。多年來在白蝦遺傳改良、疾病控制及永續的蝦生產系統等等之進展已有成效，對於產業界亦提供無數的種蝦、蝦苗、病害預防和診療、養殖系統和技術諮詢以及推廣教育訓練等等，對蝦產業之發展極有助益。

科那灣海洋資源公司

此次 Kona Bay Marine Resources, Inc. 行程由 Dr. James Sweeney 全程陪同解說及討論。Dr. Sweeney 為該公司之執行長，曾在 OI 服務。離開後轉任民間繁養殖場之工作。此次行程參訪其 SPF 白蝦繁養殖設施並與 Dr. Sweeney 討論商業化白蝦育種技術及其 SPF 種蝦生產銷售模式，尋訪優良 SPF 白蝦種原以便將來進行種原引進。

科那灣海洋資源公司於 1996 年成立，是 IAI (Integrated Aquaculture International) 公

司從事白蝦種原及基因研究與開發之子公司，公司之 Waimea Aquatic Lab 位於夏威夷可愛島凱卡哈市 (Kekaha, Kauai Island)，擁有夏威夷最大的水產養殖育種基地，同時還設有包裝運輸及冷凍加工廠。該公司應用 OI 及 University of Hawaii 研發成果，建立了先進的陸地綜合養殖系統，量產 SPF 白蝦種蝦，其產品銷售至韓國、印度、馬來西亞、泰國、印尼、中國、台灣等亞洲國家及墨西哥、厄瓜多爾、哥倫比亞、哥斯大黎加等中南美洲國家。科那灣海洋資源公司生產的 SPF 白蝦種蝦，是 OI 及該公司十幾年來精心培育之種蝦，平均年齡 9—12 個月，雄性重 40 g 以上，雌性重 45 g 以上，其 SPF 種蝦不具 TSV、WSSV、YHV、IHNV、BP、MBV、BMN、HPV 及 IMNV 等病毒，並具有成長快、抗病與抗寒性強及適合高密度養殖的特點。其養殖基地範圍約 200 公頃，近年來逐步開發擴大中，目前已有的設施設計為檢疫防疫、育種繁殖、蝦之量產與蓄養及包裝運輸之用，分別在隔離的地點設置檢疫隔離區(含檢疫溫室及檢疫蓄養桶槽)、繁殖區(含種蝦室外防疫培育池，育種及繁殖溫室、餌料生物培養溫室及蝦苗培育溫室)、養成區(含室外防疫 HDPE 培育圓池)以及包裝運輸區(含蓄養及包裝運輸設施溫室)。由於公司繁養殖區所在地應用 80 米深海水并抽取之自然過濾、清淨且無病原之海水以供繁養殖區使用，加上其隔離之地理環境、適合的氣候以及有效的應用先進技術，使得該公司可終年培育量產及內外銷優良的 SPF 白蝦種蝦。

科那灣海洋資源公司除了白蝦外亦進行無病原六絲馬鮫 (*Polydactylus sexfilis*) 之生

產、能源油藻之大量培育以及參與鮪魚的箱網養殖。Dr. Sweeney 在百忙中陪同參訪並詳細解說，讓我們了解到研究機構與民間養殖場之合作與競爭、方便操作以及防疫的先進繁養殖設施與水源對種原保存及擴大生產之必要性、人員的努力及時效性的配合在防疫、量產及外銷競爭之重要性、商業化 SPF 種蝦生產銷售模式等等。水試所東港生技研究中心曾引進科那灣海洋資源公司之白蝦亦有不錯的性狀表現，此次亦希望尋訪優良 SPF 白蝦種原品系以便將來進行種原引增加種原遺傳多樣性。參訪時亦遇見該公司亞洲區市場經理史建國先生並交換白蝦及其他水產生物在中國的發展近況等相關資訊。

Island Aquaculture 民間繁養殖場

Island Aquaculture 位於歐胡島西岸，係為農漁牧綜合經營之景觀休閒農場及生態教學示範農場。Kualoa Ranch 所投資之水產養殖場，由 Ms. Linda Gusman 負責。Ms. Gusman 曾在 OI 及綠色和平組織在東南亞國家養殖計畫下服務，此次行程為拜訪場主 Ms. Linda Gusman 與其討論 SPF 泰國蝦種原並參觀該場 SPF 泰國蝦繁養殖設施。該養殖場室外土泥池分別飼養白蝦、泰國種蝦及吳郭魚種魚，繁殖區及中間育成區依魚蝦繁殖季節分別進行各項繁殖及中間育成，部分先前養殖貝類及牡蠣之設施目前規劃為蔬菜與魚蝦生態水培 (hydroponics) 區。該養殖場可依訂單繁殖及生產魚蝦苗及種蝦。關於不同地區來源之 SPF 泰國蝦在活存及幼苗培育時間之長短比較，長期以來 Island Aquaculture 之

SPF 泰國蝦比起德州或夏威夷其他地區養殖者均有較佳之表現。

夏威夷歐胡島 Waikiki 水族館

Waikiki 水族館位於 Waikiki 海邊，於 1904 年開幕，是美國歷史第三悠久的水族館，由夏威夷大學技術支援。水族館展示夏威夷群島及西南太平洋熱帶島嶼海洋生物，包括活珊瑚、西南太平洋熱帶島嶼水族，夏威夷群島水族、海洋飄浮水母、海洋掠食動物、水產養殖種類、珊瑚及砗磲貝保育、海獅生態等。夏威夷群島海洋生物多樣豐富，近年來致力於觀賞魚及食用經濟魚種資源保護及增進，水族館內數種海水觀賞魚、鯛及石斑等食用魚類均有進行展示及人工繁殖。

心得

本所東港分所（現為東港生技研究中心）比 OI 晚 8 年設立（1968 年 vs.1960 年），研究方向與項目與 OI 大致類似，包括有生殖調控、種苗培育、遺傳育種、飼料營養、設施養殖、不孕子代的研發，零排放超集約養殖系統等等。在早年烏魚及虱目魚之研發時期，在 OI 之 Aquaculture Interchange Program 計畫下，東港生技研究中心與 OI 曾經進行海水魚類研究之人員互訪、試驗研究合作、共同舉辦國際研討會以及出版水產專書等學術交流，例如共同舉辦的虱目魚國際研討會及虱目魚繁養殖及經濟分析等相關系列專書廣受好評，至今仍有國內外學產界人士索取參考。OI 許多研究人員皆曾到東港參訪，近十

年來由於雙方人事更迭而交流減少，殊為可惜。此次拜訪 OI 有 Dr. Moss 熱心的解說及討論，希望能繼續連繫以討論雙方蝦類試驗研究合作方向及執行項目。CTSA 主管李正森博士對於此次有關蝦類研究訪問亦協力促成，希望藉此次參訪促成 OI 與台灣學研產界再次交流，讓台灣沒落已久的蝦產業能夠重振雄風。

美國海水蝦類進口量多，但為扶植其本土蝦養殖產業提高生產力及競爭力，產官學協力進行白蝦疾病監測及防疫、遺傳育種及養殖系統之研發，以達到環境友善的蝦類永續養殖之目標。經過多年的努力，夏威夷海洋研究所成功的建立白蝦之 SPF 種蝦庫，並在 1989 年起提供 SPF 蝦苗給夏威夷民間繁養殖場生產 SPF 種蝦，行銷至亞洲、美洲等養蝦國家至今已超過 20 年，對全世界白蝦養殖產業在這 20 年來的快速發展貢獻卓著。

美國對蝦類有嚴格的防疫標準措施，持續的防疫監測及認證，充分的執行防疫及措施，如蝦養殖場管制，州際及國際蝦類移進出運輸許可、疫病蝦之銷毀及關場停養後續檢疫等，使得經遺傳改良的 SPF 白蝦能夠持續量產並行銷全世界。具有優良的種原用以繁養殖是產業成功發展的要件，因此除了學術界外，美國蝦產業界許多大公司亦積極投入種原引進及品種改良之工作，各自亦有遺傳改良的品系行銷各地。

台灣白蝦產業界及學術界透過經銷商由夏威夷不同的民間白蝦繁養殖場進口的種蝦或蝦苗已不計其數，引進優良 SPF 白蝦並營造優良且防疫的環境使選育之性狀有最佳的表現是增進生產力的最佳方法。防疫觀念及

因地制宜的防疫設施、繁殖技術之精進、養殖管理的改進、餌飼料的營養強化皆能提高蝦成長及活存並使養殖生產具有利潤，進一步有助於蝦產業之發展。

建議事項

夏威夷 OI 及民間蝦場為確保白蝦品質及無特定病原狀態，嚴格執行防疫及選育措施。建議加強雙邊合作，應用已發展技術及系統，補強台灣蝦類現有研究及產業之不足。

優良水產種原之收集、保存、應用並進一步改良品種是各國重要研發項目，建構具生物防疫之繁養殖及選育功能之核心育種中心或種原庫為不可或缺。建議加速完成水試所國家生物種原庫之魚、蝦及藻類育種中心設施，以利防疫、選育及優良種原之保存。

美國為促進蝦產業之發展，提高其生產力及國際競爭力，結合相關產學研單位形成 U.S. Marine Shrimp Farming Consortium 共同合作研究以協力解決蝦產業問題點，數年來已頗有成效，值得效法學習。



Island Aquaculture 淡水蝦種蝦池



Island Aquaculture 魚苗培育池



Kona Bay 種蝦催熟及藻類培育溫室



Kona Bay 藻類種原培育



Kona Bay 蝦苗培育溫室



Kona Bay 六絲馬鮫養殖池



Kona Bay 蝦類檢疫隔離溫室



Kona Bay 蝦類檢疫隔離溫室



Kona Bay 種蝦培育池