

行政院及所屬各機關出國報告  
(出國類別：研習)

前往日本研習先進之海水魚類  
之育種及防疫技術

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：日本

出國期間：中華民國 101 年 6 月 9 日至 6 月 17 日

報告日期：中華民國 101 年 8 月 26 日

## 摘 要

本次研習為行政院國家科學技術發展基金 100 年度補助計畫「SPF 石斑魚苗之生產應用與推廣 NSC 100-3111-Y-056-003」項下核定之工作項目之一：「前往日本研習先進之海水魚類之育種及防疫技術」，出國研習由 101 年 6 月 9 日至 17 日共為期九天。參訪研習行程包括有東京海洋大學魚類分子遺傳及分子病理學實驗室參訪水產分子遺傳及病理研究設施，近畿大學水產研究所-白浜實驗場、Susami 實驗場及大島實驗場參訪海水魚尤其是黑鮪之養殖與繁殖場，愛媛縣農林水產研究所水產研究中心參訪該中心之防疫設施、神經壞死症疫苗之研發成果以及魚類抗病品系之選育以及私人養殖場宇佐水產之嘉臘魚箱網養殖、活魚蓄養、選別、包裝及活魚運輸等等。本研習將有助於水試所魚類病原檢測技術之提升、各種防疫設施及可處理大量水源的消毒技術之加強，同時更能強化水試所目前執行之科發基金計畫「SPF 石斑魚苗之生產應用與推廣」以及農委會科技計畫「建立水產養殖之安全防疫生產模式」「SPF 石斑魚高效養殖技術之研究」「鮪類養殖與種魚培育」之研發能量及研究成果之應用。

## 目 次

摘要	1
目次	2
目的	3
過程	4
心得	6
建議事項	18
攜回資料目錄	18
參訪相片	19

## 目 的

本次參訪研習為行政院國家科學技術發展基金 100 年度補助計畫「SPF 石斑魚苗之生產應用與推廣 NSC 100-3111-Y-056-003」項下核定之工作項目之一，本科發基金計畫執行之工作項目有：1.建立 SPF 點帶石斑魚育苗技術，提高各階段之育成率。2.大量生產不帶 NNV 及 IV 的石斑魚苗。3.建立高靈敏度之病毒檢測技術，以提高魚類病毒檢測的效率。4.與中山大學海洋生物科技暨資源學系合作 NNV 疫苗之研發。5.與家畜衛生試驗所合作 IV 疫苗之研發。6.前往日本研習先進之海水魚類之育種及防疫技術。7.比較各種防疫設施，包括網室、溫室及可處理大量水源的消毒技術，並設置示範場以提供觀摩，積極協助業者進行 SPF 石斑魚養殖。

此次前往日本研習先進之海水魚類之育種及防疫技術之行程安排有東京海洋大學魚類分子遺傳及分子病理學實驗室參訪水產分子遺傳及病理研究設施，近畿大學水產研究所-白浜實驗場、Susami 實驗場及大島實驗場參訪海水魚類尤其是黑鮪之養殖與繁殖場，愛媛縣農林水產研究所水產研究中心參訪該中心之防疫設施、神經壞死症疫苗之研發成果和魚類抗病品系之選育以及私人養殖場宇佐水產之嘉臘魚箱網養殖、活魚蓄養、選別、包裝及活魚運輸等等。本研習實地了解日本在水產生物在生物防疫之作為和隔離防疫設施，以及日本在石斑、鯛魚及黑鮪等之繁養殖設施及技術，將有助於水產試驗所魚類病原檢測技術之提升、各種防疫設施及可處理大量水源的消毒技術之加強，同時更能強化水試所目前執行之科發基金計畫「SPF 石斑魚苗之生產應用與推廣」以及農委會科技計畫「建立水產養殖之安全防疫生產模式」「SPF 石斑魚高效養殖技術之研究」「鮪類養殖與種魚培育」之研發能量及研究成果之應用。

## 過 程

此次前往日本研習先進之海水魚類之育種及防疫技術之行程有東京海洋大學魚類分子遺傳及分子病理學實驗室、近畿大學水產研究所-白浜實驗場、Susami實驗場及大島實驗場、愛媛縣農林水產研究所水產研究中心及魚病檢查中心、以及私人養殖場-宇佐水產等等。行程及參訪過程如下：

日期	地點	行程及工作內容
6/09(六)	東港→高雄→台北	高雄至台北搭車程、夜宿台北
6/10(日)	台北(松山)→東京(羽田) 東京(羽田)→東京(品川)	台北(松山)至東京(羽田 Hanada)搭機行程、東京(羽田)至東京(品川 Sinagawa)搭車行程 夜宿東京(品川)
6/11(一)	東京海洋大學	參訪東京海洋大學海洋科學系的魚類分子遺傳及分子病理學實驗室 參訪東京海洋大學校園內水產研究設施 坂本 崇教授(Dr. Sakamoto Takashi)： 108-8477 東京都港区港南 4-5-7，東京海洋大學大學院，海洋科學技術研究科研究院，海洋科學系海洋生物資源學部門 (2 号館 200D 室) 夜宿東京(品川)
6/12(二)	東京築地魚市場	參訪東京築地魚市場水產品種類、買賣運作情形 夜宿東京(品川)
6/13(三)	近畿大學水產研究所-白浜實驗場、Susami 實驗場及大島實驗場	東京(羽田)至南紀-白浜搭機行程、白浜至上富田町(Susami)搭車行程、上富田町至串本町(Kushimoto)搭車行程、串本町至大島(Oshima)搭車行程、串本町至新大坂搭車行程 參訪近畿大學水產研究所白浜實驗場、Susami 實驗場及大島實驗場之海水魚類繁養殖設施及黑鮪之繁養殖場與箱網養殖 家戶 敬太郎博士(Dr. Keitaro Kato)：近畿大學水產研究所准教授及白浜實驗場代理場長 649-2211，和歌山縣西牟婁郡白浜町 3153 Fisheries Laboratory of Kinki University 3153, Shirahama, Nishimuro Wakayama 649-2211 JAPAN

		<p>事業場長米島 九司(General Manager Mr. Hisashi Yoneshima)：和歌山縣西牟婁郡 Susami 町周參見 4578-1</p> <p>事業場長岡田 貴彥(General Manager Mr. Tokihiko Okada)：和歌山縣西牟婁郡串本町大島 1790-4</p> <p>夜宿新大阪</p>
6/14(四)	大坂→愛媛縣	<p>大坂至愛媛縣行程安排、機票確認</p> <p>夜宿新大阪</p>
6/15(五)	愛媛縣農林水產研究所水產研究中心	<p>大坂至愛媛縣松山(Matsuyama)搭機行程、松山至宇和島市(Uwajima)搭車行程</p> <p>參訪愛媛縣農林水產研究所水產研究中心防疫設施、神經壞死症疫苗之研發成果等。</p> <p>參訪愛媛縣農林水產研究所水產研究中心魚病檢查室。</p> <p>中心主任 佐伯 康明</p> <p>山下 浩史博士(Dr. Hirofumi Yamashita)</p> <p>主任研究員</p> <p>愛媛縣農林水產研究所水產研究中心</p> <p>愛媛縣宇和島市下波 5516</p> <p>Senior Researcher, Fisheries Research Center, Ehime Research Institute of Agriculture, Forestry and Fisheries, Shitaba, Uwajima, Ehime, 798-0104, Japan</p> <p>室長 乘 松智</p> <p>愛媛縣農林水產研究所水產研究中心魚類檢查室，愛媛縣宇和島坂下津外馬越甲 309-4</p> <p>夜宿宇和島市</p>
6/16(六)	愛媛縣宇佐養殖場	<p>宇和島市至養殖場搭車行程、養殖場至松山市搭車行程</p> <p>參訪宇佐養殖場(Usa Suisan)之嘉蠟魚箱網養殖收穫、活魚裝箱及運輸</p> <p>場主 宇佐 和人 (Mr. Kado Usa)</p> <p>夜宿松山市</p>
6/17(日)	愛媛縣(松山)→東京(羽田) 東京(羽田)→台北→高雄 →東港	<p>宇和島市至愛媛縣松山搭車行程、愛媛縣松山至東京(羽田)搭機行程、東京(羽田)至台北搭機行程、台北至東港搭車行程</p>

## 心得

### 一、東京海洋大學(University of Marine science and Technology)

東京海洋大學是由東京水產大學(Tokyo University of Fisheries)及東京商船大學(Tokyo University of Mercantile Marine)於 2003 年 10 月合併成立，此次之參訪研習主要為位於品川校區之海洋科學系的魚類分子遺傳及分子病理學實驗室與研究人員討論魚類遺傳育種以及參訪水產研究相關設施，由於原聯絡學者岡本信明教授(Dr. Nobuaki Okamoto)已榮升為校長，故由魚類分子遺傳及分子病理學實驗室之坂本崇教授(Dr. Sakamoto Takashi)接待引導參訪並討論試驗研究事宜。東京海洋大學海洋科學部包括海洋生物資源學科、海洋環境學科、食品生產科學學科、以及海洋政策文化學科，其中由岡本信明教授領銜之魚類分子遺傳及分子病理學實驗室有關魚類抗病品系之選育為世界水產領域所推崇，並為合作研究及邀請指導之研究團隊。該研究團隊近年來針對鮭魚及日本比目魚(Japanese flounder, *Paralichthys olivaceus*)抗病品系之研發上應用 MAS (marker-assisted selection), MAI (marker-assisted introgression) 或 Quantitative tract loci (QTL) pyramiding 進行有系列之研究並有極顯著成果。目前該研究室針對在日本價格高之油斑(Kelp grouper or Longtooth grouper, *Epinephelus bruneus*)以及較耐寒之七帶石斑(Sevenband grouper, *Epinephelus septemfasciatus*)之進行分子標記選育，同時開始與泰國學研機構合作進行龍膽石斑(Giant grouper, *Epinephelus lanceolatus*)及虎斑(Tiger grouper, *Epinephelus fuscoguttatus*)之分子選育。

坂本崇教授為岡本信明教授研究室之接替者，目前所領導之魚類分子遺傳及分子病理學研究室之研究項目有：(1)魚類分子遺傳學：包括魚類 DNA 遺傳圖譜之建構及其中有用遺傳形質之解析、分子遺傳技術之開發等研究。(2)魚類分子病理學：包括水生生物致命疾病及病原致病相關分子生物學研究。近年來其個人及執行及與岡本信明教授合作研究之計畫題目有魚類對疾病抗病性系統形質及育種技術開發、魚類優良經濟形質之選拔育種技術之開發、因應全球溫暖化養殖新品種之開發、魚類遺傳連鎖圖譜之製作及選拔育種有效之 DNA marker 之探討、香魚之冷水性疾病抗病形質相關之基因分離與定序、香魚之冷水性疾病抗病形質之選拔育種技術之開發、應用微衛星標記進行魚類親子鑑定技術之確立、比目魚白化相關基因座之 QTL 解析、鯉科魚類比較遺傳子圖譜建立及其與分子遺傳育種相關之研究、魚類之性別分化之分子生物研究、比目魚抗病性相關之分子遺傳育種等等，其在海洋生物資源學部門教授動物遺傳學，水族病理實習，水族分子遺傳學，水族病理學特論等等，近年來受邀演講內容以魚類分子遺傳育種相關研究為主。該研究室目前在研究人員及遺傳育種專業人材培育上極為

重視，技術之傳授及儀器之分析使用是循序而進，每人均由基礎之分子生物萃取分析電泳等技術之熟練操作後再進一步進行各種分子遺傳精密儀器分析，以達到訓練完成之人員都能精準操作分析之目的。由於該分生實驗室在早期應用放射性同位素標定方法進行分子遺傳分析故所有實驗安排在獨立隔離之建物進行，近年來同位素標定分析已由各種其他分析方法如螢光標定分析等所取代，但該研究室仍進行隔離安全防護措施已防止實驗之交互污染而影響試驗結果。

東京海洋大學有關於魚類分子遺傳及分子病理學研究皆和具有養殖魚種及設施之水產試驗場以及私人養殖場密切配合，以達到魚類選育產業可實際應用之目的。例如抗魚類抗病力是影響魚類生產效能及獲利之重要因素，不像成長率或體色之選育可以用可量測之外表形質之進行評估，因此利用連鎖於抗病基因之分子標誌來輔助遺傳選育是選育抗病品系魚類較適宜之方法。而達到成功的分子輔助育種之關鍵要素為：(1)必需同時備有抗病力強及易感染死亡之兩種品系(或族群)，抗病之 DNA markers 可以藉由親代、子代(F1, F2)、以及回交子代之 QTL 分析偵測及確認，其中應用雌核生殖近親交配品系(inbred line)有助於抗病力強及易感染品系之回交結果分析。(2)在進行 QTL 分析之前應先檢測品系或魚個體之遺傳形式(genetic patterns)，應選育具有一或二個主要負責抗病力之 QTL loci 之品系。日本比目魚(*Paralichthys olivaceus*)對 lymphocystis disease (LD) 抗病品系之分子選育作法如下：(1)進行養殖研究所蓄養之 LD-resistance(KB-line)及 LD-susceptible (KA-line) inbred line 之評估。(2)進行 KB-line 及 KA-line 之回交並進行其 QTL analysis。(3)與 LD-抗病力有強關連之 DNA marker(如 Poli 8-9 TUF)之檢測。(4)生產具有強抗病力並帶 Poli 8-9 TUF DNA marker 之子代。(5)將具強抗病力並帶 Poli 8-9 TUF DNA marker 之子代與養殖場優良種魚交配以導入抗病基因，同時量產帶抗病基因之子代並進行商業生產評估。(6)生產之 2 百萬魚苗售至 28 養殖場，由於此魚苗具 LD 抗病力因此所有養殖場養殖期間均無 LD 疾病爆發。

東京海洋大學與台灣海洋大學及高雄海洋科技大學有簽署學術合作交流協定，此行亦轉呈由水試所所長簽署表示在水產試驗研究合作意願之信函期以促成雙方更進一步之合作交流。

## 二、東京築地魚市場 (Tsukiji Fish Market in Tokyo)

築地魚市場是東京水產品集散、拍賣、加工分裝及零售重地，業務終日極為繁忙，目前也成為水產觀光消費必到之處。雖然由於到訪時間及入場人員管制等限制無法入拍賣場實地參訪電子化之大宗魚獲之拍賣，但是拍賣市場周邊由全國各地運銷至此之水產品市場之活動非常熱絡，水產品在產地標識、包裝、保鮮、



衛生安全等均極為注重並遵守規範，除了讓消費者購買慾大增外並能安心消費食用。另外在其周邊亦有商店出售用於各種水產種類相關之器材如釣具、刀廚具、器皿等等，使水產物之處理非常方便。

### 三、近畿大學水產研究所-白浜實驗場、Susami 實驗場及大島實驗場

#### (Fisheries Laboratory of Kinki University- Shirahama, Susami, and Oshima Experiment Station)

由於目前漁業資源日漸枯竭，且油價高漲造成生產成本增加，人工養殖魚類日趨重要。近畿大學多年來致力於進行日本之水產生物繁養殖技術之研發，並設立多處水產研究所(Fisheries Laboratory) 實驗場實際以進行種苗繁殖量產、選育及品種改良以提供產業應用，讓學生至各水產研究所實驗場實際參與水產繁養殖之實務操作及進行論文試驗研究，培育出符合產業需求之水產專業人才。近畿大學所設立之水產研究所之實驗場分別為白浜實驗場 (1948 年成立，位於和歌山縣白浜町，目前為水產研究所總部)、神浦實驗場 (1960 年成立，位於和歌山縣那智勝浦町)、御浜實驗場 (1964-74 年成立，位於三重縣御浜町)、大島實驗場 (1970 年成立，位於和歌山縣串本町)、新宮實驗場 (1974 年由御浜實驗場移置，位於和歌山縣新宮市)、Susami 實驗場(1986 年成立，位於和歌山縣上富田町)、富山實驗場 (1991 年成立，位於富山縣射水市)、中辺路研究分室(1997-2005 年成立，位於和歌山縣中辺路町)、以及奄美實驗場(2001 年成立，位於鹿兒島縣瀬戶內町)。

近畿大學對於水產研究及其產業應用極為重視，成果非凡也影響深遠。例如在 1950 年推廣經濟魚類之室內繁殖孵化場生產種苗、1954 年推廣在海灣之箱網養殖、以及 1970 年鮪魚之繁養殖試驗研究與推廣等等皆為起始先鋒並至今能持續廣為推展至全球。鮪魚之繁養殖研究及生產成果更是成就非凡，例如 1976 年之黃鰭鮪繁殖成功、1979 年世界首次之黑鮪繁殖及幼苗孵育成功、1995 年黑鮪人工繁殖幼苗之箱網養殖及標識放流、2002 年黑鮪人工完全養殖成功、2004 年黑鮪人工完全養殖魚苗大量活魚運輸提供箱網養殖產業、以及 2007 年第三代黑鮪人工完全養殖魚苗量產等等更廣受全球水產業所矚目。日本政府於 2003 年至今由文部科學省在 21 世紀 COE 計畫(Global Center Of Excellence Program)項下大力補助並指派近畿大學水產研究所從事黑鮪魚之繁殖及養殖研究以將日本黑鮪繁養殖技術產業化及國際化。該計畫主持人熊井英水教授 (Dr. Kumai Hidemi)所領導的日本 Kinki University Global COE Program - International education and Research Center for Aquaculture Science of Bluefin Tuna and Other Cultured Fish 更是日本水產專業人才培育之重要搖籃。另外，近畿大學水產研究所於 1989 年開

始與泰國之 Chulalongkom University 及馬來西亞之 University of Malaysia Sabah 和韓國之 Chonnam National University 簽署學術合作計畫，研究者及學生可以來回二處進行試驗研究及訓練。

除了亮麗的黑鮪研究成果外，近畿大學水產研究所歷年來也完成 18 種重要經濟魚類之繁殖量產並建立其生產體系(例如 1965 Japanese flounder、1967 Silver bream and parrot fish、1968 yellowtail、1969 great amberjeck、1970 rock porgy、1972 goldstriped amberjack、frigate mackerel、1973 stripe bonito, grunt, hardtail、1975 Japanese whiting、1976 yellowfin tuna、1979 bluefin tuna、1988 kelp grouper、1991 spotted sardine、1999 common mackerel 等等)。另外，近畿大學水產研究所對於魚類之選種育種及雜交育種更有專門及獨到之研究，例如嘉鱻魚之優良形質之選育及各種魚類雜交品系之建立及生產 (如 1963 Black sea bream♀x Red sea bream♂、1967 Silver bream♀x Red sea bream♂、1968 Black sea bream♀x Parrot fish♂、1969 Rock porgy♀x Parrot fish♂、1970 Goldstripd amberjeck♀x Yellowtail♂、Great amberjeck♀x 1970 Yellowtail♂、1970 Girella♀x Parrot fish♂、1971 Goldstripd amberjeck♀x Great amberjeck♂、1972 Great amberjeck♀x Goldstripd amberjeck♂、1973 Common sea bream♀x Red sea bream♂、1973 Parrot fish♀x Rock porgy♂、1976 Esatern little tuna♀x Frigate mackerel♂、1998 Spotted halibut♀x Flounder♂、1998 Flounder♀x Spotted halibut♂、1998 Kelp grouper♀x Malabar grouper♂、1998 Seven band grouper♀x Malabar grouper♂、2010 Kelp grouper♀x Giant grouper♂、2010 Kelp grouper♀x Seven band grouper♂)更廣為學研產業界所推崇及應用。

此次近畿大學水產研究所實驗場之參訪研習主要安排於目前有進行鮪魚及石斑魚類繁養殖及箱網養殖之白浜實驗場(Shirahama Experiment Station)、Susami 實驗場(Susami Experiment Station)及大島實驗場(Oshima Experiment Station)。參訪行程由近畿大學水產研究所白浜實驗場代理所長家戶 敬太郎博士全程陪同，首先至水產研究所總部白浜實驗場進行短暫簡介後即驅車前往 Susami 實驗場及大島實驗場之參訪研習。

水產研究所白浜實驗場為於 1948 年由近畿大學前身大阪理工科大學所設立之臨海研究站，1954 年以海域築堤式養殖在海灣成功的養殖青甘鰺(yellowtail)，同年所研發推廣之海水魚類箱網養殖模式由海水魚養殖業界廣為應用並推展至全世界。該實驗場近年來以進行重要經濟海水魚類如嘉鱻魚、青甘鰺、great amberjeck、parrot fish 石鯛、hardtail、日本比目魚之完全養殖和種苗量產為主，同時對於重要經濟海水魚類之選育及雜交改良亦加強進行研究。例如 2010 年進行之油斑與龍膽雜交(Kelp grouper♀x Giant grouper♂)之雜交子代成長快、低溫耐

受至 12°C 仍可活存。2010 年進行之七帶石斑與油斑雜交 (Seven band grouper♂x Kelp grouper♀)則較不耐低溫，20°C 以下停止攝食。此行在白浜實驗場參訪其陳列室，內有箱網養殖之各式各樣網具模型、各種已完成完全養殖之經濟海水魚類及貝類之成魚剝製標本、生活史各階段之瓶裝標本、以及繁養殖過程之圖片及海報解說等等，其中以黃鰭鮪及黑鰭鮪之展示及成果受日本皇室之重視並曾親臨參訪。

水產研究所 Susami 實驗場於 1986 年成立，由於其周邊區域無任何繁殖場設施、有潔淨的海水水源、大容量飼育池供種魚培育及收集受精卵，及幼苗培育設施、能大量生產數種經濟於類之魚苗而成為種苗供應基地，魚苗量產之種類有嘉臘魚、虎河豚、Great amberjcek、hardtail、Sweet fish 等。此次參訪由場長米島 九司(General Manager Mr. Hisashi Yoneshima)引導參觀並詳細解說養殖設施及器材之使用及討論育苗技術。Susami 實驗場佔地不廣且設施簡單實用，各培育池及繁養殖溫室能妥善利用生產。例如其餌料生物如藻類及輪虫培育於高位池培育後應用落差輸送至各繁殖溫室應用，繁養殖溫室採光以自然光為主並輔以燈具以供雨天或特殊需求之光照。溫室之屋頂採光以透明為主，但依各種魚類各繁養殖階段需求使用不同遮光率之遮光網進行局部或全部之遮光。由於此次參訪期間尚未有黑鰭魚卵產出，因此目前該實驗場以繁殖嘉臘魚苗及石斑魚苗為主。每年生產嘉臘苗約 30 萬尾提供產業養殖，魚苗價格為 80¥/尾苗。日本嘉臘魚有虹彩病毒之嚴重病害，由稚魚至成魚養殖可能有 50%死亡率，因此有商業化嘉臘魚虹彩病毒疫苗(RSIV vaccine)之生產及出售，施打疫苗成本為 30¥/尾苗，雖然價格貴但仍有產業進行疫苗施打應用。在石斑魚苗育苗方面，餌料序列之使用、仔魚培育過程中飼育池水表面油膜之去除、打氣方式及大小、幼苗微粒飼料之應用等等均為影響育苗成功與否之關鍵。

水產研究所大島實驗場設立 1970 年，位於和歌山縣串本町最南端，以提供溫帶及亞熱帶魚種繁殖研究為目的。其生產繁殖之種類有黑鰭、嘉臘魚、虎河豚、hardtail、日本比目魚等，而以黑鰭之繁殖及箱網養殖為研究重點並最有成效。此次大島實驗場之黑鰭之繁養及外海箱網養殖之成魚養殖及種魚培育等等現場參訪由事業場長岡田 貴彥(General Manager Mr. Tokihiko Okada)陪同及解說。

1980 以來日本漁撈持續減產，養殖則維持平穩 1.19 百萬公噸，佔 21%。近年來養殖雖面臨成本提高(魚粉與石油) 與價格下跌、紅潮疾病、從業人口老化後繼無人致從業家數減少等問題，但魚蝦貝苗之種苗之繁殖生產仍具競爭力，量產之種苗可供養殖以增加水產食品生產與放流以增進天然資源。其中高經濟價值之黑鰭之繁養殖因掌握完全養殖關鍵技術使產業信心大增並欣欣向榮發展。2010 年養殖黑鰭產量約 1 萬公噸左右，約為 1999 年 500 公噸的 20 倍。2011 年日本養殖黑鰭之生產量 9,044 公噸(約 17 萬 5 千尾)，其中以鹿兒島縣 3,058 公噸(約 6

萬尾)及長崎縣 2,163 公噸(約 6 萬尾)之出貨重量及尾數為多,共佔總量之 57.7%。黑鮪之養殖場約 83 家、箱網數 949 個,其中以長崎縣養殖場約 56 家、箱網數 361 個為最多。2011 年養殖黑鮪放養之種苗 2011 年總計 676,000 尾,其中天然撈捕野生種苗 535,000 尾(79.1%)及人工繁殖種苗 141,000 尾(20.9%)。人工繁殖種苗放養數分別以長崎縣(61,000 尾)三重縣(39,000 尾)鹿兒島縣(25,000 尾)及高知縣(16,000 尾)較多。由運用人工繁殖黑鮪種苗以進行箱網養殖之需求增加,日本學研產界亦針對種苗培育時活存率之提高、種苗培育人工配合飼料及及種魚輔助飼料之開發、減少海上育成之連續耗損、低水溫期及疾病影響之死亡、箱網養殖型式大小網具結構等之改進等等積極進行探討改進。

在大島實驗場黑鮪苗之培育方式為:魚卵孵化至 30 天仔魚於 FRP 桶(5x5x1.2m)飼養,成長至 5-6cm 魚苗放至海上進行高密度中間育成至 30cm 稚魚,再至大型箱網培養 2-3 年至上市體型(平均約 40-50kg)。一般箱網養殖黑鮪成長至 20kg 以上即開使收獲出售以降低養殖密度,一般收成重量最適合為 40kg(方便冰運操作及價格高。魚苗之運搬以 30 天仔魚最為適合且運搬後活存率最高(如以活魚車高密度 6-800 km 長途運輸 72 小時有 90%活存)。由仔魚至稚魚期間以人工半浮性飼料投餵馴餌,由於鮪魚代謝率快故其培育時維生素之需求較高,飼料及活餌均添加高劑量綜合維他命。培育魚苗時飼料之投餵以自動投餌機於每日日出至日落間之白天每隔 15 分鐘投餌一次,在海上箱網高密度中間育成時於夜間點螢光燈(two 40w lamp/12m cage),讓魚苗適應弱光並避免漁船突然光照之驚擾。

黑鮪稚魚至上市體型成魚之投餵生餌餌料轉換率(FCR)約為 13-15,是石斑養殖之 5 倍以上。黑鮪 30cm 苗價格約 5000¥/尾,目前每年人工繁殖 20cm 種苗生產約 50 萬尾左右。不同年齡完全養殖之黑鮪種魚培育於數個直徑 20 至 40 m 圓形(如 200kg 種魚 55 尾養殖於直徑 30m 箱網中),種魚投飼以鯖魚和烏賊為主添加高劑量綜合維他命及磷脂質(秋刀魚太油及有抑制酵素不宜投餵予種魚)。種魚之 FCR 為 30-50。種魚之產卵受水溫影響極大,水溫升高時於箱網內自然交配產卵排精。受精卵則以浮游生物網撈取上浮卵(底部下沉卵不撈),受精卵移至室內 FRP 桶槽進行孵育,一般有 95%以上之孵化率。受精卵卵徑 0.93-1.06mm,溫度高時卵徑小魚苗也小。幼苗培育以圓 FRP 桶(5x5x1.2m, 30 ton)培育仔稚魚,平均可生產出 7-8 萬 5-6cm(魚苗活存率約 10-15%)。最初 10 天之魚苗培育不控制光照,投以擬球藻、輪虫為初期餌料生物,此期間之打氣量之控制需特別注意,為使黑鮪仔稚魚有足夠之活餌,實驗場每日生產 5 千萬 parrot fish 仔魚作為黑鮪仔稚魚活餌之用。一般而言,黑鮪受精卵至 5-6cm(約 1 至 10 天)僅有 5%活存率,主要為沉降死亡(float and sinking death)之初期耗損,魚苗 10 天(5-6cm)至 30 天

主要為互噬殘食，而 30 天以上則為衝撞死亡耗損。採底層飼養水排出法、控制打氣量及夜間燈照可降低沉降死亡，10 天內活存率可由 10%改善至 50%。對於 10 天至 30 天之互噬殘食，由於黑鮪仔稚魚無法如石斑以篩網分級，目前以開發適合之轉餌人工飼料及生餌給餌至投餵人工飼料之馴餌技術加以改善。對於養殖時之衝撞死亡，則以提高養殖箱網大小(如 6m 增至 20-30m 直徑)及箱網加裝夜間燈照提高活存率至 30%。箱網養殖之網具平均養殖 4 年換 2 次網，因此該養殖區海水附著生物並不多。海水電解水只用在漁船漁魚獲之清洗消毒，並不用於鮪魚苗培育及成魚養魚之水處理。

在大島實驗場於 2010 年新裝設有黑鮪收獲後預冷及冰鮮設施，收獲之 20 kg 以上黑鮪放血及去除內臟後吊入裝有 0°C 海水之密閉冷卻循環 FRP 槽內預冷 1 日使全身魚肉冷卻透澈，再裝入置有長圓型小冰塊(特殊形狀防止刮傷黑鮪表皮降低價格)運輸箱中出售。在串本海產餐館有出售養殖黑鮪生魚片及料理，養殖黑鮪生魚片肉質鮮美可口。

近畿大學水產研究所目前所長為宮下 盛先生(Osamu Murata)，研究及行政員額總共有研究部門教學人員 10 位、客座教學人員 2 位、技術部門教學人員 12 位、行政部門教學人員 14 位、以及 3 位博士後研究員、4 位博士生、4 位碩士生及 20 位大學部學生，以及執行種苗量產之技術人員約 100 位。人力分別配置於各實驗場。近畿大學水產相關科系學生必須至實驗場進行至少一年之水產繁養殖之實務操作訓練並進行論文研究，因此能讓學生充分明瞭水產繁養殖工作之內容及進行繁養殖之操作，藉此培育具現場實作專業人才，以符合水產產業需求。實驗場之種苗量產之技術人員以專業精神量產產業所需之優質種苗，其技術人員工作穩定且待遇不差。

由於在台灣附近海域可以釣獲野生黃鰭鮪，水產試驗所所東港生技研究中心從 2003 年起進行黃鰭鮪養殖研究，是台灣唯一具有養殖鮪魚種魚經驗及設施的研究單位，目前已建立箱網及陸上飼育池養殖技術，同時亦興建配備有水處理循環設備之直徑 18 公尺、水深 6 公尺之種魚池以培育黃鰭鮪種魚，目前種魚體型約 50 公斤已達成熟繁殖階段，黃鰭鮪種魚並於 101 年 6 月 5 日起已連續在池中自然產卵，刻正積極進行孵化及育苗技術的開發與建立。今年 10 月擬邀請近畿大學黑鮪研究的主要負責人熊井英水教授 (Dr. Kumai Hidemi)及白浜實驗場代理所長家戶 敬太郎博士來台訪問。希望透過此次的邀訪、專題演講及現場指導，能夠借重其成功的經驗及專業智能，提供鮪類研究的最新資訊，同時能對鮪類繁殖、育苗等各方面提供技術建言，相信對水試所之黃鰭鮪等鮪類繁養殖研究，必有相當大的幫助。

#### 四、愛媛縣農林水產研究所水產研究中心( Fisheries Research Center, Ehime Research Institute of Agriculture, Forestry and Fisheries)及魚類檢查室 (Fish Disease Control Center)

日本愛媛縣位於四國島北方，由於北為瀨戶內海、西面為宇和海，優良的海岸及水質環境成為發展海水魚(如比目魚、青甘鰺、嘉臘魚、虎河豚、和石斑類)以及珍珠貝之海面養殖極佳海域。瀨戶內海海域冬季低水溫約 12°C 主要養殖較耐寒之比目魚為主，宇和海域及其以南海域冬季低水溫約 15°C，主要養殖嘉臘魚(60%)及青甘鰺(40%)，愛媛縣之珍珠貝及嘉臘魚之產量為全國第一位、青甘鰺之產量為全國第二位。該縣每年水產總產值 500 億¥。珍珠貝產業於 15 年前開始有不明疾病感染，產值由 300 億¥降至約十分之一之 30 億¥。

此次參訪由愛媛縣農林水產研究所水產研究中心主任研究員山下 浩史博士 (Dr. Hirofumi Yamashita) 安排及全程陪同。首先拜會該研究中心目前中心主任佐伯 康明及進行愛媛縣農林水產研究所之一般介紹。該水產研究中心包括有執行漁場環境及資源調查之栽培資源研究室、負責水產生物增養殖技術開發與放流之養殖推廣室及增殖技術室。研究人員及工作人員總共約 33 人，目前主要業務有：(1) 漁場環境調查及維護-定期進行海洋觀測及漁場環境調查工作，(2) 水產資源管理-進行卵仔稚魚調查、水產資源及標識放流調查、及漁業資訊提供，(3) 水產養殖技術開發及振興-進行新興魚種如油斑、七帶石斑、虎河豚等之技術研發以及珍珠養殖技術之改進研究，(4) 藻場造成以提高海洋生產力，(5) 水產種苗量產及栽培漁業之推廣，(6) 魚病診斷及防治以確保魚介類之健全生產，(7) 水產後繼人才培育等等。中心每年之水產種苗生產計畫由水產研究中心及栽培資源研究室負責養殖用及放流用之魚苗，例如 2011 年由水產研究中心生產斑節蝦 400 萬尾 (20mm, 放流用)、嘉臘魚 25 萬尾 (80mm, 養殖及放流用)、七帶石斑 3 萬尾 (100mm, 養殖用)、油斑 5 萬尾 (100mm, 養殖用)、石鯛 5 千尾 (80mm, 養殖用)、虎河豚 5 萬尾 (60mm, 養殖用)、珍珠貝 200 萬個 (2mm, 養殖用) 以及栽培資源研究室生產比目魚 60 萬尾 (25mm, 放流用)、比目魚 7 萬尾 (40mm, 放流用)、鮑魚 6 萬個 (30mm, 放流用)、紅點石斑 6 萬尾 (80mm, 放流用)、香魚 20 萬尾 (50mm, 放流用)、虎河豚 4 萬尾 (70mm, 放流用)、岩牡蠣 15 萬個 (10mm, 養殖用) 等等。

此次參訪之主要目的為了解愛媛縣農林水產研究所水產研究中心之水產防疫設施、神經壞死症及虹彩病毒疫苗之研發及應用成果等等。進行參訪水產研究中心之設施之前需先至換鞋區更換工作鞋後才能至陸上育苗試驗區及海上箱網養殖區參訪，部分繁養殖區則嚴格執行僅工作人員進入之規定。該中心之陸上育苗試驗區使用之海水為抽取沿岸 10m 以下海水，經過 2 個容量 1,000 ton 水泥高塔沙濾系統(處理水量 6000 ton/day、自動逆洗 1 ton/day)過濾後再提供各試驗區

使用。

目前在陸上育苗試驗區主要為高價值之油斑及七帶石斑魚苗培育，同時亦開始進行 red spotted grouper (*Epinephelus akara*)之繁殖。以 2kg 上市體型成魚油斑及七帶石斑價格分別為 4,000¥/kg 及 2,300¥/kg。10cm 大小石斑苗價格為 400¥/尾。油斑及七帶石斑種魚養殖於外海箱網，移入室內種魚池後以 PCR 檢測病毒感染情形，種魚確定為不帶虹彩病毒(Iridovirus free)但帶少量 NNV。石斑種魚以 LHRHa (15ug/kg BW)注射後經 48hr 後擠卵採精並進行人工受精。受精卵以海水電解水進行洗卵以去除卵之 NNV。以 anti-NNV 單株抗體洗卵在小量離體洗卵實驗有去除 NNV 效果但尚未進行大量田間試驗。

日本對於水產疾病防疫極為注重，早期以紫外線殺菌系統及臭氣殺菌系統消毒處理水源之細菌病毒等病原，近年來開發之海水電解水消毒系統取代部分紫外線及臭氣殺菌系統之應用。該中心之陸上育苗試驗區於 2009 年耗資約 2 億日幣建構完成之獨立斑魚苗培育區。其中石斑魚苗培育池為 4 口並列之 100 ton (直徑 8m 深 2m)圓形水泥池，採用中央排水、集中且懸吊之水電氣管線，屋頂遮棚僅於中央走道處採光。該石斑魚苗培育系統配備海水電解水殺菌消毒系統、泡沫分離裝置、排水殺菌系統、鍋爐沸水加熱系統、海水冷卻降溫系統、20 支 1000W 照明燈及氧氣製造機等等。魚苗培育池僅有工作人員洗手並換上該區配置之工作鞋後始得進入操作。為防止育苗池廢水排放病原污染海域，排放水經排水殺菌系統再排出以確保海域水質及生物安全。

育苗試驗區裝設有海水電解水裝置共有 3 台，處理水量分別為 50、35、20 ton/hr，處理 50 ton/hr 之海水電解水裝置主機價格為 30 萬¥，而小型臭氣機約為 10 萬¥。海水經海水電解系統之電極電解後再經曝氣、活性炭吸附及珊瑚沙過濾後再使用於魚卵消毒及魚苗培育。海水經電解消毒處理後之海水含氯量為 0.5ppm Cl<sub>2</sub>，但洗卵則應用 0.3ppm Cl<sub>2</sub> 處理 1min 對於孵育育苗有極好之效果。

石斑魚苗培育時第 3-5 天整日 24 小時燈照，第 5 天後由 6AM 至 6PM 燈照、夜間則熄燈。由於魚苗有趨光性，照燈能補充自然光以避免照度不均魚苗群聚一處死亡，且能提高魚苗攝食率及活存率。在魚苗培育時第 0 至 15 天加入烏賊油 (30 ml/day/pond)以防止魚苗黏著於水表面死亡，於第 8 至 15 天則使用油膜去除器(oil skimmer)去除表面油脂使魚苗能浮出水面吸取空氣利於其控制沉浮氣鰾之形成。魚苗培育過程中投以 0.8-2%貝化石粉改善底質，培育期間可不換水而僅於魚苗收成前抽底。育苗過程中飼育水保持 6-7 ppm 溶氧，溶氧進行持續監測，溶氧不足時起動氧氣製造機以增加池中溶氧。一般而言，100 ton 石斑魚苗培育池放入 500,000 魚卵，約可培育出 200,000 至 250,000 1cm 石斑魚苗，所以由魚卵至 1cm 魚苗活存率約 30-50%，其魚苗畸形率 5-10%。魚苗培育時使用之餌料

生物為 FW *Chorella* 及 SS 和 S 輪虫。餌料生物培養海水均經紫外線殺菌系統處理。FW *Chorella* 有時使用市售濃縮藻、使用濃度為 2-3000/ml，而 SS 輪虫(Thai strain)為 batch culture、S 輪虫為 continuous culture，使用濃度為 250/ml。在輪虫之培養時密度越高則其體型愈小。石斑稚魚培育時使用純氧供給增加溶氧，稚魚密度為 2500 fish/ton。稚魚培育池有 120 ton 池 10 口魚苗由 1cm 培育至 2-3cm 後移至 10 ton 池 40 口 養殖，培育至 4-5cm 再移至 120 ton 池 10 口養殖，10cm 以上則部分移至海上箱網養殖區繼續養殖或出售魚苗至產業進行商業化之養殖。稚魚培育時需經篩網進行大小選別及去除畸形魚。該中心每年至少生產 10 cm 油斑魚苗約 15 萬 (油斑苗之生產供應愛媛水產研究中心生產佔 20-30%，近畿大學生產佔 5-10%，其他為私人 3 場生產)，10 cm 油斑魚苗每尾 400¥，因此油斑魚苗每年有約 6 千萬¥產值。該中心除了生產養殖用油斑苗 15 萬外，嘉臘魚苗每年生產約 40 萬，佔全國 1%。另外亦生產放流用斑節蝦 400 萬尾、七帶石斑 3 萬尾、石鯛 5 千尾、珍珠貝 200 萬個等等。該中心在有限的培育空間及人力下，進行餌料生物及魚苗之高密度培養及量產以供應產業及放流應用實為不易，其高效高密度幼苗培育技術之改進則為魚苗量產之關鍵。

有關於該中心在石斑魚 NNV 防疫檢疫之作法，由(1).改進飼育環境加強生物防疫、(2)研發 VNN 疫苗、(3)選育抗 NNV 抗病品系生產抗病力佳之魚苗來著手。生石斑魚活史各階段之防疫操作之嚴格執行及 PCR 檢測病毒極為重要，過程中之疏忽會導致多年努力化為烏有。例如 4 年前增養殖研究所 NNV-Free 油斑種魚因餵生魚而感染只好重新培養可引以為鑑。自行培育或自他處移入之帶原種魚及魚苗之篩檢淘汰為必要措施。

NNV 在魚體中之感染以外胚層衍生之神經系統及皮膚系統較高、中胚層衍生之生殖系統則較低，其價量由高至低分別為 腦 brain>脊髓 spinal cord>腸道 intestine>生殖腺 gonad。在種魚篩選繁殖前抽取卵及精子進行 NNV 之 PCR 檢測是必要的工作。目前該中心 Iridovirus 及 NNV-Free 油斑種魚 4 歲。成熟雌種魚以塑膠管抽取未分離之卵細胞組織進行 PCR 檢測、種魚經 LHRHa 催熟注射後採擠之卵粒亦部分同時進行 PCR 檢測；成熟雄種魚採取之精液部分採樣進行 PCR 檢測，其餘精子經 anti NNV 單株抗體於 4°C 處理 16-24 小時，確定精卵皆為 NNV-free 再進行人工受精、孵化及育苗。精卵 PCR 檢測甚或更靈敏之 cell culture 檢測極為重要，由其是精子之檢測更是不可或缺。而由於 NNV 附著於卵表面，洗卵消除 NNV 是有效的。例如未洗卵之卵粒以 cell culture 檢測為 NNV positive 而經洗卵後卵粒以 cell culture 檢測為 NNV negative，亦即洗卵可達 NNV-free 之效果。育苗時飼育水之消毒處理及嚴格執行僅少數繁殖工作人員進入育苗區及出入前洗手換鞋防疫措施亦為 NNV 隔離防疫重點措施。



在開發 NNV 疫苗研發上,NNV 不活化疫苗對 NNV 有效性評估方面,在 12g 七帶石斑進行疫苗注射後於 14、35 及 74 天後進行 NNV 攻毒,其相對活存率分別為 93、83 及 75%,同時魚體產生之抗體力價( $ND_{50}$ )和相對活存率也呈現正相關性。NNV 在大量田間試驗部分也有 85%相對活存率。NNV 疫苗最小有效劑量 (minimum effective inoculation dose of the vaccine)為  $10^7$ TCID<sub>50</sub>/fish 及最小平均抗體力價 (minimum mean  $ND_{50}$ )為 1:200。該中心開發之 NNV 不活化疫苗已取得專利,價值可達每年 5 千萬¥以上。

有關於魚類遺傳選育,在嘉臘魚方面選育以植物性蛋白完全取代魚粉而仍具高成長(zero fish meal with 2X growth performance)之品系最有成果,目前正進行選育品系 F2 子代之評估中。對 NNV 抗病品系之選育方面已應用 microsatellite DNA 分析篩選出油斑之抗病品系,但在七帶石斑則尚未篩選出油斑之抗病品系。選育對 NNV 抗病品系之作法如下:(1) 5 尾野生油斑雄魚以 RGNNV 劑量  $10^{4.5}$ TCID<sub>50</sub>/fish 進行攻毒,評估其對 RGNNV 之抗病毒能力,其中一尾油斑雄魚 (ID:662E)具有極強之抗病力。(2)使用 1 尾油斑雌魚所採取之卵粒,分別和上述 5 尾野生油斑雄魚之精子受精並培育出 5 家系之魚苗,所有魚苗以小箱網同槽養殖於一個飼育池內。魚苗達 10-13g 時以 RGNNV 劑量  $10^{7.5}$ TCID<sub>50</sub>/fish 進行攻毒,其中雄魚(♂ID:662E)之 F1 子代死亡率 0%呈現完全抗病性狀。(3)以 microsatellite DNA 分析所有親代種魚及 F1 魚苗,進行親子鑑定確認抗病 F1 子代與抗病雄魚 (ID:662E)之親緣關係。(4)進行雄魚(ID:662E)之 F1 子代之近親交配 (662E F1♀x 662E F1♂)純化及穩定抗病基因表現。(5) F2 子代再以 RGNNV 劑量  $10^{7.5}$ TCID<sub>50</sub>/fish 進行攻毒,確認其穩定抗病基因表現,藉以培育出對 RGNNV 抗病之品系。另外將進行篩選抗病品系之作法為:(1)經油斑雄魚抗病力之評估後,確認雄魚(♂ID:662E)具有極強之抗病力。(2)採取雄魚(♂ID:662E)之精子進行冷凍保存。(3)將雄魚(ID:662E♂)以雌性荷爾蒙植入進行性轉變為雌魚(ID:662E♀),催熟採卵後以(♂ID:662E)之精子進行人工受精及 F1 魚苗培育。(4) 662E♀x 662E♂之 F1 子代進行 RGNNV 劑量  $10^{7.5}$ TCID<sub>50</sub>/fish 攻毒,子代具完全抗病性狀。(5) F1 子代培育出之 17 尾雌種魚及其 F2 後代均有穩定抗病基因表現。該中心以相同之選育方法自 50 尾野生七帶石斑雄魚,但尚未能篩出抗 NNV 品系。

台灣之各種石斑魚亦有 NNV 及 Irridovirus 感染問題,其生物防疫生產模式已逐步建立,疫苗之研發應用也在推展之中,石斑魚之遺傳選育尚在起步,雖然說目標難以一蹴可及,但是要達成目標,應該要有如日本研究者之堅持毅力與努力不懈及長期政府對水產研發之投入支持。

愛媛縣水產研究中心之海面箱網養殖區位於研究中心堤岸外內灣,經由水泥突堤碼頭及木作便橋即可到達箱網養殖區,該區水深約 12 至 15 m,養殖箱網大

小為 5x5x5m、採用鍍鋅金屬結構外框及鍍鋅金屬菱形格柵網。鍍鋅金屬菱形格柵網耐用年限 10 年，由於寄生蟲不附著於上(PE 網有寄生蟲附著不易去除)廣受箱網養殖業採用。海面箱網養殖區主要為放養成魚及種魚之用，種類有嘉臘魚、青甘鱖、七帶石斑、油斑、石鯛、虎河豚、珍珠貝等等。箱網之附著生物色彩豔麗，可用石鯛之輪替養殖攝食清除。箱網養殖區配備有自動投餌裝置，電源使用太陽能或一般市電，自動投餌系統之給餌感應裝置依不同魚種索餌行為而有不同的設計。

愛媛縣農林水產研究所水產研究中心魚類檢查室為愛媛縣魚病防治及檢驗中心，負責水產生物疾病監測、預警及產業魚病檢驗及治療諮詢等等。在拜訪室長乘 松智先生後參訪其細菌病毒檢驗實驗室之設施及討論操作流程。水產生物之疾病預防重於治療，建立安全衛生之養殖方式才能使水產永續經營。

## 五、宇佐水產 ( Usa Suisan )

由愛媛縣農林水產研究所水產研究中心主任研究員山下 浩史博士(Dr. Hirofumi Yamashita)安排及陪同參訪宇佐養殖場(Usa Suisan)之嘉臘魚箱網養殖收穫、活魚裝箱及運輸方式。場主宇佐 和人 (Mr. Kado Usa) 是山下 浩史博士之高中同學，大學畢業後繼承父業將嘉臘魚箱網養殖及產銷經營得有聲有色。宇佐水產之嘉臘魚養殖於沉下式箱網養殖，箱網 20x20x20m 共 40 口，投飼時以工作船懸臂將箱網吊升後以自動給餌方式投餵。第一年養殖密度每口 6 萬尾、投以乾性粒狀飼料，第二年養殖密度每口 3 萬尾、投以濕性飼料。使用之濕性飼料為自行調配。以沉下式箱網養殖(沉至水面下 5m 防紫外線及藻類)、飼料添加蝦紅素 Astaxanthin、以及收穫後蓄養箱網以黑網遮陰使嘉臘魚保有紅豔體色，能提升售出價格。養殖之嘉臘魚於魚體 2-2.5kg 收穫，先於有黑網遮蔭之蓄養箱網清肚 7 天後再進行活魚包裝及運輸。宇佐水產之活魚包裝及運輸極有效率及省力化，利用自動化油壓系統進行魚之撈取、可調控升降之選別水槽、過大/過小人工挑出及自動計數、活魚分隔裝箱特殊設計、自動化魚箱運輸帶將活魚活魚選別裝箱及運送至活魚車，活魚車配備有海水過濾及循環系統及降溫增氧設施，可長途運送活魚至關西地區。宇佐水產每年生產嘉臘 150 萬尾，每日出貨活魚平均 3333 尾/日，上市魚體大小平均為 2 至 2.5 kg，市場出售以 90%為活魚及 10%為魚排。活魚價格為 2,000-3,000¥/fish (約 900¥/kg)。由參訪次日 6 月 17 日為日本之父親節，出貨量增加至 6500 尾。

## 建議事項

1. 重視水產品之安全衛生和產地標識、推廣養殖魚類之安全防疫生產模式。
2. 建構具生物防疫之核心育種設施以確保優良水產種原之保存及選育。
3. 大學應與試驗所合作培育兼具學理基礎及實務經驗之專才，以符合產業需求。
4. 進行適度水產技術保護及技術輸出，提高水產業國際競爭力。

## 攜回資料目錄

1. 東京海洋大學魚類分子遺傳及分子病理實驗室坂本崇教授五年來著作目錄。
2. 近畿大學水產研究所水產養殖種苗中心英文及日文簡介。
3. 愛媛縣農林水產研究所英文簡介。
4. 愛媛縣農林水產研究所水產研究中心日文簡介。
5. 宇佐水產出魚介紹短片。

## 參訪照片

### 一、東京海洋大學(University of Marine Science and Technology)



與坂本崇教授討論魚類分子育種



分子遺傳分析儀器解說



分子遺傳實驗室安全隔離設施



分子遺傳實驗室生物安全換鞋區



東京海洋大學品川校區圖



東京海洋大學水產試驗船



## 二、東京築地魚市場 (Tsukiji Fish Market in Tokyo) 及大阪魚市場



築地魚市場活魚商店



築地魚市場蟹類商店



築地魚市場活斑節蝦包裝



築地魚市場不同產地之海膽生殖腺



築地魚市場販售之海水蝦類



築地魚市場水產攤商及其商品

三、近畿大學水產研究所白浜實驗場(Shirahama Experiment Station, Fisheries Laboratory of Kinki University)



水產研究所白浜實驗場展示室



各種成功繁殖魚類之標本展示



不同樣式及材質之箱網模型



黃鰭鮪繁殖圖片展示



養殖油斑剝製標本



養殖黒鰻剝製標本



四、近畿大學水產研究所 Susami 實驗場 (Susami Experiment Station, Fisheries Laboratory of Kinki University)



魚苗培育溫室全景



魚苗培育溫室屋頂及側窗部分遮陰



石斑魚苗培育池加強照光



石斑魚苗培育池排水網具



石斑魚苗培育池面油脂撈除示範



石斑魚苗培育池面油脂集中設備



石斑魚苗篩網操作示範



浸泡消毒中之各項器具



種魚池及油斑種魚



青甘鯪種魚池



鯛魚魚苗培育池



鯛魚魚苗培育池觀察窗





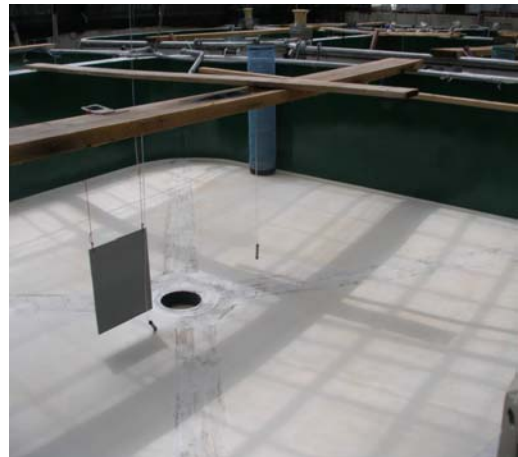
石斑魚苗培育池



石斑魚苗培育池



準備中之魚苗培育池



準備中之魚苗培育池



魚苗培育池溫控設施



魚苗培育池溫控設施



魚苗培育池大型氣泡產生設施



二層式餌料生物及魚苗培育空間



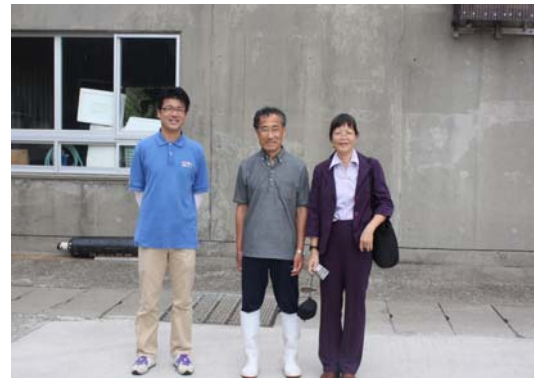
餌料生物培養池



室外微藻培養池



溫室屋頂依需求作不同程度遮陰



與白浜及 Susami 實驗場主管合影



五、近畿大學水産研究所大島實驗場 (Oshima Experiment Station, Fisheries Laboratory of Kinki University)



大島實驗場研究建築外觀



與白浜及大島實驗場主管合影



鮭魚苗培育溫室白色塑膠布外牆



鮭魚苗培育溫室透明塑膠布屋頂



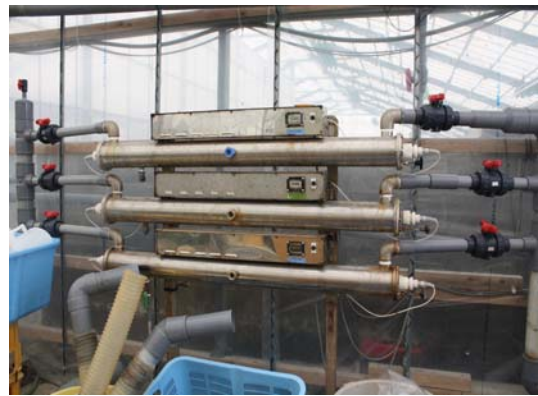
鮭魚苗培育溫室人員管制標誌



進入鮭魚苗培育溫室前之消毒



餌料生物培養桶槽



餌料生物培養用水經紫外線殺菌



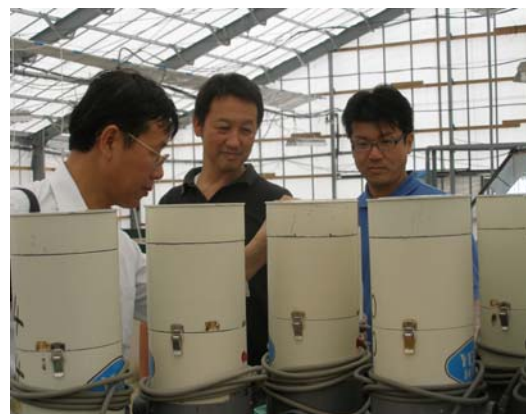
鮭魚苗培育池



鮭魚苗培育池



鮭魚苗培育池排水



鮭魚苗培育自動投餌機





室外魚類飼育池



魚苗培育溫室外觀及室外魚類飼育池



參觀養殖之魚類



池中養殖之比目魚



鮭魚苗培育溫室全景



收獲後黑鮪冰水預冷設備



收獲後黑鮪冰水預冷設備操作



收獲之黑鮪約 40 公斤



黑鮪預冷及儲存室用具



黑鮪魚於 0°C 海水預冷 1 日



養殖黑鮪之生魚片





準備中之近畿大學工作船



搭船出海至箱網養殖區



海上箱網與工作船



黑鮭投餵用之新鮮鯖魚



黑鮭養殖箱網



黑鮭養殖箱網



攝食中之黑鮪成魚



黑鮪種魚



海鳥與黑鮪種魚爭食





箱網養殖區景觀及各式箱網



養殖黒鮭生活史各階段之標本

# 世界がそうくるなら、 近大は完全養殖でいく。

ウツリノ産卵期。一番多い日本につづいた産卵期。  
近畿大学の出した卵は、魚の成長を促すために「ウツリノ」の完全養殖。  
さらに、食料と健康の両面に優れた栄養成分を含んだウツリノの卵やフィッシュオイル、  
健康への貢献が期待される「バイオマス」原料も、あるいは魚油など...  
社会のさまざまな問題に、近大が答えを出し、解決策を提案する。  
その答えは、近畿大学の「近大産卵期」。



**近畿大学**  
KINKI UNIVERSITY

## 天然資源に頼らないクロマグロ養殖の実現へ大きく前進

### 2002年世界初のクロマグロの完全養殖達成

### 2004年完全養殖成魚を市場へ初出荷

### 2007年完全養殖稚魚を初出荷

#### クロマグロ完全養殖とその産業化の意義

近畿大学水産研究所では2002年6月に世界で初めてクロマグロの完全養殖に成功しました。完全養殖とは養殖対象とする種の生活史のすべてを人工飼育することをいいます。これまでに大型のマグロ類とその完全養殖に成功した例はありません。

さらに2004年9月には、完全養殖によって生産したクロマグロの鱈魚(体重約20kg)を初めて市場に出荷しました。このことは、クロマグロの人工孵化技術が進歩し、産業のレベルに達したことを意味します。

現在地中海諸国、大西洋クロマグロの養殖、日本とメキシコの太平洋クロマグロの養殖、オーストラリアのミンナマグロ養殖では、すべて天然魚を捕獲して養殖に用いています。しかしながらクロマグロ、ミンナマグロ資源は希少である上に、天然魚の捕獲は不安定であるため、計画的な養殖とその発展を図るには、人工稚魚を安定生産し、養殖用稚魚として確保する必要があります。

近畿大学のクロマグロ完全養殖の成功と人工稚魚の出荷は、安定供給に道を開くと同時に、人工稚魚が養殖用として十分通用することを証明しました。



#### 完全養殖稚魚の初出荷

2007年6月に2002年度完全養殖クロマグロ親魚が産卵し、人工孵化・飼育した稚魚の一部を、同年12月に養殖用稚魚として国内養殖業者へ初出荷しました。

これまででは、成魚を国内外へ出荷してききましたが、今回、稚魚を外部の養殖業者へ出荷する事も開けたことで、安全で美味しい完全養殖「近大」マグロが、より大量生産して、簡単に供給できる可能性が広がりました。

今回の出荷は、①近畿大学水産研究所での完全養殖稚魚の生産量の増加、②外部へ出荷する稚魚の確保ができたこと、③輸送中や輸送先での品質変化による死にたいなどのリスクを軽減する技術革新が進んだことが大きく寄与しています。輸送の際は、稚魚の呼吸の量を調整することで防ぐため、酸素や照明などに細心の対策を講じました。

完全養殖のクロマグロを養殖用稚魚として外部出荷できたことで、天然資源を減らさない養殖につながり、今後には稚魚の生産量を増や、コストダウンを図る研究を進めていく方針です。



# 世界から注目されている 近畿大学水産研究所の養殖研究

## 世界初となる研究成果を多数発表

世界初となる多くの交雑魚を作出したこと、その主な目的は次の通りです。  
①飼料を省かずに飼育できる高付加価値な稚魚を生産し、より高い経済効果を得る。  
②異なる2種の魚間で雑種ができるかどうかを明らかにし、類縁関係を探ることによって生まれた「ブリヒラ」は商標登録をしています。

## 交雑

世界初となる多くの交雑魚を作出したこと、その主な目的は次の通りです。  
①飼料を省かずに飼育できる高付加価値な稚魚を生産し、より高い経済効果を得る。  
②異なる2種の魚間で雑種ができるかどうかを明らかにし、類縁関係を探ることによって生まれた「ブリヒラ」は商標登録をしています。

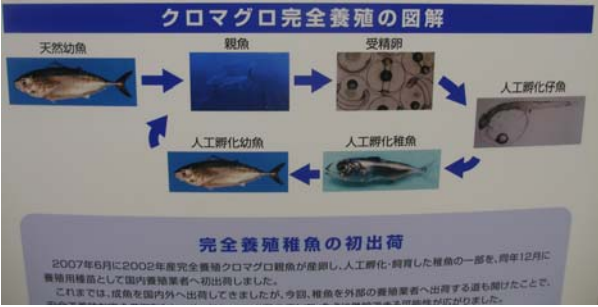
## 遠縁種間バイオテクノロジー

品種改良の一つに選抜という方法があり海産魚にその方法を取り入れて、優れた形質を持つ子を選んだ、それが産んだ子の中からさらに優れたものを選んだ、これを繰り返して形質を改良して、その子孫を維持してゆく方法です。

## 選抜育種・バイオテクノロジー

品種改良の一つに選抜という方法があり海産魚にその方法を取り入れて、優れた形質を持つ子を選んだ、それが産んだ子の中からさらに優れたものを選んだ、これを繰り返して形質を改良して、その子孫を維持してゆく方法です。

2007年6月に2002年産完全養殖クロマグロ稚魚が産出し、人工孵化・飼育した稚魚の一部を、同年12月に養殖用種苗として国内産業者へ初出荷しました。



①両親が持っている優れた形質を兼ね備えた子孫を産出し、より高い経済効果を得よう。  
②異なる2種の魚間で雑種ができるかどうかを明らかにし、類縁関係を探る。  
ここで生まれた「ブリヒラ」は商標登録をしています。

### 選抜育種・バイオテクノロジー

品種改良の一つに選抜という方法があり海産魚にその方法を取り入れて、優れた形質を持つ子を選んだ、それが産んだ子の中からさらに優れたものを選んだ、これを繰り返して形質を改良して、その子孫を維持してゆく方法です。

### 近畿大学水産研究所の研究施設

**近畿大学の水産研究の未来**  
近畿大学の水産研究の未来は、さらなる研究の発展と、地域の発展に貢献することです。近畿大学の水産研究所は、最新の設備と、優秀な人材を擁っており、水産研究の発展に貢献することを目指しています。

**選抜育種・バイオテクノロジー**  
品種改良の一つに選抜という方法があり海産魚にその方法を取り入れて、優れた形質を持つ子を選んだ、それが産んだ子の中からさらに優れたものを選んだ、これを繰り返して形質を改良して、その子孫を維持してゆく方法です。

海報展示

六、愛媛縣農林水產研究所水產研究中心 (Fisheries Research Center, Ehime Research Institute of Agriculture, Forestry and Fisheries)



愛媛水產研究中心裝置石碑



愛媛水產研究中心研究大樓



陸上魚苗培育區遠景



與水產研究中心主管及研究員合影



至陸上魚苗飼育區參訪先換工作鞋



至魚苗飼育區換該區之工作鞋





海水電解水設備



海水電解水設備



海水電解水設備操作及使用說明



海水電解水設備操作及使用說明



石斑魚苗培育池外觀



石斑魚苗培育池管線及照明設施



石斑魚苗培育池海水處理設施



石斑魚苗培育池海水處理設施



石斑魚苗培育池海水加溫設施



石斑魚苗培育池海水冷卻設施

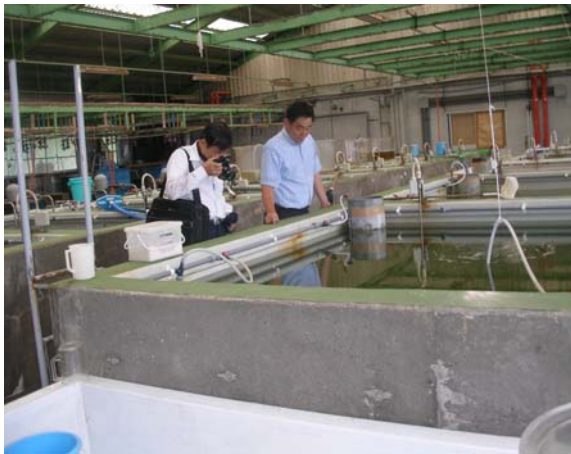


海水魚人工配合飼料製作區

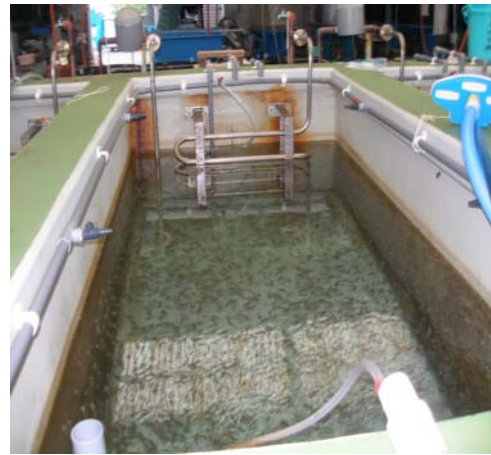


冷凍之種魚用濕性飼料





嘉臘魚苗培育池



經選育之嘉臘魚苗之蓄養評估池



珍珠貝繁殖區



珍珠貝種貝



放流用斑節蝦苗繁殖池

クルマエビ生産タンク(200トン×6面)			
産卵期	4~9月		
飼育期間	60日		
供給時期	6~9月		
生産目標	2cm 1,200万尾		
成長とえさ			
名称	大きさ	ふ化後日数	えさ
受精卵	0.2mm	0	—
ノープリウス	0.3~0.5mm	約18時間後 ~2日	—
ゾエア	0.9~2.5mm	3~7日	珪藻 配合飼料
ミス	2.8~4.0mm	8~12日	アルテミア 配合飼料
ポストラーバ (稚エビ)	5.0mm	9、13日 ~	配合飼料

斑節蝦苗繁殖池告示





海面箱網養殖區之突堤碼頭



海面箱網養殖區之連通便橋



進入海面箱網養殖區



魚類養殖箱網



海面箱網養殖區遠眺



海面箱網養殖區遠眺



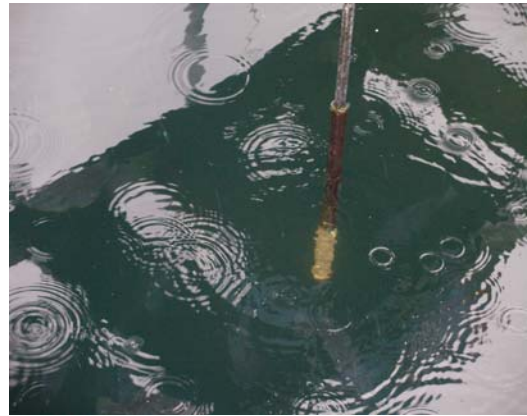
箱網鍍鋅格炸網及附著生物



箱網浮筒及水下附著生物



自動投餌機



自動投餌機水下感應裝置



太陽能板及電池提供自動投餌機電源



石斑魚自動投餌機水下感應裝置





魚類養殖箱網



珍珠貝養殖浮框



進行珍珠貝附著物之去除



去除珍珠貝附著物之電動工具



珍珠貝養殖籠具



珍珠貝養殖區遠眺

七、愛媛縣農林水産研究所水産研究中心魚類検査室 (Fish Disease Control Laboratory, Fisheries Research Center, Ehime Research Institute of Agriculture, Forestry and Fisheries)



研究人員進行魚病検査操作



七、宇佐水產(Usa Suisan)



宇佐水產入口招牌



宇佐水產工作亭



活魚蓄養箱網及包裝碼頭



嘉臘魚水下箱網養殖



魚類飼料搬運



魚類飼料製作機



蓄養活魚撈取網具



蓄養活魚撈取及運送



送至選別工作台



活魚人工選別及裝箱



活魚人工選別及裝箱



裝箱活魚以輸送帶送至魚車





活魚人工選別及裝箱



裝箱之活魚



活魚輸送全景



活魚輸送檢查



活魚搬運車



活魚收穫選別包裝及輸送全景