

臺大漁推

第十四期

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) 二三六三〇二三一轉三八五一

傳真：(02) 二三六五四四〇三

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) 二三〇八七六〇〇

傳真：(02) 二三〇八五六七三

中華民國九十二年一月出版

版權所有 嚴禁翻印轉載

蝦類養殖新科技-健康安全的白蝦養殖法

陳弘成

摘 要

池塘老化與水源污染雖也多少能影響養殖成效，但並非養蝦失敗的導因。從臺灣、大陸、泰國、澳洲等世界各地的例子及近年來的養蝦研究，得知在氣象突變及管理不善下，引發虛弱蝦苗的病毒性疾病爆發，導致一發不可收拾，才是主因。幸好白蝦的抗病力均較草蝦與斑節蝦為佳，故不論集約或混養者均能多少有所收成。因此採用白蝦的精緻健康安全養殖法，在帶原蝦苗的養殖過程中，才能避免病毒性疾病的爆發，其養殖要點計有六項，包括 1.選用優良或高健康度蝦苗；2.底土的去污、曝曬、翻耕與消毒；3.維持良好與穩定的水質水色；4.選用優質之加強飼料以增加池蝦應變及抗病能力 5.正確藥物與生物製劑的適當使用；6.增添養殖設施並採用精緻的科學管理。這六項猶如構成木桶效應的六個桶片，其能否密切週全的管理，才是養殖成功的要件。若有一、二項管理不佳，養殖成效一定不好。在木桶效應的六項要點中，每項都非常重要，但蝦苗的品質及飼料(別人提供者)必須要特別注意慎選，才能與其他各項(自己的精緻管理)配合而養殖，才容易成功。

白蝦由於成長快速及抗病力強，除了中南美洲外，已成為臺灣與大陸的主要養殖蝦種，去年海南地區採用精緻的健康養殖並增加水車，而有平均每公頃 20 公噸的傲人產量。臺灣少數業者也有類

似的成果。在高放養密度及全海水的養殖環境下，大部份能獲得每季每公頃超過 20-30 公噸的收成，在中放養密度及半淡鹹水的環境下，也能有每公頃超過 14.5 公噸的收成，二者活存率均高 8.5 成以上。另外，東南亞的國家如泰國、越南及印尼也在跟進，應比草蝦養殖有更美好的前景。故應瞭解白蝦對水質因子的需求，目前已從野外的調查與試驗室的試驗，研訂出其對水質環境的最適範圍，期望能使養殖的生態穩定而減少疾病的發生。

帶原蝦苗甚或標榜無病毒且價昂的蝦苗若管理不善時，仍會傳染病原並爆發而大量死亡，再者若蝦苗品質不佳時，除非特加管理外，養殖成功的機會並不大。

一、 前 言

病毒性蝦病肆虐亞洲各國的養蝦事業已眾所皆知(陳, 1994; 蔡與蘇, 1998 ; Flegel, 1999), 造成養蝦場的關閉、養蝦工人失業、養蝦相關產業的蕭條及社會經濟利益的銳減。影響之深，大家談蝦色變，投資卻步，已然失去信心。在美洲從 1992 年的厄瓜多減產，1995 年美國德州及 1996 年印度養蝦失敗，到 1999 年美洲如墨西哥及巴拿馬大面積白斑病毒的大爆發，在在顯示病毒性蝦病的感染力與致病力。在這些蝦類病毒中以白斑病毒(WSSV or WSDV)的危害，在感染面積與池蝦死亡率上最為嚴重，而美洲的桃拉病毒(TSV)及傳染性皮下與造血組織壞死病毒(IHHNV)亦能引起相當嚴重的蝦病，至於亞洲的黃頭病毒(YHV 及 MBV)，其危害性則較前二者為低。這些病毒性的疾病本來就沒有明確有效的治療藥物，已使養

蝦的成功率大為降低。再加上東、西二方冷凍蝦、活種蝦及蝦苗的互相輸入與移養，使這些病毒在此二地互相傳染(陳, 1994; 陳, 1997; 陳, 1999),更使養蝦業的經營雪上加霜。美洲的白蝦除了 1992 年爆發的桃拉病外，在 5 年前即已有白斑病毒的感染，亞洲地區數年前亦有桃拉病毒的發生(陳, 1997)。更甚者這些病毒，除了傳染蝦、蟹類外，其他的池中或池邊生物如 barnacle, sea cockroach, chironomid, 亦受傳染。此顯示出整個養殖環境充滿著各種強致病性的病毒，要想將之去除或殺滅已不可能。這也是目前養蝦不能成功，舊有的產量不能恢復的最主要原因。

在認知上述之事實後，防治蝦類病毒性疾病的重點，除了儘可能去殺滅這些病毒外，應放在減少這些病毒的感染與預防感染後病毒的大量增殖而爆發急速死亡，這些才是目前蝦類養殖管理的根本要求。而由此根本所引發的配套對應與精緻管理措施如增強蝦體的免疫能力與抗病力、維持清潔且穩定的蝦池環境、採用高健康度的蝦苗、預防其他細菌性疾病的併發等才是管理的重點。陳(1993)在臺灣 1988 年蝦病大量爆發後，經實地的調查與試驗研究，並收集相關的國內外資料彙整後，認為要想養蝦成功必須要有整體的管理配合，即(1) 慎選優良蝦苗；(2) 徹底整理、曝曬及消毒池底，甚或以客土方式將池底污泥移換；(3) 維持水質與水色等環境因子的穩定，避免引起急劇的變化；(4) 細心投餌，並控制投餌量及攝食時間，使殘餌減至最低；(5) 適時適量的藥物及活菌的使用，以預防疾病發生及維持水質之清淨與底質之活化。1992 年，臺灣、日本與大陸的養蝦業同受白斑病毒的侵襲而大量死亡。其後數年，雖然養蝦產業一直沒有恢復，但在臺灣宜蘭仍有一些業者接受嶄新的觀

念與技術指導，精研上述整體的養蝦管理，並增加必要的養殖設施，在養蝦困難、病毒充斥的環境下，仍能突破困境而年年成功，各種蝦類每作每公頃的產量可達 12~20 公噸(陳, 1996)。此種精緻整體的養蝦管理方式與成效，陳(1996)、陳與楊(1997)、Chen & Yang (1998) 將之喻為“木桶效應”，即上述個別的管理項目，猶如構成木桶的桶片，必須同時作用，密切配合才有裝水的功用，若有一、二項管理不佳，養蝦成效一定不好。日本斑節蝦養殖近年來經過多項的改進如苗種、土質與飼料等的增強，已使產業恢復七到八成以上，但池蝦仍受白斑病毒所感染。其實由大陸近年來對養蝦與疾病的試驗與研究中，得知許多學者亦有相同的看法，並提出相似的論點(王, 1998; 吳與洪, 1998; 蔡與蘇, 1998; 翁, 1998; 岑, 1998)，此可從首屆、二屆及第三屆世界華人蝦類養殖研討會中的論文而得證。另外，Brock (1997) 亦提出對桃拉病毒的防治法，此意謂在病毒的危害下，唯有此方法才能克盡其功，才能年年成功。因此本文特將各項的要點依據與管理列出，以供有關單位與業者參考。

二、嶄新的整合型精緻養殖法

(一) 慎選優良或高健康度蝦苗

其一般的選擇可參考陳(1992)所提優良蝦苗之選購及生產的各要點，但宜特別注意：

在同批蝦苗中，若知生產水溫不超過 30°C 者，則選擇草蝦苗體型一致者。但若不知時，則以蝦苗大小較為參差者為佳。

高健康度蝦苗(HHS)比對特定病原有耐力的蝦苗(SPR)為佳，二

者又都優於無特定病原者(SPF)，國外的這些例子已非常清楚，這也是國內 SPF 曇花一現的結果。至於一般生產的蝦苗雖有良劣之別，但大部份都比前三者差些。以目前之技術草蝦苗仍無 SPR 之生產，這可能要稍待時日。

每噸水生產的蝦苗數不宜超過：斑節蝦的七千隻，草蝦的一萬隻，白蝦二萬隻。若超過時，其蝦苗的品質一般均較差，國內這方面仍待努力。

由多年資料得知，每尾種蝦的平均蝦苗生產量與養蝦成功率成反比。故宜注意胎數與種蝦。有經驗的繁殖場會將較好的蝦苗賣給較親近的漁民，此宜特別注意之。

(二) 底土的去污、曝曬、翻耕與消毒

「養水宜先養土」為大家所熟知，此亦為相當重要的整體蝦池系統的桶片之一。一般言之，宜確實做到下列的處理：

1. 清塘排水時，伴同沖洗、去除池底污泥，甚或在乾底後移去上層污土。
2. 整泥、整岸去除池邊之甲殼類，特別是藤壺、海蟑螂等。
3. 加入石灰、曝曬與翻耕。
4. 加水、微生物製劑、少量氧化劑進行翻耕，促進有機物分解與有毒物質的去除。此為相當重要的步驟。
5. 客土或翻耕多次，效果愈佳。
6. 進行消毒。

7. 若底質為偏酸性的硫化鐵礦的成份，則宜鋪設人造地膜，並加入處理過的泥沙等。但鋪設人工地膜仍宜加強管理，並不保證成功，其實人工地膜之管理仍較硬池難些。

(三) 維持良好與穩定的水質水色

良好的水質對池塘養蝦的功能有目共睹，「養魚宜先養水」亦為大家所共識，而一般的水質之改進與處理，亦廣為大家所熟知。至於養蝦用之水質標準，在草蝦則可參考陳(1984)及陳(1990)的報告，斑節蝦則可由蔡與蘇(1997)的論文而得知。這些技術與成果在養蝦未受病毒感染前，實施起來非常有效，然而目前各種病毒充斥在養殖環境中，且各種蝦類普遍遭受感染下，如何使池蝦的病毒不大量增殖而爆發蝦病，才是水質管理的重點，須知池蝦病毒性疾病的爆發，常在蝦池環境劇變後發生。但在水質良好時亦有可能爆發，如外海的蝦類亦得白斑病毒，即可見一般。因此必須：

1. 維持良好、中度優養化且穩定(非平衡)的水質。
2. 穩定水質，包括
 - (1) 溶氧在 4.0ppm 以上，且週及日變化不超過 6ppm 者。
 - (2) 鹽度的每日變化不得超過 5~10‰者。
 - (3) pH 值在 8.0~8.5 之間，每日變化最多不得超過 0.4 或 0.5 個單位。但在極為健康的蝦池時，則可容忍較多的變化。
 - (4) 勿持續多日高溫或低溫。
 - (5) 蝦池的鹼度維持在 100~250 mg/L 之間，且隨養殖日期

而略增。

- (6) 池水的氨及亞硝酸不忽然急增者，此為相當重要的因子，其他蝦病之發作與此有關。
3. 使用蓄水池水或養魚池水，保持綠色水體，並以殺藻劑抑制其他藻類如鞭毛藻、褐藻之繁生。有技術經驗的業者如能一直維持矽藻，則池蝦生長必佳。
4. 定期測定水質，並添加石灰、沸石粉、白雲石粉或微生物製劑。漂白粉只可少量添加，而微生物製劑若施用正確，則也有其效果。
5. 氣候劇變時的緊急處理使水質穩定。

(四) 選用優質之加強飼料以增加池蝦應變及抗病能力

以往飼料的重點為促進蝦類的成長，但在各種病毒的危害下，似應朝向增強蝦體的抗力與疾病之免疫能力，同時並減少飼料的浪費及污染蝦池。因此必須：

1. 選用質優、新鮮且營養均衡，易於消化的飼料。
2. 飼料中酌加貝粉、魚油或烏賊油，投餌時亦可補充新鮮的藍貝、苦螺或公代等。在酌加貝類時必須清洗乾淨。
3. 人工飼料中倍加多種維生素、維生素 C 及 E、葉酸與肌醇及礦物質與電解質，以增強蝦體的活力。
4. 飼料中亦可定期加入中藥，如大蒜、靈芝粉、五倍子等。
5. 飼料中定期加入免疫賦活劑，此可參考宋(1997)之資料，這

些在細菌的預防上能發揮某種程度的效果。

6. 每日投餵 3~4 或 5~6 次，每次以 1 小時甚或 45 分鐘吃完為原則，亦即七分飽即可。

(五) 正確藥物與生物製劑的適當使用

蝦病的發生通常都由不良的環境、虛弱的蝦體，引發病原體的大量增殖而爆發，因此除了改善環境、增強體力外，若能利用適當的藥物來抑制病原體，則對蝦病的發生，應有某種程度的防治功效。因此合理適當的對症下藥確有其必要性。但因外銷市場的管制，必須嚴格執行停藥期。另外池蝦體內的病毒雖無藥可醫，但仍宜防範其他疾病如細菌病的併發，加速池蝦的死亡，故一些治療或預防的藥物仍可使用，但不得濫用或超用。因此：

1. 在水中視情況之需要可加入過氧化氫、高錳酸鉀、福馬林、四級銨或少量的漂白水等藥物，由於感染白斑病毒的池蝦體力較差，故其用量應為正常者的三分之二即可，特別是漂白水。
2. 儲水池及進水溝亦必須以上述藥物進行消毒，再使其活化才可使用。
3. 定期使用抑藻劑以去除藍綠藻或鞭毛藻，穩定水色。
4. 在飼料中視需要可加入磺胺藥劑與四環黴素，但勿使用氯黴素及富來頓，此時宜注意藥物之殺菌或抑菌之功效，因有些抗生素上只有抑菌之作用而已，同時也要注意停藥期。
5. 有些中藥若有療效亦可添加於飼料中，製成加藥飼料使用，

如上述。

(六) 增添養殖設施並採用精緻的科學管理

在以往無病毒性疾病危害下，若將養蝦的放養密度降低，常有意想不到良好養殖成果，如每平方米來放養 1-2 尾，則 2 個半月可收 50-60 克大小的草蝦。目前由於白斑病毒的致病力仍極強，即使在放養每平方米少於 5 隻的情況下，仍有可能爆發大量死亡。因此增加養殖設施，採用嶄新的養殖管理觀念，仍為養殖成功特別是高密度養蝦的不二法則，故必須：

1. 採用封閉式或半隔離式的循環養蝦系統，減少疾病的傳染，內設沈澱池、儲水池與池水活化池。
2. 增設或增加
 - (1) 增氧機或水車，每公頃至少 1~1.5 馬力者 10~15 臺以上，這是最起碼的要求。
 - (2) 增設緊急發電機，這在常常停電的地區非常有幫助。
 - (3) 中央排水管，其對水質改善十分有效，如表 2。
 - (4) 蝦池水深，草蝦或斑節蝦以 1.5m~2.0m 為原則，若為白蝦或東方對蝦可增至 2.5m~3.0m，如此產量才能大增。
3. 若無儲水池，則以養魚池的池水當作換水之水源，此時宜注意養魚池中池蝦之得病情形。
4. 定期使用正當藥物、生物製劑或石灰控制水質及預防病毒以外的疾病之發生。

5. 當池蝦已是病毒的帶原者，則勿從母池移池，或全池搬池，或全池大換水。
6. 採用間捕法，能增加產量並維持水質穩定，如此可使每公頃的斑節蝦產量高達 17.7 噸以上(陳, 1998)，或白蝦 30-40 噸。
7. 維持適宜的透明度，草蝦池在 25~35 公分，斑節蝦池在 35~50 公分，白蝦池在 20~60 公分。
8. 天候急變，如大雨或颱風時的應變措施如排水、停餌、增氧與加藥等，尤其重要。

病毒性疾病為目前蝦類難養的主要關鍵，因此有人認為去除病毒，切掉病毒的傳染途徑才是解決蝦病的主要工作。此論點在防疫措施較佳的室內池及沙漠地區養蝦池或有其功效，然在病毒普遍大量存在且又有多條的傳染路徑的養殖環境中，要去除病毒的感染或採用無病毒(SPF)的蝦苗意義已然不是很大，譬如 1999 年臺灣白蝦養殖的失敗即其一例，這也是單方面的蝦苗品質改善並不保證養蝦必定成功。另外，檢視養殖成功的池蝦或天然海域捕獲的種蝦，甚多都為白斑病毒的帶原者。因此只要上述各項調控得宜，有效抑制其之爆發，蝦類養殖仍然可為，養蝦事業仍有前途。上述各項的要點與管理環環相扣，緊密結合互相作用缺一不可，如此才有養蝦成功的機會。若只強調單項的管理措施而忽略其他各項的配合，則即使一時的僥倖成功，亦必不能持續。去年(2001)臺灣南部的蝦池，因長期受天候變化的影響，養成並不順利，但採用嶄新方式的養蝦業者在隔壁全軍覆沒下仍有不錯的收成。至於臺灣東北部的宜蘭由於天候穩定，一般存活率達 8 成以上而豐收，而採用本法的多位示

範戶，草蝦的產量每公頃達 15~20 公噸，且池蝦在放養密度每平方米 40 尾於 75 天時已達 20 公克，96 天時平均達 30 公克(陳, 2001)，創下歷年來最快的成長速度。另外白蝦的超高密度養殖，也有很好的成效，在東部每季每公頃可產 40~50 多公噸(陳, 2002)。

三、白蝦對水質與環境的需求

池蝦要能存活與生長，應提供其最適宜的水質與環境，供其棲息。

1. 水溫: 23~32°C都可養殖，但最適溫度為 28~30°C，18°C攝食停頓，9°C死亡，但在臺灣經馴化後，或閩北地區者冬天利用溫棚也可存活，而價格亦佳，且過冬後能達 30-100g 的大小。
2. 鹽度: 在 5-40‰都可養殖，但最適鹽度為 12-20‰，若慢慢馴化可耐 1-2‰鹽度，甚或更低。但長時間在<1‰以下，則成長與機能均受影響。
3. pH: 在 8.0±0.3 最佳，若 pH 低於 7.0 或高於 9.2 即受影響。維持池中適當的藻量及施用沸石粉及白雲石粉可穩定 pH 值。
4. 溶氧: 在 4ppm 以上，勿低於 3ppm。且一日當中之變化勿超過 6ppm。此為最重要的環境因子，關係池蝦之生存與抗病毒能力。
5. 化學需氧量: 在 5-30ppm 之間均可，勿低於 5ppm，但溶氧

充足時，7-10ppm 成長最佳。若在室內養殖時，則宜控制在 5ppm 左右。

6. 透明度: 在 20-60 公分都可，但在 35±5 公分為最佳，可由長出的綠藻或施用有機物、有機酸來維持之，能提高存活率與生長。
7. 水色: 維持綠色(在淡水地區)或紅棕色(在海水地區)，若優勢種為藍綠藻則成效不佳，淡水區的微囊藻亦屬不良的藻類。水變清者亦不太生長，除非提供精良的飼料及充足的溶氧。
8. 營養鹽: 磷酸鹽 0.1-0.3mg/L。矽酸鹽在 2.0mg/L 左右。氨態氮在 0.4mg/L 以下。亞硝酸鹽在 0.5 mg/L 以下(淡水)或 1.0 mg/L 以下(海水)。若氮磷比較大者，可產生矽藻，反之則長綠藻。
9. 總鹼度: 最好能在 180-240mg/L，若為淡水者，亦應該維持在 120mg/L 以上。因其能提供部份的鈣鎂供造殼之用，並能穩定水質。
10. 異營菌: 特別是弧菌在 10^{2-3} CFU/mL 之濃度較少發病，若為 10^{5-6} Cfu/ml 發病機率大增。其與病毒交感作用時，危害最大，宜控制之。

四、健康安全精緻養殖管理法的基礎與綠色飼料

所謂健康安全的養殖，即是在養殖生產過程中，特別著重於蝦苗品質、水質與底土的清淨、增加設備、選用優質的綠色飼料，不

用任何禁用、有急毒性、有殘留問題的物質，採用生態穩定、自然安全的方式，投餵精緻綠色的飼料，來達到提高生物成長率、美化外觀、增加口感、預防疾病發生等目的，且對消費者及環境並不造成不良的影響。因此其包括：

1. 慎選成長快速的優良無病毒或高健康度的蝦苗。
2. 徹底執行底土的去污、曝曬、翻耕、消毒甚或客土，以創造良好的棲地。
3. 維持良好且穩定的水質與水色，以減少緊迫的不良影響。
4. 選用優質之精緻綠色飼料，以促進成長並增加池蝦的活力、應變與抗病能力。
5. 非禁用藥物的適當使用，以預防並治療蝦病的發生。
6. 增添養殖的設施並採用(半)隔離的管理法。

由多年來的試驗研究、收集的成功經驗，得知在各種病毒的肆虐下，上述個別的管理項目必須同時發揮作用，密切配合才能養殖成功。此種管理方式，猶如木桶能否裝水取決於構成木桶 6 個桶片的密合度，若有一、二項管理不佳，養蝦成效一定不好，故本人稱之為”木桶效應”，在大陸則稱之為”綜合防治”。在這六項中第一項的蝦苗與第四項的飼料除非有經驗的業者，能自己生產製造並多少控制品質外，只能慎選現成的產品，因此選用優質的精緻綠色飼料變得極為重要。至於其他四項，養殖業者概能由自己加以主導執行管理，以促進養蝦成功。

一般言之，效率愈差的飼料，投入的飼料與排出的糞便對水體

及養殖環境造成的污染與惡化也愈嚴重，在高密度養殖條件下非常容易產生緊迫、誘發疾病及造成死亡，同時也對養殖環境造成嚴重損害，影響下期的養殖成效。所謂綠色飼料，是使用天然、無污染、無毒害、無副作用的原料，並加入對動物的成長、抗病能力增強之添加劑，以適當加工製造技術所製成的環保飼料。此種飼料水中安定性佳，亦可改變蛋白質物性結構、抗營養因子及毒素含量降低、適口性佳，飼料消化利用率提高。目前已有歐美等已開發國家，量產自然安全的綠色健康池蝦，並成功維護養殖環境，這種例子，以室內循環水養殖池較為成功。而室外池也有很多成功的例子，這也是未來蝦類養殖必走的發展方向，其實亦有人稱之為有機養殖。至於這些添加劑的種類與功能如下：1 酵素製劑 2.天然調味劑 3.微生物製劑 4.促生素(Prebiotics)5.中草藥添加劑 6.其他綠色添加劑等。其功能可促進成長、改善養殖水體及底質、提高免疫力、提高飼料利用率及減少環境污染等功效。

五、精優、健康、安全養殖管理的要點

- 1、選購優良或有認證的蝦苗，如具高健康度(HHS)與無特殊病毒者(SPF 或 SPF-R)。蝦苗最好自然交配生產者，且生產胎數愈少愈佳，並防止其他蝦種混入。淡水區，蝦苗要經過 15 天的鹽度馴化。
- 2、放養密度每公頃 40-150 甚或 500 萬尾，視當時的氣象、技術、管理與設備而定。
- 3、確實做好底土的去污、曝曬、翻耕、消毒或客土。

- 4、 維持良好與穩定的水質水色。可酌量使用水質改良劑、有機肥、穩定劑及生物製劑。
- 5、 水深最好維持 1.5-2.0 米甚或 2.5 米，若設備良好可達 3 公尺。若有鋪設塑膠布，底部宜有 10 公分泥土，則養殖成效較佳。
- 6、 水車每公頃至少 10-20 臺或最好 20-30 馬力(HP)以上，在飼養後期及收蝦前更宜全部啟用，至少維持溶氧在 4ppm 以上，這是最重要的設施管理。
- 7、 投餵綠色優質的草蝦加強飼料，收成前二個星期更可改投斑節蝦飼料。其一天四次餵飼者比一天二次餵飼者其成長快 1.6-1.8 倍，若能投餵飼料六次者則更佳。攝食時間控制在 45 分鐘-1 小時。當白蝦體重為 5 克(7.8cm)時，投餵量約為體重的 5.8%，10 克(8.8cm)時為 3.9%，15 克(10.0cm)約為 3%，20 克(10.9cm)則減為 2.5%，25 克(11.7cm)時則為 2.1%，因此可由此投餵比例加上其他方法反推蝦池產量，以為管制的依據。
- 8、 每日餵飼 3-6 次，晚上吃 60-70%、白天 30-40%，而晚上 8 點時可吃 40%。這是在南方高溫的夏季投餵的要點。
- 9、 飼料係數 FCR 約在 0.75-1.35 之間，視放養密度、養殖期長短及收成大小而定。養殖管理良好者，且餵食綠色飼料者，一般低於 1.0，否則管理應出了問題，宜加強之。
- 10、 蝦類萬一生病時，對症下藥、正確藥物的適當使用極為

重要。勿使用歐盟或美日禁用的藥物如氯黴素，故宜加強對藥物的知識與管理。

- 11、 白蝦成長在夏天 2 個月後平均可達 9-12 克，冬天則為 8-10 克。在夏天時，3 個月約可達 16-20 克，甚至於 22 克，成長速度在精優餵養綠色飼料下，每週約增重 2-3 克，否則應仔細追查，研究改進。
- 12、 若在小型的室外水泥池或塑膠池，利用流水式或循環水養殖法或不斷換水與增氧法且提高放養密度至 300-400 尾/m²，並增加水深，則每公頃每造可生產 30 或 40-70 公噸，若再利用間捕技術，則最高可達 100 公噸。
- 13、 目前蝦價低迷時，宜採用此法朝增加產量來減少成本，或降低放養數量來生產大蝦以提高賣價，才能永續經營。

六、白蝦養殖管理不善時所出現的症狀與應變法

蝦池管理出問題時，若仔細觀察應有許多徵兆可以發現，若能預先加以正確且精緻的處理，都有某種程度的預防與治療的效果。這些狀況包括：

1. 池蝦的健康，如池蝦外觀不佳變紅、池蝦循邊漫遊或打轉者、池蝦大小變異甚大、活力不好與反應遲頓、頓料或減料、生長與存活率達不到標準、池蝦糞便較淡且有糜爛者、腸道食物半滿、蝦體軟弱、蝦病開始明顯等等。
2. 蝦池的環境，如水質與水色不佳、底質變黑老化、池邊生物

死亡、水表漂浮甚多泡沫、生物碎屑與底藻片、池中甚多水質不良的浮游生物、飼料盤附有污物、池水粘稠且有臭味者。

其中蝦病開始明顯時，包括用 Q-PCR、TCBS 培養或顯微鏡檢測病原感染，身體如肝、腸有明顯損傷、潰爛、肢腳缺少或變形，體表有明顯的白斑、不規則的黑殼與頭部有黃頭症狀，身體或肢腳有變紅、變白甚或黑變者，池蝦行為不正常者，開始靠岸或漫遊並開始少數死亡等症狀時，都要特別注意。

由於池蝦的健康甚受蝦池環境所影響，但若投餵優質的綠色飼料後，池蝦的活力與抗病能力大增，更能忍受環境的緊迫及提高存活率，故上述二者都同樣重要，而上述這些症狀或異常情形都要靠仔細而老練的觀察，配合水質分析及病理檢測，也唯有靠適時而正確的智慧及管理應變，特別是水質管理、加強飼料營養及正確判斷蝦病成因並使用非禁用藥物等等，才能加以預防及治療，以維持較高的產量與優良的品質，其實平時若有精優的管理方法，上述病狀應可減少。

七、美洲白蝦之疾病

白蝦疾病之研究較草蝦者更為進步，這是因為美洲研究較多之故，尤其是病毒方面。白蝦主要的疾病，目前以病毒性疾病最為嚴重，其中 IHNV，白斑症及桃拉病毒症為害較大，三種病毒中又以白斑病最為嚴重，前年(2000)曾使美洲多國的產量減少 50-80%。由於東西半球蝦苗及冷凍蝦的互相交流，導致在臺灣的白蝦亦感染

上述三種病毒，但這些病毒對白蝦的危害並不如對草蝦者，主要因採用精優健康(包括投餵優質的綠色飼料)養殖能促進健康，提高抗病能力及減少環境污染，則使病毒不致發作，故仍能養殖成功。去年細菌性的 NHP 亦使美國德州的白蝦蒙受損失，但用非禁用的抗生素處理仍有效。至於細菌性的弧菌，雖也能引起大量死亡，但嚴重性高不如病毒者，且也有藥物可資治療，故不是問題。

白蝦的疾病最好能預先預防，若等到蝦病症狀已非常明顯，才要設法治療時，其效果非常有限，預防重於治療仍是最主要的管理原則。因此水質、生物相改變或呈現不穩定時、蝦體虛弱、節氣交換、氣候忽冷忽熱、刮颱風、下大雨、忽晴忽陰、夜晚停電、大換水、大搬池或有不當的期中撈捕及藥物使用，常常都是蝦病發生的先導原因，這些都宜小心應付，如此才有成功的可能。

八、結 語

鑑於蝦類病毒的高傳染力與致病力，且目前病毒普遍充斥整個養蝦環境又無藥可醫的情況下，蝦類養殖確有其暗淡與困難的一面。此時即使選用無特殊病原(SPF)或有抗性(SPR)的蝦苗進行養殖亦不能保證養蝦一定成功，無特殊病原的蝦苗在病毒充斥的蝦池環境中極易被感染而死亡，故這只是增加購苗成本而不具生產意義，除非整個蝦池環境能徹底加強管理使病毒絕跡，但此為相當困難之事，特別在開放性的蝦池。因此如何減少病毒的傳染及預防感染病毒後爆發大量死亡，才是優良管理的根本與降低蝦病的對策。至於根本的解決之道則有賴於精緻的管理與相對的配套對應，其中包括

採用高健康度的蝦苗，增強蝦體的免疫能力及抗病力，維持土質的清淨與穩定的水質，預防其他細菌性疾病的併發及增加養殖設施。這些必須緊密的配合、精心的調控才有養蝦成功的希望，甚多業者利用此法而得豐收。不然，以室內高密度精養或採用淡水滷水養殖法亦可解決部份問題。未來仍宜朝發展體型大型化及有機綠色的養殖管理，才可獲得優勢的利潤。

參考文獻

- 王安利, 王維娜. 1998. 對蝦病毒性流行病防治新技術研究. 在蘇主編「蝦類的健康養殖」. 180-185 頁. 海洋出版社 北京.
- 王克行. 1998. 對蝦爆發性流行病防治研究進展及對今後養蝦的意見. 在蘇主編「蝦類的健康養殖」. 261 頁. 海洋出版社 北京.
- 吳琴瑟, 洪國長. 1998. 斑節對蝦健康養殖措施. 在蘇主編「蝦類的健康養殖」. 5-9 頁. 海洋出版社 北京.
- 岑丰. 1998. 我國對蝦養殖業的現狀與發展對策. 在蘇主編「蝦類的健康養殖」. 32-38 頁. 海洋出版社 北京.
- 翁文海. 1998. 封閉式循環水高密度精養斑節對蝦高產研究. 在蘇主編「蝦類的健康養殖」. 44-49 頁. 海洋出版社 北京.
- 陳弘成. 1992. 成功的草蝦養殖法. 農委會漁業特刊 31 號.
- 陳弘成. 1996. 高產量下蝦池生態與草蝦外型之研究. 臺大漁推, 8:29~39.
- 陳弘成. 1997. 極低鹽度養殖草蝦法之探討與改進. 臺大漁推, 9:1~7.

- 陳弘成,張朝富,楊喜男,范姜文榮. 1997. 池蝦健康與蝦池環境之判定法. 首屆世界華人蝦類養殖研討會, 13 頁.
- 陳弘成, 楊喜男. 1998. 斑節對蝦的高密度養殖之管理研究. 在蘇主編「蝦類的健康養殖」. 25-31 頁. 海洋出版社 北京.
- 蔡一心, 蘇永全. 1998. 改進養殖環境, 養好日本對蝦. 在蘇主編「蝦類的健康養殖」. 50-55 頁. 海洋出版社 北京.
- 陳弘成. 2000. 病毒危害下蝦類養殖的精優管理之研究. 中山大學學報. Vol 39:11-15..
- 陳弘成 吳雅琪 邱建樺. 2002. 南美白對蝦在淡水的成長和精養法之研究. 蝦類養殖研究. 171-177 頁. 海洋出版社.
- Brock, J. A. 1997 Special topic review: Taura syndrome, A disease important to shrimp farms in the Americas. *World Journal of Microbiology & Biotechnology* 13, 415-418.
- Chen, H. C. 1984. Water quality criteria for farming the grass shrimp, *Penaeus monodon*. First International Conference on the culture of Penaeid Prawns.
- Chen, H. C. 1993. Studies on the successful culture of grass shrimp, *Penaeus monodon*. COA Fish. Series, 31:84p.
- Chen, H. C. 1996. Role of fry quality in shrimp farming. Second International Conference on the culture of *Penaeus* shrimp. 13p.
- Chen, H. C. and H. N. Yang 1998. Studies on better management for highly successful intensive shrimp culture. 5th Asian Fish. Forum. Thailand 13p.
- Chen, H. C. 2002. Better pond management for successful shrimp culture under the stress of viral diseases. 23 pages. Present in Shrimp Disease Management. June. At Nellore. India.
- Chen, H. C. 2002. Comparison on rearing performance of cultivatable

species. 20 pages. Present in Shrimp Disease Management. June. At Nellore. India.

Flegel, T. W. 1999. Emerging shrimp diseases and innovations to prevent their spread. Fourth Symposium on Disease in Asian Aquaculture. Philippines. OP18.

Song, Y. L. 1999. Application of immunostimulants to prevent shrimp diseases. Fourth Symposium on Disease in Asian Aquaculture. Philippines. OP30.

日本鰻人工繁殖的探討

Annotation on the Artificial Propagation of Japanese Eel

韓玉山¹、張賜玲²、廖一久²、曾萬年^{1,3}

¹ 國立臺灣大學動物學研究所

² 行政院農業委員會水產試驗所

³ 國立臺灣大學漁業推廣委員會

英文摘要

The Japanese eel (*Anguilla japonica*) is an important aquaculture species in Taiwan. However, the elvers (glass eels) needed for aquaculture production are still dependent on catches from the wild, where production is continuously declining because of over-fishing and environmental degradation. Thus, artificial propagation becomes the key point for the sustainability of the eel aquaculture industry. The main problems for the artificial propagation include: (1) the insufficient knowledge on the mechanisms of eel maturation; (2) the unstable fertilization and hatching rates of eel eggs by long-term induced maturation; and (3) the unknown culture conditions for larval rearing.

日本鰻為臺灣重要的養殖魚種之一。根據農委會統計資料，自 1968 年以後，由於養鰻技術之研發成功與推廣，臺灣之日本鰻養殖規模逐年上升，並順利銷售至日本市場。日本鰻產量於 1992 年到達高峰，年產量超過 6 萬公噸，產值亦達百億以上 (Fig. 1) (Liao, 2001)。然而，隨者大陸地區養鰻業之興起，以及鰻線價格居高不下，導致臺灣養鰻產業的競爭優勢逐漸式微。自 1992 年以降，臺

灣之鰻魚產量快速下降，1999 年之鰻魚產量僅達 1 萬 6 千多公噸 (Fig. 1)。由於鰻魚為目前廣泛養殖的魚種中，唯一尚必須利用野生苗作為種苗來源的魚種，因此，養鰻產業極度依賴天然鰻線之供給，形成產業發展上之主要瓶頸。尤其近年來，受到河川污染、水庫建造、棲息地被破壞，氣候變遷以及天然鰻線過漁等諸多因素的影響，導致鰻線產量之長期趨勢有更為下降之現象 (Tzeng et al., 1995)。因此，進行日本鰻人工繁殖技術的研發，為鰻魚養殖產業永續發展之關鍵所在，對於鰻魚生態保育上，亦具有積極的意義。

日本鰻具有獨特的生活史 (Fig. 2)，其產卵場推測應在西太平洋的馬里亞納群島附近 (Tsukamoto, 1992；Liao et al., 1996, 1999)。柳葉形仔鰻 (*Leptocephalus*) 隨著北赤道洋流向東亞大陸棚漂送，約經 4-6 個月之成長，變態為透明流線型之玻璃鰻 (Glass eel)，並向沿岸河口聚集。當玻璃鰻身上長出色素後即稱為幼鰻 (Elver)，在河流或是河口域中棲息、成長，此時稱為黃鰻 (Yellow eel)，經過 5-8 年的成長，鰻魚在降海產卵前會進行一連串的生理變化，稱為銀化 (Silvering)，體表可見背部與胸鰭變黑、吻部變寬、眼睛與胸鰭變大、以及腹部呈現銀黑色 (Fig. 3)。其餘生理變化包括生殖腺發育加速、消化道萎縮、表皮增厚、魚鰾變大內壁變厚、視網膜錐狀色素細胞漸被桿狀色素細胞取代、骨骼肌之組成與性質改變等等 (Han et al., 2001)。筆者等曾進行野生鰻的調查，發現其銀化的啟動，集中在夏秋兩季，而銀鰻出現高峰則在冬季 (十一月至二月)。銀鰻降海回到出生地產卵，繁殖下一代，完成其生活史 (Tesch, 1977；Tzeng et al., 2000)。

不論是捕獲之野生或人工飼養之鰻，皆無法在人為環境下自然成熟。以目前採捕到的最成熟的野生銀鰻，其雌魚之性腺僅達油滴期(Oil droplet stage)或是初級卵黃球期 (Primary yolk globule stage) 而已，生殖腺指數 (Gonadosomatic index, GSI) 約為 1-3 %之間，與產卵時 GSI 可達 40 %相比，仍處於早期發育階段。雄鰻的情況亦是，其精巢只有初級精原細胞 (Primary spermatocyte)，GSI 只有 0.1-0.3 %左右 (Han et al., 2003)。此一特徵使得鰻魚人工催熟必須依賴長期注射異源性促性腺激素 (Gonadotropin, GTH)，方能強迫鰻魚生殖腺的進一步發育、成熟。探討鰻魚人工繁殖迄今未能突破的原因，有三大難關，茲分述如下：

一、對鰻魚性成熟的機制瞭解不足

魚類生殖內分泌的調控非常複雜，但中心的主軸則為下視丘—腦下垂體—性腺 (Hypothalamus- Pituitary- Gonad, HPG)，其中下視丘所分泌之促性腺激素釋放素 (Gonadotropin releasing hormone, GnRH) 會刺激腦下垂體分泌促性腺激素，促性腺激素有 GTH I 及 GTH II 兩型，其中 GTH I 可刺激雌鰻卵母細胞與雄鰻精原細胞之增生，GTH II 則負責刺激雌鰻卵巢合成雌性素 (Estradiol-17 β , E₂) 與排卵，以及刺激雄鰻精巢產生雄性素 (Testosterone, T)，GTH I/II 兩者相輔相成，共同完成生殖腺的成熟 (Li and Ford, 1998)。而在此一主軸上，有各式各樣其他的因子亦參與調控此一主軸的活動，有些因子可刺激此一主軸，另一些因子則抑制之。日本鰻即使在銀鰻階段，其血中 GTH I/II 之含量仍很低，僅能支持生殖腺低度的發

育，顯示鰻魚生殖主軸上的抑制仍未完全被解除。由近年的一些實驗結果，可看出一些端倪，Kagawa et al. (1998) 將母鰻由淡水移至海水中飼養 3 個月，即可有效促進其卵巢之自然發育，顯然鹽度為此一主軸之刺激因子之一；又法國學者曾將歐洲鰻下沉至深海 850 米蓄養 3 個月，發現其腦下垂體中 GTH 含量增加了 20 倍以上 (Fontaine et al., 1987)，顯示水壓亦為刺激此主軸的因子之一；由於種鰻會洄游數千公里之遙回到產卵場，鰻魚在仔魚階段對其所生活的大洋環境很可能有印痕 (Imprinting)，此一印痕可能會影響鰻魚的成熟活動，在大洋環境下方可解除此抑制，而活化 HPG 主軸。另外，銀鰻的體脂肪很高，用來支持其後之長距離洄游與生殖腺發育所需之能量。目前於哺乳動物中發現，脂肪細胞所分泌之瘦素 (Leptin)，與 GTH 之合成與分泌有密切關係，魚類中瘦素之存在已被間接證實，咸信應與鰻魚生殖內分泌之調控有關 (Johnson et al., 2000)。綜上所述，由於吾人對鰻魚性成熟之生理機制，或是更精確地說，對其生殖主軸 HPG 之調控機制，尚未完全瞭解，因此尚無法找出使其自然成熟的方法。

二、鰻魚之催熟過程冗長，導致受精率與孵化率之不穩定

由於種鰻無法在人工環境下自然成熟，因此，注射異源性 GTH 成為不得已的手段。雖然鰻魚的人工催熟試驗，源於 1934 年在法國進行的歐洲鰻，但迄今幾乎都集中在日本鰻的身上。日本學者 Yamamoto 和 Yamauchi (1974) 早自 1973 年即已成功地利用鮭魚

腦下垂體抽出物 (Salmon pituitary extracts, SPE) 注射日本鰻，獲得受精卵並孵出仔魚的紀錄。迄今，日本鰻已建立一套較為標準化的人工催熟流程，如 Fig. 4 所示。雄鰻以人類絨毛膜促性腺激素 (Human chorionic gonadotropin, HCG) 注射，每週一次，約 10-14 週即可獲得大量有活動力之精子。雌鰻則每週注射 SPE，約經 8-13 週，卵子可達三級卵黃球期 (卵徑約為 800 μm)，此時再注射一針 SPE 作為誘導，24 小時後再注射 $17\alpha,20\beta$ -dihydroxy-4-pregnen-3-one (DHP, 排卵素) 作為卵子最後成熟誘導劑，約經 15 到 21 小時後可進行人工受精 (Fig. 4)。由上述過程可知，此種人工催熟方法極為人為化設計，以異源性激素直接刺激生殖腺的發育。然而性腺的發育是需要精準的調控，過猶不及，異源性激素的注射顯然不易達到此一要求，因此卵質的優劣可想而知不太穩定。一般對其他魚類採行的人工催熟方法，係先使其能自行發育至成熟階段，然後再以高劑量的異源性激素促使其進入最後成熟階段，而達到排卵的目的，在此情況下卵的品質無虞。至於鰻魚則否，要達到自行發育至成熟階段，仍無妙方，只能依靠長期多次的注射異源性促性腺激素催熟。利用此種方式催熟所得到之卵粒，可能本身即有缺陷，因此即使能受精孵化，仔魚的正常發育也許已受到某種影響。

三、仔魚飼育所須之條件尚未掌握

得到受精卵後，孵化及仔魚的培育即成為另一種重要的課題。由於迄今尚未撈獲任何已成熟的野生種鰻、鰻卵及初期卵黃囊期的仔魚 (Tsukamoto, 2001)，導致對其仔魚生存所需的環境條件及仔魚

攝餌的習性，都未能掌握。歐洲鰻最長的飼育紀錄為 3.5 天 (Prokhorchik, 1986)，美洲鰻 6 天 (Liao and Chang, unpublished)，日本鰻則為 253 天 (Tanaka, 1999)。根據 Tanaka et al. (2001) 所用的飼料，係以冷凍乾燥的鯊魚卵製成膏狀飼料，並添加黃豆蛋白、維生素、礦物質與磷蝦萃取物。仔魚在孵化後 14 天可長至 9.4 mm，100 天後則可長至 22 mm，然而存活百日以上的柳葉形鰻比例不到 1%，最高紀錄者僅成長至 31 mm，但已費時超過 200 日 (Fig. 2)，早已超過日本鰻正常柳葉期約 120-180 天的範圍 (此時體長已達約 60 mm)。因此，仔魚的培育，顯然仍有諸多問題待解。由於天然仔魚不可能攝食如此類型之飼料，人工培育之仔魚可能有某些方面之缺陷。若缺陷不在仔魚本身，則可能是人工培育環境並無法滿足仔魚之生長需求，這些都需進一步的探討改進。

結語

挑戰鰻魚的人工繁殖，不僅具有產業發展的經濟意義，更象徵著生殖科技的不斷突破與探索，以目前日本鰻人工繁殖的進展來說，較著重於異源性激素之配方與施打方法之改進，以及仔魚飼料配方與培苗方法之改良，而較少著墨於瞭解鰻魚生殖主軸如何被調控，尤其是與環境因子的互動模式。如果能夠解開這些奧祕，也許不需靠異源性激素即可促其自然成熟、產卵，而獲得之受精卵與仔魚將大大提高其存活的機率，這可能就是突破鰻魚人工繁殖之關鍵。

參考文獻

- Fontaine, Y. A., Dufour, S., Alinat, J., Leloup-Hatey, J. and Quérat, B. (1987) Deep sea immersion, gonadotropin and sex steroids in the European eel (*Anguilla anguilla* (L.)). Gen. Comp. Endocrinol. 66, 27-28.
- Han, Y. S., Tzeng, W. N., Huang, Y. S. and Liao, I C. (2001) Silvering in the eel: changes in morphology, body fat content, and gonadal development. J. Taiwan Fish. Res. 9(1 & 2), 119-127.
- Han, Y. S., Liao, I C., Huang, Y. S., He, J. T., Chang, C. W. and Tzeng, W. N. (2003) Synchronous changes of morphology and gonadal development of silvering Japanese eel *Anguilla japonica*. Aquaculture 219, 783-796.
- Johnson, R. M., Johnson, T. M. and Londraville, R. L. (2000) Evidence for leptin expression in fishes. J. Exp. Zool. 286, 718-724.
- Kagawa, H., Iinuma, N. Tanaka, H., Ohta, H. and Okuzawa, K. (1998) Effects of rearing period in seawater on induced maturation in female Japanese eel *Anguilla japonica*. Fish. Sci. 64, 77-82.
- Li, M. D. and Ford, J. J. (1998) A comprehensive evolutionary analysis based on nucleotide and amino acid sequences of the α - and β -subunits of glycoprotein hormone gene family. J. Endocrinol. 156, 529-542.
- Liao, I C., Kuo, C. L., Tzeng, W. N., Hwang, S. T., Wu, C. L., Wang, C. H. and Wang, Y. T. (1996) The first time of leptocephali of Japanese eel *Anguilla japonica* collected by Taiwanese researchers. J. Taiwan Fish. Res. 4(2), 107-116.
- Liao, I C., Liao, S. G., Tzeng, W. N. and Kuo, C. L. (1999) Investigation on *Anguilla japonica* leptocephali by Fisheries Researcher 1. In Studies on the Life Cycle of Eel. (Aida, K. and Tsukamoto, K., eds). Kaiyo Monthly, Special Issue 18, 27-33. (In Japanese)
- Liao, I C. (2001) A general review on aquaculture in Asia: A focus on anguillid eel. In: I C. Liao (compiled) Keynote Addresses, The 5th

- and 6th Asian Fisheries Forums. AFS Special Publication No. 11, pp. 39-54.
- Prokhorchik, G. A. (1986) Postembryonic development of the freshwater eel, *Anguilla anguilla* under controlled conditions. Vopr. Ikhtiol. 26, 802-807.
- Tanaka, H. (1999) Early life cycle of artificial hatched eel. In Abstracts of the Symposium on Conservation Strategy and Management Status of Eel Resources, p. 16. Ocean Research Institute, University of Tokyo.
- Tanaka, H., Kagawa, H. and Ohta, H. (2001) Production of leptocephali of Japanese eel (*Anguilla japonica*) in captivity. Aquaculture 201, 51-60.
- Tesch, F. W. (1977) The Eel. Biology and management of anguillid eels. London: Chapman and Hall.
- Tsukamoto, K. (1992) Discovery of the spawning area for Japanese eel. Nature 356, 789-791.
- Tsukamoto, K. (2001) The spawning biology of eel. Aquabiology No.133, 23, 123-129. (In Japanese)
- Tzeng, W. N., Cheng, P. W. and Lin, F. Y. (1995) Relative abundance, sex ratio and population structure of the Japanese eel *Anguilla japonica* in the Tanshui River system of northern Taiwan. J. Fish Biol. 46, 183-201.
- Tzeng, W. N., Lin, H. R., Wang, C. H. and Xu, S. N. (2000) Differences in size and growth rates of male and female migrating Japanese eels in Pearl River, China. J. Fish Biol. 57, 1245-1253.
- Yamamoto, K. and Yamauchi, K. (1974) Sexual maturation of Japanese eel and production of eel larvae in the aquarium. Nature 251, 220-222.

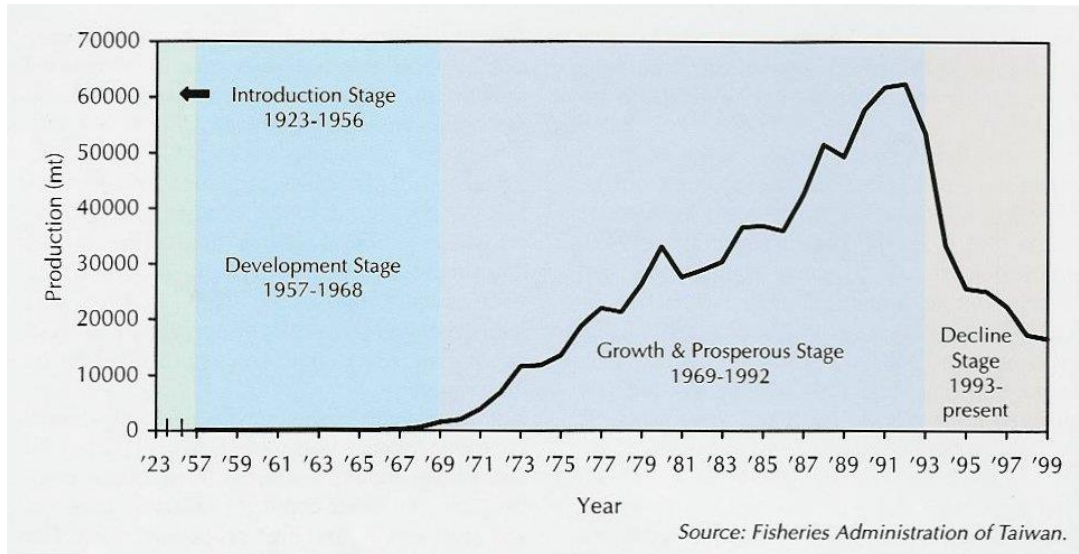


Figure 1. 臺灣之日本鰻養殖發展階段圖。Introduction stage: 導入期；Developmental stage: 發展期；Growth and prosperous stage: 成長興盛期；Decline stage: 衰退期。摘自 Liao, 2001.

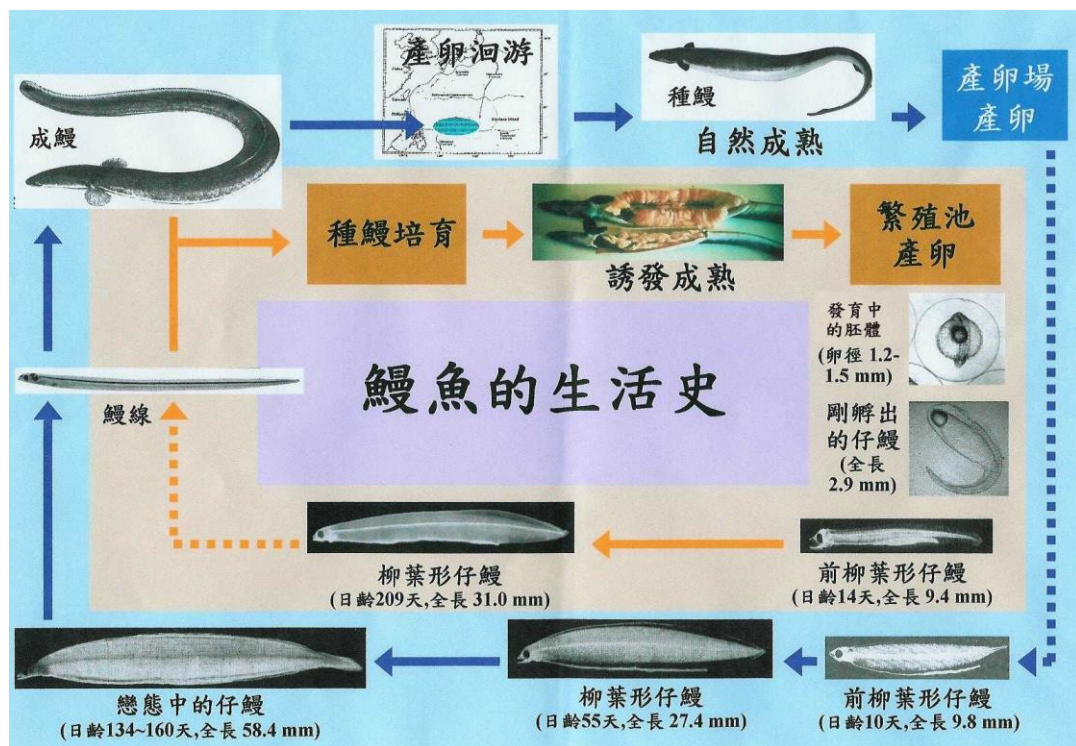


Figure 2. 日本鰻的生活史圖。外圈為天然鰻魚生活史，內圈為人工繁殖對照圖，虛線代表未知。摘自 Liao et al., 2001.

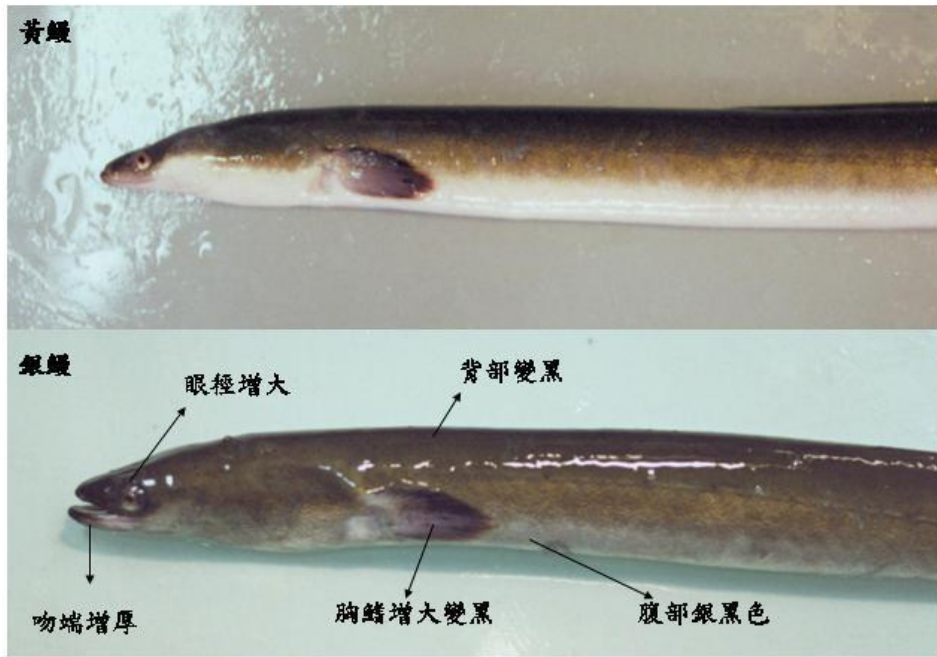


Figure 3. 日本鰻黃鰻與銀鰻比較圖。

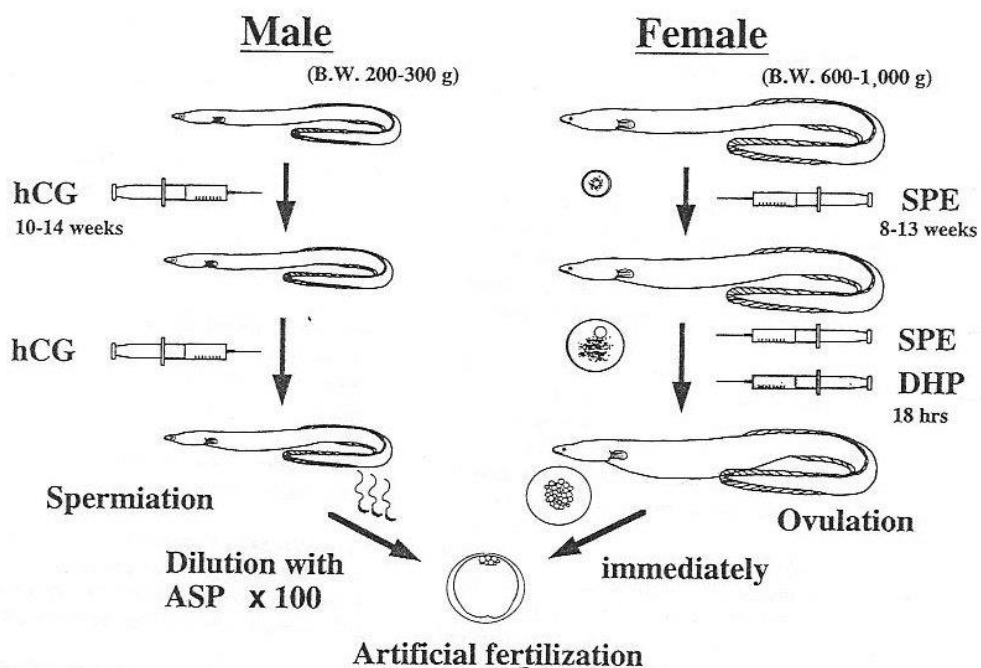


Figure 4. 日本鰻的人工催熟流程圖。BW: 體重；HCG: 人類絨毛膜促性腺激素；SPE: 鮭魚腦下垂體抽出物；DHP: 排卵素；ASP: 人工精液血清。摘自 Ohta et al., 1997.

箱網養殖魚類的寄生蟲感染症和預防策略

施秀惠

一、魚類在寄生蟲生活史中的兩種角色和意義

魚類在寄生蟲的生活史中可能擔任中間寄主或終寄主兩種角色，衍生出的問題亦歸屬於兩個不同的領域。

當魚類擔任寄生蟲終寄主時，意即感染性幼蟲入侵魚體，在魚體內發育成熟而達到成蟲階段，雌雄成蟲交尾產卵，後代或以受精卵型式，或已孵化成為幼蟲階段而離開魚體，在水域中尋找新寄主以達到散播的目的，此即為影響養殖漁業的魚病學問題。由養殖角度估量此狀況，雖然遭受感染的魚苗可能因而死亡，稚魚和成魚則可能面臨養分被掠奪、飼料轉換率降低等養殖問題而提高養殖成本，然而除非發生續發性細菌或病毒感染，否則魚類通常不致因寄生蟲之單獨感染而死亡，因此對養殖成功的實際影響極為有限，嚴重的效應反而出現在消費心理和美學上。

許多實證顯示：魚類感染寄生蟲時即使純粹屬於魚類寄生蟲病問題，且經證實不致感染人類，卻常難以避免後續發生之消費美學問題，往往嚴重影響消費意願而大大降低魚產價值，2000 年臺灣海域發生臭都魚嚴重感染宮脂線蟲事件堪為佐證。當時由臺灣東北角開始，沿著太平洋沿岸之宜蘭、花蓮、臺東到屏東等海域，連續發生俗稱臭都魚的褐籃子魚遭受線蟲嚴重感染，每隻受感染魚體內平均高達 23.8(野柳)和 27.3(花蓮)的感染密度(Shih and Jeng, 2002)導

致其消化道之機械性阻塞而死亡。由於一方面有學者聲稱此線蟲為重要人畜共通疾病(zoonosis)-海獸胃線蟲症(*Anisakidosis*)的病原蟲安尼線蟲(*Anisakis simplex*)幼蟲，消費者耽心遭感染而放棄此項水產品；另一方面則由於剖開魚體內的景象實令觀者觸目驚心，常見者為塞滿線蟲而鼓脹的消化道，甚致因不堪線蟲之阻塞而爆裂以致線蟲在腹腔內游行！如此印象嚴重破壞消費美學，即使後續研究鑒定指出此乃有鉤宮脂線蟲(*Hysterothylacium aduncum*)，澄清其實為魚類寄生蟲而非人畜共通寄生蟲(Shih and Jeng, 2002)，但令人驚懼之印象已深植消費者腦海，對漁產品經濟價值之打擊和傷害已然鑄成，等閒不易恢復。由此可見，原本純屬影響養殖效益和成本的魚類寄生蟲病，亦可能嚴重斲傷經濟漁業。

若魚類擔任寄生蟲的中間寄主，意即魚類攝食寄生蟲受精卵，後者在魚消化道內孵化成為幼蟲，或已孵化之幼蟲直接侵入魚體，由於幼蟲可在魚肌肉或臟器中結囊，而成為感染性幼蟲階段，伺機進入包括人體在內的適當終寄主體內。因此消費者可能因食用生鮮或未完全煮熟之魚肉，甚致因料理魚體時廚具之污染傳播而遭受感染以致罹病，此即為危害人類健康的公共衛生學問題，由安尼線蟲科(*Anisakidae*, 亦稱異尖科)蛔蟲引起之海獸胃線蟲症即屬於本範疇。與前述魚病問題相比較，此類感染實為嚴重影響養殖漁業的重要疾病，亦為公衛和動物防檢疫工作的主要目標。含有幼蟲囊體的肌肉絕對不可加工為生魚片類產品，即使經過適當之冷凍殺蟲處理，或改為熟食類食品，亦大大降低漁產品價值。

海獸胃線蟲症指的是人在攝食含有幼蟲的魚肉後，具感染力的

幼蟲侵入胃腸黏膜而引發的胃腸道症狀，可分為胃型和腸型兩類。臨床上胃型出現突發性胃痛、噁心、嘔吐、胃黏膜水腫、胃潰瘍等症狀，此階段為急性發病期，在攝食後四至六小時發作；若轉為慢性期則症狀可能持續一年以上。腸型通常在攝食七天後出現，症狀為下腹部劇痛、噁心、嘔吐、腹瀉、腸道局部阻塞、糞便潛血反應等。此外幼蟲亦可能侵入盲腸、大腸、闌尾、腸繫膜、胰臟、淋巴結、網膜、口腔及扁桃腺等部位。患者皆有攝食生魚片或生魚壽司之病史，以往必需依賴胃腸道組織切片進行診斷，近年來由於內視鏡技術的發展，可藉由內視鏡檢查診斷，若發現蠕動鑽入胃腸黏膜之幼蟲則可立即以切片鑷直接夾出蟲體而無須另行手術。此外超音波和 X 光亦可進行診斷。檢索文獻並未發現臺灣曾有任何病例報告，經與專研胃腸醫學之臺灣大學附設醫院內科吳明賢醫師討論，結論為可能係因臺灣醫師缺乏對此症之了解認識，而在內視鏡檢查或患者主訴胃腸不適時忽略相關病徵，以致在習於食用生魚片的國人內尚未發現任何海獸胃線蟲症病例。關於此症和相關線蟲之介紹與討論請參考本刊第十三期內的專題論述(施秀惠，2001)。

二、箱網養殖魚類的內寄生蟲研究

關於箱網養殖魚類之內寄生蟲的研究非常有限，1990 年在智利箱網養殖鮭鱒魚類之消化道內發現屬於蛔蟲目(Ascaridida)、安尼線蟲科之宮脂線蟲幼蟲及成蟲感染，傳播來源為當地若干野生魚種，導致鮭魚營養消耗(energy costs)並造成養殖業損失(Gonzalez, 1998)。調查對象採集自八個箱網養殖場包括：虹鱒(rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*)、銀鮭魚(coho salmon, *O. kisutch*)和大西洋鮭

魚(Atlantic salmon, *Salmo salar*)等三種養殖魚種，此外，並調查進入箱網內的野生鯰魚體內之線蟲。

調查結果顯示：在屬於大西洋之智利 Chiloe 群島海灣處，箱網養殖之鮭鱒魚類感染有鉤宮脂線蟲，感染盛行率及平均密度自 1989 年至 1993 年遞增，並達到最大值- 79%和 4.9。意即採集樣本中有 79%的魚體受到線蟲感染，同時每條被感染魚體內平均具有 4.9 隻線蟲。感染密度和水溫相關，在八月份的冬季時(智利位於南半球)密度最低，而在九月至十一月的春季裡線蟲密度漸增。同時感染亦在寄主親和性上出現差異，銀鮭魚之感染輕微，大西洋鮭魚完全不被感染，宮脂線蟲的主要感染對象為虹鱒，而野生鯰魚亦遭感染。分析魚胃內容物發現，魚類攝食浮游動物物種上的差異實為決定其是否遭受線蟲感染的關鍵因素。虹鱒大量攝食甲殼類浮游動物中之口足類(stomatopods)、端足類之鉤蝦(gammarid amphipods)和橈足類之哲水蚤(calanoïd copepods)，銀鱒亦大量攝食鉤蝦，而大西洋鮭則完全不以鉤蝦為食。研究者認為附著在箱網及浮筒上的鉤蝦類極可能是線蟲傳播的主要來源。

三、海鱸的寄生蟲相

關於箱網養殖海鱸發生的寄生蟲感染，國外的研究報告只有一例，即為魚蛔蟲屬線蟲 - *Iheringascaris iniquies* 感染；而國內研究發現較為多樣，至今已發現外寄生蟲感染，如扁形動物門單殖吸蟲類之貝尼登吸蟲(*Benedinia* sp.)和節肢動物門橈足類之魚虱，而內寄生蟲中則有黏孢子蟲(*Sphaerospora*-like)感染記錄。

魚蛔蟲屬線蟲早期被認為是與宮脂線蟲屬和對盲囊線蟲屬 (*Contracaecum*)相近之蟲種，其第四期幼蟲不僅可自由遊走於海鱷之胃腔，同時亦可鑽入其胃壁組織內，以個別蟲體或以群體方式侵入海鱷再生之胃壁組織，甚致形成蟲穴(nest)狀病理組織。成蟲則存在於胃和盲腸腔，大量蟲體經常與消化中的食物相互纏繞 (Deardorff and Overstreet, 1981)。

1999 年澎湖箱網養殖海鱷感染可能為 *Sphaerospora* 屬之黏孢子蟲，而在一個月內造成高達 90% (49500/55000)的累積死亡率 (Chen et al., 2001)。海鱷血液、腎絲球、腎小管和腎間質內出現黏孢子蟲孢外及孢子蟲兩階段原蟲，而腎小管為主要感染器官，各階段孢子體附著於其管壁皮膜組織之刷狀緣上，成熟孢子則出現在管腔中。

四、澎湖地區箱網養殖海鱷寄生蟲相調查結果

筆者自九十年代開始連續兩年接受農委會漁業署委託執行「發展海面箱網養殖管理技術」群體計畫中內寄生蟲(endoparasite)調查防治研究，針對澎湖地區三處海鱷箱網養殖場進行採樣調查，至今已檢視體重由 3 至 4250 公克、發育期包括魚苗至上市成魚者共計 173 尾，其中以體重 3 克數量 82 尾的魚苗為最大宗標本。

調查初期除寄生於鰓部之外寄生蟲魚虱外，並未發現任何寄生於海鱷體腔、肌肉、血液、消化道和其他臟器的內寄生蟲。顯示業者普遍以人工餌料取代下雜魚之養殖策略，雖主要基於省時方便之考量，但顯而可見之重要附加效益即為有效阻斷寄生蟲生活史，使

可能擔任其中間寄主或保蟲寄主之下雜魚類不致直接被海鱷攝食。

而自九十年十一月份開始至越冬後的九十一年一月份，陸續由採集魚體之消化道中檢獲複殖吸蟲成蟲和絛蟲幼蟲。前者主要為半尾科(Hemiuridae)指腺吸蟲屬(*Lecithocladium*)吸蟲，偶有孔腸科(Opecoelidae)者，雖為海魚消化道之常見吸蟲，然而對海鱷而言皆是寄主新紀錄；後者由於缺乏成體，只能由頭節附著器官判定應屬原頭科(Proteocephalidea)者。上述發現皆屬於魚類感染寄生蟲之魚病學範疇，由於感染程度輕微，平均密度亦為個位數，吸蟲體長僅為 2.73-3.46 公分，因而尚不致因掠奪寄主海鱷之營養而妨礙其發育生長。

值得注意並繼續調查監控的發現是出現在海鱷肌肉內的屬於原蟲之微孢子蟲孢囊。91 年 1 月低溫期標本內之盛行率極低，僅為 12.5%(2/16)；而 5 月份水溫回升後的標本其盛行率則上升至 25%(6/24)，平均密度為 6.17(個/隻魚)，豐富度為 1.54(個/隻魚)。以檢出孢囊體重為 200 克的魚體而言，此平均密度數值甚低，因而魚體外觀及肌肉正常，並未出現如鰻魚遭受微孢子蟲嚴重感染導致之凹凸病病徵。微孢子蟲的感染途徑至今未明，咸認係經攝食進入魚體，再由腸道進入血液而後被運送至肌肉和其他內臟繁殖。微孢子蟲感染鰻魚時引起其肌肉萎縮，臺灣曾在民國 62 至 63 年間在中南部發生過嚴重流行，其中尤以鹿港地區為烈。鰻魚遭寄生部位柔軟而凹陷，呈現因肌肉組織之發炎壞死而致之乳白色粥狀物。至今雖未在海鱷標本內發現相似病徵，但由於受染部位和病徵所在皆為肌肉，不僅嚴重影響海鱷養殖和養成後之經濟價值，對推廣海鱷生魚

片商品而言尤屬大忌。

由於魚苗完全沒有任何寄生蟲感染，顯示體重 200-300 克魚體消化內之複殖吸蟲成蟲、條蟲幼蟲和頭節以及肌肉內微孢子蟲孢囊之來源應為周圍海域內其他水族，而如微孢子蟲類原蟲則可能直接經水傳播。

五、澎湖附近海域寄生蟲調查結果

調查箱網附近野生魚類內寄生蟲感染發現：馬公及七美海域之臭都魚仍有宮脂線蟲感染，但盛行率與 89 年相比已顯著降低。其他野生魚種消化道內發現線蟲感染的有：雙帶烏尾鮫(宮脂線蟲和安尼線蟲之第三期幼蟲)、仰口鰻、褐斑長鰭天竺鯛(皆為安尼線蟲幼蟲)。消化道內有複殖吸蟲感染的有：寶刀魚、托爾逆鈎鰻、粗紋鰻、庫氏天竺鯛，包括半尾科、牛首科等，蟲種則待鑒定；完全無內寄生蟲感染的有：烏魚、燕尾光鰓雀鯛、烏伊蘭金眼鯛和木葉鰻。

分析魚消化道之內含物發現：多種野生魚類攝食可作為線蟲中間寄主之浮游動物，如橈足類、甲殼類和多毛類等，顯示臺灣海峽之野生魚類有擔任寄生線蟲中間寄主或保蟲寄主之可能，可在浮游動物與箱網養殖魚類間傳遞內寄生蟲。雖然目前並未發現海鱷感染任何線蟲，但養殖環境中的確已存在海獸胃線蟲幼蟲來源，同時此線蟲生活史所須之各類寄主動物亦已齊備，充分顯示海獸胃線蟲實為臺灣海峽海域箱網養殖之潛在威脅。

調查浮游動物時是以不同網目的浮游動物網進行採樣，範圍為澎湖內灣及外海海域，深度由水面至水下 10 公尺。獲得的種類包括甲殼綱橈足類之各類水蚤、哲水蚤，端足類、糠蝦類、磷蝦類、介形類、等足類和毛顎類之箭蟲等。截至目前已搜集到在海水中自由生活的線蟲，但尚未由上述浮游動物中檢查出任何線蟲幼蟲或吸蟲感染。不過，分析所採集浮游動物之種類與數量，再次顯示海獸胃線蟲生活史所須之第一和第二中間寄主皆已齊聚於此海域，養殖海鱺固然因改飼人工餌料而不致攝食可能保有幼蟲之下雜魚類，但環境中齊集之浮游動物類中間寄主，對箱網養殖漁業之威脅實已不容輕忽。

至於目前對澎湖箱網養殖海鱺而言，造成較嚴重之干擾且可能發展為更具威脅性的兩類寄生蟲：單殖吸蟲和微孢子蟲，而調查監控周圍海域中單殖吸蟲唯一的幼蟲期 - 瘤狀纖毛幼蟲 (oncomiracidium) 和微孢子蟲之傳播期蟲體的存在與密度實為當務之急。然而文獻中至今並無任何研究此二種寄生蟲生活史的理想策略，有待寄生蟲和漁業生物學者之探討開發。

六、預防策略

根據已發表之文獻報告以及筆者所具寄生蟲學專業背景與近年來從事箱網養殖魚類寄生蟲症研究之實務經驗，歸納衍生下列預防寄生蟲感染的策略，供專研水產養殖之學者專家和業者參考，以期發展出防範感染或改善近況之有效策略。

1、阻斷線蟲生活史

基於寄生蟲學觀點，防治養殖魚類內寄生蟲感染的最理想方法是直接阻斷其生活史。由於目前本地箱網養殖業者已普遍放棄下雜魚而改以人工餌料飼養海鱸，因此已與前述主張相契合。如果仍偶需投餵下雜魚時，不宜使用生鮮而可能擔任保蟲寄主之下雜魚類。此外，魚體以零下 20 °C 冷凍 60 小時是殺死幼蟲 去除線蟲感染的標準操作程序。

2、定時清洗網具以去除附著之浮游動物類中間寄主

智利學者(Gonzalez, 1998)對預防感染策略提出以下建議：定期進行包括浮筒、錨繩、固定繩和網袋等所有網具的徹底清洗工作，可有效去除附著其上、作為線蟲中間寄主的所有浮游性動物，達到阻斷線蟲生活史目標。清洗工作在線蟲盛行率最高的春季時刻尤需徹底執行。

3、藥物防治

截至目前，在箱網養殖魚類的內寄生蟲研究上並未出現此類文獻。推究可能原因不僅是對供食用魚體藥物殘留之顧慮，亦應屬養殖效益上之考量。魚類若確定為海獸胃線蟲之終寄主，則線蟲寄生於幾乎不被食用的消化道內，可直接銷毀丟棄，使其不致成為蟲卵來源即符合公共衛生要求。而在加工處理魚體過程中則必須非常謹慎，規畫妥善之處理流程務使魚肉不被污染，此狀況下並無投藥之需要。

若魚類擔任線蟲之中間寄主，則感染性第三期幼蟲多寄生在主要食用部位的魚肉內，除採前述冷凍程序去除感

染外，並無其他合適藥物可殺死此階段幼蟲。然而對海鱷如此大型且經年養殖的魚種而言，若證實其可擔任線蟲終寄主而有成蟲感染，為防止出現線蟲感染之累積效應(因為線蟲生命期可長達數十年，寄生於消化道內的線蟲可抵抗寄主消化分解作用而存活，海鱷則可能由於陸續攝入幼蟲，在其消化道內發育而累積成為大量成蟲)，避免導致飼料營養損失且增加魚品加工時之困難性，可嘗試投食醫用之廣效性抗蠕蟲藥物驅蟲，藉以達到治療效果。此構想尚需以實驗驗證其可行性，業界不宜輕率投藥。

4、選擇適合海域進行箱網養殖

對於素稱「海洋牧場」之箱網養殖業的經營管理，至今尚未出現此類建議。誠然，在廣闊海域中以網具圍築成立體空間，將水族養殖於接近其自然生態的環境中，良好的水質使其生長理想而降低罹病率，此原為箱網養殖的優點和特色。然而對海域較為封閉且水深較淺之養殖區域如澎湖內灣和屏東大鵬灣等，上述優點似乎已因水流緩慢、廢物沈積而需考量養殖區域是否適當的問題。

澎湖內灣海域的水深在退漲潮時分別僅為六至十公尺，廢物沈積程度之嚴重性及其對箱網養殖可能產生之影響，至今雖未見相關研究報導，不過由該地養殖業者對颱風的態度應可略窺端倪。在 2001 年 6 月遭受奇比颱風毀滅性破壞之前，多數業者並不排斥颱風，因為颱風引起的海流適於翻覆養殖區底土，沖散沈積之含硫廢物和殘餌之汗

泥，使底部土壤得以更新，很多正在治療中的魚病往往在颱風過後而消失(古鎮鈞等，2000)。因此對此區養殖業者而言，颱風不僅無害反倒有沖走沈積物和更新底土的功能。

從寄生蟲的生活史和散播方式來看，在較為封閉的海域中，寄生蟲蟲卵和感染性幼蟲的密度必然高於開放且海流急速之海域，甚致特定的寄生蟲已因其所需的各類寄主畢集此區而建立完整的生活史。值此之際，無論箱網養殖魚類是此寄生蟲之中間寄主或終寄主，無論感染寄生蟲導致的問題屬於人畜共通寄生蟲病或魚病學領域，箱網養殖的成功性和收益勢必難逃此潛在病原之斲傷。

綜上所述，欲有效防範寄生蟲感染，在主要箱網養殖海域中下列工作實應長期且持續性進行：對該環境中寄生蟲物種之查明、感染參數之調查統計以及可能擔任其寄主之各種動物感染密度之監控等。若實質且完整之數據顯示：某些箱網養殖海域中嚴重影響養殖效益之寄生蟲種持續盛行，甚致已成功建立其生活史，至此則需慎重評估研判在該區域進行箱網養殖之適合性，否則放養之魚群反倒擴大寄生蟲之寄主族群並增加其盛行程度，箱網養殖漁業因寄生蟲感染所致之各類威脅恐將永無妥善解決之策略。

參 考 文 獻

古鎮鈞、許慶興和陸知慧 (2000) 目前澎湖海上箱網養殖業者之例行工作與天然災害處理。水產養殖論文集第二期，漁業署養殖

特刊第二號，63-75 頁。

施秀惠 (2001) 概說海獸胃線蟲。臺大漁推第十三期，1-13 頁。

Chen, S. C., Kou, R. J., Wu, C. T., Wang, P. C. and Su, F. Z. (2001) Mass mortality associated with a *Sphaerospora*-like myxosporidean infestation in juvenile cobia, *Rachycentron canadum* (L.), marine cage cultured in Taiwan. *Journal of Fish Diseases* 24, 189-195.

Deardorff, T. L. and Overstreet, R. M. (1981) Larval *Hysterothylacium* (= *Thynnascaris*) (Nematoda: Anisakidae) from fishes and invertebrates in the Gulf of Mexico. *Proceedings of the Helminthological Society of Washington* 48, 113-126.

Gonzalez, L. (1998) The life cycle of *Hysterothylacium aduncum* (Nematoda: Anisakidae) in Chilean marine farms. *Aquaculture* 162, 173-186.

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.

誌 謝

本研究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 90 農科-1.1.4-漁-F1(7)和 91 農科-1.1.5-漁 F1(7)。筆者感謝臺灣大學前主任秘書黃冠棠教授協助、醫學院副教授吳明賢醫師安排觀摩內視鏡之操作並詳盡示範解說，使筆者得因觀察此技術之實際運作進而理解其在海獸胃線蟲症診斷和治療上的應用，以及在此症研究發展史上的價值，謹此深致謝忱。

施秀惠