



赴以色列參訪「水產養殖」心得報告



蘇惠美

水產試驗所東港生技研究中心

前言

台灣與以色列在水產養殖方面之合作，自 2004 年雙方簽署「農業合作備忘錄」後就持續進行中。2006 年 4 月，由以色列農業部水產推廣主任 Mr. Simon 帶領 11 人訪問團來台，參訪研習水產養殖研究及產業現況。2006 年 7 月在以色列舉行「第 1 屆台以農業合作工作會議」，探討未來合作議題。為解決台灣九孔苗大量死亡問題及尋找可作為海洋深層水養殖之產業，經以國農業部養殖推廣主任 Mr. Simon、以色列海洋湖沼研究所國家海水養殖中心主任 Dr. Diamant 以及駐特拉維夫台北經濟文化辦事處經濟組長史美振及組員協助，筆者於 2007 年 5 月 24 日至 6 月 1 日赴以色列研習。

參訪單位與討論內容

一、國家海水養殖中心

國家海水養殖中心 (National Center for Mariculture, 簡稱 NCM) 為以色列海洋湖沼研究所 (Israel Oceanographic and Limnological Research) 轄下三分支機構之一，位於埃拉特 (Eilat)；其他二單位為位於海法 (Haifa) 之國家海洋研究所 (The National Institute of Oceanography) 及靠近 Tiberias 之 The Yigal Allon Kinneret

Limnological Laboratory；歸屬 Ministry of National Infrastructures。

國家海水養殖中心研究重點包括：(1)改善現有魚種之獲利，如選種 (成長、活存、抗病、低 FCR 特性)、價廉低污染飼料開發、疾病控制；(2)新養殖種類如烏魚、石斑、鮑魚、海膽及海水蝦之馴養；(3)發展對環境衝擊低之陸上型養殖系統，包括高密度循環養殖與整合型多營養階養殖；(4)其他海水養殖相關研究如魚類成熟控制、微粒飼料、疫苗及植物性蛋白質魚飼料。

Dr. Shpigel 與 Dr. Neori 負責研發整合型多營養階養殖系統，引導參觀鮑魚、海膽、珊瑚養殖設施，以及用來作為生物處理器之濕地，養殖的是石蓴與一種香草水生植物。龍鬚菜與石蓴養殖實驗用方形塑膠槽，水車打水之同心圓形槽搭配圓形魚池則作整合養殖。作為鮑魚、海膽主食之石蓴養於 60 m² 長方形塑膠槽、龍鬚菜養於半圓底 FRP 方形槽。石蓴具抗氧化活性、增色之色素及高蛋白質含量，研究作為飼料添加物。

為解決紅海完全禁止箱網養殖之問題，與 Ardag Ltd. 合作，在 NCM 設置年產 100 噸鯛魚的半商業規模試驗場，用來探討陸上魚池高密度養殖之經濟性。共有二套系統，均為溫室型養殖池，完全隔離，以避免新魚引入時帶來病害感染。第一階段養殖水體 46 m³、水處理 10 m³，可放養 1 g 稚魚 50,000

尾，預計養殖 10 週，可成長為 20–30 g 幼魚。第二段養殖有 12 個水泥池，預計將 20–30 g 幼魚養至 400 g 的上市體型。養殖目標為 100 kg/m³，用水量 0.25 m³/kg，FCR 1–1.2；但有高風險、高動力費、系統複雜及魚苗供應等缺點需克服。高密度循環養殖系統，水位差 20 cm，以打氣揚水方式帶動水流，監控溶氧決定打氣量，用脫硝槽去除氮素，UV 照射降低水中菌量，流動床作生物過濾處理。

Dr. Michal Ucko 負責餌料生物部門。該部門有一間藻類室、一間輪蟲種原室、一座戶外渠道式擬球藻養殖池、一間輪蟲養殖及豐年蝦孵化與滋養室。藻類室中有三角瓶種原、1 l 及 15 l 玻璃打氣養殖桶、吊掛式塑膠袋養殖，培養液配製台，藻水移送至需求處之輸送管。養殖種類有擬球藻、等鞭金藻、扁藻及角毛藻，作為輪蟲、蛤類及海膽之食物。戶外渠道式以水車攪水方式帶動水流來養殖，水泥池外覆反光白色塑膠布。輪蟲種原室則以紙箱內置試管，恆溫水槽內置三角瓶及 PC 水桶來保存超小型輪蟲。輪蟲以擬球藻及麵包酵母為餌，酵母以滴入式持續流入。豐年蝦經去殼後孵化，再以 hufa 滋養物加強營養。

Dr. Tandler 助理帶領參觀仔、稚魚養殖設施。資深助理 Ms. Adi 示範如何辨別魚鰾是否發育正常，鯛魚 11 mg 至 1 g 期間，用 10 種金屬篩來選別。篩選前，以 Benzocaine 1/20 溶於酒精作為麻醉劑，將魚苗麻醉後，移於 60–80 psu 高鹽度水，上浮者鰾之發育正常，迅即移至正常鹽度使魚復甦，不正常魚則捨棄。魚鰾發育正常者，在養成過程中

對於緊迫耐力較佳。因此育苗槽中，必備油脂移除裝置，以利魚苗吸氣，促進魚鰾正常發育；出售前需篩除鰾未正常發育者。

Dr. Kissil 說明植物性蛋白飼料研究現況，以及放養密度對白石斑 (*Epinephelus aeneus*, white grouper) 成長之影響。他指出白石斑原產於地中海，成長快速，從卵到 1 kg 只要 1 年。

二、班科隆大學沙漠研究所群

從埃拉特搭大眾巴士至 Sede Boker 班科隆大學沙漠研究所群 (Bengurion University of the Negev, Jacob Blaustein Institutes for Desert Research) 約 3 小時。所長 Prof. Avigad Vonshak 十幾年前曾到台灣訪問，筆者向他請教幾項跟藻類有關的議題：(1)台灣要發展利用深層海水養殖藻類的產業，有無適合開發的種類？(2)利用藻類作為生質柴油與生質酒精之可行性？(3)以螺旋藻 (所長之專長藻種) 吸收火力發電場 CO₂ 之可能性？沙漠所與養殖有關的不多，Dr. Zilberg 研究觀賞魚 guppy，她們養殖取自日本 Tateyama 山的微藻 *Parietochloris incisa*，在氮肥不足下，可使藻細胞富含不飽和脂肪酸 ARA (arachidonic acid)，攝取該種藻可改善 guppy 對抗原生動物 *Tetrasyomena* sp. 的感染。

三、微藻養殖公司

(一) N.B.T. (Nature Beta Technologies)
Dunaliella 生產加工場

N.B.T. 杜氏藻生產工場近 NCM 及機場，由中心主任 Dr. Diamant 陪同拜訪，經理 Mr. Goto Hirofumi 引導參觀。N.B.T. 為以色列人創立，1991 年日本日健株式會社 (Nikken Sohonsa) 買下，佔地 6.7 公頃，生產

β -carotene，2006 年產乾粉原料 20—30 噸，全部送回日本精製，100% β -carotene 售價 2,500 美元/公斤，產品用途為健康食品、藥品及化妝品。杜氏鹽藻 (*Dunaliella salina* 原名 *D. bardawil*) 原產以色列死海 (-398 m、35% 鹽度) 及西奈沙漠巴達瀉湖 (Bardawil lagoon)，大小 5—10 微米，乾重 10%， β -carotene 佔其中 5—20%。目前作為保健食品，強調具天然抗自由基及抗癌物質，不過也積極與醫院合作，進行糖尿病及心血管疾病藥物之研究，希望 5 年或 10 年後可以藥物出售。

養殖池底鋪反光塑膠布以增加光照，水深 20 cm，鹽度為一般海水之 4 倍，以水車帶動水流。用二氧化碳調控 pH 值，電腦自動控制。每 7—10 天收穫一半，離心收穫藻細胞後，海水再利用，約持續 6 個月完全清池。春、秋生長較佳，夏天太熱生長差。藻細胞以離心機濃縮，第一次離心後含有 40% 鹽， β -carotene 僅佔 1.5—2.5%；用淡水清洗後，可得 8—10%。然後用噴霧烘乾，以真空包裝機包裝後，送回日本再加工成商品。

(二) Algatech 微藻養殖場

Algatech 於 1999 年成立，生產蝦紅素 (Astaxanthin) 作保健及化粧品，由 Jewish Charitable Association (JCA)、Kibbutz Ketura 及員工共有，經營團隊領導人也是水產公司 Ardag 的負責人。CEO Mr. Hagay Tzur 先說明產品、生產流程、養殖環境後，引導參觀。年雨量僅 50 mm，真正無法成長的天數 1 年約 20 天，夏天日照 15 小時，但真正大太陽約 10 小時，冬天日照 10 小時，若能控制水溫，得天獨厚的長日照有利於紅球藻

Haematococcus 生產蝦紅素。以管上設滴水管灑水形成蒸發熱 (濕度為 10—20%)，控制水溫 (最適水溫 25°C)，並以強水流 (特殊幫浦) 在管內循環且抑制菌膜形成。以電腦及行動電話，構成水溫自動控制與維修系統。停電若在白天發生，會有水流停止、溫度過高、氧氣過高，造成細胞死亡以及氣爆管壁破裂等問題，因而需自備發電機。年產乾粉 25 噸，蝦紅素約 1 噸。蝦紅素的抗氧化活性為維生素 E 及其他胡蘿蔔素的 10—500 倍，售價每公斤 12,000 美元。

四、Sakura Ltd. 海藻生產場 (原海藻與鮑魚綜合養殖場)

經理 Mr. Tamir Alon 說明以生產石蓴為主，目前僅有一位日本買主，年需求量乾重 40 噸，現在僅月產 2 噸。Mr. Eran 帶領參觀海藻與鮑魚綜合養殖場 SeaOr Marine Farm，該場從地下井抽取海水，經蓄水池 (1,000 m³) 後，依序注入到鮑魚槽、魚池、沉澱池、海藻池，最後排入地中海。養殖用水要排放入地中海有極嚴格之管制，但若是以海藻作為生物處理器，將魚池排水之氮磷吸收後，就可以排入地中海。

養殖的鮑魚為日本鮑與美國鮑。養殖槽為長方型淺水槽，弧形底中央置底部多孔瀑氣管，以石蓴為餌。鮑苗養殖槽為圓形、水淺、多層；所需餌藻養於塑膠袋，有數座日光燈架，種原培養為三角瓶。

魚池圓形，外罩綠色塑膠布蓋。石蓴養於以塑膠布圍成的長方形池的品質較差，作為鮑魚餌料。作為食品的石蓴則顏色翠綠，養於 20 m² 長方池。池長 18 m 寬 1.2 m 水深 30 cm，槽底置多孔打氣管。石蓴 (*Ulva*

lactuca) 夏天日成長率 15%，冬天 8%，接種 20 kg，一週後可採收 40–60 kg，乾重約 16%。龍鬚菜養於渠道式水槽，以水車攪動池水，冬天需加塑膠蓋保溫。

五、海水魚苗與養殖公司

(一) Ardag 魚苗繁殖場 (Ardag fish hatchery-Ardag Red Sea Mariculture)

Ardag Ltd. 位於紅海北岸之埃拉特，由 Arava 村 5 家 Kibbutze 共營，與 Algeteck 同屬 Arava 村事業。1980 年設立箱網養殖場，1992 增設魚苗繁殖場。共有三部門，一為海水繁殖場，二為箱網場，主要魚種為地中海鯛 (金頭鯛) (*Sparus aurata*, gilt head sea bream)、紅鼓魚 (*Sciaenops ocellatus*, red drum) 及歐洲鱸魚 (*Dicentrarchus labrax*, European sea bass)；三為包裝場與飯店，出售超低溫魚貨內外銷，可整年供貨。

經理 Mr. Glen Pagelson 及其助手先介紹種魚、餌料生物、魚苗培育及中間育成設施，最後參觀白石斑種魚。整個繁殖場置於一個大溫室中，因應夏天高溫 40°C，屋頂挑高，底層為各種 FRP 水槽，部分上層作為辦公室。種魚養於圓形槽，有 4 間每間 4 池，以溫光控制調整產卵季節，以烏賊為餌。輪蟲由 5 l→500 l→5000 l→25000 l，以擬球藻及蛋白質熊克為餌，每天收 50%，每槽養 21 天。擬球藻 4 池，每池 25 m²，每 4 天收 10–15%，密度 100 百萬細胞/ml。豐年蝦卵用量 2 噸/年，去殼後，孵化及滋養一次完成。d10–d15 長鰾，需用集油器以提高正常鰾比例，d50 後移於稚魚槽 (5 m² 放 50,000–100,000 尾 10–50 mg 魚苗)，每週篩魚，飼料自動投餵。整場每年有 2 個月清池放乾。

(二) Madan 魚苗繁殖中心與錦鯉養殖包裝場 (Maagan Michael Fish Breeding Center)

該中心隸屬 Kibbutz 農業生產事業，1952 年設立，原為錦鯉養殖場，總面積 240 公頃，位於海法與特拉維夫間之地中海沿岸。目前除繼續錦鯉養殖與包裝出口項目外，逐步擴增海水魚苗事業，並賣水產養殖器材。員工 70 人，約有 47% 來自 Kibbutz (1,000 人集體農場)，淡水魚及錦鯉員工 50 人，海水魚苗員工 20 人，整年生產五種稚魚苗 5–7 百萬尾，包括地中海鯛、歐洲鱸魚、紅鼓魚、雜交條紋鱸 (又稱銀鱸 hybrid striped bass) 及澳洲鱸 (*Lates calcarifer*, barramundi)，曾與台灣有銀鱸之生意往來。

專業經理 Mr. Yoav Magnus 帶領參觀種魚養殖區、微藻生產、輪蟲養殖與豐年蝦孵化與滋養、半循環中間育成場及興建中的石斑魚繁殖場。中間育成場之總水體 350 m²，預計養殖 0.2–5.0 g 魚苗 6.5 百萬尾；稚魚池六角形，水深 1 m，總水量 20 m³，流水式，每日換水 20%，從 30–50 mg 養至 2–10 g 出售。2007 年開始與 Israel Oceanographic and Limnological Research 合作，進行 3 年研究計畫，擬發展從種魚產卵、魚苗培育、中間育成等白石斑之繁養殖。種魚池圓形，水泥建造，水深 3 m，總水量 50 m³。

微藻生產方式為利用塑膠袋及渠道式水泥池，生產擬球藻作輪蟲滋養用，7–10 月太熱會使用冷藏藻。輪蟲養於溫室 FRP 槽，以酵母類人工飼料培養，每小時自動投餵 4–5 分鐘，24 小時連續供料，養殖 4–5 天收穫；投餵魚苗前再以擬球藻加強營養。豐年蝦孵化後則以 hufa 市售商品滋養。

心得

研發與實務密切結合、逐步拓展。如 N.B.T. 之杜氏藻由 National Institute of Oceanography 之 Dr. Ami Ben-Amotz 研發，Algatechnologies 之紅球藻為班科隆大學沙漠研究所 Prof. Sammy Boussiba 研發，發展為商業生產，仍繼續合作改進生產技術。陸上魚池高密度養殖系統 NCM 研發，Ardag Ltd. 承接運轉，白石斑魚繁殖研究，則在 Maagan 新設溫室進行產學合作。

應用生物特性與自然環境。以色列位於北緯 29—33 度，北部較多水，南部非常乾旱，年雨量僅 50 mm，北部夏季氣候與台灣相近，南部則高達 40°C。配合高日照、低雨量，與日夜溫差等有利微藻增殖之自然環境，生產高價天然色素之微藻公司均設在南部。利用鹽田之高鹽度水，以渠道式養殖售

價較低之嗜鹽杜氏藻。利用低濕度高蒸發熱，以滴水降溫控溫，選擇耐流速又須高照之管式生產高價色素之紅球藻。海藻可移除魚池排水中溶解性氮、磷等營養鹽，但對高溫敏感，因此在地中海沿岸魚塭較多地區，發展石蓴、龍鬚菜養殖。為解決紅海禁養箱網問題，在埃拉特以細菌解決魚池高營養鹽排水，發展高密度循環水養魚系統。

以色列養殖產業規模較台灣小，但以集體農場經營，設施機械化、監控自動化，自家有種魚、餌料生物，可確保魚貨品質，且較能進行研發。政府規定養殖魚種必須是本地種類，地中海發現台灣養殖的馬拉巴石斑及點帶石斑，因此，以色列業者積極地想引入。擬至台灣研習之 Aqua-Group Partnership 為 3 人組成之新公司，本身沒有養殖場，計畫租用海藻養殖場 Sakura Ltd. 未利用之魚貝養殖設施，石斑魚養殖熱潮正在地中海興起。



國家海水養殖中心新建高密度養殖系統



室外水處理之石蓴與水生植物



Nature Beta Technologies 杜氏藻養殖池



Sakura Ltd. 石蓴養殖槽



Madan 魚苗繁殖場魚苗繁殖區



Madan 魚苗繁殖場新建中間育成池
(20 m³ × 1 m 深)