

統一編號

2007900045

# 臺大漁推

FISHERIES EXTENSION NTU



ISSN 1022-6184(平裝)

第18期



國立臺灣大學漁業推廣委員會 中華民國九十五年十二月

# 目 錄

目錄		i
養殖淡水長臂大蝦結病毒及附屬超小病毒顆粒之研究	張瑞昕、蕭孟仁 王俊順、陳秀男	1
棘頭蟲對魚類研究和環境監控之貢獻	陳慧瑜、施秀惠	11
台灣沿岸鰻科魚苗資源的變動 - 種類識別、生產量及養殖的展望	張至維、曾萬年	25
台灣外來種水產生物的入侵與對策	吳雅琪、陳弘成	43

# 臺大漁推

第十八期

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)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

電話：(02)23087600

傳真：(02)23085673

中華民國九十五年十二月出版

版權所有 嚴禁翻印轉載

# 養殖淡水長臂大蝦結病毒及附屬 超小病毒顆粒之研究

張瑞昕<sup>1</sup>、蕭孟仁<sup>1</sup>、王俊順<sup>1</sup>、陳秀男<sup>2</sup>

<sup>1</sup>國立高雄大學生命科學系

<sup>2</sup>國立台灣大學漁業科學研究所

## 一、前言

淡水長臂大蝦(*Macrobrachium rosenbergii*)為臺灣重要的養殖種類之一，根據政府的漁業年報顯示：2004年在臺灣的養殖面積約2528公頃；產量10039公噸，僅次於白蝦；產值約新台幣30億，高於白蝦產值新台幣10億以上，由於淡水長臂大蝦為一高經濟價值的水產物種，採取集約式的養殖，因此傳染性疾病的問題隨之而起，進而造成養殖業者的經濟損失，並影響此項產業的發展，目前已知臺灣養殖淡水長臂大蝦的疾病包括：(1)蝦苗階段-淡水長臂大蝦結病毒(*M. rosenbergii* nodavirus; MrNV)及附屬超小病毒顆粒(Extra small virus particle; XSV)的感染所造成的白尾病(White Tail Disease; WTD)及溶藻弧菌(*Vibrio alginolyticus*)、螢光弧菌(*Vibrio harveyi*)等所造成的弧菌病(Vibriosis)(Anas *et al.*, 2005)；(2)成蝦養殖階段-乳酸鏈球菌(*Lactococcus graviae*)所造成的肌肉白濁症(Cheng *et al.*, 1998)；酵母菌(Yeast)所引起的黃肝病(Chen *et al.*, 2003)及推測由細菌所造成的軟殼症。由於水產動物的病毒性疾病目前尚無適當的藥物可以防治，只能依賴檢驗的方式以防止病原散佈及疫情的擴大，因此本文僅就淡水長臂大蝦結病毒及附屬超小病毒顆粒做一介紹，期能對防治淡水長臂大蝦蝦苗的白尾病有所助益。

## 二、流行疫情

自1992年起，臺灣南部淡水長臂大蝦繁殖場的後期幼蟲蝦

苗常傳出大量死亡的疫情，病蝦呈現游泳緩慢，喜好攀附水中隱蔽物，如水草、水中之傘網，行動遲緩，成長停頓及腹部肌肉白濁的病徵，業者稱為白尾病(WTD) (照片一)，病蝦大多於發病後兩個星期內死亡，極少數存活超過一個月，發病的池子死亡率達50%-90%，造成嚴重的經濟損失。Tung等人以組織病理切片及電子顯微鏡的觀察，推測23-26 nm的二十面體病毒為其病原，並將之命名為淡水長臂大蝦肌肉壞死病毒(Macrobrachium muscle virus; MMV) (Tung *et al.*, 1999)。相對於台灣的疫情，在1995年，法屬哥德洛普島發現了第一個淡水長臂大蝦白尾病的案例，接著馬丁尼克島也發生白尾病的疫情。而在中國大陸、印度、泰國及法屬西印度群島等地的淡水長臂大蝦繁殖場也陸續傳出有白尾病的疫情(Arcier *et al.*, 1999; Shekhar *et al.*, 2006)，主要感染為後期幼蟲(Postlarvae)階段，在發病的2-3天內，其累積死亡率可高達100%，臨床症狀顯示為蝦體尾部肌肉區域同樣呈現白濁的現象。

### 三、病理特徵及電子顯微鏡的觀察

罹患白尾病的淡水長臂大蝦，在病理組織切片的觀察下可看見蝦體內的肌肉病變部位發生血球浸潤，肌肉細胞核不正常增生及聚集，並出現核腫大、染色質外移的現象，同時病變的肌肉組織可發現病毒的包含體(Inclusion body) (Tung *et al.*, 1999)。電子顯微鏡觀察方面，在病變肌肉部分上有腫大的粒腺體，消失的肌漿膜，多層膜之粒腺體，以及退化消失之肌纖維。此外病變細胞的細胞質中發現有兩種大小不同的病毒顆粒，其中較大的病毒顆粒，不含外套膜、二十面體、直徑大小約26-27 nm，命名為淡水長臂大蝦結病毒(*M. rosenbergii* nodavirus; MrNV)，另一種較小的病毒，直徑約14-16 nm，亦不含外套膜，二十面體，命名為超小病毒顆粒(Extra small virus particle; XSV) (Qian *et al.*, 2003)，此兩種病毒究竟何者造成淡水長臂大蝦蝦苗產生肌肉白濁的病癥尚不清楚，但目前研究顯示XSV可能為一種隨體病毒(Satellite virus)，必須依賴MrNV才能在細胞內複製(Sri Widada and Bonami., 2004a)。

#### 四、病毒特性

將罹患白尾病的病蝦組織研磨，利用氯化銨濃度梯度離心法，可順利的純化此兩種病毒，淡水長臂大蝦結病毒的密度介於1.258-1.358 g/mL，病毒直徑約27 nm，核酸分析顯示MrNV病毒內含兩段的ssRNA (RNA-1及RNA-2)，大小分別約為2900 bp及1260 bp，其中RNA-1可轉譯病毒的RNA-dependent RNA polymerase，而RNA-2可轉譯一個43 kDa的病毒鞘蛋白；超小病毒顆粒(Extra small virus; XSV)的密度介於1.325 g/mL，病毒直徑約15 nm，病毒的核酸成分只有一段RNA，大小約796 bp，序列3'端有一短的poly(A)尾巴，可轉譯一個17 kDa以及一個16 kDa的病毒結構蛋白，至於其對蝦體的影響則需進一步的研究(Bonami *et al.*, 2005)。

#### 五、病原性實驗

利用500-1000倍稀釋的白尾病病蝦組織研磨液感染健康的淡水長臂大蝦，在感染12-14天後，蝦苗的累積死亡率可達100%，相同的感染實驗並未對成蝦造成死亡，但利用反轉錄聚合酶連鎖反應(RT-PCR)的方式分別檢測感染病蝦的各個部位，可發現在病蝦的血淋巴(Hemolymph)、鰓(Gill tissue)、心臟(Heart)、胃(Stomach)、頭肌(Head muscle)、腹肌(Abdominal muscle)、尾肌(Tail muscle)、卵巢(Ovary)、腸道組織(Intestine)、泳足(Pleopod)均可偵測到病毒的RNA (Sahul Hameed *et al.*, 2004)。Sudhakaran等人將白尾病病蝦組織研磨液以肌肉注射及餵食的方式分別感染印度對蝦、斑節蝦及草蝦，結果並未造成任何死亡的情形，但以RT-PCR的方法可檢驗到此三種對蝦的鰓、肌肉、胃、腸道及血淋巴有MrNV及XSV的感染，如將此三種對蝦的組織研磨液以水浴的方式感染健康的淡水長臂大蝦蝦苗，結果可造成100%的死亡率，顯示雖然MrNV及XSV不會對此三種對蝦造成影響，但可以對蝦做為儲存寄主，同時保存病毒的致病性(Sudhakaran *et al.*, 2006a)。同時有研究顯示以MrNV及XSV感染豐年蝦(*Artemia*)，有相同的實驗結果，因此，豐年蝦亦可能為此兩種病毒傳播的一種載體(Vector)

(Sudhakaran *et al.*, 2006b)。

## 六、檢驗方法

### (A) 反轉錄聚合酶連鎖反應(Reverse Transcription Polymerase Chain Reaction; RT-PCR)

反轉錄聚合酶連鎖反應(RT-PCR)為一靈敏、快速檢測病毒的方法，其檢驗過程如下：將病蝦組織以TRIzol進行研磨，進而進行RNA的萃取，以萃取所得Total RNA (含組織RNA及病毒RNA)作為模板，以淡水長臂大蝦結病毒(*M. rosenbergii* nodavirus; *MrNV*)之專一性引子(Primer)先合成cDNA，再以PCR的方式複製病毒的核酸片段，反應產物以1.5%洋菜膠電泳分析檢驗。

目前已有多組檢驗*MrNV*及*XSV*的專一性引子，如Sri Widada等人發展一套專一性引子

*MrNV*2aF：5'-GCGTTATAGATGGCACAAGG-3'，

*MrNV*2aR：5'-AGCTGTGAAA CTTCAACTGG-3'，

可以成功檢測出*MrNV*病毒，其檢測靈敏度可以達到0.25 fg RNA (Sahul Hameed *et al.*, 2004) (圖一)；而檢測*XSV*病毒方面，其靈敏度可以達到5 fg RNA (Sri Widada *et al.*, 2004b)。

### (B) Multiplex RT-PCR

同時利用*MrNV*及*XSV*的專一性引子進行RT-PCR，可以同時檢測是否有*MrNV*和*XSV*共同感染的現象，利用此方式檢驗靈敏度可以達到25 fg (Yoganandhan *et al.*, 2005)。而Tripathy等人利用此兩種病毒的鞘蛋白基因序列設計專一性引子，以相同的技術檢驗*MrNV*及*XSV*，其靈敏度可以達到1 fg RNA，同時可在7-9小時完成檢測(Tripathy *et al.*, 2006)。

### (C) 點墨雜交(Dot blot hybridization)



利用PCR的方法，將MrNV以及XSV此兩個病毒的片段基因以DIG標誌製成檢驗探針，將病蝦抽取出的核酸結合在NC membrane上，以標誌探針進行點墨雜交反應(Dot blot hybridization)，可確認病蝦中體內是否含有白尾病毒(MrNV)以及超小病毒顆粒(XSV)，利用此檢測方法其靈敏度可達2.5 pg病毒RNA (Sri Widada *et al.*, 2004b)。(圖二、圖三)

(D) 原位雜交(*In situ* hybridization)

將MrNV病毒的DIG標誌檢驗探針，對病蝦的病理組織切片進行原位雜交反應(*in situ* hybridization)，可得知病毒感染的部位，也可確認蝦體各器官對此兩種病毒的感受性。Sri Widada等人利用此方法偵測MrNV的感染器官，結果顯示橫紋肌為病毒感染的主要器官，病蝦的肝、胰臟、表皮組織及消化道上皮細胞皆沒有受到病毒感染的現象(Sri Widada *et al.*, 2003)。

(E) 酵素連結免疫吸附分析(Enzyme linked immunosorbent assay; ELISA)

將MrNV病毒顆粒以蔗糖濃度梯度離心法進行純化，注射到老鼠體內製成抗MrNV之多株抗體(Polyclonal antibodies)，以此多株抗體之IgG作為1級抗體，再以連接peroxidase之抗老鼠IgG的抗體作為2級抗體，以Sandwich ELISA進行MrNV的偵測，結果可得其靈敏度為10 µg病蝦組織蛋白/mL (Romestand *et al.*, 2003)。

## 七、預防與控制

目前針對淡水長臂大蝦結病毒(*M. rosenbergii* nodavirus; MrNV)以及超小病毒顆粒(Extra small virus particle; XSV)並沒有疫苗或免疫方面的防治方法，同時亦無抗病毒藥物可供使用，只能夠採取預防感染的措施，包括養蝦池之池底及池壁定時清理、消毒及曝曬，母蝦產卵及蝦子幼苗養殖用的海水必須先經過消毒，加強養



殖的管理，水質的控制、及蝦子飼料營養的補充等。在引進母蝦進行繁殖時，可以利用隨機取樣進行反轉錄聚合酶連鎖反應來檢測母蝦是否有帶原的情形，以減少母蝦將病毒傳染至剛孵出的幼苗。此外，蝦體的免疫系統主要是非專一性的細胞免疫，可以利用浸泡，飼料添加多醣體的方式來增加蝦子抗病毒的能力，利用益生菌改善繁殖環境亦可獲得相當的效果。

### 參考文獻

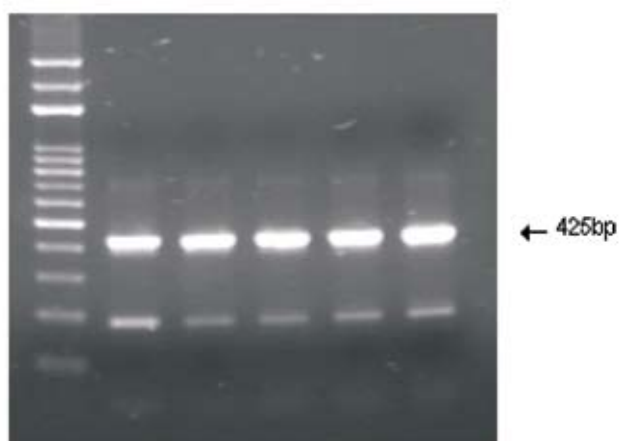
- Anas A., Paul S., Jayaprakash N. S., Philip R. and Bright Singh I. S. (2005) Antimicrobial activity of chitosan against vibrios from freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii* larval rearing systems. *Diseases of Aquatic Organisms* 67, 177-179.
- Arcier J. M., Herman F., Lighter D. V., Redman R. M., Mari J. & Bonami J. R. (1999) A viral disease associated with mortalities in hatchery-reared postlarvae of the freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii*. *Diseases of Aquatic Organisms* 38, 177-181.
- Bonami J. R., Shi Z., Qian D. & Sri Widada J. (2005) White tail disease of the giant freshwater prawn, *Macrobrachium rosenbergii*: separation of the associated virions and characterization of MrNV as a new type of nodavirus. *Journal of Fish Diseases* 28, 23-31.
- Chen S. C., Chen T. H., Wang P. C., Chen Y. C., Haung J. P., Lin Y. D., Chaug H. C. and Liaw L. L. (2003) Metschnikowia bicuspidate and Enterococcus faecium coinfection in giant freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii*. *Diseases of Aquatic Organisms* 55, 161-167.
- Cheng W. and Chen J. C. (1998) Isolation and characterization of an Enterococcus-like bacterium causing muscle necrosis and mortality in *Macrobrachium rosenbergii*. *Diseases of Aquatic Organisms* 34, 93-101.

- Qian D., Shi Z., Zhang S., Cao Z., Liu W., Li L., Xie Y., Cambournac I. & Bonami J. R. (2003) Extra small virus-like particles (XSV) and nodavirus associated with whitish muscle diseases in the giant freshwater prawn, *Macrobrachium rosenbergii*. *Journal of Fish Diseases* 26, 521-527.
- Romestand B. & Bonami J.R. (2003) A sandwich enzyme linked immunosorbent assay (S-ELISA) for detection of *MrNV* in the giant freshwater prawn, *Macrobrachium rosenbergii* (de man). *Journal of Fish Diseases* 26, 71-75.
- Sahul Hameed A. S., Yoganandhan K., Sri Widada J. & Bonami J. R. (2004) Studies on the occurrence of *Macrobrachium rosenbergii* nodavirus and extra small virus-like particles associated with white tail diseases of *M. rosenbergii* in India by RT-PCR detection. *Aquaculture* 238, 127-133.
- Shekhar M. S., Azad I. S. & Jithendran K. P. (2006) RT-PCR and sequence analysis of *Macrobrachium rosenbergii* nodavirus: Indian isolate. *Aquaculture* 252, 128-132.
- Sri Widada J., Durand S., Cambournac I., Qian D., Shi Z., Dejonghe E., Richard V. & Bonami J. R. (2003) Genome-based detection methods of *Macrobrachium rosenbergii* nodavirus, a pathogen of the giant freshwater prawn, *Macrobrachium rosenbergii*: dot-blot, *in situ* hybridization and RT-PCR. *Journal of Fish Diseases* 26, 583-590.
- Sri Widada J. & Bonami J. R. (2004a) Characteristics of the monocistronic genome of extra small virus, a virus-like particle associated with *Macrobrachium rosenbergii* nodavirus: possible candidate for a new species of satellite virus. *Journal of General Virology* 85, 643-646.

- Sri Widada J., Richard V., Shi Z., Qian D. & Bonami J. R. (2004b) Dot-blot hybridization and RT-PCR detection of extra small virus (XSV) associated with white tail disease of prawn *Macrobrachium rosenbergii*. *Diseases of Aquatic Organisms* 58, 83-87.
- Sudhakaran R., Syed Musthaq S., Haribabu P., Mukerjee S. C., Gopal C and Sahul Hameed A.S. (2006a) Experimental transmission of *Macrobrachium rosenbergii* nodavirus (MrNV) and extra virus small virus (XSV) in three species of marine shrimp (*Penaeus indicus*, *Penaeus japonicus* and *Penaeus monodon*). *Aquaculture* 257, 136-141.
- Sudhakaran R., Yoganandhan K., Ishaq Ahmed V. P. and Sahul Hameed A.S. (2006b) Artemia as a possible vector for *Macrobrachium rosenbergii* nodavirus (MrNV) and extra virus small virus (XSV) to *Macrobrachium rosenbergii* post-larvae. *Diseases of Aquatic Organisms* 70, 161-166.
- Tripathy S., Sahoo P. K., Kumari J., Mishra B. K., Sarangi N. and Ayyappan S.(2006) Multiplex RT-PCR detection and sequence comparison of viruses MrNv and XSV associated with white tail disease in *Macrobrachium rosenbergii*. *Aquaculture* 258, 134-139.
- Tung C. W., Wang C. S. & Chen S. N. (1999) Histological and electron microscopic study on *Macrobrachium* muscle virus (MMV) infection in the giant freshwater prawn, *Macrobrachium rosenbergii* (de Man), cultured in Taiwan. *Journal of Fish Diseases* 22, 319-323.
- Yoganandhan K., Sri Widada J., Bonami J. R. & Sahul Hameed A. S. (2005) Simultaneous detection of *Macrobrachium rosenbergii* nodavirus and extra small virus by a single tube, one-step multiplex RT-PCR assay. *Journal of Fish Diseases* 28, 65-69.



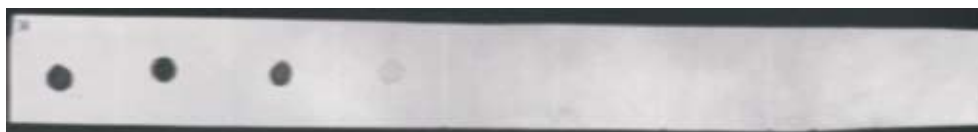
照片一、罹患白尾病的蝦苗與正常蝦體比較。上端為病蝦，可見到蝦體腹部肌肉呈現白濁情形，下端為健康的淡水長臂大蝦肌肉為清澈狀。



圖一、利用反轉錄聚合酶連鎖反應偵測罹患白尾病淡水長臂大蝦電泳圖。



圖二、淡水長臂大蝦結病毒的RNA1及RNA2點墨雜交靈敏度測試。上圖為病毒RNA1片段基因重組質體以連續十倍稀釋的方式，由30 ng到0.3 fg。以RNA1作為探針可觀察到其靈敏度可達30 pg。下圖為病毒RNA2完整基因重組質體以連續十倍稀釋方式，由50 ng到0.5 fg，而利用RNA2作為探針靈敏度可達到5 pg。



圖三、超小病毒顆粒點墨雜交靈敏度測試。利用超小病毒顆粒完整基因重組質體以連續十倍稀釋的方式，由80 ng到0.8 fg，利用XSV片段基因作為探針靈敏度可達8 pg。

# 棘頭蟲對魚類研究和環境監控之貢獻

陳慧瑜<sup>1</sup>、施秀惠<sup>1,2,3</sup>

<sup>1</sup>國立臺灣大學動物學研究所

<sup>2</sup>國立臺灣大學生命科學系

<sup>3</sup>國立臺灣大學漁業推廣委員會

## 一、棘頭蟲的發現與分類演進

在我們研究魚類寄生蟲的過程中，經常在魚的消化道內觀察到一種奇特的蠕蟲。它們的體型不大，約只在1,2公分間，圓筒狀的身體一端粗一端細，體壁略呈透明且隨水液而晃動，似乎內部構造極其簡單。奇特之處在於蟲體之粗端有一個突出於前方且可伸縮之吻部，上面還佈有規則排列的棘刺。這種蟲在臭肚魚體內的數量不多，而在烏魚體內不僅出現頻繁(意即盛行率高)，同時數量多(感染強度高)而成爲其消化道內不容忽略之重要族群，和扁形動物(以複殖吸蟲爲主)以及俗稱線蟲之圓形動物共同組成烏魚體內之寄生性蠕蟲社群。我們遂開始研究此寄生蟲，本文將介紹此種奇特動物並分析其對人類生活之影響和貢獻。

回溯關於棘頭蟲的研究，至今已逾三百餘年。最早在1684年Redi即發表第一篇論文，描述在鰻魚腸道中發現體色呈白色，吻部(proboscides)可收縮，具有鉤(hook)的蠕蟲，由於吻部位於身體最前端，因此被描述爲棘頭蟲(thorny-headed worm)。動物學家和獸醫師們也報告偶然在脊椎動物的消化道內發現這種蟲，然而相較於其他寄生性扁蟲和線蟲，這種頭部有棘的蟲頗爲罕見，寄生部位大多在魚類、兩棲類、鳥類、哺乳類和少數爬蟲類的腸道，但僅有少數造成寄主嚴重疾病之案例。

從林奈時代到十九世紀末，所有棘頭蟲種類皆歸類於鉤頭蟲屬(genus *Echinorhynchus*)之內。而後Koelreuther雖曾在1771年重新命名爲棘頭蟲屬(genus *Acanthocephalus*)，但此舉學界之接

受程度不高。1892年Hamann又將鉤頭蟲屬區分為三：巨吻棘頭蟲屬(*Gigantorhynchus*)、新棘頭蟲屬(*Neorhynchus*)和鉤頭蟲屬(*Echinorhynchus*)，隨後而開始進行棘頭蟲目(order Acanthocephala)的分類學研究。Lankester在1900年提議將棘頭蟲目提升到棘頭蟲動物門(phylum Acanthocephala)，但並未被普遍接受，直到1948年Van Cleava重新定義本門動物特徵，至此棘頭蟲才被廣泛接受與認同可列於門的地位(Schmidt *et al.*, 2000)。

## 二、棘頭蟲型態與生活史簡介

### 1. 外部型態

棘頭蟲為具有假體腔而無消化道的兩側對稱蠕蟲，身體通常成圓筒狀或紡錘形，前端較粗，後端較細，身體不分節，但體表常有環紋。體色呈乳白色、黃白色或淡紅色(圖一)。

體分為吻、頸和軀幹三部分。吻在體前端，有球形、筒型或其他形狀，吻可以收縮，藉由收縮肌的控制，全部或部分縮入吻鞘中。吻上具有幾丁質的吻鉤，吻鉤的排列方式和數目及形狀是分類的重要依據之一(圖二)。頸部是從最後一圈吻鉤基部到軀幹開始處為止；軀幹較粗大，體表光滑或具有刺，體棘的有無和分布情況也是分類的重要依據之一。雌蟲大於雄蟲，體長以0.9 mm至0.5 m，大多數在25 mm以下，寄生於魚類的棘頭蟲一般體型較小(張等, 1999)。

### 2. 內部構造

棘頭蟲的體壁為癒合層(syncytium)，包括巨核及一些內部連續而相互聯繫的管道，構成腔隙系統(lacunar system)；細胞核的數目、大小和形狀也是分類的依據。皮層沒有真正的分層，但由外向內排列可分成六部分：表被、條紋帶、泡狀區、感覺纖維帶、輻射帶及基膜。皮層內是一層不規則的結締組織，在內層是環肌和縱肌的肌肉層。



棘頭蟲沒有消化道，而是經由體表的滲透作用直接吸收寄主養份。排泄系統具有原腎焰細胞和位於體側的兩條原腎管匯合後，與輸精管或子宮相通，由生殖孔通到體外。神經節位於吻鞘基部或中端，神經節的位置因種類不同而有變化。

棘頭蟲屬於雌雄異體，一般雌蟲體型大於雄蟲。生殖孔開口在體後端或其附近，雄蟲有兩個橢圓形睪丸，各連接一條輸精小管，匯合成輸精管，輸精管下端膨大成爲儲精囊(但也有些種類缺少)，經射精管到陰莖。睪丸下方有黏液腺，黏液線可分爲多個或合胞體。陰莖肌質，末端突出於交接囊內，交接囊爲肉質帽狀，交接囊相通薛氏囊，其囊可伸縮，可驅使交接囊外伸或縮入(圖一A)。

雌蟲體內有1至2個卵巢原基，之後分成許多細胞團，在形成卵細胞在體腔內授精，受精卵落入子宮鐘，由子宮經陰道將卵排出體外。受精卵後開始分裂時，最後形成有三層卵膜，內有一胚胎幼蟲。胚胎幼蟲可分成有無棘型、半棘型和全棘型三種類型(圖一B)。

### 3. 生活史

以魚類爲終寄主之棘頭蟲爲例，如我們在烏魚腸道內檢獲之活動新棘吻蟲(*Neoechinorhynchus agile*)，屬於專性寄生，沒有自由生活階段。其生活史如下述：

成蟲寄生於脊椎動物的消化道內，成熟而內含胚胎的卵隨寄主糞便排到水中，被軟體動物、甲殼類或昆蟲等中間寄主攝入，蟲卵在其消化道內孵化爲棘頭蚴(*acanthor*)，後者鑽過腸壁到達體腔，繼續發育成爲前棘頭體(*acanthella*)，直到被攝入魚體後才發育成爲棘頭體(*acanthocephalan*)，當生殖系統發育成熟後成爲成蟲而完成其生活史。

## 三、棘頭蟲對漁業資源之影響

魚類寄生蟲種類繁多，包括單細胞的原蟲類，及多細胞的線

蟲、單殖吸蟲、複殖吸蟲、條蟲、棘頭蟲、軟體動物和節肢動物等，對於漁業上有重大的影響。棘頭蟲寄生的生活史中，幼蟲寄生於節肢動物(中間寄主)，成體則在脊椎動物(終末寄主)體內完成有性生殖。其中以奇異多形棘頭蟲(*Polymorphus paradoxus*)為例，它的中間寄主是一種小型水生甲殼動物。這種中間寄主畏光，通常棲息水底，但當棘頭蟲幼體侵入其體內並發育到具有感染力之前棘頭蚴階段時，中間寄主變得喜光並游至水面，遇驚擾時沿水面滑行或依附在水面漂浮的雜物上，因而很容易被野鴨等終寄主吞食。前棘頭蚴寄生在中間寄主的體液中，改變中間寄主的行為(Helluy, 1990)。

中國養殖魚類常見的寄生性棘頭蟲種類包括粗體棘頭蟲、新棘蟲、棘衣蟲、長吻棘頭蟲等。寄生的魚類有鰻鱺、鯉、鯽、麥穗魚、棒花魚、花骨、鰱、逆魚、銅魚、紅鰱、泥鰱、大鱗泥鰱、黃幼、烏鱧、黃鱔、黃鰱魚、鯰等17種，感染率為20.8%。雖然常見，但感染強度通常較低，罕有導致魚類死亡之案例出現。中國大陸養殖黃鱔，黃鱔感染棘頭蟲最為嚴重的，感染強度多者一尾魚的腸內有近百條棘頭蟲，嚴重導致腸穿孔、消瘦而死亡。中國福建省寧德市養殖真鯛等鯛科魚類，常見感染真鯛長頸棘頭蟲(*Longicillum pagrosomi*)，其吻部牢固地鑽進腸黏膜內，造成魚腸道充血發炎和穿孔，引起死亡(張等，1999)。

台灣養殖魚類則少有棘頭蟲感染發生，在鯽魚和鯉魚中曾有長棘吻蟲(*Rhadinorhynchus* sp.)感染報告。少量感染時徵狀不明顯，若大量感染則蟲體聚集成簇而導致腸道機械性阻塞，甚至可能侵入腸黏膜或穿過腸壁引起續發性感染與炎症。診斷方法為直接解剖病弱魚，查看其腸道內是否有棘頭蟲而判別之(孟等，1998)。

目前我們已採集保存有來自臭肚魚和烏魚的棘頭蟲標本，調查臭肚魚體內棘頭蟲數量感染盛行率及感染強度皆低。而在研究烏魚體內棘頭蟲時，雖然發現其感染盛行率和強度顯著增加，但至今皆未發現棘頭蟲感染導致烏魚罹病或死亡之病例。

雖然棘頭蟲會造成養殖漁業的損失，但對於野生魚類漁業資源調查和環境監控有重大的貢獻。利用棘頭蟲作為生物性標籤，可提供我們魚類族群生物學、遷移和食性等訊息；此外，亦可當作檢測水域環境中重金屬含量的指標。

#### 四、棘頭蟲作為研究魚類和漁業學之生物性標籤

以寄生蟲作為生物性標籤(Biological indicator, tag, marker)已有逾百年的歷史，寄生蟲可提供多種關於寄主生物學的訊息。學者們最早利用寄生蟲類生物性標籤研究鱒魚系群分布，開啓應用此項工具研究魚類族群生物學、遷移、攝食和親緣關係(phylogenetics)之風潮(Dogiel and Bychoysky, 1939)。在1950年前，僅有9篇相關於利用寄生蟲研究魚類寄主生物學的相關論文發表，然而到1980年已有超過140篇，至今，寄生蟲當生物標籤研究魚類族群和漁業已是相當重要且有價值的研究方法。寄生蟲當生物標籤廣泛應用在研究水產生物學，包括親緣研究、生物地理、年齡、體長和生長速率、生活史、生物行為、生態學和免疫學。現有多種寄生動物被發現適合當成生物指標。

在一些族群研究中，使用寄生蟲標籤勝於人工標籤，其優點包括：(1)研究蛻皮或脆弱嬌小的物種，特別有效，不會因為蛻皮標籤就脫落或造成弱小生物外來傷害。(2)花費少。收取標本即可調查寄生蟲生物相，不需特別使用人工標籤進行標定。(3)最接近生物體自然生活狀態。寄生蟲標籤經由寄主攝食進入體內，人工標籤有時會造成行為異常。

寄生蟲當生物標籤研究水產寄主族群，歸納前人研究(MacKenzie, 1983, 1987; Lester, 1990; Moser, 1991)而有以下幾點指導方針：

- (1) 同一寄主物種在不同研究區域，其體內寄生蟲要有明顯不同的感染程度；換言之，寄主樣本間要有不同的感染盛行率或平均感染強度。

- (2) 過去認為寄生蟲的生活史應該只有一個寄主，才是最好的生物標籤；然而，現今發現寄生蟲有多個寄主，更能提供多樣化的資訊在於寄主和寄生蟲彼此之間的相關性。
- (3) 寄生蟲要有一定的壽命和能保留在寄主體內不被排出，才能當作研究寄主的生物標籤。
- (4) 寄生蟲當標籤，其感染盛行率在每個季節和每年應該保持相對的穩定性。
- (5) 寄生蟲生活史在不同的階段，其生活環境也會有所不同，選擇適當的寄生蟲標籤，可間接了解寄主的生活習性。
- (6) 寄生蟲在寄主體內要容易被發現和鑑定，才適合當成生物標籤。
- (7) 寄主不需要太複雜繁瑣的解剖，即可得到寄生蟲。
- (8) 致病性寄生蟲(pathogenic parasites)應避免當作標籤，因為會造成寄主的行為異常。

由於棘頭蟲能持續存在於寄主體內，且容易被發現和鑑定，在不同的寄主和研究區域有不同的盛行率，所以適合做為生物標籤。兩種棘頭蟲- *Corynosoma strumosum*和*C. villosum*曾被選作生物標籤藉以區別太平洋大比目魚(*Hippoglossus stenolepis*)的系群分布。結果發現此魚在幼魚時期屬於同一系群，等到發育至成魚才分成三個系群，分別分布於美國加州到夏洛特皇后群島南部、夏洛特皇后群島北部到白令海中部、白令海中部到北部(Blaylock *et al.*, 2003)。Brattey和Campbell (1986)調查美國沿岸和近海的龍蝦(*Homarus americanus*)族群，他們利用棘頭蟲- *Polymorphus botulus*作為生物標籤，結果顯示沿岸和近海的龍蝦族群會發生遷移及族群的混合生存。

調查易北河(Elbe River)比目魚食性，發現比目魚胃腸內感染兩種寄生蟲：棘頭蟲- *Pomphorhynchus laevis*和條蟲- *Caryophyllaeus*

sp.，在易北河端足類(amphipods)主要感染棘頭蟲(*Pomphorhynchus laevis*)，而寡毛綱主要感染條蟲(*Caryophyllaeus* sp.)，所以推測比目魚的食物有端足類和寡毛綱動物(Williams *et al.*, 1992)。智利北部大眼比目魚(*Hippoglossina macrops*)，雄魚感染棘頭蟲(*Floridosentis* sp.)的盛行率有顯著差異，結果顯示大眼比目魚性別不同，其攝食習性和生活環境可能有所不同(Gonzalez *et al.*, 2001)。

目前我們研究烏魚族群分布和系群組成，首先察明解析其寄生蟲相之組成，發現包括圓蟲、棘頭蟲、和複殖吸蟲。其中棘頭蟲之主要種類為活動新棘吻蟲(*Neoechinorhynchus agile*) (圖一、二)，在烏魚體之盛行率和感染強度皆高，顯示其重要性足以勝任生物標籤角色，藉此進一步解析烏魚族群生物學。

## 五、棘頭蟲作為環境監測之指標

近年來，棘頭蟲備受生態學家和環境毒物學家注意，因為棘頭蟲能累積來自寄主體外環境的重金屬和其他元素，開啓環境和生理學研究的新領域(Sures *et al.*, 1997)。因此，棘頭蟲不僅能反映寄主和寄生蟲彼此間的關係，而且也是有效的環境指標。

德國科學家研究重金屬對於淡水魚鱖魚(*Leuciscus cephalus*)、河鱸(*Perca fluviatilis*)和歐洲鰻魚(*Anguilla anguilla*)體內累積濃度，恰巧這三種淡水魚皆感染棘頭蟲*Paratenuisentis ambiguous*，所以一併分析魚組織和棘頭蟲內的含量。結果發現：棘頭蟲體內累積之鉛和鎘的濃度顯著高於寄主器官組織的，此外棘頭蟲體型大小及生長環境和重金屬累積量成正比，體型愈大的棘頭蟲累積的鉛和鎘量多於較小者(Sures *et al.*, 1999)；棘頭蟲成蟲寄生在魚體內所累積重金屬的濃度高於棘頭蟲幼蟲寄生於甲殼類(Sures and Taraschewski, 1995)。

棘頭蟲體內重金屬之累積是在其吻部的鈎內，以及雄性棘頭蟲的黏液腺(cement gland)與雌性的卵內，但至今尚無法解釋其成因(Taraschewski, 2000)。

在美國和歐洲，學者們普遍利用斑馬紋貽貝(*Zebra mussel, Dreissena polymorpha*)以監控水質污染程度(Reeders *et al.*, 1993)。而奧地利學者們研究蒙特湖(Lake Mondsee)內之重金屬污染累積時，除利用斑馬紋貽貝外並同時以棘頭蟲-*Acanthocephalus lucii*為標的物種，分別分析高速公路旁湖泊內和遠離高速公路10公里的湖內重金屬鉛、鎘含量；結果發現前者之重金屬含量高於後者，並且棘頭蟲之重金屬累積含量高於斑馬紋貽貝(Sures *et al.*, 1997)。棘頭蟲累積金屬砷、鎘、銅、鐵、鎳、鉛、鋁和鋅的能力比公認具有環境監控的斑馬紋貽貝靈敏度更高(Thielen *et al.*, 2004)。由於棘頭蟲之採樣和分析容易，所以是理想的監測水域環境指標。運用從棘頭蟲獲得之有價值訊息，對於研究環境科學、公共衛生和生態學皆極為重要。

臺灣共有129條河川，其水土資源孕育臺灣的生命並促成臺灣的發展，然而現今為數眾多之河川已遭受嚴重破壞與污染，包括垃圾廢土棄置、砂石盜採或濫採、違規種植和工廠違規排放廢水或有毒重金屬等。綜上所述，由於棘頭蟲可吸收與累積環境內重金屬，足以反映出環境污染與惡化程度，我們擬規劃運用普遍存在於近海魚類體內之棘頭蟲為監測環境之指標，期能有助於台灣水域環境科學研究。

## 六、結 語

臺灣地處亞熱帶，氣候溫和，四季分明，農產品富饒，外加上先天地理位置適中，具有優越的天然漁業環境，漁業資源豐富，西接台灣海峽，沿岸近海有廣闊平坦的大陸棚，具有豐富的營養鹽、浮游生物和藻類，是許多魚類棲息、攝食和繁殖場所。東太平洋有大陸沿岸流和黑潮經過，洄游性魚類極為豐富。漁業資源不僅供給我們日常生活營養所需，也提供國人就業機會和帶動國家整體經濟貿易發展。

近年來，依農委會漁業屬漁業統計年報發現，我國沿岸近海漁業，漁獲量有逐年減少的趨勢，顯示我國沿近海漁業因過

漁，造成漁業資源的耗竭；另一方面，「1982年聯合國海洋法公約」規範沿岸國家可擁有二百哩的寬度海域內的自然資源，包括調查、開發、保育及管理等權利，但過去我國在水產生物資源的再生性和永續發展的觀念尚未建立，無限度的捕撈造成我國遠洋漁業受到打擊。漁業是台灣重要經濟命脈之一，加強漁業管理制度，並充分了解台灣周邊海域魚類的棲息環境、生活習性、交配繁殖期、幼魚孵化攝食場和洄游路線，有益於漁業資源的長期性保護和永續經營。

棘頭蟲雖專性寄生於動物體內，但由於具有通常不令寄主致病、死亡並能長時間生存於寄主體內等特徵，因此不僅病原角色比重輕微，反倒更適合作為生物性標籤，進行魚類族群分布、食性、親緣、生活史、生物行為和棲息環境等研究。此外，棘頭蟲具有累積來自寄主體外環境的重金屬和其他元素的能力，因此亦適於擔任監測環境之指標。目前我們正利用寄生於烏魚體內之棘頭蟲和圓蟲類生物性標籤，積極調查烏魚系群區分和洄游路徑，探討除每年於冬至前後隨中國沿岸冷水團由北方洄游至台灣海峽西南海域附近產卵之成熟烏魚族群外，台灣沿海是否有本地族群之存在。

棘頭蟲作為研究魚類學和漁業之生物標籤以及監控環境之指標，至今已被全球科學家肯定並多方運用。然而對於棘頭蟲的生理學和分子生物學研究仍嫌不足，尤其臺灣本土性研究更屬荒漠。我們期望除無脊椎動物學家外，更能有生態學、生物多樣性和環境工程學等領域研究人員之加入，以進行全方位跨領域的合作研究。

### 參考文獻

孟慶顯，俞開康 (1998) 魚蝦蟹貝疾病診斷和防治。水產出版社，基隆市。第153-155頁。

張劍英，蕭智，丁雪娟 (1999) 寄生於魚類的棘頭蟲與棘頭蟲病。



張劍英，邱兆祉和丁雪娟著，「魚類寄生蟲與寄生蟲病」，科學出版社，北京。第618-656頁。

Blaylock RB, Margolis L and Holmes JC (2003) The use of parasites in discriminating stocks of Pacific halibut (*Hippoglossus stenolepis*) in the northeast Pacific. Fish Bulletin 101, 1-9.

Bratley J and Campbell A (1986) A survey of parasites of the American lobster, *Homarus americanus* (Crustacea: Decapoda), from the Canadian Maritimes. Canadian Journal of Zoology. 64, 1998-2003.

Dogiel VA and Bychoysky BE (1939) Parasites of the fishes of the Caspian Sea. Trudy kompleksnoi izucheniya kaspiskogo moray. 7, 1-150. (in Russian)

Gonzalez MT, Acuna E and Oliva ME (2001) Metazoan parasite fauna of the bigeye flounder, *Hippoglossina macrops*, from Northern Chile. Influence of host age and sex. Memórias do Instituto Oswaldo Cruz. 96(8), 1049-1054.

Hamann O (1892) Das system der Acanthocephalen. Zoologischer Anzeiger. 15, 195-197.

Helluy S and Holmes JC (1990) Serotonin, octopamine, and the clinging behavior induced by the parasite *Polymorphus paradoxus* (Acanthocephala) in *Gammarus lacustris* (Crustacea). Canadian Journal of Zoology. 68, 1214-1220.

Lankester R (1900) A Treatise on Zoology. London: Adam & Charles Black.

Lester RJG (1990) Reappraisal of the use of parasites for fish stock identification. Australian Journal of Marine Freshwater Research. 41, 855-864.

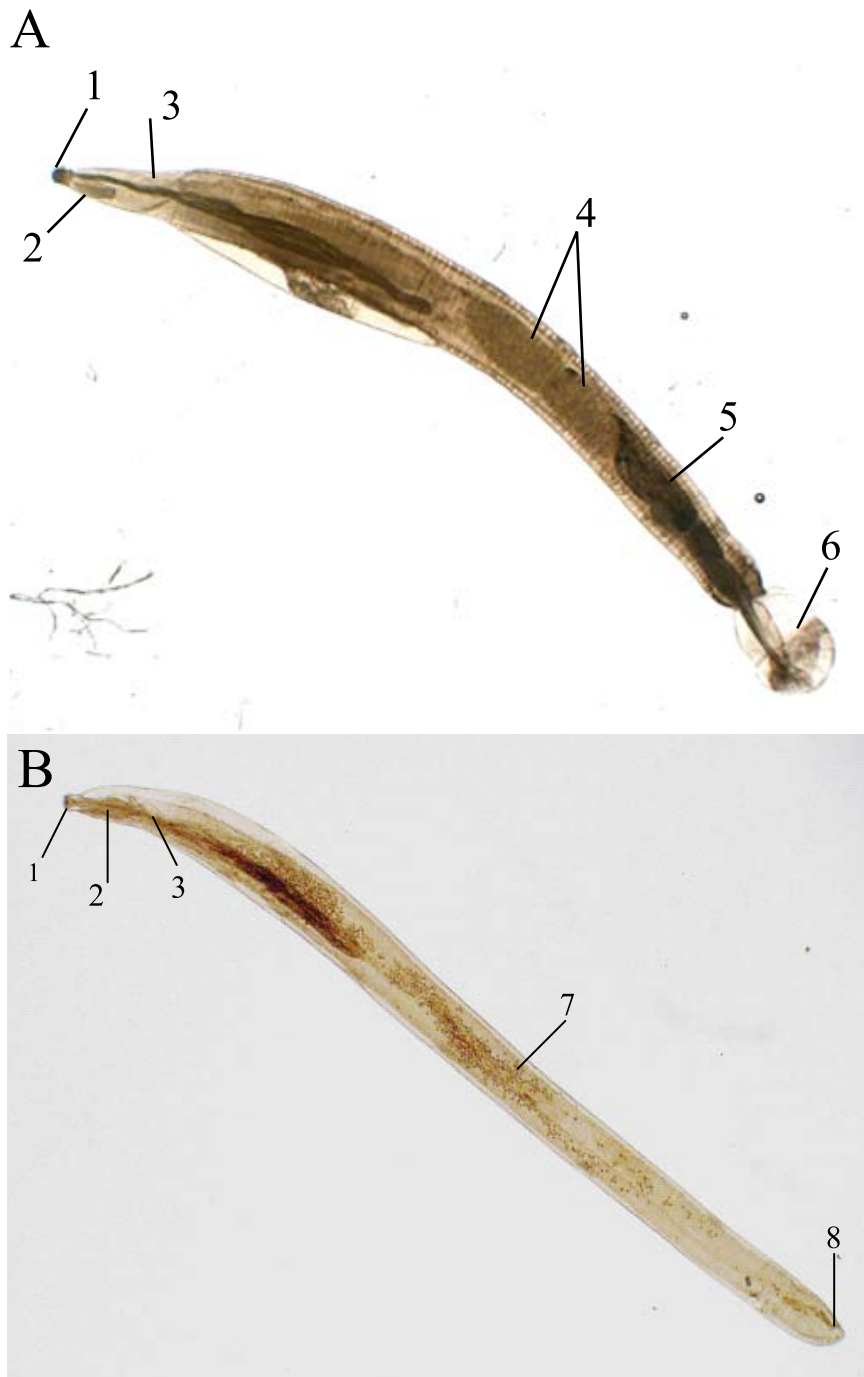
MacKenzie K (1983) Parasites as biological tag in fish population

- studies. *Advances in Applied Parasitology*. 7, 251-331.
- MacKenzie K (1987) Parasitology as indicators of host population “Parasitology – Quo Vadit?” Proceedings of 6th International Congress of Parasitology, Brisbane, Australia. *International Journal for Parasitology*. 17, 345-352.
- Moser M (1991) Parasites as biological tags. *Parasitology Today*. 7, 182-185.
- Redders HH, bij de Vaata A and Noordhuis R (1993) Potential of the zebra mussel (*Dreissena polymorpha*) for water quality management. In: *Zebra Mussels: Biology, Impacts, and Control*. 439-452.
- Schmidt GD, Roberts LS (2000) Phylum acanthocephala: thorny-headed worms. *Foundations of Parasitology*, 469
- Sures B, Siddall R and Taraschewski H (1999) Parasites as accumulation indicators of heavy metal pollution. *Parasitology Today*. 15(1), 16-21.
- Sures B and Taraschewski H (1995) Cadmium concentrations in two adult acanthocephalans, *Pomphorhynchus laevis* and *Acanthocephalus lucii*, as compared with their fish hosts and cadmium and lead levels in larvae of *A. lucii* as compared with their crustacean host. *Parasitology Research*. 81(6), 494-497.
- Sures B, Taraschewski H and Siddall R (1997) Heavy metal concentrations in adult acanthocephalans and cestodes compared to their fish hosts and to established free-living bioindicators. *Parassitologia*. 39(3), 213-218. Review.
- Taraschewski H (2000) Host-Parasite interactions in acanthocephala: a morphological approach. *Advances in Parasitology*. 46, 2-179.

- Thielen F, Zimmermann S, Baska F, Taraschewski H, Sures B (2004) The intestinal parasite *Pomphorhynchus laevis* (Acanthocephala) from barbel as a bioindicator for metal pollution in the Danube River near Budapest, Hungary. *Environment Pollution*. 129, 421-429
- Van Cleave HJ (1948) Expanding horizons in the recognition of a phylum. *The Journal of Parasitology*. 34, 1-20.
- Williams HH, MacKenzie K and McCarthy AM (1992) Parasites as biological indicator of the population biology, migrations, diet, and phylogenetics of fish. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*. 2, 144-176.

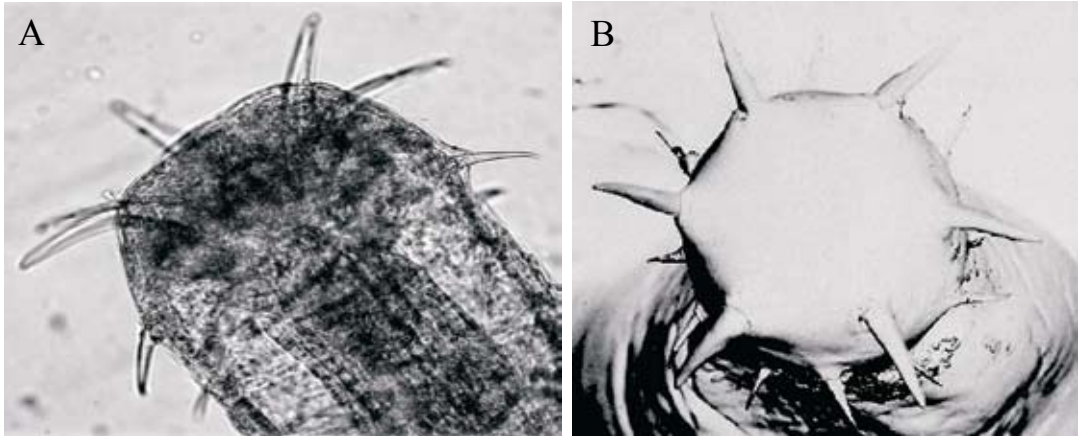
**通訊作者**

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



圖一、活動新棘吻蟲 (*Neoechinorhynchus agile*) 外部型態圖。蟲體寄生於烏魚 (*Mugil cephalus*) 腸道，屬於雌雄異體類。(A) 雄蟲成蟲，體長 1.2 cm；(B) 雌蟲成蟲，體長 1.5 cm。構造標示說明：1. 吻(proboscis) 2. 吻鞘(proboscis receptacle) 3. 吻腺(lemniscus) 4. 睪丸(testes) 5. 黏液腺(cement gland) 6. 交接囊(bursa) 7. 卵(egg) 8. 生殖孔(reproductive pore)。

棘頭蟲對魚類研究和環境監控之貢獻



圖二、活動新棘吻蟲(*Neoechinorhynchus agile*)棘頭蟲，棘刺(spine)以螺旋方式排列在吻部上。(A)光學顯微圖(200X)，(B)掃描式電子顯微圖。

# 台灣沿岸鰻科魚苗資源的變動 - 種類識別、生產量及養殖的展望

張至維、曾萬年\*

國立台灣大學生命科學院漁業科學研究所

在台灣沿岸各處的漁港、蚵棚區、潟湖、河川出海口，甚至是電廠排水口，一年四季都可以看到「豆仔魚」或「烏仔魚」成群地悠游其間，其體型雖不大，但數量卻相當多，是釣客們非常喜愛的休閒漁獲對象。這些俗稱的豆仔魚或烏仔魚，是幾種鰻科魚類(Mugilidae)的集合名稱。其中的一種，就是大家耳熟能詳的烏金(烏魚)，是本省沿近海的重要經濟魚類，每年冬至前後，一定由中國大陸沿岸洄游到台灣西南部海域產卵，其卵巢曬乾加工後就是非常名貴的烏魚子。因天然產量逐年減少，目前市面上的烏魚子應該有五至八成是來自養殖烏。烏魚養殖的魚苗完全來自天然海域所捕捉的鰻科魚類的稚魚。台灣沿岸的鰻科魚類不下十種，其外型類似，魚苗的來游季節重疊，不容易分辨其種類。鰻科魚苗種類的識別及其來游生態的瞭解，是烏魚資源保育及養殖經營管理的首要工作。

## 一、鰻科魚類的分類

全世界的鰻科魚類之記錄超過40屬280種，但有效種只有14屬62種(Thomson 1997)，台灣地區則有六屬12種(Liu and Shen 1991, Chen *et al.* 1997, Chang *et al.* 1999) (圖一)。這六屬分別為珊瑚礁性的粒唇鰻屬(*Crenimugil*)與瘤唇鰻屬(*Oedalechilus*)；以及沿近海洄游性的黃鰲屬(*Ellochelon*)、鰲屬(*Liza*)、鰻屬(*Mugil*)及凡鰻屬(*Valamugil*) (劉1993)。這些魚類呈紡錘型、體略圓而細長，頭部寬而平，體背呈橄欖綠至藍灰色，下方銀白色，體側多具數條縱帶；乍看起來外部型態皆很類似，一般民眾難以分辨其種類。魚

類專家藉由尾鰭形狀、胸鰭顏色、胸鰭基部色素斑出現狀況、上下唇與脂眼瞼構造、以及側線鱗數目等特徵，可正確分辨其種類(表一)。烏魚的俗名非常混亂，同一個俗名，可能泛指好幾種種類。表二是台灣12種鰻科魚類的俗名與學名的對照表、魚苗產期及分布地區。台灣地區俗稱的豆仔魚共有九種，主要是黃鰻屬、鰻屬及凡鰻屬等三屬的種類。鰻屬的烏魚(*Mugil cephalus*)，因族群結構及洄游模式不同，分為洄游烏以及俗稱在來烏或港內烏的本地烏(楊1983，蘇和蘇1986，劉1991，Chen *et al.* 1989，Huang *et al.* 2001)。

台灣地區近50年來的烏魚年產量，在1980年前後達到最高峰(約6865公噸)，以後逐年下降，2005年降到1980年的十分之一都不到(622公噸)。目前烏魚野外的捕獲量已少於養殖的產量(圖二)。

## 二、魚苗的種類及其出現季節和體長分布

鰻科魚類是熱帶、亞熱帶最常見的河口依賴型海洋性種類(estuarine-dependent marine fish)。母魚在近海產卵，孵化之後的仔魚隨著潮流漂送至河口域哺育，在沿岸水域成長至性成熟時再回到產卵場產卵(Blaber 2000)。台灣西部沿海河川入海口多，從陸地沖刷下來的沙泥底質營養豐富，是孕育各種鰻科魚類的生命搖籃。歷年來在各河口域所進行的仔稚魚群聚及分布調查研究發現，鰻科魚苗為仔稚魚群聚組成中的優勢魚種。以淡水河口為例，自1997年12月至1998年11月每兩星期的調查中，幾乎都能採集到鰻科仔稚魚，其數量佔全年總採集量的10%左右(Tzeng and Wang 1992, 1993, Tzeng *et al.* 2002)。

由於仔稚魚可供種類辨識的描述比成魚少，因此鰻科魚苗的種類鑑定一向都很困難，特別是3公分以下的仔稚魚，成魚的檢索表幾乎無法適用。蘇(1997)過去曾將野外所捕獲的魚苗，飼育至可以分辨種類的體型為止，同時利用電泳的方法，比較不同種類之間的蛋白質帶電性差異來確認其種類，鑑定出西南海域的五種豆仔魚，分別為黃鰻鰻(*Ellochelon (Liza) vaigiensis*)、前鱗鰻(*Liza*



*affinis*)、紅眼鰱(*L. haematocheilus (haematocheila)*)、大鱗鰱(*L. macrolepis*)和白鰱(*L. subviridis*)。這些魚苗在布袋港、高雄港和大鵬灣等西南海域的出現季節略有不同，顯示這五種豆仔魚的產卵期可能有所差異。

另外，Chang and Tzeng (2000)在台灣西北部淡水河口的仔稚魚群聚調查中，也鑑定出六種鯔科魚苗，分別為前鱗鰱、大鱗鰱、白鰱、烏魚、長鰭凡鯔(*Valamugil (Moolgarda) cunnesius*)以及協里凡鯔(*V. seheli (M. formosae)*)。六種魚苗的出現體長，個體之間的變異很大，平均全長介於15-40 mm之間(圖三)。魚苗的出現時期則有明顯的時間區隔現象。烏魚魚苗的出現季節為11月至隔年3月，高峰在1至2月；大鱗鰱魚苗則為終年出現(高峰1~3月)；前鱗鰱魚苗4至11月(高峰4~5月)；白鰱魚苗5至9月(高峰6~7月)；長鰭凡鯔與協里凡鯔魚苗同為8至11月(高峰9~10月)。除了大鱗鰱外，其他種類的魚苗並沒有全年出現的情形(圖四)。魚苗在河口域的棲位(niche)相似，出現時間的區隔可以減少種間的競爭、提高魚苗的活存率，以達到族群各自繁榮的目的。

漁民根據經年累月的經驗，流傳一套區分洄游烏和本地烏魚苗的方法。本地烏的魚苗，分別為農曆9至10月中旬出現在北部沿海的牛糞烏仔或守港烏仔，以及冬至期間出現在西部沿海的小鉞或背印仔。而洄游烏的魚苗，則是集中在農曆12月中旬(尾牙)至翌年1月中旬(元宵)出現在北部沿岸的大鉞或大金鱗，以及元宵過後出現在中南部沿海一帶的小鉞或狀元苗。農曆2月以後零星出現在西部沿海的多得苗，則是本地烏和洄游烏的混雜合群(Tang 1975, 李和郭1990)。本地烏及洄游烏是否屬於同一族群還有待驗證。Chang *et al.* (2000)檢視11月至隔年3月出現在台灣西北部公司田溪河口的烏魚苗的體長頻度分布，發現每次採樣的魚苗皆由數個不同體長群(cohort)所組成(圖五)，推測這些魚苗可能是來自不同的產卵群。

### 三、魚苗生產量的時空變化

鰻科魚苗在本省沿岸的分布、出現季節及年平均生產量的變化非常大(圖六至圖八)，魚苗捕獲量的時空變化之穩定與否，會影響養殖業經營的計劃性生產。豆仔魚苗(*Liza* spp.)和烏魚苗(*M. cephalus*)，其產區集中在北部沿岸的桃園及新竹一帶(圖六中的Nos. 3和4)以及南部的嘉義、台南和高雄地區(圖六中的Nos. 9、10和11)。這些魚苗產量分佈不均的原因，可能與海流的南北輸送，以及各縣市的海岸線長短、河川多寡和漁獲努力量的不同有關。

鰻科魚苗的產期，種類之間有明顯的差異。豆仔魚苗的產期為春季至秋季，而烏魚苗的產期為秋末至春初期間(圖七)。11月至隔年3月的烏魚苗捕獲量，佔全年總捕獲量的九成左右，為主要出現月份。進一步統計烏魚苗的年捕獲量發現，其產量大約呈現九年的周期性變動，高峰分別出現在1974、1985、1995和2003年，捕獲量高達1300至2300萬尾(圖八)。而豆仔魚苗自1990年起，漁業年報中才有零星的漁獲統計資料登錄，產量只有烏魚苗的不到5%。

#### 四、養殖的展望

本省西南沿海是豆仔魚和烏魚養殖的主要生產地區。豆仔魚可單養或與虱目魚混養，烏仔魚則以全雌化養殖為主(陳1994)。不同種類或是不同月份出現的魚苗，其養殖成效不一。魚苗種類不同，養成之後的價格也不一樣。有每公斤約100~180元的「塹豆仔」，亦即前鱗鰻(俗稱為正豆仔或細鱗仔)和紅眼鰻(俗稱赤目呆)；以及價格較低，每公斤僅約20~30元的豆仔魚，亦即大鱗鰻和白鰻(俗稱為粗鱗仔或加腹仔)(表二)。依養殖戶的經驗，烏仔魚中的「牛屎烏」及「鉞仔」，經二年的養殖即能收成烏魚子；體型較大的「大金鱗」，卵巢較大但成熟較慢，需要三年的時間才能收成烏魚子(李和郭1990，陳1994)。台灣地區烏魚的養殖面積已高達970公頃，其中約有五成是烏魚單養，養殖地區主要分布於雲林、嘉義和台南等三縣，約佔台灣地區總養殖面積的八成。目前台灣地區烏魚養殖的年產量已經超過天然烏魚的年產量很多，以2005年為例，養殖烏的年產量高達2300公噸，約佔全台灣地區烏

魚年產量的八成(行政院農委會漁業署2006)。

烏魚養殖成敗的最大關鍵包括養殖技術、環境條件，以及魚苗種類的選擇。台灣目前養殖所需的烏魚苗，全仰賴天然捕捉，野生烏魚苗數量多且捕捉容易。但是種類不同、成長速率不一樣，烏魚子採收的時間若相差一年，則因養成時間拉長，成本與風險都會跟著提高。魚苗種類辨識不易，且出現季節不易掌握，要選擇特定的種類有其困難性。爲了提高烏魚養殖的經濟效益，除了加強種類辨識的知識以及有效利用天然魚苗之外，開發鯔科魚類「完全養殖」技術(Liao 1977)，以及利用分子遺傳技術培育成長快速的優良健康種苗(陳2005)，才是烏魚養殖業穩定發展的根本之道。

### 參考文獻

- Bhattacharya CG (1967) A simple method of resolution of a distribution into Gaussian components. *Biometrics* 23: 115-135.
- Blaber SJM (2000) *Tropical estuarine fishes: ecology, exploitation and conservation*. Blackwell Science, Oxford.
- Chang CW, Tzeng WN (2000) Species composition and seasonal occurrence of mullets (Pisces, Mugilidae) in the Tanshui estuary northwest Taiwan. *J Fish Soc Taiwan* 27: 253-262.
- Chang CW, Huang CS, Tzeng WN (1999) Redescription of redlip mullet *Chelon haematocheilus* (Pisces: Mugilidae) with a key to Mugilid fishes in Taiwan. *Acta Zoolog Taiwan* 10: 37-43.
- Chang CW, Tzeng WN, Lee YC (2000) Recruitment and hatching dates of grey mullet (*Mugil cephalus* L.) juveniles in the Tanshui estuary of northwest Taiwan. *Zool Stud* 39: 99-106.
- Chen MH, Chang CW, Shen SC (1997) Redescription of *Liza vaigiensis* (Quoy & Gaimard, 1824) (Pisces: Mugilidae) from the

southwestern waters of Taiwan. *Acta Zoolog Taiwan* 8: 15-18.

Chen WY, Su WC, Shao KT, Lin CP (1989) Morphometric studies of the grey mullet (*Mugil cephalus*) from the waters around Taiwan. *J Fish Soc Taiwan* 16: 153-163.

Huang CS, Weng CF, Lee SC (2001) Distinguishing two types of gray mullet, *Mugil cephalus* L. (Mugiliformes: Mugilidae), by using glucose-6-phosphate isomerase (GPI) allozymes with special reference to enzyme activities. *J Comp Physiol - B Biochem Syst Environ Physiol* 171: 387-394.

Liao IC (1977) On completing a generation cycle of the grey mullet, *Mugil cephalus*, in captivity. *J Fish Soc Taiwan* 5: 1-10.

Liu CH, Shen SC (1991) A revision of the mugilid fishes from Taiwan. *Bull Inst Zool Acad Sin* 30: 273-288.

Senou H (1993) Mugilidae. In Nakabo T (ed) *Fishes of Japan with pictorial keys to the species*. Tokai Univ. Press, Tokyo, pp 843-846.

Tang YA (1975) Collection, handling and distribution of grey mullet fingerlings in Taiwan. *Aquaculture* 5: 81-84.

Thomson JM (1997) The Mugilidae of the world. *Memoirs of the Queensland Museum* 41: 457-562.

Tzeng WN, Wang YT (1992) Structure, composition and seasonal dynamics of the larval and juvenile fish community in the mangrove estuary of Tanshui River, Taiwan. *Mar Biol* 113: 481-490.

Tzeng WN, Wang YT (1993) Hydrography and distribution dynamics of larval and juvenile fishes in the coastal waters of the Tanshui River estuary, Taiwan, with reference to estuarine larval transport.

Mar Biol 116: 205-217.

Tzeng WN, Wang YT, Chang CW (2002) Spatial and temporal variations of the estuarine larval fish community on the west coast of Taiwan. Mar Freshw Res 53: 419-430.

行政院農委會漁業署(2006)中華民國九十四年台閩地區漁業統計年報。

李長榮、郭慶老(1990)台灣西部海域烏魚苗之種類、名稱與季節分布。中國水產，第448期，13-18頁。

沈世傑(編)(1993)臺灣魚類誌。國立臺灣大學動物學系，台北。

陳秀男(1994)全雌性烏魚養殖。臺大漁推，第3期，7-12頁。

陳靖玉(2005)應用微衛星DNA標幟篩選高生殖腺指數烏魚品系之研究。國立臺灣海洋大學水產養殖研究所碩士論文，103頁。

楊鴻嘉(1983)臺灣洄游鰻魚族群形態學研究。高雄漁訊，第4卷第4期，24-28頁。

劉振鄉(1991)鰻科魚類的生物學研究。國立臺灣大學動物學研究所博士論文，台北，203頁。

劉振鄉(1993)鰻科魚類的足跡與生活習性。水族生態雜誌，第15期，82-85頁。

蘇素月、蘇偉成(1986)洄游台灣之烏魚肌肉蛋白質電泳差異研究初報。蘇偉成(編)1983-1985年台灣海域鰻魚資源調查研究。台灣省水產試驗所高雄分所，高雄，49-56頁。

蘇德強(1997)台灣西南海域產屬仔稚魚的鑑別。國立中山大學海洋資源研究所碩士論文，高雄，90頁。

## 通訊作者

曾萬年，電話: (02) 3366-2887，電郵: wnt@ntu.edu.tw

台灣沿岸鰻科魚苗資源的變動 - 種類識別、生產量及養殖的展望



1. 粒唇鰻 *Crenimugil crenilabis*



2. 黃鰭鰻 *Ellochelon vaigiensis*



3. 前鱗鰻 *Liza affinis*



4. 竹筒鰻 *Liza alata*



5. 粗鱗鰻 *Liza dussumieri*



6. 紅眼鰻 *Liza haematocheilus*



7. 大鱗鰻 *Liza macrolepis*



8. 白鰻 *Liza subviridis*



9. 烏魚 *Mugil cephalus*



10. 瘤唇鰻 *Oedalechilus labiosus*

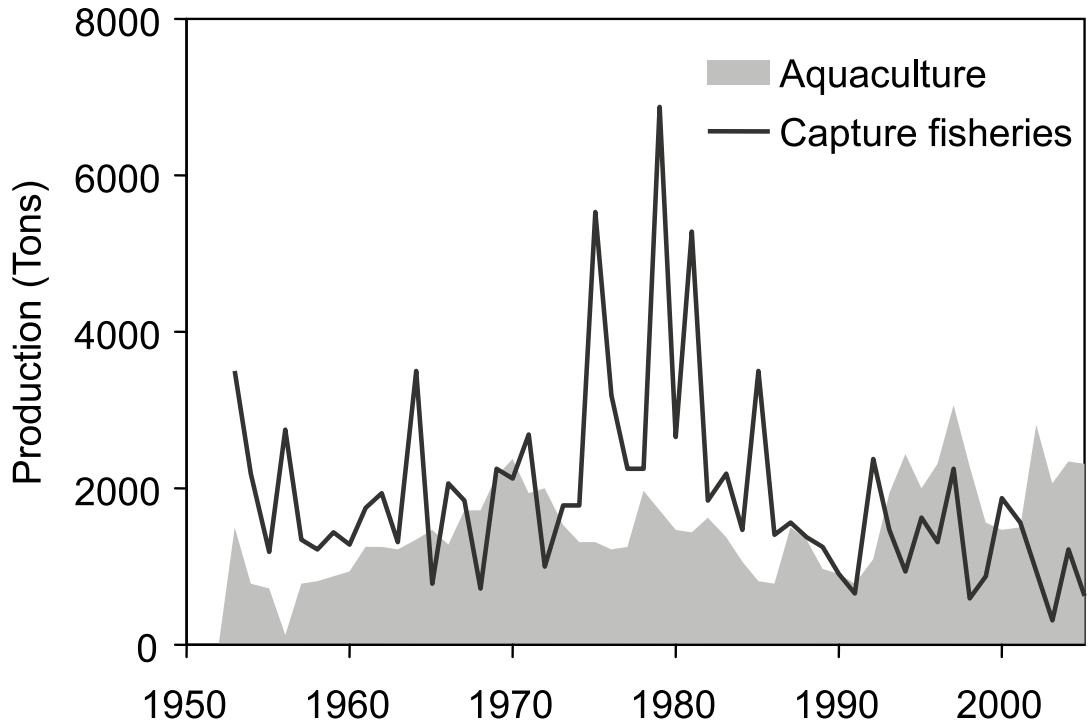


11. 長鰭凡鰻 *Valamugil cunnesius*



12. 協里凡鰻 *Valamugil seheli*

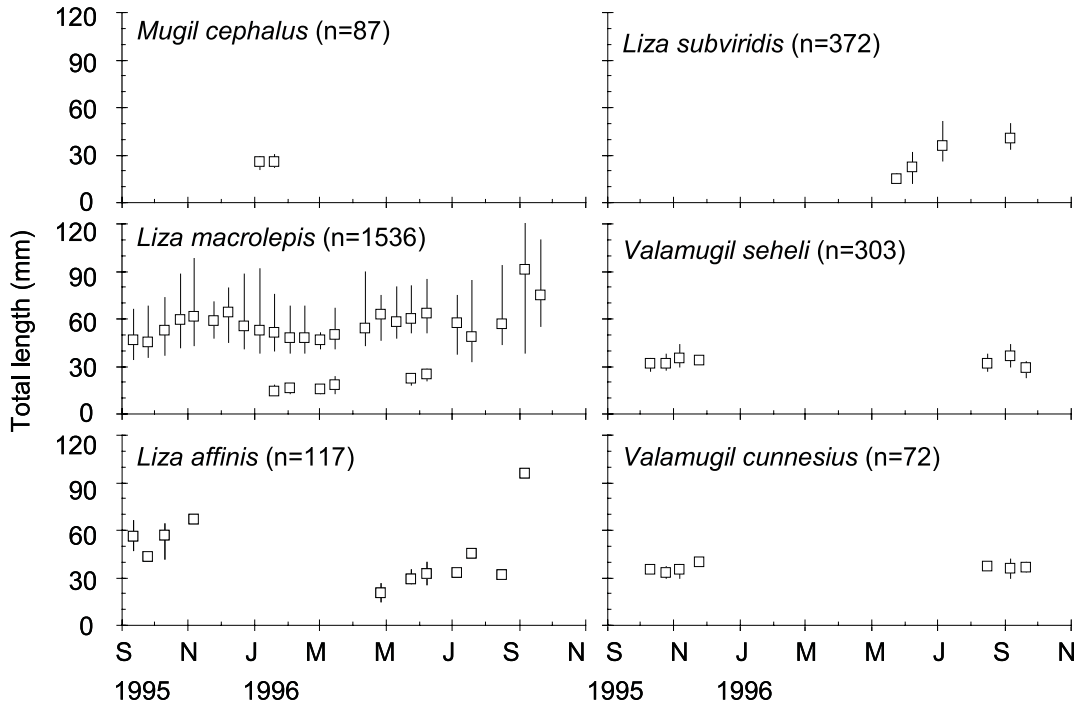
圖一、台灣沿近海的12種鰻科魚類。原圖除了Nos. 2和6來自蘇(1997)和Chang *et al.* (1999)之外，其餘皆出自沈(1993)。



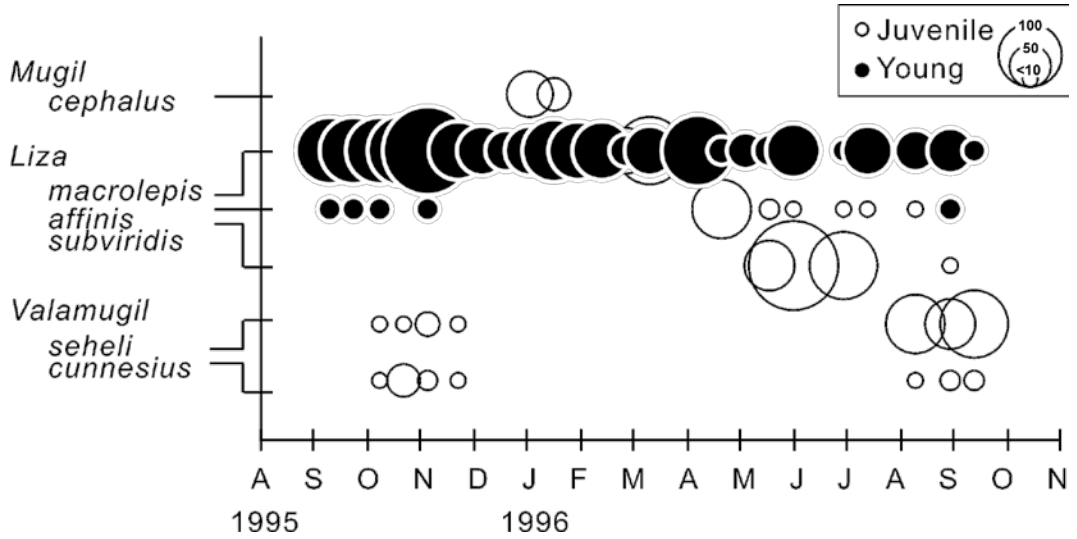
圖二、1953至2005年台灣地區烏魚的天然捕撈量(黑線)及養殖生產量(灰區)之年間變化。單位：公噸。



台灣沿岸鰻科魚苗資源的變動 - 種類識別、生產量及養殖的展望

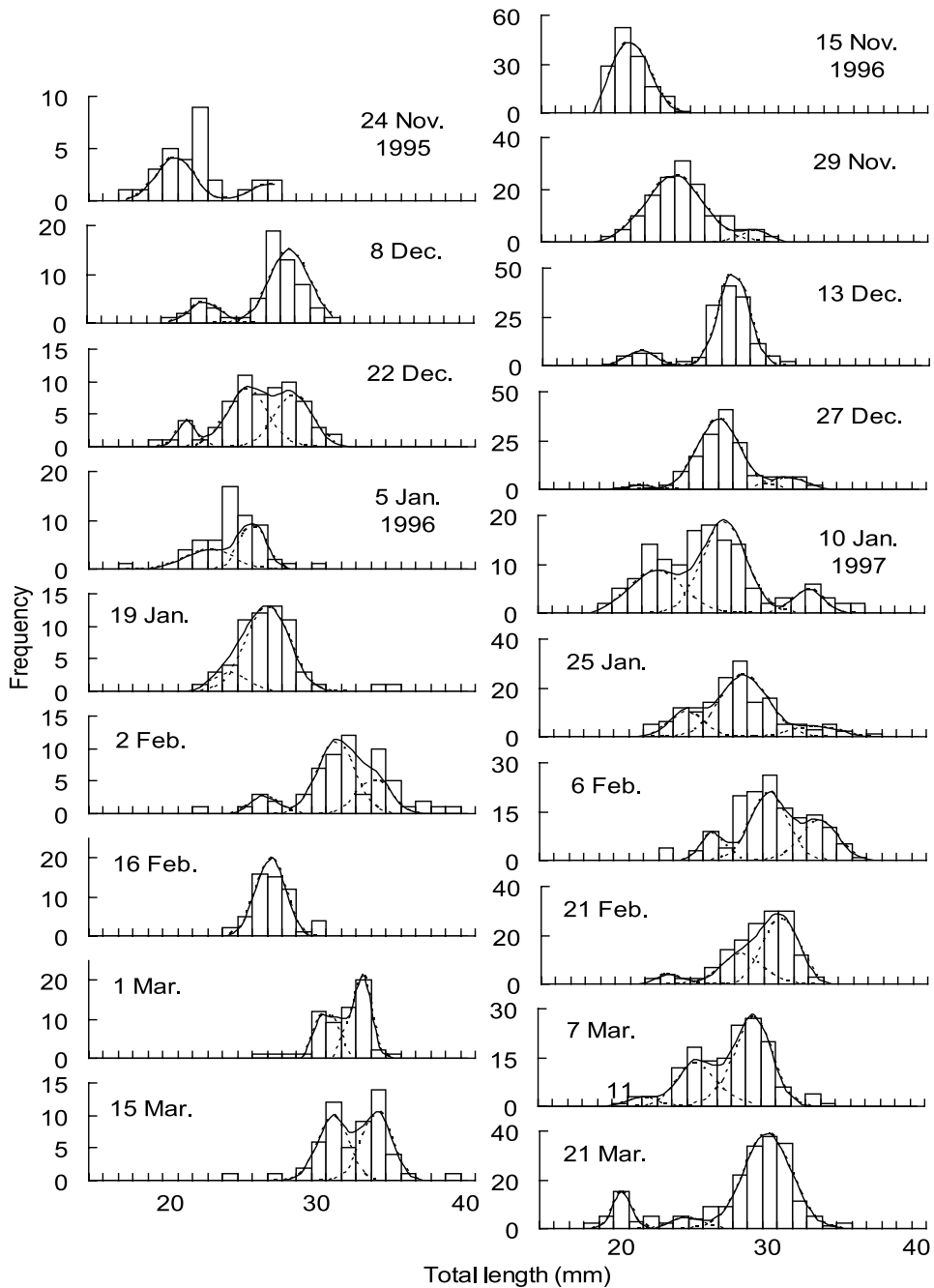


圖三、淡水河口六種鰻科仔稚魚平均體長及範圍的月別變化(修改自Chang and Tzeng (2000))。

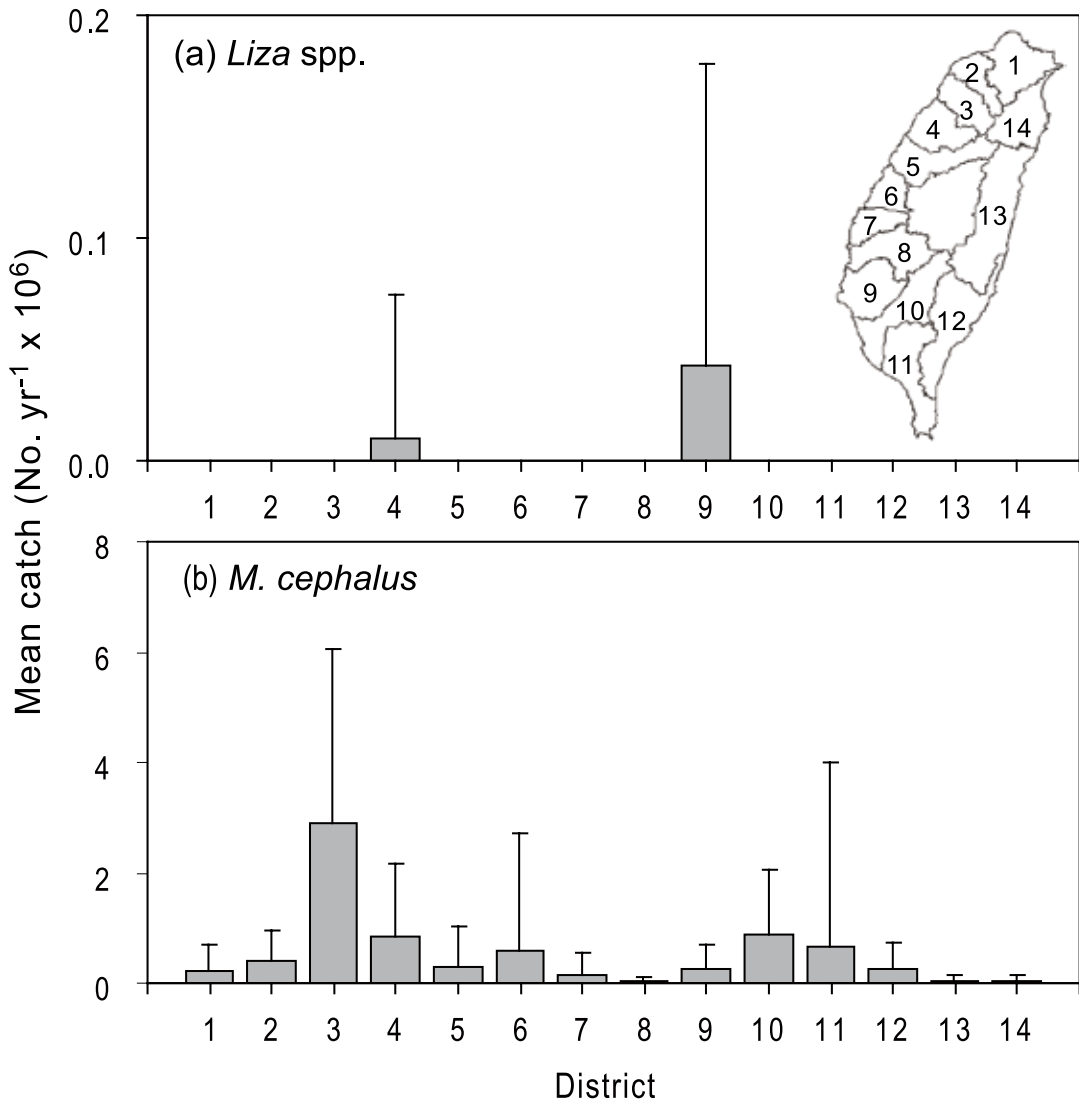


圖四、淡水河口三屬六種鯿科仔稚魚的相對數量(尾數)及其出現季節。白圈代表稚魚，黑圈為幼魚(修改自Chang and Tzeng (2000))。

台灣沿岸鰻科魚苗資源的變動 - 種類識別、生產量及養殖的展望

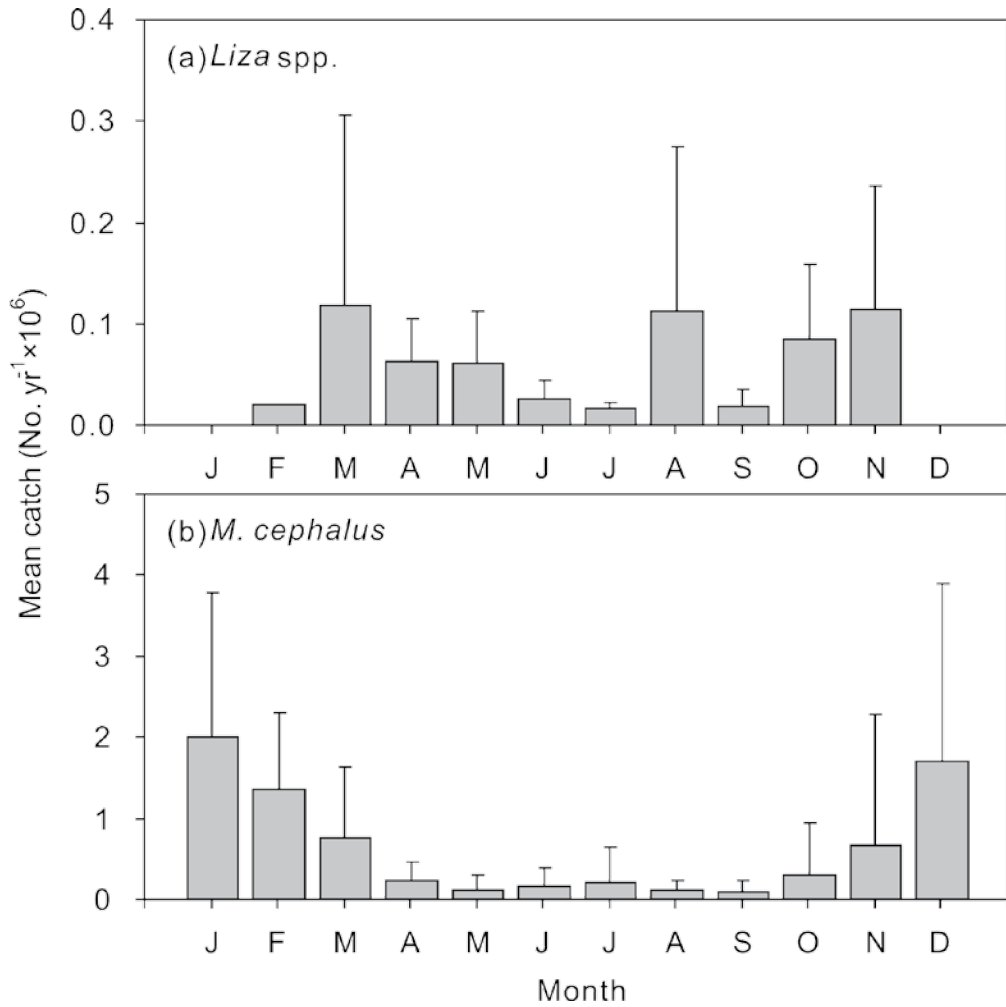


圖五、公司田溪河口烏魚苗的月別體長頻度分布變化。虛線是利用Bhattacharya (1967)法所分離出的每一個來游群(cohort)的體長頻度之常態分布，實線為這些常態分布的累計值(修改自Chang *et al.* (2000))。

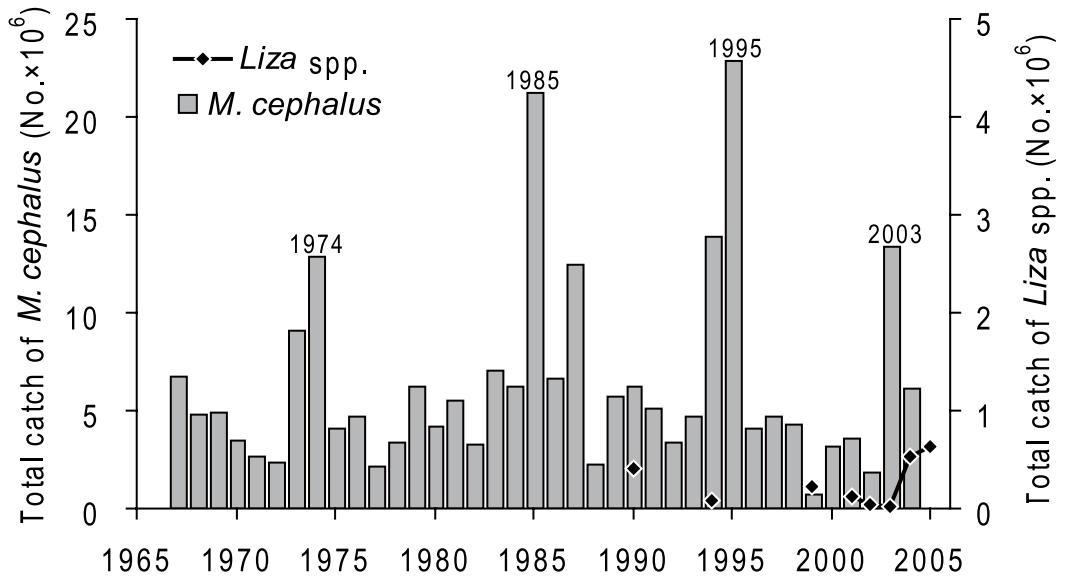


圖六、台灣沿岸鯧科魚苗年平均生產量的縣市別(Nos. 1-14)比較。(a)為豆仔魚苗，年平均的計算年度為1990至2005年，(b)為烏魚苗，1967至2005年。單位：每年平均百萬尾，垂直線為平均值的標準差。

台灣沿岸鰻科魚苗資源的變動 - 種類識別、生產量及養殖的展望



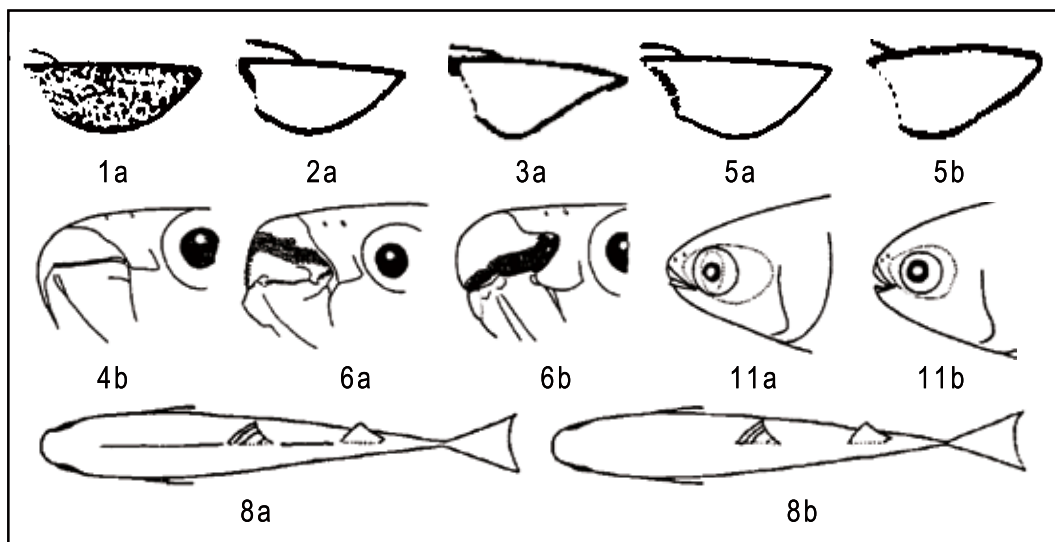
圖七、台灣沿岸鰻科魚苗年平均生產量的月別變化。(a)為豆仔魚苗，年平均的計算年度為1990至2005年，(b)為烏魚苗，1967至2005年。單位：每年平均百萬尾，垂直線為平均值的標準差。



圖八、1967至2005年台灣沿岸豆仔魚苗(黑點線)和烏魚苗(灰區)的年產量變化。烏魚苗的年產量定義為每年11月至隔年3月主要出現月份之累計。單位：百萬尾。

表一、台灣12種鰻科魚類的檢索表(修改自Liu and Shen (1991)、Senou (1993)和Chang *et al.* (1999))。

1a. 胸鰭黑色，尾鰭黃色呈內凹形至截形	黃鰻鰻 <i>Ellochelon vaigiensis</i>
1b. 胸鰭非黑色，尾鰭非黃色呈叉形	2
2a. 胸鰭基部下端有黑藍色斑駁	烏魚 <i>Mugil cephalus</i>
2b. 胸鰭基部下端無黑藍色斑駁	3
3a. 胸鰭基部下端有黑藍色斑點	4
3b. 胸鰭基部下端無黑藍色斑點	5
4a. 唇有似乳頭狀物	6
4b. 唇無似乳頭狀物	11
5a. 胸鰭基部有黑色素	7
5b. 胸鰭基部無黑色素	8
6a. 胸鰭腋鱗發達，上唇薄，下唇有一高聳的小丘	粒唇鰻 <i>Crenimugil crenilabris</i>
6b. 胸鰭腋鱗缺如，上唇厚，下唇有一低聳的雙重小丘	瘤唇鰻 <i>Oedalechilus labios</i>
7a. 胸鰭基部有金色素	大鱗鰻 <i>Liza macrolepis</i>
7b. 胸鰭基部無金色素	竹筒鰻 <i>L. alata</i>
8a. 背部有隆脊	前鱗鰻 <i>L. affinis</i>
8b. 背部無隆脊	9
9a. 側線鱗等於或多於 33	紅眼鰻 <i>L. haematocheilus</i>
9b. 側線鱗少於 33	10
10a. 側線鱗 28-29，脂眼瞼不發達	粗鱗鰻 <i>L. dussumieri</i>
10b. 側線鱗 30-32，脂眼瞼發達	白鰻 <i>L. subviridis</i>
11a. 脂眼瞼發達	長鰭凡鰻 <i>Valamugil cunnesius</i>
11b. 脂眼瞼不發達或缺如	協里凡鰻 <i>V. seheli</i>



表二、台灣河口域的鱈科魚類學名及俗名的對照，及其魚苗的出現季節和產地。

學名	俗名	產期(盛期)	產地(調查區域)	文獻*
1. 粗唇鱈 <i>Crenimugil crenilabris</i> (Forsskål, 1775)	-	-	-	-
2. 黃鰭鮫 <i>Ellochelton vaigiensis</i> (Quoy and Gaimard, 1824)	豆仔	3~8月, 10~11月(4月)	大鵬灣	2
3. 前鱗鮫 <i>Liza affinis</i> (Günther, 1861)	正豆仔、細鱗仔	4~11月(4~5月)	淡水河口	3
		1~11月(4月)	布袋港	2
		2~5月	高雄港	2
		1月, 3~4月	大鵬灣	2
4. 竹筒鮫 <i>Liza alata</i> (Steindachner, 1892)	豆仔	-	-	-
5. 粗鱗鮫 <i>Liza dussumieri</i> (Valenciennes, 1836)	豆仔	-	-	-
6. 紅眼鮫 <i>Liza haematocheilus</i> (Temminck and Schlegel, 1845)	赤目呆	2~3月	布袋港	2
7. 大鱗鮫 <i>Liza macrolepis</i> (Smith, 1846)	粗鱗仔、加腹仔	1~3月, 5月(1~3月)	淡水河口	3
		1~6月, 11月	布袋港	2
		12~6月(4月)	高雄港	2
		12~6月(4~5月)	大鵬灣	2
8. 白鮫 <i>Liza subviridis</i> (Valenciennes, 1836)	粗鱗仔、加腹仔	5~9月(6~7月)	淡水河口	3
		1月, 3~12月	布袋港	2
		12~1月, 3~4月, 7~9月(4月)	高雄港	2
		4月, 6~8月, 11~2月(8月, 12月)	大鵬灣	2
9. 烏魚 <i>Mugil cephalus</i> Linnaeus, 1758	牛糞烏仔、守港烏仔	農曆9~10月中	北部沿海	1
	小鈞、背印仔	冬至期間	西部沿海	1
	大鈞、大金鱗	農曆12月中(尾牙)~1月中(元宵)	北部沿海	1
	小鈞、狀元苗	元宵過後	中南部沿海	1
	多得苗	農曆2月以後	西部沿海	1
	烏仔	11~3月(1~2月)	公司田溪	4
10. 瘤唇鱈 <i>Oedalechilus labiosus</i> (Valenciennes, 1836)	-	-	-	-
11. 長鰭凡鱈 <i>Valamugil cunnesius</i> (Valenciennes, 1836)	粗鱗仔、加腹仔	8~11月(9~10月)	淡水河口	3
12. 協里凡鱈 <i>Valamugil seheli</i> (Forsskål, 1775)	粗鱗仔、加腹仔	8~11月(9~10月)	淡水河口	3

\* 文獻出處：<sup>1</sup>李和郭(1990)、<sup>2</sup>蘇(1997)、<sup>3</sup>Chang and Tzeng(2000)、<sup>4</sup>Chang et al.(2000)。



# **Spatial and temporal variations of grey mullet resource in the coast of Taiwan: species identification, production and aquaculture**

Chih-Wei Chang and Wann-Nian Tzeng\*

Institute of Fisheries Science, National Taiwan University

There are 12 species of mullets which belong to 6 genus of Mugilidae found in the coast of Taiwan. Among them, the grey mullet *Mugil cephalus* is the most important species for both capture fisheries and aquaculture. The juvenile grey mullets are being collected from estuaries for restocking. The annual production of the grey mullet increased since 1953, reaching the highest level of 6865 tons around 1980, but it decreased dramatically thereafter. Recently the production has decreased to a very low level, approximately 10% of that in 1980. Due to the decline of wild populations, much of the mullets in the market rely mainly on aquaculture. Approximately 80% of the mullet for roe industry was from the restocked fish. The success for mullet aquaculture depends on the rearing techniques and available juvenile species; however the catch of juvenile mullet was unstable in the coastal waters of Taiwan. It fluctuated in a 9 yrs interval, the peak catch was found in 1974, 1985, 1995 and 2003, respectively in the recent 40 years. The spatial distribution of the juvenile mullet for restocking was uneven in the western coast, which was more abundant in the NW and SW Taiwan. For a stable supply of juvenile mullet for restocking, artificial propagation that will produce good quality fry for sustainable aquaculture industry of mullet is necessary.

\* Corresponding author: [wnt@ntu.edu.tw](mailto:wnt@ntu.edu.tw)

# 台灣外來種水產生物的入侵與對策

吳雅琪、陳弘成

進入台灣的外來物種種類與數量愈形嚴重，從1896年只有20種的紀錄，擴大到1995年的4,516種，與夏威夷島的命運相同，台灣亦將成為外來生物的天堂，其中已進入台灣水生環境的外來種有：植物類的布袋蓮、李氏禾、水芙蓉、人厭槐葉蘋等，軟體動物類的福壽螺、非洲大蝸牛、湖殼菜蛤等，甲殼類的美洲螯蝦等，兩生類的牛蛙、巴西角蛙、亞洲錦蛙等，爬蟲類的巴西龜、鱷龜、歐陸龜等，魚類的食人魚、雙邊魚、吳郭魚、大肚魚、琵琶鼠、泰國鬥魚、孔雀魚、泰國鱧、魚虎等。因為外來種水產生物不受台灣環境控制，數量愈來愈多，影響台灣河川的範圍愈益擴大，更加衝擊台灣的經濟與生態。本文整理出幾種外來水產生物成功與可能的因應對策，並提出外來種水生生物的管制模式圖，希冀能拋磚引玉，進而防治或去除其他可能影響台灣生態的外來種。

## 一、外來種水產生物的因應對策

### 1. 福壽螺(*Pomacea canaliculata*)

福壽螺原產於南美洲亞馬遜河下游及布拉大河流域的靜水區，俗稱金寶螺，為蘋果螺科的軟體動物。於1979-1980年由屏東業者引入台灣。在台灣中部地區一年約可完成兩個世代；南部養殖業者更表示，若以浮萍飼養一年可達四個世代，完成一世代僅約需3個月。仔螺、成螺能浮在水中，隨水漂流四處蔓延，初孵化之仔螺落入水中後，多數在水中漂浮物上或水邊活動，以田中浮游物為食，稍長即以水中植物為主食，當仔螺發育55天後即達成熟為成螺，具交配能力、受精後平均12天即產卵塊，成螺可發育至8-10公分，重140公克以上。繁殖期成螺離開水面，產卵於稻桿、溝渠、牆岸、田埂等上面。卵塊呈紅色，常3~4層覆疊

呈葡萄串狀，每一雌螺每次平均產卵數為250粒；每一產卵期可產卵塊數約7~9個，每年有4個產卵期，因此南部雌螺每年可產約7,000~9,000個卵，繁殖能力驚人。殼高約3.5公分的福壽螺，一日可取食水稻秧苗高達12株左右，當農田裡的福壽螺密度高時，可造成50%以上的稻米產量損失。牠亦是血線蟲的中間寄主，一旦人類食用未煮熟的螺肉，就有可能被傳染(行政院農業委員會動植物防疫檢疫局，2000)。台灣現在使用的去除方式有，化學防治法：可依據農林廳採用的方法，但由於丁基錫的毒性相當強，且造成一些生態浩劫的後遺症，故現以建議改用耐克螺去除之。手動機械防治法：政府鼓勵大家檢食，大家若能協心蒐集，並將之餵食青魚或鱷魚，應有某種程度的抑制效果(吳與陳，2004)。化學防治：可依農林廳採用的藥物去除。在生物防治上：在南美原生地有一種猛禽專門吃此種貝類，能控制其族群免擴大，但台灣並無此種習性的鳥類，而近年台灣有發展出藉由鴨子或淡水長腳蝦等來清除福壽螺之水田(合田鴉)，雖成本高但不失為可行之方式(巫與李，2003)。

## 2. 湖殼菜蛤(*Limnoperma fortunei*)

名列台灣十大入侵外來種生物之一的湖殼菜蛤，其實早在1982年位於新店溪的直潭自來水淨水廠入水口柵欄，即有附著並阻塞進水。湖殼菜蛤原生地為中國，外形類似斑馬紋貽貝，但殼上缺乏斑紋，貝長在3公分內，很少有超過3公分的個體；大部分為兩年生，一年內可成長2公分以上，第二年生長速度較緩，且牠的附生幾乎無孔不入，較喜歡在鐵器銹蝕的地方開始附著，其他附著的基質包括布料、樹枝、寶特瓶、鋁罐...等。1989年新店碧潭乾涸，底床裸露後發現有許多水草及貽貝，而這些年來在新店地區的湖殼菜蛤並沒有大量增殖，可能與河水之水質較差有關。1990年在日月潭也發現湖殼菜蛤，甚至石門水庫後池堰經常看到的湖殼菜蛤，已經侵入桃園大圳，對於大圳灌溉造成一定的影響。另外湖殼菜蛤在大陸的洞庭湖及珠江三角洲均有紀錄，1986年香港新界的生水系統亦遭其感染，因為香港生水系統係引用自

大陸的水源，因此推測應該是由大陸進入香港水域。根據蔡(1993)對日月潭湖殼菜蛤的族群結構調查發現，其族群結構因在不同的基質上而有很大的不同，推測其生殖期每年有兩個高峰，且生殖期持續時間相當長，水中背光面比迎光面的族群數目較多，在流速穩定的區域也比亂流區的族群大。可利用之去除方式，物理防治法上：低氧處理、乾燥處理、過濾處理、塗料或以光滑表面防止幼貝附著(姜，2006)。人力防治：人爲手動或機械去除。生物防治：可放養鱮魚、青魚或鯉魚吃食貝體，或以大頭鰱濾食其浮游幼生。另外可在封閉水域以化學藥物處理，但庫潭多爲自來水使用，不要輕易使用藥物方式去除之(吳與陳，2004)。

### 3. 克氏原螯蛄(*Procambarus clarkii*)

克氏原螯蛄俗稱美國螯蝦，已侵入台灣的淡水域中，其適應性頗強，繁殖習性較台灣原產其他淡水蝦都要進化，其幼苗變態型式不但屬於完全縮短型，而母蝦還會保護幼蝦一段期間，具有十分優越的競爭性。美國螯蝦可以容忍乾燥、高溫、低氧的環境，甚至生存於海淡水的交會處，體內也可容忍高劑量的重金屬(施，2006)。美國螯蝦爲陸封型的淡水甲殼類，進入台灣後，與台灣陸封型淡水蟹的習性幾乎完全相同，兩者在生態資源的需求相同，是台灣淡水蟹的嚴重威脅。美國螯蝦也是台灣原生種魚、蝦類日減甚或絕滅的主要因素之一。可利用之去除方式，人力防治：以食餌誘殺或捕捉田間水道中的稚蝦及成蝦，以達到人爲的防治效果，大量捕捉以製成魚類、家畜飼料，減少螯蝦族群。化學防治：經藥劑篩選試驗，結果顯示以50%芬殺松乳劑稀釋1000倍防治效果最好，其次爲50%賽達松乳劑稀釋1000倍、22.5%陶絲松乳劑稀釋450倍及4%培丹粒劑30 kg/ha均有防治效果(施，1997)。生物防治：可利用 *Aphanomyces astaci* 黴菌感染螯蝦引起螯蝦黑死病造成大量死亡達到防治目的；或放入有益魚種如鰻魚、淡水鱸魚等取食美國螯蝦蝦卵與稚蝦，以減少族群擴張。在法規防治方面：則應加強進口檢疫工作，訂定相關法律條文規範，避免不肖業者再度引進。

#### 4. 小盾鱧/魚虎(*Channa micropeltes*)

在台灣有三種鱧魚的記錄，分別為七星鱧、泰國鱧與小盾鱧。其中小盾鱧原產於東南亞，生性兇殘並具有利牙，喜吃魚類故稱魚虎。小盾鱧最初是以前幼魚為觀賞魚而引進台灣，其幼魚體表有紅條斑紋，故又稱紅線鱧。後因其成長快速及掠食性強而被棄養，而出現在台灣水域。小盾鱧最大能長到130公分達20 Kg以上，喜歡棲息於深且流速較慢的水體如水庫或大河的緩流區。鱧科魚類的鰓內都有特化構造，可適應低溶氧甚至空氣中，亦可在潮濕地上爬行而不需依靠河川，就能擴散至其他河域(Courtenay and Williams, 2004)。小盾鱧幼魚孵化後會集靠岸邊的水面，成魚則在魚群下守衛，幼魚可受到成魚嚴密的保護，故族群日漸壯大。小盾鱧在曾文水庫有被釣獲的紀錄，甚至常常追咬被釣獲的其他魚類，釣客收竿時常有釣起僅半截魚體的情況，表示小盾鱧相當兇惡且掠食性很強，除了掠食其它魚種，在水面上游動的蛙類、龜鱉及水鴨等也都去主動攻擊，造成水域生態浩劫。可利用之去除方式，人力防治：建議曾文水庫每年舉辦釣鱧魚活動或食用，亦可捕捉此魚幼苗加以養殖回收。或餵以天然藥草製作之毒餌(陳與吳，2003；吳與陳，2005)。目前在台灣已有數萬尾小盾鱧的池塘養殖，利潤不錯，但宜慎防其脫逃後，進入公共水體造成危害。

#### 5. 琵琶鼠(*Pterygoplichthys multiradiatus*)

琵琶鼠魚亦因引入台灣後，由於其為耐不良環境的魚種，在溶氧為零、氨超過5 ppm、BOD超過500 ppb時仍可存活，且與原生種魚種競爭食物、空間而成優勢種(吳，2002)。另外，經本作者研究得知琵琶鼠在體型9 cm，其耐寒溫度為15°C，小型琵琶鼠魚應無法在台灣北部過冬，且其分佈範圍應會因溫度限制而受局限。結果亦顯示琵琶鼠魚在體型9 cm，溫度20°C時致死溶氧為0.2 ppm，溫度25°C與30°C時致死溶氧為0.4與0.6 ppm。由於琵琶鼠魚血液攜氧力與胃可行空氣呼吸之能力，使其尚能適應低溶氧的環境下，所以利用降低溶氧的方式來清除琵琶鼠魚，並不適用。整

理出防治琵琶鼠魚的方式，在人力防治：以人工捕釣丟棄，可利用流刺網收穫達到最大去除的效果；可舉辦釣琵琶鼠魚比賽，以獎勵的方式回收魚體。在物理防治：利用琵琶鼠魚不耐低溫的特性，則可利用在每年冬季，在河川以竹枰圍出一個區域，使用加溫棒提高水溫，應可吸引琵琶鼠魚前來，再一併捕捉丟棄。在化學防治：可尋找對琵琶鼠魚毒性較高的農藥如耐克螺，即選擇性農藥，合理的使用劑量來進行琵琶鼠魚的去除工作。在生物防治：則可放流數量較多的原生魚種與之競爭，琵琶鼠魚幼魚競爭不過體型較大的魚種，可降低琵琶鼠魚族群量(吳，2006)。但因琵琶鼠魚耐旱、耐低氧的能力極強，所以捕獲的琵琶鼠魚不要任意棄置，以免後患無窮。

## 二、外來種水產生物的防治模式

本文累積國內外防治外來種資料，整理出外來種水產生物的入侵與防治流程模式圖(圖一)以供參考。外來種生物的防治模式中，首以立法管制外來種進入，加強港埠機場檢疫工作，強調「不進口，不釋放，不擴散」是最符合效益的做法。警民合作嚴格查緝走私，杜絕外來種進入非原生地是防禦入侵種的第一線。當檢查出外來種的存在，在防疫處即可立即攔截、處理並禁止其進入。對於商船、休閒遊艇與貿易遊輪等，則加強船壁調查及壓艙水管制，或以化學藥物直接消毒殺滅可能的外來偷渡生物。

另外針對可能引進外來種的立足、擴散和危害程度先進行風險評估分析，最具有效的方式，同時分辨外來種是否會造成影響，也能在外來種進入當地環境時，立即反應、處理之。再者，對於已進入或已建立族群之外來種，亦以所蒐集的外來種背景資料，依防治與管理中的有害生物的綜合防治法進行去除或降低外來種數量。此種防治方式通常有人力及機械防治法、化學防治法、生物防治法與生態綜合性防治法等(Ridger and Matthew, 2001)。而在進行外來生物的防治之前，必須瞭解台灣島上所有物種的生物特性，建立所有物種的生物資訊，以評估所要防治的目

標生物與非目標生物的脆弱點及危害性，才能不致影響其他生物而進行防除。

當外來物種進入後，對於通常是固著不動或移動速度緩慢，如水生植物與貝類等，可以利用人力及機械防治法處理。但世界各國大多還是利用化學防治法去除外來種，最主要是因為花費最少、成效較快以及效果較好的優點，這些藥物多半為化學殺蟲劑，包括除草劑和殺蟲劑，已經被用在農業生產中消除害蟲和控制疾病上。在農業和人類健康的選擇下，這些化學殺蟲劑用來控制農業的入侵性物種或降低其族群量。台灣在光復後亦大量使用 DDT 防治瘧蚊，達到完全控制之效果而使台灣成為非疫區，後卻因有機氯劑在環境中殘存時間長，並且具有生物濃縮性，台灣現今已經禁用。美國則利用 TFM 降低八目鰻數量，亦使用 Bayer 73 (niclosamide)，皆有相當不錯的結果，現在仍持續使用中。化學防治法應可在評估後審慎使用。

亦可利用生物防治法處理外來種，如以不能生育的雄性個體與外來生物的雌性個體交配；或利用帶有毒素的細菌感染外來物種；或自天然植物萃取的物質，如毒魚酮(Rotenone)或除蟲菊精(Pyrethrum)來控制小池塘的外來魚類，其對鯉魚的防治上也有功效。或利用生態綜合性防治法，則為利用本地種類降低外來種的競爭力，來減低外來種的數量與對環境的影響；引入外來種之天敵控制族群量；改變棲地的物理環境；允許人類進行打獵活動... 等等。當然，所有的外來種防治方法都不只是單一的方式，可以針對目標生物的特性，結合上述可用的防治方法，才能達到最有效的防治結果。

### 三、結 語

《生物圈的未來》書中提到，夏威夷曾經擁有一萬種以上的原生物種，但經過無數殖民者的森林砍伐、濫殺動物，以及成為太平洋旅遊、商業及運輸中心之後，從全球各地不斷湧入外來的植物、動物、微生物，島上原生物種抵抗不了外來物種的壓境，

只能接受外來種擴張成爲「自然棲地」的事實。台灣現正處在這樣的狀態下，是要踏上夏威夷的後塵，抑或反觀其他各國對外來種威脅的覺悟，促使政府、媒體、教育、研究等全面性的做好防備，來抵抗外來種的入侵。

#### 四、參考文獻

Courtenay, W.R. Jr., and Williams, J.D. 2004. Snakeheads (Pisces, Channidae) - A Biological Synopsis and Risk Assessment. U.S. Geological Survey, USA. 143 pages.

Rdiger, W. and Matthew J.W. Cock. 2001. INVASIVE ALIEN SPECIES: A Toolkit of Best Prevention and Management Practices. CABI Publishing on behalf of the Global Invasive Species Programme. 228 pages.

行政院農業委員會動植物防疫檢疫局。2000。台灣重大病蟲害-福壽螺。行政院農業委員會動植物防疫檢疫局出版品。

吳雅琪。2006。外來種琵琶鼠魚生物學探討與可行去除法之建議研究。國立台灣大學漁業科學研究所碩士論文。93頁。

吳雅琪與陳弘成。2004。外來種非洲大蝸牛與水生貝類的去除。中國水產623: 11-21。

吳筱萍。2002。高屏溪琵琶鼠魚族群特徵生殖週期與食性之研究。國立高雄師範大學生物科學研究所碩士論文。65頁。

巫文隆與李彥錚。2003。福壽螺在台灣。入侵種生物管理研討會，11頁。

姜鈴。2006。石門水庫河殼菜蛤生態調查研究期末報告。經濟部水利署北區水資源局。102頁。

施習德。2006。認識外來種美國螯蝦。農業世界雜誌，278(10): 10-13。

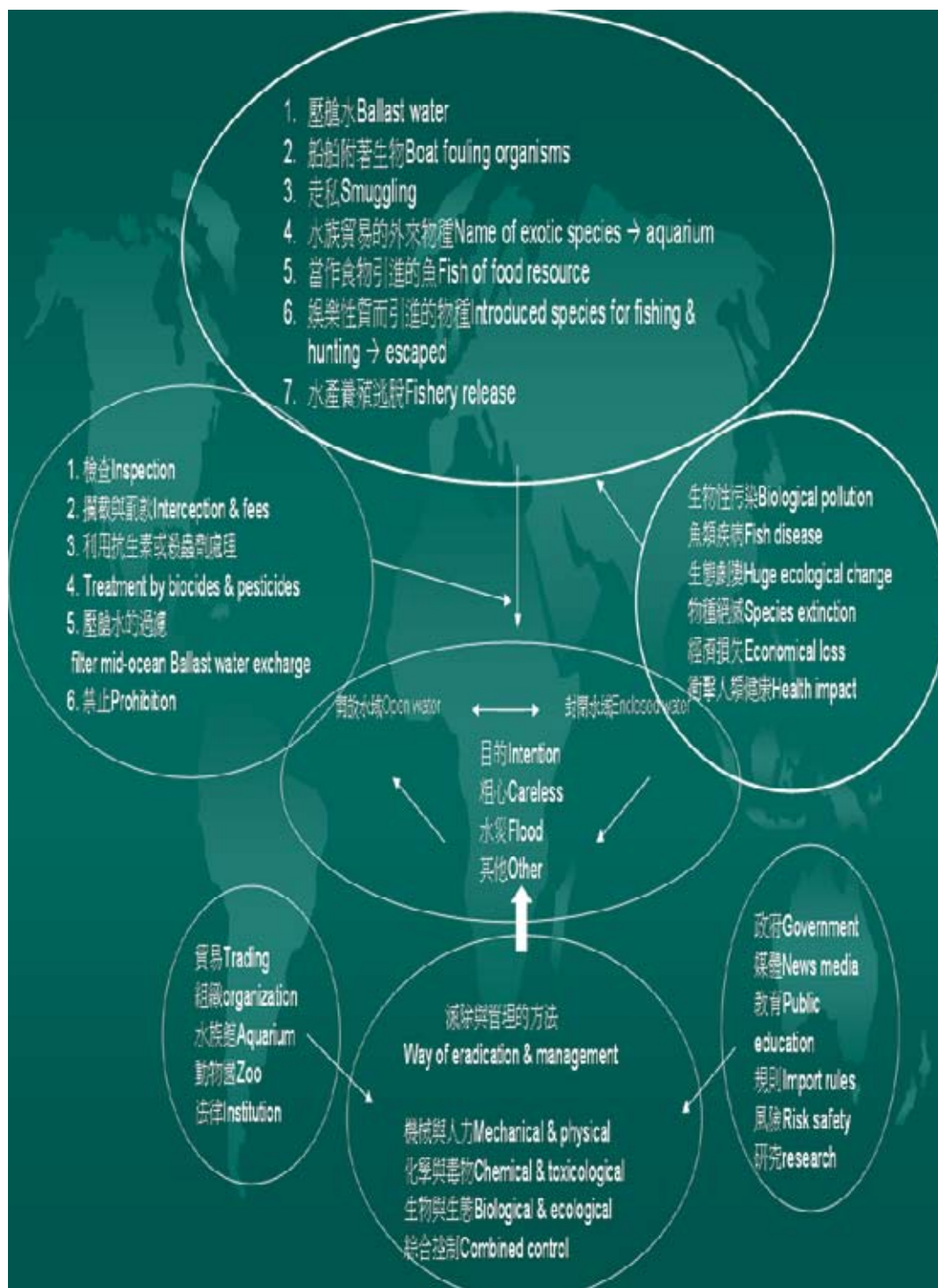


施錫彬。1997。美國螯蝦生態與防治。農業世界，166: 15-17。

陳弘成與吳雅琪。2003。外來種鱧魚在美日與台灣的入侵與去除。中國水產612: 24-31。

陳弘成與吳雅琪。2005。外來種的入侵途徑與去除之研究。台灣地區入侵水產生物現況及防治策略研討會論文集: 1-14。

蔡明利。1993。北美最可怕的生物入侵者。台電環保季刊。11頁。



圖一、外來種水產生物的入侵與防治流程模式圖