

目 錄

目錄	i
日本鰻的產卵場及仔魚洄游路徑之釋疑	曾萬年 1
淺談超集約養殖鰻魚的病害及控制	鍾虎雲·張本恆 11
漁業公害污染鑑定之要領與方法	陳弘成 20
現階段的養蝦管理原則	陳秀男 33

此項試驗係以魚類之生存力為標準，其試驗方法如下：將魚類置於純淡水池內，其存活率在70%以上者為標準，並輔以外觀上的觀察，如魚類之體色、呼吸、食慾等，以綜合判斷其健康狀況。此項試驗之重要性在於能及早發現魚類之健康問題，並採取適當之防治措施，以確保魚類之健康與生產力。此項試驗之結果，將作為魚類健康診斷之重要參考依據。

台大漁推

第十期

發行人：郭光雄

主任委員：郭光雄

總幹事：陳秀男

推廣教授：陳秀男、陳弘成、鍾虎雲、曾萬年

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) 23630231 轉 2124

傳真：(02) 23687122

印刷：大進印刷有限公司

地址：臺北市西藏路二五一巷十號

電話：(02) 23031449

中華民國八十六年十二月出版

版權所有 嚴禁翻印轉載

日本鰻的產卵場及仔魚洄游路徑之釋疑

曾萬平

一、前言

日本鰻 (*Anguilla japonica*) 是本省最重要的養殖魚類之一，年產量曾經高達 6 萬 8 千多公噸，外銷金額達到 150 億新臺幣，對臺灣經濟成長，貢獻很大。養殖所需要的魚苗~鰻線，目前仍然無法人工繁殖，全部仰賴天然捕撈，每年冬季 12~1 月鰻線大量出現在河流入海處，是鰻線的捕撈季節。近年來，鰻線的捕撈量不足以供應養殖所需，嚴重影響養鰻業的發展。鰻魚的產卵場究竟在那裏，鰻線的洄游路徑如何，眾說紛紜，本文將予以論述，以便對鰻的初期生活史有更清楚的認識。

二、鰻魚的生活史及產卵場的發現

鰻魚的一生，包括六個階段，即卵期 (Egg Stage)、柳葉鰻 (*Leptocephalus*)、玻璃鰻 (*Glass Eel*)、鰻線 (*Elver*)、黃鰻 (*Yellow Eel*) 及銀鰻 (*Silver Eel*) 等。柳葉鰻，狀似一片柳葉，在大洋中隨海流移動，接近大陸邊緣時變態為流線形的玻璃鰻，便脫離黑潮強流帶進入沿岸水域，到達河口時體表出現色素稱之為鰻線。從卵到鰻線，生活在海洋中，是仔魚的初期生活史階段。進入河川之後稱之為黃鰻，是一生中生長最快速的階段。鰻成熟時，外表為銀灰色，稱之為銀鰻，晚秋時入海產卵，產過卵之後就死亡 (Tesch 1977)。圖一是日本鰻生活史的示意圖。

日本鰻的產卵場位置，最先是 Matsui (1957) 根據鰻的地理分布及海流的輸送關係，認為產卵場應該在臺灣以東琉球以南的海域 (圖一)。臺灣以南的國家日本鰻非常少，所以他認為日本鰻的產卵場應該在臺灣以東。為了證實這個假說，足足花了 30 年的光陰，卻毫無結果。

臺灣沿岸的日本鰻鰻線，主要分布於北部及西部地區（圖二）。郭（1971）認為臺灣沿岸的鰻線是順著黑潮北上的，因此臺灣北部的鰻線可能來自臺灣東部的產卵場（Matsui 1957），而西部及西南部的鰻線可能來自南海的產卵場（圖三）。至今這二個產卵場，都沒有得到證實。

日本鰻產卵場的發現是來自鰻線耳石日週輪的啓示（圖四）。日週輪每天形成一輪，由日週輪可以知道鰻線的日齡及回推產卵期，日本鰻的產卵期為夏季，鰻線到達臺灣大約需要 5 個月（Tabeta et al. 1987, Tzeng 1990, Tzeng & Tsai 1992, 1994, 曾 1995, Cheng & Tzeng 1996）。從海流的速度及鰻線的日齡來回推，日本鰻的產卵場應該在更南邊。根據這個推理，東京大學海洋研究所在 1986 年 8~10 月由即將退休的 Kajihara 教授領航，在菲律賓東方海域進行日本鰻產卵場調查，果然皇天不負苦心人，撈獲 21 尾柳葉鰻，平均體長 $43.1 \pm 2.8\text{mm}$ ，最小者為 33.9mm ，幾乎可以確定日本鰻產卵場就在馬里亞納海溝附近（Kajihara 1988）。當捕獲柳葉鰻時白鳳丸全船人員興奮的心情難以形容，筆者當時也參予這次調查，真正領會到科學家不畏艱難的求真態度。日本鰻的產卵期在 6~7 月間，上述調查時間，似乎晚了些，因此這次捕獲的柳葉鰻的體長稍為大些，產卵場的確實位置，還不是很肯定。於是 1991 年又進行另一次大規模的調查，由年輕的 Tsukamoto 副教授領航，調查時間提前到 6 月，這次共採獲 911 尾柳葉鰻，平均體長 $12.8 \pm 2.8\text{mm}$ ，數量超過 30 年來的總捕獲量，而且體長最小者為 7.9mm ，日齡為 10 天，幾乎可以確定日本鰻的產卵場就在馬里亞納島西側（圖五）（Tsukamoto, 1992）。

三、日本鰻爲何不進入菲律賓

日本鰻的產卵場在菲律賓的東方海域，該國境內，是否有很多日本鰻？答案是否定的。根據 Tabeta et al. (1976)

之調查，菲律賓境內有四種鰻魚，數量最多的種類是 *A. celebesensis* (佔 56.5%)，其次是 *A. marmorata* (36.4%) 和 *A. bicolor pacific* (7.0%)，日本鰻 (*A. japonica*) 微乎其微，僅佔 0.1%。經由北赤道洋流 (North Equatorial Current) 的輸送，柳葉鰻在菲律賓外海進入黑潮海流 (Kuroshio Current)，然後往北輸送到臺灣等地 (圖五)。柳葉鰻洄游到菲律賓外海時，為何不發生變態進入該國水域呢？根據耳石日週輪的研判，柳葉鰻變態為鰻線的日齡，大約是孵化後第 116~138 天 (Cheng & Tzeng 1996)。如果柳葉鰻從產卵場漂游到菲律賓外海是藉助北赤道洋流的力量來的話，以距離及北赤道洋流的流速每秒 20~32cm 來推算，柳葉鰻到達菲律賓外海時的日齡約為 55~87 天，這個日齡離變態日齡還差很遠 (Cheng & Tzeng 1996)，體型尚小，不足以變態。故柳葉鰻繼續轉往黑潮海流往臺灣方向移動。因為柳葉鰻經過菲律賓外海時不變態，所以日本鰻就不會進入菲律賓。這幾年國內鰻線生產不足，不少商人想從菲律賓得到日本鰻鰻線，但從他們送來的標本中，鑑定結果也都是西里伯斯鰻 (*A. celebesensis*) 及鱸鰻 (*A. marmorata*)。由此可見，菲律賓沒有日本鰻是無庸置疑的。

四、柳葉鰻的洄游與海流

日本鰻的分布範圍很廣，從臺灣到日本都有牠的蹤跡，分布範圍的南北距離大約為 2,000 多公里。其分布範圍廣，除了母鰻的長距離產卵洄游外，柳葉鰻階段長短、變態時機及海流輸送也扮演著很重要的角色 (Cheng & Tzeng 1996)。臺灣與日本的柳葉鰻，變態日齡相差大約 22 天 (138~116 天)，黑潮的流速為 2.5 節 (每天 96km)，換言之，這 22 天的差異，黑潮足以把柳葉鰻攜帶到臺灣以北 2,100 公里的地方，也就是相當於臺灣與日本之間的距離。因此，來自同一產卵場的鰻線，到達日本的時間大約要比臺灣晚一個月 (曾，1985)。

五、臺灣沿岸鰻線的輸送機制

柳葉鰻在臺灣以北海域變態為鰻線後，便脫離黑潮強流帶進入沿岸水域。因此，柳葉鰻的移動受黑潮的影響，而鰻線則受沿岸流的左右（圖二）。當冬季東北季風增強時，臺灣的沿岸流自北向南流，鰻線來游量隨之增加（Tzeng 1985）。因為鰻線是來自北方，所以臺灣南方的鰻線的日齡比北方者大（Cheng & Tzeng 1996）。因此郭（1971）認為鰻線是順著高溫的黑潮北上之說，頗有疑問。也就是說由圖三的黑潮海流及鰻線分布關係來推測日本鰻的產卵場並不很恰當。

六、結語

日本鰻的產卵場，可以說是歷經滄桑才發現。產卵場的位置與鰻線、成魚的分布之關係並不是那麼直接。30年來不斷地嘗試錯誤，後來東京大學海洋研究所根據鰻線的耳石日週輪回推柳葉鰻可能出現的時間及地點，才在馬里亞納島西側採獲柳葉鰻，而產卵場的位置才得到初步的證實。中國大陸方面也聲稱在產卵場附近採到日本鰻的卵（吳等 1996）。最近日本東京大學與德國合作，擬利用小型潛水艇直接觀察母鰻的產卵情形，以便瞭解鰻魚產卵的深度及其微棲地環境，例如產卵與海山、鹽度鋒（Salinity Front）及溫度鋒（Thermal Front）之關係，以便取得更直接的證據。鰻魚的人工繁殖，一直是全世界關注的焦點，但 20 多年的努力一直無法成功。今後應加強產卵及仔魚生態的研究，以便提供鰻魚人工繁殖一些新的啓發。

參考文獻

- Cheng P.W. and W.N. Tzeng (1996) Timing of metamorphosis and estuarine arrival across the dispersal range of the Japanese eel *Anguilla japonica*. Mar. Ecol.

Prog. Ser., 131: 87~96

Kafuku T. and H. Ikenoue (1983) Modern methods of aquaculture in Japan-5, Eel (*Anguilla japonica*) . Kodansha Ltd., Tokyo, pp. 31~41

Kajihara T. (1988) Distribution of *Anguilla japonica* leptocephali in Western Pacific during September 1986 of the Japanese eel *Anguilla japonica* determined from otolith microstructure. Nippon Suisan Gakkaishi, 56 (6) : 929~933

Matsui I. (1957) On the records of a leptocephalus and catadromous eels of *Anguilla japonica* in the waters around Japan with a presumption of their spawning places. J. Shimonoseki Univ. Fish., 7: 151~167

Tabeta O., T. Tanimoto, T. Takai, I. Matsui and T. Imamura (1976) Seasonal occurrence of Anguillid elvers in Cagayan River, Luzon Island, the Philippines. Bull. Japan. Soc. Sci. Fish., 42 (4) : 421~426

Tabeta O., K. Tanaka, J. Yamada and W.N. Tzeng (1987) Aspects of the early life history of the Japanese eel *Anguilla japonica* determined from otolith microstructure. Nippon Suisan Gakkaishi, 53 (10) : 1727~1734

Tesch F.W. (1977) The eel-biology and management of *Anguilla* eel. Chapman and Hall press, London. 434pp

Tsukamoto K. (1992) Discovery of the spawning area for Japanese eel. Nature, 356 (6372) : 789~791

Tzeng W.N. (1985) Immigration timing and activity rhythms of the eel, *Anguilla japonica*, elvers in the estuary of northern Taiwan with emphasis on environmental influences. Bull. Japan. Soc. Fish. Oceanogr., 47,48: 11~28

Tzeng W.N. (1990) Relationship between growth rate and age at recruitment of *Anguilla japonica* elvers in a Taiwan estuary as inferred from otolith growth increments. Mar. Biol., 107: 75~81

Tzeng W.N. and Y.C. Tsai (1992) Otolith microstructure and daily age of *Anguilla japonica* elvers from the estuaries of Taiwan with reference to unit stock and larval migration. J. Fish Biol., 40: 845~857.

Tzeng W.N. and Y.C. Tsai (1994) Changes in otolith microchemistry of young eel, *Anguilla japonica*, during its migration from the ocean to rivers of Taiwan. J. Fish Biol., 45: 671~683

朱祖佑 (1963) 臺灣近海之海洋狀況。經濟部國立臺灣大學合辦漁業生物試驗所研究報告，4 (4) : 37~44。

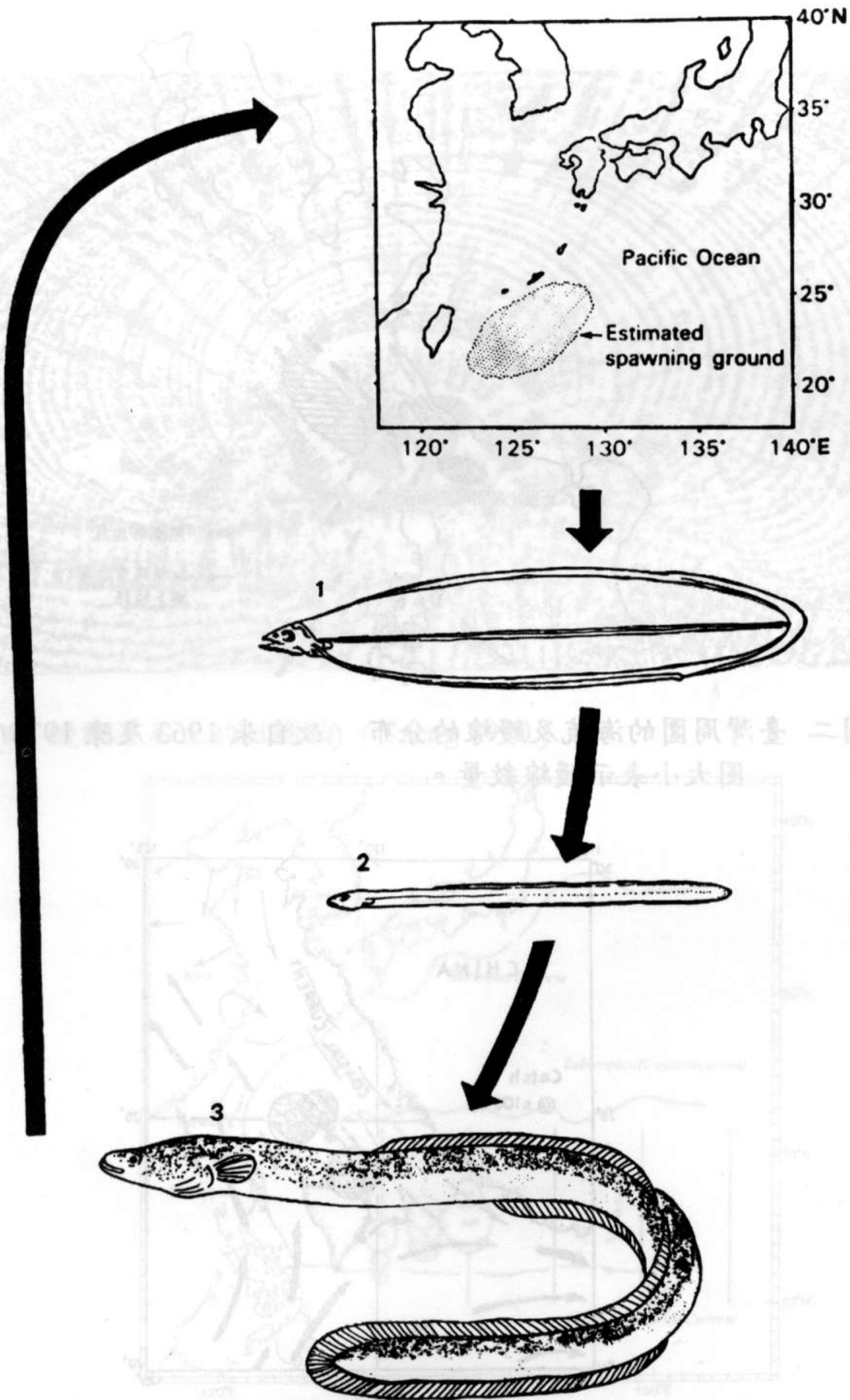
吳寶鈴、陳士群、孟凡 (1996) 我國在北赤道流臨近海域首次發現日本鰻產卵場。海洋學報，18 (5) : 89~92。

郭河 (1971) 臺灣地區鰻線的接岸洄游。養殖 (1971年1月號)，52~56 (日文期刊)。

陳宗雄 (1975) 臺灣產白鰻線 *Anguilla japonica* 之初步研究。中國水產，268: 11~19。

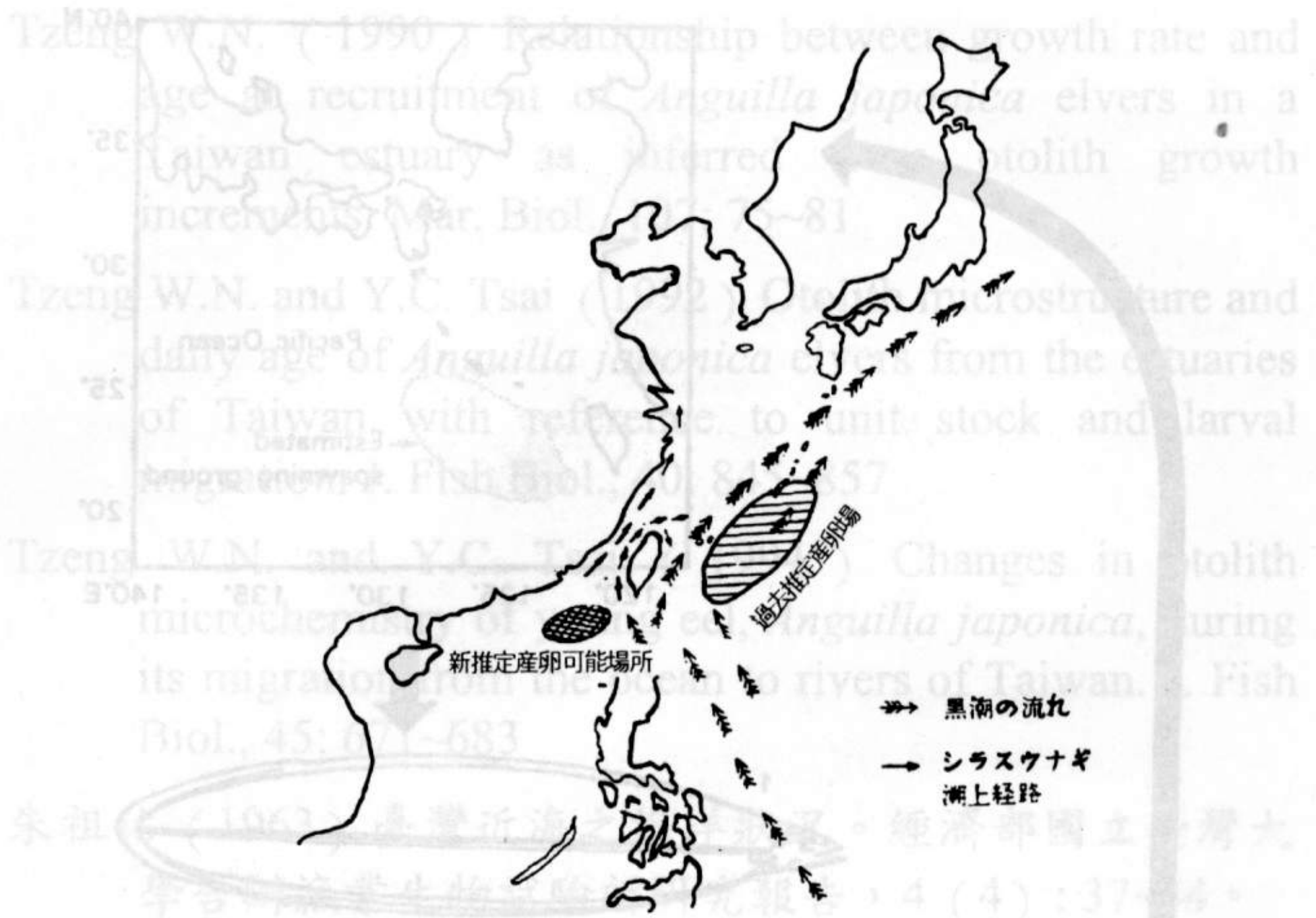
曾萬年 (1985) 由耳石的日週輪推算日本鰻 (*Anguilla japonica*) 之仔鰻從產卵場漂游到河口域所需要的時間。生物科學，25: 13~18。

曾萬年 (1995) 會寫日記的魚類：從鰻魚耳石的日週輪及微化學分析談起。中國水產，515: 19~25。

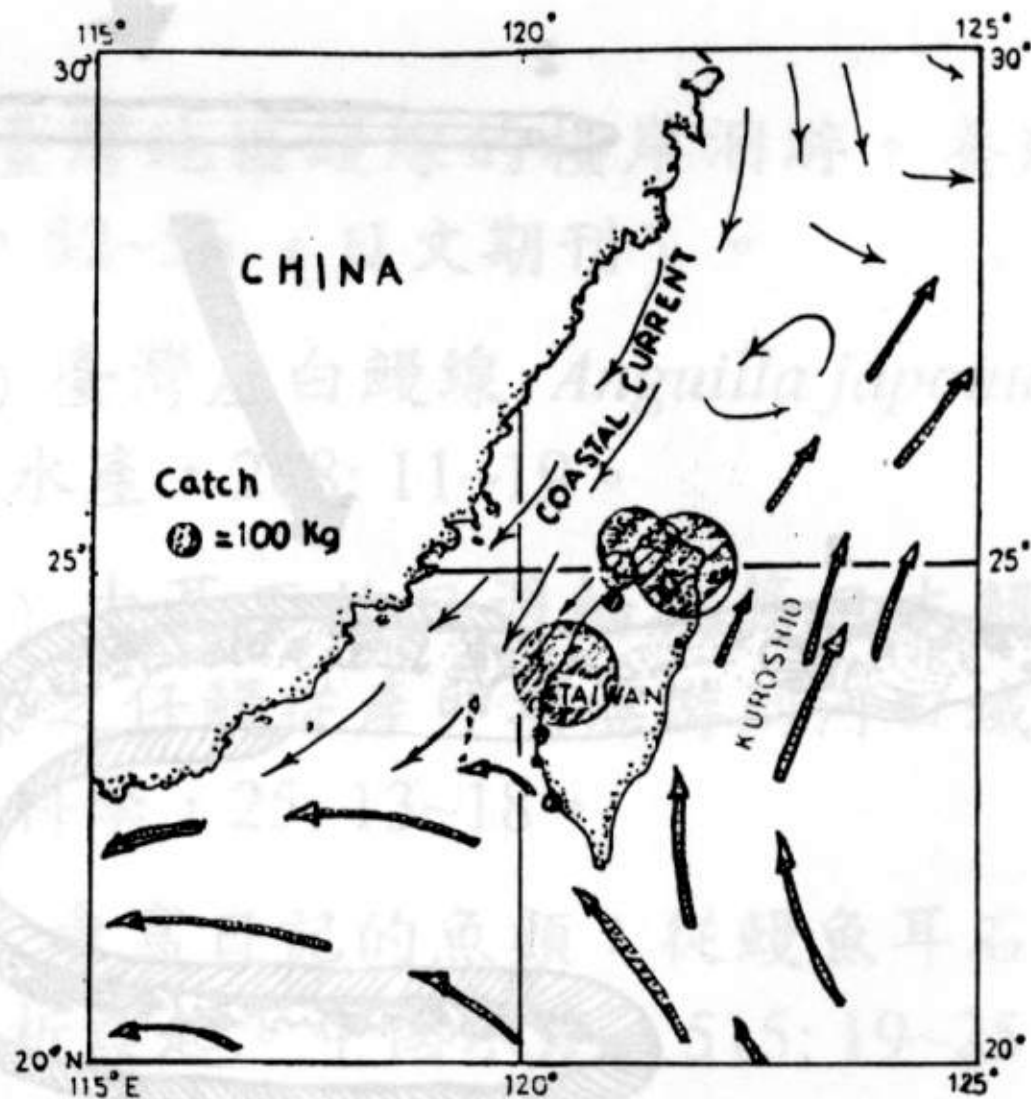


圖一 鰻魚的生活史。1. 柳葉鰻 (55.7 mm TL) , 隨海流漂游。2. 鰻線, 溯河洄游進入河川中成長。3. 成鰻, 降河洄游進入海中產卵 (Kafuku & Ikenoue 1983) 。

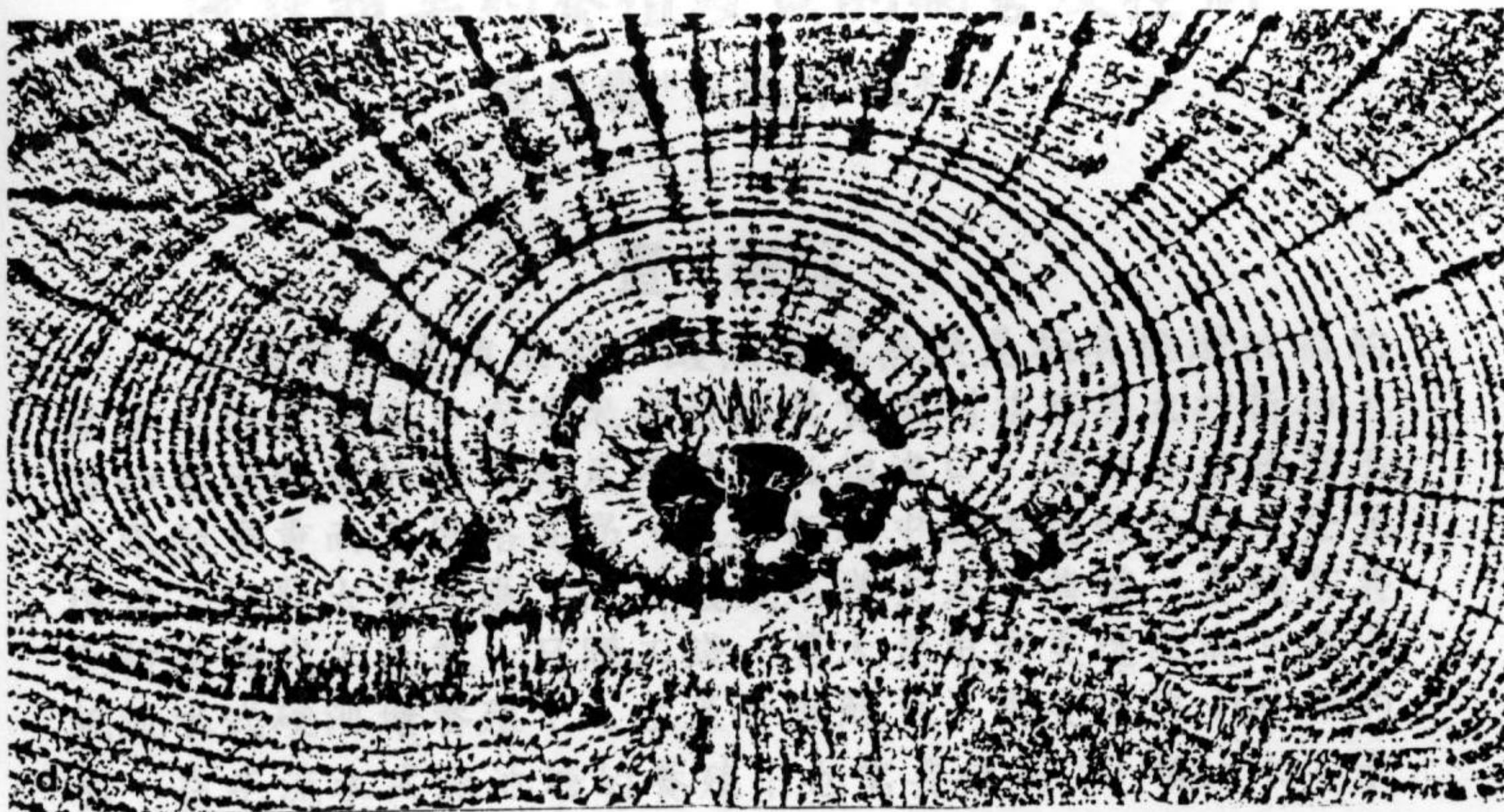
日本鰻的產卵場及仔魚洄游路徑之釋疑



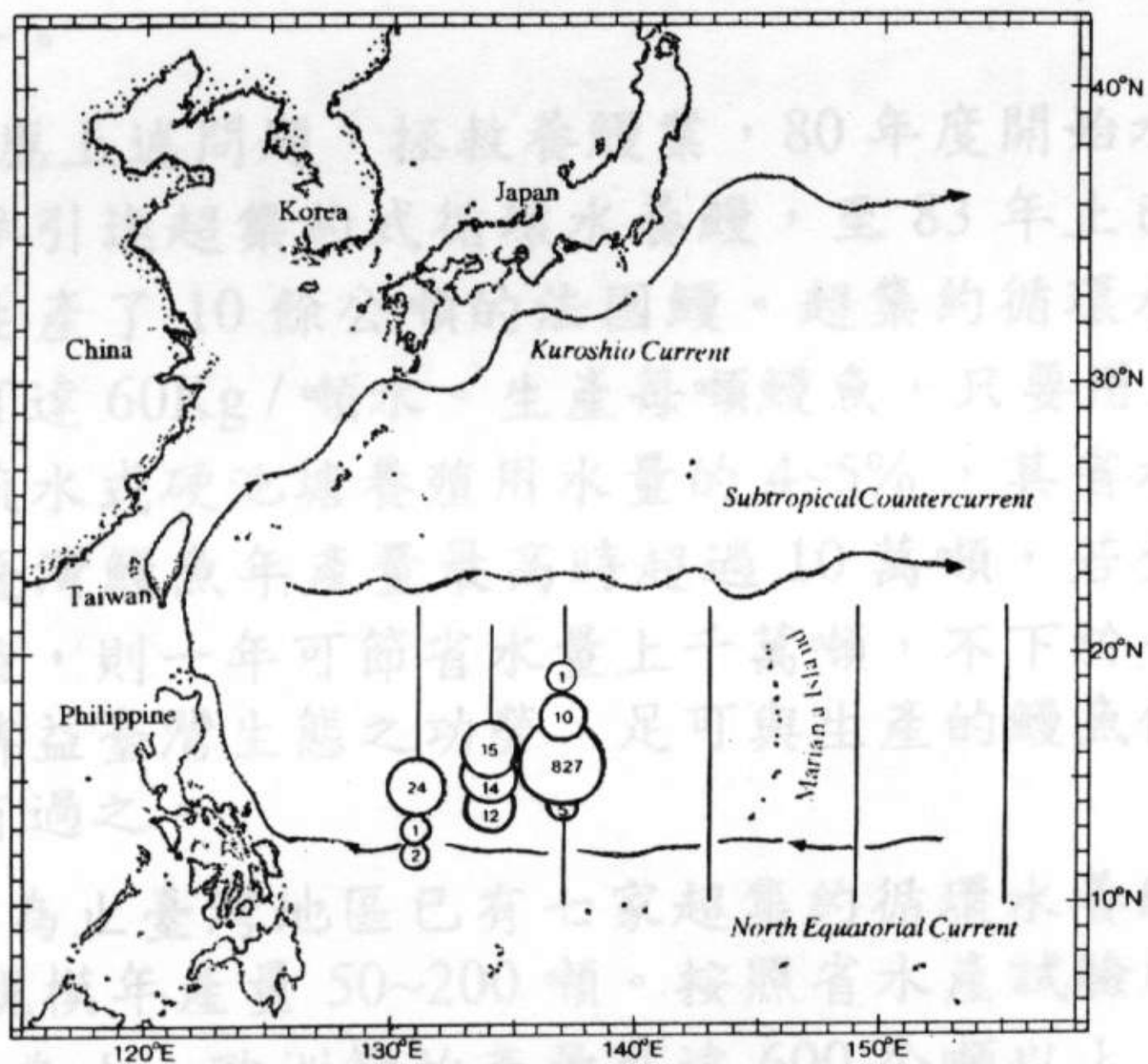
圖二 臺灣周圍的海流及鰻線的分布 (改自朱 1963 及陳 1975)。圓圈大小表示鰻線數量。



圖三 鰻魚產卵場的兩個假說，分別位於臺灣以東琉球以南海域 (Matsui 1957) 及中國南海 (郭 1971)。



圖四 鰻線耳石上的日週輪 (Tzeng 1990)。



圖五 柳葉鰻的捕獲地點 (Tsukamoto 1992)。圓圈內的數字表示柳葉鰻的數量。

淺談超集約養殖鰻魚的病害及控制

鍾虎雲*·張本恆**

壹、概說

如果只從產值來看，鰻魚養殖無疑是極具經濟效益的產業，但是若從多方面來考量則其實際利益就要大打折扣，譬如養殖所需的鰻苗自產不足，必須進口，進口日本鰻苗不靠但限制重重而且價格高昂，又如飼料中的主成份魚粉，全靠進口，耗費大量外匯，故養鰻成本幾去大半售價，養鰻業甚至被譏為代工產業，只賺工錢。其大量用水更遭詬病。在傳統流水式硬池塘養殖中，生產一噸鰻魚，需要使用100噸的水，在半流水式深池塘的養殖中也需要使用50噸的水。水源一般抽取地下水，大量抽取的結果，往往引起地層下陷，恍若生態殺手，故養鰻所付出的社會成本，破壞的生態條件實在難以估計。

為了因應上述問題，拯救養鰻業，80年度開始水產主管機關由丹麥引進超集約式循環水養鰻，至83年止已獲得初步成功，生產了10餘公噸的法國鰻。超集約循環水養鰻的放養密度可達60Kg/噸水。生產每噸鰻魚，只要用水3~5噸，為傳統流水式硬池塘養殖用水量的4~5%，其省水功能可見一般。臺灣鰻魚年產量最高時超過10萬噸，若全部改用循環水養殖，則一年可節省水量上千萬噸，不下於一座中型水庫，其裨益臺灣生態之功勞，足可與生產的鰻魚價值等量齊觀，甚有過之。

到目前為止臺灣地區已有七家超集約循環水養鰻場，每家的計畫規模年產量50~200噸。按照省水產試驗所的估計到86年底為止，歐洲鰻的產量可達600公噸以上，但是據了解其實際產量與預估相去甚遠。

由民國80年至86年末之七年間的發展情形看來，超集約循環水養鰻的發展速度及產量，前途未免令人悲觀。而

且現有養殖場因為設備的不盡完善，管理上的諸多缺失及病害叢生等等原因之影響，其用水量也遠超過原估計之每噸鰻只要3~5噸水，而且由此生產的鰻魚規格參差不齊，產量有限，使得產品無法納入正常外銷管道出售。依照此發展的進度看來，要想利用超集約循環水的方式來每年省水千萬噸恐怕只有夢裡相思了。

病害問題的不能如預期有效控制，也是超集約循環水養鰻的一個徵結。與傳統式養鰻一樣，其病害亦以細菌性及寄生蟲病害為主，尤其是寄生蟲如原蟲，吸蟲類對這些外來種更是禍首。在歐洲原產地，不管是野生或養殖的鰻魚，病毒性的病害也不少見。其他如氣泡症，腎腫大等原因不明，可能與水質或不明病原感染有關者亦偶見。

超集約循環水養殖鰻的病原菌特性，病害預防及控制與傳統式養鰻中發生者，雖然是大同，卻有明顯特殊之處，以下先舉兩個案例說明，再談防治之道。

貳、病例

病例一：發生予歐洲鰻苗，放養已達30-50克/尾時，開始死亡，持續逾旬。病鰻之外觀症狀為肛門發紅略腫，肛門前之腹部淤血，鰓上有極少數吸蟲，鰓絲淤血略為腫大，尾部皮膚潰瘍。肝臟泛白有紫色淤血斑塊，有些病魚腎臟極為腫大。

內臟及血液抹片鏡檢，均未見細菌。但是以TSA培養基分離，為極純之單一種細菌，24小時之菌落約1mm。其生理，生化形質顯示為運動性好氣單桿菌 *Aeromonas hydrophila*。不過屬於重要形質的細胞色素氧化酵素 (Cytochrome oxidase) 在初次分離的菌卻呈陰性反應，二次繼代培養後，24小時生長的菌仍然呈陰性反應，至48小時生長的菌才呈陽性反應，此種情形尚未見諸任何報告，原因不明。藥物敏感性測試顯示羥四環素

(OTC)，敏感度高，建議業者以 75mg/Kg 魚重之劑量使用，卻是效果不明，推測其原因或為用法錯誤，有效藥物未進入魚體內，或為尚另有病因，無法得知。

病例二：為美洲鰻苗，1~3gm/尾，外觀症狀鰓蓋鼓起，鰓絲及體表肉眼可見氣泡，氣泡有大至突出體表半公分者（圖一及二），鰓絲腫大，黏液分泌過量，而且結成塊狀，重症者，整個鰓絲殘缺甚至消失。上述症狀顯然是水中氣體過多引起的氣泡病。業者亦測出溶氧高達 16ppm，原因是連續測定儀器失靈誤事鰓部之病變，高溶氧強烈的氧化作用顯然亦是原因。又同場異池之病鰻則外觀上稍為消瘦，鰓蓋內部出血，（狀似鏈球菌感染）全身黏液分泌過量結塊，鰓部，尤其胸鰓亦出血。鰓絲腫大，末端彎曲。整個頭部和其後方之部位，從背部到腹部都出現明顯之出血病變（圖三），至於內臟器官則無明顯病變。組織病理學檢查時，其主要病變在皮膚之表皮組織，上皮細胞增生，剝離和壞死至為明顯（圖四）。內臟及血液抹片鏡檢，可見少量革藍氏陽性及陰性桿狀細菌。以 TSA 培養基分離細菌，卻只分離到陰性桿狀細菌，經鑑定為愛德華氏桿菌 (*Edwardsiella tarda*)，而且有兩個亞型；二者發酵終產物不同。對於氯黴素 (Chloramphenicol)，鈉黴素 (Nalidixic acid) 均有高感受性。後者與歐索林酸 (Oxolinic acid) 為同一系列之藥物，但是業者使用後者未見顯明效果。在此一病例中頭部，尤其頭部側腹面顯著淤血，鰓蓋內部出血都是泡疹病毒感染之症狀。前項病材經過研磨，離心及負染色並進行以電子顯微鏡檢查，可見到疑似泡疹病毒之顆粒。

泡疹病毒症，多在篩選分池後發生。篩選之緊迫引發潛伏性泡疹病毒之活化而感染，如果再加上細菌感染則一發不可收拾。

鱘魚的泡疹病毒感染，雖然比較少見，但是本省也曾經有過病例。泡疹病毒 (Herpesvirus) 是硬骨魚類中被發現最多的 DNA 病毒。臨床上魚類泡疹病毒病例中，病毒被分離出來的比例不高，病毒症多數以電顯看到的病毒形態作診斷。迄今至少已有 17 株不同的魚類泡疹樣病毒被證實出來，但大部分都是以電子顯微鏡觀察之結果。泡疹病毒可以感染至少 12 科淡水和海水魚的魚種；若以其生長之溫度來區分則溫水魚和冷水魚均有。

一般認為魚類泡疹病毒是一種潛伏性感染之病毒，通常在受到周遭環境之影響例如水溫改變緊迫才發病這種變化可能和魚類之防禦機制有關例如鯉魚之非特異性免疫反應在水溫較高時有增加的現象又生理因素例如產卵季節荷爾蒙變化等也是造成緊迫的原因，但尚無直接實驗數據證實這種說法。但在美洲鱈魚之泡疹病毒研究中發現從健康之成魚能分離到病毒，而證實成魚是帶原者，在魚池中散播病毒。

泡疹病毒所造成之病變可分成二型：

(一) 皮膚型：造成皮膚和鰭之上皮細胞增生，感染魚種雖廣，但死亡率低較低。這一類型疾病之魚種，包括歐洲大比目魚 (Turbot)，大眼獅鱮魚 (Walleye)，湖鱒 (Lake trout)，北地梭魚 (Northern pike)，鮭魚 (Salmon masou)，金魚與錦鯉及鱘魚。

(二) 系統性病變：係一種全身性感染症，病變在內臟器官。這一類型之疾病，在美洲鱈魚感染時常造成大量死亡，因此比較受到重視。

由以上兩個病例，似乎可見超集約養鱘系統的細菌性及病毒性病害，內臟組織器官未見任何病變之前魚就死亡，故應屬急性及亞急性型。顯然死亡的主因表面是感染，實際

上卻是其他壓迫因子，其他壓迫因子無疑來自超高密度，不良水質或管理操作。其感染死亡模式如下：

壓迫 → 寄生蟲繁生 → 細菌性及（或）病毒性感染 → 病發 → 死亡

以下將超集約養鰻系統中，特別容易被忽略造成壓迫而出問題的地方，提出來以供參考。

參、對策

進口鰻苗之適應問題：

進口鰻苗主要是歐洲鰻及美國鰻。歐洲鰻適溫較低，對疾病之抵抗力較差，極容易感染大量寄生蟲，攝餌活力亦較差，需要較長的時間才能把餌料吃完，因為飼料在水中停留之時間過長，雖然有適量之換水，水質及底質還是容易惡化。另外由於歐洲鰻的成長較不平均，必須經常篩選分池，此項操作之壓迫影響亦大；在篩選分池後經常會有減少攝餌和死亡等現象。臨床觀察時常有頭部和腹部出血等現象，但無法從患部分離到病原體。美國鰻似乎比歐洲鰻適合本省的條件，但是據現有的資料則其問題更在歐洲鰻之上。

備用水及處理池的問題：

超集約養鰻系統一般使用自來水或地下水，或是兩者兼用。不管是自來水或地下水，其與系統中之養殖用水，溫度，pH值或其他化學性質都不是完全相同，所以絕對不可直接取用，但是鮮有養殖場，備有足量的養殖用水，因此一旦發生問題，極須換水，就只好直接取用自來水或地下水，全然未經過處理，對於健康魚也造成緊迫，對於病魚就更不用說，即使施用藥物，效果也要大打折扣。另外幾乎所有集約養鰻場，也都充分利用了所有的水池，根本無檢疫池或臨時處理池，表面看似發揮最大經濟效益，實則不知輕重，不分本末。

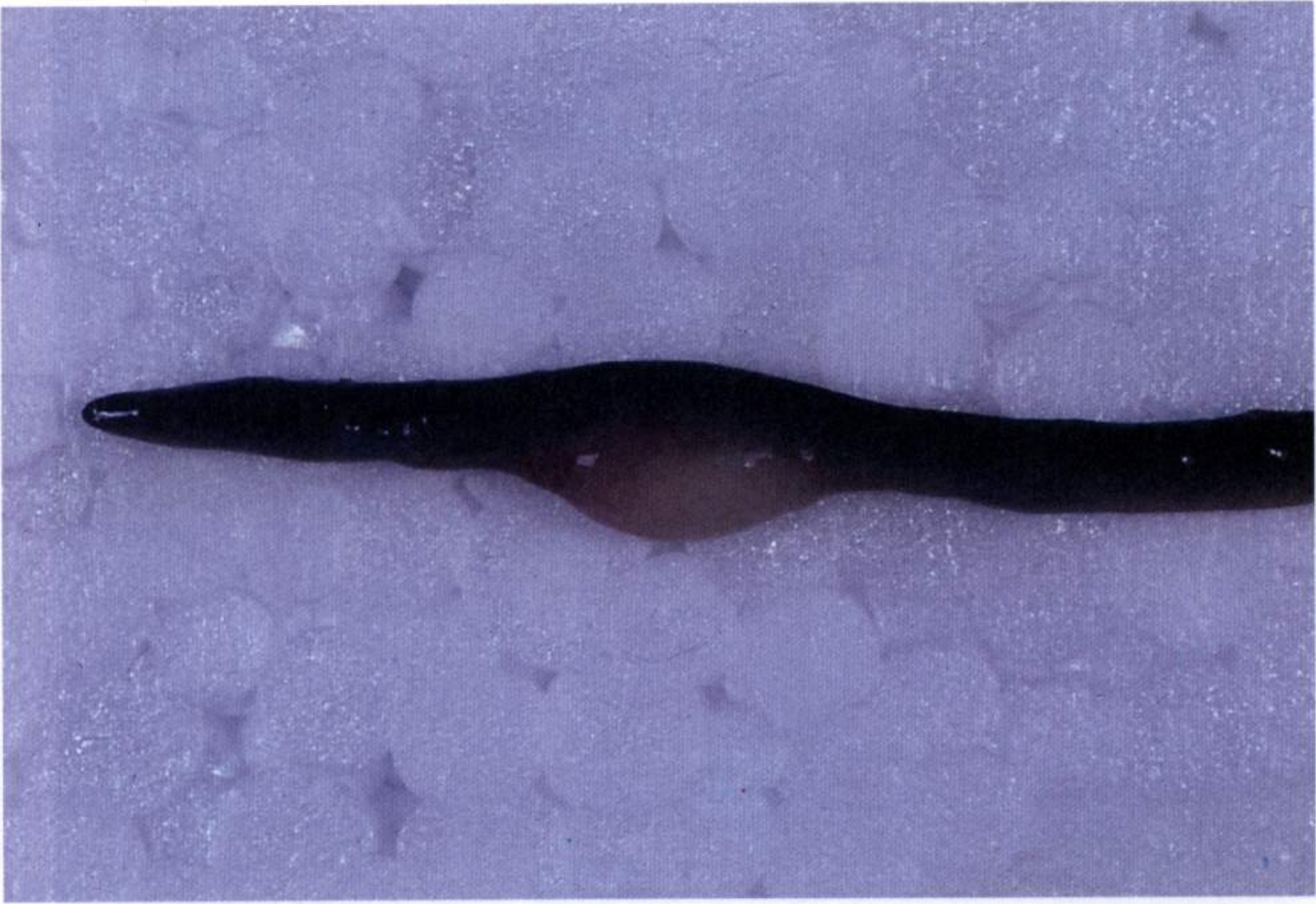
藥物處理問題：

一般超集約養鰻場，通常都是定期在餌料及養殖系統之水中加藥物處理。藥物處理雖然可以殺除病原菌，但是一樣殺害常有益細菌，技術上實在難以控制得恰到好處。故除非病況緊急，宜盡量少用如果不得已施藥時，不妨在稍後加入適宜之生物製劑，以制衡潛在的機會性病原菌。當然最好還是盡量做好保健—注意營養，水質，管理等等；做好防疫—避免病原媒介如用具，新魚、蟲、鼠、人、畜等等的不當介入污染。病原的介入最主要可能是來自中途補充的新魚，補充了帶原新魚，原來的系統處理的再好，也是徒然。

新魚之放養與管理：

新魚放養前的檢疫及處理，一定要嚴格執行，但是這可能也是業者最為忽略的措施。歐洲鰻及美國鰻在台灣養殖的主要問題，咸認多由寄生蟲引起，故檢疫後要用除蟲劑（目標是原蟲及吸蟲）徹底殺蟲後再放養，檢疫及殺蟲約有二至四週之時間即可。入池後不必再處理。在業者的立場，放養密度當然是愈高愈好。每噸水生產 100 公斤以上的魚也有人達成，不過以目前業者的設施，水產生物的智識水平，養殖的技術、經驗等的主觀條件，以及配合的輔導及學術機關的客觀條件來看，這種密度恐怕高度冒險。譬如高速公路開車，也可以開到 150 公里甚至更高的時速，但是不是每個人都可以，不是每輛車都可以，也不是長時間都可以，如果從台北到高雄都要開到這種速度，似乎就是開自己的玩笑了。

* 台灣大學，動物學系。 ** 台灣大學，獸醫學系。



圖一



圖二

淺談超集約養殖鰻魚的病害及控制



圖三



圖四

漁業公害污染鑑定之要領與方法

陳弘成

目前本省污染極為嚴重，常造成水生生物或養殖魚類的危害，甚至於大量死亡，因此受害者或肇因研判人員對於漁業公害的鑑定方法必須瞭解並適時適地加以掌握，如此才能形成有利的佐證，以達將來補償的依據。故漁業公害污染鑑定時必須注意下列各項，並利用研訂之檢索表加以釐清。

壹、水質的變化

水質的改變導致水生生物之不存活。

貳、底質的改變

底質的特性、粒度、透水性的改變，致魚的不適生存。

參、生物個體數與族群之變化

種歧異度、豐度及生物種類的大變化。

肆、受害魚體之鑑定

一、魚類之行爲

包括攝餌、群集、游泳與交配等習性。

二、肉眼之觀察

魚體內外部的顯著變化，如潰瘍、炎症、脊椎骨彎曲、鰭部缺損等。如表1。

三、魚類之生理

如耗氧、滲透壓調節能力、發育、成長與血液酵素活性等。

四、病理組織

各器官組織構造上的改變或異常。

五、毒性之分析

體內毒物之分析與定性定量，包括重金屬、農藥、油污。

六、生物之毒性試驗

包括水樣、土壤、注入之污物及一般毒性單位之試驗。

七、專門性檢查

如細菌、病毒、臨床生化之試驗。

伍、綜合研判

根據上述各種資料表2與表3與數據而研判之。表4為魚類死亡之檢索表。表5為污染類別之判定表。

陸、鑑定實例

一、核二畸形魚

A、背景資料

- 1、七月底，在核二廠出水口有多量畸形魚苗出現。
- 2、畸形率約80%，甚多體形成上下左右彎曲。
- 3、包括花身雞魚及豆仔魚，黑鯛？
- 4、出水口水溫極高，可能有有機錫（TBTO）。

B、最初結論

- 1、由高水溫所引起。
- 2、其他有毒物質或放射線亦可能引起。

C、鑑定過程

- 1、測出水口水質。
- 2、以X光透視脊椎骨彎曲情形。
- 3、以EDS測各部位金屬比例。
- 4、比較其他地區，生物體之金屬含量。
- 5、進行水溫，毒物及放射線的模擬試驗。
- 6、分析飼料之營養。

D、資料---實驗室與野外調查

- 1、水溫甚高，可達 $38\sim 40^{\circ}\text{C}$ 。
- 2、脊椎骨成雙峰形，脊椎亦變形。
- 3、放流水有Cu及Zn之輕微污染。
- 4、釣者以土司引誘，餵食之。
- 5、畸形魚及當地生物體內 Zn 與 TBT（有機錫）量偏高。
- 6、水溫 38°C 約需十二天，可引發畸形，但只形成單彎脊椎。
- 7、若在 38°C 及有機錫混合作用下，則在 20 天時可使脊椎成雙彎與野外捕獲者相同。
- 8、營養不足及鋅量過高亦會引起輕微畸形。

E、結論

由形成畸形魚的最小體形，與在 38°C 時，20 天後魚苗全死且只形成單彎的情況下，單獨的溫度因子，似不能解釋造成小型魚雙彎脊椎骨的唯一原因。由於放射性物質之影響尚不清楚，故推定

- 1、高水溫與有機錫的交感作用可能為主因。
- 2、營養缺乏及鋅可能為從因。

二、魚類大量中毒案

A、背景資料

- 1、金屬表面處理工廠的下游常發生大量死魚。
- 2、死魚有鯉、鯽、溪哥.....等。
- 3、體表及鰓黏液特多，鰓呈鮮紅色。

B、初步結論

- 1、係鹼性的有毒物質。
- 2、常有大量的排出。

C、鑑定過程

- 1、測定水質。
- 2、檢視體表與鰓部。
- 3、測定魚體的毒物含量。
- 4、進行毒物之生物試驗。

D、試驗與野外調查之資料

- 1、溶氧、pH值正常。
- 2、無疾病症狀。
- 3、水中同日相距6h的CN含量為0.77減至0.01ppm。
- 4、有些測站高達2.3~4.8ppm，有些測不出。
- 5、鯉魚內臟之CN為0.3~0.7ppm溼重。
- 6、魚鰓收縮現象與缺氧不同。
- 7、24h LC₅₀為0.12~0.5ppm。

E、結論

- 1、與血液形成 hemocyanin，引起窒息。
- 2、由 CN 毒物所造成。

柒、參考文獻

- 陳弘成。1994。魚貝類死亡之公害鑑定方法-1994年國際公害鑑定技術研討會。32頁。
- 陳弘成、林泰榮。1984。廢酸對海洋生物之毒性研究-行政院衛生署環境保護局。編號：73-03-002。58頁。
- 陳弘成等。1989。紙漿廢水的毒性。花蓮溪河口域生態環境調查及紙漿廢水的毒性試驗。EPA-78-006-157。EPA-78-006-08-158：137~183頁。
- 陳弘成。1994。系統性公害鑑定之研究。環保署 136 頁。
- Hynes, H.B.N. 1960 The Biology of Polluted Waters. Liverpool University Press, Liverpool、xiv÷202 pp.
- Smith, J.E. 1968 "Torrey Canyon" Pollution and Marine Life. Boston, Mass.:Cambridge University Press. 196 pp.
- Vernberg, F、J、and W、B、Vernberg, 1974 Pollution and Physiology of Marine Organisms. Academic Press. 492 pp.
- Wilber, C.G. 1969 The Biochemical Aspects of Water Pollution. Charles C. Thomas, Publisher 296 pp.
- Warren, C.E. 1971 Biology and Water Pollution Control. W.B. Saunders company, 434 pp.

表1、以肉眼作魚體觀察的部位和事項

觀察的部位	觀察的事項
體素	體色、摩擦、發紅、體表粘液量、炎症、潰瘍、浮腫（立鱗症狀）肛門發紅、外部寄生蟲。
眼球	眼球突出、眼球周圍的出血和氣泡出現、水晶體的白濁和欠損。
鰓	鰓絲的色調（貧血）、第一鰓瓣的欠損和壞死、第二鰓瓣（鰓薄板）的短縮、浮腫、癒合、點狀淤血或出血、鰓毛細管的擴張、呼吸上皮的欠落、外部寄生蟲、滑走細菌。
肝臟	大小、色調、淤血或出血、灰白色結節。
膽囊	大小、膽汁的色調。
腎臟	腫脹、灰白色的結節、整體的色調。
胃	緊縮或擴張、血管的怒張、內容物的種類、胃壁的淤血或出血。
腸	色調、緊縮或擴張淤血或出血、內容物的有無和色調、寄生蟲。
脾臟	大小、色調、硬度、灰白色的結節。
幽門垂和腹腔內脂肪	脂肪體的量、點狀淤血或出血。
腹腔內面	淤血或出血、血管的怒張、脆弱性（擠壓時容易出血）。
心臟	大小、灰白色的結節、心囊的癒合、心外膜的肥厚和變色。
體側肌肉	點狀淤血或出血、炎症、潰瘍、膽汁的色調（血色、灰白色）、結節、斷面光澤和凹凸。
其他	有無腹水。

表2、各種污染物對魚類的影響

項 目	影 響
<p>家庭污水</p> <p>有機質</p> <p>清潔劑</p>	<p>降低水中溶氧，增加生化需氧量 (BOD)，微生物滋長，水域優養化，直接毒害魚體。</p>
<p>農業污染</p> <p>肥料</p> <p>殺蟲劑 (有機磷、有機胺等)</p> <p>殺草 (藻) 劑</p>	<p>造成水域優養化、發生藻華 (Algae bloom)，直接毒害魚體減低肝功能，間接致病，改變水中藻類相，影響生態平衡。</p>
<p>工業污染</p> <p>氨、氯、硫化氫等 (有毒氣體)</p> <p>有機物質</p> <p>無機物質</p>	<p>氨影響血紅素的攜氧能力</p> <p>氯形成次氯酸，產生初生態氧，傷害鰓組織，在酸性水域中危害更大。</p> <p>胺</p> <p>有機酸</p> <p>有機溶劑如酚 10ppm 時可使魚類昏迷甚或致死某些魚類，濃度輕時刺激黏膜脫落。</p> <p>形成酸雨，影響水域 pH 變化，使魚卵無法孵化。腐蝕魚鰓，有些酸中的陽離子可與鰓中蛋白質結合或不溶解的化合物，使魚類呼吸困難。氰化物、硫化物可使組織失去利用氧的能力。</p>
<p>重金屬</p> <p>如鎘 (Cd)、鉛 (Pb)、汞 (Hg) 及銅 (Cu)</p>	<p>重金屬都會沈積於鰓上影響呼吸，進入血中後可影響酵素作用，激素的產生及呼吸中樞。</p>

漁業公害污染鑑定之要領與方法

表3、池塘養魚死亡原因的探討

原因 症狀	缺 氧	藻 類 毒 害	農 藥
魚的行動	浮頭或聚於水口	浮游、乏力、嚴重時痙攣。	類似藻毒
受害魚種	鯉魚抵抗力最強	所有魚種	如果濃度不太高則受害魚一種接一種死亡
魚的大小	大魚先死	小魚先死	小魚先死
發生或死亡時間	夜間及清晨	日間（太陽越大越嚴重）	不分晝夜
池中浮游生物	藻類死亡或瀕死，僅存少量動物性浮游生物	藻類繁盛，但均屬同一種，動物性浮游生物極少	如為殺蟲劑則藻類正常，動物性則死亡；如為除草劑則反之
水中溶氧量	1~2ppm	過飽和	正常
水中pH值	6.0~7.5	9.5以上	7.5~9.0
水色及氣味	棕色或灰黑色或黑色	深綠色，棕色或黃色有時有腐臭味	水色正常，無臭味

表4、魚類死亡調查的二部是檢索表

1、死亡發生時間少於 24 小時	影響因素	2
1、不知死亡時間或死亡時間超過 24 小時	原因	16
2、死亡發生在午夜至日出之間		3
2、死亡發生在午夜至日出以外之時間		8
3、水色黑，有霉臭味或發酸的甘藍味		4
3、水色及氣味正常		6
4、有一些魚存活		5
4、所有魚類死亡		16
5、大魚死亡，一些小魚存活		6
5、小魚死亡，一些大魚存活		18
6、溶氧小於 2ppm		7
6、溶氧為 2ppm 或更高		9
7、藻類消失，或雖存在但已死亡		8
7、藻類存在，而且存活		10
8、有多量的死亡藻類	由於量多導致氧氣消耗	
8、藻類消失	由於殺藻劑等物質導致氧氣不足	
9、死亡發生在早上九點到下午五點之間		10
9、死亡發生於其他時間		23
10、pH > 9.0		11
10、pH ≤ 9.0		14
11、溶氧高，經常飽和或接近飽和		13
11、溶氧低，或接近所測溫度時之正常溶氧值		13
12、由一或多種藍綠藻形成厚水華	有毒的藻水華	
12、雙鞭毛藻的厚水華	有毒的藻水華	

漁業公害污染鑑定之要領與方法

13、植物死亡（出現焦痕）	14
13、植物正常	15
14、NH ₃ 含量不高、接近0	15
14、NH ₃ 含量高	無水NH ₃ 洩漏
15、pH 值為 6.0~7.0	氧氣消耗
15、pH 值 ≤ 6.0	可能是致死性低 pH 或重金屬中毒，也可能是礦場污水
16、一些魚仍存活	17
16、所有魚類死亡	23
17、死亡種類之大小有選擇性	18
17、死亡種類之大小無選擇性	25
18、一些小魚存活，大魚死亡	6
18、小魚死亡，一些大魚存活	19
19、動物性浮游生物和昆蟲存活	7
19、動物性浮游生物和昆蟲死亡	20
20、藻類存活	21
20、藻類死亡或消失	有毒的除草性物質
21、魚類出現痙攣或異常行為	22
21、魚類表面上正常	24
22、鰭在正常位置	23
22、魚的胸鰭極度的朝前伸出	有機磷殺蟲劑
23、死亡全天皆可發生	殺蟲劑中毒
23、死亡發生在早上九點到下五點之間	有毒的藻水華（參考11）
24、最近水溫臨時性的激變	溫度致死（當火力發電廠停工、或工廠排出超過允許便溫廢水）
24、水溫的正常季節變化	溫度降低至低過或超過溫度耐受性：例如，在冷水中馬頭科與石斑類逐漸消失；死亡經常侷限在一種魚。

25、明顯的種選擇性	26
25、沒有明顯的種選擇性	非常高量的毒性物質
26、在魚類有明顯的損傷病變	27
26、在魚類無明顯的損傷病變	低毒性或低濃度的毒性物質 (參考23)
27、損傷病變區肉眼可見的生物體	28
27、無肉眼可見的生物體	29
28、似蟲的生物體，附著在魚體表面	水蛭 (Leeches) (不是死亡原因)
28、類似橈腳類或軀體有節的生物體	寄生的橈腳類或等腳類 (已知可使魚類死亡)
29、病變，未出血	30
29、病變，出血	可能是細菌或病毒引起
30、組織體內的病變有如小的分離體或質塊	31
30、病變處呈現灰色、黃色或白色區域	細菌或真菌引起
31、病變或質塊充滿細胞性物質	由孢子蟲 (sporozoans)、原生動物 (例如 Ichthyophthirius) 或長蠕蟲 (helminth) 引起囊腫
31、病變或質塊充滿氣體	32
32、氣泡出現鰓、鰭和眼睛後面	氣泡病，由於氣體超過飽和。
32、在壞死性病變內有臭氣的大氣泡	由 <i>Edwardsiella tarda</i> 引起的細菌性疾病

表5、水域污染類別之檢索表

1、生物的種類多，歧異度大	正常水域
1、生物的種類少，歧異度小	2 (污染水域)
2、生物的總數量多，現有量多	3
2、生物的總數量比正常者少	4 (有毒物質)
3、含磷量高，以藍綠藻、鞭毛藻為主，早晨會有泛池現象	有機物污染
3、含磷量中等，以綠藻為主，較少泛池	優養水域
4、浮游植物死亡或消失，池邊水草泛黃退色	由殺草劑所引起
4、浮游植物存活，或稍受影響	5
5、魚類胸鰭向前傾 (池中鱸魚及蝦類先死亡)	有機磷殺蟲劑
5、魚類胸鰭正常	6
6、鰓蓋擴張	9
6、鰓蓋不擴張	7
7、魚鰓上皮剝落癒合並有白膜	8
7、魚鰓上皮無剝落癒合，但有白膜	氯及氨
8、鰓部沒有出血，但內臟含有多量重金屬	重金屬
8、鰓部出血	清潔劑
9、鰓部呈暗紅色	H ₂ S, NO ₂ , 缺氧
9、鰓部呈鮮紅色	氰化物

池底，爾後添加生石灰及有機螯合劑，其餘步驟同池底能曬乾的處理方法進行！如此便能確保池底是在氧化狀態，有利於蝦苗的存活率和池蝦的成長！

第二是蝦苗的選擇：若是真如有些蝦苗繁殖場所宣稱的已經可培養出「無白斑病病毒蝦苗」的話，這無疑是業者的一大福音！但經審慎地思考後不禁懷疑：白斑病病毒的來源和感染途徑相當複雜且尚未完全確立，目前是否真的如某些蝦苗繁殖業者所言已經完全克服白斑病病毒在繁殖場的感染？

現階段的養蝦管理原則

陳秀男

目前蝦類養殖已經不像八零年代，蝦苗丟進去便可以等收成了；亦不同於九零年代初期，有問題投入一些藥物便能解決，目前是考驗業者的水質、投餌管理技術，面對病變時的反應能力，以及最重要的一點就是如何在疾病尚未發生時，便使池蝦達到足夠的體型，以立於不敗之地！換句話來說就是和疾病『賽跑』，看誰先到達終點！這看起來容易，但事實上做起來並不容易，因為這不只是水質、投餌等管理技術的結合，亦需要有良好的蝦苗配合，更重要的是天氣及地利亦要能配合，缺一不可！除了天氣無法控制外，其餘的項目業者應該設法做到最佳的狀況，若能如此，則養蝦這一行業尚大有可為，毋需太過於悲觀。以下是我們在現場實際操作所獲得的『賽跑』經驗，業者可略為參考！

首先是地利方面，如何把池底整理好是養蝦成功最重要的關鍵，我們採用兩種方式；第一種是池底能曬乾的，我們先曬乾，去污泥，翻土三次，最後一次翻土添加生石灰及有機螯合劑，進水30公分後投放有效濃度60%的漂白粉30ppm，並開所有的水車以進行消毒、氧化，三天後逐步進水並潑灑有機醱酵物，直到透明度達60公分。第二種是池底無法曬乾的，則先抽除污泥，再用100ppm的漂白粉氧化池底，爾後添加生石灰及有機螯合劑，其餘步驟同池底能曬乾的處理方法進行！如此便能確保池底是在氧化狀態，有利於蝦苗的存活率和池蝦的成長！

第二是蝦苗的選擇：若是真如有些蝦苗繁殖場所宣稱的已經可培養出『無白斑病病毒蝦苗』的話，這無疑是業者的一大福音！但經審慎地思考後不禁懷疑：白斑病病毒的來源和感染途徑相當複雜且尚未完全確立，目前是否真的如某些蝦苗繁殖業者所言已經完全克服白斑病病毒在繁殖場的感染？

我們亦試著收集使用『無白斑病病毒蝦苗』養殖業者的養成狀況，而發現其間並無顯著的差異存在！因此我們較傾向於使用『健康』蝦苗，亦即是此蝦苗對外界的緊迫有較大的耐受力，同時在繁殖場繁殖過程中不過份地使用高溫及濫用抗生素即可。而其檢測方法是『將蝦苗置於純淡水中 20 分鐘，其存活率在 70% 以上者』為標準，並輔以外觀上的目檢，諸如大小是否參差不齊、體表是否有異物附著……等。若是能通過這些檢驗的蝦苗，其養成的存活率及對外界緊迫的耐受力都較高，所以這個簡易的檢測方法值得大力推廣！除此之外積極的提高母蝦及蝦苗品質是目前不可忽略的課題。

第三是餌料的控制：以前的觀念是寧願少給些餌料以利於水質的管理，頂多是慢個十天半個月一樣可以收成！而今可能需要做一點點地修正，改成「在不破壞水質的狀況下，給予充足或更多的飼料」更為適合，這個新觀念的著眼點在於「如何在最短的時間內達到投資報酬率的平衡點，亦即是達到最小的上市體型」！因為現階段的蝦病是隨時隨地都會發生的，不論蝦苗、稚蝦、中蝦、大蝦都可能發生不可挽救的病變，因此在如何在最短的時間內拿回本錢是比較安全的方法，因此業者應試著找出如何在不破壞水質的狀況下，在 70 天左右達到蝦重 10~15 克的餌料控制法，是目前相當重要的課題。因為每種飼料的水中安定性不同，我們無法一一地介紹，但「如何在不破壞水質的狀況下，達到最小的上市體型」的原則是不變的！

第四為水質的管理：水質管理是池蝦養成最重要的環節，相信應該沒有人會反對，但如何去管理卻是見仁見智的問題！有些業者乃「聽天由命」型，一切任憑其發展以降低養殖成本；有些則為「見招拆招」型，遇到狀況才設法解決；有些則為「墨守成規」型，以前怎麼處理現在也怎麼處理，完全不顧「時」、「空」的變遷；有些則為「有樣學樣」型，不管本身蝦場的條件便一窩蜂地全套使用別的蝦場成功的養殖法；有些則為「照本宣科」型，從整池到收成一

次便把所有的水質處理條列出來.....等等！但我們較傾向於「防患未然」，在平時便致力於水質的研判，在尚未發生變化而使採取相關步驟來處理，以期達到水體衡定的最終目的！至於我們的處理方法，請自行參閱前面之章節，在此不再多述！

利用微生物生態平衡的做法，我們自 1991 年開始分別在印尼的爪哇島，包括雅加達、Piton、Malang、Probolinggo、Tuban 等各地區及蘇門答臘的棉蘭 (Madan)、Sulawesi、Lombo 及馬來西亞等地區進行，以微生物來養蝦的體系均普獲肯定，往後我們亦將再努來求進步，以使養蝦事業能因生態平衡理念的伸張而更有成功的保障。

在現階段蝦病環視的養殖環境下依舊能夠將池蝦養成的，必然有其成功因素！業者應該試著找出現階段最安全的養成技術，而不是一發生疾病便考慮換個新地方重新開始，殊不知蝦病是如影隨形的，不管遷移至何處，時間一久，蝦病還是最後會面臨的課題，因此倒不如就現有的設備找出合適的養成技術，這才是治本之道，與業者共勉！

以有益微生物來使養蝦池維持生態平衡的體系，已經有實際的養殖成果，並經證實為一個良好的養殖模式。如果能配合此一系統，再加以免疫增強劑之使用，將使養殖成果更加理想。

本文節錄自陳秀男等 (1998) 養蝦與蝦病