

出國報告（出國類別：研習）

至韓國研習先進之海水魚類之防疫 技術及高密度養殖技術

服務機關：行政院農業委員會水產試驗所

姓名職稱：陳紫嫻研究員兼主任、鄭金華研究員

派赴國家：韓國

出國期間：中華民國 104 年 5 月 24 日至 6 月 3 日

報告日期：中華民國 104 年 8 月 21 日

摘 要

本國外研習參訪為執行 104 年度行政院國家科學技術發展基金補助計畫「雙價病毒疫苗應用於石斑種魚與稚魚」(MOST 104-3111-Y-056-013) 核定之工作項目之一：「出國參訪：前往韓國研習先進之海水魚類之防疫技術及高密度養殖技術。」主要行程如下：1.前往韓國濟州大學研習海水魚類之防疫技術，2.參加 2015 世界水產年會論文發表會及其會後之產業參訪行程，3.前往韓國國立水產科學院研習海水魚類高密度養殖技術。

本科發計畫之計畫內容及工作項目有：1.將家畜衛生試驗所研發之 NNV/IV 之雙價疫苗應用於石斑種魚，阻斷病毒的垂直感染，以生產 SPF 石斑胚體卵。2.利用 SPF 餌料生產技術及 SPF 石斑育苗技術，阻斷病原的水平感染，以量產 SPF 石斑寸苗。3.將 NNV 與 IV 之雙價疫苗應用於 SPF 石斑寸苗，以提高其免疫力。4.推廣 SPF 石斑胚體卵、SPF 石斑寸苗及 SPF 石斑免疫寸苗。5.建立高密度 SPF 石斑養殖技術並設立示範場。6. NNV 與 IV 含量與其抗體力價之檢測。7.前往韓國研習先進之海水魚類之育種與防疫技術及高密度養殖技術。

此次研習參訪由計畫主持人鄭金華研究員及計畫共同主持人陳紫嫻研究員兼主任進行行前聯絡及執行研習參訪。此次之行程除了韓國濟州大學、韓國國立水產科學院及韓國釜慶大學，還參加 2015 世界水產年會論文發表會，與各國與會學者討論，並參加會後之產業參訪行程，包括：Future Aquaculture Research Center，濟州最大餌料生物養殖場 Daebong Live Feed Fishery Association Corp，韓國最大比目魚養殖場 Beebong Aquaculture Farm，Oceans and Fisheries Research Institute，HACCP 比目魚養殖場 Daejoo Aquaculture Farm，鮑魚海參養殖場 Cheil Aquaculture Farm，比目魚繁殖場 Haeyeon Aquaculture Farm 等。

本研習將有助於 SPF 石斑魚之繁養殖與育種技術之研發與應用。本次之參訪研習亦能強化水試所目前執行之科發基金計畫「雙價病毒疫苗應用於石斑種魚與稚魚」以及農委會競爭型計畫「高密度石斑魚循環水養殖與白蝦零換水養殖系統」之研發能量及研究成果之應用。

建議事項如下：1. 加強魚類之優良種原篩檢並進行選育及性狀評估，配合疫苗開發應用與疾病防治，穩固水產產業之永續發展。2. 建構具生物防疫之核心育種設施以確保優良種原之保存及利用。

關鍵詞：海水魚，設施養殖，生物防疫，種苗生產

目 次

摘要	1
目次	2
目的	3
過程	4
心得	6
建議事項	39
攜回資料目錄	39

目 的

本國外研習參訪為執行 104 年度行政院國家科學技術發展基金補助計畫「雙價病毒疫苗應用於石斑種魚與稚魚」(MOST 104-3111-Y-056-013) 核定之工作項目之一：「出國參訪：前往韓國研習先進之海水魚類之防疫技術及高密度養殖技術。」主要行程如下：1.前往韓國濟州大學研習海水魚類之防疫技術，2.參加 2015 世界水產年會論文發表會及其會後之產業參訪行程，3.前往韓國國立水產科學院研習海水魚類高密度養殖技術。

本科發計畫之計畫內容及工作項目有：1.將家畜衛生試驗所研發之 NNV/IV 之雙價疫苗應用於石斑種魚，阻斷病毒的垂直感染，以生產 SPF 石斑胚體卵。2.利用 SPF 餌料生產技術及 SPF 石斑育苗技術，阻斷病原的水平感染，以量產 SPF 石斑寸苗。3.將 NNV 與 IV 之雙價疫苗應用於 SPF 石斑寸苗，以提高其免疫力。4.推廣 SPF 石斑胚體卵、SPF 石斑寸苗及 SPF 石斑免疫寸苗。5.建立高密度 SPF 石斑養殖技術並設立示範場。6. NNV 與 IV 含量與其抗體力價之檢測。7.前往韓國研習先進之海水魚類之育種與防疫技術及高密度養殖技術。

此次研習參訪由計畫主持人鄭金華研究員及計畫共同主持人陳紫嫻研究員兼主任進行行前聯絡及執行研習參訪。此次之行程除了韓國濟州大學、韓國國立水產科學院及韓國釜慶大學，還順道參加 2015 世界水產年會論文發表會，與各國與會學者討論，亦參加會後之產業參訪行程，包括：Future Aquaculture Research Center，濟州最大餌料生物養殖場 Daebong Live Feed Fishery Association Corp，韓國最大比目魚養殖場 Beebong Aquaculture Farm，Oceans and Fisheries Research Institute，HACCP 比目魚養殖場 Daejoo Aquaculture Farm，鮑魚海參養殖場 Cheil Aquaculture Farm，比目魚繁殖場 Haeyeon Aquaculture Farm 等。

過 程

此次之行程除了韓國濟州大學、韓國國立水產科學院及韓國釜慶大學，還參加 2015 世界水產年會論文發表會，與各國與會學者討論，並參加會後之產業參訪行程，包括：Future Aquaculture Research Center，濟州最大餌料生物養殖場 Daebong Live Feed Fishery Association Corp，韓國最大比目魚養殖場 Beebong Aquaculture Farm，Oceans and Fisheries Research Institute，HACCP 比目魚養殖場 Daejoo Aquaculture Farm，鮑魚海參養殖場 Cheil Aquaculture Farm，比目魚繁殖場 Haeyeon Aquaculture Farm 等。行程及參訪研習過程如下：

日期	地點	行程及工作內容
5/24 (日)	東港→高雄→韓國釜山→韓國濟州島	高雄至韓國釜山及濟州島國際搭機行程
5/25 (一)	韓國濟州島濟州市濟州大學	前往韓國濟州市濟州大學研習比目魚繁養殖技術 Dr.Kwang-Sik Choi 崔光植 Professor School of Marine biomedical Science, Jeju National University skchoi@jejunu.ac.kr
5/26 (二)	韓國濟州島濟州市濟州大學 韓國濟州島西歸浦市 ICC (International Convention Center)	前往韓國濟州市濟州大學研習比目魚繁養殖技術 Dr. Bongsoo Lim Research professor Fish Vaccine Research Center, Jeju National University bslim@jejunu.ac.kr 前往韓國西歸浦市 International Convention Center (ICC) 參加 World Aquaculture 2015 會議註冊報到
5/27 (三)	韓國濟州島西歸浦市 ICC	參加 World Aquaculture 2015 會議
5/28 (四)	韓國濟州島西歸浦市→首爾→泰安 (Taean)	濟州島至首爾搭機行程，首爾至泰安搭車行程 前往韓國 Shrimp Research Center, West Sea Fisheries Research institute, National Fisheries Research and Development Research Institute (NFDRI) 參訪參訪研習海水蝦生物凝絮 (Biofloc) 養殖技術及產業推廣 Dr. In-Kwon Jang Director Department of Aquaculture West Sea Fisheries Research institute, National Fisheries Research and Development Research Institute (NFDRI) Jangik@korea.kr

5/29 (五)	韓國泰安新津島 (Sinjin-do) Shrimp Research Center, West Sea Fisheries Research Institute, NFDRI 泰安→首爾→韓國濟州島西歸浦市 ICC	前往韓國 Shrimp Research Center, West Sea Fisheries Research institute, National Fisheries Research and Development Research Institute (NFDRI) 參訪研習海水蝦生物凝絮 (Biofloc) 養殖技術及產業推廣 Mr. Jong-Hwa Yoon 尹鍾和 Researcher Aquaculture Industry Division West Sea Fisheries Research institute, NFDRI jong-hwa@hanmail.net 泰安至首爾搭車行程，首爾至濟州島搭機行程
5/31 (六)	韓國濟州島西區 Industrial Tour Program (West)	World Aquaculture 2015 會議會後產業參訪 •DAEJOO Aquaculture Farm- HACCP farm culturing 'Flat Fish' •DAEKYEONG Aquaculture Farm- Local farm culturing 'Flat Fish' •Jeju Marine Ranching Experience Center •SUHYUP (National Federation of Fisheries Cooperatives) -Eco Friendly Mixed Feed Factory •Jeju Developing Aquaculture Farm- Local farm culturing 'Flat Fish, Trout, Starry Flounder' •Jeju Developing Aquaculture Farm
5/31 (日)	韓國濟州島東區 Industrial Tour Program (East)	World Aquaculture 2015 會議會後產業參訪 •Future Aquaculture Research Center •DAEBONG Live Feed Fishery Association Corp.- One of biggest Companies in feed fields in Jeju •BEEBONG Aquaculture Farm - Beebong Farm is a leader of flatfish aquaculture in Korea. •Oceans and Fisheries Research Institute •CHEIL Aquaculture Farm- Local farm culturing abalones and sea cucumbers •HAEYEON Aquaculture Farm- Product the seeds of turbot and flatfish
6/1 (一)	韓國濟州島→釜山 釜慶大學	韓國濟州島至釜山搭機行程，至釜山釜慶大學 (Pukyong National University) 搭車行程 參訪釜慶大學水產養殖設施研習海水魚養殖技術
6/2 (二)	韓國釜山釜慶大學	前往韓國釜慶大學參訪 Institute of Fisheries Science 及 Feeds & Foods Nutrition Research Center 之水產品檢驗中心 Dr. Sungchui C. Bai Professor and Director Dept. of Marine Bio-Materials & Aquaculture/Feeds and Foods Nutrition Research Center Pukyong National University scbai@pknu.ac.kr
6/3 (三)	韓國釜山→台灣高雄→東港	韓國釜山至台灣高雄國際搭機行程，高雄至東港搭車行程

心得

由於 2015 世界水產養殖年會 (World Aquaculture 2015) 於 5 月 26-30 日在韓國濟州島舉行, 本行程特安排配合世界水產養殖年會之參加以及學術和產業界之參訪研習, 藉著參加水產養殖國際研討會了解各國之產學研新進展並與相關學者業者當面討論, 並於韓國為展現該國水產養殖進展之時開放產業界參訪時了解產業設施和運作經營。

一、Marine Science Institute, Jeju National University

本參訪研習於參加世界水產養殖年會前特安排之行程, 承蒙濟州大學 Dr. Kwang-Sik Choi (崔光植教授) 在辦理國際會議百忙中安排由 Dr. Bongsoo Lim 引導至韓國濟州大學海洋科學研究所 (Marine Research Institute, Jeju National University, MRI) 參訪, 該研究所設立於 1968 年, 針對韓國近海的海洋、水產養殖、以及濟州島的大氣、海洋與陸地環境進行系統的綜合性研究, 在有關海洋的利用與開發、環境管理和保護等方面進行最尖端高增值研發及教育, 提供水產、海洋環境現場實習及人才培育之設施, 並被韓國海洋水產部指定為漁業損失調查、水產檢驗及產地證明機構。研究設施主要有寄堂海洋館 (辦公室、實驗室、儀器室、會議室、圖書館及教室)、第一研究設施 (流水式飼養設施、水泵室、飼料製造室)、第二研究設施 (循環過濾式飼養設施)、水產疫苗研究設施等。設立的部門有水產養殖保健研究部、海洋生物研究部、海洋產業工學研究部、環境研究部。其中水產養殖保健研究部之業務為水產養殖生物之繁殖育種研究及飼養系統開發, 水產養殖生物的營養和飼料改善研究, 水產養殖生物的健康飼養管理和提高生產性保健技術研究, 以及養殖比目魚中心和魚類疫苗研究中心之經營等。海洋生物研究部之業務為濟州海域和東中國海域海洋生物之分類、繁殖生理、生態特性研究, 海洋生物資源管理及開發利用研究, 生物對海洋環境的適應特性和生產量之評估。海洋產業工學研究部之業務為魚場形成機制研究, 漁具漁法研發、魚群行為、群集構造、漁業統計、漁船航海技術等研究, 濟州沿海物理化學地質學基礎研究、汙水處理和海洋完境保護對策研究, 海洋空間利用、海洋能源開發、海洋土質、構造物、測量土木工程學研究。環境研究部之業務針對濟州島水質環境、大氣環境、噪音環境進行長期監測及廢棄物之處理及再利用之研發等。該研究所目前水產養殖相關之學術研究重點為出口用褐石斑種苗量產開發技術、石斑魚養殖產業優化技術、比目魚性成熟控制與成場促進研發。該研究所提供濟州大學之課程如組織學、胚胎學、繁殖學、餌料生物學、養殖學、飼料學等試驗研究與實驗實習之良好設施及環境, 定期行學術講座及研究發表會, 積極進行產學合作與國內外學術交流。

在 MRI 主要為比目魚及海水魚之高密度養殖及飼料製作設施之參訪, 以

及針對比目魚和石斑魚之生產、防疫、生殖調控、性別控制和疫苗研發之討論，摘述如下：

1. 比目魚養殖：在濟州島之比目魚養殖 95% 為 olive flounder 牙鰾（適水溫 20 °C）、5% 為 turbot 大菱鰾（適水溫 16-17°C），真鯛、鮑魚亦有零星養殖。比目魚為高密度室內養殖，採流水式或循環水養殖，養殖時由於魚之密度高耗氧大，會給予液態氧或純氧打氣（流水式）以增加水溶氧，養成活存率平均約 50%，死亡率主要為高密度養殖之細菌性疾病及寄生蟲疾病所致。韓國之比目魚年產量約 45,000 ton、濟州島產量占 60%，活運銷售至 15 個國家（日本佔 50%，且價格比日本產同種比目魚高）。目前已開發比目魚之 3 種細菌性疫苗及 1 種病毒（VHS）疫苗。
2. 石斑魚及比目魚之生殖調控：（1）利用養殖池壁顏色及色光控制成長及成熟體型-養殖池綠底色及照綠光提高比目魚之成長、提高免疫力及促進性成熟。（2）利用荷爾蒙生殖調控篩選褐石斑小體型種魚以利繁殖操作：褐石斑野生種魚體型大（雌 5-7kg、雄 7-10kg，範圍為 3.3-26Kg、59-111cm）繁殖操作困難，應用 1-3kg 魚予以 5mg MT（甲基睪固酮）、MT+AI（還化酵素抑制酶）、AI 處理，3Kg 魚處理 7 星期後可轉化為雄性，2kg 魚仍為中性，但 MT 處理組致使成長遲滯，精巢雖有發育但小且精子量少，MT+AI 處理組於 7 星期後可轉化為雄性且有多量精子產生。因此利用 MT+AI 處理可使體型較小之魚提早轉變為有功能之雄魚。（3）利用荷爾蒙生殖調控雌化技術及環境控制獲取成長較雄性快速之全雌比目魚：比目魚性別分化體長約為 5-7cm，將 5-7cm 雌魚養殖 10 個月後成長至 1000g，而 5-7cm 雄魚養殖 10 個月後只成長至 400-500g，一般養殖時比目魚雌魚成長較雄魚快速，全雌比目魚養殖有其成本效益優勢，然而產業於夏季溫度較高時所生產繁殖之仔魚雄魚比例多，性別控制全雌化之養殖有其產業需求。比目魚於 5.5cm 可以基因篩檢雌雄（雌 XX、雄 XY），由 XX 魚以 MT+AI 處理後可誘導為 XX 新雄魚（XX neomale），以 XX 雌魚和 XX 新雄魚交配可產生之仔代為 100% XX 雌魚，可提供全雌化養殖用。但若養殖過程尤其是性別分化時期高水溫會使 100% XX 雌魚部分變回 XX 雄魚。因此基本上在比目魚之基因性別控制並不完善，尚須佐以環境及生理之控制，因此使睪固酮（Testosterone）轉化為雌激素（Estrogen）之環化酵素之作用機轉及調控為魚類全雌化重要關鍵。在本中心執行之烏魚全雌化之建立亦可加以參考應用。



筆者與 Dr. Bongsoo Lim 研究大樓合影



解說比目魚種魚之生殖調控



種魚池之比目魚種魚



比目魚之育苗系統

二、World Aquaculture 2015

世界水產學會年度國際會議World Aquaculture 2015 安排在比目魚繁養殖產業興盛且有聯合國世界自然遺產景觀之韓國濟州島舉行，因此研習行程中自費註冊參加此國際研討會及會後產業參訪行程，藉著參加水產養殖年會國際研討會了解各國之產學研新進展並與相關學者業者當面討論，並於韓國為展現該國水產養殖進展之時開放產業界參訪時了解產業設施和運作經營。本次會議之主題為「Aquaculture For Healthy People, Planet and Profit」，因此在大會之專題演講、各項主題研討會議以及各廠商之參展無不表現此意涵，強調水產養殖在全球水產生產之重要性、水產品為健康營養之飲食成分、以及水產養殖在世界各地區為永續經營的重要經濟產業。各項主題研討會議針對生物防疫、營養、水產養殖系統多所著墨。本次會議台灣之大專院校水產相關研究者、廠商以及水產養殖業者約有二十幾人與會，分別發表報告、參展或參加會議。舉辦地主國之韓國充分展現其在水產養殖發展之規劃和企圖心、以及近年來長足進步之現況。World Aquaculture 2015 議程多且分別於演講廳同步舉行，各茲將參與之部分專題研討會心得摘述

如下：

1. 大會專題演講 Plenary Session：

本次大會的專題演講安排韓國 National Fisheries Research and Development Research Institute (NFDRI) 之總裁 Dr. Jeon Yeon-Hoon 講述韓國水產養殖之現況與展望，Dr. Kang-sen Mai 以中國為例說明水產養殖為因應水產品需求增加之唯一解決方法，WorldFish Research Center 之資深營養專家 Dr. Shakuntala Haraksing Thilsted 講述水產養殖在提供窮人健康營養食物之重要性。其中韓國之水產養殖由 1960-70 年代海藻及牡蠣之初級養殖，1980 年代之比目魚之箱網和陸上池養殖、1990 年代多樣化種類養殖提升產量，以至於 2000 年代藉由新種類養殖開發、人工配合飼料、疾病控制系統以及育種等再造了現今養殖之新局勢。在水產養殖產業轉型中之挑戰為由養殖產業快速成長所衍生之問題（如養殖區過度集中、養殖場環境惡化、抵抗天然災害脆弱化、養殖種類之性狀劣化、水產生食品安全管理困難、高密度養殖導致疾病爆發、消費者對食品安全之高度期望）以及因資訊與通訊科技發展衍生之消費需求改變等。在養殖環境的管理上由生產導向轉型為生態化水產養殖：養殖場管理依據環境之包容能力、多營養階層 (IMTA) 養殖系統之應用、永續在利用循環水養殖系統之應用，在種苗產業上由野生捕撈苗轉型為人工繁殖苗之應用：應用選育技術改良遺傳性狀、選育抗病和高成長品系、開發具國際競爭力魚種如黑鮪和石斑魚之種苗量產、適合放流或養殖用種苗生產系統開發，在養殖飼料由投餵生餌轉為熟化人工配合飼料 (Extruded pellet, EP)：改餵環境友善之 EP、種別特性飼料供應及餵食標準化流程之開發、魚粉替代飼料之開發、高效能低成本養殖飼料之開發，在疾病控制上由疾病治療轉型為疾病預防：改善養殖場環境防疫及養殖密度已事先預防疾病、細菌及病毒疫苗開發與應用、免疫賦活及強化劑之應用，在水產食品安全上由高生產導向轉型為食品安全導向：養殖生物之健康管理與產銷履歷、養殖環境管理與休養生息、養殖藥物標準化應用之遵行、新鮮安全水產品產銷供應之嚴格控管，在新科技導入水產養殖之生產上以創新技術建立之養殖系統以達到穩定量產、提高水產外銷、擴大漁業就業、智慧財產保護、消費者關係管理之目標，在養殖資料庫間利與大數據應用上，藉由養殖資料庫資料進行種類之環境控制分析以建立自動化省力化智慧化養殖系統、利用養殖大數據進行養殖是區域或市場需求調查以達到預警反應或風險分析。

2. 鮑魚 Abalone Session：

Kwang-Sik Choi 等人發表之韓國鮑魚養殖現況與 Kyoung-Mi Won 等人發表之南韓鮑魚疾病現況說明了此產業之發展與問題點。韓國鮑魚種類有 6 種，

養殖種類主要為冷水性之 *Haliotis discus hannai* 及溫水性之 *Haliotis diversicolor*，養殖區主要為 Wando 及 Jeju 島，依環境水溫水文水深及海藻（*Undaria pinnatifida*，*Saccharina japonica*）之生產供應等而設置陸上或海上養殖，養殖自 2001 年以陸上飼育池養殖及海上垂掛式網箱養殖方式進行生產，產量由 29 ton（2001）、1,065 ton（2003）、增至 6,779 ton（2011）。目前種苗以人工繁殖苗為主，選取 3-6 年、9-11cm、6-8 個/kg 之種貝於 1-4 月時馴養於較高水溫（17-20°C）以促進生殖腺發育並於 4-9 月進行誘導產卵繁殖。貝苗及成貝養殖期有時因高水溫溶氧導致死亡率增加，致使養殖鮑魚死亡之主要疾病為 *Xenohaliotis californiensis* 以及 abalone herpesvirus（AbHV），目前採取之疾病控管策略為繁養殖場之定期病原監測及防疫，監測項目有 *Xenohaliotis californiensis*、AbHV、*Marteilia refringens*、*Bonamia exitiosa*，此外近來導致產量下降及品質低下之鮑魚寄生蟲 *Polydora sp.*亦進行監控及研究。南韓之鮑魚養殖為增進養殖技術目前採取之策略為養殖方法（養殖密度、投餌量、水質管理）之標準化、養殖設施之標準化、開發沉下式網箱養殖、養殖區之限縮及證照化、以及鮑魚之選育品種改良等。

3. 比目魚 Flatfish Session：

韓國比目魚主要養殖種類為 olive flounder 牙鰾（*Paralichthys olivaceus*），此外其他種類如 starry flounder（*Platichys stellatus*）及 Turbot 大菱鰾（*Psetta maxima*）亦有養殖。牙鰾養殖 2 年可達成熟體型（雌 41cm、雄 36cm），繁殖期為 2-6 月。韓國之比目魚養殖為極發達且為外銷主力之產業，自 1983 年 NFRDI 進行比目魚之繁養殖技術研發及種苗量產推廣後，目前全國養殖面積 292 ha、809 家陸上養殖場、產量 36,921 ton、產值 434,876 韓元、外銷量 3,526 ton、外銷值 50,000,000 USD）其產量占全國魚類產量之 50.5%、產值占全國水產養殖產值之 58%。其中又以濟州島之比目魚養殖比重最大（養殖面積 144ha、809 家陸上養殖場、產量 23,002 ton、外銷量 3,348ton、外銷值 47,623,000 USD）。濟州島由於有經火山石過濾之潔淨地下海水、充足的水中溶氧、適當之水溫（12-28°C）可終年進行比目魚高密度養殖，大會特安排為會後產業參觀之重點。在比目魚研討會內發表的 5 篇論文中有中韓日德各國之比目魚飼料開發、馴餌、及自動分級系統等等。

4. 循環水養殖系統 Recirculating Systems Session：

循環水養殖系統研討會共有 3 篇口頭論文發表，Garard Adam 等人發表闡述以循環水系統來進行養殖水生環境質管理來增進產業獲利，基本上以循環水系統控制養殖水質以減少緊迫、疾病發生、及提升餌料轉換效率，應用水質參數（水溫、溶氧、鹽度、酸鹼度、二氧化碳、硬度、氨氮產物如氨、亞硝

酸、硝酸、磷酸鹽及微量元素之監控及管理已使維持適當養殖時之水質條件，藉由桶槽設計系統、打氣維生系統、過濾循環系統、消毒殺菌系統之整合達到養殖系統之最適化，藉由最適放養密度、適量投餌、養殖健康管理提高養殖生物之生產量。Wade O. Watanabe 等人發表以不同分子量大小及離子價之化學聚合物應用於海水鱸魚循環水養殖排放水中懸浮固體物之凝聚附著與去除，Akaem Dauda 等人發表不同材質如 PP 塑膠和椰殼應用為循環水養殖系統中氨氮去除之效率。總之，循環水養殖系統有其應用性，但也須依養殖之不同環境條件及養殖生物做調整，經濟可行又有效率之系統開發及應用才能達到最阿之成本效益。

5. 生物凝絮養殖技術 Biofloc Session :

生物凝絮養殖技術為近年來被水產養殖討論及應用之技術，利用生物凝絮 (biofloc) 技術的養殖方式，係以充分的打氣將養殖水中有機顆粒保持懸浮，並添加足夠的碳源，以促進密度高、世代短、代謝速度快的異營性微生物的滋長。異營性微生物一方面將有毒的含氮代謝產物吸收並轉化成細菌蛋白質；另一方面產生 CO₂ 降低 pH 使 NH₃ 比率降低，兩者合力將 NH₃ 濃度維持在安全範圍內，以達到高密度零換水的目的。含有細菌蛋白質的有機懸浮顆粒可被蝦苗食用，進而促成池中有機物的循環再利用，並達到節省餌料的目的。本專題研討會由 bilofloc 先驅 Dr.Yoram Avnimelech 主持，共有 5 篇口頭發表，分別針對生物凝絮養殖技術在越南湄公河不同鹽度下豐年蝦養殖之應用 (Hoa Nguyen Van 等)、埃及 Ashraf Suloma 等人發表應用 PSR-DGGE 技術分析微生物凝絮在不同環境進行硝化作用之效率、韓國 Suo Kyoung Kim 等人發表大正蝦以生物凝絮養殖技術養殖對其成長促進及免疫力調節之成果、韓國 NFRDI 之 Dr. In-Kwon Jang 發表其白蝦在密閉溫室以階段式生物凝絮養殖技術之開發與產業廣、以及 Dr. Yoram Avnimelech 講述養殖池供氧打氣系統對之生物凝絮養殖之作用和重要性。本研討會參加者眾多並有熱烈之討論，部分與會者補充說明生物凝絮養殖技術在美國、中國、馬來西亞、南韓等國家養蝦產業應用現況。

6. 廠商展覽 Exhibition :

本國際會議共有 144 個攤位展示、水產繁養殖業者、水產餌料及飼料、水產設備、水質處理、器材、藥物、檢測、加工等廠商及水產養殖相關協會等展示其產品並藉此拓展商機，台灣有 Lucky Star Aquaculture Feed、GeneReach Biotechnology Cooperation 等等廠商參展，展覽場中遇見不少台灣業者就近至此參觀展示攤位並把握洽商機。

7. 海報論文發表 Poster Session :

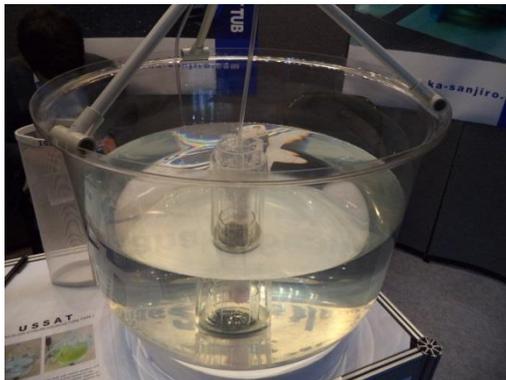
本國際會議共有 381 篇壁報論文發表，分別歸屬於國際水產養殖 18 篇、營養與飼料 41 篇、魚類養殖 26 篇、生物技術 26 篇、疾病健康與藥物 58 篇、水產養殖環境 18 篇、甲殼類養殖 7 篇、軟體動物養殖 21 篇、種魚培育與繁殖 8 篇、水產食品與加工 45 篇、養殖生產 24 篇、微藻及大型藻 33 篇、一般養殖 11 篇、水產免疫 20 篇、其他種類養殖 25 篇。台灣水產相關之大專院校及研究機構約共發表 15 篇海報論文。



紫外線殺菌系統展示



紫外線殺菌系統展示



弱水流種苗培育系統展示



生物餌料產品展示

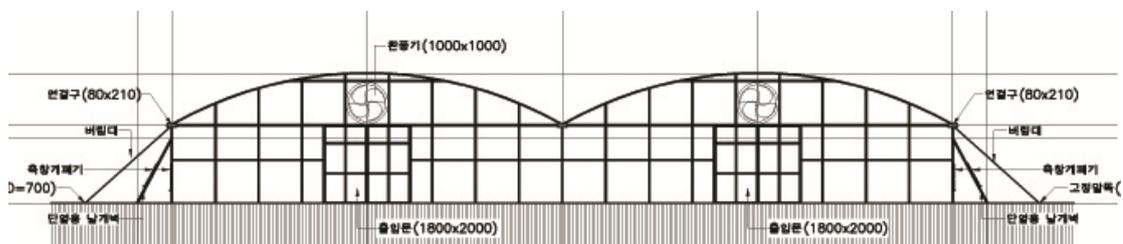
三、Shrimp Research Center, West Sea Fisheries Research institute, National Fisheries Research and Development Research Institute (NFDRI)

本參訪行程由於國際研討會前與 Dr. In-Kwon Jang (Director, Department of Aquaculture, West Sea Fisheries Research institute, National Fisheries Research and Development Research Institute 聯絡並於 WA 2015 會中安排由研究員 Mr. Jong-Hwa Yoon 陪同搭機搭車至首爾西南方泰安新津島之試驗場研習海水蝦生物凝絮 (Biofloc) 養殖技術 (BFT) 及產業推廣。

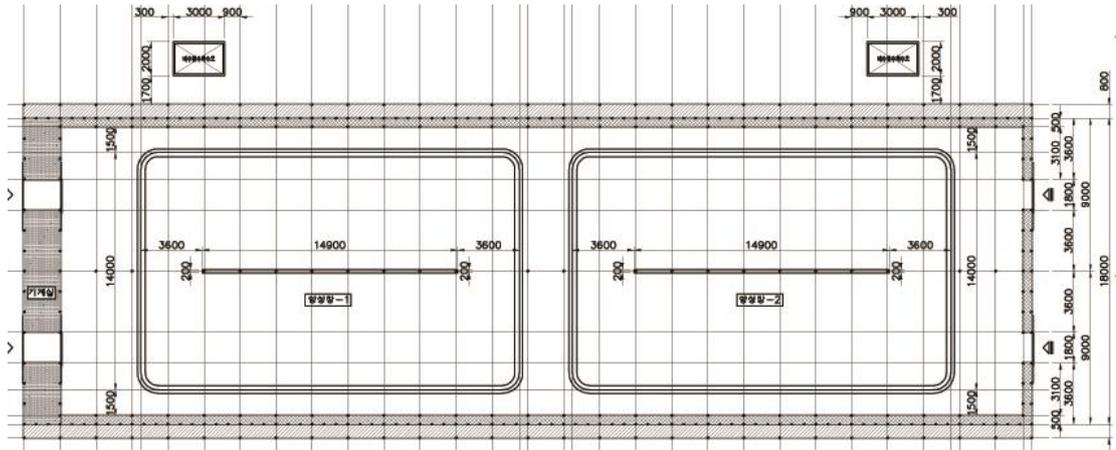
由於韓國之蝦類養殖主要區域為西海區沿岸，養殖蝦類以大正蝦（*Penaeus chinensis*）、斑節蝦（*Penaeus japonicus*）及白蝦（*Litopenaeus vannamei*）為主，近年來白蝦養殖取代其他兩種蝦之養殖，年產量約 4,500 ton。NFRDI 泰安試驗場主要以發展蝦類繁養殖之任務導向而設置，蝦類研究團隊共 12 人，設施有室內繁殖溫室、室外及室內養殖池。在 2009 年建構商業化規模之零換水密閉室內白蝦生產系統，1000 m² 溫室覆蓋 3 層透明塑膠膜及遮陰網，內有 2 個 300 m² HDPE 池每池配有加溫設施和供水供氣管路設施如鼓風機、文氏管、氧氣產生機、湧升氣浮系統以及除沫機等設施。在過去 5 年中，以放養密度 350-500/ m² 幼蝦養殖，每批次養成大蝦 3-6 Kg/m²。2013 年將溫室之養殖池改造為 3 階段養殖池（90 m² 中間育成池、187 m² 中蝦育成池、及 356 m² 大蝦養成池）。並將供水供氣管路重整為以文氏效應噴頭（Venturi nozzles）以增加養殖池水循環及溶氧效率。在 2014 之試驗成果如表 1 所示，在室內商業化（300 m² 兩池）單階段 BFT 養殖可一年生產 2.5 次、產量平均 4.83 kg/m²/crop；而三階段 BFT 養殖（Three-phase system : 90, 187 and 356 m² 三池）生產每 2 個月平均生產 4.30 kg/m²/crop（B.W. 22.5g），以最終應用養殖面積生產量比較，三階段 BFT 養殖產量（15.83kg/m²/year）是單階段 BFT 養殖產量（8.73 kg/m²/year）之 2 倍。

Table 1. Summary of shrimp production with 3-phase system in 2014

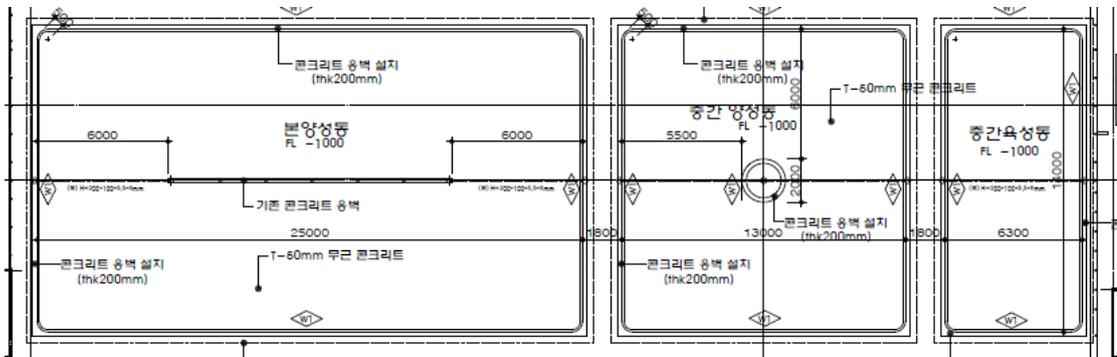
	Initial B.W.(g)	Stocking density (ind/m ²)	Days	Final B.W.(g)	Yield (kg/ m ²)	Total production(kg)	Survival rate(%)	FCR
1st	phase 1	0.013	53	0.75	2.35	211.1	64.5	0.60
	phase 2	0.75	60	8.9	5.87	1098.2	82.4	1.33
	phase 3	8.9	84	21.3	4.33	1555.0	59.1	2.61
2nd	phase 1	0.008	57	2.30	4.44	400.0	57.9	1.02
	phase 2	2.30	88	12.4	5.73	1071.5	57.8	1.88



溫室設計



Single-phase grow-out system (300 m² x 2 tanks)



Three phase BFT Production System

(phase 3: 356 m², phase 2:187 m², Phase1: 90 m²)

由於蝦類之生物凝絮養殖可增加養殖效益，韓國政府也極力推動設施養殖並部分補助以海水交換之熱泵系統，NFRDI 之產業推廣頗有成效，在產業進駐訓練研習下，已有十幾家蝦業者用此技術及系統進行白蝦養殖，同時也有應用於沙哈沙漠養蝦之國際計畫進行中。



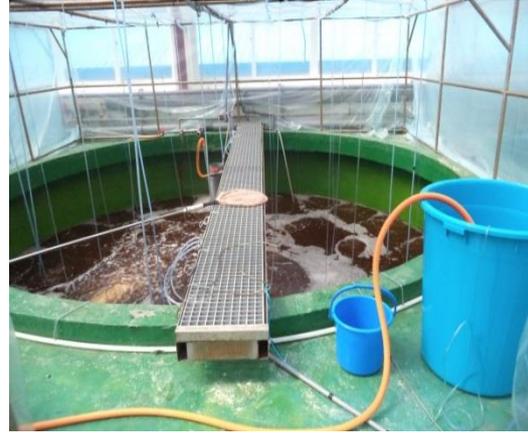
水產養殖研究大樓



與研究員 Mr. Jong-Hwa Yoon 合影



蝦類繁殖溫室



蝦類生物凝絮養殖實習池



蝦類生物凝絮養殖實習池



蝦類生物凝絮養殖實習池結構



養蝦溫室及室外池



蝦類生物凝絮養殖實習區



蝦類生物凝絮養殖除沫機運作

由於韓國泰安新津島漁港為漁業及休閒漁業港口，每日休閒漁業旅遊人數眾多，漁會所屬每日下午有鮮活海鮮及水產加工品市場供業者及光客採購，也造就了繁榮的漁村旅遊觀光經濟之發展。



魚市場之活水產養殖槽



待售之活比目魚



捕蟹籠



待售之活遠海梭子蟹



海水蝦及烏賊



養殖之海鞘



各種海產貝類



各種海產貝類

四、Industrial Tour Program (West) 韓國濟州島西區水產產業參訪

由WA 2015 國際會議安排之5月30日之韓國濟州島西區水產產業參訪行程安排有比目魚養殖場、飼料廠、Jeju Marine Ranching Experience Center等，本日參加人數多達40餘人。

1. DAEJOO Aquaculture Farm 大柱水產

此比目魚養殖場為HACCP及GAP認證之養殖場，由總裁Mr. Lee Seong Yul率員工接待參訪。養殖場為連棟鋼構溫室，屋頂為鋼架結構且部分溫室屋頂設有透氣口，鋪有保溫透明PE膜及遮陰網，每棟長寬24 m x 50 m，內設八角水泥養殖池(約20 m x 20 m)共36個養成池以及水泥養殖池(約13 m x 13 m)共36個已進行小魚及稚魚之育成，整場以流水式養殖，海水由岩層地下海水抽水，取管水6 m直徑共6支，養殖池換水量大(每日每池約56 ton)以保持清澈水質，水深約30 cm，放養密度約20 kg/m²(如900g 2343p, 920g 2300p, 1000g 2200p)放養至每尾3 kg之出售體型，魚苗由濟州之魚苗場供應，7cm魚苗約0.5 USD，成魚每年生產約300 ton。



大柱水產入口



養殖鋼構溫室外觀



比目魚養成池及大魚



比目魚育苗池及小魚

2. DAEKYEONG Aquaculture Farm

本養殖場於 2008 年設立，比目魚為其養殖種類、少量養殖真鯛。本場為典型濟洲島比目魚室內養殖模式，在濟洲島約 350 家養殖場中 95% 之養殖場建構、養殖系統設施等均與此類似。養殖場為連棟密閉溫棚，有保溫透明塑膠膜膜保溫及黑網遮陰網，其內養成池及育苗池為水泥池，整場以流水式養殖，地下海水抽水，並設有加溫設施。地下海水抽水須申請核可。



養殖場入口



參訪人員合影



養殖溫室及養殖池結構



養殖場之加溫及取水設施



養殖場之比目魚小魚及大魚養成

3. Jeju Marine Ranching Experience Center, Korea Fisheries Resource Agency

南韓漁業資源署設有 4 個海洋放流中心以進行海洋資源增進及保育，濟州海洋放流體驗中心（Jeju Marine Ranching Experience Center）於 2002 年籌建，開發 23,000 公頃陸域及海域地區以作為綠色能源、地質景觀、海洋生物、箱網養殖及人工放流之展示教育及休閒漁業之用。應用該區常年風大設置風力發電以鼓勵並提高濟州島綠能之使用、藉由該區之地質和海洋生物豐富多樣性設置休閒漁業區提供訪客進行潛水、釣魚等休閒漁業活動、設置海洋生物繁養殖場以繁殖培育放流用魚類、設立箱網養殖區以培育放流用魚類以加速增進海洋牧場之形成。參訪當時雖然風大雨大天冷而縮短戶外行程也無法至繁養殖場參訪，但仍可知其規劃及營運之用心。



濟州海洋放流體驗中心入口處標示牌



海洋放流體驗中心解說館以大海報說明各區域之設施及活動



園區海域之風力發電機及石斑造景



園區海岸豐富多樣之火山岩及珊瑚礁



主題館建築



遍佈之解說牌

4. SUHYUP (National Federation of Fisheries Cooperatives) : Eco Friendly Mixed Feed Factory

由於韓國水產養殖應用生餌投飼引起之水質環境惡化問題，政府輔導設立以生產對環境友善之魚類專用人工配合擠出飼料 (Extruded Pellet, EP) 之飼料廠。本飼料廠佔地 22,906 m²，有條飼料擠出成行生產線，生產比目魚、真鯛、石鯛、及鱸魚之專飼料專用飼料。可生產各種大小 (2 至 15 mm) 之 EP，並可配製 1-25% 脂質之 EP。



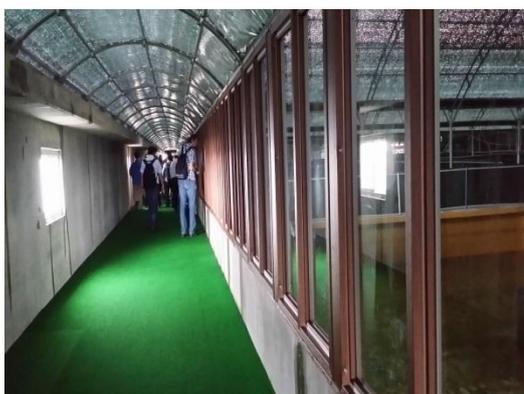


5. Jeju Developing Aquaculture Farm : Local farm culturing ‘Flat Fish, Trout, Stary Flounder’

濟州開發養殖場(Jeju Developing Aquaculture Farm)由場主 Mr. Jung Paeng Jo (鄭彭朝) 親自引導參訪，由於該場位於濟州海岸觀光步道及遊釣區，因應遊客觀光及餐飲需求，養殖場經營以多樣化魚種之生產及開放養殖場之參觀體驗為訴求，養殖溫室內設計參觀廊道，廊道牆面張貼海報解說，靠池區為透明玻璃大窗可清楚觀察養殖池內魚種、魚類行為及攝餌情形。目前養殖有虹鱒（海水養殖 26-27 ppt、水溫 16-17°C、水深 1.2 m、8m x 12 m 池養殖 1,700 隻 1-2 Kg 魚）及兩種比目魚。



場主於入口迎賓及親自解說



參觀廊道

養殖溫室外觀



養殖溫室內部飼育池

五、Industrial Tour Program (East) 韓國濟州島東區水產產業參訪

由 WA 2015 國際會議安排之 5 月 31 日之韓國濟州島東區水產產業參訪行程安排有 Future Aquaculture Research Center, NFRDI、比目魚養殖場、飼料廠、Oceans and Fisheries Research Institute 等，本日參加人數多達 80 餘人。

1. Future Aquaculture Research Center, NFRDI

未來水產養殖研究中心(Future Aquaculture Research Center)隸屬於 NFRDI，位於濟州島西南海岸，園區附近沿岸陸域有許多養殖場溫室，海域也有海女進行貝類及海菜採捕作業。該中心於 1962 年成立，目前職員 32 人，負責濟州島之漁業及水產養殖研發工作。園區內除行政大樓外，數棟水泥溫室建築分別做為食用及觀賞魚類之種魚培育、魚苗繁殖與中間育成、餌料生物培養之用，水泥溫室內部設有因應不同魚類設計的種魚產卵池或 FRP 桶槽，幼苗培育池或桶槽等等。種魚催熟產卵區亦可以光週期或不同顏色光、和溫度控制來進行生殖調控。總共蒐集養殖之 32 種海水食用魚類中 14 種（包括鯛魚類、石斑、紅甘驂、鯉魚等）在此中心可進行魚苗量產。目前水溫上升至 18°C 以上，魚類繁殖季節開始。觀賞魚溫室內繁殖生產韓國本土及進口之海水觀賞魚。建物中之比目魚溫室特為比目魚育種及種苗量產應用而設置，目前已有高成長抗病品系之 F3 代。園區內另有準備中之鮪魚溫室做為未來黑鮪魚苗之培養用。



沿岸養殖場溫室及海女採捕



中心大門入口



魚類繁養殖溫室



魚類繁養殖溫室



魚類繁養殖溫室入口



種魚培育池



培育之種魚及其解說資料



種魚催熟調控區



綠色光照促進比目魚成熟



受精卵收集設施



魚類寄生蟲誘引器



餌料生物培養



魚苗培養桶槽



比目魚温室



鮭魚温室

2. DAEBONG Live Feed Fishery Association Corp : One of biggest Companies in feed fields in Jeju

大峰漁組合法人為製造營養衛生之魚飼料而於 2008 年設立營運之飼料工廠 (DAEBONG Live Feed Fishery Association Corp) 共占地 11,820 m²，廠房面積 6,111.87 m²，主要生產鰻魚及比目魚之濕性和乾性飼料，飼料粗蛋白含量 48%，總共有 4 條生產線，年飼料生產量 3,000,000 ton，近年來藉由其飼料配方改善解決養殖魚成長遲滯及肉質風味劣化問題、由於養殖場應用 EP 幫助其減少飼料及人力花費、工廠營業額達\$ 15,000,000 增加就業及稅收，成立之 Institute of Bioscience 及 Institute of Eel 來進行生物技術及鰻魚生產技術之挑戰。





3. **BEEBONG Aquaculture Farm**: Beebong Farm is a leader of flatfish aquaculture in Korea.

本養殖場鄰近大峰飼料廠，以養殖供應大賣場（E-Mart）之比目魚為主，海水供應為地下海水，地下海水常年維持 30ppt 及 18°C 左右，因應養殖需求有時混以表層海水（16-24°C）並加以純氧打氣後再供應養殖池。養殖之比目魚以濕性飼料，生產之比目魚每年約 3 ton。



BEEBONG Aquaculture Farm 外觀



養殖溫室屋頂及側面觀



海水抽水塔內混合及打氣



海水供水管路



比目魚養殖池



養殖場之比目魚小魚及大魚養成

4. Oceans and Fisheries Research Institute

Oceans and Fisheries Research Institute 成立於 1999 年，目前研究人員 26 人，其任務為地方性魚介貝類之種苗生產和放流及資源復育、進行環境生態友善之水產養殖、養殖興種類之開發、養殖和漁業之自動化、氣候變遷下水產養殖與漁業之因應。本參訪因人數過多被拒養殖溫室設施之參訪，僅在展示室參觀其靜態之漁業及水產圖說，殊為可惜。由於此中心筆者得知曾有鮭魚繁殖成功之消息發佈，特別詢問相關研究人員請求說明，該中心之黑鮭種魚養殖於室內溫室大圓池（直徑 13 m、深 7 m、水溫 18-25°C），種魚 50 尾，體重約 50 kg，目前尚未產卵繁殖。該中心由馬爾他進口黑鮭卵孵化培育，在 20 m² 水深 3 m 池中孵化及培育鮭魚苗，活存率約 0.1%（由 Day 0 至 Day40 活存率約 0.3%），養至 Day 260 約 3000 尾約 3kg 小鮭魚。因為鮭魚問題之提問也引起澳洲 Clean Sea 及西班牙鮭魚研究者加入討論。



Oceans and Fisheries Research Institute 園區內研究大樓



展示室海報



解說討論及展示室參訪



黑鮪魚種魚池建築外觀



與澳洲籍西班牙鮪魚研究者合影

5. CHEIL Aquaculture Farm : Local farm culturing abalones and sea cucumbers

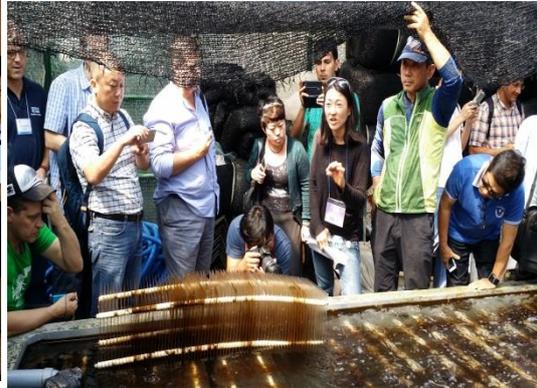
CHEIL Aquaculture Farm 之參訪由場主金漢永親自接待解說，此養殖場進行鮑魚及海參之繁養殖，鮑魚養殖面積大用水量大，總共有 4 員工，在溫棚內分區進行繁殖著苗、成貝養成及種貝培育。該場於每年 5-6 月進行繁殖（水溫 18-20 °C），每年生產 2,000,000 鮑魚苗供養殖及放流之用。養殖 1-3 cm 鮑魚餵以人工飼料（含 30% 海藻、20% 魚粉）、養殖 3-5 cm 鮑魚餵以人工飼料及海藻、養殖 5-10 cm 鮑魚餵以海藻。9-12 cm 成貝為上市體型，包裝 10 cm 貝每包 7 個，價格 70,000 韓元。該場鮑魚成貝每年生產 13 ton。海參苗繁殖後在池中養殖至 3 cm 後放至海中養殖後再捕回，目前尚無法突破在池中養成大海參之技術。



CHEIL Aquaculture Farm 火山石門牌



海水供水塔



場主親自解說





鮑魚種貝養殖



海參養殖

6. HAEYEON Aquaculture Farm : Product the seeds of turbot and flatfish

HAEYEON Aquaculture Farm 之參訪由該場之 CEO Jong-Pyo Suh 解說，該場於 2007 年成立，為比目魚（牙鰾 olive flounder 和大菱鰾 turbot）之育種及種苗生產供應場，該場除了例行比目魚魚苗之繁殖生產外，近年來進行優良性狀、快速成長且體健之韓國大菱鰾之引種及選育：收集歐洲及中國等世界各地之大菱鰾種魚以保持高品質及遺傳多樣性，應用養殖場自動化系統進行種魚之個體化管理，選育最佳表現之性狀（高成長和抗病）以提高經濟效益，依照科學化之配種生優秀之大菱鰾魚苗，加強對病毒性疾病之抗病性魚苗之篩選，建立安全之成魚養成系統以及全雌化魚苗之生產。進行快速成長具抗病性和全雌牙鰾魚苗：建立及確保快速成長具抗病性之種魚族群，應用增強免疫系統專利技術生產抗 Viral hemorrhagic septicemia (VHSV) 之魚苗，研究快速成長具抗病性和全雌牙鰾魚苗，研究纖毛蟲（Scuticociliate）疾病防治及抗病性魚苗之選育。進行黃金比目魚（1:100,000,000 之體色突變）之選育：藉由遺傳育種生產穩定黃金體色比目魚，建立安全的黃金比目魚魚苗生產系統，與學者合作應用怎遺傳分析篩選決定黃金

體色的 16 個 SNPs 。



HAEYEON Aquaculture Farm



比目魚種魚池及種魚



比目魚種魚催熟池及受精卵收集



受精卵洗卵消毒



受精卵孵育



比目魚魚苗培育池

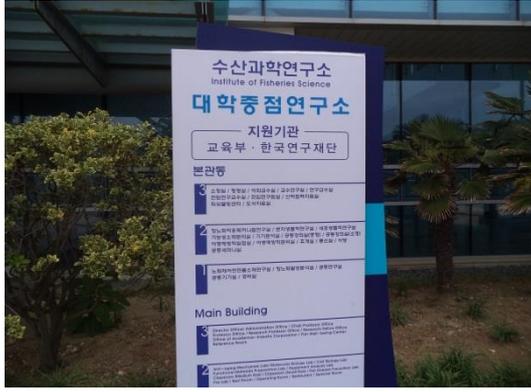


比目魚魚苗培育

六、Dept. of Marine Bio-Materials & Aquaculture/Feeds and Foods Nutrition Research Center, Pukyong National University

此次於行程安排時連絡韓國釜慶大學之前世界水產學會會長 Dr. Sungchui C. Bai (裴承哲教授) 應允於 WA 2015 國際會議會後前往韓國釜慶大學參訪研習海水魚養殖及水產品檢驗中心之運作，承蒙 Dr. Bai 之安排在釜慶大學大淵校區 (Daeyeon campus) 參訪校園內淡水養殖區之鰻魚和錦鯉養殖以及飼料養殖實驗室，至 Gijang 參訪 Institute of Fisheries Science 之養殖設施以及至 Yodgon campus 參訪 Feeds & Foods Nutrition Research Center 之水產品檢驗中心。Dr. Bai 特別撥空安排我們討論韓國水產養殖之發展重點，於訪談過程中才發現他與筆者等於相同年齡及時間點赴美國 Univ. of California, Davis 攻讀博士且修習許多相同的生理生化課程，學成後都回國進行水產研究等相似人生過程，由於相似的背景及共同理念因此倍感親切。

Institute of Fisheries Science 以協助國家漁業產業之發展為目的進行基礎漁業科學及技術之研發，水產養殖與資源保育是重點項目，海水淡化及水下機器人技術亦為其進軍國際之有競爭力研發項目。由於食品安全為全球共同之目標，Feeds & Foods Nutrition Research Center 水產品檢驗中心之運作益顯其重要性。



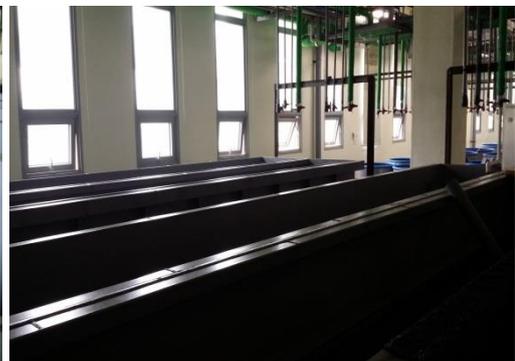
Institute of Fisheries Science 之主建築



養殖區海水供水設施



養殖區海水處理設施



養殖區養殖池



養殖區養殖桶槽

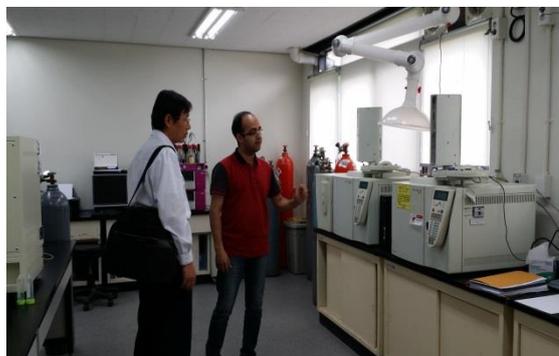


Marine Bio-Materials & Aquaculture Dept.

與 Dr. Bai 討論



Feeds & Foods Nutrition Research Center 之水產品檢驗中心



水產品檢驗中心儀器解說



水產品檢驗中心室內養殖設施

韓國水產養殖之發展以慎選國家旗艦魚種（如比目魚等）並投資人力及經費全國全力進行育種、繁養殖技術、養殖設施、餌飼料、病害防治及產銷經營等研發及產業之推廣應用，以至於有今日之具國際競爭力之成果（如高品質比目魚之外銷，韓國養殖之比目魚價格高於韓國養殖之比目魚）。在各省除配合政策進行水產研發外，更加入地方區域性特色水產種類開發（如濟州島之比目魚為主加上鮑魚及石斑）。韓國政府提出的「Golden Seed Project 黃金種子計畫」是 2013 至 2021 年國家農業種苗重點研發項目，目的是藉由生產高品質高價值之種苗提高國家種苗行業之競爭力，在水產方面為比目魚、石斑、鮑魚及海藻之種苗生產精進及國際拓展為主。面對各國之水產策略發展與競爭下，台灣之水產如何應對並創新局，值得深省深思。

建議事項

1. 加強魚類之優良種原篩檢並進行選育及性狀評估，配合疫苗開發應用與疾病防治，穩固水產產業之永續發展。
2. 建構具生物防疫之核心育種設施以確保優良種原之保存及利用。

攜回資料目錄

1. 濟州大學海洋科學研究所（中文摺頁簡介）
2. World Aquaculture 2015-Aquaculture for Healthy People, Planet and Profit. Program, Session, and Exhibition list and schedule.
3. Jeju olive flounder. By Jeju Fish-Culture Fisheries Co-op.（中英日語光碟片）
4. SUHYUP（National Federation of Fisheries Cooperatives）飼料公司簡介。（韓文摺頁簡介）
5. Jeju Special Self-Governing Province fisheries Resource Research Institute-Changes and challenges of marine and fisheries research in Jeju.（韓英文摺頁簡介）
6. DAEBONG Live Feed Fishery Association Corp（韓文摺頁簡介）
7. HAEYEON Fish Farm-Korea Fish Breeding Research Institute.（中英韓文摺頁簡介）
8. Feeds and foods nutrition Research Center, Pukyong National University.（英文摺頁簡介）