

臺大漁推（十七）

FISHERIES EXTENSION NTU

魚病診斷與防治



國立臺灣大學漁業推廣委員會 中華民國九十四年十二月

目 錄

目錄		i
蠕蟲類生物性標籤在魚類及 漁業上之應用	林俊嘉、施秀惠	1
水產繁殖場水質管理與環境 衛生之介紹與關鍵管制點 的導入	陳弘成	12
日月潭的原生魚類與外來種 現況	莊鈴川、曾萬年	29

臺大漁推

第十七期

發行人：陳秀男

主任委員：施秀惠

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) 2365403

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

中華民國九十四年十二月出版

版權所有 嚴禁翻印轉載

蠕蟲類生物性標籤在魚類及漁業上之應用

林俊嘉¹、施秀惠^{2,3}

¹ 國立臺灣大學動物學研究所

² 國立臺灣大學漁業推廣委員會

³ 國立臺灣大學生命科學系

一、地球生物多樣性與漁業資源管理

地球生物圈是由地球上所有生命體及整體環境所構成，其中最有趣也最明顯的特徵即為生物多樣性。簡言之，生物多樣性就是一個地區範圍內生命形態的豐富程度，它包括遺傳(基因)演化多樣性、物種多樣性和生態系統多樣性三個層次。

物種多樣性研究可由生物地理學和系統分類學來評估區域內有多少物種存在和物種的分佈狀況外，還可探求它們形成和發展的歷史。魚類在脊椎動物中仍是一個不時有新種記錄的類群，仍有很多地區尚待調查，而無論是新種、系群區分還是生態環境的演化，還是有大量的新工作等待我們去探索及了解。

目前國際上最大生物多樣性相關公約組織為生物多樣性公約 (Convention on Biological Diversity)，其中致力積極透過締約國推動並落實公約三大目標：保育生物多樣性、永續利用其組成分子，以及公平合理地分享生物多樣性遺傳資源所產生的利益。

從以上生物多樣性公約我們可以了解到整個生物多樣性的重要程度，世界上有數以千萬的多樣物種，而無時無刻都有新物種被發現與描述，同時也有現在物種的喪失與淘汰，永遠持續著無息的生命現象。當然在新物種形成以及發展過程和多變的環境有著密不可分的關係，也就是生態系統演化的結果。值得注意的是，生物學中有很多現象是演化歷史的產物，無論是生物老化、動植物地理分

布，還是族群之間的差異都得從演化歷史來了解。

海水魚類系群的洄游也是歷史長期演化下來的差異，系群的區分有助於漁場的管理，由系群區分結果來了解魚群在海洋中的資源量，並且有效控制漁業資源。以大西洋黑鮪為例(黃向文，1999)，大西洋鮪類保育委員會(International Commission on the Conservation of Atlantic Tuna, ICCAT)目前有美國、法國、日本、韓國等二十六個會員國，其目的為保育該海域的鮪類資源，管理魚種包括黑鮪、長鰭鮪、大目鮪、黃鰭鮪、劍旗魚等十餘種。在 ICCAT 的規範下，針對每種資源每兩年評估一次，經由各主要漁獲國家所提供的時間序列資料，進行最大持續生產量(maximum sustainable yield, MSY)、總容許捕撈量(total allowable catch, TAC)及最適體長、最適漁獲大小的估算，作為訂定保育措施之參考，進而達到漁業資源永續利用的目的。由此可知，系群區分對於漁業資源的評估具有相當程度之重要性。

二、臺灣周圍海洋環境概述

海洋以無窮的能量，孕育著無數的生命。位於印度西太平洋地區並和熱帶及亞熱帶交接處的臺灣，十六世紀葡萄牙人航海經過臺灣海域讚嘆臺灣為 Formosa 美麗之島。臺灣南北不到四百公里，面積也只有三萬六千餘平方公里，但卻兼具由北方大陸沿岸洋流帶來溫帶及亞熱帶之魚種及由菲律賓與赤道黑潮暖流帶來的熱帶魚種，使得臺灣近沿海的漁產量每年達三十萬公噸。臺灣本島加上離島總共擁有 1600 公里海岸線，生物相極為豐富，海洋生物種類佔世界的十分之一，而到目前為止臺灣附近調查記錄有超過 2600 多種海水魚及其各種的珊瑚、貝介、螃蟹、蝦子、棘皮動物、海蛇、海龜、鯨魚、海豚、海藻、海草，以及更多未經完全調查研究紀錄的蠕蟲等海洋無脊椎動物和浮游動、植物。

先天地形與地理位置上的優勢，讓臺灣海岸擁有各種不同的棲地，不論是底質、地形、水深、水溫及海流等生態因子，都成就臺灣擁有一流的海洋資源，讓不同種類的海洋生物，都能在臺灣海域生存下來。臺灣東西部海岸生物相由於地理位置及地形的不同而有

很大的差異，臺灣西部多屬沙岸，因此，水深平均深度約 100 公尺，最深不超過 200 公尺，其海域中有著相當多經濟魚種；而東部多屬岩岸，海岸平均水深達 6000 公尺，最深的海溝甚至近萬公尺，如此不同的沿岸環境也造就了海底無數的生物種類。

臺灣人民使用海洋資源由來已久，無論在食、衣、住、行及觀光休閒(賞鯨、新竹鯨魚節、南方澳鯖魚節、蘭嶼飛魚節等)、生態景觀上的各種層面與海洋均脫離不了關係。如此豐富的海洋資源下，也使得臺灣具備了發展漁業的優厚條件，因此漁業成為臺灣的重要產業。歷史上臺灣漁業的種種發展，也為臺灣的海洋文化形塑出多采又獨特的樣貌。臺灣地理位置獨特，使得臺灣具有海洋漁業發展之優良環境，此外在臺灣淺海水資源豐沛的情形下，無論陸上養殖或箱網養殖，其技術及品質都極具競爭力。

臺灣對沿岸海洋的依賴，從每年如此高產量及產值的漁獲量即可一窺究竟。臺灣和海洋的關係如此密切，同時擁有如此豐富且有利的資源，然而對海洋之研究和了解仍極其有限，由此可知，海洋奧秘及海洋生物之多樣性是亟待開發且極具潛力的研究課題。

根據一份對全球海洋生物多樣性及熱帶性珊瑚礁調查的研究報告(Roberts *et al.*, 2002)，將臺灣、日本南方及中國南方劃分為同一區塊，並將海洋生物分為魚類、珊瑚、軟體動物、龍蝦，進行全球物種豐富度調查，結果顯示特有種豐富度臺灣為世界排名前 10% 的區域，顯示臺灣附近海洋生態為世界上最獨特而珍貴的區域之一。至於全球廣泛分佈的物種，臺灣附近海域也有 1187 種，為全世界排名第三，亦是相當珍貴。

臺灣位處於世界最大陸棚地區之一，面積廣達 1500 km²。而大陸棚是海洋資源最豐富的海洋環境。就海區而言，臺灣橫跨黃海、東海及南海三區，再加上東、西岸地形地貌及洋流等因素造就出海洋生物分佈的差異性。臺灣西部大多為沙泥或礫質之淺灘，潮間帶寬，海底平緩，除蝦、蟹、貝類外，魚種中包含了中表層洄游性魚種、底棲性沙鱸、石首魚、金梭魚、牛尾魚、雞魚、鯛及比目魚等；此外，西海岸還有不少河口與紅樹林。東岸地形陡峭水深達數千公

尺以上，且有黑潮流經帶來極豐富的大洋性洄游魚類，如鰹、鮪、鯊、飛魚、旗魚等。除此之外，東岸多屬岩岸因此也孕育著不少珊瑚礁及海洋生物，其中魚類就有 1200 種以上，包括鰈魚、雀鯛、鰐虎、隆頭魚、粗皮鯛、金鱗魚等。

由於東部、南部及小琉球等離島主要受到溫暖黑潮北上的影響，與北部及澎湖受大陸閩浙沿岸冷水流南下影響不同，造成在冬季時南北溫差可達 4~5°C，如此環境差異下，臺灣南北海域海洋生物的物種也有明顯的差異。

三、蠕蟲簡介

看到「蠕蟲」(Helminthes)這個名詞，讀者們腦海中首先浮現的可能是扭曲的蟲體和構造簡單的印象。其實在海洋生態系統中，蠕蟲是海洋生產力和海洋食物網中重要的成員，同時扮演著浮游動物的食物及環境指標(水溫、鹽度)的角色。蠕蟲主要包括線蟲(圓蟲)、扁蟲(包括渦蟲、吸蟲和條蟲)與環節動物等，大部分皆行自由生活。而在演化的驅力下，有些物種已失去過自由生活的能力，必須經由食物鏈的過程進到寄主(host)體內，暫時地或永久地依附在寄主體內或體表，以便讓族群獲得棲所、營養以及其他生活上必需的條件，維持其生存和繁殖。此種交互作用，使得一方得利，一方受害；這種生活方式被稱為寄生生活(parasitism)。

當蠕蟲寄生於海魚體內時，可能涉及魚病及公共衛生的問題。二者重疊之處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(施秀惠，2004)。魚病方面，能引起魚類疾病的蠕蟲主要為吸蟲類，如指環蟲、三代蟲；另外還有條蟲、箭蟲、蛻蟲及少數線蟲類，如鰻魚鰓線蟲等。少量寄生並不會產生危害，但有些種類大量寄生時，可能會引起魚類大量死亡的情形發生；海水魚中則是以海獸胃線蟲感染最為普遍。公共衛生方面，許多國外病例報告指出消費者因攝入含有海獸胃線蟲第三期幼蟲之海魚生魚片或未煮熟的水產品而導致『海獸胃線蟲症』和『胃過敏性海獸胃線蟲症』等疾病；後者輕微的可能引發噁心(nausea)、嘔吐(vomiting)、風疹塊(urticaria)和血管

性水腫(angioedema)，而嚴重者則可能導致支氣管痙攣(bronchospasm)和痙攣休克(anaphylaxis)。

有調查報告指出(吳孟才, 1996): 臺灣周圍 46 種海水生經濟性魚類之蠕蟲(包括線蟲、吸蟲、鉤頭蟲及條蟲)感染率為 44.2%，同時統計分析顯示寄生蟲感染和魚類食性呈極顯著之相關($p < 0.01$)。檢視蠕蟲食物鏈得知，蠕蟲卵經由魚類、鳥類或海洋哺乳動物排出後，在海洋中孵化進而被小型浮游動物(甲殼類、橈足類等)攝入，魚類因食入有蠕蟲感染的浮游動物而攜有幼蟲，接著魚類再被大型海洋哺乳動物或鳥類所捕食，蠕蟲經此型式以完成整個生活史。因此，蠕蟲在海洋食物鏈裡實聯繫著群聚中的不同物種，並提供適當的能量和營養素，其在海洋環境的重要程度及影響力由此可見一斑。

四、魚類系羣判別方法及蠕蟲類生物性標籤

不同區域的環境地形特徵，造就了同種生物卻有不同系群(stock)的結果；而欲得知漁業資源狀態，首先必須了解魚類長期演化下來的系群結構。隔離(isolation)與突變(mutation)使得同物種間形成不同的系群，又因各個系群是分別獨立變動的，故在調查或管理魚類資源時，應以系群為單位來加以分析。系群的判別有下列幾種方法：(1)形態學：包括體節(計數)形質和非體節(非計數)形質；(2)生態學：包括採用產卵期、產卵場、鱗相、抱卵數或卵徑的差異，以及寄生蟲的有無作為區分因子；(3)標誌放流法(tagging)：研究魚類洄游、估計資源量和追蹤族群變動的重要方法，包括[i] 切斷標誌法：如切除魚的部分鰭條當做標誌；[ii] 體外標誌法：將標籤或訊號發射器附掛在動物身體表面，以追蹤生物活動的方式；[iii] 體內標誌法：將標籤或記錄器植入生物體內；[iv] 化學標誌法：使用同位素或染劑標誌生物，再於重捕時使用探測器檢出標誌生物；(4)漁況：即以 2 個或多個漁場的漁況變動趨勢，探討魚群的移動和洄游；(5)生物化學和遺傳學：如血型、同功異構酶(isoenzyme)、血清、血紅素、蛋白質或染色體之分析；(6)其他：如 DNA、RNA 的差異或利用同位素的測定等(能勢, 1988)。

研究魚類寄生蟲過程中，除查明魚體寄生蟲相外，收集的數據

必須進一步經過統計軟體分析處理以比較並顯示其差異程度，因此，統計學在魚類寄生蟲學研究中愈益受重視。

以寄生生物作為探索魚類族群分佈之指標的歷史已逾百年 (Mackenzie, 2002)，1960 年代開始出現較為豐富的成果發表，有許多專家學者針對這個主題進行多種淡、海水魚種的研究。發展至今，近年來學者們開始利用簡單的數學模式分析寄生蟲之感染情形後，進一步鑑別區分魚類系群並描述出海魚的游動路線 (Mosquera *et al.*, 2000)。因此，查明寄生蟲感染數據後再結合統計分析結果，即可據以區分魚類系群結構。

五、蠕蟲類生物性標籤應用於研究魚類及漁業之實例

全球漁業資源的維護一直是世人關切的議題，同時也反映出人們對漁業資源的永續利用，以及利用海洋資源養活人類的高度重視。魚類對於人體的營養比其它家畜都來得有價值，不管是淡水魚還是海水魚整體營養成分價值皆很豐富。首先，魚肉中蛋白質含量豐富，其中所含必需氨基酸最適合人體需要也是人類攝入蛋白質的良好來源。其次，魚肉中脂肪含量少，且多由不飽和脂肪酸組成，人體吸收率可達 95%，具有降低膽固醇及預防心血管疾病的作用。第三，魚肉中含有豐富的礦物質，如鐵、磷、鈣等；魚的肝臟中則含有大量維生素 A 和維生素 D。另外，魚肉肌纖維很短，水分含量較高，因此肉質細嫩，比畜禽的肉更易吸收，對人們的健康更為有利。

在世界各國愈來愈重視漁業資源永續利用的同時，2005 年 5 月『公海漁業管理和聯合國漁業協定』會議中提及如何著重落實 1995 年制定的聯合國漁業協定，並探討對過度捕撈應採取的一些措施。會議發表的部長會議宣言認為，各國應該有效執行相關國際規定，以保證對漁業資源的長期性保護和可持續利用。宣言中亦對過度捕撈使世界上許多地區的漁業資源、生態環境等受到嚴重損害，表示關注。

據了解目前世界漁業資源的管理受到了嚴重挑戰，聯合國糧農組織估計，部分地區對具有商業價值的魚類的撈捕量超過了許可數

量的 3 倍。漁業管理要加強科學決策，科學決策應包括緊急預警機制等，應合理設置沿海國家和開發中國家的捕撈配額標準，以幫助開發中國家消除貧困，提升漁民生活水準。

葡萄牙學者之研究指出，利用不同海域 Toadfish (*Halobatrachus didactylus*) 的蠕蟲盛行率高低，可分析描繪出樹狀分析圖，藉此得知 Toadfish 族群結構在葡萄牙海域可區分成沿岸和入海口 2 個不同系群 (Marques *et al.*, 2005)。獲得上述結果後，學者們繼續進行此魚種之遺傳基因及型態學特徵分析，發現分部於沿岸和入海口之 Toadfish 在基因型上確實具有顯著差異；因此推論，魚類寄生蟲可做為研究魚類族群結構的重要指標工具。另外，George (1996) 調查智利周圍 3 個海岸點當地鱈魚 (*Merluccius gayi*) 體內之後生動物類寄生蟲相，並經統計分析數據，發現在調查海域中至少存在有兩個鱈魚系群。

除了利用魚類寄生蟲相來區分海魚系群外，Oliva (2001) 調查智利周圍海域另一種鱈魚 (*Macruronus magellanicus*) 的寄生蟲相，發現有 15 種後生動物類寄生蟲，此結果雖無法選擇理想之寄生蟲標籤作為區分系群的依據，但卻證實鱈魚從南方到北方遷移路線之存在。

影響內、外寄生蟲相的可能因素很多，包含了地形、水溫、鹽度、餌料生物之多樣性、蠕蟲中間寄主之豐富度、魚種、魚類攝食習性、魚的體型大小及魚齡等，以上因子皆和魚類寄生蟲相息息相關。MacKenzie 和 Abaunza (1998) 曾綜合整理出許多寄生蟲之生活史包括：複殖吸蟲 (digenea)、條蟲 (cestode)、線蟲 (nematode)、棘頭蟲 (acanthocephalan) 及橈足類 (copepod) 等寄生蟲種類；更整合出利用寄生蟲作為分析海魚族群結構的標準操作程序與分析方法，以利應用。

線蟲生物性標籤方面，歐洲相關學者在 1998~2000 年間對於東北大西洋及地中海附近 14 個採樣點進行大規模的鱈魚 (*Merluccius merluccius*) 寄生蟲相調查，並以體內 *Anisakis* spp. 之幼蟲進一步利用同功酶來區分出 7 種兄弟姊妹種 (sibling species) 包括：*A. pegreffii*、*A. simplex* s.s.、*A. typica*、*A. ziphidarum*、*A. physeteris*、*A. brevispiculata*

及 *Anisakis* sp. 加以統計分析後發現 *Anisakis* 兄弟姊妹種的確會因為不同海域而在感染比例上有顯著性差異，因而區分出歐洲海域有不同系群的鱈魚 (*Merluccius merluccius*) 存在 (Mattiucci *et al.*, 2004)。

本研究室自 2000 年開始研究臺灣海魚之寄生蟲，曾鑑別大量死亡之臭都魚體內主要感染之線蟲為有鈎宮脂線蟲 (Shih and Jeng, 2002；施秀惠, 2001)；白帶魚體內之寄生蟲相略豐，除有鈎宮脂線蟲外另有海獸胃線蟲、前盲囊線蟲和帶魚針蛔線蟲 (Shih, 2004；施秀惠, 2004；查詩婷, 2004)；花腹鯖體內亦存在有前述相同四種線蟲相 (周宜瑩, 2005)。經由分析評估，我們選擇海獸胃線蟲為區分花腹鯖之生物性標籤且獲得理想結果：分布於臺灣東北海域之花腹鯖體內之海獸胃線蟲屬於 *Anisakis pegreffii* 和重組基因型 (*A. pegreffii* 和 *A. simplex* s.s. 之重組種)，二者出現之頻度分別為 96.7% 和 3.3%；而分布於臺灣西南海域之花腹鯖體內則有三種海獸胃線蟲，除前述二者外另有 *A. typica*，三者出現之頻度分別為 62.5%、9.4% 和 28.1%。因此可藉由海獸胃線蟲社群結構和出現頻度將臺灣周圍海域之花腹鯖族群區分為兩個系群 (周宜瑩, 2005)。本研究室目前正進行竹筴魚寄生蟲研究，期能評估選擇出理想蠕蟲類生物性標籤以探索此魚種之族群生物學和漁業學。

六、結語

海洋佔地球面積的 70%，而地球上 90% 以上的物種生活在海洋中。在海洋資源如此重要的當下，如何以各種可行的方法保護，並進而規劃整個海洋漁業區以維持穩定的漁業資源，實需全球相關國家與地區之共同參予和合作。茲歸納五項可行方案如下：(1) 合理的以最小的耗費提供最大的魚類生產，同時擴大族群生殖能力；(2) 適當保護成魚生殖環境；(3) 規範正確的漁撈季節及範圍；(4) 正確選擇漁獲物之體型並且每年定量捕撈；(5) 國際間以立法來維持整體海洋資源的合理開發，使漁業資源能永續發展、開發及推廣。

寄生性蠕蟲和海魚經由食物鏈而密切結合，在海魚無法避免蠕蟲感染的情況下，宜有效利用寄生蟲感染的相關數據及狀況，經整合分析後以間接區分魚類系群及評估漁業資源。由此可見，寄生蟲

學研究對魚類學和漁業資源相關研究領域具備極高之評估價值。

最後我們再度呼籲：從事寄生蟲學研究的專家學者們，除了著重醫學及獸醫學的範疇外，也應積極投入對臺灣海魚體內普遍存在的海獸胃線蟲之研究，查明臺灣重要經濟海水魚之寄生蟲相、統計分析各蟲種感染海魚之盛行率、強度及豐富度等感染參數，了解臺灣海域線蟲之生活史，探究線蟲對魚類發育、營養及生孕力等之影響，更重要的是評估寄生蟲是否適合作為生物性標籤，藉以分析魚類族群結構並擴展於探究臺灣周圍海域日益枯竭之漁業資源。

參考文獻

- 周宜瑩 (2005) 海獸胃線蟲與花腹鯖之寄生關係及系群區分之應用。碩士論文，國立臺灣大學動物學研究所。
- 吳孟才 (1996) 臺灣經濟性海水魚類和鯨目動物內寄生蟲蟲相調查。碩士論文，國立臺灣大學獸醫學研究所。
- 施秀惠 (2004) 海魚線蟲之迷思與剖析。臺大漁推，第 15 期，15-34 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。
- 查詩婷 (2004) 安尼線蟲科圓蟲與白帶魚之寄生關係。碩士論文，國立臺灣大學動物學研究所。
- 黃向文 (1999) 大西洋黑鮪資源評估與管理。漁業推廣，第 157 期，41-48 頁。農委會漁業署出版。
- 能勢幸雄、石井丈夫、清水誠著；黃士宗、郭慶老譯 (1988) 水產資源學。東京大學出版會。
- George NM (1996) Populations and assemblages of parasites in hake, *Merluccius gayi*, from the southeastern Pacific Ocean: stock implications. *Journal of Fish Biology* 48, 557-568.

- Mosquera J, Gomez GM and Perez VV (2000) Using Parasites as Biological Tags of Fish Populations: A Dynamical Model. *Bulletin of Mathematical Biology* 62, 87-99.
- Mackenzie K and Abaunza P (1998) Parasites as biological tags for stock discrimination of marine fish: a guide to procedures and methods. *Fisheries Research* 38, 45-56.
- Mackenzie K (2002) Parasites as biological tags in population studies of marine organisms: an update. *Parasitology* 124, 153-163.
- Marques JF, Santos MJ, Costa JL, Costa MJ and Cabral HN (2005) Metazoan parasites as biological indicators of population structure of *Halobatrachus didactylus* on the Portuguese coast. *Journal of Applied Ichthyology* 21, 220-224.
- Mattiucci S, Abaunza P, Ramadori L and Nascetti G (2004) Genetic identification of *Anisakis* larvae in European hake from Atlantic and Mediterranean waters for stock recognition. *Journal of Fish Biology* 65, 495-510.
- Oliva ME (2001) Metazoan parasites of *Macruronus magellanicus* from southern Chile as biological tags. *Journal of Fish Biology* 58, 1617-1622.
- Roberts CM, McClean CJ, Veron JE, Hawkins JP, Allen GR, McAllister DE, Mittermeier CG, Schueler FW, Spalding M, Wells F, Vynne C and Werner TB (2002) Marine biodiversity hotspots and conservation priorities for tropical reefs. *Science* 295, 1280-1284.
- Shih HH (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 HH, Jeng MS (2002) *Hysterothylacium aduncum* (Nematoda: Anisakidae) infecting a herbivorous fish, *Siganus fuscescens*, off the Taiwanese coast of the Northwest Pacific. *Zoological Studies* 41, 208-215.

誌謝

本論文乃農業委員會漁業署補助研究「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 94 農科-14.2.3-漁-F1(6)。

通訊作者

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

水產繁殖場水質管理與環境衛生之介紹 與關鍵管制點的導入

陳弘成

國立臺灣大學漁業推廣委員會

國立臺灣大學漁業科學研究所

一、前言

具有國際性的農產品，必須具備下列的要件，才能維持永續的競爭力，否則在講求環保、衛生、安全與品質的認知下，將無立足之地。

- 1、需求與供給間的平衡
- 2、責任性的產業系統，包括生產履歷追源制度的設立與保證
- 3、能維護環境與生態的生產
- 4、提高食用衛生與安全水準
- 5、合理的價格與經濟競爭

因此爲了使產品能爲大眾與國外所接受，在生產過程中實施 HACCP (危害分析與關鍵管制點)仍爲不可避免的工作，HACCP 制度雖主要由食品安全、健康衛生爲主要訴求的責任導向，但在生產的環節中，特別是水產養殖業的流程中尚包括 1.場地環境衛生與水質要求 2.魚苗健康與疾病的控管 3.飼料製造與添加物管制 4.非法藥物之使用與殘留 5.廢水的處理與排放等 5 項。各項都各有其重要性，譬如說爲了要養殖順利、管理容易，必須要有乾淨的衛生環境與清淨的水質，同時具有高品質且健康的魚蝦苗，控管病源的進入與大爆發；爲了食品的食用安全，則必須要有飼料安全及不得有非法藥物、毒物之殘留；爲了維護環境與和諧的養殖，則要有排放水的處理與禁用地下水資源等等。是故各項必須要有 HACCP 的規劃、執

行與認知。理想中運作則包括危害分析、CCP 的管制基準、監控操作、修正行動、記錄及確認。

台灣水產養殖已陸續進行優良養殖場的認證制度與評鑑工作，由於種苗的生產在水產養殖中佔有極為重要的一環，其影響包括未來養殖場能否提高存活率、加快生長速率、順化養殖管理、減少疾病爆發、減少藥物使用及殘留、減少飼料的使用、促進魚產品的肉質等等，故有識之士認為繁殖場的運作也宜採用 HACCP 之制度，本文特就繁殖場的衛生管理、水質需求及種苗健康做一詳細之探討。

二、繁殖場地點之選擇

- 1、交通、通訊及電力方便，不需自行架設者。
- 2、氣候適宜、較少發生災患者如颱風、淹水、落山風者。
- 3、地質特性極佳，選擇時以岩礁、珊瑚礁、砂礫及砂質壤土的順序為主，避免在紅樹林、河口或沼澤地設廠。
- 4、地勢適宜、不會淹水、進排水容易。
- 5、水質良好穩定，不含有害有毒的物質。
- 6、水源豐富、無乾旱水權等問題。
- 7、附近無工廠排放污水、廢氣甚或噪音，衛生條件優良且無病原或貝毒者。
- 8、餌料生物之供應方便、新鮮且無毒物者。
- 9、民情與治安良好者。
- 10、與其他繁養殖區隔離者。

三、魚介苗的生產與購入再培育

1、危害分析

- (1) 魚介苗品質不佳，包括種魚營養、管理及選種、產卵方式、卵質、自交、魚苗餌料等。
- (2) 採用非自然或不當的近利生產方式，包括強制催產方

式、超量注射荷爾蒙、高溫藥物催化甚或採用生長激素等。

- (3) 有病原的攜帶或感染，甚至於互相傳染，這些病原包括細菌、病毒、立克次體、黴菌、原生動物與寄生蟲等。

2、至於其之管制基準、監控、修正行為、紀錄與確認，可在本刊物的「優良種苗的辨識」章節中獲知，譬如訂定優良蝦苗之管制條件與標準包括

- (1) 蝦苗甚少帶有病原者或為 SPF 者，但最好是 SPFR 者。
- (2) 每噸水的產量在草蝦不宜超過二萬尾、白蝦四萬尾。
- (3) 蝦苗無異樣之活力、形態、蝦病與色澤。
- (4) 蝦苗大小較不一樣，其平均偏差在 10% 以上者。
- (5) 蝦苗對溫鹽變化與藥物耐力強者。
- (6) 育苗時，勿用高溫、藥物與肥水者。
- (7) 催產胎數勿超過三次。
- (8) 蝦苗的弧菌數在 10^2 CFU/mL 以下。

四、水質與衛生

蝦苗廠的水質清淨、環境衛生可說是種苗生產最重要的項目，水質不佳所引起的各種後遺症，包括成長緩慢、存活率降低、對環境變化的應變能力與對病原的抵抗力均降低、活力減少、產生畸形個體甚或死亡，均為大家所熟知。

1、危害分析

- (1) 水質受到各體有毒的化學物質所污染，或是種苗由物理或生物因子所引起的不適應所影響。這些包括有機物、油類、重金屬、農藥、放射性物質、環境荷爾蒙，甚至於溫度、鹽度、衛生環境及各種病原等等。
- (2) 水質雖然未遭受明顯污染，但仍然超出種苗的繁殖用

水的水質基準。一般言之，繁殖用水的水質要比養殖用水者更為清淨，而水質基準又比水質標準更為嚴苛。宜注意的是，許多養殖用水的水質標準並不適用繁殖場用水的水質基準。

- (3) 場地附近的衛生條件佳者，無蟑螂、蚊蠅...等。
- (4) 養殖用水過濾與處理時引入污染物質超過基準者。
- (5) 用水的供應量不足或用水之管線太長。
- (6) 其他如被刻意下毒或由空氣噴灑而進入者。

所謂的水產養殖用水的標準在環保署公告的水體分類與水質標準中已有明確的規定，這些標準大致上都適合養殖場的水質需求，除了少部份的高山櫻花鉤吻鮭及鱒外。故陳等(199)研究台灣鉤吻鮭的水質基準認為環保署公告的河川水質標準太高，對鮭鱒成長有不良的影響，因此其標準有重新修訂之必要(表 1-3)，幸好台灣淡水鱒魚繁殖場的家數很少，且水質都未受污染，其水質並未引起危害。至於一般平地或沿海的種苗繁殖場，雖然可採用部份環保署公告之水質標準(1998)，但因種苗繁殖場的用水水質基準比起公告者水質標準還要嚴苛，特別是對於高經濟高敏感度且甚脆弱的石斑魚及蝦類而言，實有再稍加修訂之必要。

2、決定與設立管制基準之關鍵值(Critical limit)

- (1) 採用未遭受各種污廢水污染的水源
- (2) 水中並無環境衛生與疾病防治的藥物
- (3) 場所環境衛生良好者
- (4) 水中不含有貝毒、藻毒或病原
- (5) 禁止抽取地下水源或排放池中未處理的廢水
- (6) 設定各種種苗生產時的用水之水質基準

陳(1980)曾研發水產用水的溶氧基準，及在 1994 年發表用水的水質基準，並與徐(1991)的論文及環保署公告的水產用水之水質標準(1998)做一比較。其中溶氧的基準陳等 1984 調查台灣省各種水域

溶氧濃度及週日變化，並測定 40 多種水產生物的耗氧量，及檢討在存有其他污染性毒物情形下，溶氧的安全濃度及窒息濃度所受的影響與變化，再經修正後(陳，1992)結果歸納水產用水的溶氧基準如下：A. 在高冷性的湖泊及河川上游的水產生物，如鮭鱒魚類其溶氧基準應在 6 mg/L 以上，其他如香魚、鱒魚、鱒魚、石鱚、平口鱚等，其溶氧基準應在 5 mg/L 以上。而在沿岸較清水域的水產生物，如嘉鱚、七星鱸、黑星笛鯛、大鱗鰻、龍蝦、旭蟹、九孔、鳳螺等，其基準亦應在 5 mg/L 以上。B. 在平地的湖泊、河川、魚塢或河口水域的水產生物，如草魚、鱧魚、鯽魚、鯉魚、鰻魚、糯鰻、烏魚、吳郭魚、塘虱魚、淡水長腳大蝦、河蚌、虱目魚、花身雞魚、鑲點石斑、黑瓜子鱚、黑鯛、草蝦、砂蝦、紅鯿、牡蠣、文蛤、簾蛤等，其基準可低到 3.7 mg/L。若有污染時，則應提高到 4.0 mg/L 以上。

至於其他的水質因子則列出如表 4-6，其中總氮態氮與硫化氮都比目前環保署公告者更為嚴格。重金屬則有些較嚴有些較鬆，農藥的毒性一般較重金屬為高，故其管制值應依鮭鱒的水質基準(表 3)，才屬合理。

另外對於各種較為敏感的蝦苗如草蝦、砂蝦或斑節蝦則可依目前發表的草蝦養成的水質基準如表 7 與表 8(陳，1984；陳，1999)，白蝦養成的水質基準如表 9(陳，2003)而參考之，特別是有毒物質的部份，若要訂定水質基準，則將其乘以 0.5-0.7 的因數而訂定之。這是因為蝦苗對於有毒物質的耐力比其養成時的大蝦者為低。

3、監控方法、頻率與修正行動

- (1) 最好先檢查分析水質是否遭受污染或合乎水質基準或標準
- (2) 任何時候當水質有問題時，應進行水質化驗並停止進水，同時採取水質處理的行動
- (3) 監控種苗場附近的污染源，包括衛生不佳的物質，有無增加或嚴重的情形，並注意水中有否魚貝毒、藻毒、赤潮與病原菌...等等

- (4) 宜設有較大的水質淨化與蓄水池並節約用水
- (5) 確保用水輸送時的衛生與注入污染
- (6) 將水質標準改訂成水質基準
- (7) 確保用水量的充足不缺
- (8) 附近有污染源時，請其遷離，衛生不潔物，宜定期清理
- (9) 俟用水水質合格後，才能重新進水運作
- (10) 進水前，宜設有自動生物毒性監視系統，以減少意外的發生
- (11) 排放水宜經沉澱、過濾、消毒後並符合國家標準，才可排出
- (12) 確實遵守各種藥物之使用規則，不得使用違禁藥物

在這些修正行動中第 2 項的採取水質處理，除了增設

- (1) 微粒子處理機及沉澱桶去除固體廢物
- (2) 微泡沫機去除水溶解性的有機物及氨氣
- (3) 微生物濾槽去除有害氮氮素及有機物
- (4) 利用溶氧錐有效提升溶氧
- (5) 利用紫外線去除病原及不良藻類

至於一般常見水質處理的方法簡述如下：

- (1) 換水。排放池水並注入新水。
- (2) 增設水車、揚水車或打氣。以除去一些有害氣體，維持池水之氧化狀態，促進有機物快速分解。
- (3) 使用各種方法去除有機物。如以生物化學法、凝聚法、物理化學法、泡沫法或微生物分解法處理之。
- (4) 氮磷之去除。以曝氣法、氯氣法、臭氧法、生物處理法或添加沸石粉去除氮源，另以添加鈣鹽甚或鐵鹽及

鋁鹽去除磷肥。

- (5) 重金屬之去除。以螯合劑、離子交換樹脂或 pH 值調整法，或水草、貝類吸收法去除之。
- (6) 以活性碳去除農藥與色素。
- (7) 水生植物之控制。使用化學藥物控制法、生物控制法或生物抑制法。
- (8) 施用石灰、白雲石、沸石或麥飯石以穩定水色與水質。
- (9) 控制飼料投放之數量，並慎選質優的飼料以減少有機物的殘留。
- (10) 使用化學與生物製劑來滅除有害生物穩定水質，並預防魚病之發生。

五、記錄與確認

理想的 HACCP 體系中，記錄與確認最好能分開規劃，但因繁殖場所生產的種苗引起後續養殖池食用安全的危害風險並不太大，故如前項，將其歸在一起敘述規劃之：

- (1) 定期記錄所有水質分析的資料與數據，包括進水、池水及排水
- (2) 記載在用水中加入的各種藥物、生化製劑，甚或餌料之種類
- (3) 記錄突發事情或災害時所引起的水質變化
- (4) 定期記錄附近污染源與衛生不當的資料
- (5) 記錄改善修正行為的過程與結果
- (6) 最後確認繁殖場用水符合用水的水質基準，且用水亦無遭受污染。沒有基準的項目，則以不對繁殖生物引起任何不良影響的濃度或閾值如最大可容忍的濃度(MATC)予以考量。

由於要將 HACCP 制度導入以食品安全與衛生為主要訴求的認

證體系比繁殖場者較為明確且容易，這是因為養殖池所生產的水產品係供人們所食用，而有健康風險的問題。但在種苗繁殖場中，除了引入各種不同的傳染性疾病，危害有關的產業，其與人類有關的健康問題，則不若養殖池生產的水產品來得密切，也因此先期的工作先建立「優良水產種苗場」，俟其有所成效後，再將 HACCP 制度融入，經修正再實施此制度的規劃並認證之。而水質雖為種苗產業上的最重要一環，但仍宜與其他影響繁殖場成敗的要項如種魚、疾病、飼料...互相配合並加入考量才能提出一套合理的 HACCP 系統，供業者與政府參考採用。

六、結語

為了維護環境與生態，保護水產品的衛生安全，水產品之生產宜建立生產溯源制度及執行 HACCP 體系，也因此政府希望能導入水產種苗產業的工作中。由於種苗場與養殖場的產品有很大的不同，前者對於引起食品安全的重要性稍低於養殖場者，因此先期工作宜先建立優良種苗場俟有成效與體認後再進行 HACCP 制度之確認。本文提出種苗場水質或水質基準的研發與閾值的訂定，並與環保署公告者相比較，最後並列出處理水質的一些修正方法，供有興趣的業者與有關機構參考，以為後續動作之依據。

七、參考文獻

- Chen, H. C. 1984 Water criteria for farming grass shrimp. 1st Int. Sym. for culture of Penaeid prawn, 23p.
- Chen, H. C. 2001 Water criteria of pesticides for farming tiger prawn *Penaeus monodon*. 6th Asia fish Forum. 10p.
- Alabaster, J. S., and R. Lloyd. 1982. Water quality criteria for freshwater fish. Butterworth Scientific, London, England. 361 pp.
- 行政院環境保護署 1998 水污染防治法規，103-110 頁。
- 徐崇仁、周賢鏘、廖一久 1991 現階段台灣水產用水水質標準之討。漁業特刊 23 號，163-172 頁。
- 財團法人日本水產資源保護協會 1995 水產用水基準。
- 陳弘成、張金豐、趙國孝 1984 水產用水溶氧基準之研究。台灣水

產協會摘要，49 頁。

陳弘成 1992 水產用水水質基準之研議。農業環境品質研討會，37 頁。

陳弘成、高事宜、林泰榮 2000 台灣櫻花鉤吻鮭的水質基準之研究。櫻花鉤吻鮭保育研究研討會論文集，136-150 頁。

陳弘成 2005 白蝦室外超高密度之養殖、產量與管理。水試所特刊第 6 號，147-153 頁。

表 1、保育櫻花鉤吻鮭所研訂的水質基準與臺灣 EPA 水質標準之比較

項 目	水 質 基 準	EPA 水質標準
溶 氧 (mg/L)	>7 or >90% saturation	>6.5
水 溫 (°C)	5-18 繁殖時 7-12.5	
pH	7.0-8.0 夏天時 6.8-8.2	6.5-8.5
導 電 度 (□mho/cm)	120-450	750
硬 度 (mg/L CaCO ₃)	20~250	
鹼 度 (mg/L)	10~150	
懸浮固體物 (mg/L)	<1.5	<25
混濁度 (NTU)	<5	
BOD (mg/L)	<1.0 繁殖時 <0.6	<1.0
油 脂 (μg/L)	<10	<10
硫化氫 (μg/L)	<2	
氰化物 (μg/L)	<5	<10
界面活性劑 (μg/L)	<0.1	<500
酚 (Phenol) (μg/L)	<1	<1
大腸菌數 (CFU/100mL)	<30 繁殖時 15	<50
葉綠素 a (μg/L)	<4.76	
藻類	無引起神經性病害的鞭毛藻	
錳 (Mn) (mg/L)	<0.01	<0.05
鐵 (Fe) (mg/L)	<0.1	
銅 (Cu) (μg/L)	<6	<30
鋅 (Zn) (μg/L)	<20 繁殖時 <10	<500
鎘 (Cd) (μg/L)	<1 短時間 <3	<10
鉛 (Pb) (μg/L)	<10	<100
鉻 (Cr) (μg/L)	<30	<50
汞 (Hg) (μg/L)	<0.1	<2
氨 (NH ₃) (μg/L)	<12.5	<100
亞硝酸鹽 (NO ₂ ⁻ N) (μg/L)	<50 繁殖時 <30	
硝酸鹽 (NO ₃ ⁻ N) (mg/L)	<2	<10
磷酸鹽 (PO ₄ ⁻) (μg/L)	<10	<20
氯 (μg/L)	<5 繁殖時 2	

表 2、美、日公告保育鮭鱒魚類的水質基準與台灣研提保育櫻花鉤吻鮭之水質基準

項 目	水 質 基 準	美 國 *	日 本 **
溶氧 (mg/L)	>7 or >90% saturation	>5.0	7
水溫 (°C)	5-18 繁殖時 7-12.5		
pH	7.0-8.0 夏天時 6.8-8.2	6.5-9.0	6.5-7.5
導電度 (□mho/cm)	120-450		
硬度 (mg/L CaCO ₃)	20~250		
鹼度 (mg/L)	10~150	>20	
懸浮固體物 (mg/L)	<1.5		<1.4
混濁度 (NTU)	<5		
BOD (mg/L)	<1.0 繁殖時 <0.6		<2
油脂 ((g/L)	<10		Nil.
硫化氫 ((g/L)	<2	<2	<1
氰化物 ((g/L)	<5	<5.2	Nil
界面活性劑 ((g/L)	<0.1		<2
酚 (Phenol) ((g/L)	<1	<1	
大腸菌數 (CFU/100 mL)	<30 繁殖時 15	<200	<1000
葉綠素 a (μg/L)	<4.76		
藻類	無引起神經性病害的鞭毛藻		
錳 (Mn) (mg/L)	<0.01	<0.05	<0.02
鐵 (Fe) (mg/L)	<0.1	<1.0	<0.1
銅 (Cu) (μg/L)	<6	<12	<1
鋅 (Zn) (μg/L)	<20 繁殖時 <10	<110	<1
鎘 (Cd) (μg/L)	<1 短時間 <3	<1.2	<0.1
鉛 (Pb) (μg/L)	<10	<3.2	<1
鉻 (Cr) (μg/L)	<30	<50	<3
汞 (Hg) (μg/L)	<0.1	<0.05	<0.2
氨 (NH ₃) (μg/L)	<12.5	<20	<6
亞硝酸鹽 (NO ₂ -N) (μg/L)	<50 繁殖時 <30		<30
硝酸鹽 (NO ₃ -N) (mg/L)	<2		<10
磷酸鹽 (PO ₄) (μg/L)	<10	<0.3	<10
氧 (μg/L)	<5 繁殖時 2	<11	<1

* : US. EPA., 1986

** : 財團法人日本水產資源保護協會, 1995

表 3、為保育鮭鱒魚類，美國與日本與臺灣公告之水質需求中殺蟲劑之濃度($\mu\text{g/L}$)與目前臺灣公告之河川水質標準

Pesticides	U.S. EPA		Japan	Taiwan EPA
	Criteria	Standard	Criteria	Standard
	1976*	1986	1995	1998
Organophosphates				100
Demeton		0.1	Nil	
Diazinon	0.002		0.046	
Malathion	0.1	0.1	Nil	
Parathion	0.04	0.013	Nil	
Organochlorides				
Aldrin/Dieldin	0.003		Nil	3
DDT-Lindane	0.001	0.001	Nil	4
Dioxin		0.00001	Nil	
Endrin	0.004	0.0023	Nil	0.2
Chlordane	0.01	0.0043	Nil	
Toxaphene	0.005	0.0002	Nil	5
Endosulfan	0.003	0.056	Nil	3
Heptachlor	0.001	0.0038	Nil	1
PCP		13	Nil	5
PCB	0.001	0.014	Nil	
Mirex	0.001	0.001	Nil	
Herbicides				
Diquat-2,4-D	0.5			100**

Nil 為不得檢出

*本研究研提之櫻花鉤吻鮭的農藥部份之水質基準與 U.S.EPA 之 Criteria (1976)相同

**包括 Butachlor, paraquat & 2,4-D

表 4、我國與美、日水質基準、標準之比較

項目	研究者	台灣 一級	台灣 二級	日本 一級	日本 二級	美國 加州	美國 環保署
酚類 (mg/L)	現行	0.001(淡) 0.01(海)	0.001(淡) 0.01(海)	0.001 (0.01)	0.001	1	0.001
	崔等	-(0.001)					
	本研究	0.2(0.002)					
氫化物 (mg/L)	現行	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.005
	崔等	0.034(0.01)					
	本研究	0.02					
總氨態氮 (pH=8) (mg/L)	現行	0.3	0.3	0.3	0.3	0.5	0.02 (NH ₃)
	崔等	0.1(0.1)	(0.1)				
	本研究	0.1					
硫化氫 (mg/L)	現行	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.5 (硫化物)
	崔等	(0.05)					
	本研究	0.033					

表 5、我國與美、日水質基準、標準之比較

項目	研究者	台灣 一級	台灣 二級	日本 一級	日本 二級	美國 加州	美國 環保署
生化需氧量 (BOD) (mg/L)	現行	2	4	3	5		
	徐等	(2)	(3)				
	本研究	2	5				
懸浮固體量 (mg/L)	現行	25	40	25	50		不降低 補償深度
	徐等	-					
	本研究	20	50				
水溫(°C)	現行	-		不對生物有 不良影響		<34	
	徐等	-					
	本研究	不使水溫 劇變 2°C					
鹽度 (µmhos/cm)	現行	-				3000(淡)	
	徐等	-					
	本研究	1500					

表 6、我國與美、日水質基準、標準之比較

項目	研究者	台灣	日本	加州	美國環保署
Cu	現行	0.03(淡)	0.03	0.02	
	徐等	0.02(海)	(0.0075)		
	本研究	0.01			
Cd	現行	0.01	0.01	0.01	0.0012-0.012(淡)
	徐等	(0.001)			0.005(海)
	本研究	0.01-0.005			
Hg	現行	0.002	0.002	0.01(淡)	0.00005(淡)
	徐等	(0.0006)(一級) (0.01)(二級)			0.0001(海)
	本研究	0.003			
Zn	現行	0.5(淡) 0.04(海)	0.5	0.1(淡)	1/100 96h-LC50(淡)
	徐等	(0.02)			
	本研究	0.07			
Pb	現行	0.1	0.1	0.1	1/100 96h-LC50(淡)
	徐等	-(0.01)			
	本研究	0.1			
Cr	現行	0.05	0.05	0.05	0.1(淡)
	徐等	-(0.5)			
	本研究	0.1			
Ni	現行	-	0.1	0.05	<1/100 96h-LC50
	徐等	-			
	本研究	0.2			
Al	現行	-	0.1	-	-
	徐等	-			
	本研究	0.2			
Sn	現行	-	1.0	-	-
	徐等	-			
	本研究	0.2			
Mn	現行	0.05(淡)	1.0	-	0.1
	徐等	-			
	本研究	0.3			
Fe	現行	-	1.0		1.0(淡)
	徐等	-			
	本研究	0.5			

(Conc., ppm)

表 7、草蝦養殖的水質基準

pH	8.0~8.5	農藥 Pesticides	
鹽度 Salinity	15‰~25‰	馬拉松	0.0004 ppm
溶氧 D.O.	23.7 ppm	巴拉松	0.001 ppm
水溫 Water temp.	28~32°C	魚藤精	0.008 ppm
重金屬 Heavy metals		亞素靈	0.01 ppm
汞 Mercury	0.0025 ppm	安殺蕃	0.01 ppm
銅 Copper	0.1 ppm	巴拉划	0.01 ppm
鎘 Cadmium	0.15 ppm	殺丹	0.033 ppm
鋅 Zinc	0.25 ppm	丁基拉草	1.0 ppm
清潔劑		其他	(pH 在 8 左右)
Dunall OSE	0.1 ppm	硫化氫	0.033 ppm
BP 110	0.2 ppm	氨	0.01 ppm
seagreen	0.5 ppm		

表 8、草蝦養殖的農藥基準

Pesticides	Biologically safe concentration (μ g/L)	Pesticides	Biologically safe concentration (μ g/L)
Malathion	0.0004	Benthicarb	0.033
Parathion	0.001	Masoten	0.2
Methyl parathion	0.002	Diazinon	0.2
Carbaryl	0.003	Sumithion	0.4
Fenitrothion	0.005	Trichlorfon	0.65
Toxaphene	0.005	Butachlor	1.0
Temephos	0.007	Proposur	1.0
Rotenone	0.008	Glyphosate	10.0
Monocrotophos	0.010	Iodophores	60.0
Endosulfan	0.010	Citrine-plus	100.0
Paraquat	0.010	Nitralin	300.0
Trifluralin	0.015	Saponin	1500.0

表 9、白蝦養殖的水質基準

水溫 Water temp.	23-32°C	農藥 Pesticides	(µg/L)
溶氧 D.O.	>4 mg/L	巴拉松 Parathion	0.033
pH	7.8-8.5	靈丹 Lindane	0.039
鹽度 Salinity	12-20‰	陶斯松 Lorsban	0.04
重金屬 Heavy metals	(mg/L)	三氯松 Trichlorfon	0.1
銅 Copper	0.420	滴滴涕 DDT	0.087
鋅 Zinc	0.135	可氯丹 Chlordane	0.27
鎘 Cadmium	0.107	谷速松 Gusathion	0.5
汞 Mercury	0.123	大利農 Diazinon	0.6
鐵 Iron	4.43	嘉磷塞 Glyphosate	10
錳 Manganese	13.0	巴拉刈 Paraquat	15
鉛 Lead	13.4	總菌數 T. Bact. C.	10 ³⁻⁴ /mL
其他 Others	(mg/L)	滅菌靈 BKC	0.3
氨 Ammonia	0.3	高錳酸鉀 KMnO4	1.0
亞硝酸 Nitrite	0.5	福馬林 Formalin	1.2
總鹼度 Alkalinity	80-240	二甲苯 Xylene	10
有機物 COD	5-10	甲苯 Toluene	33

日月潭原生魚類與外來種的現況

莊鈴川¹、曾萬年^{2,3}

¹ 國立臺灣大學生命科學系

² 國立臺灣大學漁業推廣委員會

³ 國立臺灣大學漁業科學研究所

日月潭為台灣地區最大的天然湖泊，位於南投縣魚池鄉，湖面海拔高度約 740 公尺。該潭的形成是因地殼變動所產生的窪地，積水成湖，故地形上屬於構造湖。日月潭之名最早見於清朝道光元年(1821)北路理番同知鄧傳安在其所著【蠡測彙抄】一書中所載『遊水裡社記』中：「其水不知何來，潄而為潭，長幾十里，闊三之一，水分丹碧二色，故名為日月潭」，因此有人認為日月潭名稱由來是由其水色不同而來。但一般獲大多數人認同的說法則是因為潭的形狀而得此名稱，以拉魯島(舊稱光華島、珠仔嶼)為界，北半部為不規則菱形而似日輪，南半部則為細長弧形如彎月，故名為日月潭。【彰化縣志】記載：「水裡社潭，一名日月潭，一個形圓，像太陽，曰日潭，一個形長，像月亮，曰月潭，合併稱為日月潭」，長久以來，即因美麗的湖光山色，引人佇足，流連忘返，「雙潭秋月」名列臺灣八景之一。

目前日月潭的水主要用於發電，未興建水力發電工程以前，面積較小，僅約 4.55 平方公里，最大深度只有 6 公尺，形狀也比較名符其實，當時的拉魯島面積約 8 公頃。日據時代為了發電，1931 年 6 月台灣電力株式會社開始興建日月潭水力發電工程，興建水庫，1934 年 7 月完成大觀發電廠，開創台灣電力事業的新紀元。日月潭也隨著工程完成，湖面升高 21 公尺，最大深度達到 27 公尺，面積增加 70%；而拉魯島露出湖面的高度只剩 5 公尺，面積縮為 1 公頃。全潭蓄水量約 1.7 億立方公尺，主要提供大觀、鉅工兩水力發電廠及明湖、明潭兩抽蓄發電廠的用水，並配合下游灌溉用水需求調節放水。由於水庫的水每日透過台電抽蓄發電循環使用，因此有如活

水，水質頗佳，故水中魚蝦資源豐富，如聲名遠播的曲腰魚、奇力魚及潭蝦。

日月潭自古即以魚類資源豐盛著稱，藍鼎元的【東征集】卷六『紀水沙連』中記載：「...水深魚肥，且繁多。番不用罾罟，駕蟒甲，挾弓矢射之，須臾盈筐。...蟒甲，番舟名，...」；【諸羅縣志】中也有類似描述：「水沙連四周大山，山外溪流包絡。自山口入，為潭廣可七八里，如屈如環；圍二十餘里，水深多魚。」，水沙連指的即是日月潭與其鄰近的盆地群。早年尚無漁會組織時，潭區四周居民捕魚多能自律，捕獲未成熟的幼魚多會自動放生，所以有俗諺說「五指大來吃，三指大留給子孫掠」，因此沿岸居民靠捕撈潭中魚類維生乃相當普遍的情形。

根據曾(2003)「日月潭國家風景區自然生態資源調查(二)」報告中魚類部份的資料顯示，目前日月潭共有 6 科 13 科 26 種魚類(表一)，其中包括鯽魚、草魚、鯉魚、翹嘴紅鮊(俗稱曲腰魚或總統魚)(照片一)、白鱈(奇力魚)(照片二)、白鯧、青魚、吳郭魚等經濟性魚種，而線鱧(照片三)、暹邏雙邊魚(俗稱玻璃魚)(照片四)則是新近發現的外來種。另外，該報告中提及日月潭區漁會 2001 年的日月潭漁獲產值資料中，以奇力魚的漁獲量最高，泥鰍次之。此外，由漁業署的「漁業年報」資料得知，南投縣的漁獲量來自水庫漁撈與淡水魚塢兩種漁業方式，而水庫漁撈部份，據瞭解絕大部份是來自於日月潭水庫，所以這部份的漁獲資料大致上可以表現日月潭水庫的漁獲情況。由 2001 年到 2004 年四年的漁撈捕獲資料分析發現，日月潭的經濟性魚種，除了鯉魚和吳郭魚類的漁獲量有較大幅度的增加外，其餘幾種魚類只有小幅增加，而且在 2003 與 2004 兩年，除鯉魚減少約 5 噸的漁獲量之外，其他魚種大致上變化不大，同時各魚種的捕獲量並不高，年產量均未超過 30 噸(圖一)。不過這份漁業年報資料並未特別顯示出日月潭的兩大名魚一曲腰魚及奇力魚的漁獲量，這可能與當地為觀光勝地，餐廳林立，這兩種漁獲直接售予餐廳，並未經過日月潭區漁會的統計程序，因此無法在漁獲統計上顯示其捕獲狀況。但與當地漁民的訪談中可以得知，這兩種魚類在日月潭地區的經濟漁獲中仍佔有相當重要的地位。

表一、日月潭的魚種

科名	種名	中文名
鰻鱺科 Anguillidae	<i>Anguilla marmorata</i>	鱸鰻
鯉科 Cyprinida	<i>Cirrhinus molitorella</i>	鯉魚
	<i>Carassius auratus</i>	鯽
	<i>Ctenopharyngodon idellus</i>	草魚
	<i>Cyprinus carpio</i>	鯉
	<i>Erythroculter ilishaeformis</i>	翹嘴紅魚
	<i>Hemiculter leucisculus</i>	白鱮
	<i>Hypophthalmichthys molitrix</i>	白鯰
	<i>Mylopharyngodon piceus</i>	青魚
	<i>Paracheilognathus himantegus</i>	革條副鱮
	<i>Pseudorasbor parva</i>	羅漢魚
	<i>Rhodeus ocellatus</i>	高體鱮
<i>Zacco pachycephalus</i>	粗首鱮	
鰍科 Cobitidae	<i>Cobitis taenia</i>	花鰍
	<i>Misgurnus anguillicaudatus</i>	泥鰍
塘虱魚科 Clariidae	<i>Clarias fuscus</i>	塘虱魚
鮎科 Siluridae	<i>Parasilurus asotus</i>	鮎
鮠科 Bagridae	<i>Leiobagrus taiwanensis</i>	台灣鮠
花將魚科 Poeciliidae	<i>Gambusia affinis</i>	大肚魚
鱧科 Synbranchidae	<i>Fluta alba</i>	黃鱧
慈鯛科 Cichilidae	<i>Oreochromis hybrid</i>	雜交種吳郭魚
鱧科 Channidae	<i>Channa maculata</i>	鱧
	<i>Channa striata</i>	線鱧
雙邊魚科 Chandidae	<i>Parambassis siamensis</i>	暹羅雙邊魚
鰕虎魚科 Gobiidae	<i>Rhinogobius giurinus</i>	極樂吻鰕虎
	<i>Rhinogobius brunneus</i>	明潭吻鰕虎

註：仿自曾晴賢 (2003) 日月潭國家風景區自然生態資源調查(二)。

不過，新出現的兩種外來種魚類—線鱧與暹邏雙邊魚，卻可能對日月潭的漁業造成影響。線鱧是一種專吃魚、蝦與水中小動物的肉食性魚類，當初在日月潭出現時，一度被認為是更具侵略性的小盾鱧(俗稱魚虎)，後來經鑑定後確定為又稱泰國鱧的線鱧。線鱧一般棲息於河流、池塘或溝渠中具有淤泥底質或水生植物叢生的靜、緩水域，具有特殊的呼吸器(上鰓器)，可直接呼吸水面上的空氣，也可在缺氧狀態下存活。由於線鱧可長至相當大的體型，而且是肉食性，雖然目前尚未傳出對日月潭魚類的重大傷害，但後續影響值得觀察。

暹邏雙邊魚為一種廣布於東南亞湖泊、埤塘及淡水生態系的魚類，棲息在水淺的潭邊，以水棲昆蟲及小型魚貝類動物為食。根據曾教授的調查，若以手撈網方式在日月潭邊淺水域捕撈，每小時可捕獲 7~8 尾小魚，證實該魚種已經可以在潭中自行繁殖。由於暹邏雙邊魚屬於肉食性，又喜棲息於潭區的淺水域，而奇力魚會產下黏性卵黏著在近岸的水生植物，暹邏雙邊魚可能會捕食其魚卵及小魚，對奇力魚族群造成很大的影響；目前雖無有系統的相關研究證實，但今年八月間與日月潭漁家訪談的結果，漁民表示目前奇力魚數量明顯減少，暹邏雙邊魚反佔了漁獲的大部份，這現象顯示出外來種的暹邏雙邊魚可能已佔據了原生魚種的生存空間。根據國內外許多外來入侵種的案例，有關單位想要在日月潭消滅暹邏雙邊魚恐怕是不可能的任務。目前日月潭的漁家也正為這問題苦惱不已，蓋奇力魚原是日月潭的傳統名產，具有相當重要的經濟價值，若無解決方案，對其漁業收入將造成很大衝擊。

日月潭區是國內唯一在內陸具有漁會組織的地方，因受限於腹地面積及漁民人數，漁業規模不若臺灣其他臨海漁港發達，其漁獲主要提供當地消費，漁業生產有限，若遭受外力干擾，如外來生物入侵，其所受到的影響就比較明顯。因此必須有效經營管理以降低外來種的衝擊。行政院漁業署近年來大力推動的休閒漁業，其宗旨即在結合傳統漁業與地方景觀、人文特色等，吸引人群，讓漁業的經營多樣化，在傳統捕撈、養殖—消費的模式之外，增加其他型態的漁業利用方式。以日月潭得天獨厚的自然景觀，再加上當地原住民族—邵族的文化特色，同時結合日月潭特有的漁法，如四角網捕

撈方式等(照片五)，由漁民、日月潭區漁會與日月潭國家風景區管理處通力合作，結合休閒漁業與觀光事業，應該可以有效提昇當地的經濟收益。尤其目前在漁業署的休閒漁業網中，全台各縣市幾乎都有休閒漁業的據點，南投縣的日月潭區漁業卻成了遺珠。因此，若能發展日月潭區的休閒漁業，將成爲全台唯一的內陸休閒漁業據點，與原有的觀光旅遊事業相輔相成，應能建立起日月潭區漁業的新特色。

至於入侵的暹羅雙邊魚所造成的問題，則可以考慮與國內水產與食品科學研究機構，如鄰近的嘉義大學水產生物系與食品科學系，或其他相關研究機構合作，研發該魚種成爲魚類加工品，創造新產業，或許能解決暹羅雙邊魚入侵日月潭區的問題。

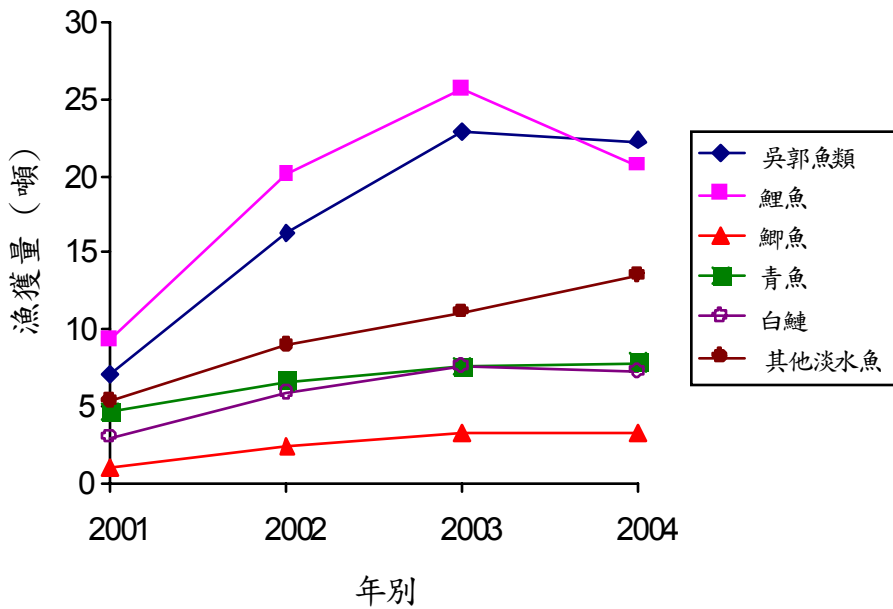
誌謝

本文得以完成，特別感謝南投縣日月潭區漁會張乾任理事長、白潔總幹事、吳昇飛先生提供寶貴資訊，以及國立清華大學曾晴賢教授提供珍貴的魚類照片。

參考文獻

- 台灣入侵種生物資訊網，<http://www.taibif.org.tw/invasive/>。中央研究院生物多樣性研究中心。
- 行政院農委會漁業署漁業資訊服務網，<http://www.fa.gov.tw/chn/index.php>。
- 交通部觀光局日月潭國家風景區管理處全球資訊網，<http://www.sunmoonlake.gov.tw/sml/main.jsp>。
- 沈揮勝。發展觀光 日月潭規劃古晉漁區。南投報導，南投縣政府文化局全球資訊網，<http://www.nthcc.gov.tw/INDEX.HTML>。
- 曾晴賢 (2003) 日月潭國家風景區自然生態資源調查(二)魚類部份。中華民國魚類學會。
- 陳正祥 (1993) 臺灣地誌(第二版、下冊)。南天書局，台北。
- 陳義雄、方力行 (1999) 台灣淡水及河口魚類誌。國立海洋生物博物館籌備處，屏東。

日月潭原生魚類與外來種的現況



圖一、南投縣 2001~2004 年水庫漁撈部份之漁獲量變化(資料來源：行政院農委會漁業署漁業年報)



照片一、翹嘴紅鮊(俗稱曲腰魚或總統魚)



照片二、白鱗 (奇力魚)



照片三、線鱧

日月潭原生魚類與外來種的現況



照片四、暹邏雙邊魚 (俗稱玻璃魚)



照片五、日月潭區四角網漁具，圖片中所示為模仿傳統製法之現代四角網。