

熱帶性異種鰻養殖

TROPICAL ANGUILLIDS AQUACULTURE



熱帶性異種鰻養殖

TROPICAL ANGUILLIDS AQUACULTURE

林天生 著



行政院農業委員會水產試驗所
Fisheries Research Institute, COA

中華民國一〇八年四月
April 2019

序

臺灣地處亞熱帶，氣候條件適合鰻魚生長，且每年冬季於沿海均可捕獲相當數量的鰻線，先天條件極適合發展鰻魚養殖。臺灣的鰻魚養殖始於1923年，至1956年才由當時的本所鹿港分所(即現在的淡水繁養殖研究中心)養殖試驗成功，並推廣至民間，1966年開始商業化養殖，1991年產值高達5億6千萬美元，佔當時日本市場供應量的50%以上，為臺灣贏得養鰻王國的美譽。

近年來日本鰻鰻線捕獲量急遽減少，鰻線價格高漲，影響養鰻業的發展。為了因應日本鰻養殖產業的缺口，東亞各國興起了異種鰻的養殖風潮，開始嘗試引進歐洲鰻、美洲鰻、鱸鰻、太平洋雙色鰻、雙色鰻進行養殖。但歐洲鰻近30年資源量急遽下降，2007年華盛頓公約列為附錄二物種，2010年已被禁止出口。日本環境省於2013年將日本鰻指定為瀕危物種，2014年國際自然保護聯盟組織(IUCN)也把日本鰻與美洲鰻列入紅皮書的瀕危物種。

鱸鰻、太平洋雙色鰻、雙色鰻養殖為臺灣新興產業，但由於與溫帶性日本鰻之生理生態習性不同，採用日本鰻的養殖模式，幼苗期育成率普遍不佳。水產試驗所近年來投入此三種熱帶性異種鰻相關研究，迄



Tropical Anguillids Aquaculture

今已累積許多可資運用的成果與經驗可供業界參考應用特將期彙集成「熱帶性異種鰻養殖」一書出版內容涵蓋三種鰻魚的分類及形態特徵、鰻線及成鰻與日本鰻的外型分辨、生活史、養殖設施及整備工作、鰻線的馴餌及膏狀飼料製作、水溫的忍受範圍、適當的培育水溫、放養密度、成鰻的飼料性狀與效率、水質管理、疾病防治、加工特性等，期望透過關鍵技術的確立，能有助於提高鰻苗期間的育成率、降低飼料成本及疾病感染、減少成鰻養殖期間的投藥，能有助於提高單位產能、養成品質與經濟效益，重建我國鰻魚養殖產業的競爭力。

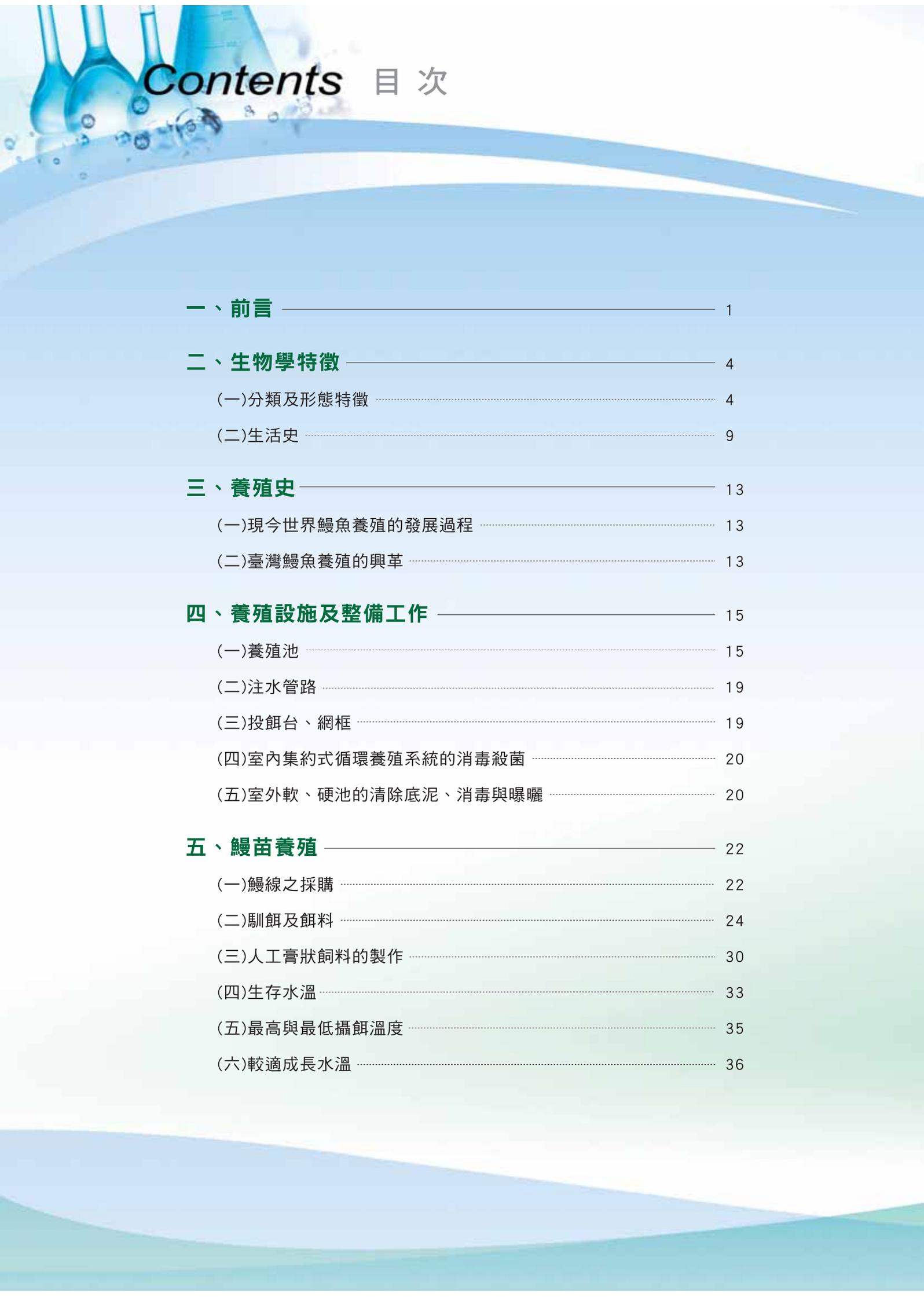
行政院農業委員會水產試驗所

所長

陳君如 謹識

中華民國一〇八年四月

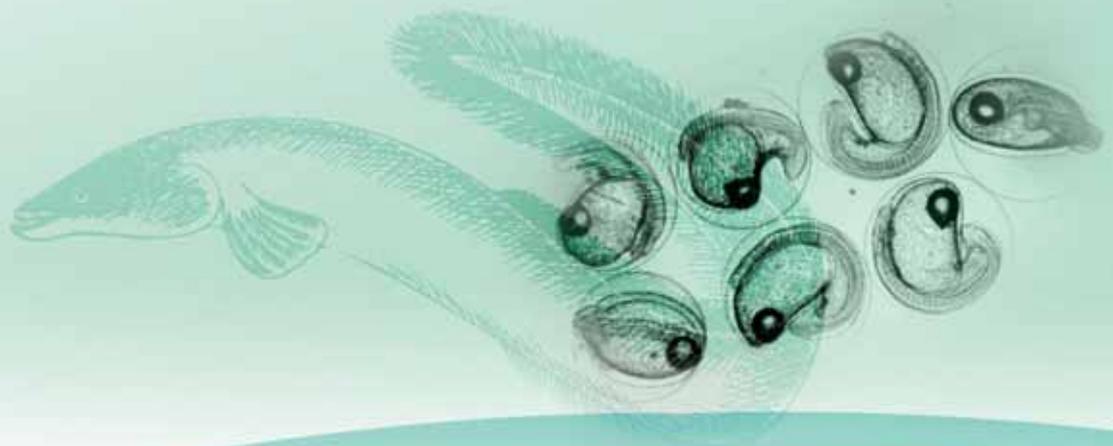




Contents 目次

一、前言	1
二、生物學特徵	4
(一)分類及形態特徵	4
(二)生活史	9
三、養殖史	13
(一)現今世界鰻魚養殖的發展過程	13
(二)臺灣鰻魚養殖的興革	13
四、養殖設施及整備工作	15
(一)養殖池	15
(二)注水管路	19
(三)投餌台、網框	19
(四)室內集約式循環養殖系統的消毒殺菌	20
(五)室外軟、硬池的清除底泥、消毒與曝曬	20
五、鰻苗養殖	22
(一)鰻線之採購	22
(二)馴餌及餌料	24
(三)人工膏狀飼料的製作	30
(四)生存水溫	33
(五)最高與最低攝餌溫度	35
(六)較適成長水溫	36

(七)光照時間	39
(八)放養密度	40
六、成鰻養殖	42
(一)養殖體型	42
(二)養殖環境	42
(三)飼料之投餵	43
(四)水質管理	47
七、疾病防治	48
(一)寄生蟲病	48
(二)細菌性疾病	52
(三)鰻魚養殖用藥	54
八、異種鰻的加工特性	57
九、展望	61
參考文獻	64





一、前言

臺灣的鰻魚產業萌芽於民國 40 年代，在業界與政府的共同努力下，1988 年養殖產量高達 51,000 公噸，產值約新臺幣 150 億元，後續產量持續增加，1991 年外銷日本鰻魚達 62,000 公噸，佔日本鰻魚總消費量 52% 以上，可說是臺灣養鰻業最繁盛時期。近年來由於河川棲地破壞、人為濫捕以及氣候變遷等因素，造成東亞日本鰻苗天然資源大減，從過去年產量數百公噸降至數十公噸，導致價格高漲，加上中國養鰻業於 80 年代迅速崛起，使得臺灣傳統的養鰻產業已日漸萎縮，養鰻王國已被中國取代。且 2007 年歐洲鰻 (*Anguilla anguilla*) (圖 1) 被華盛頓公約列為附錄二物種，2010 年已被禁止出口。鑑於日本鰻 (*A. japonica*) (圖 2) 天然資源銳減，日本環境省於 2013 年將其指定為瀕危物種。2014 年國際自然保護聯盟組織 (IUCN) 也把日本鰻與美洲鰻 (*A. rostrata*) (圖 3) 列入紅皮書的瀕危物種。臺灣林務局更在 2017 年把日本鰻列入臺灣淡水魚紅皮書的極度瀕危物種。



圖 1 歐洲鰻



圖 2 日本鰻



圖 3 美洲鰻

為了因應日本鰻養殖產業的缺口，近年來東亞各國興起了異種鰻 (日本亦稱次世代鰻) 的養殖風潮。臺灣過去曾嘗試養殖歐洲鰻、美洲鰻、鱸鰻 (*A. marmorata*，俗稱花鰻) (圖 4)、太平洋雙色鰻 (*A. bicolor pacifica*，俗稱黑鰻) (圖 5)、雙色鰻 (或稱印度洋雙色鰻 *A. bicolor bicolor*，俗稱黑鰻) (圖 6) 等。中國亦曾嘗試養殖上述種類及莫



圖 4 鱸鰻



圖 5 太平洋雙色鰻





圖 6 雙色鰻

三比克鰻 (*A. mossambica*)。異種鰻的養殖在 2013 年達到高峰，2014 年因日本鰻苗豐收，導致異種鰻價格大幅崩落，業界放養意願降低。但長期來看，日本鰻苗的供應還是處於衰退趨勢，因此異種鰻的發展，仍有一定市場潛力。熱帶性異種鰻苗價約 2–5 元/尾，與目前平均 1 尾動輒百元以上的日本鰻苗比較，相當廉價。太平洋雙色鰻、雙色鰻成長迅速，僅次於日本鰻，約 8–10 個月便可成長到製作蒲燒鰻的體型 (4 尾/kg)，口感不錯。早期活鰻與加工鰻的消費市場主要集中在日本，近年來國際市場，如美國、俄羅斯、香港、韓國等對於加工鰻消費量大增 (表 1)，對大規格鰻 (2 尾/kg) 需求也較大，且需求沒有明顯的季節性，黑鰻可望成為日本鰻之替代品。鱸鰻初期成長雖較黑鰻慢，但後期可成長至較大體型 (圖 7)，深受華人社會喜愛。因此政府應針對異種鰻養殖技術和消費市場開拓問題，來協助產業發展。

早期世界主要養殖鰻魚品種及生態調查，重點都集中在日本鰻、歐洲鰻及美洲



圖 7 大型鱸鰻

鰻。但由於此三種天然鰻線資源明顯大量減少，近年來轉而開發熱帶性品種，而相關的生理生態研究還非常缺乏。中國自 2005 年從菲律賓或印尼等產地引進大量鱸鰻鰻線約 3,000 多萬尾，經 50 家養殖場進行培育，但只有 2 家養殖成功，引進數量逐年增加，2006 年約 6,000 多萬尾，2007 年達 1 億尾，2008 年約 2 億尾進行育苗 (樊，2009)，其鰻苗養殖主要集中福建，成鰻養殖則集中在廣東、海南，但尚未建立一套成熟的培育技術，因此其活存率不高，現有的成鰻產量還不能滿足市場需求。曾等 (2013) 在日本鰻業界的活存戰略和異種鰻的分辨報告中指出，雙色鰻第 1 年的活存率是 20%，第 2





年是 40%。另外日本、韓國與臺商近年皆紛紛在爪哇當地發展雙色鰻的養殖與加工產業，唯其養殖技術仍在發展階段，其初期死亡率極高，尚待克服。在臺灣，鱸鰻自 1989 年雖然是世界唯一列入保育的國家，但早有業者大量自東南亞輸入鰻線，2009 年解除鱸鰻禁捕令，鱸鰻可在臺灣合法進行養殖及販售，但育成率不高。近年來淡水繁

養殖研究中心竹北試驗場分別針對鱸鰻、太平洋雙色鰻、雙色鰻養殖進行探討及訪查，發現此三種熱帶性鰻，業者仿照一般室外土池，屬溫帶性的日本鰻養殖方式，育成率只有 20-30%。經改善初期養殖模式，幼苗每尾體重達 2 g 前，採室內小水體溫控，提高飼育溫度至 30℃，可大幅提高活存率，使後期成鰻養殖可順利進行。

表 1 中國的活鰻、加工鰻主要輸出國與數量(2010-2012 年)

	2010 年	2011 年		2012 年	
	數量(t)	數量(t)	與 2010 相比	數量(t)	與 2010 相比
活 鰻					
日 本	6,116	4,741	-22.5%	3,263	-46.6%
韓 國	1,353	203	-85.0%	13	-99.0%
香 港	1,314	692	-47.3%	547	-58.4%
加 工 鰻					
日 本	23,371	21,418	-8.4%	16,124	-31.0%
美 國	4,424	3,896	-11.9%	3,811	-13.9%
俄羅斯	2,765	3,369	21.8%	4,496	62.6%
香 港	976	1,548	58.6%	2,290	134.6%
韓 國	938	529	-43.6%	136	-85.5%

資料來源：中國鰻魚網



二、生物學特徵

(一) 分類及形態特徵

淡水鰻在分類上屬於鰻鱺目 (Anguilliformes)、鰻鱺科 (Anguillidae)、鰻鱺屬 (*Anguilla*)。全世界總共有 19 種淡水鰻，除了美洲鰻及歐洲鰻分布在大西洋外，其餘 17 種皆分布在印度洋、太平洋。依照淡水鰻皮膚花紋、背鰭起點至肛門的相對距離與全長的百分比 (其值在 7-17% 的稱長背鰭型 (圖 8 上)，在 0-5% 的稱短背鰭型 (圖 8 下)；小澤貴和等，1999)、和上額齒帶的寬窄，可分為四群。

第一群有斑紋無齒溝，第二群有斑紋有齒溝，第三群無斑紋長背鰭型，第四群無斑紋短背鰭型 (圖 9)。

第一群的種類有西里伯斯鰻 (*A. celebesensis*)、內唇鰻 (*A. interioris*) 和大口鰻 (*A. megastoma*)；第二群的種類有鱸鰻 (長背鰭型) (圖 10 上)、澳洲寬鰭鰻 (*A. reinhardtii*)、祖先鰻 (*A. ancestralis*)、亞洲雲紋鰻 (*A. nebulosa nebulosa*) 和東非雲紋鰻 (*A. nebulosa labiata*)；第三群的種類有歐洲鰻、美洲鰻、莫三比克鰻、戴氏紐西蘭鰻 (*A. diffebachii*)、婆羅洲鰻 (*A. borneensis*) 和日本鰻 (長背鰭型) (圖 10 下)；第四群的種類有雙色鰻 (短背鰭型) (圖 11 上)、太平洋雙色鰻 (短背鰭型) (圖 11 下)、澳洲短鰭鰻 (*A. australis australis*)、新澳洲短鰭鰻 (*A. australis schmiditii*) 和灰鰻 (*A. obscura*)。

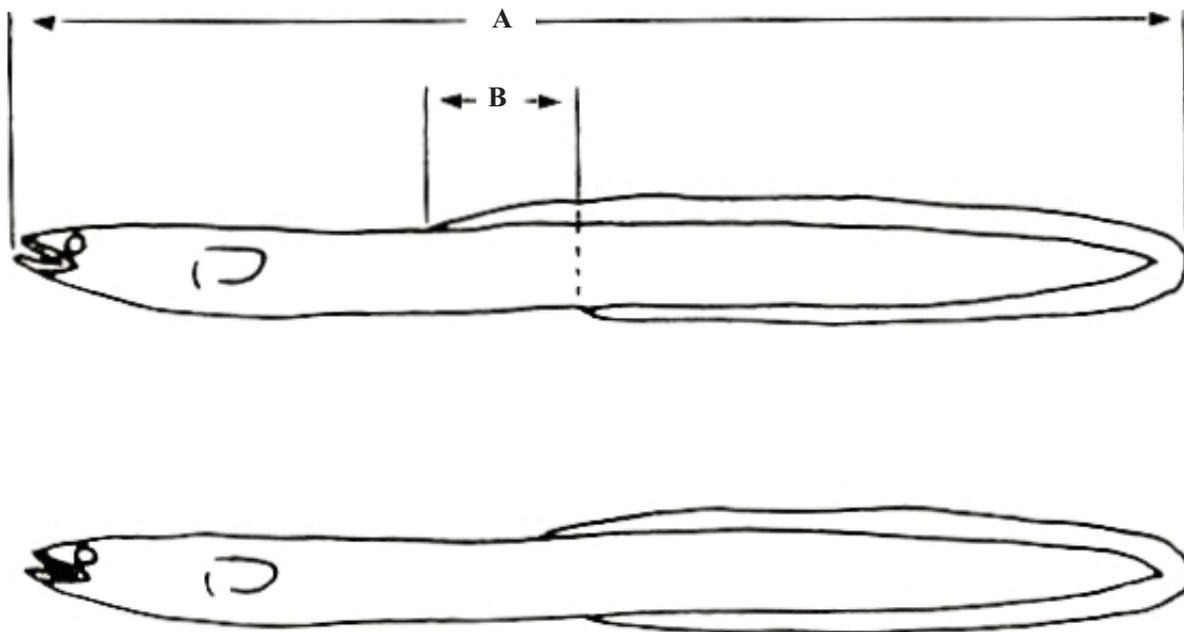


圖 8 在鰻魚屬魚類長鰭型(上)和短鰭型(下)(多部田，1992)(A：全長；B：肛門-背鰭起點長)





第一群：有斑紋無齒溝，上顎骨較粗



- 1.西里伯斯鰻 (*A. celebesensis*)
- 2.內唇鰻 (*A. interioris*)
- 3.大口鰻 (*A. megastoma*)

第二群：有斑紋有齒溝，上顎骨較細



- 1.祖先鰻 (*A. ancestralis*)
- 2.鱸鰻 (*A. marmorata*)
- 3.東非雲紋鰻 (*A. nebulosa labiata*)
- 4.亞洲雲紋鰻 (*A. nebulosa nebulosa*)
- 5.澳洲寬鰭鰻 (*A. reinhardtii*)

第三群：無斑紋長背鰭型，背鰭自肛門前方開始



- 1.歐洲鰻 (*A. anguilla*)
- 2.婆羅洲鰻 (*A. borneensis*)
- 3.戴氏紐西蘭鰻 (*A. diffebachii*)
- 4.日本鰻 (*A. japonica*)
- 5.莫三比克鰻 (*A. mossambica*)
- 6.美洲鰻 (*A. rostrata*)

第四群：無斑紋短背鰭型，背鰭自肛門上方開始



- 1.澳洲短鰭鰻 (*A. australis australis*)
- 2.新澳洲短鰭鰻 (*A. australis schmidtii*)
- 3.雙色鰻 (*A. bicolor bicolor*)
- 4.太平洋雙色鰻 (*A. bicolor pacifica*)
- 5.灰鰻 (*A. obscura*)

圖9 19種淡水鰻魚分成四大群



圖10 長背鰭型(上：鱸鰻；下：日本鰻)



圖11 短背鰭型(上：雙色鰻；下：太平洋雙色鰻)



目前我國有養殖潛力之異種鰻種類有鱸鰻、太平洋雙色鰻、雙色鰻。鱸鰻俗稱花鰻、烏耳鰻，中國稱花鰻鱮，分布範圍大於其他各種鰻魚，西起東非馬達加斯加島，東至法屬玻里尼西亞，北起日本，南至南太平洋。鰻魚一般認為是單一系群（單一物種相同族群），但屬熱帶型的鱸鰻，經分子生物的分析，發現有複數的族群，共有北太平

洋、南太平洋、印度洋及關島等四個主要族群。發育初期的日本鰻鰻線尾柄及尾鰭上無明顯黑色素胞（圖 12）；而鱸鰻在尾柄上有明顯黑色素胞（圖 13）；太平洋雙色鰻則在尾鰭上有點狀黑色素胞（圖 14），漁民於鰻線捕撈上岸後，根據尾部有無黑色素胞分成白鰻（日本鰻）與黑鰻（鱸鰻、太平洋雙色鰻）。



圖 12 日本鰻鰻線尾柄及尾鰭上無明顯黑色素胞



圖 13 鱸鰻鰻線尾柄上有明顯黑色素胞



圖 14 太平洋雙色鰻鰻線尾鰭上有點狀黑色素胞





鱸鰻長大後，體延長而頗粗壯，軀幹部呈圓柱形，尾部稍側扁。頭大而稍平扁，前部鈍圓，吻中大，圓鈍（圖 15）與日本鰻之微尖型的吻明顯不同（圖 16）。眼小，圓形，約位於上頷中部的上方，眼間隔寬平。口寬大，前位，口裂很深，口角超過眼後緣，下頷稍長於上頷。體被細長小鱗，隱埋於皮下，體表光滑，多黏液。背鰭與臀鰭均與尾鰭相連，背鰭的起點至鰓裂的距離短於至肛



圖 15 鱸鰻吻中大、圓鈍



圖 16 日本鰻吻微尖

門的距離。無腹鰭，尾鰭圓鈍。體背部灰褐或灰黃色，腹部顏色較為淡白。體側及鰭上具有許多不規則的暗褐色塊狀斑紋及大小均勻的灰黑色斑點，背鰭及臀鰭後部邊緣呈黑色。軀椎骨 41—44，脊椎骨 104—110，鰓條骨 10—12，胸鰭條 16—20。

鱸鰻在幼鰻前、中期，成長速度較日本鰻、太平洋雙色鰻、雙色鰻慢，但後期則可加倍成長，其最終體型則較前三種都大。根據文獻指出，被捕獲的最大體長可達 180 m，重達 28 kg。臺灣民間認為鱸鰻可以滋養身體，因此身價高昂，過去在保育期間，仍有私下的養殖、買賣以及餐廳的消費，池邊售價 1 斤約 1,000 元。日本鰻的外銷售價以每公斤 4—5 尾單價最高，再大的體型，單價反而下降，而鱸鰻則越大，單價越高。鱸鰻養至 3 斤上市體型，一般需 2—3 年以上時間，因此目前主要採分段養殖，可分擔風險，業者依自己專業能力從事鰻苗培育或成鰻養殖（鄭，2011）。

太平洋雙色鰻俗稱短背鰻、青嘴巴鰻、二色鰻，分布範圍是印度洋至西太平洋，包括帛琉、臺灣、菲律賓及新幾內亞等地區河川溪流皆有其蹤跡。本種主要的特徵在於背鰭起點和臀鰭之起點極為接近（圖 11 下），二者之距離約為全長之 0.2—0.8%。由於背鰭較一般鰻魚短，因此又被稱為短背鰻型鰻（曾，1986）。頭部較寬而扁，吻部鈍而寬圓（圖 17）。體背呈灰褐色，腹部淡白色，全身均無斑點。本魚體延長呈圓柱形，但肛門後的尾部則稍側扁。鱗片細小，隱埋於皮下，體表光滑多黏液。胸鰭極為短小，無腹鰭。



脊椎骨 106—115，軀椎骨 41—45，鰓條骨 9—13，胸鰭條 15—20。

雙色鰻或稱印度洋雙色鰻，分布於印度洋的熱帶沿岸，包括南非東部、馬達加斯加、印度、印尼、菲律賓、斯里蘭卡、孟加拉、緬甸、澳洲西北部、塞席爾群島、巽他群島，屬短背鰭型。雙色鰻與太平洋雙色鰻相比，吻部較圓而短（圖 18），上方觸鬚不明顯，幼苗期體色偏淡褐色。前上頷犁骨齒帶長為上頷骨齒帶長的 71%，肛門至背鰭前端基部的距離為全長的 3.6%。脊椎骨 101

—107，軀椎骨 40—43，鰓條骨 10—13，胸鰭條 14—20。

在臺灣河口域捕獲的鱸鰻、太平洋雙色鰻和日本鰻等鰻線，其體長範圍鱸鰻為 46—52 mm、太平洋雙色鰻為 44—50 mm、日本鰻為 54—58 mm，肉眼可看出鱸鰻和太平洋雙色鰻較短胖，日本鰻較瘦長（圖 19）。頭部在顯微鏡下觀察，明顯可看到日本鰻頭部較尖，眼部後方有較大且密集的黑色素胞（圖 20），而鱸鰻和太平洋雙色鰻頭較鈍，眼部後方的黑色素胞較小且分散（圖 21、22）。



圖 17 太平洋雙色鰻吻部鈍而寬圓



圖 18 雙色鰻吻部較圓而短



圖 19 臺灣常見的鰻線(上：鱸鰻；中：太平洋雙色鰻；下：日本鰻)



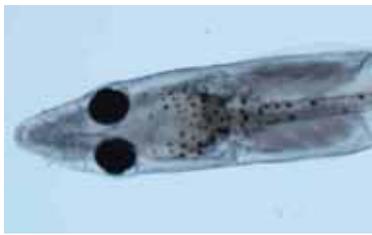


圖 20 日本鰻鰻線眼部後方有較大且密集的黑色素胞



圖 21 鱸鰻鰻線眼部後方黑色素胞較細

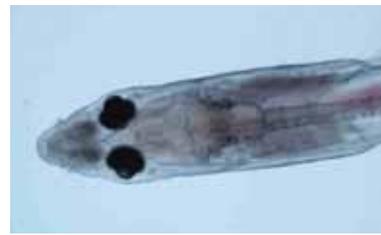


圖 22 太平洋雙色鰻鰻線線眼部後方黑色素胞較細且疏

(二) 生活史

鰻魚屬廣泛分布於全世界，在各地從古代就傳說一些神話和民間故事，鰻魚在淡水中棲息成長，然後會從河川降海進行洄游產卵後而死亡。香川 (2005) 綜合目前在實驗室進行活體內和活體外的試驗結果，認為雖然鰻魚一到水溫 20–25°C 時，就會開始卵黃形成，但是推測降河後可能會游向水溫 15°C 以下 (水深約 700–800 m) 海域，慢慢的進行卵黃形成。在水溫 20–25°C，水深約 100–200 m 引起卵成熟，更進一步在 25

–30°C，水深約 100 m 以內進行產卵。而塚本 (2012) 則根據研究船在水深 160 m 水層，採集到大量前期柳葉鰻幼生。另外，160 m 水層正好是水溫急遽變化的溫度躍層的最上部，剛好是植物性浮游生物及其死骸堆積，葉綠素濃度最大水層 (150 m) 正下方。很可能在約 200 m 深產卵，由於受精卵比海水輕，隨著受精卵出現，受精卵理應慢慢往上浮，孵出的前期柳葉鰻幼生，應聚集在海水密度很大改變的溫度躍層，因而推定日本鰻產卵水深約在 200 m (圖 23)。



圖 23 日本鰻的生活史





以往認為鰻魚為一次性產卵，但是，風藤 (2010) 指出，依據 2008—2009 年，日本水產廳及水產綜合研究中心所執行的鰻魚產卵生態調查，捕獲生殖腺已充分發育的雌、雄鰻魚。初次能根據這些，進行人工催熟鰻魚與天然成熟鰻魚的成熟情形比較。天然成熟的鰻魚，全部從月初的數日間被捕獲，雌鰻中有一尾腹內還殘留有過熟的卵。其他的個體存在所謂排卵後的濾泡構造，意味著已產卵。根據這種發現，認為鰻魚應侷限於月初的數日間產卵。另外，檢查產卵後的卵巢，發現有很多成長中的卵母細胞，而行多次產卵的魚種也被認為有同樣的情形，鰻魚有可能在月初的時候完成多次產卵。事實上，在日本養殖研究所於人工操作下，已確認能由同一個體獲得多次採卵。

關於賀爾蒙分泌量的調查，已瞭解天然成熟和人工催熟鰻魚有很大的差異。人工達到成熟的鰻魚，幾乎沒有發現濾泡激素，而天然成熟的鰻魚有比較高量的存在。這顯示已儲備朝下次產卵時必要有的濾泡刺激素，證明前述鰻魚行多次產卵。廣瀨 (2012) 亦指出，鰻魚和鮭魚一樣，卵巢內的卵不會同時成熟，產卵後在卵巢內會殘留初期卵黃形成階段的卵。

另外，在環境因子對鱸鰻種魚成熟影響試驗中亦發現，經由 20°C 海水蓄養 3 個月後，卵巢明顯增大 (圖 24、25)，解剖取出的卵巢，經顯微鏡觀察，發現有兩種不同卵徑的卵粒集團 (圖 26)，很顯然鱸鰻屬多次產卵 (林，2012)。

鰻魚其生命從受精卵開始，須經過前期

柳葉鰻、柳葉鰻、玻璃鰻、鰻線、黃鰻和銀鰻等七個階段 (曾等，2012)。

1. 卵期 (Egg-stage)：位於水深約 200 m 以內產卵。
2. 前期柳葉鰻 (Preleptocephalus)：剛孵化之後的鰻魚仔魚稱之為卵黃囊期的前期柳葉鰻，尚保有母體的卵黃物質，而不需要仰賴外界的食物，有著與身體非常不搭調的針狀長齒，這特化的牙齒會被誤認可能是肉食性，但該長齒並不適合捕捉會動的餌料。
3. 柳葉鰻 (Leptocephalus)：在大洋隨洋流長距離漂游，此時身體扁平透明，薄如柳葉，便於隨波逐流。
4. 玻璃鰻 (Glass eel)：在接近沿岸水域時，身體微透明，且轉變成流線型，減少阻力，運動方式由被動式浮游變成主動洄游，以脫離強勁洋流進入沿岸水域。
5. 鰻線 (Elvers)：進入河口水域時，開始出現黑色素，卻也形成養殖業鰻苗的捕捉來源。
6. 黃鰻 (Yellow eel)：是鰻魚的成長和定棲階段，體色會隨著棲地環境改變，養殖的鰻魚有黑色、青藍色和黃綠色等，在河川成長的，魚腹部呈現黃色。
7. 銀鰻 (Silver eel)：在成熟時，魚身轉變成類似深海魚的銀白色，同時眼徑變大，吻端增厚，胸鰭變大變黑，以適應洄游至深海產卵。

將近一世紀對溫帶種美洲鰻、歐洲鰻、日本鰻完成很多的研究，認為本屬魚類每種具有一定的洄游環，確認會進行數千公里以



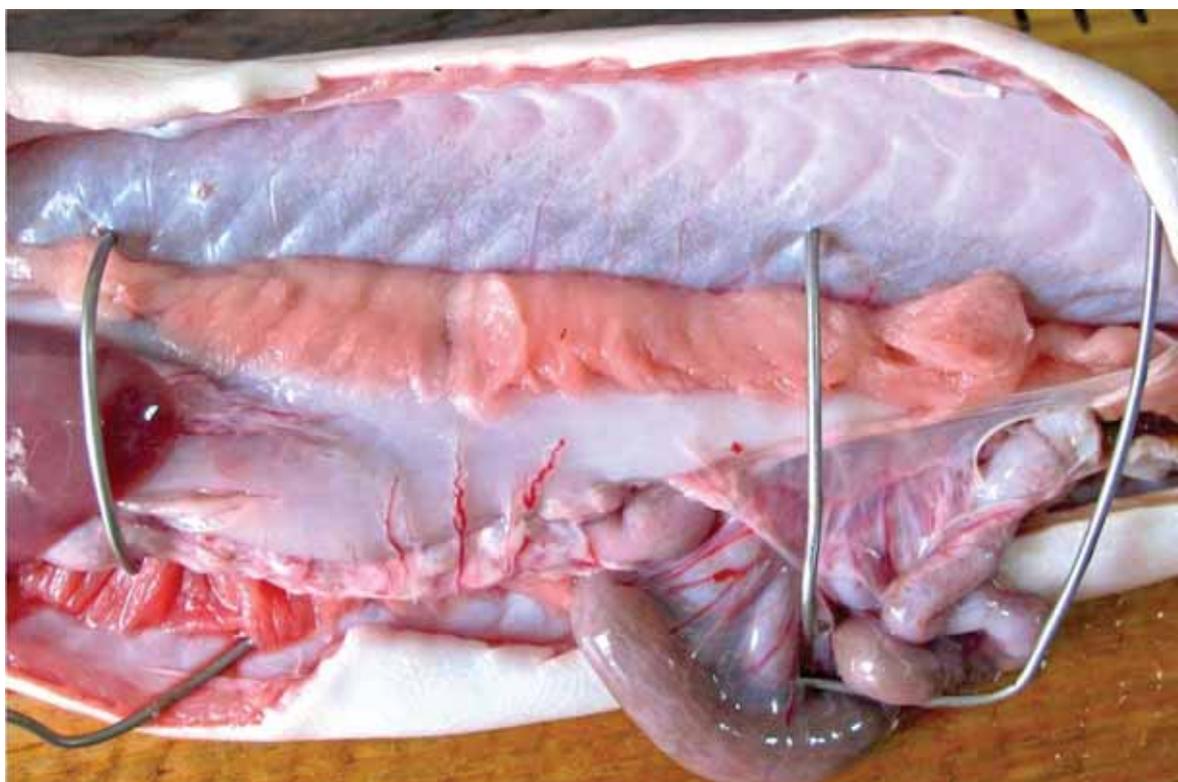


圖 24 鱸鰻種鰻在 20°C 海水養殖初期的卵巢成熟度

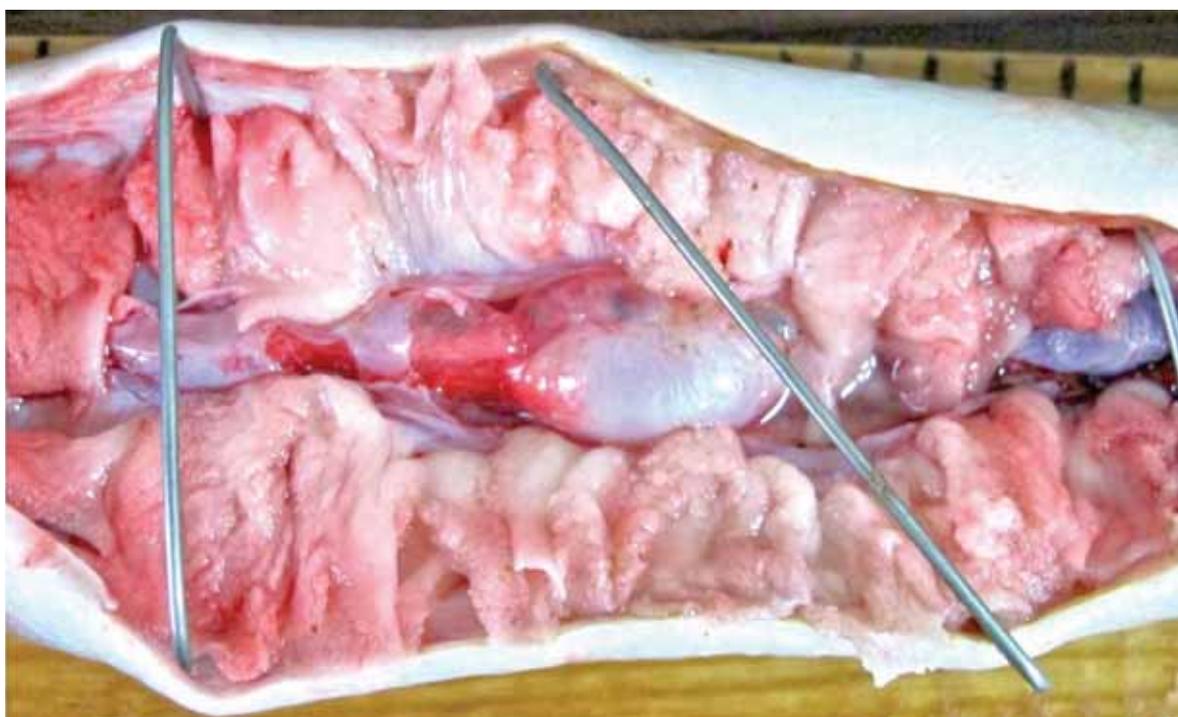


圖 25 鱸鰻種鰻經 20°C 海水養殖 3 個月的卵巢成熟度



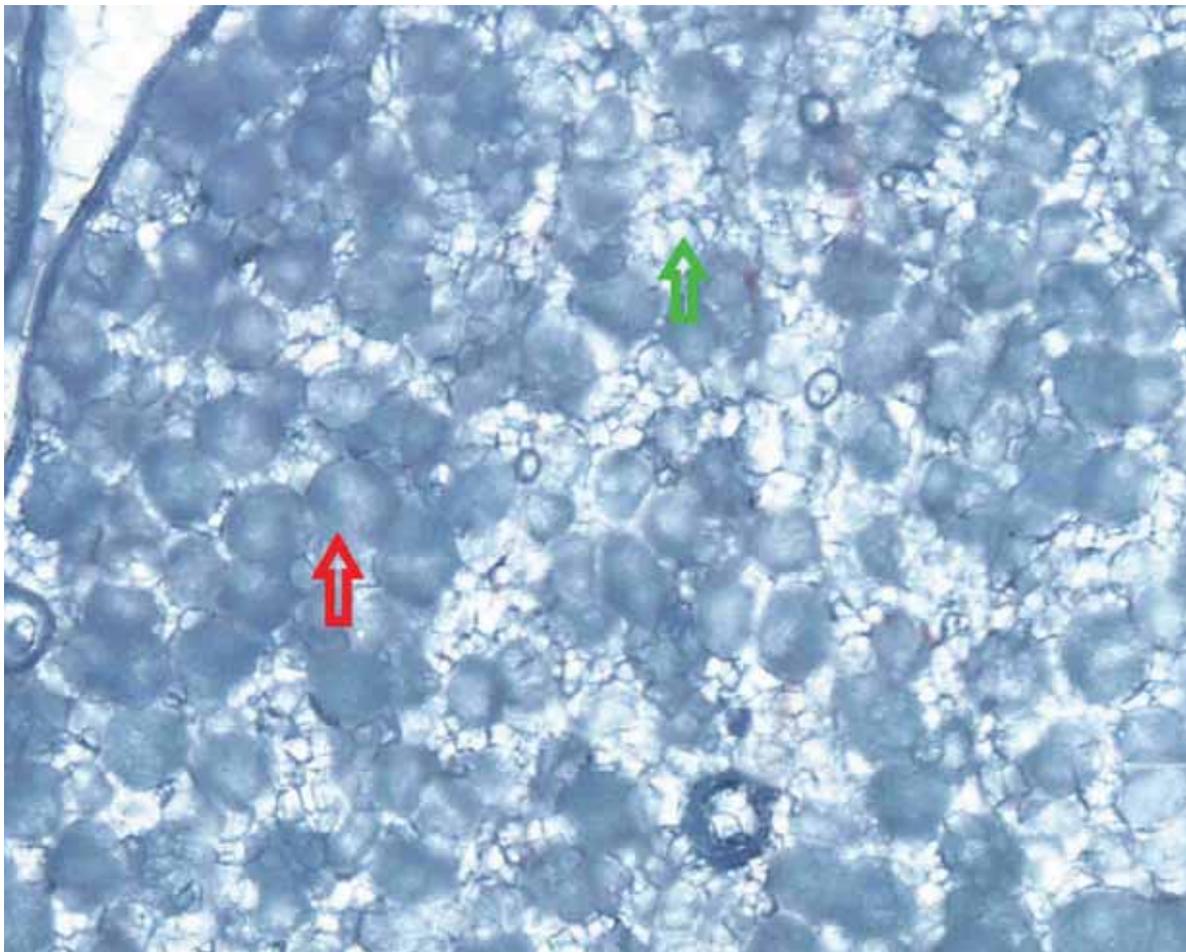


圖 26 鱸鰻卵巢兩種不同卵徑的卵粒集團(紅色箭頭為較成熟的卵粒，綠色箭頭為發育初期的卵粒)

及大規模的降河洄游，由於有這樣大規模的洄游，推定鰻魚屬魚類具有單一系群的特性(石川，1999)。熱帶鰻的洄游生態與初期生活史，尚未解明。Jespersen (1936) 曾從採集鱸鰻前期柳葉鰻 (*Preleptocephalus*) 的海域狀況，推定馬達加斯加島的東北海域、蘇門答臘島的西南海域及新幾內亞島的北部海域是鱸鰻的產卵場。而日本水產廳的開洋丸號調查船，在 2008 年 3 月及 6 月分別於馬里亞納海嶺西側採獲日本鰻的銀鰻及其受精卵，終於確認日本鰻的產卵場位置。

而在 6 月 3 日的同一次採集，也意外發現鱸鰻的銀鰻，據此推論鱸鰻有的族群可能也在日本鰻產卵場附近海域產卵。塚本 (2012) 指出美洲鰻、歐洲鰻兩種大西洋鰻，在大西洋的百慕達神秘三角洲的藻海 (Sargasso Sea) 產卵。西里伯斯鰻和婆羅洲鰻是在西里伯斯海；澳洲短鰭鰻和紐西蘭大鰻是在斐濟西方海域產卵。在印度洋有兩個地方，其中馬達加斯加島的東方海域是莫三比克鰻、雙色鰻和鱸鰻產卵地；蘇門答臘島的西方海域是雙色鰻產卵地。





三、養殖史

(一) 現今世界鰻魚養殖的發展過程

世界的鰻魚養殖，1970 年代後快速竄升。亞洲地區的日本鰻養殖產量，大約是歐洲地區歐洲鰻養殖生產量的 20 倍。日本鰻養殖規模高之原因，主要是因為日本市場的需求量大，亞洲國家爭相養殖的緣故。近 30 年來，歐洲鰻資源量急劇下降，鰻苗來源受限，2000 年以後歐洲鰻養殖量逐漸減少。而到 2010 年為止，日本鰻成鰻養殖生產量似乎還沒有下降趨勢。

(二) 臺灣鰻魚養殖的興革

臺灣鰻魚養殖產業發展史，歷經草創、蓬勃發展、競爭以及瓶頸與挑戰等不同歷史階段。其發展歷程，依技術與產銷情勢觀點，可區分為七個時期（曾等，2012）。

1. 試驗期（1923—1957 年）

臺灣地屬亞熱帶，氣候溫和適合鰻魚生長，且每年冬季於沿海均可捕獲相當數量的鰻線，先天條件即適合發展鰻魚養殖，惟因缺乏養殖技術，故自 1923—1956 年均處於試驗研究階段。直到 1957 年水產試驗所鹿港分所（現改為淡水繁養殖研究中心）突破瓶頸，初步確立鰻魚在臺灣養殖的可行性，並開始進行小規模的田間推廣試驗。

2. 萌芽期（1958—1968 年）

第二次世界大戰後，日本由於當地鰻線供應不足，日本養殖業者將技術和資金投向臺灣，使得臺灣養鰻面積及產量呈現小幅度的成長。1967—1968 年間，臺灣所生產的成鰻透過日本商社的協助順利將鰻魚外銷

到日本，也因此帶動了臺灣養鰻的熱潮。

3. 成長期（1969—1976 年）

由於臺灣養成之活鰻及加工鰻的順利輸日，加以人工配合飼料的研發成功，臺灣養鰻面積及產量均呈現快速成長，養殖面積從 1969 年的 158 公頃，增加至 1976 年的 1,645 公頃，同時期產量從 1,522 噸，增加至 18,771 噸，較前一期成長了近 20 倍。

4. 競爭期（1977—1989 年）

由於臺灣養殖鰻魚的成本遠較日本低，臺灣鰻魚出口量仍持續增加，從 1977 年的 14,580 噸，增加至 1989 年的 37,668 噸，且自 1988 年起，臺灣供貨量開始超過日本國內的生產量，成為日本國內鰻魚市場的最大供應者，為臺灣帶來鉅額的外匯，產業邁向高峰。

5. 成熟期（1990—1992 年）

此時期臺灣養鰻面積、產量及出口量雖均達到歷史新高，但已隱約出現危機，中國及馬來西亞所生產的鰻魚也順利輸往日本，成為臺鰻競爭對手。

6. 轉折期（1993—1999 年）

自 1994 年起，臺灣鰻魚在日本市場為中國生產的鰻魚所取代。1999 年中國養殖鰻魚產量為 164,484 噸，輸日鰻魚數量達 95,254 噸，幾達臺灣產量的 10 倍，對臺灣鰻魚產業造成嚴重的威脅。為了延續產業的生存，我國政府自國外引進其他的鰻種，希望能減輕對日本鰻鰻苗的依賴，同時也引進超集約養鰻系統（圖 27），企圖擺脫水土資源的束縛，惜因時機不對導致虧損連連紛紛關廠。





圖 27 水產試驗所超集約循環系統

7. 關鍵期 (2000 年迄今)

2000 年之後由於中國鰻魚大量輸出，日本國內鰻魚消費市場嚴重供過於求，鰻魚價格崩盤，各國養鰻業者虧損連連，產業因此重新洗牌，小戶退出市場，鰻魚產業逐步恢復秩序化。但近年又因日本鰻苗連年歉收，歐洲鰻又管制出口，導致鰻魚價格狂漲，鰻魚產業的永續發展正值關鍵時期。為了因應日本鰻養殖產業的缺口，近年來東亞各國（包括臺灣、日本、韓國、中國、菲律賓、印尼）興起了異種鰻的養殖風潮。臺灣在 1970 年代就曾嘗試養殖歐洲鰻、美洲鰻，但與日本鰻苗活存率平均 8 成以上相較明顯偏低，因而沉寂了一段時間。1993 年本所引進丹麥製之實驗級循環水養殖系統，經 2 年試養歐洲鰻，確立歐洲鰻在臺灣的養殖技術，每噸水約可達 100 kg 之飼養密度，但自 1994 年以後在大環境影響下，養鰻獲利已不如往年，全臺所建立的多家超集約養鰻場紛紛結束經營。

美洲鰻是近年熱門的養殖鰻種，2014 年中國放養美洲鰻苗 14 公噸，韓國亦放養數公噸。然而，美國有意將美洲鰻列入華盛頓公約附錄二物種，因此若此事成真，則其前景不容樂觀。

鱸鰻近年來已成為臺灣、中國與韓國地區一新興養植物種，目前各國放養的鱸鰻苗主要來自菲律賓。鱸鰻苗的價格雖低，但由苗開始養至市面上偏好的 3 台斤以上的體型，需時 2-3 年，生長期太長為其缺點。另外，鰻苗初期飼養十分不易，一般的活存率不到 2 成，與日本鰻苗平均 8 成以上的活存率相較，明顯偏低。值得注意的是，因未能大幅開拓鱸鰻內外銷市場，加上中國官方頒布之禁奢令，使其價格迅速走低，目前產地收購價 1 台斤在 300 元以下。

太平洋雙色鰻主要分布於菲律賓，一般夾雜在菲律賓進口鱸鰻苗中，業者在短暫蓄養後便可進行分養。太平洋雙色鰻的好處是育成率較鱸鰻高、成長迅速，僅次於日本鰻，約 8-10 個月便可成長到製作蒲燒鰻的體型，口感不錯，可望成為日本鰻之替代品，也是適合臺灣發展之重要鰻種，但是其鰻苗產量較不穩定，不易取得整批純的鰻苗為其缺點。

雙色鰻主要產於印尼爪哇島，是當地之優勢鰻種，印尼爪哇進口的雙色鰻，常有整批純的鰻苗，是養殖上之優點。其成長迅速，亦可成為日本鰻之替代品。日本、韓國與臺商近年皆紛紛在爪哇當地發展雙色鰻的養殖與加工產業，唯其養殖技術仍在發展階段，其初期死亡率極高，尚待克服。





四、養殖設施及整備工作

(一) 養殖池

鰻魚養殖池依體型大小及經營目的不同，魚池的建築方式及面積有所不同，日本鰻養殖，一般依使用功能，可分為鰻線池

(馴餌池)、鰻苗池、養成池及蓄養池等。養成池依構築方式之不同，可區分為硬池和軟池，臺灣早期規劃設計所建設的養鰻池大部分採用硬池型式 (圖 28 上)，後來有些業者採用軟池型式 (圖 28 下)。



圖 28 養成池依構築方式之不同，可區分為硬池(上)和軟池(下)





1. 硬池

池壁用磚或水泥漿砌，每口池面積約 0.1–0.3 公頃，池底為泥土，池水深約 1.2–1.6 m。由於鰻魚有逆水及受驚嚇會自水面衝出自身體長的高度，尤其在鰻線時期，身體輕而帶有黏液，只要池壁濕潤或有雨水流下，即使是垂直的池壁都能溯之而上（圖 29），因此池堤通常加設返板以防鰻魚逃逸（圖 30）。池底四周池壁角落鋪設水石或給配石，以強固池壁基礎，水源以地下水為主，

注排水呈對角，一般以集約式養殖為主，視池塘大小及放養密度，須安裝水車數部。

2. 軟池

池壁以推（挖）土機堆築土堤，通常會在堤岸上鋪設塑膠布或雜草抑制席（或稱蘭花網），強固堤岸土壤的結構，避免受雨水或池水沖刷，以及防止走道雜草叢生。每口池面積約 0.5–0.8 公頃，池水深約 2–3 m，通常是採半集約式養殖，池中水車數量相對較硬池減少。



圖 29 鰻苗順著濕的 FRP 桶(左)或水泥池壁(右)溯行而上



圖 30 池壁設置返板防止鰻苗逃脫(左)室內池、(右)室外池





3. 水泥池、FRP 桶

近年來有部分業者使用循環系統進行鰻苗及成鰻養殖，其養殖池為水泥建造或擺

放 FRP 桶，採室內或室外搭蓋遮光網 (圖 31-36)，採高密度養殖以鼓風機充分供氣 (圖 37)。



圖 31 室外遮光水泥池循環系統



圖 32 室內遮光的水泥池流水培養系統



圖 33 室內 2 噸型水泥池培養系統



圖 34 室內 4 噸型 FRP 桶循環系統



圖 35 室內 2 噸型 FRP 桶流水培養系統



圖 36 室外遮光 2 噸型塑膠桶培養系統





圖 37 集約式養殖設置的魯式鼓風機

4. 蓄養池

鰻魚養殖期間，由於需不斷的篩選大小後分池養殖，方可提高成長及活存率，或出售前蓄養所需，養鰻場通常需準備數口面積約 8-10 m²的長方形水泥池；室內培養可採用水泥池或 FRP 桶皆可。鰻魚之蓄養時間通常很短，為了便於捕撈操作方便，高密

度集中，須有大量的流水及曝氣設備（圖 38、39），注排水要順暢，避免鰻魚逃逸。



圖 38 鰻苗篩選後的蓄養池



圖 39 成鰻出貨前的蓄養池(白志年提供)





(二) 注水管路

養鰻通常是以地下水作為水源，早期因水車未普及，抽取的地下水因溶氧量低，並可能含大量鐵質（圖 40），須利用曝氣的方式來改善。一般是將地下水抽到地面蓄水塔，再利用露天階梯式明溝曝氣，並將水流引到鰻池的注水溝。軟池不易設置明溝，一般是埋設塑膠管路，由水塔直接供水。

(三) 投餌台、網框

鰻線初期可投餵絲蚯蚓，幼鰻至成鰻期間可投餵練餌或浮性飼料，通常會在靠近池

堤邊設置以木板或水泥搭建一平台，平台中央留一投料口，投料口下方吊掛飼料籃以供投餵之用（圖 41）。投餵浮料者會以塑膠管及萬能網組成網框，萬能網向下延伸約 30 cm，可防止浮料飄散整池（圖 42）。



圖 40 含大量鐵質的地下水



圖 41 投餌台



圖 42 投餵浮料網框(左)及攝餌情形(右)





(四) 室內集約式循環養殖系統的消毒殺菌

循環飼養結束以後，系統內的病原體不能殘留，可使用漂白水 100 ppm (次氯酸鈉溶液) 進行消毒，漂白水由於和有機物氧化反應後，殺菌力會下降，注入漂白水前，抽取系統內的用水沖洗池壁，去除有機物後，系統內再放水。注水量達滿水位，附著於水槽上部的病原體才能浸泡到漂白水。

漂白水分解速度由於會受到紫外線和溫度很大影響，要避開日光直射；15°C 以下保存較不易分解。相反的，30°C 以上放置 2 個月，只有剩下一半的殺菌力，因此夏季不要長期保存，使用時再購入較好 (森田，2016)。

(五) 室外軟、硬池的清除底泥、消毒與曝曬

1. 清除底泥

魚池經過一段時間的養殖後，池底常會沉積很多污泥，其中包含鰻魚排泄物、殘餌、浮游生物屍骸等，尤其是投餵粉料製成的練餌，鰻魚攝餌時係將頭鑽入練餌內，競相咬食時，裸露嘴角之飼料會散失而溶於水中 (賴，2005)。一般粉狀飼料在飼育時約散失 20–25% 於水中，其對環境之含氮有機廢物負荷較浮性飼料增加 50% 以上 (吳，1995)。污泥中富含有機物質、含氮廢物及硫化氫等易產生有害物質，且為病菌孳生的溫床。因此，早期會在鰻魚清捕後，利用抽水機抽水沖刷底泥，但流出的污泥容易堵塞池外排水路。在池水可排乾的池塘，可經 1–2 星期曝曬後，以推土機將過多的底土清除並整平 (圖 43)。



圖 43 清除底泥及整平池底





2. 消毒

消毒的目的主要是為了殺死殘留在底泥及池壁的病原，例如寄生蟲、黴菌、細菌及蟲卵、孢子等病原體。常用的消毒方法為撒布生石灰，一般每公頃池塘以 200–500 kg 的生石灰均勻撒布於池底，石灰另具有中和底土酸性的功能。若池塘曾嚴重感染，則要使用漂白水 100 ppm 消毒池塘，並將池壁及隙縫以漂白水噴灑完全。

3. 曝曬

曬池是池塘整備工作很重要的一項工作，池塘經充分曝曬後不但可達到消毒殺菌的效果，並可促進有機物的氧化分解成無機物，此無機鹽類可供植物性浮游生物利用，注水後水色很快變綠完成做水工作。池塘的曝曬時間至少 1–2 星期以上達到龜裂程度 (圖 44)。



圖 44 池底撒布生石灰消毒及曝曬



五、鰻苗養殖

鄭 (2011) 指出，鱸鰻鰻線 (每公斤 5000 尾以上) 養成至 50–60 g/尾活存率為 10–30%、50 g/尾養成至 200 g/尾為 70–90%、200 g/尾養成至 3–5 kg/尾為 80–90%。根據黃等 (2016) 針對臺灣鱸鰻及黑鰻 (太平洋雙色鰻) 養殖產業現況調查指出，臺灣鱸鰻養殖從放養初期至上市規格之活存率，整體平均活存率 33.9%，若根據放養幼鰻 (每公斤 11–500 尾) 或鰻線來區分，以經營幼鰻養殖型態活存率較高，平均 63.3%；而採用分級分段 (鰻線養至上市規格) 養殖型態，平均活存率只有 23.3%。因此，目前業界鱸鰻養殖分成 4–5 個階段，即鰻線至 300 尾/kg、300 尾/kg 至 20–30 尾/kg、20–30 尾/kg 至 5–6 尾/kg、5–6 尾/kg 至 3–5 斤/尾。而黑鰻養殖，根據初期放養規格區分，放養鰻線平均活存率 36.8%；初期放養幼鰻養殖型態，平均活存率 68.0%，很顯然鱸鰻與太平洋雙色鰻鰻苗 (每公斤 501–5,000 尾) 初期飼養的活存率明顯偏低。熱帶性異種鰻仿日本鰻的養殖模式進行養殖，在臺灣、中國、日本養殖結果活存率皆不高。為了建立熱帶性異種鰻的養殖技術供業者參考，分別針對鱸鰻、太平洋雙色鰻、雙色鰻鰻苗期間之高低致死水溫、不同水溫的攝餌強度、初期餌料、放養密度、化學藥物致死毒性、軟硬池、浮性飼料與粉料對成鰻成長的影響進行探討。

(一) 鰻線之採購

鱸鰻分布於低緯度地區 (菲律賓、印

尼) 之數量遠高於高緯度地區 (日本)。鱸鰻終年皆可產卵，因此其鰻線終年皆可捕獲，在臺灣主要產期為每年 3–5 月。太平洋雙色鰻廣泛分布於菲律賓與印尼，其鰻線終年可捕獲，臺灣為其分布北界，因此數量較少，主要產期為 12 月至隔年 2 月。雙色鰻分布於印度洋的熱帶沿岸，印尼爪哇島有較具規模的捕撈，是當地之優勢鰻種，因此自印尼爪哇島進口之雙色鰻，常有整批純的鰻苗，是養殖上的優點，其產期主要是 9 月中旬至隔年 4 月底。

漁民將海邊捕獲的鰻線以尾部的有無黑色素胞，分成白鰻 (日本鰻) 與黑鰻 (圖 45) 之後，通常會售給有短期間蓄養設備的中盤商 (圖 46)，集中到一定數量，再以透明下邊截角的塑膠魚苗袋，內裝定量的水 (鹽度約 6–10 psu)，依運送的時間每袋約裝 2,500–3,000 尾 (圖 47)，充氣後每個保麗龍箱放置 2 袋，箱底置 2 瓶已結凍小罐寶特瓶防止袋內水溫高升，一般可耐 24 小時運送。有的業者為了減少包裝的體積與重量來降低運費，會以長條形熱帶魚用塑膠袋，每袋放入約 500 g 重的鰻線及約 100 g 的水再充氣 (圖 48)。但此種節省運費的方式，若時間過長，下池第 1 天鰻線並無異狀，但第 2 天會發現鰻線因運送時袋內水量過少，鰓部長時間曝露於空氣中，導致鰓絲棒狀化，池鰻因無法獲得足夠的溶氧 (即使池水有大量供氣)，導致鰻線集體頭部朝上浮游於近水面處，如果浮游於水面的現象持續，沒有及時處理，會造成鰻線陸續大量死亡。





圖 45 黑鰻鰻線



圖 46 中盤商的鰻線恆溫蓄養設備：(左)循環水系統；(右)白鐵製蓄養槽



圖 47 傳統鰻線運輸包裝(每袋裝 2,500-3,000 尾)

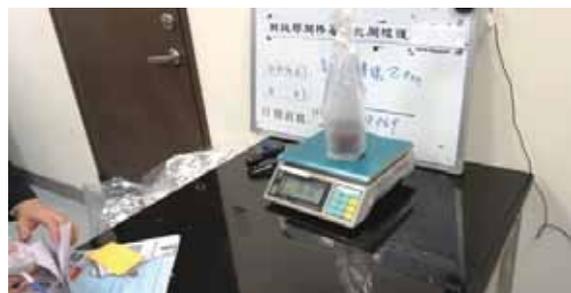


圖 48 長條型小塑膠袋(每袋裝 500 g 的鰻線及 100 g 的水)



(二) 馴餌及餌料

購入的鰻線，整袋放入已準備好鹽度的池水，讓其袋內外水溫相近（約 20–30 分鐘）後，打開袋口讓其自由游出。第 1 天一般沉游於池底，不活躍（圖 49），而後逐漸游動分布於整個水體。鰻線的運送常由於時間過長、魚苗袋破洞造成缺氧，或有部分鰻線死亡引發水質惡化，剩餘的入池後陸續死

亡。由於入池後，一般是 1–3 天後才逐漸滴水淡化，初期要隨時觀察，並將死亡個體撈起，防止半夜水質惡化，導致隔天早上發現大量死亡。為了誘集鰻線靠近攝餌，可在餌料籃上方吊掛一個 40W 電燈（圖 50），再接裝水管滴水將池水淡化，鰻線在正常、穩定的運送方法下，入池後第 3 天會大量聚集於餌料籃（圖 51），第 4 天鰻線會逐步攝食



圖 49 鰻線購入後初期沉游於池底



圖 50 吊掛 40W 燈泡誘引鰻線集中



圖 51 購入 3 天後鰻線集中於餌料籃





投餵的餌料絲蚯蚓 (圖 52) 或自製膏狀飼料 (圖 53)。傳統的日本鰻苗育成，鰻線初期馴餌用的絲蚯蚓，是購自中盤商用流水蓄養後之活絲蚯蚓 (圖 54)，投置於餌料籃內任鰻線全天候攝食 (圖 55)，攝食率達 80% 時，以幼鰻粉狀飼料混加絲蚯蚓做成的練餌飼養，隨著攝食量增加，逐次調增粉狀飼料之混合比率，至完全投予粉狀飼料為止，達到所謂馴餌 (郭，1994；賴，2005)。若採用膏狀飼料馴餌，此時可逐漸投餵切成小塊的膏狀飼料進行誘引，馴餌初期可發現鰻線和投餵絲蚯蚓一樣，只稀稀落落來攝食，膏狀飼料放置 30 分鐘後雖不會鬆散，但已較無誘引效果，將其撈出，每經 3—4 小時後

再行投餵。在鰻線健康狀態良好的情形下，一般經 5—7 天的馴餌，即會很積極的攝食投餵的膏狀飼料 (圖 56)。

由於投餵活的絲蚯蚓很容易引入病原，尤其是寄生蟲性病原，如車輪蟲、指環蟲、三代蟲、淡水白點蟲，以及細菌性產氣單孢菌、假單胞菌、愛德華菌，導致養殖期間大量爆發疾病，死亡率很高。早期本所超集約循環系統養殖歐洲鰻時，曾嘗試投餵市售鱈魚卵，得到很好的誘引及成長效果，但單價過高及來源不穩定，之後又嘗試投餵海鰻卵 (圖 57、58)，海鰻卵單價較低，但其脂肪塊過多，飼料效率較低，而且水面易漂浮一層油脂。如上述，採室內小系統進行鰻



圖 52 購入的絲蚯蚓



圖 53 自製膏狀飼料



圖 54 中盤商的絲蚯蚓蓄養池



圖 55 投餵絲蚯蚓任其攝食





圖 56 膏狀飼料馴餌 7-10 天後積極搶食



圖 57 市售冷凍海鰻卵



圖 58 投餵海鰻卵

苗培育可穩定提高活存率，但在鱸鰻與太平洋雙色鰻幼苗初期培育中，都會發現鰻苗過早以粉狀飼料製成的練餌進行馴餌時，由於

口器小，攝食速度很慢，極容易溶失水中，飼料效率低且水質易惡化。室外池由於放養密度明顯比室內池低，且藻相及菌相豐富，





較不易因水質惡化直接造成池鰻死亡。

為了找出幼苗初期的適當餌料，在培育水溫 30°C 環境下，針對鱸鰻、太平洋雙色鰻、雙色鰻進行成長試驗。鱸鰻苗分別投餵活絲蚯蚓、日本進口的膏狀飼料 (圖 59)、幼鰻粉料、冷凍絲蚯蚓與幼鰻粉料混合等 4 種不同餌料，進行成長比較。購回的活絲蚯蚓先以 4 ppm 二氧化氯藥浴 30 分鐘，再以少量流水蓄養，另取部分絲蚯蚓冷凍供試驗用。幼鰻粉料取乾重用適量的水調製成練餌，而混合組是取等量的幼鰻粉料與冷凍絲蚯蚓進行調製。幼鰻粉料主成分是粗蛋白質 > 45.5%、粗脂肪 > 3.0%、粗纖維 < 1.2%、粗灰分 < 16.5%、水分 < 11.0% 及鹽酸不溶物 < 2.0%。經 30 天飼育結果如表 2 所示，攝餌量在活絲蚯蚓組為 4.83 g，顯著高於膏狀飼料組的 2.83 g、冷凍絲蚯蚓與幼鰻粉料混合組的 2.41 g 及幼鰻粉料的 1.67g，分別



圖 59 日本進口之鰻線用膏狀飼料

約為此三組的 1.71 倍、2.00 倍及 2.89 倍；而活絲蚯蚓組的成長率為 820.0%，則約為膏狀飼料組 (419.8%)、冷凍絲蚯蚓與幼鰻粉料混合組 (176.7%)、幼鰻粉料組 (130.0%) 的 1.96 倍、4.65 倍及 6.32 倍。在飼料轉換率方面，活絲蚯蚓組平均為 4.12，優於膏狀飼料組的 4.49、幼鰻粉料組的 8.71 及冷凍絲蚯蚓與幼鰻粉料混合組的 9.25。活存率在膏狀飼料組、冷凍絲蚯蚓與幼鰻粉料混合組、

表 2 鱸鰻飼育不同餌料之成長情形(30 天)

	活絲蚯蚓	冷凍絲蚯蚓與 幼鰻粉料混合	幼鰻粉料	膏狀飼料
初體長(cm)	5.27±0.11	5.26±0.10	5.27±0.13	5.28±0.08
末體長(cm)	8.06±0.75 ^c	6.54±0.90 ^a	6.29±0.70 ^a	7.77±0.75 ^b
初體重(g)	0.15±0.01	0.15±0.02	0.15±0.01	0.15±0.01
末體重(g)	1.35±0.46 ^c	0.42±0.23 ^a	0.36±0.20 ^b	0.78±0.26 ^a
增重(g)	1.23±0.07 ^d	0.27±0.02 ^b	0.20±0.04 ^a	0.63±0.01 ^c
增重率(%)	820.0±47.0 ^d	176.7±14.1 ^b	130.0±23.6 ^a	419.8±9.5 ^c
投餵量(g/尾)	4.83±0.04 ^d	2.41±0.03 ^b	1.67±0.03 ^a	2.83±0.21 ^c
飼料轉換率	4.12±0.11 ^a	9.25±0.60 ^b	8.71±1.71 ^b	4.49±0.21 ^a
活存率(%)	78.2±1.6	78.7±1.9	77.5±2.1	82.7±1.9

數據為三重複平均值±標準差，同一列中英文字母不同表示有顯著差異(p<0.05)



活絲蚯蚓組、幼鰻粉料組分別為 82.7%、78.7%、78.2%及 77.5%，四組並無明顯差異。在短期間投餵消毒過的絲蚯蚓可得到很高的成長率，但活存率比膏狀飼料組低。

太平洋雙色鰻苗分別投餵自製膏狀飼料、市售冷凍紅蟲 (圖 60) (紅蟲乃搖尾蚊 *Chironomus* spp. 幼蟲) (代田, 1975)、冷凍紅蟲與幼鰻粉料混合、幼鰻粉料等 4 種不同餌料，進行成長比較。幼鰻粉料取乾重用適量的水調製成練餌，而混合組則是取等重量的幼鰻粉料與冷凍紅蟲進行調製。經 8 週飼育結果，如表 3 所示，攝餌量在冷凍紅蟲組為 11.32 g，顯著高於冷凍紅蟲與幼鰻粉料混合組的 9.69 g、膏狀飼料組的 4.20 g 及幼鰻粉料組的 3.87 g，分別約為此三組的 1.17 倍、2.70 倍及 2.85 倍；而膏狀飼料組其增重率為 927%，是冷凍紅蟲組 (737%)、冷凍紅蟲與幼鰻粉料混合組 (523%) 及幼鰻粉料



圖 60 市售冷凍紅蟲

組 (330%) 的 1.25 倍、1.78 倍及 2.80 倍。在飼料轉換率方面，膏狀飼料組平均為 4.52，明顯優於幼鰻粉料組的 11.89、冷凍紅

表 3 太平洋雙色鰻飼育不同餌料之成長情形(8 週)

	幼鰻粉料	冷凍紅蟲與幼鰻粉料混合	冷凍紅蟲	膏狀飼料
初體長(cm)	5.01±0.15	5.02±0.14	5.00±0.15	5.01±0.13
末體長(cm)	6.87±0.79 ^a	7.55±0.83 ^b	8.43±0.76 ^c	8.76±0.76 ^d
初體重(g)	0.10±0.04	0.10±0.01	0.10±0.02	0.10±0.02
末體重(g)	0.43±0.17 ^a	0.62±0.25 ^b	0.84±0.24 ^c	1.03±0.38 ^d
增重(g)	0.33±0.04 ^a	0.52±0.03 ^b	0.74±0.03 ^c	0.93±0.02 ^d
增重率(%)	330±31 ^a	523±21 ^b	737±22 ^c	927±15 ^d
投餵量(g/尾)	3.87±0.05 ^a	9.69±0.23 ^b	11.32±0.22 ^c	4.20±0.05 ^a
飼料轉換率	11.89±1.04 ^b	18.52±1.04 ^d	15.34±0.64 ^c	4.52±0.12 ^a
活存率(%)	83±1 ^a	84±1 ^{ab}	88±2 ^b	87±2 ^{ab}

數據為三重複平均值±標準差，同一列中英文字母不同表示有顯著差異(p<0.05)





蟲組的 15.34 及冷凍紅蟲與幼鰻粉料混合組的 18.52。投餵時可發現冷凍紅蟲的誘引性非常好，但由於其含水率最高，相對的拉低其飼料轉換效率。冷凍紅蟲與幼鰻粉料混合後，誘引性明顯較幼鰻粉料好，但亦因其內的冷凍紅蟲高含水率降低轉換效率。活存率在冷凍紅蟲組較高為 88%，與膏狀飼料組的 87%、冷凍紅蟲與幼鰻粉料混合組的 84% 無顯著差異，但明顯高於幼鰻粉料組的 83%。由成長柱狀圖顯示 (圖 61)，經 4 週飼育後，膏狀飼料組之體重開始高於其他 3 組，8 週後成長明顯較佳。

另外，雙色鰻苗經 9 週飼育結果如表 4，攝餌量冷凍紅蟲組為 40.58 g，顯著高於冷凍紅蟲與幼鰻粉料混合組 23.14 g、膏狀飼料組的 14.42 g 及幼鰻粉料組的 11.11 g，分別約為此三組的 1.75 倍、2.83 倍及 3.65 倍；而膏狀飼料組的成長率最高為 462%，則約為冷凍紅蟲與幼鰻粉料混合組 (334%)、幼鰻粉料組 (329%)、冷凍紅蟲組 (241%)

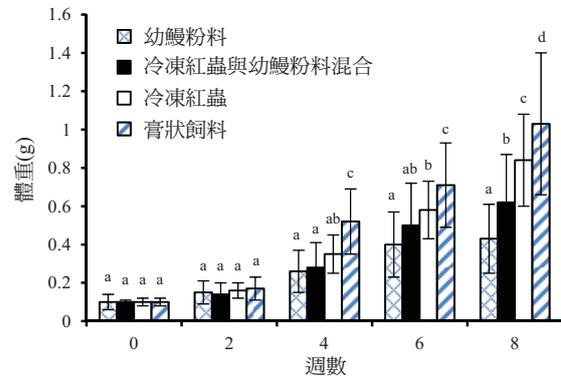


圖 61 太平洋雙色鰻飼餵不同餌料 8 週成長情形 (數據為三重複平均值±標準差, 同一列中英文字母不同表示有顯著差異(p<0.05))

的 1.39 倍、1.41 倍及 1.92 倍。在飼料轉換率方面，膏狀飼料組平均為 3.81，優於幼鰻粉料組的 3.87、冷凍紅蟲與幼鰻粉料混合組的 7.83 及冷凍紅蟲組的 19.23。活存率在冷凍紅蟲組、膏狀飼料組、冷凍紅蟲與幼鰻粉料混合組、幼鰻粉料組分別為 93.67%、91.00%、91.00% 及 88.34%，四組並無明顯差異。此次發現，試驗開始時，初體重較大的雙色鰻苗，對幼鰻粉料以及幼鰻粉料與冷凍紅蟲做成的練餌之飼料轉換率有明顯改

表 4 雙色鰻飼育不同餌料之成長情形(9 週)

	幼鰻粉料	冷凍紅蟲與幼鰻粉料混合	冷凍紅蟲	膏狀飼料
初體長(cm)	8.44±0.76	8.55±0.81	8.48±0.65	8.52±0.71
末體長(cm)	12.91±1.87 ^a	12.98±1.71 ^a	12.17±1.75 ^a	14.14±2.63 ^{ab}
初體重(g)	0.87±0.27	0.89±0.21	0.88±0.24	0.86±0.20
末體重	3.71±1.80 ^{ab}	3.85±1.75 ^{ab}	2.99±1.49 ^a	4.88±2.80 ^b
增重(g)	2.84±0.03 ^b	2.96±0.18 ^b	2.11±0.26 ^a	4.02±0.19 ^c
增重率(%)	328±6 ^{ab}	334±25 ^{ab}	241±4 ^a	462±15 ^c
投餵量(g/尾)	11.11±0.10 ^a	23.14±0.53 ^c	40.58±1.13 ^d	14.42±0.66 ^b
飼料轉換率	3.87±0.02 ^a	7.84±0.30 ^b	19.46±2.96 ^c	3.82±0.33 ^a
活存率(%)	88.3±0.4	91.0±0.4	93.7±0.5	91.0±0.5

數據為三重複平均值±標準差，同一列中英文字母不同表示有顯著差異(p<0.05)



善。綜合鰻線每增加 1 kg 重所需的飼料成本如表 5，以自製的膏狀飼料 318 元最便宜，其次為絲蚯蚓 420 元、幼鰻粉料 609 元、冷凍紅蟲 1,530 元、進口膏狀飼料 5,280 元。

表 5 鰻線每成長 1 kg 重所需飼料費

1. 進口膏狀飼料 1200 元 × 4.4 (飼料轉換率) = 5,280 元
2. 自製膏狀飼料 69 元 × 4.6 = 318 元
3. 幼鰻粉料 70 元 × 8.7 = 609 元
4. 絲蚯蚓 80 元 × 4.2 ÷ 80% (活存率) = 420 元
5. 冷凍紅蟲 100 元 × 15.3 = 1,530 元

(三) 人工膏狀飼料的製作

1. 原料

主成分有鰹魚、豬肝、阿根廷魷魚及南極蝦等 4 種 (圖 62)，次要成分為瓜爾豆膠 (由印度產瓜爾豆提煉出的天然黏著劑) (圖 63)、食鹽。4 種原料的重要粗成分百分比如表 6，粗蛋白含量以鰹魚的 21.78% 最高，其次分別是豬肝、南極蝦、魷魚。脂質含量也以鰹魚的 11.33% 最高，相對的水分含量以鰹魚最低，從原料的營養成分及單價來看，鰹魚單價最便宜且最營養，其次是豬肝，兩種是膏狀飼料製作很好的成分來源。

2. 原料儲備

將購回的冷凍平花鰹、阿根廷魷魚、南極蝦稍退冰後，分別用菜刀切成長、寬、高各約 3 cm 的小塊 (圖 64)，再秤取每次所需的重量，分袋放回冷凍庫。而從市場購回的整組豬肝，切成上述大小的塊狀，然後排列

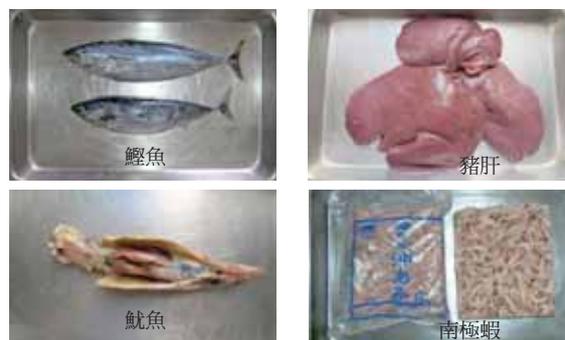


圖 62 膏狀飼料主要原料

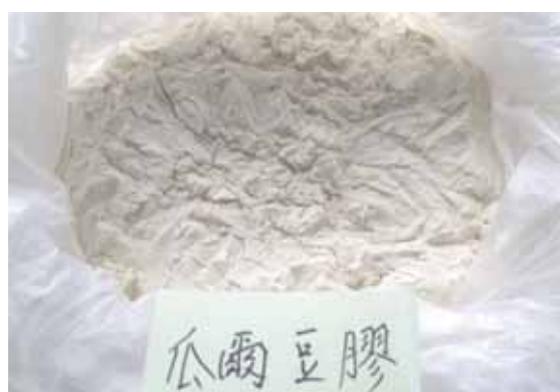


圖 63 天然黏著劑瓜爾豆膠

表 6 膏狀飼料原料之重要粗成分百分比

	原 料 種 類			
	鰹 魚	豬 肝	魷 魚	南極蝦
粗蛋白	21.78	18.54	10.78	11.17
粗脂質	11.33	7.24	3.67	5.14
灰 分	2.19	2.18	1.67	2.65
水 分	64.43	72.12	83.57	81.37



圖 64 切成小塊的鰹魚(左)、豬肝(右)

於塑膠盤或鐵盤，放入冷凍庫凍結成硬塊，再拿出分袋秤重，儲備作為製作膏狀飼料的原料。





3. 製作程序

將已秤重的各種原料取出，分別經 1.5 馬力的絞肉機絞細後 (圖 65)，集中入攪拌機 (圖 66) 進行混合，然後再加入預先溶解的食鹽水 (原料 10% 重的自來水加 1% 重

的食鹽充分溶解)，邊快速攪拌，邊少量添加總量 1% 的瓜爾豆膠。經充分混合後，倒出平鋪於事先準備的鐵盤，逐盤放入冷凍庫進行凍結。完全凍結後取出切塊 (圖 67)，以真空袋加以封袋，並再放回冷凍庫

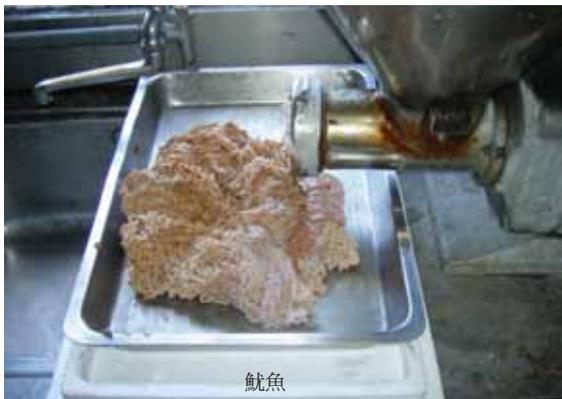


圖 65 經由絞肉機絞細的鯉魚、豬肝、魷魚、南極蝦



圖 66 膏狀飼料原料混合用播潰機



圖 67 製成的膏狀飼料冷凍後切塊



減少氧化，供購入鰻線後投餵用。

投餵絲蚯蚓時，由於其含水率很高，不會有過食脹肚的問題，且不會溶出物質污染池水，因此可任其攝食。投餵幼鰻粉料，一般建議的投餵量為體重的 5–10% (賴，2005)。而膏狀飼料的水分含量約達 70–80%，日本進口的膏狀飼料外包裝標示，建議日投餵量達 40%，但其較適投餵量未知。根據以往經驗，設定投餵率，分別為體重的 10、18、26、34 %，探討太平洋雙鰻鰻苗培育期間膏狀飼料適當投餵率。經 9 週的飼育結果如表 7 所示，成長以 34% 組最好，其增重率為 663%，而飼料轉換率，在 10、18、26、34% 組，分別為 7.46、6.45、5.47、5.91，投餵率 10% 組成長率相對較低，超過 26% 成長速度明顯增大，34% 組則稍有殘餌發生，降低飼料效率，建議適當投餵率約在 26–30%。

目前有些業者已改用冷凍紅蟲替代絲蚯蚓作為初期餌料，雖可降低病原帶入，但含水率很高，飼料效率不高，而市售膏狀飼料每公斤售價高達 600–1,500 元不等，飼料效率參差不齊，長時間使用，飼料成本很高。因此業者常利用冷凍紅蟲、膏狀飼料馴餌後，就急著使用粉狀飼料調製的練餌取代，因無法適應導致成長停頓。太平洋雙色鰻鰻苗經膏狀飼料馴餌培育至體重平均約 0.33 g 時，每隔兩週分別以粉狀飼料取代膏狀飼料進行馴餌，然後進行成長比較，以瞭解鰻苗培育至多大體型才適合投餵粉狀飼料。經 8 週飼育結果，由成長柱狀圖 (圖 68) 及曲線圖 (圖 69)，可發現鰻苗在尚無法攝食前期浮料前，過早以粉狀飼料取代膏狀飼料時，成長速度趨緩。而且加水揉成團狀的練餌，誘引性比膏狀飼料差，加上鰻苗口器小，飼料被攝食的速度相當緩慢，內容

表 7 膏狀飼料不同投餵率對太平洋雙色鰻鰻苗成長之影響(9 週)

	投餵率(%)			
	10	18	26	34
初體長(cm)	5.33±0.17	5.26±0.10	5.30±0.21	5.35±0.14
末體長(cm)	7.08±0.87 ^a	7.81±0.78 ^a	8.85±0.92 ^{ab}	10.70±1.24 ^b
初體重(g)	0.20±0.03	0.20±0.04	0.20±0.02	0.20±0.03
末體重(g)	0.57±0.29 ^a	0.77±0.37 ^b	1.19±0.62 ^c	1.53±0.87 ^d
增重(g)	0.32±0.04 ^a	0.57±0.04 ^b	0.99±0.10 ^c	1.33±0.13 ^d
增重率(%)	160±21 ^a	283±18 ^b	495±49 ^c	663±67 ^d
投餵量(g/尾)	2.75±0.05 ^a	3.64±0.07 ^b	5.39±0.03 ^c	7.78±0.15 ^d
飼料轉換率	7.46±0.71 ^b	6.45±0.07 ^{ab}	5.47±0.52 ^a	5.91±0.71 ^a
活存率(%)	82±2 ^a	86.0±2 ^a	92±1 ^{ab}	86±5 ^a

數據為三重複平均值±標準差，同一列中英文字母不同表示有顯著差異(p<0.05)



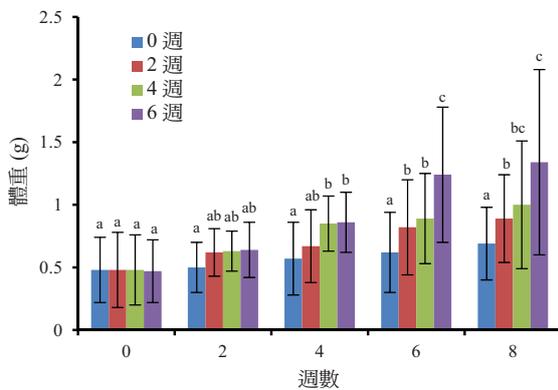


圖 68 不同階段改銀幼鰻粉料對太平洋雙色鰻成長影響(數據為三重複平均值±標準差,同一列中英文字母不同表示有顯著差異(p<0.05))

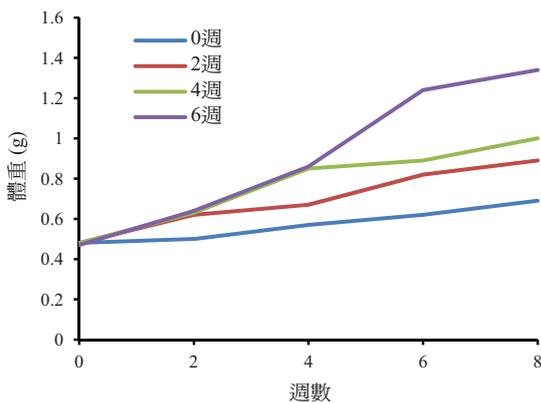


圖 69 不同階段改銀幼鰻粉料對太平洋雙色鰻成長影響

物極易溶出污染水質,且很容易在池壁四周及池底產生黏稠物,並堵塞排水孔,導致晚上池水滿溢,鰻苗逃出,在室內小系統水質管理相當費時。由於現行自製膏狀飼料使用成本最低,成長速度趨近於活的絲蚯蚓,可穩定成長,管理工作減少人力。因此建議投餵膏狀飼料至體型達 500-600 尾/kg (此階段已可攝食粒徑 0.8 mm 的幼鰻前期浮性飼料),此時再改投餵浮料,可加速其成長速度。

(四) 生存水溫

郭 (1994) 指出,當水溫降至 10°C 或 10°C 以下時,日本鰻即停止攝食活動。陳 (1977) 指出,日本鰻在水溫 8°C 以下冬眠,13°C 以上開始攝餌。鄧 (1977) 指出,日本鰻致死高溫約在 36-38°C。Sadler (1979) 提到歐洲鰻在水溫於 1-3°C 時,活力變低。

為了瞭解溫度改變對鱸鰻、太平洋雙色鰻、雙色鰻產生的影響,利用恆溫水槽,水溫由 25.0°C 每小時升或降 1.0°C 的結果,發現當升至 35.7°C 時,鱸鰻出現側躺,36.2°C 時急躁游動,36.6°C 開始有死亡產生,而升至 38.2°C 則全部死亡。而水溫降至 8.7°C 時,幾乎停止游動,8.3°C 側躺失去平衡,8.0°C 開始有死亡產生,6.8°C 即全部死亡。由上述試驗結果,然後設定各種溫度梯度,持續 7 天後,其死亡率如表 8。36.5°C 組有 10% 的死亡率,38.0°C 組死亡率由 37.5°C 組的 40.0% 明顯升高到 76.7%。8.5°C 組全部活存,當降至 8.0°C 時會有 16.7% 死亡,而 7.0°C 組死亡率由 7.5°C 組的 33.3% 明顯增至 66.7%,6.5°C 組全部死亡。經線性迴歸分析,其最高與最低半致死溫度分別為 37.06°C 及 7.58°C (表 9)。

表 8 鱸鰻曝露在不同水溫的死亡率

高溫(°C)	死亡率(%)	低溫(°C)	死亡率(%)
36.0	0	6.5	100
36.5	10.0	7.0	66.7
37.0	26.7	7.5	33.3
37.5	40.0	8.0	16.7
38.0	76.7	8.5	10



表 9 鱸鰻的高低致死溫度

	半致死(LT ₅₀)水溫(°C) (95% 信賴區間)
最高	37.06 (36.96-37.17)
最低	7.58 (7.39-7.76)

太平洋雙色鰻的試驗結果，發現在 38.2°C 時側躺，38.7°C 時急躁游動，39.0°C 開始死亡，39.2°C 時全部死亡。而降溫至 8.5°C 時幾乎停止游動，6.1°C 開始死亡，5.5°C 時全部死亡，而在同時所進行的日本鰻至 4.0°C 還未死亡。

雙色鰻的試驗結果如圖 70，當水溫升

至 36.3°C 時仍在底部正常游動，36.8°C 時有身體直立衝出水面的現象，37.6°C 時急躁游動，38.4°C 時游動速度減緩，38.8°C 時鰓蓋急促，39.8°C 時側躺失去平衡，開始死亡，40.2°C 時全部死亡。

而水溫降至 9.4°C 時鰻魚活力減弱，幾乎靜置於底部，8.5°C 時則有不適往上衝現象，7.4°C 時側躺失去平衡，6.4°C 時開始有死亡發生，5.8°C 時全部死亡。由結果發現，太平洋雙色鰻、雙色鰻稍微較鱸鰻、日本鰻耐高溫；而在降溫試驗中，發現太平洋雙色鰻、雙色鰻較日本鰻、歐洲鰻兩種溫帶品種不耐低溫，但較鱸鰻耐低溫。

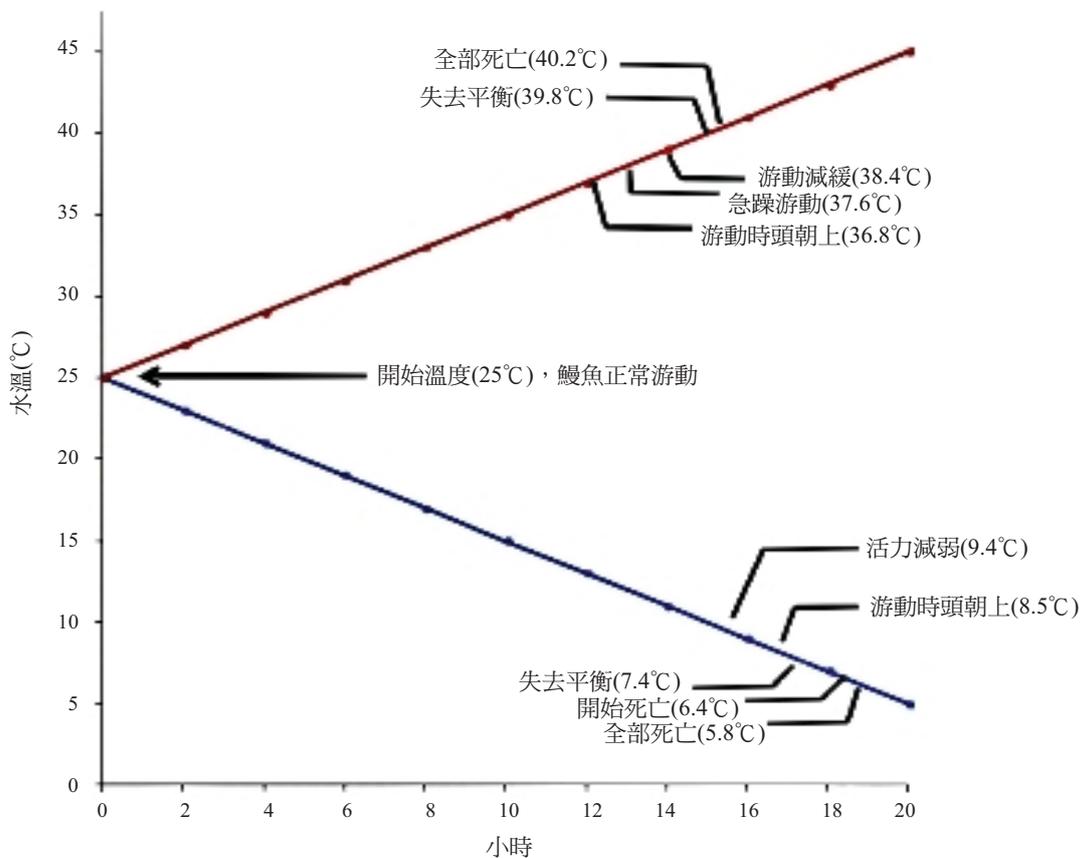


圖 70 雙色鰻在升降溫中的行為表現





(五) 最高與最低攝餌溫度

為了瞭解較適的生存水溫範圍，選擇鱸鰻、雙色鰻在循環水槽投餵幼鰻浮料，鱸鰻 200 尾，總重約 2375 g，雙色鰻 120 尾，總重 510 g。從 25.0°C 每天水溫升或降 1.0°C，然後觀察每天鱸鰻、雙色鰻攝餌量的變化情形。結果發現，鱸鰻的攝餌量由 25.0°C 的 47.04 g，隨著水溫的升高，在 29.2°C 時攝餌量 52.74 g 達到最高，超過 30.2°C 後，攝餌量會隨水溫再增高而下降，34.2°C 時明顯減少，36.0°C 時攝餌量只有 1.44 g，37.0°C 時完全不攝餌，其最高攝餌溫度約在 36.0—37.0°C。而隨著水溫下降，攝餌量逐漸減少，當水溫由 16.5°C 降至 15.4°C，開始明顯減少，12.0°C 攝餌量只有 2.35 g，11.0°C 則完全不攝餌（林，2016），最低攝餌溫度約在 11.0—12.0°C（圖 71）。

雙色鰻攝餌量由 25.0°C 的 7.56 g，隨著水溫的升高，在 30.5°C 時攝餌 12.72 g 達到最高，超過 31.5°C 後，攝餌量隨水溫增高而下降，34.7°C 時明顯減少，36.9°C 時攝餌量只有 1.44 g，38.0°C 時完全不攝餌，其最高攝餌溫度約在 36.9—38.0°C。而隨著水溫下降，攝餌量逐漸減少，當水溫由 15.1°C 降至 14.0°C，開始明顯減少，12.1°C 攝餌量只有 1.68 g，11.0°C 則完全不攝餌（林和楊，2016），鱸鰻、雙色鰻其生活較適攝餌水溫應在 15.0—34.0°C，業者在養殖過程中，應隨時注意季節的水溫變化，尤其在 6—8 月，換水量較少的池塘，晴朗白天水溫常會升高到 34.0—35.0°C，或 1—3 月寒流來持續好幾天時，常會降到 15.0°C 以下時，適當調節每天的投餵量，減少飼料的浪費及污染水質。

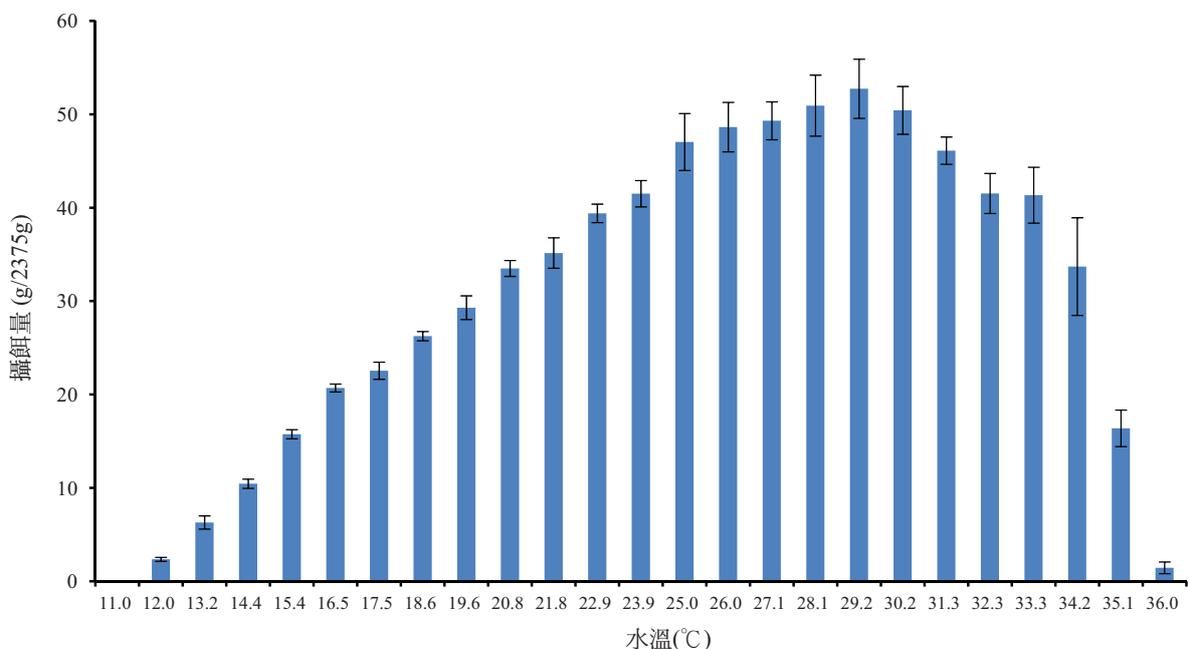


圖 71 鱸鰻在不同水溫之攝餌量變化情形



(六) 較適成長水溫

熱帶性異種鰻養殖，目前普遍存在仿日本鰻的養殖方式，育成率很低只有 2-3 成，根據經驗與水溫有很大關係。為了探討較適成長及提高育成率的水溫，將鱸鰻、太平洋雙色鰻、雙色鰻鰻苗選擇在 15、20、25 及 30°C 4 種不同水溫分別各進行 6、8、9 週培育，探討不同水溫對其成長之影響，鱸鰻鰻苗成長結果如表 10 所示，每尾鰻苗在 30°C 組的總攝餌量為 6.28 g、平均體長 9.23 cm 最大、平均體重 1.22 g、增重率 713.3%、活存率 89.3%，均優於其他 3 種溫度，而飼料轉換率方面，25°C 組為 5.81，則稍優於 30°C 組的 5.89。由成長情形顯示 (圖 72)，經 2 週的飼育後，30°C、25°C 與 20°C、15°C 組之成長即產生明顯差距 (林，2016)。

太平洋雙色鰻鰻苗成長結果如表 11 所示，在 30°C 組其總攝餌量、平均體長、平均體重、增重率、活存率、飼料轉換率均優於其他 3 種溫度，平均體重、增重率分別為 1.65 g、415%，其次為 25°C 組，分別為 1.35 g、285%，20°C 組分別為 1.00 g、140%，15°C 組分別為 0.97 g、100% 最低，顯示短期鰻魚在合適成長水溫範圍內，隨著飼育水溫的升高，其攝餌量和成長均明顯增加，太平洋雙色鰻在 30°C 水溫中，飼料轉換率 4.58 較佳，與 25°C 的 5.19 沒有顯著差異，但明顯優於 20、15°C 組的 8.33 及 9.70。太平洋雙色鰻在 15°C 組活存率為 78%，明顯較 25°C 的 87.75% 及 30°C 組的 91.50% 差 (林，2014)。曾和任 (2013) 指出，熱帶性莫三比克鰻很容易感染白點蟲，育成率很低。

表 10 鱸鰻鰻苗在不同水溫飼育 6 週的成長結果

	飼育溫度(°C)			
	15	20	25	30
初體長(cm)	5.29±0.15	5.27±0.13	5.26±0.10	5.27±0.16
末體長(cm)	6.02±0.51 ^a	8.05±1.02 ^b	8.63±1.00 ^c	9.23±0.98 ^d
初體重(g)	0.15±0.03	0.15±0.04	0.15±0.02	0.15±0.04
末體重(g)	0.30±0.08 ^a	0.78±0.35 ^b	1.00±0.37 ^c	1.22±0.44 ^d
增重(g)	0.15±0.03 ^a	0.63±0.01 ^b	0.86±0.04 ^{bc}	1.07±0.08 ^c
增重率(%)	93.3±3.4 ^a	420.0±9.4 ^b	573.3±28.3 ^{bc}	713.3±56.0 ^c
投餌量(g/尾)	1.24±0.05 ^a	4.28±0.91 ^{ab}	4.96±0.12 ^b	6.28±0.06 ^b
飼料轉換率	8.27±1.92 ^b	6.78±1.29 ^{ab}	5.81±0.38 ^a	5.89±0.41 ^a
活存率(%)	57.2±9.5 ^a	68.9±16.8 ^a	86.7±2.2 ^b	89.3±1.1 ^b

數據為三重複平均值±標準差，同一列中英文字母不同表示有顯著差異(p<0.05)



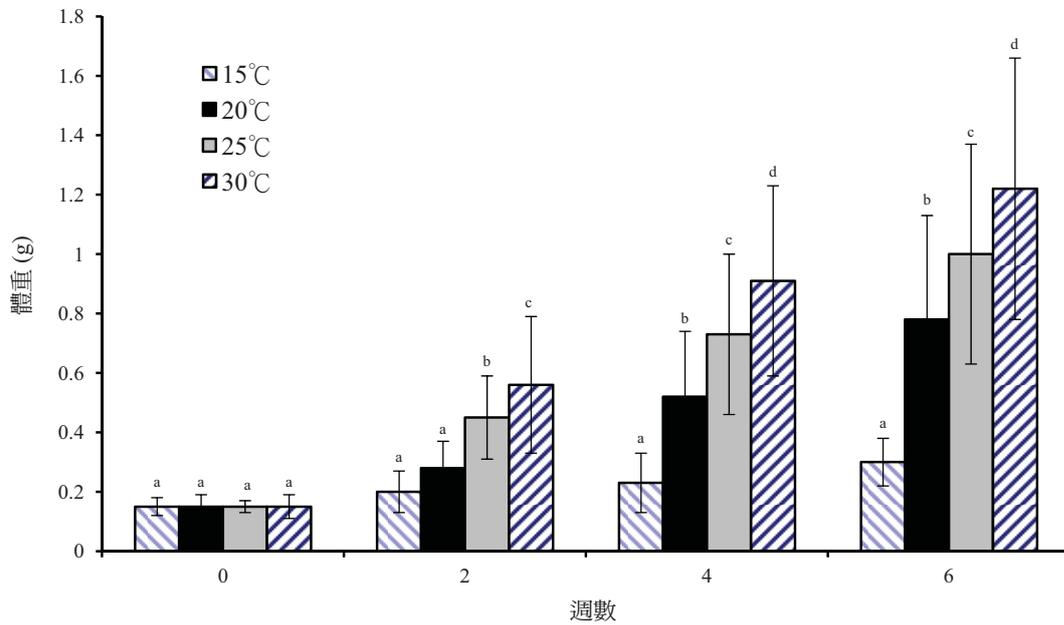


圖 72 鱸鰻苗在不同水溫之成長情形(數據為三重複平均值±標準差，同一列中英文字母不同表示有顯著差異(p<0.05))

表 11 太平洋雙色鰻鰻苗在不同水溫飼育 8 週的成長結果

	飼育水溫(°C)			
	15	20	25	30
初體長(cm)	4.87±0.17	4.85±0.20	4.89±0.15	4.86 ±0.14
末體長(cm)	6.06±0.52 ^a	6.42 ±0.64 ^a	7.36 ±1.04 ^a	8.25 ±0.87 ^b
初體重(g)	0.10±0.03	0.10 ±0.02	0.10 ±0.02	0.10 ±0.03
末體重(g)	0.29±0.08 ^a	0.34±0.14 ^a	0.60 ±0.33 ^b	0.86 ±0.33 ^c
增重(g)	0.19±0.02 ^a	0.24±0.03 ^{ab}	0.50 ±0.03 ^b	0.76 ±0.09 ^c
增重率(%)	189±21 ^a	254±31 ^b	543 ±42 ^c	756 ±86 ^d
投餵量(g/尾)	2.41±0.08 ^a	2.56±0.04 ^a	3.80 ±0.11 ^b	4.54 ±0.07 ^c
飼料轉換率	12.76±1.42 ^c	10.73 ±1.09 ^b	7.61 ±0.21 ^a	6.02 ±0.76 ^a
活存率(%)	63±12 ^a	71±4 ^a	76±2 ^a	84±1 ^b

數據為三重複平均值±標準差，同一列中英文字母不同表示有顯著差異(p<0.05)

而在本試驗期間發現，未有感染白點蟲現象發生，主要是在低水溫中，有些個體因瘦小而死亡。

雙色鰻苗成長結果如表 12 所示，每尾鰻苗的總攝餌量在 30℃ 組為 12.37 g，高於 25℃ 組的 11.69 g、20℃ 組的 5.89 g，且顯著高於 15℃ 組的 4.57 g，分別約為此三組的 1.06 倍、2.10 倍及 2.71 倍。在平均體重上，30℃ 組為 3.76 g 最大，其次是 25℃ 組的 3.38 g、明顯大於 20℃ 組的 1.68 g 及 15℃ 組的 1.39 g。30℃ 組的成長率為 394.73%，則約為 25℃ 組 (327.85%)、20℃ 組 (124.0%) 及 15℃ 組 (80.51%) 的 1.20 倍、3.18 倍及 4.90 倍。在飼料效率方面，30℃ 組為 24.26%，優於 25℃ 組的 22.14%、

20℃ 組的 15.78% 及 15℃ 組 13.55%。活存率在 30℃ 組為 80.50%，高於 25℃ 組的 74.0%，20℃ 組的 51.5% 及 15℃ 組的 36.50% (林和楊，2016)。由鱸鰻、太平洋雙色鰻、雙色鰻苗在 30、25、20、15℃ 的水溫中，其成長與活存率來看，培育水溫以 30 與 25℃ 較好，而根據本場的培育經驗，以及業界訪查，鰻線放養於室內 FRP、塑膠桶，或是室外上搭蓋塑膠布的長方形硬池，在無加溫，或是直接放入室外大型池培育，常因水溫低，感染白點蟲造成大量死亡，是此三種熱帶性鰻魚於鰻苗期活存率低的主要原因。為了可控溫將水溫提升到 28—31℃，建議採室內小系統進行鰻苗培育。

表 12 雙色鰻苗在不同水溫飼育 9 週的成長結果

	飼育水溫(℃)			
	15	20	25	30
初體長(cm)	8.34±0.65	8.29±0.52	8.39±0.57	8.32±0.40
末體長(cm)	9.82±1.05 ^a	10.60±1.23 ^a	11.25±0.92 ^a	13.62±1.59 ^b
初體重(g)	0.77±0.21	0.75±0.12	0.79±0.28	0.76±0.17
末體重(g)	1.39±0.79 ^a	1.68±0.94 ^a	3.38±1.23 ^b	3.76±1.82 ^c
增重(g)	0.62±0.01 ^a	0.93±0.01 ^b	2.59±0.02 ^c	3.00±0.05 ^d
增重率(%)	81±1 ^a	124±1 ^b	328±1 ^c	395±2 ^d
投餵量(g/尾)	4.57±0.19 ^a	5.89±0.32 ^b	11.69±0.35 ^c	12.37±0.47 ^c
飼料轉換率	7.38±0.19 ^c	6.50±0.32 ^b	4.52±0.35 ^a	4.11±0.47 ^a
活存率(%)	37±4 ^a	52±2 ^b	74±1 ^c	81±2 ^c

數據為三重複平均值±標準差，同一列中英文字母不同表示有顯著差異(p<0.05)





(七) 光照時間

光照強度是影響魚類攝食的重要生態因子，魚的感光接受器在眼睛與松果體，對於光的感受性會因魚種與發育階段而不同。一般而言，仔稚魚要能正常發育與成長，光照度都必須達到最小閾值。而對於某些魚種，太密集的光線反而可能造成緊迫或死亡。張等 (2009) 指出，日本鰻早期幼苗偏好光照強度為 25 Lux 弱光，在 100 Lux 下會游向水槽底部。姜與譚 (2002) 指出，花鱸在光照強度超過 400 Lux 時攝食強度下降。在早期超集約歐洲鰻養殖場可發現，除了投餵飼料、觀察池鰻及清洗 FRP 桶會開燈照明外，其餘時間會保持在通道只點亮小燈。為了解光照時間對底棲性的鰻魚成長

之影響，選擇平均體長約 7.82 cm，體重約 0.59 g 太平洋雙色鰻，飼養在上述塑膠桶，上方各設置二盞 40W 日光燈，光照時間為 0、12 及 24 小時，每桶各放養鰻苗 200 尾，每日投餵 2 次自製膏狀飼料。飼育期間可發現，在 80W 照射下，鰻苗會呈現急躁的游動，經 12 週成長結果顯示 (表 13)，全暗環境的鰻苗其增重率最高，飼料轉換率較優，分別為 362.4%、5.87，其次是 12 小時光照組，分別為 329.7%、6.04；24 小時光照組，分別為 296.7%、6.69，顯示隨著光照時間的增長 (林，2015)，太平洋雙色鰻的成長速度反而下降，鰻苗培育期間應降低光照時間。

表 13 不同光照時間對太平洋雙色鰻成長影響

	光照時間(小時)		
	0	12	24
初體長(cm)	7.82±0.55	7.76±0.64	7.87±0.45
末體長(cm)	12.25±2.80	11.69±2.63	11.48±2.69
初體重(g)	0.59±0.15	0.57±0.11	0.61±0.14
末體重(g)	2.73±1.38 ^b	2.48±1.75 ^a	2.38±1.35 ^a
增重(g)	2.14±0.18 ^b	1.91±0.08 ^a	1.75±0.16 ^a
增重率(%)	362.4±29.3 ^b	329.7±13.2 ^a	296.7±26.4 ^a
投餵量(g/尾)	12.50±0.19	11.74±0.17	11.66±0.18
飼料轉換率	5.87±0.40	6.04±0.16	6.69±0.69
活存率(g)	81.3±1.7	78.3±1.1	73.8±1.8

數據為三重複平均值±標準差，同一列中英文字母不同表示有顯著差異(p<0.05)



(八) 放養密度

傳統日本鰻養殖在鰻線至幼鰻培育期間，並未有文獻提及適當放養密度。但魚類養殖密度，即單位水體的生物量，以及導致的溶氧量下降，都會影響魚的成長。為了瞭解異種鰻在鰻苗期間適當的放養密度，提高單位面積的經濟效益，曾探討在 130 L 橘色方型塑膠桶中蓄水 60 L，分別放養鱸鰻線 100、200、400 及 600 尾，初期成長，以高密度組較快，後期可能因密度超過水體容許的生物量，成長速度才趨緩，由成長的趨勢發現，鱸鰻苗培育初期每噸水可高達 1 萬尾 (林, 2010)。另外，分別放養太平洋雙色鰻線 120、240、480、960 及 1,440 尾，經 4 週養殖結果 (表 14)，以 1,440 尾

組成長較佳，其次是 960 尾、480 尾、240 及 120 尾，在飼育過程中發現，密度越高，攝餌越活躍，增重較高。太平洋雙色鰻線初期 1 個月，每噸水可高達 2 萬 4,000 尾 (林, 2014)。而在日本鰻線兩批飼養經驗，初期 1 個月，每噸水曾試過高達 5-6 萬尾，但瘦小的鰻苗比率會升高，為減少此現象的發生，第二批利用縮短鰻魚定期篩選的期間適時分養，即可避免。

鰻苗成長體型如有 1.5 倍差異時就應分養，分養愈勤，育成率愈高、愈健康，所以鰻苗池要能夠靈活運用，其池塘數要多，面積不宜過大。簡易且便宜的篩選器可自製 (圖 73)，篩選前一晚停止餵食，即不會有卡著無法通過洞口的現象，每次用 2 種不同口

表 14 太平洋雙色鰻於不同密度飼育 4 週之成長情形

	放養密度(尾/60 公升)				
	120	240	480	960	1440
初體長(cm)	4.94±0.15	4.85±0.14	4.97±0.15	4.95±0.14	4.93±0.14
末體長(cm)	6.13±0.78 ^a	6.43±0.76 ^a	6.44±0.73 ^a	6.57±0.75 ^a	6.89±0.62 ^{ab}
初體重(g)	0.10±0.02	0.10±0.04	0.10±0.04	0.10±0.04	0.10±0.02
末體重(g)	0.41±0.13	0.42±0.10	0.42±0.17	0.43±0.14	0.45±0.13
增重(g)	0.31±0.01	0.32±0.04	0.32±0.04	0.33±0.02	0.35±0.01
增重率(%)	306±8	323±47	323±47	328±23	350±8
投餵量(g/尾)	1.24±0.01	1.25±0.01	1.27±0.02	1.31±0.01	1.33±0.01
飼料轉換率	4.44±0.18	4.36±0.59	4.41±0.57	4.37±0.15	4.20±0.10
活存率(%)	85±2	84±3	84±2	82±1	80±1

數據為三重複平均值±標準差，同一列中英文字母不同表示有顯著差異(p<0.05)





徑的篩選器，篩選出 3 種體型分別飼養 (圖 74)。另外，可訂製白鐵的篩選器 (圖 75)，或機械式篩選器 (圖 76)，但成本明顯較高。在篩選的過程中，可發現偶有混在其中

的日本鰻成長最快，其次是太平洋雙色鰻，鱸鰻最小。每次利用篩選時，分別挑出集中飼養。幼苗培育期間，隨時觀察池鰻的體表及活動情形，而投餵時是最好的觀察時機。



圖 73 自製便宜且簡易篩選器



圖 74 每次篩選出 3 種不同體型的鰻魚



圖 75 不同口徑之白鐵製篩選器



圖 76 丹麥進口機械式篩選機可分出 3 種體型



六、成鰻養殖

(一) 養殖體型

郭 (1994) 指出，日本鰻線養殖 2-3 個月後，平均可達 500 尾/kg，9-10 月可養成 6 尾/kg 程度的標準體型成鰻。相對的，太平洋雙色鰻、雙色鰻約需 3-4 個月，要達上市規格 (2-5 尾/kg) 平均需達 1 年左右。而鱸鰻約需 4-5 個月養殖，至上市規格 (3 台斤以上/尾) 平均需達 2-3 年以上時間。通常太平洋雙色鰻、雙色鰻幼鰻長至 100 尾/kg 時即可放養至養成池。而鱸鰻由於上市體型較大，分段分工方式養殖，各家放養從 20-30 尾/kg 到 3-5 斤/尾都有。硬池養殖，因池塘面積較小，操作容易，一般放養後 1-2 個月分養 1 次，初期放養密度約 1-5 萬/分地，隨著成長，逐漸降低密度，若希望養至 3-5 斤/尾出售體型，則密度減至 2,000-3,000 尾。

(二) 養殖環境

傳統成鰻養殖的軟、硬池，池底都是泥土，近年逐漸有使用水泥池或大型 FRP 桶進行較高密度養殖，而其兩種不同環境是否影響鰻魚成長，有需要加以瞭解。因此選擇平均體重約 78 g 太平洋雙色鰻進行成鰻養殖試驗。經 3 個月飼育，養殖期間的水溫變化如圖 77，成長情形如圖 78 所示。由結果發現在 8-9 月期間，水泥池因上有遮光網，水溫 25.2-28.2°C，攝餌較活躍，成長較硬池組快 (26.5-31.5°C，水溫過高較不攝餌)，而 10 月後兩池水溫下降，但硬池水溫 (22.3-28.8°C) 仍比水泥池高，此時反而硬池攝餌較活躍，最後增重率，硬池為 71.7%，反而較水泥池的 66.6% 高，飼料轉換率硬池為 1.82，較水泥池的 1.93 優，兩池活存率百分之百，顯示可能其成長不受底質影響，較適水溫低於 31.5°C。

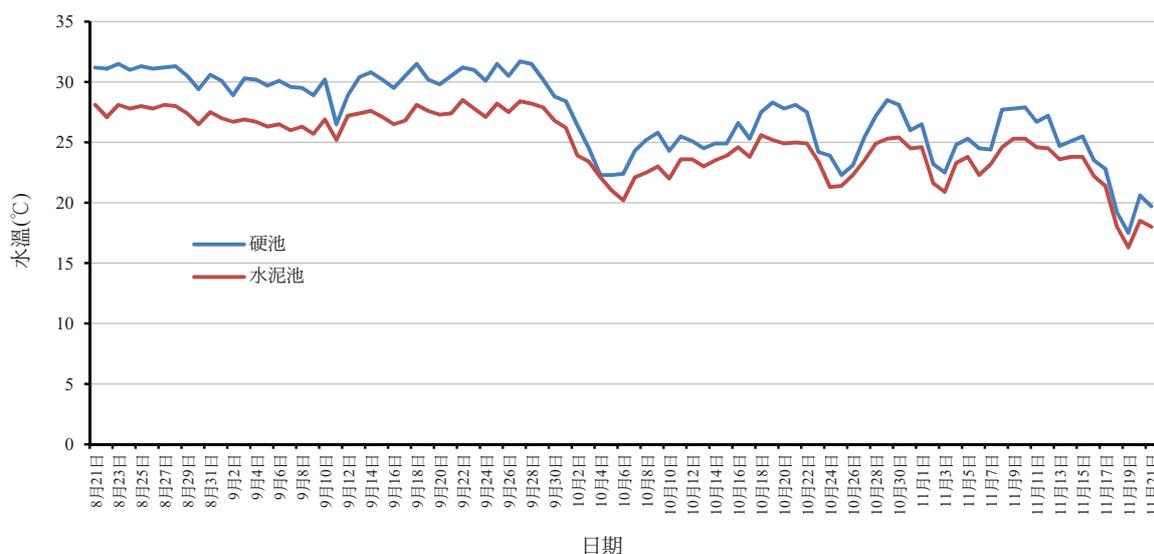


圖 77 2015 年硬池、水泥池水溫變化情形



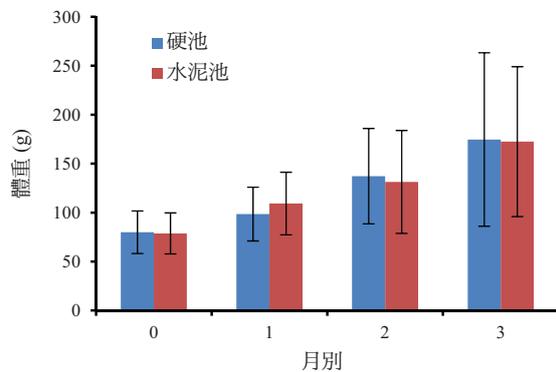


圖 78 太平洋雙色鰻於不同環境飼育 3 個月之成長情形

(三) 飼料之投餵

目前市售之成鰻用飼料，可分為粉狀飼料及浮性粒狀飼料。

1. 粉狀飼料

一般池鰻的攝餌率因受氣候、水溫、水質、健康程度及體型大小等而有所不同（幼鰻約 5—10%、成鰻約 1—3%）。粉狀飼料加水攪拌成團塊練餌（圖 79），定時、定點、

定量置於餌料籃內，每天的投餌量，以池鰻前 1 天之攝餌好壞來調整較為理想，並保留最後一池不投餌，俟其他池鰻攝食 20 分鐘後取出剩餘飼料，再投餵最後一池，即可達到節省飼料，降低池底污泥淤積。粉狀飼料易於混加魚油或藥物，增加育肥的效果，或依水產動物用藥品使用規範添加的抗生素能治癒細菌性疾病。但鰻魚攝餌時係將頭鑽入練餌內，連續咬食 2—3 口飼料後才離開餌料籃，鑽入水中吞食，如此循環直到飽食為止，在競相咬食時，裸露嘴角的飼料會散失而溶於水中。郭（1994）指出在日本鰻養殖，浮性粒狀飼料的飼料轉換率為 1.25—1.67，養成 1 kg 的鰻魚，飼料成本 38.4—51.2 元，而粉狀飼料轉換率為 1.49—2.54，飼料成本 45.0—75.0 元（早期的飼料單價較目前便宜）。日本鰻以粗脂肪含量 2.5% 的粉料中添加 5% 的魚油調製練餌，與粗脂肪



圖 79 鱸鰻投餵粉狀飼料做成的練餌



含量 5.3—6.7% 的浮料進行養成比較時，發現浮料組肥滿度較低。另外以粗脂肪含量 2.5% 的粉料（沒添加魚油），與粗脂肪含量 5.1—9.6% 的浮料進行比較時，則粉料組肥滿度較低，推測與長期攝取油脂含量較低的飼料有關（沈，2007）。在太平洋雙色鰻養殖，曾使用浮料與粉料（沒有添加魚油）進行比較，經 3 個月飼育結果，如表 15 所示，投餵量在粉料組為 84.54 g，明顯高於浮料組的 65.02 g；而浮料組的成長率為 266%，則約為粉料組（204%）的 1.30 倍。在飼料轉換率方面，浮料組平均為 1.15，明顯優於粉料組的 1.92。活存率在浮料組及粉料組分別為 98%、97%，兩組沒有明顯差異。攝食浮料的肥滿度平均為 2.02，較粉料組的 1.94 高。浮料的增肉效果顯著優於粉料，推測與浮料溶失率較低，飼料效率較高有關，意謂著投餵浮料較省飼料成本（林和黃，2017）。另外從每個月的體重增加來看，投餵浮料的池鰻成長都較快，3 個月後即產生明顯差異

（圖 80）。而對水質影響比較，由於粉料調製成的練餌易於溶失，投餵後水中之氨與亞硝酸濃度變化，粉料組的氨與亞硝酸濃度都較浮料組高，但氨沒有顯著差異，而亞硝酸在攝食 4 小時後則開始有顯著差異，如圖 81、82 所示。吳（1999）對養鰻用之浮料與粉料對水質影響比較指出，在不回收殘餌下，濁度高者氨態氮濃度較高。因此，為了做好水質管理，降低換水率，投餵練餌時應做好量的管控。

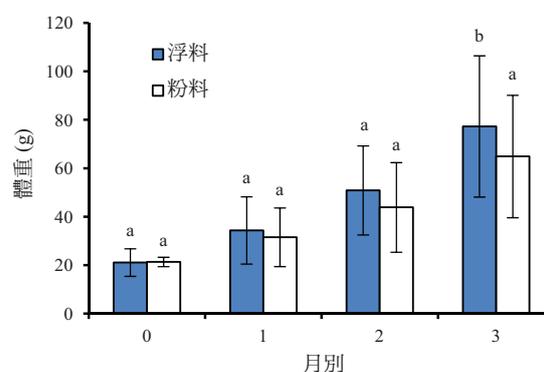


圖 80 太平洋雙色鰻投餵浮料與粉料的成長情形（數據為三重複平均值±標準差，同一列中英文字母不同表示有顯著差異(p<0.05)）

表 15 太平洋雙色鰻投餵浮性飼料與粉狀飼料 3 個月之成長情形

	飼 育 飼 料	
	浮性飼料	粉狀飼料
初體長(cm)	23.84±1.88	23.96±2.01
末體長(cm)	33.12±3.64	31.67±6.56
初體重(g)	21.09±5.68	21.35±1.95
末體重(g)	77.29±29.15 ^b	64.88±25.36 ^a
增重(g)	56.20±0.46 ^b	43.59±2.75 ^a
增重率(%)	266.47±2.21 ^b	204.20±12.91 ^a
投餵量(g/尾)	65.02±2.63 ^a	84.54±1.37 ^b
飼料轉換率(%)	1.16±0.06 ^a	1.94±0.14 ^b
活存率(%)	98.34±0.36 ^b	96.90±0.60 ^a
肥滿度	2.02±0.23	1.94±0.24

數據為三重複平均值±標準差，同一列中英文字母不同表示有顯著差異(p<0.05)



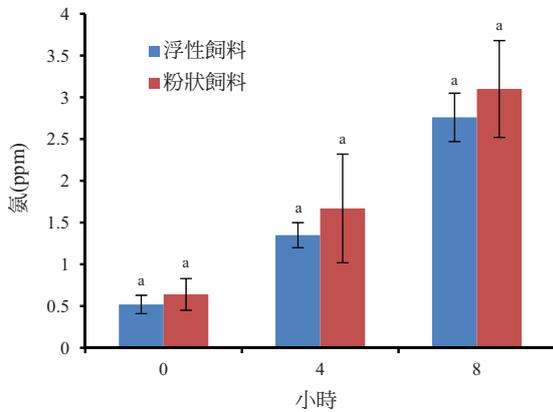


圖 81 太平洋雙色鰻投餵飼料後水中氨濃度變化情形(數據為三重複平均值±標準差，同一列中英文字母不同表示有顯著差異 ($p<0.05$))

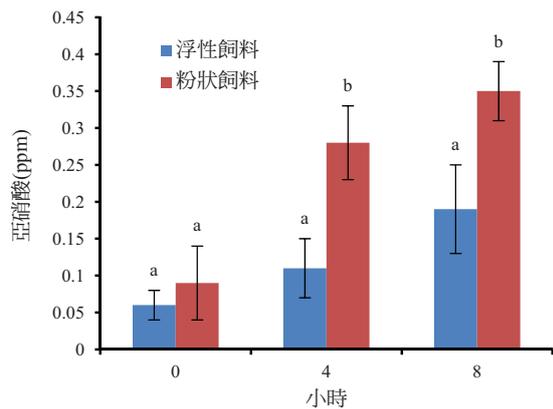


圖 82 太平洋雙色鰻投餵飼料後水中亞硝酸濃度變化情形(數據為三重複平均值±標準差，同一列中英文字母不同表示有顯著差異 ($p<0.05$))

2. 浮性粒狀飼料

浮性飼料是經高溫與高壓擠製成粒，一般投餵後能漂浮在水面超過 30 分鐘以上，其育成之成鰻體型差距較小，飼料散失較少，餌料效率比粉狀飼料高，且較省人力。投餵浮性飼料，在適量的情況下不會有殘餌發生，可節省換水量。但一般認為其肉質、風味及體色較差。為了防止此現象的發生，

養殖的策略，可調整前期投餵浮性飼料加速其成長速度，出售前一定時間再改以粉料餵飼調整其肉質。浮料的投餵，宜在池邊設置投餌浮框，框邊至水面下 30 cm 處加裝細萬能網片 (圖 42)，防止鰻魚搶食時，浮料隨風擴散至整個池面，而無法觀察池鰻攝餌情形及是否有殘餌。鱸鰻幼鰻體重達 600 尾/kg，只要經一段時間的馴餌，就可習慣攝食幼鰻前期浮料 (圖 83)，並非傳聞其只喜歡粉狀飼料調製成的練餌，或野性較強需餵活餌。



圖 83 鰻苗攝食幼鰻前期浮料





在養殖經驗中可發現鱸鰻、太平洋雙色鰻、雙色鰻，在鰻苗至幼鰻培育期間，混入的日本鰻成長特別快，但未有同一時間取體型相近的不同品種進行成長比較。為了探討不同品種間的成長差異，選取體型相近的鱸鰻、太平洋雙色鰻、雙色鰻、日本鰻進行養殖，探討不同品種間的成長差異。在每個面積 1 坪的水泥池各放養鱸鰻 (21.5 cm、16.12 g)、太平洋雙色鰻 (22.7 cm、18.3 g)、雙色鰻 (平均體長 21.6 cm、重 14.8 g)、日本鰻 (24.2 cm、14.9 g) 130 尾，投餵幼鰻浮料進行飼養，每天早上、下午各投餵 1 次，每個月測定 1 次，調整投餵量。經 5 個月養殖，結果如表 16，發現在 25.1–27.6°C 水溫中，攝餌行為以日本鰻最搶食，每尾平均攝餌量 146.8 g，其次是雙色鰻、太平洋雙色

鰻、鱸鰻，分別各為 92.2、91.8、76.7 g。飼料轉換率以日本鰻的 1.26 較佳，其次是雙色鰻、太平洋雙色鰻分別為 1.28、1.36，3 種無顯著差異，但明顯優於鱸鰻的 1.77。增重率以日本鰻最大，高達 822.8%，成長明顯最快，其次是雙色鰻、太平洋雙色鰻分別為 403%、385%，兩者無顯著差異；鱸鰻最低為 258%。活存率在鱸鰻與太平洋雙色鰻、雙色鰻、日本鰻，各為 98.1%、98.1%、98.5%、97.4%，4 種間沒有顯著差異。由體重的測定數據可發現，每一鰻種皆有部分已超過 200 g，在達每公斤 5 尾前，鱸鰻成長速度則明顯低於其他三種鰻魚。本試驗結果發現，日本鰻的飼料效率較高，且成長速率明顯比雙色鰻、太平洋雙色鰻、鱸鰻都快，可供預備開發此三種鰻魚養殖的參考。

表 16 四種鰻魚飼育 5 個月之成長情形

	飼 育 魚 種			
	鱸 鰻	太平洋雙色鰻	雙色鰻	日本鰻
初體長(cm)	21.5±2.2	22.7±1.6	21.6±2.0	24.2±2.5
末體長(cm)	29.1±6.8 ^a	34.8±6.9 ^{ab}	37.5±6.3 ^b	45.4±3.9 ^c
初體重(g)	16.1±5.6	18.3±4.3	18.1±4.7	14.9±5.5
末體重(g)	57.6±4.2 ^a	88.7±4.0 ^b	91.1±7.9 ^b	137.5±5.8 ^c
增重(g)	41.5±4.6 ^a	70.4±3.3 ^b	73.0±7.9 ^b	122.6±10.3 ^c
增重率(%)	258±36 ^a	385±6 ^b	403±42 ^b	823±60 ^c
投餵量(g/尾)	76.7±6.5 ^a	91.8±0.5 ^b	92.2±0.8 ^b	146.8±1.1 ^c
飼料轉換率	1.77±0.03 ^c	1.36±0.07 ^b	1.28±0.16 ^b	1.26±0.02 ^a
活存率(%)	98±1	98±1	99±0	97±2

數據為三重複平均值±標準差，同一列中英文字母不同表示有顯著差異(p<0.05)





(四) 水質管理

養殖池水質在人工給餌飼育過程中，難免因殘餌及鰻魚排泄物等有機物的累積所污染。通常，這些有機質量少時，經分解後被植物性浮游生物吸收，維持適當的水色及透明度，白天光合作用可提供充足的溶氧及降低池鰻的緊迫感，有利於維持池鰻的健康。如果累積過多無法即時清除，則常因腐敗分解消耗多量溶氧，造成缺氧泛池，以及產生高濃度氨態氮造成中毒不攝餌，甚至死亡。一般池水透明度不要低於 30 cm，如果低於此會引起溶氧量過低的情形（陳，1985）。池水水中的溶氧量隨著氣壓的升高及水溫的下降而升高，而每天隨著日昇逐漸增加，下午 3—4 時達到最高，黎明前降至最低，清晨是觀察池鰻是否缺氧的最好時機。一般人會認為鰻魚生命力很強，但與鯉科魚類相比，鰻魚對缺氧的忍受力明顯較低，在集約式養鰻池一定要配置足夠的供氧設備（水車或鼓風機）（圖 84）。pH 值變化曲線如同溶氧量，黎明前降至最低，隨著日出植物行光合作用消耗水中的二氧化碳，pH 值就快速的上升，在夏天藻類繁盛的時候，下午經常會上升到 10 以上，一般池鰻都能適應這樣的每天變化。郭（1994）指出，依現場經驗，池水 pH 值在 7.5—9.2 之變化範圍時，池鰻索餌良好，而在 6.8—7.3 時通常索餌不良，甚至有缺氧及浮頭、泛池之現象。一般在池水變化之前，鰻魚活動減少，攝餌不良，早晨並可看到池鰻橫躺於餌料籃，池面可以看見微小的浮游動物群集出現，如為水蚤類可以使用三氯仿系列產品



圖 84 養鰻池供氧設備水車(上)、鼓風機(下)

（三氯松、美舒添、地特松、馬速展、鰻舒添等）0.3 ppm 將其殺除。當浮游植物大量死亡，池水變為褐色，池底不斷產生氣泡，夜晚經常可以發現蝦類游動於水面時，應適量換水並加強曝氣。

池鰻若蓄積到一定量的臭土味，其售價將會受到很大影響。而臭土味產生的原因，主要是水源缺乏、養殖過密、殘餌累積、池底老化及池水過肥等因素，水中營養鹽及有機質含量過高，導致顫藻、魚腥藻等藍綠藻及放射菌大量繁生，其含臭土味代謝物進入水體中，經鰻吸收，由血液運送至肌肉而蓄積。異味的產生與養殖環境的管理有密切關係，簡單防治方法有：(1)適量換水，控制池水透明度；(2)使用浮料與改進投餌技術，減少殘餌；(3)適當施用殺藻劑，控制適當藻量；(4)出售前 1 週提高鹽度至 10 psu，抑制水中放射菌之生長。



七、疾病防治

鱸鰻、太平洋雙色鰻、雙色鰻養殖，在國內外其活存率皆比日本鰻低很多，一般皆認為其抗病性較差，尤其是鰻苗期間。目前發現此三種鰻亦出現很多發生於日本鰻的疾病，例如白點蟲、車輪蟲、指環蟲、錨蟲、微孢子蟲等寄生蟲病，以及赤鰓病（產氣單胞菌）、赤點病（假單胞菌）、愛德華氏病、水黴病等。

（一）寄生蟲病

1. 白點蟲病

淡水性白點蟲 (*Ichthyophthirius multifiliis*) 主要寄生於鰓部、皮膚（圖 85）、鰭部及眼睛等，遭受感染以後上皮細胞會大量增生，並將蟲體包在內部，造成處理上的困難。防治白點蟲的關鍵，在低溫季節的養殖管理需十分注意，在鰻苗培育期間最好採小系統，將水溫控制在 28℃ 以上，抑制白點蟲生長。如發現池鰻活力減退、攝餌量大減及體軀上發現白點時，盡早撈取鏡檢，觀察是否發生白點蟲寄生，需要早期發現早期治療，以免造成重大損失。

2. 車輪蟲病

車輪蟲 (*Trichodina* sp.) 主要寄生於鰻魚的鰓部（圖 86）及鰭部，當寄生於鰓部時，會嚴重破壞鰓部組織，並且由於蟲體機械性運動的刺激，會導致鰓部大量分泌黏液，造成呼吸障礙，嚴重時影響正常呼吸，防治對策：車輪蟲病全年都會發生，主要流行季節在 4—10 月，藥物處理不易，蟲害容易再復發。防治應著重於事前預防工作，收

成後清除池底污泥及有機物，池底及池壁適當消毒和曝曬。

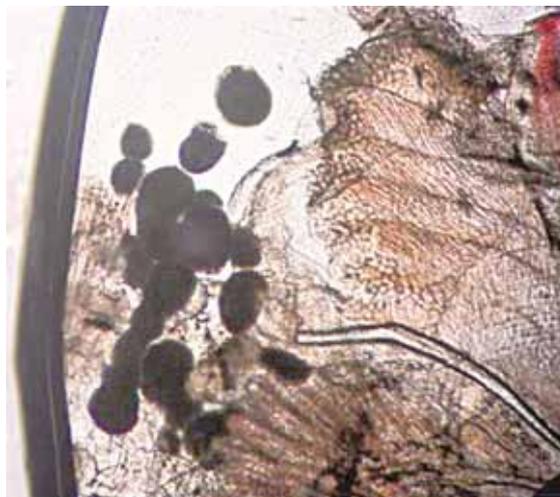


圖 85 白點蟲

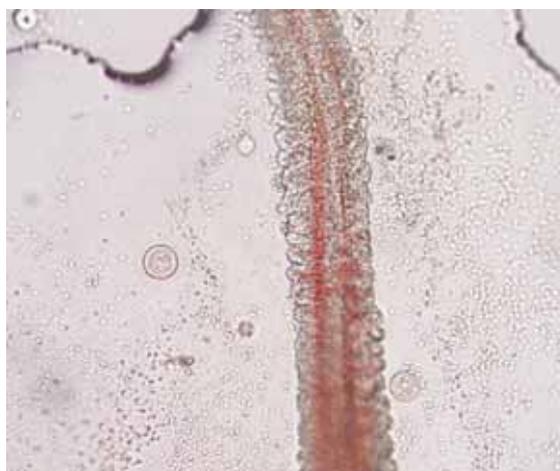


圖 86 車輪蟲





3. 指環蟲病、擬指環蟲病、三代蟲病

指環蟲 (*Dactylogyrus* sp.)、擬指環蟲 (*Pseudodactylogyrus* sp.)、三代蟲 (*Gyrodactylus* sp.) 等屬於外部寄生蟲。指環蟲 (圖 87)、擬指環蟲，體型扁平細長，雌雄同體。指環蟲的特徵為頭部具有 4 個眼點，擬指環蟲的頭部無眼點。三代蟲與指環蟲的主要區別為行胎生生殖，剛產出之幼體已具有成蟲的特徵，所以稱為三代蟲。三種寄生蟲在鰻魚主要的寄生部位為鰓部，蟲體以大鉤鉤纏破壞鰓部組織，移動時會造成無數的傷口，容易併發二次性細菌感染，導致鰓部潰爛。

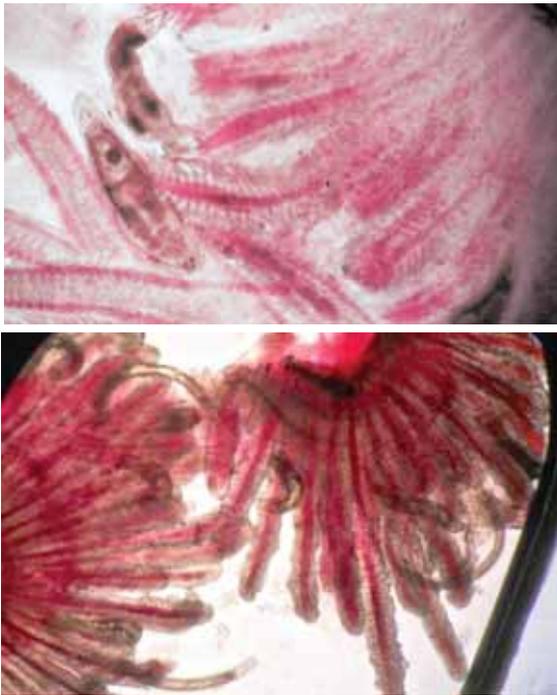


圖 87 寄生於鰓部的指環蟲

鰓部寄生蟲感染共通的症狀，是鰓部分泌大量黏液覆蓋住鰓絲，影響魚體正常的呼吸作用，導致池鰻無法有效地利用水中的溶氧，即引起呼吸障礙，發生浮頭逆衝水車及

聚集在進水口的現象。罹病鰻魚外觀症狀，鰓部鼓脹，頭部如響尾蛇般貼近水面，對外界的干擾反應遲鈍 (圖 88) 或攝食不活潑，攀爬在餌料籃。

4. 錨蟲病

錨蟲 (*Lernaea cyprinus*) 在一般淡水魚類主要寄生於體表皮膚 (圖 89) 及鰭部，造成皮膚出血潰爛、鱗片脫落，繼而引發細菌、黴菌及其他寄生蟲等二度感染。而在鰻魚則較特殊，主要寄生於口腔內部的下顎肌肉上 (圖 90)，病情嚴重時口部無法閉合，因無法攝餌及併發細菌性疾病而死亡。錨蟲成蟲體型長可達 6-7 mm，用肉眼即可清楚看到，在成鰻養殖期間，業者可定期趁投餵時捕撈幾尾自行檢視。

5. 微孢子蟲病 (凹凸病)

微孢子蟲 (*Plistophora anguillarum*) 感染於鰻魚時，初期病魚的外觀症狀不明顯，僅能由肌肉組織切片看到病原體，後期軀幹部位有明顯的黃白斑 (圖 91)，並且出現不規則的隆起和凹下，即所謂鰻魚的凹凸病 (圖 92、93)。此時剪開肌肉可以發現組織變成白色或黃白色乳糜狀，用手擠壓會有黃白色乳狀物流出，在顯微鏡下檢查時，可以發現乳狀物包容大量的孢子。在鰻苗期間發生本病後，原本屬短胖型的三種異種鰻，會變得瘦長彎曲而陸續死亡，成鰻後期受感染時雖不至於引起立即性死亡，但凹凸的外型卻會大為降低商品價值。曾發病的池塘，清池後必須徹底清理池底及消毒，否則大量的孢子存在魚池底，再放養後即容易爆發大量感染。





圖 88 太平洋雙色鰻鰓部感染寄生蟲後頭部如響尾蛇般靜置貼近於水面



圖 89 錨蟲寄生於一般魚類的皮膚



圖 90 錨蟲寄生於鰻魚口部



圖 91 凹凸病鱸鰻苗體幹部有明顯白斑





圖 92 感染凹凸病的鱸鰻苗



圖 93
感染凹凸病的鱸鰻成鰻身體呈隆起和凹下

6. 卵圓鞭毛蟲病

淡水性卵圓鞭毛蟲 (*Oodinium limneticum* 及 *O. pillularis*) 屬外部寄生蟲，寄生於體表及鰓部，病症為患部潰爛、分泌大量黏液、體表泛紅。病害全年均會發生，主要感染季節為 4—10 月間，初期症狀不明顯，惡化時鰓絲變白、潰爛、體表出現多數如針尖般的小白點 (圖 94)，刮取體表黏液，在顯微鏡下鏡檢，可以觀察到呈梨形的

卵圓鞭毛蟲 (圖 95) 及體表黏液脫落 (圖 96)，發病後未及時處理，很容易爆發引起大量死亡。



圖 94 體表出現如針尖般小白點的卵圓鞭毛蟲



圖 95 呈梨形的卵圓鞭毛蟲



圖 96 受卵圓鞭毛蟲感染後體表黏液脫落



(二) 細菌性疾病

1. 赤鰭病

病原菌為親水性產氣單胞菌 (*Aeromonas hydrophila*)，是鰻魚細菌性疾病中發生的頻率及造成的損失最大，本病屬於腸炎型細菌疾病，全身各組織器官均會朝遭受感染。病鰻主要外觀病徵包括皮膚出血變紅、肛門紅腫 (圖 97)、鰓絲顏色變淡 (敗血症)。解剖觀察主要症狀如腹腔壁發生點狀出血、腹腔積水 (腹水)、肝臟及腎臟出血與瘀血。

2. 赤點病

本病為出血性敗血症，病原菌為假單胞

菌 (*Pseudomonas anguilliseptica*)。主要外觀特徵為全身性點狀出血，以下顎、胸鰭基部、腹面皮膚及肛門等部位最顯著 (圖 98)。罹病魚發病致死亡期間甚短，會導致養殖鰻魚大量死亡，在病害傳染期間須要特別小心。

3. 愛德華氏病

本病屬於全身循環性疾病，病原菌為 *Edwardsiella tarda*。主要症狀包括體表皮膚及各鰭部出血變紅，肛門嚴重充血變紅，甚至發生脫肛現象，嚴重罹病魚呈現全身性出血，幼鰻外觀及解剖觀察有肝臟、腎臟、膽囊腫大潰瘍破裂的症狀 (圖 99、100)。

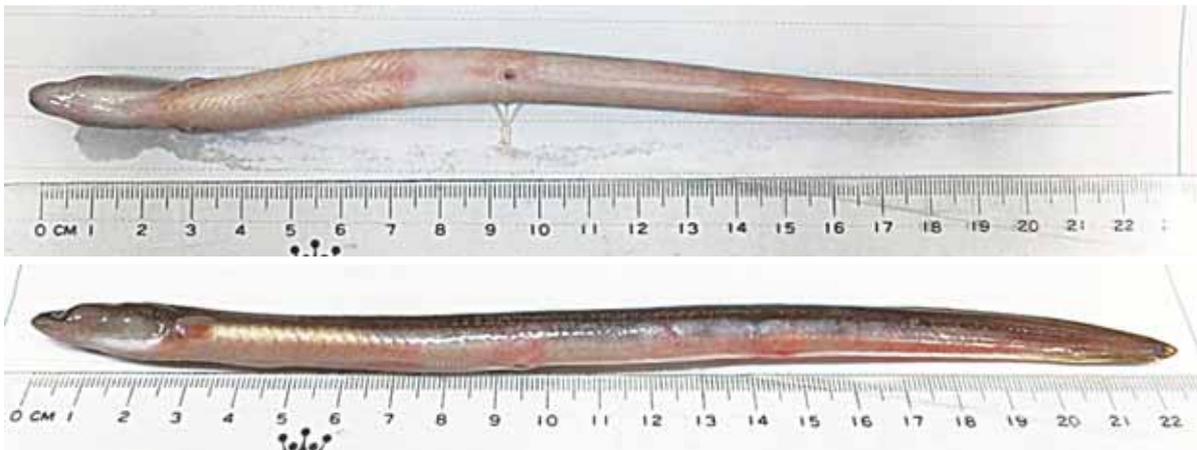


圖 97 感染赤鰭病的鱸鰻，鰭部、體表泛紅，肛門紅腫，嚴重感染時會有出血現象



圖 98 赤點病鰻魚下顎、腹部、肛門周圍皮膚有顯著點狀出血(肛門以下很少，與親水性產氣單胞菌引起的赤鰭病不同)



圖 99 感染愛德華氏病的鱸鰻幼鰻外觀及解剖觀察有膽囊破裂的症狀

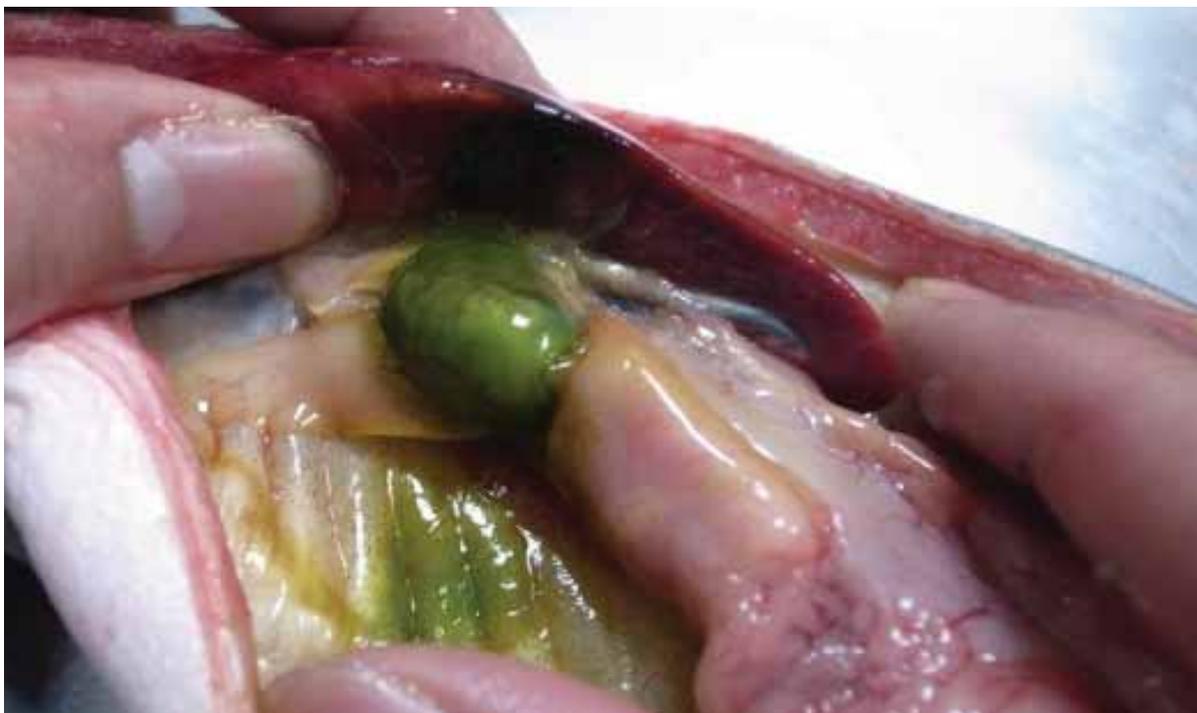


圖 100 感染愛德華氏病的鱸鰻膽汁破裂外溢的症狀



4. 爛鰓病

本病典型特徵是鰓絲缺損潰爛，病原菌為黏液性細菌 (*Flavobacterium columnare*)，罹患爛鰓病之魚鰓部，用手壓迫鰓部會有帶血或污黃色的黏液性物質流出，初期鰓部症狀為充血、出血、大量分泌黏液、顏色呈暗紅、鰓絲腫脹，隨病情發展，可發現鰓絲有潰爛缺損的現象 (圖 101)。



圖 101 感染爛鰓病的鱸鰻鰓絲潰爛缺損

5. 水黴病

水黴菌廣泛的包括 *Saprolegnia* (*S. ferax*、*S. parasitica*)、*Achlya*、*Dictyuchus*，此三屬黴菌在肉眼外觀上很類似，需要以顯微鏡才能正確的鑑定種類。水黴菌的感染 (圖 102、103、104) 屬於二次性感染，在養殖期間，魚體因寄生蟲感染、細菌性疾病、水溫過低凍傷或捕撈、搬運，造成體表受傷，都可能導致水黴菌感染，尤其是在低水溫期最容易大量爆發。平常的池塘管理，低水溫期盡量避免不必要的篩選、捕撈或搬運，有寄生蟲病或細菌性疾病應盡速處理，避免傷口引發水黴菌感染。

(三) 鰻魚養殖用藥

根據中華民國 90 年 8 月 23 日 (90) 農防字第 901512719 號公告水產動物用藥品使用規範，合於使用於鰻魚疾病預防及治療

之抗生素與毒劇藥品，共有氟甲磺氯黴素 (Florfenicol)、氟滅菌 (Flumequine)、富來頓 (Furazolidone)、歐索林酸 (Oxolinic acid)、磺胺 - 甲氧嘧啶或其鈉鹽 (Sulfamonomethoxine or sodium salt) 等 5 種抗生素及殺蟲劑三氯仿 (Trichlorfon)，其使用規範如表 17。三氯仿為白色結晶狀，屬低毒性殺蟲劑主要適用於體表或鰓部之寄生蟲，如指環蟲、擬指環蟲、三代蟲、車輪蟲、錨蟲等。市面上類似的產品有地特松 (Dipterex，日製)、馬速展 (Masoten，美製)、三氯松 (Dipterex，德製)、鰻舒展 (Parasiticide-Ms-80，台製) 等。美洲鰻在水溫 20.2–23.0°C，對敵百蟲 (Trichlorfon，中國製) 的 96 小時半致死濃度為 4.7 ppm (盧，2000)，鱸鰻在水溫 20 和 30°C，對美舒添的 96 小時半致死濃度分別為 5.46 及 1.41 ppm (林，2012)，在 20°C 水溫中鱸鰻的忍受性較美洲鰻稍高，而在較高水溫中，毒性明顯增強，這種情形在銀鱸、青魚都有發現。鍾 (1990) 指出，三氯松較高濃度時，若水溫超過 28°C，則對很多魚種的毒性可能太強，因此夏天高水溫季節施用時應特別注意。另外，鱸鰻在較高濃度 24 小時內雖不會死亡，但會顯現身體抖動、彎曲的神經中毒現象必須注意。

養殖期間應隨時觀察池鰻的體表及活動情況，投餵時是最好的觀察時機。在水質沒有異常變化狀況下，若攝餌量突然大降，必須立即詳細瞭解其原因，隔天持續沒有改善，且無法自行分辨原因時，應盡早與各縣市家畜疾病防治所洽詢。





圖 102 鱸鰻鰻苗低溫感染水黴



圖 103 太平洋雙色鰻鰻苗低溫感染水黴



圖 104 太平洋雙色鰻成鰻低溫感染水黴



表 17 水產動物藥品對鰻魚使用規範

水產動物用藥品	投藥途徑	劑量或濃度及用法	用 途	停 藥 期
氟甲磺氯黴素	經 口	10 mg/kg/日，連續投藥 3-5 日	治療愛德華氏菌之感染	7 日
氟滅菌	經 口	12 mg/kg/日，連續投藥 3-5 日	治療赤鰭病或愛德華氏病病原菌之感染	20 日
富來頓	經 口	20 mg/kg/日，連續投藥 3-5 日	治療赤鰭病、愛德華氏病或赤點病病原菌之感染	5 日
	藥 浴	2-3 ppm		5 日
歐索林酸	經 口	12 mg/kg/日，連續投藥 3-5 日	治療赤鰭病、愛德華氏病或赤點病病原菌之感染	20 日
	藥 浴	5 ppm，連續藥浴 3-5 日		20 日
羧四環黴素	經 口	50 mg/kg/日，連續投藥 3-5 日	治療赤鰭病或愛德華氏病病原菌之感染	20 日
磺胺-甲氧嘧啶或其鈉鹽	經 口	第一日 200 mg/kg/日，翌日起改為半量，連續投藥 3-5 日	治療赤鰭病或愛德華氏病病原菌之感染	30 日
三氯仿	藥 浴	每次 0.2-0.5 ppm，每週一次，連續投藥 4 週	殺滅擬指環蟲、指環蟲、三代蟲、錨蟲、白點蟲、車輪蟲等	5 日

註：中華民國 90 年 8 月 23 日(90)農防字第 901512719 號公告；水產動物藥品使用規範-行政院農業委員會動植物防疫檢疫局 編印





八、異種鰻的加工特性

隈部 (2015) 就鱸鰻和雙色鰻兩種的加工特性進行探討，針對在靜岡縣內嘗試養殖的雙色鰻，對有實際處理經驗的加工業者進行訪談。獲得的訊息有 4 項：(1)與日本鰻相比發現，脂肪的蓄積不一樣；(2)白燒時身體蜷曲較大；(3)白燒時皮很容易從身體剝離；(4)頭比日本鰻大而圓，取肉率較差。

就脂肪量的多寡進行探討，比較一般白燒和蒲燒可食部分的脂肪，一般認為雙色鰻皮下較容易蓄積脂肪。但由實際測試結果，在可食部分每 100 g，雙色鰻和日本鰻的脂肪量分別為 21.8 g、23.5 g，大致相同，並無確認雙色鰻較容易蓄積脂肪。另一方面，每 100 g 魚肉部分，脂肪量分別為 15.4 g、19.9 g，雙色鰻較低，其魚肉部分脂肪較少，皮或皮下較容易蓄積脂肪。雖然雙色鰻可食部分的脂肪量和日本鰻同樣水準，但因皮部分的脂肪不均，和日本鰻相比，味覺上因脂肪增加有不一樣的感覺。關於白燒時異種鰻身體較易捲曲，將日本鰻、鱸鰻、雙色鰻，剖開後於加熱前量取身體周長，在烤箱用 180°C 加熱 12 分鐘後，再以蒸籠用 100°C 蒸煮 20 分鐘，用白燒的周長算出身體的收縮率作為比較。身體的收縮率，日本鰻為 40.9%，相對的，雙色鰻為 44.8%、鱸鰻為 44.9%，異種鰻的收縮率較高，被證明身體較容易收縮。

有關白燒時皮的剝離，和前述方法加熱後，從背側邊緣剝離部分的長度和背側邊緣

全部的長度算出剝離率。皮的剝離率，日本鰻為 0.5%，相對的雙色鰻為 33.1%，鱸鰻為 47.3%，異種鰻的剝離率明顯較高。而皮的剝離率較高，認為和加熱時身體收縮率，以及皮或皮下蓄積較高的脂肪量有關。就取肉率而言，每公斤 5 尾大小的日本鰻、鱸鰻、雙色鰻分別去除頭部、內臟、脊椎骨後，測定頭部及剖開的身體重量。結果，原料魚剖開身體後的取肉率，日本鰻為 78.6%、雙色鰻為 72.3%、鱸鰻為 71.1%。另外取下的頭部重量，日本鰻為 7.3%、雙色鰻為 12.3%、鱸鰻為 13.1%，由此來看可確認雙色鰻和鱸鰻的頭部比日本鰻大，剖開身體的取肉率較低。由於異種鰻頭較大，取肉率較低，加熱時有所謂皮易剝開的加工特性，太平洋雙色鰻和鱸鰻作為白燒和蒲燒的原料，應比日本鰻較不適合。但就日本鰻線資源急劇的減少，為了守住鰻魚養殖業和鰻魚飲食文化，有效地利用有限的異種鰻線也很重要，今後除了適於小包裝的白燒和蒲燒外，將鰻魚大型化也是一打開市場的方向。

目前鰻魚銷售的大小是 3—6P，而以 5P 為主，特別是主要用於蒲燒 (圖 105)，上面放烤鰻魚的丼飯 (圖 106) 及鰻魚盒飯 (圖 107)。以每公斤 5 尾的單價最高，體型增大的，以重量換算，單價反而便宜，因此大型化或許能平衡生產成本。

另外加工方面，大型的鰻魚需要花時間去挑出，骨頭容易刮到、皮變厚等問題。而更大型的鰻魚則需要切開再組合，例如 2.5P (400 g/尾) 大小的鰻魚，分開的兩半身，再組合排在飯盒上層時，供應者這方面，會擔





心消費者是否接受。就今後資源管理的時代，鰻魚消費應有的狀態，消費者也被牽涉其中，利用大型鰻魚作蒲燒也應加予考量。另一方面，為了要更有效的利用包括異種鰻

之有限鰻苗，就養殖鰻的大型化，應開拓與原蒲燒鰻市場不同的超市為目標，而針對更大型的 2-2.5P 鰻魚，則著重在探討適當的加工方法和條件。



圖 105 蒲燒鰻



圖 106 鰻魚丼飯



圖 107 鰻魚盒飯





日本靜岡縣內配合大型鰻魚的新市場開發，經由養鰻業者和魚乾製造業者，開發出「沼津的大名鰻魚；大名是日本封建時代對一個較大地域領主的稱呼」。水產綜合研究中心著眼於大型鰻魚的新利用法，魚乾製作，接受有加工廠和餐廳的企業進行合作，和沼津市內的魚乾製造業者，共同著手鰻魚乾物的商品開發。每項開發，無論是水產技術研究所或企業都會成立研討會，現場的作業以企業為中心，技術支援以水產技術研究所為主體，配合的結果，成功開發出「沼津的大名鰻魚」。鱸鰻、太平洋雙色鰻、雙色鰻成長體型皆很大（圖 108、109、110），就全球各種鰻魚資源大量減少的現況，是開發大型鰻魚市場的重要對象。

在機能食品的開發方面，三種異種鰻的頭部重量雖然較大，但經本所水產加工組研製，初步判斷鰻魚頭水解物可降低細胞發炎反應，顯示鰻魚頭水解物可作為機能性食品之素材（高等，2014）。



圖 108 達上市體型之鱸鰻
(上：體長 87.7 cm，重 1,806 g，3 斤多；下：體長 110.8 cm，重 6,269 g，10 斤多)



圖 109 達上市體型之太平洋雙色鰻
(左：體長 63.8 cm，重 784 g；中：體長 61.4 cm，重 506 g；下：體長 90.5 cm，重 2,789 g)



圖 110 達上市體型之雙色鰻
(上：體長 65.5 cm，重 608 g；中：體長 86.8 cm，重 1,772 g；下：體長 77.1 cm，重 1,316 g)

另外以太平洋雙色鰻及印度洋雙色鰻進行蒲燒產品試製與官能品評，其鮮味、口感、風味及整體接受度之品評分數皆達 6 分 (9 分制) 以上，顯示接受度頗佳。而在鱸鰻藥膳加工上，利用高壓處理，可增加肌肽的溶出量，經進行抗氧化活性評估，可提高螯合亞鐵離子能力、DPPH 自由基清除能力及還原力，表示鱸鰻湯液具有良好的抗氧化能力（高等，2015）。



目前有養殖業者與屏東科技大學合作開發，從鱸鰻皮中萃取膠原蛋白，研發出精華液 (圖 111)、潔膚乳 (圖 112)、面膜 (圖

113) 等保養品。另外，利用小分子活化萃取鱸鰻的游離胺基酸，製成膠囊狀鱸鰻油 (圖 114)。



圖 111 鱸鰻萃取精華液(陳俊仁提供)



圖 112 鱸鰻胺基酸潔膚乳(陳俊仁提供)

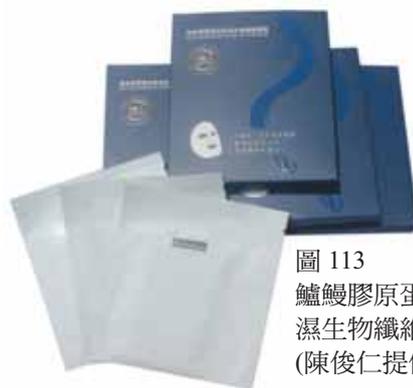


圖 113 鱸鰻膠原蛋白保濕生物纖維面膜(陳俊仁提供)



圖 114 鱸鰻油(陳俊仁提供)





九、展望

日本漁業、養殖業生產統計年報(2012)指出，日本鰻線資源以日本地區為例，自1970年起從年產約160公噸持續下降，到了2010年只約5公噸(圖115)。往後2012、2015年雖稍有回升，但由於東亞各地河川污染、棲地破壞情形非常嚴重，加上捕撈技術的進步，機動化捕撈船隻規模不斷擴大，能上溯回河川活存，並成長為種鰻的量越來越少，未來鰻線產量很難有大幅回升的機會。日本鰻除了資源不足以應付養殖生產所需；鰻線價格的波動劇烈，往往當季的價格，不同時間價差達5倍以上。異種鰻包括溫帶性的美洲鰻、歐洲鰻及熱帶性太平洋雙色鰻、雙色鰻製成的蒲燒鰻都頗受日本市場的接受，甚至目前美國、俄羅斯、韓國、香港、德國、新加坡等新興市場消費量都很大(曾等，2013)。

鱸鰻體型由於可長成特別大，一般認為對身體很補，在華人市場有很大的需求量，除了加入中藥材燉煮做成藥膳鱸鰻(圖116)，加工廠開發冷藏藥膳真空即食包(圖117)、生鮮鰻魚片(整尾去骨真空包裝處理)、鱸鰻輪切片(圖118；半斤/包，真空冷凍包裝，解凍後可做各式料理)。餐廳可料理成三杯鱸鰻、香煎鱸鰻(圖119)、鱸鰻涮涮鍋(圖120)、蒲燒鱸鰻(圖121)，中藥鱸鰻燉補湯(可做月子、補身體)、御品蔘棗鱸鰻、清燉藥膳鱸鰻(圖122)、十全藥膳燉鰻魚、清蒸鱸鰻、鱸鰻雞湯(圖123)、醬爆鱸鰻、椒鹽酥炸鱸鰻(圖124)、上湯灼鱸鰻湯、白菜滷鱸鰻(圖125)、三杯酥鰻、生炆鱸鰻、麻油鱸鰻飯、麻油乾煎鰻魚、鱸鰻乾煎、蒲燒鱸鰻魚飯、鹽酥鱸鰻、蒜香鰻魚湯(潤肺抗老+降脂殺菌)、茶油煎鱸鰻、紅燒鱸鰻(圖126)、泰式風味鱸鰻(圖127)、山豬鱸鰻水餃(圖128)、臺灣鱸鰻沙

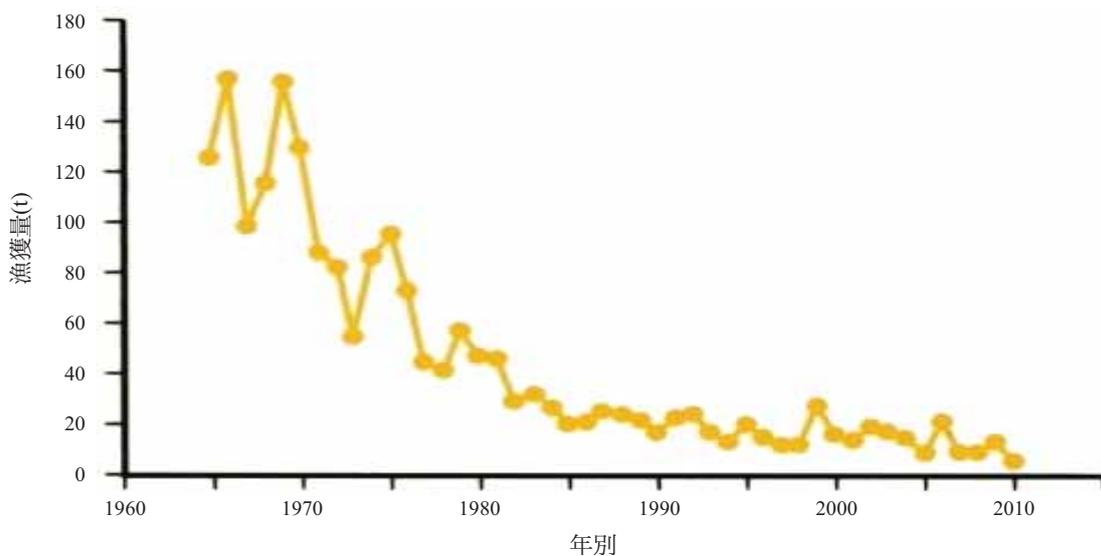


圖 115 在日本地區鰻線的捕獲量自 1970 年的高峰持續往下下降 (資料來源：日本漁業、養殖業生產統計年報)





茶火鍋、黑鱸鰻麵線等二十幾道料理，消費方式相當多樣化，前景指日可待。

未來熱帶性異種鰻養殖產業，短期策略建議：(1)調整鰻苗期間的培育方法，改善目前異種鰻幼鰻養殖活存率低的問題，並透過加工技術提升產品優勢，擴大市場佔有率；(2)落實產品之驗證與履歷，增加出口

競爭力；(3)加強產銷合作，供需平衡，穩定價格。長期策略：(1)積極參與異種鰻養殖國際交流，提升養殖生產管理能力；(2)開發多元鰻魚養殖種類；(3)透過協商與鰻苗生產國洽談鰻苗進口供應相關協定，穩定國內鰻苗來源及需求。



圖 116 藥膳鱸鰻(陳俊仁提供)



圖 117 鱸鰻冷藏藥膳真空包(陳俊仁提供)



圖 118 鱸鰻輪切片(陳俊仁提供)



圖 119 香煎鱸鰻(陳俊仁提供)



圖 120 鱸鰻涮涮鍋(陳俊仁提供)



圖 121 又厚又寬之蒲燒鱸鰻(陳俊仁提供)





圖 122 清燉藥膳鱸鰻(陳俊仁提供)



圖 123 鱸鰻雞湯(陳俊仁提供)



圖 124 椒鹽炸鱸鰻(陳俊仁提供)



圖 125 白菜滷鱸鰻(陳俊仁提供)



圖 126 紅燒鱸鰻(陳俊仁提供)



圖 127 泰式風味鱸鰻(陳俊仁提供)



圖 128 山豬鱸鰻水餃(陳俊仁提供)



參考文獻

1. 小澤貴和、林 征一 (1999) ウナギの科學解明された謎と驚異のバイタリティー。恆星社厚升閣版，12-13。
2. 石川智士 (1999) オオウナギの集團構造。海洋月刊，18: 65-68。
3. 吳純衡 (1995) 提高日本鰻活存率之給飼建議。農委會漁業特刊第五十二號，53-58。
4. 吳誌尉 (1999) 養鰻用之浮料與粉料對水質影響比。國立中山大學海洋資源系，碩士論文。
5. 沈佩穎 (2007) 飼料類型對養殖鰻魚 (*Anguilla japonica*) 成長期間化學組成與品質之影響。國立臺灣海洋大學食品科學系，碩士論文。
6. 狄野珍吉 (1980) 魚類の榮養と飼料。恆星社厚生閣出版，日本，323-324。
7. 林天生 (2012) 環境因子對鱸鰻種鰻成熟之影響。水產試驗所 2012 年年報，p. 22。
8. 林天生 (2014) 水溫、餌料和放養密度對短鰭鰻成長的影響。水產試驗所 2014 年年報，p. 60。
9. 林天生 (2015) 短鰭鰻養殖技術之研究。水產試驗所 2015 年年報，p. 72。
10. 林天生 (2016) 水溫與餌料對鱸鰻苗之活存、攝餌與成長的影響。水產研究，24(1): 75-82。
11. 林天生、黃德威 (2017) 不同飼料對太平洋雙色鰻成長的影響。水產研究，25(2): 35-42。
12. 林天生、楊順德 (2013) 環境因子對鱸鰻種鰻成熟之影響。水產試驗所 2013 年年報，p. 17。
13. 林天生、楊順德 (2016) 雙色鰻養殖技術之研究。水產試驗所 2016 年年報，p. 57。
14. 林天生、楊順德、劉富光 (2009) 重要環境因子對鱸鰻成長之影響。水產試驗所 2009 年年報，p. 18。
15. 林天生、楊順德、劉富光 (2010) 鱸鰻苗育成技術之建立。水產試驗所 2010 年年報，p. 21。
16. 林天生、劉富光 (2011) 鱸鰻苗育成技術之建立。水產試驗所 2011 年年報，p. 18。
17. 姜志強、譚淑榮 (2002) 不同光照強度對花鱸幼魚攝食的影響。水產科學，21(3): 4-5。
18. 風藤行紀 (2010) 親魚の成熟メカニズムは?~天然成熟親魚と人為催熟親魚との違い~。養殖ビジネス，47(12): 26-27。
19. 香川浩彦 (2005) ウナギの卵成熟・排卵および卵質に及ぼす要因解明。平成 15 年度ウナギ資源増大對策委託事業報告書，日本水產資源保護協會。
20. 高淑雲、林怡君、吳純衡 (2014) 黑鰻之加工利用(I)。水產試驗所 2014 年年報，p. 57。
21. 高淑雲、陳建友、吳純衡 (2015) 黑鰻之加工利用(II)。水產試驗所 2015 年年報，p. 66。
22. 張成年 (2010) 研究進展のきっかけとなった親ウナギの捕獲。養殖ビジネス，47(12): 22-25。





23. 張濤、張潔明、郭峰、柳凌 (2009) 日本鰻鱺早期幼苗趨光性及視覺發育特徵。淡水魚業，39(3): 1823。
24. 郭河 (1994) 養鰻透視。水產出版社。
25. 陳建初 (1985) 水質管理。九大圖書公司。
26. 陳茂松 (1977) 養鰻時應備之知識-水產養殖要覽。漁牧科學雜誌社編印，149-151。
27. 曾晴賢 (1986) 台灣的淡水魚類。台灣省政府教育廳自然科學教育叢書，32-33。
28. 曾雅、任同軍 (2013) 中國のウナギ養殖産業-異種ウナギの導入が進む。養殖ビジネス，50(7): 8-10。
29. 曾雅、任同軍 (2013) 養鰻業界の生の残り戦略と異種ウナギの見分け方。養殖ビジネス，50(7): 3-7。
30. 曾萬年、韓玉山、塚本勝己、黒木真理 (2012) 鰻魚傳奇。蘭陽博物館。
31. 森田哲男 (2016) 循環飼育における疾病防除方法-(2)銅イオンを用いた寄生虫防除と光觸媒の効果。養殖ビジネス，53(2): 50-54。
32. 隈部千鶴 (2015) 異種ウナギの加工方法の検討と静岡縣における商品開發。養殖ビジネス，52(12): 35-38。
33. 黃振庭、劉秉忠、張銘訓、袁書函、繆峽 (2016) 臺灣鱸鰻及黑鰻養殖産業現況。海大漁推，46: 1-32。
34. 塚本勝己 (2012) ウナギの産卵場を求めて。うなぎ・謎の生物，虫明敬一編，日本國，東京都，シナノ印刷朱式會社，54-55。
35. 増田賢嗣 (2015) 人工種苗生産技術産業化までの見通しシラスウナギまでの飼育水槽・飼料開發。養殖ビジネス，52(12): 18-20。
36. 廣瀬慶二、虫明敬一 (2012) 日本人とウナギ。うなぎ・謎の生物，虫明敬一編，日本國，東京都，シナノ印刷朱式會社，42-43。
37. 樊海平 (2009) 我國養殖鰻鱺新品種引進、試養調查分析。科學養魚，12: 2-3。
38. 鄧火土 (1977) 鰻病與對策-水產養殖要覽。漁牧科學雜誌社編印，307-310。
39. 鄭文騰 (2011) 鱸鰻養殖生産技術之研發與推廣。行政院農業委員會 100 年度科技計畫研究報告(未印行)。
40. 賴仲義 (2005) 鰻魚。臺灣農家要覽，漁業篇-養殖漁業 179-184。
41. Jespersen, P. (1936) Indo-Pacific leptocephalids of the genus *Anguilla*, systematic and biological studies. Dana Rep., 22: 1-128.
42. Sadler, K. (1979) Effects of temperature on the growth and survival of the European eel, *Anguilla anguilla* L. J. Fish Biol., 15: 499-507.



國家圖書館出版品預行編目(CIP)資料

熱帶性異種鰻養殖/林天生著。

— 基隆市：行政院農業委員會水產試驗所，民108.4

面：公分。— (水產試驗所特刊：第25號)

ISBN 978-986-05-9028-9 (平裝)

1. 魚產養殖 2. 鰻

438.661

108005911



熱帶性異種鰻養殖

Tropical Anguillids Aquaculture

發行人：陳君如

編輯委員：張錦宜、曾振德、許晉榮、吳豐成、葉信明、蔡慧君

主編：楊順德

著者：林天生

校稿：劉恩良、黃慶輝

編輯：李周陵

出版者：行政院農業委員會水產試驗所

地址：基隆市中正區20246和一路199號

電話：(02)24622101

傳真：(02)24629388

網址：<http://www.tfrin.gov.tw>

印刷：紙本館企業有限公司

電話：(02)25322032

定價：新臺幣 200 元

出版日期：中華民國一〇八年四月

展售處：

1. 五南文化廣場臺中總店 臺中市中山路6號 (04)22260330

2. 國家書店 臺北市松江路209號1樓 (02)25180207

<http://www.govbooks.com.tw>

GPN 1010800614

ISBN 978-986-05-9028-9

本書內容保留所有權，非經本所同意，不得重製、數位化或轉載。





TROPICAL ANGUILLIDS
AQUACULTURE

ISBN 978-9860590289

00200



9 789860 590289