

臺大漁推

第十五期

發行人：陳秀男

主任委員：陳秀男

推廣教授：陳秀男、陳弘成、曾萬年、施秀惠

執行秘書：黎錦超

執行編輯：蘇淑貞

發行單位：國立臺灣大學 漁業推廣委員會

地址：臺北市 羅斯福路四段一號

電話：(02) 33662795

傳真：(02) 23654403

印刷：大進印刷有限公司

地址：臺北市 和平西路三段三一八號

地址：(02) 23087600

傳真：(02) 23085673

中華民國九十三年十月出版

版權所有 嚴禁翻印轉載

斑節蝦養殖技術與管理策略

黃世鈴¹、蘇淑貞²、陳秀男²

¹ 行政院農業委員會水產試驗所淡水繁養殖研究中心

² 國立臺灣大學生命科學院漁業推廣委員會

斑節蝦(*Penaeus japonicus* Bate, 1888; Kuruma prawn)，為大型對蝦類，體表上有十條以上的深褐色橫帶及斜紋，所以叫做斑節蝦，又名日本對蝦。分類位置為節肢動物門、甲殼綱、軟甲亞綱、十足目、對蝦科、對蝦屬。形態特徵：額角上緣具9-10齒，下緣有1齒，身體黃並覆有深褐色橫帶及斜紋，尾節的末端藍色及黃色橫斑，身體分頭胸部(頭部與胸部合成頭胸部)與腹部，前三對步足有螯，除尾節外，各節皆有一對附肢。最大體長30 cm，通常15~20 cm，成熟雌蝦比雄蝦大，成熟雌蝦一般體長約為13~16 cm，雄蝦體長約為11~14 cm。斑節蝦在潮濕及空氣流通的狀態下，可長途運輸並維持生命，是很好的經濟養殖魚蝦類。

斑節蝦分布很廣，從溫帶至亞熱帶，如印度、非洲東岸、紅海、日本、中國沿海、東南亞、馬來群島、臺灣、韓國、及澳洲等地區。為早期臺灣地區沿海蝦拖網船主要漁獲物之一，以澎湖、雲林、嘉義、臺南、高雄等沿海地區為主，天然蝦苗會隨著潮水進入沿海地區的虱目魚塢。屬雜食性偏動物性，壽命約2年，沿海蝦船捕獲者體重為48~80公克，偶有超過200公克者，母蝦體型較大，超過100公克者大多數為母蝦，超過150公克以上者均為母蝦，臺灣地區產卵盛期為3~6月及9~10月，產卵數依體型大小而定，大約數十萬粒至百萬粒。斑節蝦生態習性，棲息於沙質或沙泥質的海域(水深10~40 m)，具潛沙特性，白天潛伏在沙中(深度約3 cm)，夜間出來覓食活動。覓食時會緩游於水下層，偶而會在中上層游動。

斑節蝦為廣鹽性蝦類，但對鹽度變動很敏感，慢慢馴化時鹽度適應範圍15~30‰，鹽度突然劇烈改變會發生大量死亡，夏季突發大雷雨導致鹽度驟然改變，會發生大量死亡，又叫雷公蝦。此外，養殖池鹽度不可低於7‰。水溫18~28℃時，生長速率隨溫度升高

而加快，最適溫度範圍 25~30℃，低於 18℃時生長緩慢，13℃以下攝食量減少，水溫下降至 8~10℃停止攝食甚至昏迷，水溫低於 5℃以下會死亡，水溫高於 35℃時蝦體不適易患病死亡。池水溶氧量(DO)不可低於 2 ppm，低於 2 ppm 會發生大量死亡(泛池)，最適 DO 範圍為 5~10 ppm，高於 10 ppm 應加強打氣(增加啓動水車數量)，使過多的氧氣逸出即可無害，長時間處於 DO 過飽和的狀態，養殖蝦罹患會氣泡病。海水具穩定 pH 約為 7.8~8.2，斑節蝦最適 pH 為 7.8~8.5，pH > 9 對養殖物會造成傷害，如池蝦外殼附肢及鰓部會出現類似灼燒症狀。池水 pH 偏高(8.6~9.0)或偏低(7.0~7.5)，應迅速處理恢復正常，以免影響斑節蝦正常生息，如短時間內無法有效處理，應立即換池飼養。養殖池 pH 太高(9.0)或太低(7.0)，應查明是否為引進水源或當地地質的關係，如為無法改變的因素影響，應移地養殖。

地質及生態環境不同，池塘中穩定的藻相及水色也不同，放養前應調查池塘穩定的藻相水色，如綠藻為優勢藻種時水色呈綠色或黃綠色，如矽藻類為穩定優勢藻種時，水色為紅褐色或褐色，矽藻水是對蝦類養殖優良的養殖水但有不穩定的缺點。此外，穩定的泥土混濁水(水色呈黃土泥色或白濁色等)透明度低溶氧量穩定，池蝦可安定生息且成長迅速，為良好的養殖用水。無論如何，能讓養殖物正常生息與繁殖，沒有毒害，均可作為養殖用水，「作水」應配合當地穩定藻種水色，不要刻意培養特定的藻種水色，如刻意培養特定藻種，因不適應當地生態環境，反而不穩定並容易造成水質不良。

一、人工繁殖及蝦苗培育與管理

(一)種蝦篩選

種蝦催熟以不剪眼柄為原則，選擇天然水域中自然成熟者，以體型碩大健康者為佳，種蝦應儘速送到繁殖場馴養，已成熟交配的雌蝦，貯精槽會插著貯精囊，未交配雌蝦採取人工植入貯精囊。搜集排出的卵粒供孵化培育種苗，第二次排出之卵粒卵質較佳。蝦苗培育池之放養密度不宜過高，如 200 噸池可以培育 350~450 萬尾無

節幼蟲(蛾仔)，培育過程不刻意加溫及不使用藥物，所生產的蝦苗品質佳活力好，好蝦苗具備優點，包括對環境適應性佳、對不良環境及疾病抵抗力強、活存率高、及成長快速等。

(二)繁殖場用水的處理

蝦苗繁殖場應適當處理引進的海水，包括過濾、沉澱、及消毒等。過濾及沉澱，可消除水中懸浮物質，降低藻類細菌微生物或其它污染性物質，懸浮物會粘附在蝦苗的外殼及附肢，影響蝦苗的行動脫殼及成長。消毒方法包括紫外線殺菌處理、漂白水(氯)處理、及臭氧處理等，可以採用二種以上的消毒殺菌法，去除病原菌、藻類、及微小動物等，消毒後適當添加優良生態菌以保持用水最佳化。

(三)人工繁殖及飼育管理

室內蝦苗生產池(紅筋仔池)，水深1.5~2公尺，水量為150~200噸，設計成傾斜或下凹的池底，收獲蝦苗時較方便省力，使用長條狀打氣石提供更有效的氣泡懸浮效果，生產池使用特殊防水油漆，有效防止漏水，並具備容易清洗和消毒等優點。日本室外種苗生產池之規模較大(混凝土製2500 m³、400 m³、200 m³不等)，大型或小型種苗池各具優缺點，蝦苗業者端視土地面積、水源進水量、蓄水池貯水量、藻類性餌料培育量、動物性餌料生產量、繁殖技術、及養殖管理技術等，選擇適當蝦苗池面積。蝦苗生產池配置打氣與控溫設施，抽取自然砂層過濾的海水，或將海水抽入蓄水池經處理後使用，海水鹽度控制在32~35‰，水溫以25~30℃為宜，22℃以下時加溫，不要超過30℃，刻意提高溫度，雖然可以快速成長，但因生長過快，達到放養體型時蝦苗免疫機制尚未完全建立，放養後容易因適應不良死亡，或無法抵抗病原侵入導致大量死亡。不可使用抗生素或其它制菌藥劑，以免影響蝦苗品質或破壞蝦苗的免疫系統。

剛孵化幼苗稱為無節幼蟲期(Nauplius, N 期)，含卵黃囊不必投餌，經6次脫殼變態→眼幼蟲期(Zoea, Z 期)，此期幼生卵黃囊已消失應補充餌料，經3次脫殼變態→糠蝦期幼蟲(mysis, M 期)，經3次脫殼變態→後期幼蟲(Postlarva, PL 期)，此期幼生之形態與游泳姿勢與成蝦同，後期幼蟲約每天脫殼一次，習慣上依成長日數稱為PL1, PL2, PL3.....等，後期幼蟲約8~12天(PL8~PL12)可供放養，

因幼生略呈紅色，俗稱「紅筋仔」。Z~M 期餌料以藻類為主，如骨藻(*Skeletonema costatum*)、扁藻(*Tetraselmis* sp.)、小球藻(*Chlorella* spp.)、等鞭金藻(*Isochrysis* sp.)、及擬球藻(*Nannochloropsis* sp.)等，Z 期餌料以扁藻及矽藻為主，可合併使用，如以扁藻飼育水中密度應保持在 2~3 萬/ml，在適當範圍內酌量增加，投飼時宜添加不飽和脂肪酸，矽藻不足時用乾燥螺旋藻粉或濃縮綠藻代替，藻類培養狀況不佳時短期內可用麵包酵母輔助。Z3~M1 期應投與小型動物性餌料如輪蟲(*Rotifer* sp.)或橈腳類(*Copepoda* sp.)，M~PL 期可用動物性餌料(豐年蝦無節幼蟲)配合植物性餌料(矽藻)，也可補充人工飼料。即 PL10 以前以豐年蝦無節幼蟲為主食，添加人工飼料(蝦片、BP、粉料等)，視成長狀況採用不同大小的微粒飼料，可配合投與攪碎的蝦肉(如糠蝦)，或交互投與，應注意投與量和水質污染等問題。

二、斑節蝦養成

(一)選擇養殖場地及設置蓄水池

慎選養殖場地，底質為沙質或沙泥質(厚度應有20~30公分)，容易取得大量海水水源，利用潮差提供養殖池充份換水。或以抽水機抽取砂層自然過濾海水應用，約在最低潮線2~3公尺處沙灘埋設水管，或直接伸入海中抽取海水。養殖場應設置大型蓄水池(加深)，面積可為總面積之1/4~1/5，貯存大量海水備用。蓄水池優點(1)平時貯備優良海水供養殖池換水使用，(2)下大雨或雷雨後，提供大量高鹽度海水供養殖池補充，避免鹽度劇烈變化，(3)水源不佳時(颱風期或大雨後)，引進水經沈澱及自淨作用，得到改善成為良好的海水水源，(4)水源不足或水源嚴重污染時，養殖場可成為半循環式或循環式養殖系統，蓄水池適時成為消毒沉澱及淨化處理池，養殖用水得以再利用，(5)上游或附近養蝦池發生病害時，蓄水池可發揮功能，引進水得到殺菌、消毒、沈澱、及自淨等，維持大量可用水源。蓄養池可酌放少量貝類(文蛤)及草食性魚類(烏魚或虱目魚)，藉以維持穩定的藻相及生態環境，並可作引進水的毒性指標。適度添加優良生態菌，分解消除蓄水池有機物，維持水質最佳化，並藉

優勢的生態菌抑制病原菌的增殖。總之，設置蓄水池有實際適用性，並具多項利益。

(二) 養殖池設施

妥善規劃及鞏固養殖池，(1)池塘堤岸應作好鞏固，不可有滲水的現象，(2)每池設獨立進排水設施，水門、排水口、及進水口等位置適當，排水容易且排水溝的水不會回流，(3)進水口塑膠管及其它設施應安裝 1~2 道密紗網，隨時注意不可發生破損，阻止五鬚蝦進入，五鬚蝦會搶奪食物及生存空間，消耗水中溶氧量，影響斑節蝦單位生產量，(4)適當養殖池面積，小蝦以 1 分地為原則，成蝦池以 3~5 分地為原則。大池塘生態環境穩定，但也具管理不易的缺點，如雷雨後、水質惡變時、及溶氧量不足時，池塘應變管理及進水調節較慢，且病害發生時傳染迅速，(5)適當位置安裝水車及其它供氣設備，啟動水車除供氧外，應造成池水循環，水車數量每分地不可低於 1 部，一甲地養殖池水車數量應超過 10~12 部，池底如能鋪設輔助打氣管供氣更佳，充足的溶氧量，提供養殖蝦、藻類及動物浮游生物需要外，有效氧化有機物，減輕池塘負擔，防止不良微生物增殖，減少疾病發生率，此外，養殖蝦不需耗費能量以抵抗不良環境(如溶氧量不足)，攝取的營養可充份轉換為蝦體組成，得以快速成長。(6)設置圓形或方形的傘網，提供養殖池的資訊，如養殖密度、適當投餌量、攝食情況、活存率、蝦體成長情形、健康狀態、飼料消耗情形、蝦殼顏色、蝦殼長成的情形、脫殼狀況、鰓部顏色、鬚與足等附肢完整與否、殼乾淨與否、殼及附肢是否附污(附著鐘形蟲)、及池底狀態等，藉傘網觀察養殖蝦成長與活力，適時測量體重與體長，得以適時調整飼料種類及投餌量。一甲地可設置 6~8 個傘網，(7)避免夜鳥、白鷺鷥等鳥類進入，防止帶進病原，(8)獨立操作工具。此外，如能設置中央排污設施更佳，有效排除底部有機物，防止池底不良及老化，確有實際存在的價值。

(三)池塘清理與消毒

池塘的整理工作，包括清除污泥、消毒、及曝曬等。徹底清除污泥如能更換底質更好。2種常見的消毒方法，(1)漂白水消毒，曾嚴重罹病的池塘應進行漂白水消毒，進水至池底淹沒為止(約30~50公分)，每公頃使用300~600公升漂白水(12%次氯酸鈉)，或100~200ppm漂白粉消毒池塘。(2)生石灰消毒，收成清池後，池底仍有少量水時立即撤佈生石灰消毒(每公頃200~500公斤，必要時可高達1000公斤)，石灰並具中和池底酸性的功能。消毒後池塘應曝曬一至二星期(底土龜裂)後翻耕，翻耕後再曝曬一至二星期(底土龜裂)，達到較完全的消毒目的，同時底泥中殘留有機物與氧氣作用分解，注水後大量無機鹽可供藻類增殖，達到作水的目的。

(四)作水

池塘引進海水約50~70公分，潑灑醱酵完全之有機肥或醱酵物(如混合米糠豆粕及魚粉等，補充有益生態菌，充份打氣3~7天後使用)作水，同時池塘中適度添加有益生態菌，讓藻類適度繁殖，達到作水的目的，造成優良養殖環境。如迫切需要時，酌量補充農業用無機肥(如磷酸鈣、過磷酸鈣、硝酸鉀、及尿素等)，藻類繁生形優良水色後，並緩慢進水至80~100公分準備放養。

(五)放養

斑節蝦屬於溫帶性蝦類，臺灣地區夏秋季水溫高較不適應，早期以草蝦與斑節蝦輪養，即池塘一年養殖兩次，春夏季養殖草蝦，秋冬季養殖斑節蝦，1987年草蝦發生嚴重病害(桿狀病毒及弧菌病)，隨之，斑節蝦也嚴重發病，為了持續性養殖，少數養殖場改為一年一養，其它時間讓池塘消毒及休息，如放苗時間提早至端午節左右(視氣候、水溫、及蝦苗生產狀況)，約於6~8月間放養斑節蝦苗，可直接放養紅筋苗，數量為每分地8~12萬尾，紅筋苗活存率較低約為30~50%，放養量可稍微提高，耗損後實際放養量約為每分地3~7.5萬尾，應再調活存苗放養量為每分地3~3.5萬尾為宜，活存率高時應淘汰部份小蝦，避免養殖密度過高。養殖成功才是賺錢的保證，蝦苗放養密度不宜過高，養殖至冬至或農曆年時，市場消耗量大單價高時收穫，養殖時間約為6~9個月，體型可達30~60尾/斤。目前，

100尾/斤的斑節蝦市場接受度高，養殖期間酌量縮短，可收穫中小型蝦體，雖然穫益小，但可減低養殖風險，把握成功率，減少病害發生率，及病害發生損失量。保守的作法，先收穫部份市場容許小體型之池蝦，維持成本平衡後，其餘斑節蝦繼續放養。池塘捕穫部份蝦體後，池蝦密度減少，空間增大，競爭性降低，池塘緊迫性減少，池蝦得以迅速成長，達到市場需求大體型再收成，以增加收益。澎湖地區養殖業者曾以低密度養殖(從1991年開始)，每 m^2 養殖量降為20尾(每公頃養殖量約為200,000尾)，得到成功的養殖。

採用分段式養殖更好，如放養紅筋苗時，小型池塘(0.5~1分地)清理消毒妥善，作水後先放養蝦苗，水深約80~100公分，水量可依體型及氣候狀況適當調節，密度提高為每分地50~60萬尾，依據池塘中輪蟲及橈腳類幼生的數量，適當調節人工飼料及攪碎的雜魚雜蝦等供應量。小面積飼養管理容易及觀察方便，餌料投與較均勻，高密度養殖幼苗對環境適應性好，對氣候變化的抵抗性也較佳，養殖約45~60天後再移至大型養成池放養。大型養成池塘面積以3~5分地為佳，放養量為每分地3~3.5萬尾為宜(3~5萬尾)，具管理方便藻類穩定，已清理及消毒妥善的大蝦養成池，作水後放養小蝦，因大型養成池池底狀況好水質佳，空間大，少競爭，無緊迫性因子，小蝦放養後可迅速健康成長。

(六)投餌量的調節

斑節蝦飼料投與法與草蝦不同，因斑節蝦有潛砂性，白天潛伏在池底很少出來活動及索食，夜間出來索餌，投餌時間宜選在夜間進行，下午5~6點開始投餌，這階段斑節蝦攝餌最旺盛，可投放每日餌料量之40-45%，隔5~6小時再投餌1次，隔日清晨5~6點再投餌1次(15~25%)，總共投餌3次。各廠牌飼料得依「飼料管理法」及中央標準局規範「水產動物用配合飼料 CNS 國家標準」的尺度調配飼料配方(表一)，養殖業者可遵循「CNS 國家標準」選擇適當的飼料，每日投餌量應依據蝦體大小而定，池蝦體重0.25公克每日投餌量為體重10~15%，體重1~5公克為7~10%，體重5~10公克為4~6%，體重10~20公克為3~4%，應依天氣變化、水質狀況、及池蝦健康情形等適當調整給餌量。

以放養黑殼苗爲例，放養後第一天人工飼料的投與量爲(1 公斤/20 萬尾)，投餌法可沿池邊潑撒於池中，或全池均勻撒佈，每天酌量增加 10~20%飼料量，待池蝦成長至 5 公克時，開始以傘網測定殘餌並決定每天適當的投餌量，如體重平均爲 5 公克時，傘網放置每次飼養量 0.75%之飼料，以 2.5 小時吃完爲原則，如不到 2.5 小時就已吃完，可認定投餌量不足，應補充，如 2.5 小時仍吃不完，則投餌量太多應調整。體重爲 7~10 公克小蝦，傘網內飼料量爲每次飼養量 0.75%，觀察時間爲 2 小時，成長至 10~20 公克時，傘網內飼料量爲每次飼養量 1%，觀察時間爲 2 小時，成長至 20 公克以上時，觀察時間爲 1~1.5 小時，夏天高水溫以 1 小時吃完，冬天以 1.5 時吃完爲原則，經驗上以中蝦及大蝦而論，大約每 1,000 台斤池蝦可吃 1 包飼料(20 公斤)，中蝦及大蝦每天攝餌量爲體重 2.5~3%。平日飼養管理應注意天氣預報、氣候變化、蝦池水質狀況、蝦體活力與健康情形等適當調整投餌量。

(七)養殖管理

養殖池應適當控制水溫及鹽度，注意天氣預報和天氣變化，適時提高蝦池水位，水車數量足夠時可提高水位至 1.5 m~2 m，也應注意調節進水量。養蝦著重於作水養水，以穩定藻種爲綠藻爲例，綠藻水水色爲綠色，遠看時水色很深呈綠色，池邊觀察時，水色亮亮的，懸浮顆粒及死亡藻體很少，才是優良的綠藻水，如出現大量懸浮顆粒及死亡藻體時，可能爲水質惡化的前兆，可排出 1/4~1/5 池水再注入新鮮海水，配合優良生態菌(生物製劑)投與，運用優良生態菌的能力，去除池底有機物，防止池塘老化、維持優良水質、及藻類的優良化等，優良生態菌株的功效包括(1)分解池中的有機物成無機鹽，無機鹽可供藻類利用，促進藻類增殖造成優良水色。(2)菌種優勢原則，優勢生態菌與致病微生物競爭營養鹽及空間，抑制致病微生物的生存及增殖。(3)淘汰不良及體弱生病的藻類，強化活存藻類的生存及活力，藉以造成優良水色，提供優良水生環境。

養殖初期(第一個月)池水透明度約爲 25~30 cm，養殖中期透明度約爲 30~40 cm，養殖後期透明度約爲 35~50 cm。養殖期間池水應維持足夠的溶氧量，養殖管理措施包括適當放養密度、水溫鹽度的管理控制、選擇適合斑節蝦營養的人工飼料、適當投餌量、縮短

養殖期間(如採階段式養殖)、作水及水質的控制、適當調節換水量、充份安裝水車或增氧機、及使用優良生態菌等。病害發生的原因很複雜，主要原因為水域環境失去平衡、致病微生物增殖入侵、免疫機能有缺陷、及營養失調等。當生態環境失去平衡，造成環境及水質惡化，水中溶氧量嚴重減少，池蝦生存受到威脅及緊迫(stress)，造成不適及體弱。失衡的水域環境，提供致病微生物大量增殖的機會，引起蝦類嚴重病害。失衡環境可以運用優良生態菌得到解決，所以，應用生態菌的功能，包括創造魚蝦類生存空間，減少病害發生率，補充蝦類需求的營養，減少不必要的營養損耗，縮短養殖時間，有效降低養殖成本，增加實質的收益，及提高產業在市場及國際間的競爭力等。

應選擇營養價值平衡的飼料，配合斑節蝦生理需求調配合適飼料，養殖時選擇不同成長階段的飼料(如表一所示蝦苗前期、蝦苗後期、幼蝦、中蝦、及大蝦飼料等)，依季節及氣候變化添加適當的添加物(如維生素E、綜合維生素、魚油等)，提高飼料轉換效率，促進成長及維持健康與活力，增強對環境變化的適應力，強化蝦體免疫能力等。實驗證明，飼料中添加免疫增強物質(如多醣體)確能增強魚類細胞性免疫能力，增強巨噬細胞吞噬微生物或異物的能力。

三、常見的蝦病

1. 微小動物：(1)鐘形蟲共生，鐘形蟲(*Zoothamnium* sp., *Acineta* sp., *Epistylis* sp.)，附著於體表附肢及鰓部等(俗稱卡毛、卡漿、卡沾)，影響蝦子活動呼吸及脫殼。(2)線蟲(*Thymascaris* sp.)寄生於表殼及鰓部，鰓部出現污泥及附著大量污物，病蝦活力不佳，攝餌量減少，病蝦容易感染鐘形蟲及細菌。微小動物感染症係因有機物堆積池底不良及老化所致，應著重於放養後立即施行管理措施，如大量供氧設施及應用優良生態菌等，如未在放養開始立即施行管理措施，當養殖後期出現狀況時，較難處理且效果不佳。

2. 鰓部症狀：(1)黑鰓病，鰓蓋黑色鰓部變黑，鰓部附著大量污物，蝦殼變軟，行動遲緩，活力不佳，食慾減退等，嚴重時陸續發生死亡，病蝦會感染其它病原(黴菌、絲狀菌、鐘形蟲、及細菌等)，原因為過量投餌，池底堆積有機物及污泥。(2)黃鰓病，鰓蓋變黃鰓絲變黃或黃褐色，併發大量鐘形蟲，病蝦食慾不佳(退料)，呼吸障礙，出現靠岸的行為，病害係因藻類繁殖過盛池水過肥。(3)紅鰓病，鰓部顏色變成紅色或粉紅色，鏡檢時鰓絲出現大量紅色素細胞，病蝦出現退料及靠岸等異狀，係因底質不良底質惡化及出現有毒物質所致。(4)爛鰓病，池蝦罹患黑鰓病黃鰓病及紅鰓病等病害，未及時有效處理，病害惡化導致鰓絲潰爛，形成爛鰓病。應著重於預防管理，放養後立即施行管理措施，大量供氧設施，及應用優良生態菌等，可以有效預防病害。
3. 蝦體異常：(1)蝦體抽筋或彎曲症，出現於炎熱的天氣，水溫高陽光強，拿起傘網觀察或測定大小時，蝦體出現異狀，身體彎曲無法伸直，預防方法為注意餌料營養與鮮度，避免在高溫強光時捕捉蝦子，測量及觀察時間可提早或延後。(2)肌肉白濁症，發生於第3~6體節肌肉白濁壞死，非病原性因素(緊迫性)，如水溫過高溫度變化過大，溶氧量不足，水中有機物量過高，及捕捉時均可能發生。病原性因素如微孢子蟲(*Microsporidia* sp.)及弧菌(*Vibrio* sp.)感染，病因為池底惡化池蝦遭受病原菌入侵，預防方法為放養後立即施行管理措施，大量供氧設施，及應用優良生態菌等措施。
4. 細菌性疾病：(1)殼病，真菌(*Beneckea* sp.)、弧菌(*Vibrio* sp.)、假胞菌(*Pseudomonas* sp.)、及絲狀菌等大量增殖及寄生，外觀症狀如斷鬚、斷腳、殼破損穿孔、潰爛、黑變，尾扇及尾節潰爛等，病害係因大量有機物堆積底質惡化，病原菌大量增殖所致，應著重於預防管理，如大量供氧設施及應用優良生態菌等。(2)弧菌病，從蝦苗至成蝦各成長階段均會遭受感染，養殖之蝦種均會罹病，臺灣地區主要弧菌種類為*V. harveyi*、*V. damsela*、*V. parahaemolyticus*、*V. alginolyticus*等，附肢(附肢及表殼)，腸道系統(口器、食道、腸道、中腸、肝胰臟等)，及全身各組織器官

(如淋巴器官、心臟、鰓部、及結締組織等)均會遭受弧菌攻擊，病蝦肝胰臟會出現嚴重病變(肝胰臟腫大、萎縮、或變紅等)，罹病池會發生大量死亡。病害以有機物大量堆積池底老化及水質惡變等之池塘容易發生，應著重放養後立即施行管理措施，大量供氧設施及應用優良生態菌等。池底不良及老化時，病原菌會大量增殖，應用優良生態菌的優點，包括分解池底有機物及減輕池底負擔，與病原菌等競爭，優勢生態菌可抑制病原菌增殖。此外，飼料中添加多醣體增強蝦類免疫能力。

5. 病毒性疾病，詳述於「魚病診斷與防治」篇，「蝦類病毒性疾病」節。

四、解析常見的養殖問題

1. 下大雨鹽度變化劇烈、引進水源不佳或具污染物(有機物質、毒性物質、病害原)：設置蓄水池適時提供幫助，蓄水池貯存大量海水，下大雨時提供蝦池換水防止蝦池鹽度劇烈變化。如水源不佳或污染時，勿直接將海水引入養殖池，避免池蝦傷害，可將海水引入蓄水池，經沉澱、消毒、池塘自淨等，蓄水池可補充優良生態菌，加速水質淨化，待水質改善後再使用。
2. 養殖後期溶氧不足、大量有機物堆積、池塘老化、嫌氣性菌增殖：養殖後期堆積於池底有機物經好氣性菌氧化分解時，消耗大量氧氣，導致池水溶氧量嚴重不足，並引發嫌氣性菌繁生，導致池塘老化。預防方法，放養後立即施行管理措施，大量供氧設施，及持續妥善應用優良生態菌等，可避免有機物堆積，防止或延緩池底老化。
3. 充份補充氧氣：溶氧不足造成緊迫性，影響養殖物健康、新陳代謝速率、飼料轉換效率、及池蝦成長率。養殖後期池蝦藻類及有機物效應，導致溶氧量不足嫌氣性菌繁生池塘老化等問題，除了優良生態菌可以幫忙外，設置供氧設施(如水車、空氣壓縮機等)提供呼吸作用(養殖蝦、藻類、及微小動物等)及好氣性菌所需。此外，供氧設施促使過飽和氧氣及含氮廢氣逸出，有效預防氣泡病。

4. 小兵立大功的石灰：石灰可以消毒池塘及中和池塘酸性，水中懸浮顆粒及死亡藻體過多時，潑灑石灰水可與之形成大顆粒沉澱，池水得到短暫的淨化和穩定，再適時添加優良生態菌以分解死亡藻類或有機物，池蝦可得到適度休養，池塘有時間採用適當對策。當池水突然澄清或惡化，使用石灰有相當的功效，池水pH過高或過低時，潑灑石灰可使池水形成緩衝溶液，避免養殖蝦受到傷害，得以迅速處理或換池飼養。
5. 「養殖成功的關鍵在於作水」，這句話應只對了一部份，撇開飼料營養、養殖品種、種蝦、及蝦苗品質不談外，作水培養優良藻種水色，只是養殖的基本條件，成功養殖應包括維持養殖期間水質穩定，消除有機物淨化池塘，避免嫌氣性細菌增長等，所有的問題都圍繞在引進水源、水質淨化設施、大量供氧設施、及應用優良生態菌等。
6. 理想的養殖要件：池塘清理消毒及底質改良，種蝦的選擇，以最自然的狀況培育蝦苗(不過度加溫、不用藥、運用天然餌料及人工配合飼料)，慎選養殖場(進排水容易、底質適合、容易取得優良而大量的水源)，設置蓄水池，適當調節進排水量及進排水時間，控制適當放養密度(密度可低不可高)，選擇良質飼料，階段式養殖，依體型大小在適當時機進行飼料轉換，投餌時間的安排及調節，調整投餌量，適量添加維生素及魚油，作水及維持優良藻類水色，防止五鬚蝦混入，有機物排除與水質底質改善，避免嫌氣性菌增殖防止池塘老化，添加物以增強蝦體免疫力(如多醣體等)，適當時機應用石灰等物質，防止引進病原或混入病原，及病害迅速排除等，養殖過程中，符合上述要件愈多項目，成功機會愈大。
7. 正確的養殖理念：簡單的包括兩項基本概念，(1)運用優良生態菌維持水質的穩定性及優良性，如淨化蓄水池水質供繁殖池或養殖池使用，池塘放養後立即施行管理措施，定期應用優良生態菌等，以去除池底有機物，防止池塘老化，維持優良水質，維持藻類優良化，以菌種優勢原則抑制不良微生物或致病微生物的增殖。(2)添加適當的添加物(如維生素E、綜合維生素、魚油、氨基酸、或綜合營養劑等)，提高飼料轉換效率，補充蝦類

成長及維持健康與活力所需的營養，養殖期間可添加免疫增強物質(如多醣體)，以強化蝦體免疫能力，增強對環境變化的適應力。

表一、水產動物用配合飼料之 CNS 國家標準(摘錄草蝦及斑節蝦部份)

項目		最低成份含量(%)		最高成份含量(%)			鈣磷含量(%)		備註	
飼料種類		粗蛋白質	粗脂肪	粗灰份	粗纖維	鹽酸不溶物	鈣	磷	體重或長度	
蝦類	草蝦	蝦苗前期用	40	3	17	3	2	4.5±0.5	4.0±0.5	<0.2g
		蝦苗後期用	38	3	17	3	2	4.5±0.5	4.0±0.5	0.2~1.0g
		幼蝦用	37	2.8	17	3	2	4.5±0.5	4.0±0.5	1.1~10g
		中蝦用	36	2.8	17	3	2	4.5±0.5	4.0±0.5	11~20g
		大蝦用	35	2.8	17	3	2	4.5±0.5	4.0±0.5	>20g
	斑節蝦	蝦苗前期用	50	3	17	3	3	5.5±0.5	4.0±0.5	<0.2g
		蝦苗後期用	48	3	17	3.0	3	5.5±0.5	4.0±0.5	0.2~1g
		幼蝦用	47	2.5	17	3	3	5.5±0.5	4.0±0.5	1.1~10g
		中蝦用	46	2	17	3	3	5.5±0.5	4.0±0.5	11~20g
		大蝦用	45	2	17	3	3	5.5±0.5	4.0±0.5	

電話：(02)2364-2910，傳真：(02)2365-4403，電郵：exten@ntu.edu.tw



圖 1 野生斑節蝦，體節明顯。



圖 2 黑殼苗池應作水及加強供氣。



圖 3 斑節蝦繁殖池之排水構造及設施。



圖 4 培育蝦苗以不加溫不加藥為原則，幼苗健康佳活力好。



圖 5 設置圓形或方形的傘網，適時提供養殖池的資訊。



圖 6 斑節蝦養殖池應設置足夠數量的水車或供氣設施。

海魚線蟲之迷思與剖析

施秀惠

國立臺灣大學生命科學系

一、海魚線蟲知多少？

近年來漁業發展出現與觀光休閒產業結合之趨勢，許多地方政府配合當地特殊漁產品生產季節舉辦美食觀光活動，經由政治人物之代言倡導與媒體之宣傳，而獲致理想效益，不僅增加當地觀光客源，更大大提昇了漁產品之經濟價值。開風氣之先的是「澎湖風帆海鱸節」，而公認最成功且效益驚人的則以「屏東黑鮪魚季」莫屬，此外還有「南方澳鯖魚節」與「臺東飛魚祭」等類似活動相繼舉辦。

然而伴隨著前述顯已蔚為風尚且有多方效法推動的產業發展情勢，卻常有令觀光客和消費者疑慮驚懼，失去興緻甚致倒盡胃口的情況發生，那就是傳播媒體三不五時地以聳人聽聞的方式報導「海魚有蟲」！茲依據時間順序，引用數則報導為例：

(1)「白帶魚裡有線蟲」-東森新聞與東森電子報 93 年 6 月 22 日報導白帶魚陷入『蟲蟲危機』，該臺記者聲稱無論是買自市場的還是剛由北海岸釣場釣起的白帶魚的魚肚內除了內臟外，還有一團團的線蟲；此外釣客表示，「不只是白帶魚，十條被釣起的魚中，十條都有蟲」。

(2)「大賣場鯉魚滿肚線蟲」-中國時報 93 年 4 月 13 日報導，消費者在大賣場購買生鮮鯉魚，返家自行清理準備烹煮之際，魚肚才一剖開就冒出大量白色線蟲！當場被嚇壞的消費者向業者要求補償，同時向消保官檢舉。

(3)「鯖魚罐頭，爬出線蟲」-中國時報 92 年 12 月 5 日報導，消費者在大賣場購買三罐茄汁鯖魚罐頭，食用時發現每罐中皆有線

蟲存在，深感噁心而要求賠償。

(4)「東北角臭肚離奇死亡」-民生報 89 年 10 月 3 日報導東北角由基隆海域延伸到宜蘭石城，估計已有上萬尾的臭肚魚暴斃，解剖發現死亡魚體內有大量的線蟲。

媒體報導時依例需訪問專家學者並引用他們的談話以說明情況，同時教導消費大眾。令人遺憾的是，受訪之「專家學者們」往往並非寄生蟲學專業，他們的發言不但未澄清疑慮反而更為誤導閱聽大眾。譬如在鯖魚罐頭事件中有專家說：「製作魚罐頭過程是密封高壓高溫殺菌，魚罐頭裡還發現寄生蟲，疑是過程有問題」，另有專家也持相同看法：「寄生蟲不會來自鯖魚等海洋魚類，應該是食品工廠操作有問題」。專家們懷疑線蟲是罐頭中混合到其他雜質所引起，可能原因包括魚類本身已腐壞、結合到其他食品，以及密閉的罐頭裡有空氣等，都是造成『魚罐頭内生蟲』的原因。而在白帶魚的報導中有專家說白帶魚的線蟲可能來自臭肚魚，當白帶魚吃了臭肚後就將其肚子裡的線蟲一併吃了進去。

引述近年來多種海魚有線蟲的報導與專家之解讀，相信漁產業界與消費大眾心中的疑團並未解除，仍忍不住要問：海魚有線蟲是意外還是必然？線蟲究竟打從何處來？是不是所有的海魚線蟲都感染人？當消費者申訴漁產品有蟲時，從撈捕(或養殖)、加工到販售業者究竟應負何種責任？是否有賠償的義務？筆者基於寄生線蟲學的專業知識與多年的研究成績，擬逐一剖析從「海魚線蟲知多少？」所衍生的迷思。

二、魚病學與公共衛生學之重疊與分野

從分類學角度分析，魚類寄生蟲實涵蓋兩個界與多個門：(1)原生生物界：肉足鞭毛蟲門、纖毛蟲門、頂體孢子蟲門、微孢子蟲門、粘孢子蟲門等單細胞之原生動物。(2)動物界：扁形動物門(包括單殖吸蟲綱、複殖吸蟲綱、盾腹吸蟲綱和條蟲綱)、圓形動物門、

棘頭蟲門、節肢動物門(包括甲殼動物綱、橈足綱)等。上述物種中，人因食用魚類而遭感染之人畜共通寄生蟲，僅有俗稱為圓蟲(但更常被稱為線蟲)的圓形動物和複殖吸蟲而已，此即為公共衛生學關注之焦點。其他寄生蟲由於不致由魚體感染人類，意即人不會因攝食受感染之魚體而遭寄生蟲感染，因此被界定為魚病學領域。首先討論此領域。

魚類遭寄生蟲感染後，除非感染嚴重，通常不至於直接導致寄主死亡，而是由於病毒或細菌等病原入侵寄生蟲產生之傷口，引起續發性感染才致死。然而寄生蟲對魚類寄主之正常生活仍造成影響與危害，大致分為下列四個方面(張劍英，1999)：

(1) 機械性刺激與損傷

例如單殖吸蟲與橈足類在魚鰓或皮膚上之寄生，可能刺傷、撕裂寄主皮膚，使其不安、狂游並跳離水面；鰓組織產生炎性水腫和細胞增生、血管擴張與充血，鰓部受損將引起呼吸障礙，進而引發全身性缺氧，導致各器官病變。機械性損傷的後果往往因傷口感染而引起其他魚病的產生。

(2) 擠壓與阻塞

內寄生蟲的感染可能造成對寄主組織器官的擠壓，引起萎縮、壞死和生理機能的喪失。例如血居吸蟲的卵阻塞腎血管與鰓血管，引起水腫與鰓絲壞死；複殖吸蟲與線蟲的大量寄生使小型魚因腸道阻塞而死亡等。

(3) 掠奪寄主營養

例如寄生魚鰓之單殖吸蟲吸取寄主血液，消化道內線蟲攝取寄主營養等，輕者導致魚體營養不良，生長發育受影響，重者甚致死亡。

(4) 毒素的作用

寄生蟲在寄生過程中，其代謝產物排泄於寄主體內，有些產物對魚體具有毒性，可能產生不良影響，例如魚體之血紅蛋白與紅血球數目下降、紅血球變小、白血球組成改變等情況。

魚病學與公共衛生學之重疊處即在於經由魚類傳播之人畜共通寄生蟲，而公衛專家學者們與食品安全檢驗部門對漁產品關切的目標亦為此。淡水魚中最重要的是寄生在魚肉內屬於複殖吸蟲之肝吸蟲的囊狀幼蟲(*metacercaria*, 亦稱後尾動幼蟲)，海水魚中的則是在魚體內臟或肌肉結囊之海獸胃線蟲的第三期幼蟲。此外魚病學與公共衛生學之分野亦可由魚類在寄生蟲生活史中可能擔任的兩種不同角色與意義區別之(施秀惠, 2003)。簡言之，魚類擔任寄生蟲之終寄主多屬魚病學領域，而魚類擔任其中間(或保蟲)寄主則落入公共衛生學領域。

爲了建立消費者對漁產品之信心，解除其感染人畜共通寄生蟲病之疑慮，職掌維護公共衛生之食品安全檢驗部門和漁業界間之互動實應相輔相成，萬不可因猜忌而對立衝突。

三、海魚有線蟲！宿命難逃？

首先說明筆者研究室對前述多種海魚線蟲報導之調查與鑒別結果。白帶魚的消費是以兩岸三地的華人爲大宗，全球年產量 75 萬公噸而華人食用 60 萬公噸。經由筆者研究室連續一年由宜蘭和東港外海採樣查明，結果發現魚體內的線蟲組成非常複雜，共有四種屬於蛔蟲目安尼線蟲科之圓蟲：海獸胃線蟲(*Anisakis simplex*)、前盲囊線蟲(*Porrocaecum decipiens*)、有鉤宮脂線蟲(*Hysterothylacium aduncum*)和帶魚針蛔線蟲(*Raphidascaris trichiuri*) (Shih, 2004)。前二者在魚體內僅有第三期幼蟲階段且不會繼續發育進入後續階段，幼蟲先出現在白帶魚的胃腸道，而後鑽過腸壁分佈於體腔，可能爲自由活動狀態(圖一)；或因魚體組織反應而形成結締組織性囊體，

達到包被幼蟲，限制其活動之目的(圖一、二)，囊體最常分佈於腸繫膜與肝臟表面。白帶魚在這兩種線蟲的生活史中擔任中間寄主或保蟲寄主(paratenic host)角色，主要導致公共衛生學的問題。而後二種線蟲在魚體內則同時存在著第三期、第四期幼蟲與成蟲階段，但分佈僅限於魚的胃腸道內，顯示白帶魚可擔任其終寄主角色，因而屬於魚病學領域。

關於鯖魚罐頭內的線蟲種類，筆者透過中視記者之介紹直接連繫消費者後，取得表面與內部皆有線蟲沾附之鯖魚肝臟標本。線蟲種類鑑定為海獸胃線蟲和有鉤宮脂線蟲的第三期幼蟲。筆者研究室今年開始持續由南方澳採樣查明澳洲鯖魚(俗稱花腹鯖)之線蟲相，至今發現其線蟲盛行率為百分之百，意指每條魚都有線蟲，感染密度最多者可高達近千條，分佈多位於生殖腺-卵巢外(圖三)，亦可能在肝臟上(圖四)。而其線蟲相與白帶魚的類似，差別在於澳洲鯖體內的線蟲主要為海獸胃線蟲一種，其它三種數量極少。此項研究目前仍在進行中。

東北角離奇死亡的臭肚體內線蟲經檢驗確認為有鉤宮脂線蟲(圖五)，此線蟲在臭肚魚體內的情況與在白帶魚體內相同，都只在魚的消化道內同時存在著第三期、第四期幼蟲與成蟲階段，所以臭肚魚也擔任此線蟲之終寄主，而中間寄主則為大型肉食性之海洋浮游動物-箭蟲(圖六)(施秀惠，2001；Shih and Jeng, 2002)。後續調查中則在臭肚體內發現海獸胃線蟲的第三期幼蟲。

至於大賣場裡鯉魚線蟲的鑒別，雖然筆者研究室曾和臺北縣政府衛生局及消保官連絡，但並未獲得樣本，本研究室亦未曾從事鯉魚的研究，所以至今仍不知其為何種線蟲。

從線蟲生活史看來，無論海魚線蟲屬於魚病學或公衛學問題，筆者認為：海魚有線蟲實屬難逃之宿命，而久經確立以浮游動物為海洋生產力基礎之海洋食物網更堪為此推論之強烈佐證。屬於安尼線蟲科之各種線蟲分別以不同的浮游動物為中間寄主，例如海獸胃線蟲以磷蝦類(euphausiids)；前盲囊線蟲以橈足類(cyclopoid copepods)為第一中間寄主，而以甲殼綱十足類幼生-糠蝦(mysids)、端足類

(amphipods)與等足類(isopods)為第二中間寄主；有鈎宮脂線蟲以箭蟲為中間寄主等。海魚攝食這些中間寄主體時，其體內之線蟲幼蟲則依循著食物鏈而被攝入魚體(圖七)。當魚類為線蟲之終寄主時，幼蟲停留於魚之胃腸道，經兩次蛻皮而發育為成蟲，雌雄異體之成蟲間交配產卵而完成其生活史。當魚類僅為線蟲之中間或保蟲寄主時，魚體環境並不適合幼蟲之繼續發育，有些幼蟲可能死亡或失去活力而隨著魚的糞便被排除；有些則將鑽過消化管壁抵達魚的腹腔，可能引發寄主組織反應而被結締組織包覆以致在內臟上或肌肉內形成囊體，亦可能自由活動，等待被恆溫動物類之鯨豚類(如海獸胃線蟲)或海豹海獅等鰭腳類(如前盲囊線蟲)攝入，而得以繼續發育完成其生活史。

準此觀之，對海魚有線蟲的現象而言，寄生關係的存在與建立的確是宿命難逃，差別只在於海魚在線蟲生活史中扮演的究竟是中間(或保蟲)寄主或終寄主的不同角色罷了。而人類食用海魚及相關漁產品時必需面對的不僅是本質屬於魚病學領域但涉及消費美學的問題，甚致更嚴重的公衛問題了。

四、迷思與剖析

面對海魚線蟲問題，即使時至今日國人仍有不少迷思。筆者發現：相較於消費大眾，漁撈業者、老練的海釣釣客和漁產品加工製造業者是迷思較少，更為了解此問題之真相與本質的社群。下面逐一剖析各項慣見之迷思：

(1) 『魚罐頭內生蟲』的原因

基於筆者多方闡述之海魚線蟲宿命論可知，魚罐頭內的線蟲絕非自然發生，而是來自被加工的對象-鯖魚。前述某些專家們提出的「寄生蟲不會來自鯖魚等海洋魚類」、「應該是食品工廠操作過程有問題」、「混合到其他雜質或魚類本身已腐壞所引起」等看法則是全然錯誤的無稽之談。

反倒是業者們的經驗之談較為正確，業者在自清與解說製作罐頭的加工過程時說：「鯖魚線蟲應該是魚體內的蛔蟲，撈捕上岸載往公司後，是先冷凍保存達一定數量後才解凍剖腹清洗，問題可能出在冷凍過程中，蛔蟲逃出而由鯖魚腹內鑽入魚肉內」、「蛔蟲在加溫過程中受不了而鑽出肌肉」。

業者正確清楚地說明線蟲的來源是鯖魚，同時更精確的稱呼為「蛔蟲」(前面提到，這是一個分類地位上的「目」)，而不是含糊籠統的以包括整個動物門、數量超過一萬兩千種的「線蟲」稱之。此外業者還正確指明線蟲在魚體的分佈位置是魚腹內，並不在肌肉。不過業者刻意迴避而未坦承加工前所犯的嚴重錯誤：並未正確冷凍與妥善清洗。首先如果冷凍條件確實達到歐盟要求的零下 20°C 24 小時，或美國食品與藥品檢驗局(US Food and Drugs Administration, FDA)要求之零下 35°C 15 小時以上的話，幼蟲已然凍死而不可能存活，也不致於在冷凍或加熱過程中逃出魚腹而鑽入魚肉了。其次如果加工時做到妥善剖腹清洗的話，魚腹內的線蟲應已清理乾淨而不致出現在罐頭中，然而消費者提供筆者檢驗的標本卻是一塊有蛔蟲幼蟲粘附的肝臟！由此可知，業者並未善盡加工前清洗與保存的責任。筆者認為業者固不需為鯖魚有蟲而負責(試問：應從何負起呢?)，但必需為加工之輕忽與品管之草率以致生產出有瑕疵之漁產品而負責。主管食品安全檢驗部門則要求其改善作業流程，落實保存與清洗之標準，同時嚴加抽驗其產品以資追蹤考核。

(2) 海魚有蟲與否和魚的新鮮程度並無絕對關連

在前述東森新聞報導之「白帶魚的蟲蟲危機」中曾強調魚販對消費者的建議說：「要挑選魚身挺直、眼睛黑白分明者，這些都是剛釣起的新鮮魚類，消費者可安心選購」。業者的言下之意是這些「新鮮的」白帶魚是沒有線蟲的，然而根據前面的討論我們已了解：海魚有蟲與否和魚的新鮮程度是毫不相關的兩回事。其實在新鮮的白帶魚體內反倒比較有機會看到活的、活動力強、扭動中的線蟲，缺乏心理準備的消費者恐怕更容易受到驚嚇。

相對於媒體報導，大賣場裡販售鰹魚的業者則並未陷入此項迷思：「因水溫等因素易產生寄生蟲，與新不新鮮無關」；既然鰹魚有線蟲並非新鮮與否的問題，業者還進一步解釋為何無法預先剔除而仍供應有線蟲的鰹魚：「由於屬於野生打撈，品質控制不易」。這是實情，由於販售的鰹魚是完整未經剖洗的魚體，當線蟲盛行率隨季節而改變時，有些魚有蟲，有些則無，每條魚體內的線蟲數(即感染密度)也有高低之差別。對消費者而言，購買鰹魚時隨機選取，選購的魚有蟲沒蟲是機率問題；但對業者而言，販售的整批魚貨中難免有蟲，終究有人會買到有蟲的魚，因此面對消費者的抱怨與投訴也是宿命難逃了。

至於該不該賠償？筆者認為消保官的處置甚是：「業者有義務告知消費者各種情況，因此要在賣場中設立告示牌，向消費者說明清楚，如果願意選購就加以清理乾淨，以免滋生消費爭議」。不過，話說回來，以消費大眾目前對「海魚有線蟲」之認知仍處於是災害與意外而尚未能理解並接受此事乃必然也是嗜食海魚者難以迴避的情況時，筆者懷疑：消費者對於這類告示牌下的鰹魚以及其他海魚仍有購買之意願嗎？

(3) 死蟲是否無害？

鯖魚罐頭業者曾引用農委會的文獻說：「只要加溫到 70°C 30 分鐘，或 80°C 5 分鐘，蛔蟲或蟲卵即被蒸熟，對人無害，更無感染之虞」說明即使罐頭裡有線蟲，但經過適當加溫後，無論蟲還是卵都已死亡而失去感染能力。前面筆者已討論過如果正確清洗魚體，魚的內臟和線蟲應已清理乾淨不致留存於罐頭內，更不會出現消費者目睹罐頭內有蟲而產生噁心感之消費美學問題。如果撇開這項製作與品管的嚴重缺失不談，業者的「加熱使蟲喪失感染力」的說法是完全正確的；販賣白帶魚的業者也在媒體上提醒消費者：「食用之前，一定要將魚肉煮熟，這樣才安全」。遺憾的是，雖然死蟲已無感染力但近十年來臨床醫學研究發現：死蟲仍對人體有害，因為人吃入含有死蟲的魚肉後可能導致「胃過敏性海獸胃線蟲症」(Gastroallergic anisakiasis, GAA)。

病例出現與報導已超過四十年的「海獸胃線蟲症」指的是活的幼蟲侵入人體胃腸黏膜而產生的胃腸道症狀，詳情已在本刊中討論過(施秀惠，2001)。而「胃過敏性海獸胃線蟲症」則是人體受到海獸胃線蟲(*A. simplex*)排泄腺內一類過敏原所刺激引發(Moneo et al., 2000)的徵候群，從輕微的症狀如風疹塊(urticaria)和血管水腫(angioedema)到嚴重的支氣管痙攣(bronchospasm)和痙攣休克(anaphylaxis)；此外也會發生如噁心(nausea)、嘔吐(vomiting)、腹瀉(diarrhoea)和腹部疼痛等消化道徵狀。這類過敏原的化學成分是蛋白質，實驗證實其對熱和胃蛋白酶(pepsin)皆有耐受力(Caballero and Moneo, 2004)，因此即使線蟲已被煮熟且經人體酵素的消化，仍然具有引發過敏症的能力。

研究指出：目前僅有海獸胃線蟲(*A. simplex*)一種線蟲可引發此種過敏反應；而許多原被認定對海鮮過敏的患者，經由血清學試驗證明其體內的免疫球蛋白 E (IgE)其實是和海獸胃線蟲過敏原反應，而不是針對各種海鮮成分；換言之，患者的過敏對象其實是混雜在海鮮產品中的海獸胃線蟲或其殘餘物，而不是海鮮本身。

不過已有學者們質疑死蟲引發過敏的能力，最新的研究指出：只有活的幼蟲進入人體後才可能引發「胃過敏性海獸胃線蟲症」，如果幼蟲已死的話最多僅導致消化道的過敏性徵狀而已(Alonso-Gomez et al., 2004)。我們將密切注意此項研究之進展，因為這是攸關海魚及其產品之保存與製造安全性的關鍵。

(4) 線蟲在魚種間的傳播能力

在解讀白帶魚線蟲來源的報導中，有專家說：「白帶魚的線蟲可能來自臭魚，當白帶魚吃了臭肚後就將其肚子裡的線蟲一併吃了進去」。線蟲確實可在魚隻間傳播，無論魚類是否屬於同種，關鍵只在於是否符合其食物鏈。以海獸胃線蟲的生活史為例，小型魚和烏賊類之頭足動物可吃入有幼蟲的磷蝦而成爲保蟲寄主，幼蟲在其體內形成囊體，等待下一個寄主的攝食。而當大型魚如鱈、比目魚等吃入這些小型魚後即同時接收囊體，幼蟲在魚的胃腸內破囊而出，再度鑽過消化道壁而在新的寄主體腔內結囊。曾有學者在多種

魚類間進行幼蟲之實驗感染，結果證明幼蟲確實可在同種與不同種魚隻間傳遞，但始終維持幼蟲階段，無法繼續發育(Smith, 1974)。而筆者研究室中亦曾做過類似的研究，我們將取自白帶魚消化道內的海獸胃線蟲幼蟲包裹在魚粉製成的飼料團中餵食海鱷，結果證明幼蟲可穿越魚的胃壁而出現於體腔。

因此線蟲在魚隻間依循著食物鏈方向的确具有傳播能力，同時出現累積效應，意即大型且存活經年的魚隻經由攝食的過程，可能因接收其食物(小型魚和頭足類)內的線蟲而導致其體內愈益累積更多的蟲。由於線蟲壽命極長，因而無論魚隻擔任線蟲之中間(或保蟲)寄主或終寄主，此現象皆可能發生。然而前述學者關於「白帶魚吃臭肚以致攝入線蟲」之說詞則有待商榷，因為考量兩種魚之體型與口部大小，以及臭肚背部棘刺狀的鰭條，白帶魚以臭肚為餌料的食物鏈著實不容易建立，更何況兩種魚體內還具有不同的線蟲相呢！

五、因應「海魚有線蟲」之對策

討論至此，讀者們可能要吶喊：難道從此不能安心享用生魚片了嗎？因為即使日後研究證明死蟲對人類之影響輕微而排除了嚴重過敏的威脅，那麼生鮮漁產呢？食用時不是仍籠罩在海獸胃線蟲症的陰影之下嗎？如何才能安心享用呢？回答這個問題之前，筆者必需先綜合敘述各地的生鮮漁產料理，因為這不僅是各地特殊的飲食文化，也正是病因學上傳播海獸胃線蟲的來源。

日本有生魚片(sashimi)與握壽司(sushi)等生食海鮮食品，德國有鹽醃與煙燻的鯡魚(Dutch salted or smoked herring)，北歐人吃的 gravlax 是乾燥醃製的鮭魚(dry, cured salmon)，夏威夷的 lomi-lomi 也是生的鮭魚(raw salmon)，南美洲的 cebiche 和西班牙的 boquerones en vinagre 都是直接以醋醃製的生鰓魚(pickled anchovies)食品。由於上述特殊的生食習慣和食用特定的魚種，因此經調查各地區人民感染海獸胃線蟲也有不同的來源：日本地區主要的感染源是另名白

腹鯖的日本鯖(spotted chub mackerel, *Scomber japonicus*)和日本飛烏賊(Japanese flying squid, *Todarodes pacificus*)，西歐則是大西洋鯡(*Clupea harengus*)，西班牙是歐洲鯷(*Engraulis encrasicolus*)和沙丁魚(sardines, *Sardina pilchardus*)，而北西班牙地區則以鱈魚(hake, *Merluccius merluccius*)為主要、鯷魚為次要來源。

而各地海獸胃線蟲之病例數也和當地人民每人每天吃魚的量相關：日本人以每人每天吃 239 公克居冠，西班牙 Basque 地區為將近 90 公克，和鄰近的葡萄牙的 92 公克相近，而西班牙其他地區則僅為 85 公克(Audicana et al., 2002)，臺灣地區根據漁業年報所統計是 64.23 公克的魚肉，若擴大到所有水產品則為 97.12 公克。病例報告數亦以日本最多，每年約有 2000 件；美國有近 50 件，而歐洲則為約 500 件。

究竟應該如何處理生鮮魚品才能確保食用之安全性呢？首先參考歐盟對食用魚和漁產品的要求：(1)必需經由目視檢查，清除看得見之寄生蟲並排除感染嚴重之漁產；(2)對於料理時僅經浸漬鹽滷而未加熱超過 60°C 者，必需先經過零下 20°C 冷凍 24 小時以上之深度冷藏。由此看來，訂定此規範的歐盟專家學者們是深知海魚有蟲的事實，因此要求經過適當之目視檢查過程，而將看見的寄生蟲清理去除，若寄生蟲密度過高、感染嚴重則直接拋棄這批漁產。回顧前述海魚有線蟲的爭議事件，製造鯖魚罐頭時只要遵守上述第一條準則，業者絕對可以製出符合食品安全的無蟲罐頭的；而鯷魚業者若販售經此原則處理過的魚貨亦不致遭消費者申訴索賠，同時亦無需依消保官建議張貼出嚴重影響消費意願的聲明告示了。

美國食品與藥品檢驗局對烹煮時未超過 60°C 的所有漁產品亦有類似於歐盟但更為嚴格的規定：必需先經過零下 35°C 冷凍 15 小時以上或零下 20°C 冷凍 7 天以上的處理。由此可知，如果預備食用生魚片類或其他各地特殊風味但未經完全烹煮的生鮮漁產品，絕對不可直接食用新鮮捕獲者，務必經過適當冷凍過程才可提供消費大眾安全無虞的漁產。荷蘭是發生第一個海獸胃線蟲症病例的國家，近年來即由於嚴格執行販售漁產前冷凍的規定而使得此症幾已消

失；相對的，強調生鮮的日本式烹調則導致此症之盛行(Bouree et al., 1995)。敬告國內舉辦各類漁產觀光休閒活動的主辦單位，對於前述原則與規定不可不知，更不可不遵行。試想：一旦出現黑鮪魚有線蟲的情況，撇開線蟲在魚肉結囊而導致海獸胃線蟲症的公衛問題不談，即使僅是類似鯖魚與鰹魚般線蟲出現在腹腔內或類似臭肚魚般出現在消化道中，勢將嚴重打擊觀光榮景，斲傷消費信心，而從地方政府到中央皆引以為傲的「屏東黑鮪魚季」活動還能夠繼續辦下去嗎？筆者尚無機會研究黑鮪魚的寄生蟲，但和專業漁業資源的同事合作研究長鰭鮪時，的確在其消化道內發現海獸胃線蟲。

漁船出海作業時僅以碎冰冷藏漁獲的做法是不符合歐盟或美國的規定的，不僅達不到殺死線蟲幼蟲的效果，更嚴重的問題是在這段保存與運輸期間，反倒使原本在內臟結囊之幼蟲可能因環境改變之刺激脫囊而出，並有機會鑽入鄰近的肌肉，亦即形成腹腔的肌肉-軸下肌(hypaxial muscles)中，而增加消費者罹患海獸胃線蟲症的風險。早在 1970 年代即有學者研究發現：在未去除內臟的鯡魚漁獲中出現幼蟲大幅度的自內臟往肌肉移行的現象(Smith and Wootton, 1975)。比較剛捕獲時和經過 14 或 37 小時冷藏後的鯡魚肌肉中的幼蟲數量，發現後二者顯著多於前者；冷藏 37 小時使肌肉幼蟲量增加 20%。捕自北海的鯖魚亦發生類似的情況，剛捕獲的魚肉內完全沒有幼蟲，但冷藏 3 至 4 天後，約有全部幼蟲之 10-13.6%移行進入魚肉中。魚死亡後導致幼蟲出囊與移行之原因雖尚不明，但公認可能與內臟之生理化學性質改變有關。學者推測最可能之因素是魚肉溫度上升，由於海獸胃線蟲的終寄主是屬於恆溫動物的鯨豚類，魚肉溫度上升可提昇幼蟲的活動力，得以脫出囊體，繼續發育、蛻皮以完成其生活史。

因此歐盟對漁業規範的第一項即針對線蟲幼蟲自消化道移行至肌肉的現象而預加防範，其次才論及保存條件：(1)務必及早去除魚的內臟(Early evisceration)，因為消化道內的線蟲可在幾天內移行離開而鑽入肌肉；(2)零下 20°C 冷凍 3 天；(3)加熱至 70°C。

法國學者歸納出海獸胃線蟲症傳播的因素有：(1)對鯨豚和鰭腳類之保育政策導致線蟲終寄主之大量繁殖；(2)作為此線蟲中間寄主且為鯉魚餌料之磷蝦族群增長，使得魚感染線蟲率增加；(3)現代的捕魚作業中並未立即去除魚的內臟而僅貯存於冷房中，以致幼蟲得以離開魚的消化道而進入肌肉；(4)當下流行食用生魚的自然烹調法(Natural cooking)增加感染風險(Bouree et al., 1995)。

西班牙學者指出控制海獸胃線蟲最簡單且最有效的策略是告知大眾下列兩事實：海獸胃線蟲會感染海魚，吃生魚或未充份煮熟者可能有罹病之風險。然而這項策略仍未能避免此線蟲的耐熱性過敏原所引發之過敏反應(Audicana et al., 2002)。學者們亦深知勸告患者避免吃魚之建議往往難以落實，因而修改為至少應做到不吃整尾小魚(如鯉魚)也不要吃魚腹部份兩件事，如此即可降低吃魚時攝入線蟲的風險。關於不吃整尾魚的關鍵價值，筆者擬以自己接觸過之案例為佐證。曾有某團體膳食公司因供應之秋刀魚有線蟲而遭抗議，國人烹調秋刀魚的習慣是整尾(不剖洗)熟食的，結果食用時發現魚肚內有線蟲，消費者因而產生噁心嘔吐症狀。協調結論是基於海魚難免有蟲的事實，今後膳食魚必需經過剖洗(除蟲)步驟，團膳公司不可再供應如秋刀魚這類整尾的魚品，如此方平息此次抗議事件。

綜合上述討論，筆者歸納出與漁業相關之行業因應海魚有線蟲的對策如下：(一) 漁撈業者應儘早去除魚的內臟，同時不應將可能含蟲的內臟直接丟棄於大海，以免成為海域內幼蟲來源而導致線蟲之盛行；此外應深度冷凍魚體而不僅止於冷藏保存而已。(二) 海水(箱網)養殖業者應定時清洗網具以去除附著之浮游動物類線蟲中間寄主，藉此打斷線蟲生活史(施秀惠，2003)；同時不可以可能含蟲且未經深度冷凍之下雜魚類為餌料。(三) 食品加工與餐飲業者應嚴格遵守標準作業程序，如處理熟食與生食必須使用不同器具且分開料理以避免交互污染，生鮮魚品必需經過深度冷凍以確保線蟲幼蟲死亡，絕不可為追求風味而供應未經深度冷凍之漁產。魚體必需經過正確剖洗步驟才可加工製成罐頭或魚乾等各類漁產品。

六、結語-政府、專家、媒體應各司其職

臺灣為海島，海岸線長達一千一百多公里，近年來政府除提出「海洋立國」的論述外並在行政院部會重整改造中付諸行動地規畫設置海洋部，掌管所有海洋相關業務。謹此呼籲未來的海洋部，在擬訂政策，規畫與主導海洋研究作業時，千萬不可遺漏或偏廢關於海生動物寄生蟲的研究，需知為了漁業資源的永續發展以及精緻漁業的開發推廣更必需維持此研究領域之活力於不墜。

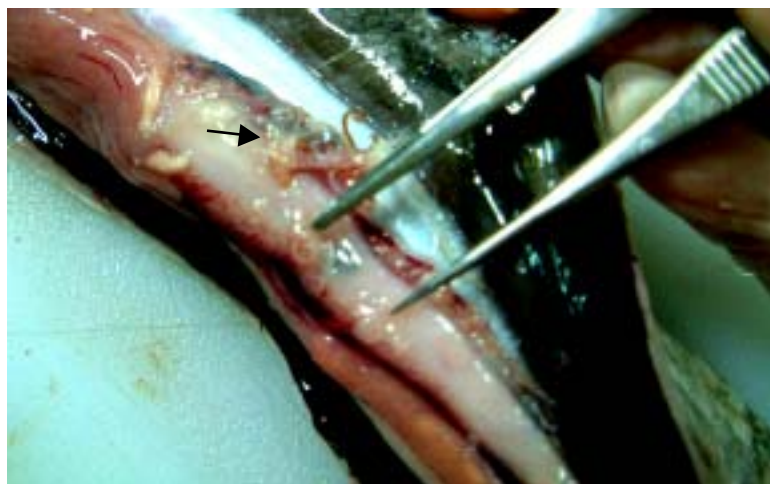
至於漁產安全問題則應由食品安全部門把關負責監督檢驗，有系統的採樣抽檢，不可放手任由生產或加工業者或出自於無知或為便宜行事而隨意作為。如果在食品安全之維護上缺乏公權力的把關執法，而僅依賴消費者的零星申訴或公益團體道德訴求之守護，長此以往，日後可能爆發的危機，其嚴重性絕非之前發生的外銷漁產含磺胺劑與抗生素以及市售漁產含福馬林等案例所能相提並論。

建議專精於寄生蟲學(或更為確切的說寄生性圓蟲學)的專家學者們，除了鑽研醫學或獸醫學寄生蟲外，亦應轉移目標開始關注並投入臺灣海魚中遍存之海獸胃線蟲的研究。查明臺灣各種經濟性海魚之寄生蟲相，調查線蟲感染魚隻之盛行率、密度與豐富度等參數，釐清這些魚種在線蟲生活史之角色，確立存在於臺灣周圍海域之線蟲生活史，探究線蟲感染對魚體發育、生育力等生理情況之影響，評估寄生蟲是否適於擔任研究漁業資源與魚族群生物學之標籤等等，這些重要但至今仍多屬空白的研究主題。此外，建議前述非寄生蟲學專業之專家學者們，應體察「術業有專攻」之真義，不宜強不知以為知，動輒輕率公開發言，此舉非但未能釐清問題反倒有誤導閱聽大眾之嫌；不僅無益於漁業發展，更可能為害消費大眾之健康。

而媒體則應正確報導，提供正確知識教導閱聽大眾，不可隨記者或主編們興之所至三不五時地做出聳人聽聞、嘩眾取寵的報導，以免危害漁產業和方興未艾，情勢大好且潛力無窮的觀光休閒精緻漁業。坦白說，探究此類報導的內涵與方式，除了直接嚇唬消費大

眾，間接斲傷漁產工業外，其實絲毫無助於改變或因應媒體宣稱的「海魚有線蟲」的『危機』。

總而言之，筆者對於「海魚有線蟲」這個現象的看法是政府、專家和媒體應各司其職，基於各自的責任與專業，擬訂正確目標並且務實的做下去。長此以往成效可期，不僅可消極的破除國人對海魚有線蟲之迷思，更可積極建構發展出一方面可提昇漁業相關產業之經濟效益，另方面亦可改善國人生活品質之精緻休閒漁業。

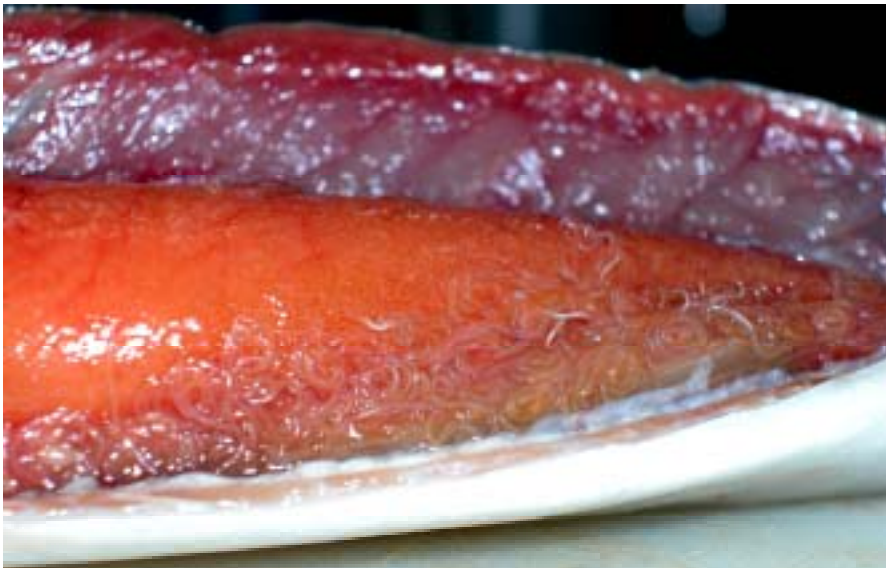


圖一、感染海獸胃線蟲的白帶魚。海獸胃線蟲第三期幼蟲分佈於白帶魚體腔內，有些幼蟲由於寄主組織反應而被包裹在結締組織內，形成之扁平螺旋狀囊體(如鑷子所示)座落在腸繫膜表面；有些則仍可自由活動(如箭頭所示)。此標本於2003年採自宜蘭大溪外海。

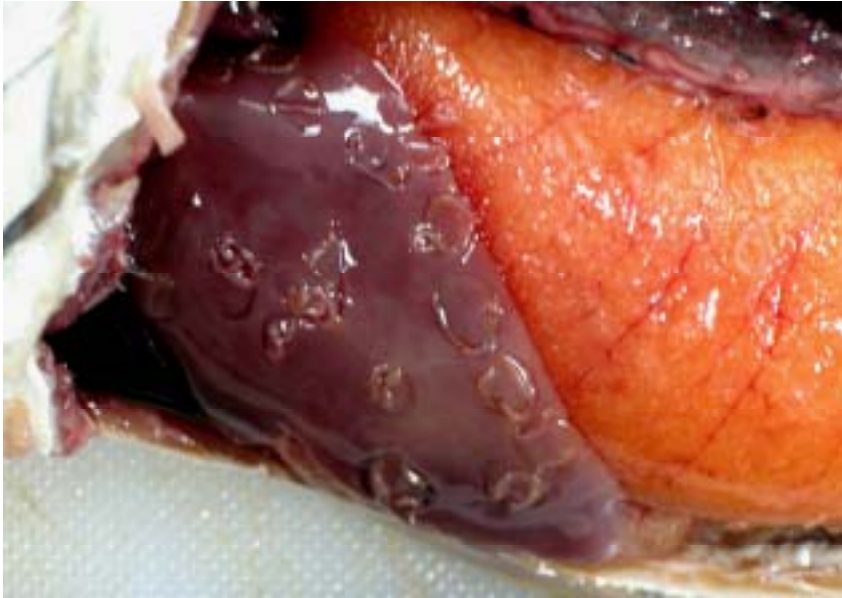
海魚線蟲之迷思與剖析



圖二、海獸胃線蟲第三期幼蟲在白帶魚腸繫膜表面形成之囊體。魚體被剖開後，幼蟲極易於脫囊，出囊之幼蟲仍有活動力。



圖三、花腹鯖腹腔內有數以千計之海獸胃線蟲第三期幼蟲，分佈集中於卵巢外部。此標本於2004年採自南方澳外海。



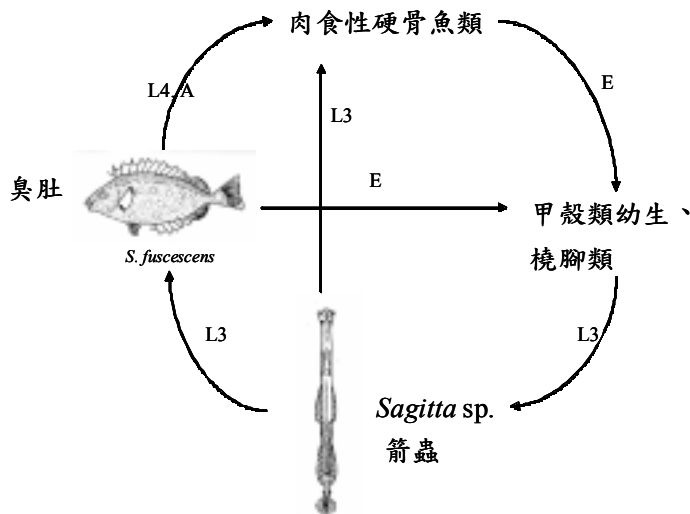
圖四、海獸胃線蟲幼蟲亦常分布於鯖魚肝臟表面，形成囊體之結締組織極薄，內部的幼蟲並不成為扁平螺旋狀。



圖五、消化道內塞滿有鉤宮脂線蟲之臭肚魚。此標本於 2000 年採自花蓮外海。



圖六、有鉤宮脂線蟲之中間寄主箭蟲。箭蟲體腔中有第三期幼蟲感染，箭蟲的種類分別為(A) *Sagitta robusta*, (B) *S. inflata*。此標本於 2000 年採自臺灣東北角海域。



圖七、臺灣周圍海域有鉤宮脂線蟲之生活史以及與海洋食物鏈的關係。圖中縮寫代號為 E: egg (蟲卵)、L3: third-stage larvae (第三期幼蟲)、L4: fourth-stage larvae (第四期幼蟲)、A: adult (成蟲)。

參考文獻

- 施秀惠 (2003) 箱網養殖魚類的寄生蟲感染症和預防策略。臺大漁推，第 14 期，28-37 頁。臺灣大學漁業推廣委員會出版。
- 施秀惠 (2001) 概說海獸胃線蟲。臺大漁推，第 13 期，1-13 頁。臺灣大學漁業推廣委員會出版。
- 張劍英 (1999) 寄生與寄生蟲。「魚類寄生蟲與寄生蟲病」，張劍英、邱兆祉與丁雪娟等編著，第 3-12 頁。科學出版社，中國北京。
- Alonso-Gomez, A. and 7 coauthors (2004) *Anisakis simplex* only provokes allergic symptoms when the worm parasitises the gastrointestinal tract. *Parasitology Research* 93, 378-384.
- Audicana, M.T., Ansotegui I.J., de Corres, L.F. and Kennedy M.W. (2002) *Anisakis simplex*: dangerous- dead and alive? *Trends in Parasitology* 18, 20-25.
- Bouree P., Paugam, A. and Petithory, J.C. (1995) Anisakidosis: report of 25 cases and review of the literature. *Comparative Immunology, Microbiology and Infectious Diseases* 18, 75-84.
- Caballero, M.L. and Moneo, I. (2004) Several allergens from *Anisakis simplex* are highly resistant to heat and pepsin treatments. *Parasitology Research* 93, 248-251.
- Moneo, I., Caballero, M.L., Gomez, F., Ortega, E. and Alonso, M.J. (2000) Isolation and characterization of a major allergen from the fish parasite *Anisakis simplex*. *Journal of Allergy and Clinical Immunology* 106, 177-182.
- Shih, H.H. (2004) Parasitic helminth fauna of the cutlass fish, *Trichiurus lepturus* L., and the differentiation of four anisakid nematode third-stage larvae by nuclear ribosomal DNA sequences. *Parasitology Research* 93, 188-195.

- Shih, H.H. and Jeng, M.S. (2002) *Hysterothylacium aduncum* (Nematoda: Anisakidae) infecting a herbivorous fish, *Siganus fuscescens*, off the Taiwanese coast of the Northwest Pacific. *Zoological Studies* 41, 208-215.
- Smith, J.W. and Wootten, R. (1975) Experimental studies on the migration of *Anisakis* sp. larvae (Nematoda: Ascaridida) into the flesh of herring, *Clupea harengus* L. *International Journal for Parasitology* 5, 133-136.

誌謝

本論文乃農業委員會漁業署委託研究「發展海面箱網養殖管理技術」計畫之部分成果，細部計畫編號為 92 農科-9.2.3-漁-F1(11) 和 93 農科-9.2.3-漁-F1(4)。筆者感謝義大利 E. Ghirardelli 教授和法國 J. P. Casanosa 教授協助鑑定箭蟲種類。

電話：(02) 3366-2504，傳真：(02) 2363-6233，電郵：shihhh@ntu.edu.tw

在九孔池養殖其他潛力魚種之研究

陳弘成

國立臺灣大學生命科學院漁業科學研究所

九孔養殖特別是幼苗生產，自 2001 年起發生大量脫板死亡的事件後，雖然經過有關單位與業者的合作，多方努力尋求合理有效的對策，雖在少數地區偶有成功外，繁殖成效一直無法提昇。也因此大部分的繁養殖者望池興嘆，不知如何經營下去。2004 年連在一向水質甚佳、繁殖成效良好的澎湖七美地區，也有業者傳出遭受病原侵害，成績比往年差了很多。其實這次九孔苗大量死亡的主因包括親貝近親交配、生產技術劣化、放養密度太高等等，由此生產方式所生出的虛弱幼苗，極易遭受病原的侵犯，如此互為因果導致一發不可收拾的地步，此可在 2003 年水產試驗特刊第 1 號，九孔種苗生產及病害防治專集中，得知其來龍去脈，若能照其中的防治方法加以管理，應有某種程度的改進程度。2004 年在種苗協會主辦的鮑魚養殖技術講習中，有些業者很感謝我們提出的防治方法，使其成效提高。然而也有多人因信心不佳，而使九孔池荒廢，實在可惜。

其實臺灣的業者除了勤勉追求新知外，腦筋也動的極快，求變心再加上韌性不錯，故開始嘗試在九孔池養殖其他魚種，如在花東的白蝦，高屏或彰化的鳳螺、海膽等等。有些經營得確實不錯，極具潛力。更何況近年來冬天斑節蝦 60 尾斤的價格比草蝦 12 尾斤者還貴，故利用九孔池應可改行養殖其他魚種，茲介紹如下：

一、白蝦

1、超高密度的室外白蝦養殖

此模式為利用水泥池或九孔養殖池加以改良而成，面積一般都不大，在 2 分地以下，最好以 100 坪為主而較好管理，並使其水深維持在 2-3 m，增設水車並有深層打氣機使池水上下能互相混和，減少底層缺氧的現象，同時放養優良的白蝦苗，放養密度每公頃在

500 萬尾或以上。由於密度太高故成長不快，但存活率在 3 個月時仍有 80%，因此在此時利用定量蝦籠間捕 1/3-1/4 的現存量，使其池中總蝦量仍低於此系統的生產載量(4.5-5.0 公斤/m³)，故池蝦極為健康安全。其實生產載量會隨著養殖期間因殘餌累積與池塘老化而緩慢減少，因此其後每隔 7-10 天施行間捕，使其現存量維持在非常安全的 3.0-3.5 公斤/m³ 之間。最後二次的現存量則維持 2.0 公斤/m³ 左右，此與一般蝦池的一次總收穫量相同，如此經過 7 次的間捕及最後 1 次的的全捕，則總產量增為每分地 6.0 公噸(圖 1)，亦即每公頃的總收成量為 60 公噸(表 2)，且越到後期池蝦越大型、單價越高，若能調整出貨期，也就是在 11 至隔年 6 月中之間賣出，則利潤越多。此種生產方式已進行多次且甚多得到相同高產的結果(表 2)，因此可視為可行的生產模式。

表 3 為綜合各種養殖方式所得的養殖成果，從粗放式一直到超高密度的養殖，此種模式特別適合白蝦的管理方式。由表 3 得知，要想增加白蝦養殖的產量，使之達到每公頃 50-60 公噸，則必須：

- (1) 選用優質蝦苗，增加放養密度到 500 隻/m²。
- (2) 增加打氣機數量與底部增氧。
- (3) 增加水深至 2-3 m 及減少蝦池大小，以 0.1 公頃或更小為佳。
- (4) 穩定蝦池水質，使符合水質基準並禁用非法藥物。
- (5) 設有中央排水、蓄水池與發電機並有定期管理如消毒運轉等。
- (6) 使用精配的綠色安全飼料，增加白蝦的體力與抗病力。
- (7) 少量多次餵飼，以減少殘餌之污染。
- (8) 利用蝦池的生產載量及分批間捕。
- (9) 調整放養季節或反季節生產。
- (10) 注意定期消毒與隨時觀察池蝦動態。

2、室內循環水高產養殖

至於室內超高密度的循環水養殖，由於有多項水處理的生物及機械設備，故其白蝦每立方米的產量可從較基本設施的 6.0 Kg (1 甲地可生產 60 噸)一直增加到利用臭氣的 12.0 Kg (Reid & Arnold, 1994)，若再使用多層次的養殖，則其每立方米的產量更能達到 26 Kg (陳, 2000)。然而由於生產成本較室外者為高，除非蝦價高漲才有利可圖，若再加上生產品質較差的關係，其商機已然不多。因此若能利用生產成本較低的室外池，採用精優管理與間捕技術來提高產量，則此種生產模式仍具競爭力與前景。

二、海膽

為棘皮動物，其生殖巢呈橙紅色為高級雲丹。其提取物 Bonillinin 可抗癌，亦可預防心血管疾病。較有名為馬糞海膽，其亦為主要養殖種類，另外有光棘球海膽與紫海膽。

1. 影響生殖腺的因子

- (1) 棲息水深：以 1-2 米為最佳。
- (2) 個體大小：愈大生殖腺愈高，若殼徑大於 7 公分，其指數可達 21%。
- (3) 水溫&季節：馬糞海膽在 6-8 月時最佳。
- (4) 棲息之食物：愈多愈肥滿。

2. 繁殖

- (1) 選取活力佳、生殖腺飽滿的親種暫養後，從圍口膜打入 0.5-3 mL 的 0.5 M KCl，5-20 分鐘後使其排卵排精。
- (2) 雌性 6-8 公分者的產卵量為 400-600 萬，卵徑為 110-130 μ 。
- (3) 進行人工授精、精膜形成，洗卵、孵化與柎柱幼生上浮，此時照度為 500 Lux。
- (4) 浮游幼生的密度為 0.5-5 個/ c.c，以單胞藻如 Isochrysis 或 Chaetoras (0.5-0.6 萬/ c.c) 餵之。

- (5) 在水溫 14-17°C 時約 28 天變態成幼海膽，大小為 325 μ 。
- (6) 變態時，池底要有底棲矽藻與珊瑚砂，才能完成。
- (7) 變態後 10 天可達 487 μ ，二個月可達 0.5 公分，可刷下供養殖用。
- (8) 可用 2 ppm 土黴素控制病害。

3. 養殖

- (1) 放入池養或以九孔框或二個塑料框扣在一起，成立體式的海上養殖。
- (2) 放養密度在塑料框約 120-300 個(大小為 1-3 公分)或 60 個(3 公分以上)。
- (3) 可投餵大型藻類如龍鬚菜、石蓴，但以褐藻(裙帶菜)為佳。
- (4) 注意水溫與鹽度，最適水溫為 20-28°C，最適鹽度為 30-34 ‰。
- (5) 以流水養殖，若管理得當、飼料充足，約 1.5 年可達殼徑 3.5-5.2 公分。

三、鳳螺

有臺灣鳳螺與象牙鳳螺，由於各地資源缺乏，故尚有前途。

1. 繁殖

- (1) 種貝以 4-6 公分為宜，需活力強、外觀亮麗。盛產期為 9-12 月，水溫在 27°C 最佳，約 3-4 日即可產卵。
- (2) 池底鋪有海砂或細粒珊瑚砂，並置放牛角蚌殼附著籃或半塑膠管。
- (3) 卵莢出生後，即可收集移入他池孵化，每卵莢約有 18-20 粒卵。
- (4) 提高水溫至 24-25°C 或大量換水可促進卵莢的產出率。

- (5) 孵化期間隨水溫而變，25°C 需 33 日，19°C 需 66 日。
- (6) 在 25-29°C 時，8 日後成爲擔輪子期、16 日爲背面子期、21 日卵孵化，有趨光性並聚於中上層。
- (7) 幼生以細微藻類、冷凍橈腳或魚肉貝肉打碎成粉餵食。
- (8) 附著生活後 15-30 天，應預防仔螺爬出水面。
- (9) 仔螺以下雜魚或貝肉切細餵食。
- (10) 其成長 30 日達 0.2 公分、60 日爲 0.68 公分、120 日可達 1.3 公分。

2. 養殖

- (1) 利用現有九孔池、魚蝦苗繁殖池或小面積水泥池 5-20 坪均可。
- (2) 底部鋪有 5-10 公分的海砂。
- (3) 放養密度每平方米約 500-700 粒，依體長而減少。
- (4) 仔螺可投餵矽藻、鞭毛藻、魚粉或貝粉供食用，4 個月後可餵食下雜魚或淡水貝肉。
- (5) 投餵量每日爲體重之 2-5%。
- (6) 預防或去除敵害如鯛、蟹、章魚、海蛞蝓、水母與海葵。
- (7) 水質宜清潔、鹽度在 27-35‰、pH 8.0-8.4、水溫 24-32°C、溶氧爲 3.7 ppm 以上，採流水式養殖，最忌颱風、下大雨與細泥。
- (8) 養殖 8-10 個月後每粒可達上午的 10 克左右，存活率約 8 成。

四、海馬(南方人蔘)

1. 生態

- (1) 有 8 種，但以三斑海馬(*Hippocampus trimaculatus*)與大海馬

(H. kuda)爲主。

- (2) 前者三年可達 17-20 公分、19 公克。
- (3) 水溫：20-33℃，最適 25-28℃。
- (4) 鹽度：15-33‰，最適 20-30‰。
- (5) 溶氧：3.5 ppm O₂ 以上，最適 4 ppm。
- (6) pH: 6.5-8.6，最適 7.8-8.4。
- (7) 光照：500-10000 Lux。
- (8) 食物與食量：以小型甲殼類爲主，每日投餵量 15-10%。
- (9) 生長：1 年可達 3 公克，2 年可達 7-10 公克。

2. 繁殖

- (1) 20℃ 以上即可全年繁殖，但以 26-28℃ 爲最佳。
- (2) 月齡 6-10 個月，體長 12-14 公分，可當種馬，密度爲 20 尾/m³。
- (3) 雌雄比 1:1，早晨交配，能生 10 多胎，每胎 300-1000 尾。
- (4) 產卵後 8-20 天孵化，可將親子分離飼養。
- (5) 放養密度爲初生者每平方米 1000 尾，體長 4 公分 500 尾，6 公分 300 尾。
- (6) 餵食活橈腳類或豐年蝦無節幼虫，其後爲小蝦苗、端腳類，每日餵食 3-4 次。

3. 養殖

- (1) 以水泥池爲佳，大小爲 15-20 平方米，深度 0.8-1.5 m。
- (2) 每平方米在 300-100 尾，高溫時可減半或增加流水。
- (3) 13 公分的親馬，以密度 30-50 尾/m³ 爲宜。
- (4) 野生餌料生物因帶病菌，餵食前最好消毒清洗(20 ppm / 10-20 分)。

- (5) 每日餵食 2-3 次。
- (6) 強光，浮游藻類多，氣溫下降到 20 以下宜加強管理。
- (7) 在夏季每 1-2 天吸底換水一次，冬天時約 4-6 天一次。
- (8) 池水過淡時，食慾減退、浮頭、發聲、急喘、亂串、沉臥水底，要換池搶救。
- (9) 防止魚類、蟹類或章魚入池。
- (10) 計有
 弧菌性的腸胃病(土霉素，100-200 1.U./m³，2-3 天換水)
 車輪虫的爛鰓病(0.7 ppm CuSO₄ + FeSO₄，5:2 混合浸浴)
 氣泡病(控制雨後光強的藻類)
 脹鏢病(冬天發病，增氧遮陽)
 甲藻附鰓病(淡水浸泡 10-20 分)

五、東方魮

1. 有紅鰭(Takifugu rubripes)、假睛(T. pseudomus)及暗紋(T. obscurus)等三種。
2. 食用時宜去除內臟及血液。
3. 會自相殘食，宜減少密度或剪牙。
4. 10-28℃存活高，32℃漸漸死亡，宜有遮陰，pH 在 7.5-8.6，溶氧 > 4 ppm。
5. 前二種在鹽度 5-35‰生活正常，後者為淡水種。
6. 已可人工繁殖，每年 5-6 月產卵。
7. 當年魚可達 300-400 克，2 年魚可達 700-800 克以上。
8. 目前每半公斤，在大陸為 600-1,000 元臺幣。

六、鮑魚

在臺灣可利用九孔池的設備而進行養殖的品種，具有皺紋盤鮑 (*H. discus hannai*) 美墨地區的紅鮑 (*H. rufescens*) 者都有生長逐漸緩慢，需要 2-3 年才能收穫，另外適合臺灣人的口味，有些盤鮑是需要在亞熱帶地區適應高溫的養殖種類。但這些其實都可加以克服，且在臺灣已有生產。其繁殖與養殖方法與九孔相似，但仍宜加強管理，主要如下：

(一) 提升鮑魚的活力與體質

1. 只在繁殖季節進行人工繁殖，非繁殖季節雖有些母貝也會成熟，但違反自然、生態，會產生衰弱的後代，疾病的叢生由此而來。
2. 餵食種貝除了龍鬚菜外，應在 2-3 個月前加入昆布、裙帶菜、石蓴或專門促熟飼料，其藻量的日投量在 15-20% 的體重。
3. 慎選活力高，性腺飽滿且高健康度的二~三年齡 6-7 公分的母貝，過大過小均不適宜。雄貝則由他處購進，以避免近親交配。
4. 活餌必需每日清洗，每日換水量在 6 迴轉以上，追加打氣，並以暗弱光培育種貝。
5. 浮游的被面子期雖不能吃飼料，但水中可加入多種氨基酸及葡萄糖供其體壁吸收，增強體質。
6. 浪板上矽藻之培育，最好能由培養的矽藻接種，或以 30 μm 的網目過濾海水後加以培育。同時海水中每噸的水加入 10-20 g 的硝酸氮、1-2 g 的磷酸二氫鉀、1-2 g 的水玻璃(矽酸鈉) 及 0.1-0.2 g 的氯化鐵，以促進優良的矽藻如 *Achnanthes* 及 *Nitzschia* 為主的增殖，由於這些矽藻的高度不飽和脂肪酸對幼生的附著與成長有極佳的效果。至於矽藻 *Cocconeis*、*Navicula*、*Synedra* 及 *Melosira* 其被吃掉後的消化率並不高，鮑魚苗要稍大時，才能利用這些矽藻。

7. 每片浪板附苗在 250-400 粒為宜，若浪板的矽藻被吃殆盡前，宜二次施肥加以培育，不然用另片的矽藻附著的浪板接片亦可。
8. 浪板附苗前宜以清水沖洗或每噸水加入 0.5-1.0 g 的敵百蟲農藥(Trichlorphon)，來去除 Tisbe、Tigriopus、Gammarus、Serpulid worm 及 Limpet 危害，若鮑魚苗已然附著後，敵百蟲應禁止使用。
9. 幼苗剝離時，勿用手工刷離，宜用 Benzocaine 或 MS-222 麻醉或用 24 伏特電振法，才較安全。

(二) 增強鮑魚的抗病力與免疫力

1. 投餵營養豐富、成分均衡的人工飼料，宜注意其日投餌量，否則殘餌破壞水質，反而不佳。
2. 在大型海藻中，加入多種維生素、電解質及礦物質，特別是維生素 C、E 及 B 群，先讓海藻吸收數小時後再餵食鮑魚。
3. 在飼料中加入或由海藻浸泡、吸取非禁用的抗生素、免疫賦活劑及干擾素，以去除或對抗細菌的侵犯。一些中藥如五倍子、黃蓮與靈芝亦可使用。
4. 控制或處理其他疾病如潰爛、硬化僵直、外套膜與肌肉萎縮、氣泡病、殼內環褐症、缺裂嘴症、真菌病及各種寄生蟲疾病，如此才能增強鮑魚的對病毒的抵抗力。

(三) 維持水質清靜與水生環境的穩定

這是因為在清境的水質中，鮑魚才能正常且快速的生長，而在穩定環境中才不會產生壓迫，誘發病原的肆虐而引起死亡。

1. 鮑魚池的用水宜有沉澱過濾的處理，使其水質維持在溶氧 $> 6 \text{ mg/L}$ ，pH 在 7.9-8.3，鹽度在 30-35‰之間，水溫在 24-29°C，氨態氮 $< 0.05 \text{ mg/L}$ ，硫化氫 $< 0.01 \text{ mg/L}$ ，重金屬合乎海域用水標準，農藥與油污不得檢出。若水中重金屬與農藥高些時，可分別以 EDTA 或活性炭處理之。
2. 日常管理中，日換水量在冬天至少 6 倍，夏天要增加為 8-12

倍，視九孔密度、殘餌、天候而定，有時宜加打氣。

3. 維持適當的放養密度，應隨鮑魚的大小而仔細調整，並給予暗處培養。同時宜每日檢視鮑魚，以掌控病情。
4. 池底或池水宜定期清洗或消毒，以減少或清除各種病原。池底之消毒以 5-30 ppm 漂白水(有效成分)浸泡。養殖中之池水，則添加 0.2-0.3 ppm 的漂白水或 0.2-0.5 ppm 之優碘進行消毒。另外臭氧或過氧化氫亦可嘗試使用。
5. 購入龍鬚菜宜以 30 ppm 的漂白水進行消毒，養殖用的器具應獨立使用或用漂白水消毒。
6. 鮑魚池水在消毒後三天可添加活苗或生物製劑，以抑菌或維持水質。
7. 颱風來臨時之應變，特別是下大雨後，一些路上的污物會衝入海水、引入病原，使水質污染甚或鹽度變淡，最為嚴重。

(四) 引進的紀錄

1984 年 日本黑鮑及西氏鮑的種間雜交已成功

1984 年 智利引入美國紅鮑後也正式推廣生產

1986 年 福建引入日本盤鮑(黑鮑)而在該地成為新的產業

1997 年 美國紅鮑經生長基因轉殖與多倍體互補過程，其生長快一倍

1999 年 臺灣引入日本黑鮑，並無大量死亡的現象，且成長比九孔者快

七、其他

如金嘉鱸、藍鯛、石斑、石狗公、海雞母、笛鯛、牙鯧、熱帶魚、章魚、軟絲、魁蚌、天使貝等之種苗生產或成魚養殖。

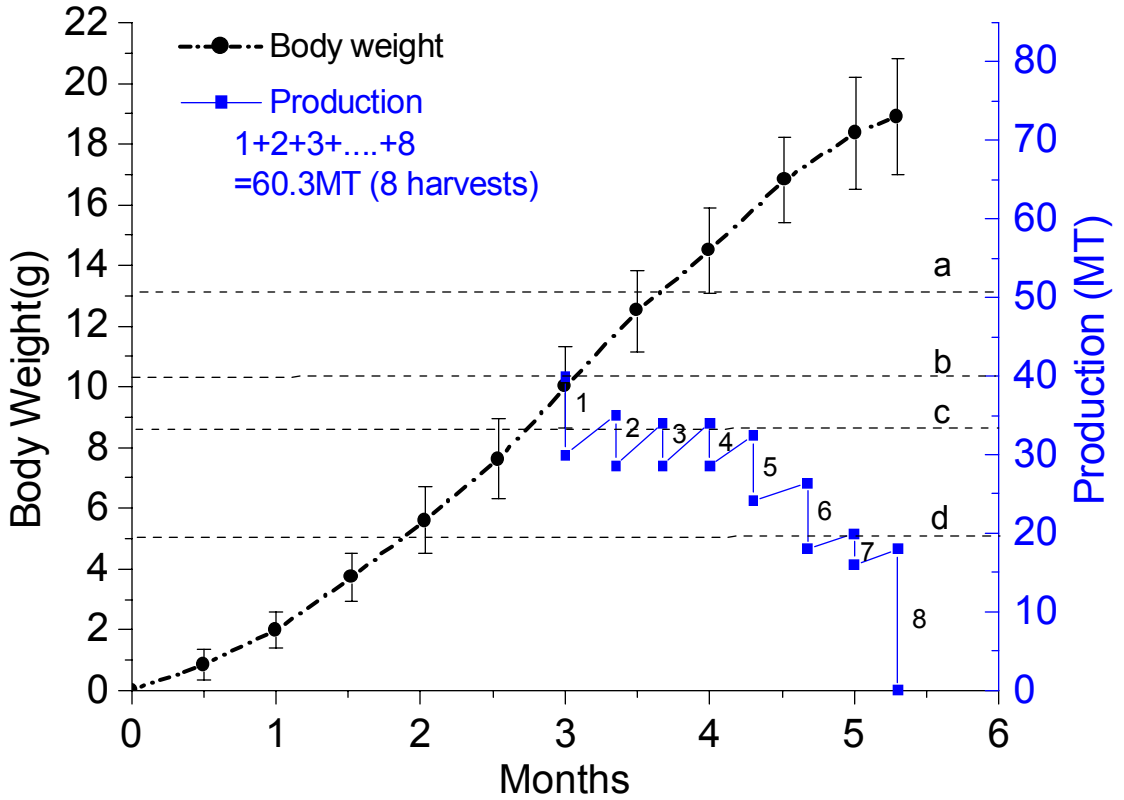


圖 1、超高密度白蝦養殖的成長與間捕的總收成

Fig1. Growth and total production of white shrimp in highly stocking density culture system. a.b.c& d, carrying capacity ; 1.2...& 8, partial harvests at different culture periods.

表 1、2002 年白蝦集約式養殖之產量

Table 1. Production of white shrimp culture with better management practice in seawater in 2002

Pond number	Cultured area(ha)	Stocking density (no/m ²)	Percentage survival(%)	Culture duration (days)	Harvested size(g)	Production (Kg/ha)
1	0.30	150	82	116	18.20	22,400
2	0.30	180	80	108	17.50	25,600
3	0.25	200	78	121	19.00	29,400
4	0.25	175	80	130	20.20	28,200
5	0.35	220	76	122	18.0	29,700
6	0.40	300	70	120	16.3	34,200

表 2、利用九孔池以超高密度養殖白蝦的結果

Table 2. Production of white shrimp in highly stocking density culture system using abalone rearing pond.

池子大小 (坪)	每分地放養密度 (萬)	期間 (月)	收成大小 (平均)	每分地水車數 (台)	總收成 (斤)	每分地產量(噸)	存活率 (%)	FCR
200	55	5.5	15-17g	5.0	7000	6.153	70.2	1.53
221	60	5.5	14.5-17g	5.0	7957	6.329	67.6	1.50
586	50	5.3	14.5-18g	4.0	14000	4.200	51.8	1.60
200	55	6.0	12-15g (14g)	5.0	6700	6.000	78.0	1.70
450	50	5.5-6	12-17g (13.5g)	5.5	12000	4.800	71.2	1.40

表 3、白蝦養殖管理(精優法)與產量的關係

Table 3. Culturing method and production of white shrimp.

編號	飼養方法	水車	水深(m)	投飼次數 (次/天)	藥劑	中央 排水	產量 (公噸/甲)
1	一般傳統	無	0.8-1.0	少飼料	無	無	0.5-2
2	一般傳統	4	0.8-1.2	1 次	少	無	2-5
3	精優法	10	1.0-1.4	3 次	正常	無	6-10
4	精優法	12-16	1.6-1.8	4 次	正常	有	10-16
5	精優法	20	1.6-2.0	5 次	1.5 倍量	有	12-20
6	高度密集 精優法	20 台 加打氣	2.0-2.5	6 次	3 倍量	有	16-24
7	高度密集 精優法	20-30 台 加氧氣	2.5-3.0	8 次	5 倍量	有	20-30
8	高度密集 精優法	30-40 台 加氧氣	3.0 左右	12 次	10 倍量	有	30-40
9	高度密集 500 萬/ha	40 台 20 台增氣	2.0-2.8 (育苗池)	8 次	正常	有	60

表 4、馬糞海膽之生殖腺指數

因子		生殖腺指數(%)
水深	1-2	13.3
(米)	2-3	8.4
	3-4	4.7
	5-8	0
殼徑	7	21.3
(公分)	6-7	12.2
	5-6	10.2
	5 以下	8.2

表 5、斑海馬不同月份出生之生長(cm)

初生苗飼養情形	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月
飼養 3 個月體長	9-11.5	10-12.5	10.5-12.5	12-10.5	11-8.5
水溫變化℃	19-28	22-31	31-21	31-17	29.5-13.5

表 6、斑海馬各發育階段之體長與體重

月齡	1	1-3	2-7	3-12	5-18	8-32	12-34	18-36
體長 (cm)	3	5	7	9	11	13	15	17.5-20
體重 (g)	0.1	0.4	1.0	2.5	3.7	7	11.5	18.5-19

鱈的生物學、保育及養殖

何杰騰¹、曾萬年²

¹ 國立臺灣大學生命科學院動物學研究所

² 國立臺灣大學生命科學院生命科學系暨漁業科學研究所

摘要

根據古籍文獻之記載，鱈自古以來即為魚中之皇，宮中珍品。但亞熱帶的臺灣並非鱈之產地，因此大家對鱈非常陌生。本文主要在介紹鱈的種類、地理分佈、生物學特徵以及國內外鱈魚的捕撈漁業和養殖。臺灣從國外進口鱈的受精卵進行人工養殖試驗，其成效如何有待評估。人類的經濟活動導致棲地破壞，加上「竭澤而漁」，鱈的族群量日漸減少，使得大部分鱈已變成瀕臨絕種動物。

一、有關鱈的古書記載

鱈肉質鮮美、營養豐富，且卵可以製成魚子醬(caviar)，因此具有很高的經濟價值。早在羅馬時代以及中國古代就有鱈的觀察、敘述和利用記載，而西元前 3500 年多瑙河流域更是早有鱈的捕撈活動。中國古代將鱈或稱之為鱣、鱠、鮪及鮓，最早的記載見於西周《周禮·天官·獸人》：“春獻王鮪。”《呂氏春秋·季春紀》：“天子焉始乘止，薦鮪於寢廟，乃為麥祈實。”意思就是說暮春周天子乘舟，親自來到先王陵寢，獻上王鮪作為祭品，祈禱五穀豐登。由此可見鱈在中國古代是一種珍貴的祭品，為了捕捉這種貴重的魚，還設有官員(如獸人)專職此事。唐代陳藏器著《本草拾遺》中記“鱈生江中，背如龍，長一二丈。”；晉代郭璞注《爾雅·釋魚》稱“鱣大魚，似鱠而短鼻，口在頷下，體有邪行甲、無鱗、肉黃。大者長二三丈，今江東呼為黃魚。”；明代李時珍在《本草綱目·鱣魚》云“(鱣)無鱗大魚也。其狀似鱈，其色灰白，其背有骨甲三行，其鼻長有鬚，其口近頷下，其尾歧。”皆點出

了鱘科魚類的共同特徵，“鱠出江淮、黃河、遼海深水處。”闡明鱘在中國明代以前的分布，“其居也，在磯石湍流之間。”，“其食也，張口接物聽其自入，食而不飲，蟹魚多誤入之。”為中國古代對其行為的觀察，“其脂與肉層層相間，肉色白，脂色黃如蠟。其脊骨及鼻，并鬚與鰓，皆脆軟可食。其肚及子鹽藏亦佳。其鰾亦可作脍。其肉骨煮炙及作鮓皆美。”鱘有許多加工方法，今天國際上享有盛名的魚子醬，在中國明代早已會做了。鱘在古代中外通常作為皇帝的貢品及藥用，如古羅馬時代將捕自黑海的鱘以桶裝活魚的運輸方式將鱘直接送達皇宮供皇帝享用。以上說明自古鱘就是魚類中最上乘的珍品。



圖 1. (a) 鱘科(Acipenseridae)及(b) 匙吻鱘科(Polyodontidae)之外形圖。

二、鱘的型態特徵、分類及地理分布

鱘(sturgeons)屬於條鰭魚綱(Actinopterygii)、軟骨硬鱗亞綱(Chondrostei)、鱘形目(Acipenseriformes)。鱘形目的共同特徵為體形延長成梭形，骨為軟骨很少骨化，若有硬骨多為膜骨，歪形尾，吻長，體被 5 行骨板或裸露，僅在尾鰭上具硬鱗，口位在頭部腹面，吻突發達。現生的種類可分為鱘科(Acipenseridae)和匙吻鱘科(Polyodontidae)，兩者的外形有明顯差異(圖 1)。

鱚科包括了鱈屬(*Huso*)、鱚屬(*Acipenser*)、擬鱈鱚屬(*Scaphirhynchus*)及鱈鱚屬(*Pseudoscaphirhynchus*)。吻較圓鈍，鰓蓋上具噴水孔(spiracle)者為鱈屬和鱚屬。吻突狹長成匙狀，鰓蓋上不具噴水孔為鱈鱚屬和擬鱈鱚屬。鱈與鱚屬的區別為，鱈屬嘴大呈新月形，鬚扁平且排列為一弧線，鰓膜相連且與峽部呈皺褶狀；鱚屬嘴小橫向、上下唇皺褶較多、鬚圓柱且排列成一直線、鰓膜左右不相連而直接連在鰓峽上(圖 2)。鱚形目的祖先約在後三疊紀時期與現今的硬骨魚祖先分歧。而後鱚科和匙吻鱚科約在侏羅紀(200-175 百萬年前)時分歧，當時鱚形目即廣泛分佈於北半球。最早的鱚形目化石出現在約 2 億年前的侏羅紀時期(200-175 百萬年前)。

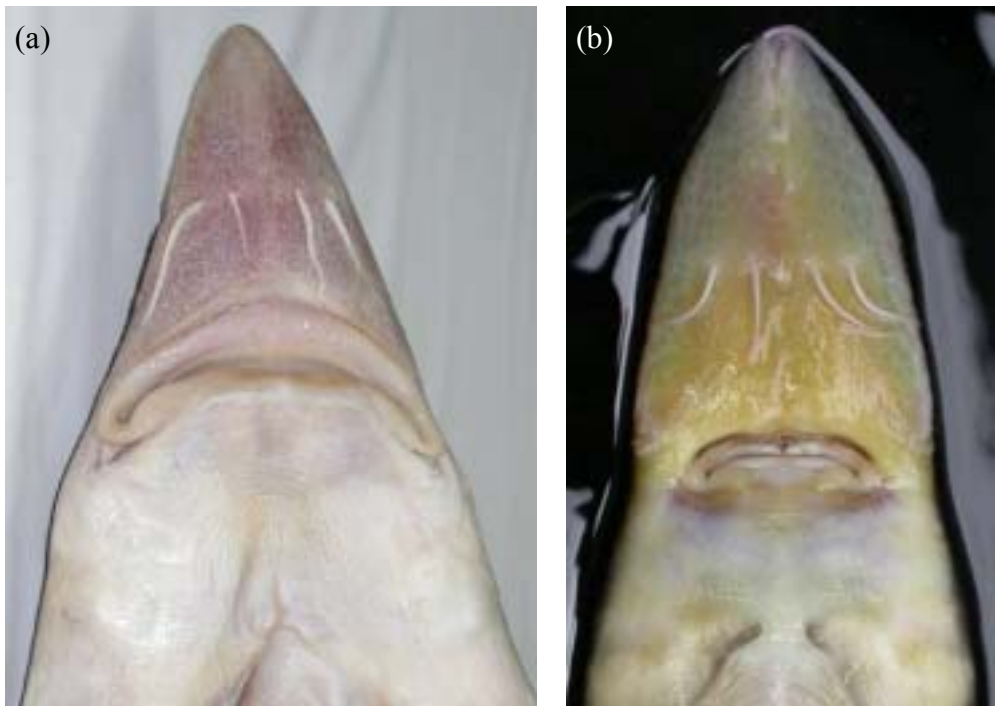


圖 2. (a)鱈屬與(b)鱚屬的口部、鬚的形狀位置及鰓膜的比較(詳見內文)。

表 1. 現生鱒形目魚類的中文名、拉丁學名(括號內斜體字)以及在 IUCN Red List 內的瀕危等級

科名及屬名	種名	IUCN* 瀕危等級
匙吻鱒科(Polyodontidae)		
匙吻鱒屬(Polyodon)	匙吻鱒(<i>Polyodon spathula</i>)	VU
白鱒屬(Psephurus)	白鱒(<i>Psephurus gladius</i>)	CR
鱒科(Acipenseridae)		
鱒亞科(Acipenserinae)		
鱈屬(<i>Huso</i>)	鱈(<i>H. dauricus</i>)	EN
	歐洲鱈(<i>H. huso</i>)	EN
鱒屬(<i>Acipenser</i>)	裸腹鱒(<i>A. nudiventris</i>)	EN
	小體鱒(<i>A. ruthenus</i>)	VU
	閃光鱒(<i>A. stellatus</i>)	EN
	歐洲鱒(<i>A. sturio</i>)	CR
	大西洋鱒(<i>A. oxyrinchus</i>)	LR
	西伯利亞鱒(<i>A. baerii</i>)	VU
	短吻鱒(<i>A. brevirostrum</i>)	VU
	達氏鱒(<i>A. dabryanus</i>)	CR
	湖鱒(<i>A. fulvescens</i>)	VU
	俄羅斯鱒(<i>A. gueldenstaedtii</i>)	EN
	桃鱒(<i>A. persicus</i>)	EN
	中吻鱒(<i>A. medirostris</i>)	VU
	米氏鱒(<i>A. mikadoi</i>)	EN
	納氏鱒(<i>A. naccarii</i>)	VU
	史氏鱒(<i>A. schrenckii</i>)	EN
	中華鱒(<i>A. sinensis</i>)	EN
	高首鱒(<i>A. transmontanus</i>)	LR
鱧鱒亞科(Scaphirhynchinae)		
鱧鱒屬(<i>Scaphirhynchus</i>)	密蘇里鱧鱒(<i>S. albus</i>)	EN
	鱧鱒(<i>S. platorhynchus</i>)	VU
	薩氏鱧鱒(<i>S. suttkusi</i>)	CR
擬鱧鱒屬 (<i>Pseudoscaphirhynchus</i>)	錫爾河擬鱧鱒(<i>P. fedtschenkoi</i>)	CR
	絲尾擬鱧鱒(<i>P. kaufmanni</i>)	EN
	短尾擬鱧鱒(<i>P. hermanni</i>)	CR

* VU (vulnerable) : 易受危害 ; CR (Critically Endangered) : 嚴重瀕臨絕滅 ; EN (Endangered) : 瀕臨絕滅 ; LR (Lower Risk) : 低危險

全世界的現生鱘形目共有 2 科 6 屬 27 種(表一)，不管是化石種還是現生種，其自然分佈地理區僅限於北半球北緯 22 度以北，主要分佈流域包括環北大西洋的北美洲東岸、五大湖區(Great Lakes)、密西西比河及墨西哥灣，西歐白海(White Sea)、波羅的海(Baltic Sea)及北海(North Sea)，東歐的裡海(Caspian Sea)、黑海(Black Sea)及鹹海(Aral Sea)等地，環北太平洋的亞洲東部及北美洲西岸，以及西伯利亞地區和北極海(如圖 3)。如同現生種，目前所有已知的鱘形目化石種都是分佈在溫帶地區，可能是因為當時化石種和現生種一樣在早期發育期和成熟時期都需要低於 20°C 的溫度環境。據古生學家及魚類學家之推測，化石種與現生種的形態和生活史模式沒有太大差別，故現存的鱘形目魚類有“活化石”之稱。

三、鱘的生態習性及洄游模式

鱘為底棲性魚類，生活在近海、河流及湖泊等水域的中下層。沒有牙齒，嘴生於下方，利用吻端和唇之間的觸鬚來感應、尋找水底的魚蝦等生物，以吸食的方式攝食。其洄游模式可分為溯河洄游型(anadromy)和江河洄游型(potamodromy)兩大類，前者在下游河段或河口附近淺海棲息生長、後者則棲息在中上游河段，兩者在生殖季節均上溯至河流上游產卵。鱘的壽命相當長，最大年齡可達 118 歲以上。5-10 歲到達性成熟，一生可以產卵多次(iteroparous)，有別於一生只產一次卵(semelparous)的太平洋鮭(Oncorhynchus)。大部分溯河洄游型鱘並非每年都會洄游產卵，依產卵洄游模式，可細分為三個類型：(1) 直接溯河產卵型(one step spawning migration)，成熟後直接溯河到產卵場產卵，產卵後回到下游生息，儲存能量的多寡，影響鱘上溯的距離，此種模式只在冬天或春天發生，且因為遷移距離較短，產卵場通常位於河川的中段或中下游；(2) 短程兩階段溯河產卵型(short two step spawning migrations)，秋季溯河，在接近產卵場的地方過冬，春季時再游一小段距離到產卵場產卵，其產卵場在河川中段到上游；(3) 長程兩階段溯河產卵型(long two step spawning migrations)，

溯河後游一段距離停下來過冬或避暑，再游一段很長的距離到產卵場，由於在遷移的期間有 12 到 15 個月不覓食，所以只有足夠大的鱈才有能力遷移。造成鱈選擇不同溯河產卵模式的原因，可能和河流的長度、坡度、流速、產卵場環境的溫度以及魚體身上累積能量的多寡有關。鱈溯河產卵的時間變異相當大，不同的魚種會在不同的季節產卵，產卵期長，一般是 2 至 3 個月，且不同的魚種其產卵場的溫度和河川流速等環境條件也有所不同。一般而言，鱈產卵多在河川上游水溫較低(20°C 以下)、底質是沙礫到卵石大小之間的河床，這樣才有足夠的縫隙讓鱈黏性的沉性卵附著，河床的水流速度也不能太急，因此產卵地的環境變化會直接影響繁殖的成功率。

一般而言，鱈在仔魚期吃浮游生物，幼魚期多以底棲的水生寡毛類、水生昆蟲、小型魚蝦及軟體動物為主要食物，成魚期吃底棲動物或動植物殘骸。但成魚期的鱈鱈則仍以浮游生物為食。鱈屬及其他大型鱈魚類在入海期間則以小型魚類為主食。

四、鱈的種類及其親緣地理

大部分的學者皆認為軟骨硬鱗亞綱的鱈形目魚類與新鱈亞綱(Neopterygeii)，如雀鱈(Lepisosteidae)、弓鱈魚(Amiidae)及現生所有的硬骨魚(Teleostei)為單源(monophyletic)的姊妹群，而多鱈魚(Polypteriformes)則和前者(新鱈亞綱及軟骨硬鱗亞綱)同源形成條鱈魚綱。鱈形目屬間和種間(尤其是鱈屬內部)的親緣關係仍不甚清楚，如鱈屬(*Huso*)內的兩個種 *Huso huso* 及 *H. dauricus*，其屬內種間的遺傳距離遠較與鱈屬(*Acipenser*)之間的遺傳距離大。由粒線體 DNA 細胞色素 b (mtDNA Cyt-b) 所建構的親緣關係，鱈屬的兩個種 *H. huso* 及 *H. dauricus* 被歸併在鱈屬中，而歐洲鱈(*Acipenser sturio*)及大西洋鱈(*A. oxyrinchus*)則形成獨立的單系群。因此在鱈科的演化過程中，歐洲鱈(*Acipenser sturio*)及大西洋鱈(*A. oxyrinchus*)應是最古老的一支，以古生物學及分子演化學方法估算其分枝的起源，大約發生在 9500 萬年前。其他鱈科的種類可被分成兩個群，第一群分佈域為泛北大西洋地區；第二群

則為北太平洋地區。其類緣關係恰與地理分佈位置相對應(圖 4)。

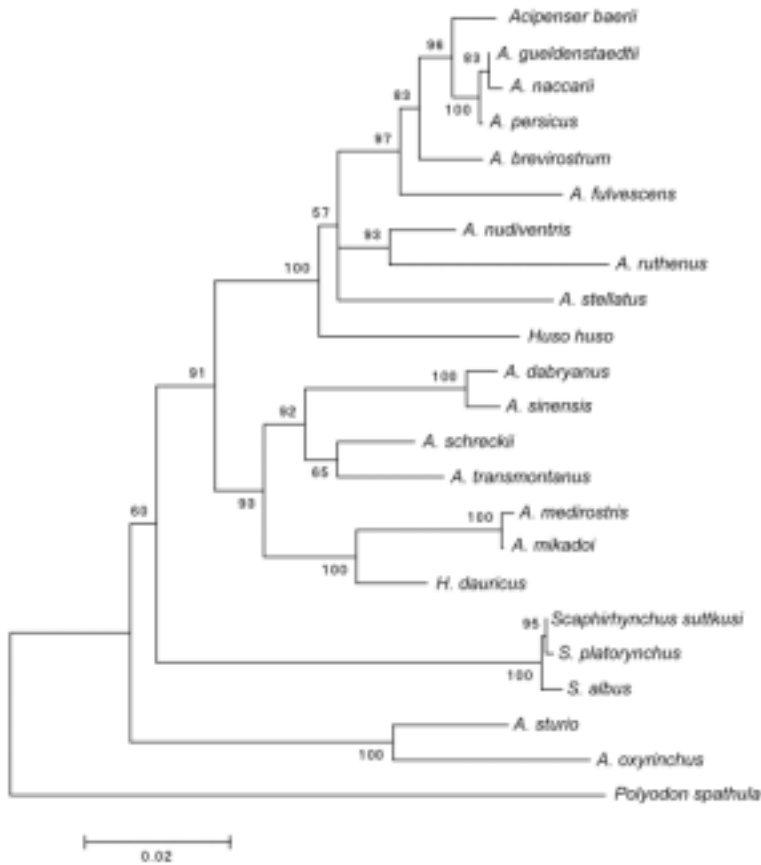


圖4. 利用粒線體DNA細胞色素b (mtDNA Cyt-b)所建構的鱒亞科(Acipenseridae)親緣關係樹。此樹是以Tamura-Nei模式 (Tamura & Nei, 1993)計算遺傳距離，並以相鄰連結法 (Neighbor-joining, NJ)建構而成，以重覆1000次之bootstrap法檢驗其樹形可信度(何, 2004)。

依染色體數目的差異，可將鱒科魚類分為兩群：(1) 為二倍體(diploid, ± 120 chromosomes)，包括了裸腹鱒(*A. nudiventris*)、小體鱒(*A. ruthenus*)、閃光鱒(*A. stellatus*)、歐洲鱒(*A. sturio*)、大西洋鱒(*A. oxyrinchus*)、歐洲鯉(*H. huso*)、鯉(*H. dauricus*)、鏟鱒屬(*Scaphirhynchus*)及擬鏟鱒屬(*Pseudoscaphirhynchus*)；(2) 為四倍

體(tetraploid, ± 240 chromosomes), 包括西伯利亞鱈(*A. baerii*)、短吻鱈(*A. brevirostrum*)、達氏鱈(*A. dabryanus*)、湖鱈(*A. fulvescens*)、俄羅斯鱈(*A. gueldenstaedtii*)、桃鱈(*A. persicus*)、中吻鱈(*A. medirostris*)、米氏鱈(*A. mikadoi*)、納氏鱈(*A. naccarii*)、史氏鱈(*A. schrenckii*)、中華鱈(*A. sinensis*) 及高首鱈(*A. transmontanus*)。有研究指出不論種間甚至屬間均有可能發生雜交(hybridization), 同群(即相同染色體套數)之間的雜交產生的子代仍具有繁殖力, 但不同群之間所雜交的子代則為三倍體(triploid)而不具生殖力。在自然情況下, 鱈的雜交時有發生, 尤其是在裡海、黑海地區, 其原因主要是因為同域內鱈的生殖季時間和地點互相重疊所致, 尤其是近幾十年來鱈的棲地急劇萎縮, 迫使鱈的自然雜交機會增加。而人為因素亦促進自然雜交鱈的產生, 如在美國密蘇里河和密西西比河流域, 因疏浚、築壩、鑿渠等人工因素使得密西西比鱈(*Scaphirhynchus platyrhynchus*)和密蘇里鱈(*S. albus*)自然雜交的機會增加。

五、鱈漁業的開發及利用

鱈的商業性捕撈, 始於 19 世紀中葉, 20 世紀初達到捕撈的高峰, 捕撈量的不斷增加, 主要是因為對魚子醬的需求。魚子醬是未受精的魚卵, 水洗後經鹽醃漬而成。世界的魚子醬產量約有 90% 產自裡海地區, 較高級的魚子醬分別由歐洲鱈(英文俗名 beluga)、俄羅斯鱈(osietra)、閃光鱈(sevruga)的卵所製成。

近年來由於興建水壩及攔沙壩等水利工程及環境污染, 鱈的棲息地和繁殖地逐漸減少, 加上過度漁撈(overfishing), 世界各地鱈資源有急劇下降現象, 甚至有的種類已瀕臨絕種, 最明顯的例子是鹹海(Aral Sea)在過去三十年間為了增加灌溉面積, 而在其主要河川阿穆河(Amu Darya River)和錫爾河(Syr Darya River)上開鑿灌溉渠道, 入水量大減的情況下, 鹹海的面積縮小、鹽度增加, 其生態環境面臨嚴重的浩劫, 生活在其中的三種擬鱈(*Pseudoscaphirhynchus*)有兩種消失, 只剩下絲尾擬鱈(*P. kaufmanni*)。事實上所有鱈形目魚類均在“國際自然及自然資源保

育聯盟”(The International Union for Conservation of Nature and Natural Resources, IUCN)的瀕危物種紅皮書(IUCN Red List)及“瀕臨絕種野生動植物國際貿易公約”(Convention on International Trade in Endangered Species of wild fauna and flora, CITES)的瀕危及稀少動物附錄名單中(CITES Appendix I/II)。根據瀕危物種紅皮書的記載,26種鱒形目魚類中,只有兩種屬於低危險級,其他大部分種類均處於高危險的情況,有六種為嚴重瀕臨絕滅(Critically Endangered)、11種為瀕臨絕滅(Endangered)、8種為易受危害(Vulnerable)(表1)。因此鱒形目魚類的保育刻不容緩,目前世界各產鱒國的保護措施主要分三個方向:(1)限制鱒的捕撈並對其產品(肉製品、魚子醬)貿易進行嚴格的控管。(2)對鱒的棲地進行保護,防止其棲地繼續受到破壞。(3)進行人工繁養殖與放流來增加野生鱒的有效族群量。

六、鱒的養殖

隨著野生鱒自然資源量的減少,捕撈量已無法滿足國際市場的需求,尤其是魚子醬的需求日益增加,使得鱒養殖業迅速發展,並在二十世紀末形成養殖業的一股熱潮。鱒的人工繁殖最早是1869年俄國人Ovsjannikov成功地完成小體鱒(*A. ruthenus*)的人工授精。其後在北美和西歐也分別對湖鱒(*A. fulvescens*)及歐洲鱒(*A. sturio*)進行人工繁殖的研究。俄國人N. Stroganov在1940年代至1950年代間完成鱒繁養殖的理論基礎。前蘇聯對鱒的養殖較早開始,到目前為止已完成了閃光鱒(*A. stellatus*)、俄羅斯鱒(*A. gueldenstaedtii*)、西伯利亞鱒(*A. baerii*)和小體鱒(*A. ruthenus*)等兩代以上的完全養殖(whole-cycle cultivation),並進行了多種鱒雜交試驗。自N. Nikoljukin在1952年首次成功獲得小鱒鯉(Bester)——即歐洲鯉(♀)與小體鱒(♂)的雜交種後,實驗證明其具有明顯的雜交優勢:小體鱒為江河洄游性魚類,可在全淡水中養殖;歐洲鯉生長快速,可長到較大體型,雜交後的子代具有親代雙方的優點,可在全淡水養殖、活存率高且生長迅速,自此雜交鱒逐漸廣為養殖業使用。進行鱒、鯉之間雜交的另一個原因是雖然鯉生長

較快，但鯉屬魚類均為肉食性凶猛魚類，不喜群集，因此在養殖時會造成自相殘食現象，不利集中式的高密度養殖，而鱖屬魚類則相對較溫馴，雜食性以底棲生物為主，較易馴養。1960 年代對雜交鱖的養殖技術有長足的進步，因此在前蘇聯及其他國家各種具有親代雙方優勢的鱖雜交種紛紛出現。在養殖模式上，前蘇聯主要是水面移養、池塘養殖、箱網養殖和流水養殖，其養殖場培育的鱖苗除了提供養殖外，其餘均放流到自然水域中，放流的規模和數量是其他國家無可比擬的，從 1972 年的 7000 萬尾增至 1985 年的 1 億 3000 萬尾，其中 9000 萬尾放流至裡海，4400 萬尾放流到亞述海(石等，2000)。

美國的鱖養殖起步較晚，但是發展速度很快，在加州有許多鱖養殖場，已進行高首鱖的高密度養殖和湖鱖的繁養殖，1998 年實際產量估計已在 1000 噸以上(石等，2000)。其他鱖養殖主要為匙吻鱖(*Polyodon spathula*)，該種現被廣泛進行池塘養殖和水庫放養。

自 20 世紀 60 年代開始，保加利亞、匈牙利、德國、日本、法國、愛沙尼亞、烏克蘭、意大利、羅馬尼亞、丹麥、西班牙、比利時、伊朗、和奧地利等國亦先後開始發展鱖的人工養殖，至今已頗具規模(石等，2000)。

上個世紀 90 年代初以來，中國先後從美國、俄羅斯及德國引進匙吻鱖、俄羅斯鱖、閃光鱖、西伯利亞鱖、小體鱖和黑龍江鯉及其雜交種等進行養殖，其中匙吻鱖已在河南、江西、湖南和湖北等 5 座水庫中繁衍。在大連、北京、四川、廣東、湖北、福建、江蘇、及黑龍江等地也開始規模不等的鱖養殖，經過十幾年來的發展，鱖的養殖非常普及，現今幾乎只要有水塘的地方都可能有鱖的放養，尤其是史氏鱖的人工養殖相當普遍，因此鱖的價格也無以前的昂貴。

據水試所淡水繁養殖研究中心竹北分站林天生副研究員指出，鱖在臺灣的養殖發展歷史有如歐洲鰻的養殖背景，約二十年前水試所鹿港分所曾引進一批高首鱖，放養於谷關的馬陵養鱖場，結果並未成功。沉寂多年後，臺北縣烏來鄉的福山養鱖場及

南投縣信義鄉的沙里仙養鱒場等養殖業者，自 1995 年左右陸續購入數批高首鱒，由於缺乏經驗，存活率都低於 10%，目前有部份種魚已接近成熟階段。經新聞媒體宣傳後，有很多業者想嘗試養殖，但卻擔心兩岸如果三通，屆時大陸魚貨傾銷，是否會打擊本地的養殖產業。由於鱒在國內的產量不高，價格貴，因此部分養殖業者想到直接前往福建購買，然後以活魚艙運回，但由於鱒長時間高密度蓄養於狹小的船艙，易造成魚體上下重疊、摩擦，未進港前便已大量死亡，倖免者運到養殖場也都因體表受傷感染水黴陸續死亡，幾次下來，已沒人敢再嘗試。接著有人試著以冰藏或冷凍方式運回，但卻沒想到經過一段時間冷藏或冷凍後的鱒略帶類似鯊魚的氨味，且肉質鬆軟與生鮮的具彈性、口味鮮美完全不同，造成消費者寧可花較多的錢嚐鮮魚，而不願意吃冷凍魚。這也許與鱒的自體消化速度快不耐久藏類似，難怪古代羅馬皇帝，爲了品嚐鱒而要求以桶裝活魚運輸方式直接送達皇宮。由於經濟部國際貿易局於八十八年三月二十二日貿發字第 03073 號公告自八十八年四月二十日起我國進出口貨品分類表增列活鱒、鮮或冷藏鱒、冷凍鱒……等八項水產品，因此民間養殖業者在經過上述失敗的嘗試後，轉而改以進口鱒之受精卵或魚花的方式自行飼養。目前臺灣地區從事鱒養殖的業者有 17 家，其中較具規模者有 4 場(每場養殖量約 5000~10000 尾)，養殖品種主要爲史氏鱒、西伯利亞鱒、匙吻鱒及史氏鱒與鯉之雜交種(林、劉，2004)。而據筆者的初步調查，在臺灣的養殖鱒的品種尚有俄羅斯鱒、達氏鱒、小鱒鯉(Bester，即歐洲鯉與小體鱒雜交之商業品種)(何，2004)。

七、鱒保育的隱憂

隨著鱒養殖業的興起，養殖的產量已取代自然捕撈的產量。因野生族群量的減少，各產鱒國政府也常以人工放流的方式來補充自然族群量，但這卻產生了一個隱憂，人工繁殖所產生子代可能只使用少數幾個親代，其遺傳歧異本來就低，而未經控制或錯誤的放流可能會迅速降低野生族群的遺傳歧異度。另外一個隱憂

則是因爲商業的需求，愈來愈多的非自然產生的雜交種出現，這些商業及養殖取向的雜交種若因自然災害(如洪水)而逃逸或錯誤的人工放流可能會對當地的族群的遺傳結構造成影響，甚至影響當地的生態系。2000年在伏爾加河(River Volga)所捕捉到的34尾俄羅斯鱈中，竟有11尾具有西伯利亞鱈的mtDNA *Cyt-b* 基因單型，但不具西伯利亞鱈的形態特徵(Jenneckens *et al.*, 2000)，自1956年起在伏爾加河即有圍塘養殖西伯利亞鱈及其雜交種的記錄，鱈人工繁殖成功後，前蘇聯也一直不斷地大量放流人工養殖鱈至裡海中，可能因此影響了伏爾加河裡俄羅斯鱈的族群遺傳結構。

興建水壩及攔沙壩等水利工程爲世界各地鱈資源急劇下降的原因之一，中國在三峽興建大壩對於長江流域中華鱈的影響程度目前還不清楚。中華鱈產卵時要往上游洄游至金沙江，葛洲壩修建後就只能洄游至葛洲壩。中華鱈雖非每年洄游產卵，葛洲壩的修建是否會迫使中華鱈改變其產卵地點仍是未知數，目前魚類學者正密切注意其族群狀況的變化。

八、鱈在臺灣養殖的可行性

臺灣雖非鱈的原產地，但因其經濟價值高，90年代後亦加入鱈養殖的熱潮，許多養殖場也可見到鱈的蹤跡。然而多數鱈源自中國大陸及俄羅斯，種類資料均不確定。在臺灣地區，時常發生人爲進口及蓄意引入的外來物種逃出後，適應臺灣的環境而成功建立野外繁殖族群，此類外來種入侵的例子不勝枚舉(如緬甸小鼠、松材線蟲、中國梨木蝨、蘇鐵白輪盾介殼蟲、紅火蟻、福壽螺、河殼菜蛤、布袋蓮、小花蔓澤蘭、多線南蜥等)，水生生物方面，外來淡水魚及美國螯蝦等水生動物，已成爲本土原生種魚類日減、甚至滅種的主要因素之一。在臺灣51條河川中已有49條河川發現到15種外來淡水魚類及2種外來淡水蝦類(陳等，2003)。

雖然如此，臺灣本島由於地形山高河短，在氣候上，除了夏季午後雷陣雨或颱風期間大量降雨後，河川短時間內湧入大量雨水，絕大部份的時間上游水量稀少，中、下游地區幾乎是乾涸見底。長期演化的結果使得本土河川魚類全屬小型魚類，而不見大型魚種。過去佔臺灣淡水養殖魚類重要地位的四大家魚：鯪、鱒、鱒及青魚，原產於中國大陸的長江、珠江流域，分別是民國四、五十年間自大陸轉香港或日本引進，每年高達三、四千萬尾。由於其成魚體型大，除了在人工養殖池、湖泊及水庫放流能生存外，在一年四季長期乾旱的臺灣河川中幾乎見不到其蹤跡(林、劉，2004)。

鱒為淡水魚類中最大的魚種，成熟年齡高，且成長快速，通常一年魚體長即可達 80~120 cm，重 3~4 公斤以上，其中歐洲鱒、鱒及中華鱒等，一年可達 5~10 公斤，達成熟的種魚大多超過 50 公斤以上，這些大型的魚類在臺灣的河川生態根本無法棲息，更遑論繁衍子代。因此，鱒應該適合成為臺灣淡水養殖魚業中新的魚種。事實上，民間業者早已在嘗試進行鱒的養殖，但因為對鱒的誤解，以為鱒和鱒一樣屬於冷水性魚類，誤以為鱒的養殖場一定要設在高冷地區，因此在臺灣的鱒鱒養殖場多半在山區沿溪設立，以此招攬觀光客。然而臺灣的地理形況並不適合養殖冷水魚類，因山高水急，加上近年地震頻傳，使得山坡地土質鬆軟，一旦下起豪雨，極易發生土石流，將沿溪設置的人工建物全部沖走，如 93 年 7 月 2 日因敏督利颱風所帶來的豪雨重創臺灣各地，尤其是南投山區部分鱒鱒養殖場因此次七二水災受創甚重，甚至有魚場主人父子亦淪為波臣。事實上，鱒為亞冷水性廣溫魚類(0~33°C)，與冷水性鱒魚的水溫範圍在 5~20°C 不同，在中國、俄羅斯都有中華鱒、史氏鱒、歐洲鱒及小鱒鱒(Bester)在 30°C 左右的成功養殖試驗。臺灣水試所竹北試驗場以遮光網的方式，將水溫控制在 26~29°C 來試養史氏鱒及雜交鱒，亦獲得成功(林、劉，2004)。以上顯示鱒對環境水溫的適應力極強，並不一定要在高冷地區養殖，目前臺灣亦有部分養殖業者在平地進行鱒的養殖。

結語

鱘在世界上已存在兩億年之久，因人類經濟活動的影響，在百年內其數量急速地減少。《本草綱目·鱠魚》“鱠出江淮、黃河、遼海深水處。”裡頭的鱠指的應是中華鱘，在明代以前仍在黃河流域出沒，但現在黃河流域已不復見。2001年，裡海周邊的歐洲國家開始對歐洲鱠、俄羅斯及閃光鱘下達了禁捕令，原因是裡海鱘族群量已降低到危險的程度。短短三十年內鹹海地區的三種擬鱠鱘有兩種已經從自然水域中消失。雖然養殖技術的進步，鱘可以人工繁養殖，甚至可以放流到自然水域中增加其族群量，但是人為的棲地破壞非常嚴重，除了人工養殖場的幾種生產魚子醬的鱘類，大部分的種類都在慢慢地消失中。鱘的棲地保護及捕撈限制是當前資源保育的首要工作。

誌謝

本文部分摘自何(2004年)碩士論文「利用遺傳標記及形態鑑定臺灣的外來種鱘」，論文審查時承蒙臺大沈世傑老師和陳弘成老師、以及中研院李信徹老師和陳昭倫老師提出諸多寶貴的建言。另外，行政院農委會水試所淡水繁養殖研究中心竹北研究站林天生先生慨然提供鱘之標本以及諸多鱘養殖上之寶貴意見。在此一併誌謝。

參考及引用文獻

- Bemis, W., Findeis, E. and Grande, L. (1997) An overview of Acipenseriformes. *Environ. Biol. Fish.* 48: 25-71.
- Billard R. and G. Lecointre. (2001) Biology and conservation of sturgeon and paddlefish. *Rev. Fish Biol. Fish.* 10: 355-392
- Birstein, V. J. and Bemis, W. E. (1997) How many species are there within the genus *Acipenser*? *Environ. Biol. Fish.* 48: 157-163.
- Choudhury, A. and Dick, T. A. (1998) The historical biogeography of sturgeons (Osteichthyes: Acipenseridae): a synthesis of

- phylogenetics, palaeontology and palaeogeography. *J. Biogeogr.* 25: 623-640
- Gardiner, B. G. (1984) Sturgeons as living fossils. In “Living fossils” (N. Eldredge, and S. M. Stanley, Eds), pp. 148-152, Springer Verlag, New York
- Grande, L. and Bemis, W. E. (1996) Interrelationships of Acipenseriformes, with comments on ‘Chondrostei’. In “Interrelationships of Fishes” (M. L. J. Stiassny, L. R. Parenti, and G. D. Johnson, Eds.), pp. 85- 115, Academic Press, New York.
- Hochleithner M. (1999) The sturgeons and paddlefishes of the world: Biology and Aquaculture. *Aqua Tech* press. Austria.
- Jennekens, I., Meyer, J.-N., Debus, L., Pitra, C. and Ludwig A. (2000) Evidence of mitochondrial DNA clones of Siberian sturgeon, *Acipenser baerii*, within Russian sturgeon, *Acipenser gueldenstaedtii*, caught in the River Volga. *Ecology Letters* 3: 503-508.
- 石振廣、王雲山、李文龍 (2000) 鱈魚與鱈魚養殖。黑龍江科學技術出版社。226 頁。
- 林天生、劉富光 (2004) 外來淡水魚種養殖的省思-鱈魚。水試專訊 (印刷中)。
- 何杰騰 (2004) 利用遺傳標記及形態鑑定臺灣的外來種鱈。國立臺灣大學動物學研究所碩士論文。109 頁。
- 陳榮宗、何平合、李訓煌 (2003) 外來種淡水魚類及蝦類在臺灣河川之分布概況。「特有生物研究」第 5 卷第 2 期。第 33 頁。

Biology, conservation and aquaculture of sturgeon

Jie-Teng He¹ and Wann-Nian Tzeng^{2*}

¹. Institute of Zoology, College of Life Science, National Taiwan University, Taipei, Taiwan

². Institute of Fisheries Sciences, College of Life Science, National Taiwan University, Taipei, Taiwan

Abstract

Sturgeon is a very valuable species of fish in the world, especially for the elites and royal families of the Orient and the Europe during the ancient times. In subtropical Taiwan, however, sturgeon is an introduced species. The fertilized eggs and larvae of this fish are being imported to Taiwan, mainly for aquaculture. Because of this, the biology of sturgeons in Taiwan is not well described and understood. This essay mainly reviews and describes the geographical distribution, biological characteristics, fishery and aquaculture of sturgeon in the world. This essay also tackles some of the effects of human activities, such as overfishing and environmental degradation which declines the number of sturgeon and destroys its habitat, thus making them endangered.

* To whom correspondence and reprint requests should be addressed.
E-mail: wnt@ccms.ntu.edu.tw