

## 第六章 虹鱒

黃家富、劉富光

淡水繁養殖研究中心

### 一、生物學特徵

#### (一) 分類

麥奇鉤吻鮭 (*Oncorhynchus mykiss*) 英名為 Rainbow trout (陸封型)、Steelhead (降海型)，俗名為虹鱒或鱒魚 (圖 6-1)，中國亦稱為硬頭鱒。虹鱒有陸封型 (終生在湖泊、河川中) 和降海型 (指入海生長的硬頭鱒) 兩種，兩者的雜交子代可以入海。此外，近年來於養殖產業中出現白化體虹鱒與野生型虹鱒雜交的後代，其全身呈金黃色或黃色，故稱之為美國金鱒。



圖 6-1 虹鱒 (趙士龍攝影)

虹鱒分類上屬於鮭科、鮭亞科、鉤吻鮭屬 (大馬哈魚屬) 的成員。一般鱒魚常被用來指鮭亞科 7 個屬中的 3 個屬：*Salmo*、*Oncorhynchus* 和 *Salvelinus*，不過不是所有

這些屬的魚類都被稱為鱒魚。由於生理結構不規則，身體的顏色和習性差別大，鱒魚是最難分類的魚類之一。加上人工飼養和雜交以及外來品種的引進，使得鱒魚的分類更加複雜。有幾種原先劃分為斑鱒屬的鱒魚現在普遍認為應劃歸鉤吻鮭屬。

台灣原有一種本土性的鱒魚，稱之櫻花鉤吻鮭或台灣鮭魚，學名為 *Oncorhynchus masou formosanum*，直譯是“台灣勾鼻鱒”，中名或俗名為台灣鮭魚、台灣鱒、台灣陸封鮭魚、石川氏鮭、櫻花鉤吻鮭等，目前常用之名源自陳兼善 (1969) 編的「臺灣脊椎動物誌」。日本學者認為台灣鮭魚是源自日本櫻鱒的陸封型，但是台灣鮭魚是否是櫻鱒家族的一個亞種，或是地理隔絕後形成的兩個族群 (山女魚的地方型)，一直不得定論。自從日本人青木 (1917) 發現此魚後，歷經鄧火土、楊鴻嘉、安江安宣 (1982)、詹等 (1990) 調查比較外部形質—側線上緣體側小黑點數、脊椎骨數、鰭條數，鰓耙數等，獲得台灣鮭魚這些形質的數目皆比日本櫻鱒少，且台灣鮭魚有體高較高，吻端較圓的特徵。日人學者沼知健一、小林敬典和國內學者張崑雄、林曜松等於 1990 年，根據粒腺體去氧核糖核酸限制分析法，共同探討台灣陸封型櫻鮭的遺傳鑑別和分化。鑑定結果

指出，台灣鮭魚與日本櫻鮭亞種 *O. masou masou* 關係較為密切。此外，在生態種原上，台灣鮭魚可能源自日本海的櫻鮭 (*O. masou*)，牠們大約在 10 萬年至 80 萬年前，經由對馬海峽移棲到台灣，而後存留在中部大甲溪上游高山溪流中。周等 (2006) 比較分析日本櫻鮭 4 個亞種的粒腺體基因組 (16652 個核苷酸)，首度以分子生物技術確認台灣鮭魚是台灣特有物種。目前已依據文化資產保存法公告為珍貴稀有動物，並由政府機構積極進行各項復育與保護工作，不列入經濟性魚種。

## (二) 形態

虹鱒體呈紡錘形而側扁；口端位，口裂大，可達眼後緣的直下方。吻圓鈍，上頷有細齒。背鰭基部短，在背鰭之後有一小脂鰭。胸鰭中等，末端稍尖。腹鰭較小，遠離臀鰭。體被細小的圓鱗，頭部裸出無鱗。背部和頭頂部藍綠色、黃綠色和棕色，體側和腹部銀白色、白色和灰白色。頭部、體側、體背和鰭部不規則的分布著黑色小斑點。幼魚體側中央有 10 個橢圓形斑塊，成魚則消失；性成熟個體沿側線有 1 條呈紫紅色和桃紅色、寬而鮮紅的彩虹帶，直沿到尾鰭基部，在繁殖期尤為豔麗，似彩虹，故名虹鱒。背棘總數為 III-IV，背的軟條總數為 10 - 12，臀棘數 III-IV，臀鰭軟條數 8 - 12，腹鰭數 9，側線鱗數 125 - 150，脊椎骨數 60 - 66。

科學家也證實台灣鮭魚屬櫻鮭家族與虹鱒源自共同的祖先，但兩者在太平洋鮭屬演化的早期即已各自演化成不同的物種。但

虹鱒的幼魚和櫻鮭體側一樣帶有圓黑斑紋，乍看之下似乎很難區分，但是利用虹鱒的體側有一明顯的紅線，以及背鰭和尾鰭有許多黑點，這些特徵可用來區別虹鱒和櫻鮭 (圖 6-2)。由於虹鱒和櫻鮭成魚的體色模樣相異，而且兩者魚卵的孵化積算溫度不同，在自然狀況下兩魚種並不會配對雜交。

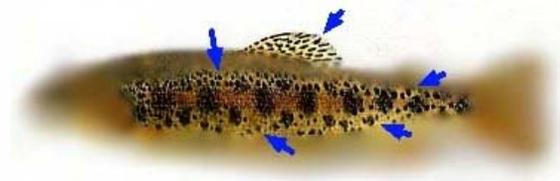


圖 6-2 虹鱒與櫻鮭相異處

## (三) 生活史、自然生態

虹鱒為陸封型魚種，喜好清淨的冷水域，棲息於山谷的溪流中，且適合池中養殖。性情極為活潑，能跳躍攝餌。鮭魚一般在春天和秋天產卵，在台灣虹鱒產卵期約在 12 月至隔年 2 月間，惟視水溫之高低稍有不同。雌魚在河底砂礫層中挖出洞來，然後把卵產在洞裡，卵之顏色一般呈金黃色，亦有金黃略帶赤色或為赤色。卵孵化的時間依水溫之高低而增減，當水溫為 9°C 時，受精卵約 18 - 20 日可達發眼期，胚體眼球具黑色素，經 36 - 38 天即達孵化。剛孵化出的仔魚全長為 15 - 18 mm。在水溫 12°C 條件下，孵化後 22 - 23 天，仔魚卵黃被吸收 2/3 後開始游上水面，以浮游動物為食生存。在天然狀態下，鮭魚是肉食性魚類，嗜食昆蟲的幼蟲、甲殼類及其它小型的水生動物等。同時具有殘食性，體型差異懸殊時會產生大吃小而影響活存率。

## 二、養殖史

世界上在海、淡水域可以實施完全人工養殖的鮭鱒魚類約有 16 種。在台灣已經形成了配套全人工養殖技術並已普遍養殖的主要是虹鱒。另日本櫻鱒、大王鮭也曾在台灣飼養過，因經濟效益因素已停止飼養。

虹鱒是鮭科魚類第一個被開發成養殖品種的魚類，迄今有 120 多年的養殖歷史。虹鱒原產於北美洲的山澗、河流中。加拿大、美國、墨西哥的太平洋沿岸部分水域以及哥倫比亞的河流也有分布。此魚於 1877 年由美國加利福尼亞洲引進日本，同時也引進鮭鱒魚的人工孵化技術，從此虹鱒養殖業在日本起步。台灣於 1957 年由日本贈送受精卵，由水產試驗所鹿港分所（目前更名為水產試驗所淡水繁養殖研究中心）在霧社試驗成功，證實在台灣也適合虹鱒養殖。隔年在南投縣廬山養殖。1961 年在台中縣和平鄉馬崙設工作站開始孵化培育成功，至

1964 年養成之 2 年齡魚均已成熟，人工繁殖成功後，並開始推廣，促使鱒魚繁養殖在國內迅速發展。

## 三、養殖現況

經在台灣冷水地域普遍繁殖成功，養殖生產區先後在宜蘭縣、台北縣、桃園縣、新竹縣、苗栗縣、南投縣、台中縣及嘉義縣等山區發展大規模養殖。鱒魚年產量在 1997 年達最高峰，約有 1,288 公噸，然 1999 年的 921 地震，及其後的桃芝風災及七二水災，形成每逢大雨山區必造成土石流、河床改道、對外連絡道路中斷等災害，山區鱒魚養殖場天災不斷，尤其在新竹縣、南投縣及台中縣最為嚴重，帶來虹鱒養殖場嚴重的創傷，養殖產量銳減，至 2005 年僅存 400 公噸（圖 6-3）。再加上 2006、2007 年鱒魚上市產品被檢驗出含硝基呋喃、氯黴素、恩諾沙星等禁藥殘留，使該產業更雪上加霜。

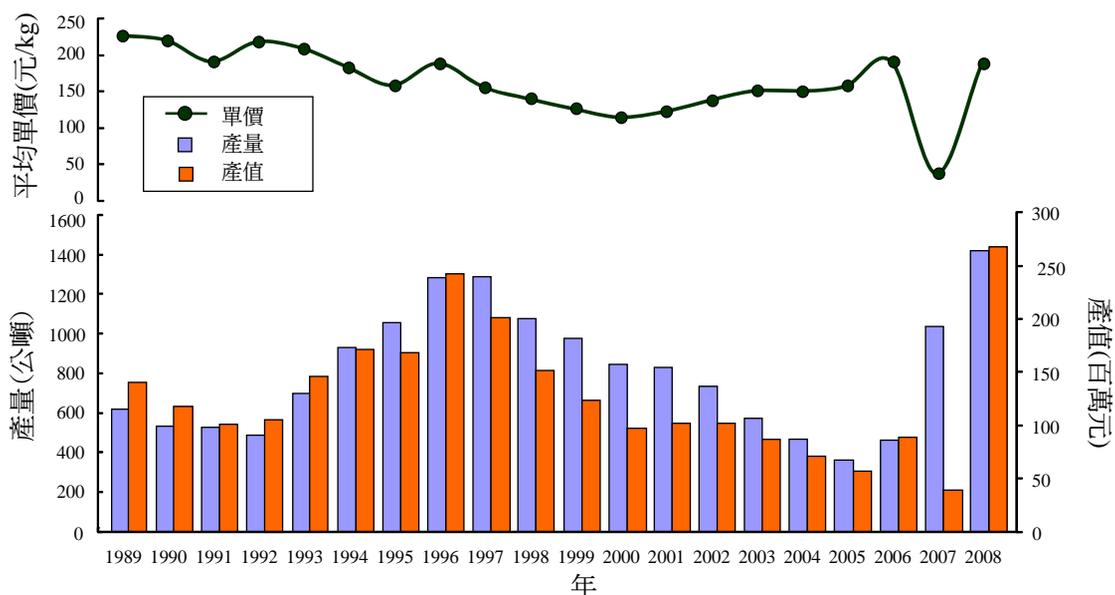


圖 6-3 1989-2008 年台灣養殖鱒魚之年產量與產值及平均單價 (資料來源：漁業年報)

## 四、養殖環境

虹鱒養殖環境的選擇，特別要考慮水溫、水量、水質與地形的要求，此外，排水良好、交通便利也是必備的條件。

### (一) 養殖設施及設備

目前世界各國養殖虹鱒主要方式為流水養殖。台灣的鱒魚養殖場多屬小型養殖場，很少超過 5 公頃的。養殖場的設備應以水量、地形及水的利用方法及管理難易等因素為考量。一般而言，完整的養殖場應設有仔魚池、稚魚池、養成池、種魚池及孵化等設施，且這些魚池間有一合理的搭配比例，而魚池面積為土地面積之 70—80%，此外尚需有管理室、飼料倉庫、冷藏（凍）庫、緊急發電機室與道路等，尤其道路應規劃使車輛能直接到達池邊，才能節省勞力與空間。

#### 1. 注排水設備

養殖用水為河川水時，應有不不論河水流量的增減都能充分取水的設施；且必需備有沉砂池，河川水在注入養殖池前先除去砂和其他雜物（圖 6-4）。此外須與河川成直角來建



圖 6-4 蓄水沉澱池

設取水壩並以直角連接引水路。使用地下水則須有自動發電機設備，以備停電抽水用。為保證足夠的用水需求與安全，應同時設有自流水系統、機械注排水設備及防洪渠道。

每個魚池都應設有注、排水口與排污口。根據水的流量、流速、魚池大小、魚池形狀及注排水的要求與方法等確定注排水口大小，一般排水口略大於注水口。池水由注水路直接流入池中時，宜在注水口增設散水台，使其能利用落差達充分曝氣作用。於注排水口宜設置攔魚柵或網門（圖 6-5），可防枯樹葉流入及池魚逃逸，攔魚柵之間距可依據池魚大小而設計，但以不影響水流速為原則。

#### 2. 養殖池形狀結構

一般魚池宜採用混凝土結構，其不但易於清洗且能防止漏水，池底應向排水口成傾斜，傾斜度以 15 度為佳。



圖 6-5 引水道與柵欄

魚池形狀有長方形（圖 6-6）、方形、圓形（圖 6-7）、八角形及不規則形等，其須配合土地條件、水量等，盡量提高池水之利用率、進排水便利與水流暢通，就結構形式而言，以圓形池最好，而從土地的利用率而言，以方型或長方形池較佳。一般常見池塘為長方形與八角形，由於均有池角，如水量不足時易形成渦流，影響池水交換且沉澱物易於堆積，使水質惡化，必須隨時清除，以防魚病之發生。圓形池直徑 10–20 m，注水管之設置勿與池壁成直角，需使注入水之衝力能使池水旋轉；排水口附近設集魚坑，



圖 6-6 階梯狀長方形養殖池

否則捕撈不易。排水口設於魚池中央，殘餌、排泄物及其他污物，可藉池水旋轉力集中於排水口而排出，且因旋轉之水流，使鱒魚運動量加大，增加鱒魚攝食，促進成長；但圓形池的建造費用較高且浪費土地空間，同時，收成時亦難網捕。

魚池之面積大小、水深須依使用目的及注水量等因素而異，孵化後稚魚池約 3–10 坪，水深 30–50 cm 左右；養成池 30–40 坪，水深應隨池魚之成長逐漸增加，約 1–1.5 m。同時為防止池魚跳躍逃逸，池堤離水面應有 30–40 cm 的高度。

為飼養與管理方便，養殖場的魚池布置是將育苗池與稚魚池設在上流地區，而養成池與種魚池則設在下游區，各池之水路應連通，使魚之分養、捕撈較便於操作，但檢疫池要單獨用水，其排出的水不能重複使用。由於池魚體型成長會有參差不齊，影響育成率與成長，須加以分養才能提高飼料效率與控制養殖密度，所以池數多較為有利。



圖 6-7 階梯狀圓形養殖池

### 3. 孵化室

選擇水源供應方便的地方建築孵化室，室內必須遮暗避免日光直射，且通風良好，地面敷以水泥並向排水口傾斜，令室內保持良好的排水與清潔（圖 6-8）。可將孵化器置於牆邊，下端設水溝兼作仔魚馴餌池。



圖 6-8 孵化培育室

### 4. 其它設施與機具

- (1) 倉庫：用於保管飼料、漁具等。
- (2) 冷藏(凍)庫：飼料原料或鮮魚保藏用和製冰用。
- (3) 運輸用車輛或器具：運輸苗種與出售魚貨用車輛。
- (4) 其他：自動給餌機、水車、打氣機、抽水機、網箱、分選器及下水褲等。

## (二) 水質管理

### 1. 水溫

鱒魚性喜低溫，其生活極限溫度為 0—30℃，一般適宜生活溫度為 12—18℃，最

適生長溫度 16—18℃，低於 7℃或高於 20℃時，食慾減退，生長減慢，超過 24℃時，魚會出現呆滯，攝食停止，逐漸衰弱而死亡。成熟最適溫度為 10—16℃。水溫 18℃以下，生長一般不會受到水溫和溶氧的影響。因此，在夏季水溫期間，如何引用冷泉，使水溫上限維持在 24℃以下，成為養殖成敗的首要關鍵。

### 2. 水量

水量大小對鱒魚養殖格外重要。一般養殖鱒魚以水量多寡來設計養殖場的面積與放養密度。

水量豐富不但可提高養殖密度，而且水質、水溫易於控制，管理較為方便。通常 50 坪大的魚池，每秒以 20—30 L 的流量為佳；如果在水量較少的地方，應考慮採設置循環過濾系統，來彌補水量的不足。台灣大多數河川在雨季時，水量雖然充沛，但容易導致土石流，使水源水濁度增加，泥土淤積，有害物質流入而危害池魚，甚至沖毀養殖設施；另一方面在枯水期時，水量不足又往往威脅到池魚的生存，這些不利因子，在設場之前都須詳加調查與防範。

### 3. 水質

養殖用水的水質受其地理特性所控制，此地理特性包括岩石或土壤中礦物質含量、降雨量、水壓的變化、溫差範圍及林木的數量等。

影響鱒魚生長的水質因素很複雜，主要是：

#### (1) 溶氧量

虹鱒喜棲高溶氧水域。一般情況下，虹

鱒溶解氧安全臨界值為 3.15 mg/L，溶氧低於 3 mg/L 為致死點，溶解氧低於 5 mg/L 時，虹鱒呼吸頻率加快，低於 4 mg/L 時游動遲緩，當魚群集在入水口處呈現浮頭狀時，水中溶解氧已降至 3 mg/L。要使虹鱒處於良好的生長狀態，溶氧最好在 7 mg/L 以上，最佳的溶氧量是 10–11 mg/L。溫度、光照、震動等對魚體的刺激，都會使耗氧量增加而降低溶解氧環境的安全性。水溫變化的刺激，可使耗氧量增加 30–70%，光照和震動刺激可使耗氧量分別增加 20–30% 和 40–50%，多種因素組成的複合性刺激，會使耗氧量比安靜狀態下增加 1 倍以上。

#### (2) 酸鹼度

虹鱒對酸鹼度的耐受範圍是 pH 5.5–9.2，適宜範圍是 pH 6.5–8.0，酸性特別是強酸性環境對虹鱒會產生抑制生長的致害作用。

#### (3) 氨氮和亞硝酸鹽

氨氮和亞硝酸鹽是虹鱒的危害物質，虹鱒對氨氮的耐受濃度是 0.0125 mg/L，水溫和 pH 越高，氨氮的毒性也就越強。水中溶解氧越高，對氨氮的耐受力越強，在溶解氧 7 mg/L 以上的環境中，氨氮量達 0.8–1.0 mg/L 時，6 周之內不會對虹鱒產生危害。在溶解氧為 5 mg/L 以下的水中，當氨氮量達 0.5 mg/L 以上時，虹鱒生長減慢，鰓部容易受到損傷，甚至會導致腎、肝組織功能障礙。亞硝酸鹽的最高含量不超過 0.08 mg/L，當含量達到 0.5 mg/L 即會引發虹鱒死亡。

#### (4) 濁度

水質的混濁度也是影響虹鱒生長與活存的重要因素。混濁的水質會妨礙魚的視力，而影響攝食和生長。當濁度過高時亦影響魚體呼吸而致死。

#### (5) 鹼度

正常淡水中之鹼度主要由鈣與鎂的重碳酸鹽所形成，有時亦與鉀及鈉的重碳酸鹽有關。在鹼度高的水中，重碳酸鹽與碳酸鹽同時存在。河川的重碳酸鹽含量介於 5–200 mg/L，若高低超過此標準均會降低魚類之生命力。重碳酸鹽總鹼度為傳統的碳酸鹽鹼度乘以 1.22 即得。

符合表 6-1 的養殖用水水質指標，一般都可用於鱒魚養殖。

#### 4. 地形與土質

養鱒場地必須有適度的傾斜度，對注水、排水及清池等作業較為便利；但傾斜度過大，車輛無法到達池邊，影響池魚與飼料等搬運，且也易發生洪水，應予避開。魚場或水源上游不宜有人為強度活動，如畜牧業、避暑遊業、伐木或採礦等，其往往增加水源沖蝕及有機與無機物污染機會，甚至改變水流量、水溫及水土保持，不利於養殖。此外亦須注意養殖場之土壤不宜鬆軟且不含銅、鉛、硫磺等有害物質。

因此設置鮭鱒魚養殖場時，應對水源的環境情況進行全面的瞭解。理想的養殖環境須參酌下列因素：(1)適當的雨量、充足的水量；(2)穩定及適宜的溫度；(3)優質的水質；(4)地形坡度適中；(5)水源等不受人為活動之影響；(6)土面具有良好覆蓋物如樹叢或草木，不受土石流影響區域。

表 6-1 虹鱒養殖用水水質指標

項 目	最 適 值	項 目	最 適 值
透明度(cm)	清澈透明， < 30	生化需氧量(mg/L)	< 10
溶氧量(mg/L)	7-12	氨氮(mg/L)	< 0.0075
游離二氧化碳(mg/L)	< 30	氯化物(mg/L)	< 5.0
硫化氫(mg/L)	0	亞硝酸鹽(mg/L)	< 0.2
pH	6.5-8.0	硝酸鹽(mg/L)	< 1.0
鹼度(mg/L)	5-200	磷酸鹽(mg/L)	< 0.2
總硬度(德制度)	8-12	硫酸鹽(mg/L)	< 5.0
		懸浮物(mg/L)	< 15

## 五、種苗生產

### (一) 種魚選擇

#### 1. 親魚選擇

體質應健壯、無病、無傷、無畸形。近親繁殖的後代不得留作親魚。虹鱒的性成熟年齡：雌性為 3—5 齡、體重 0.9 kg/尾以上；雄性為 2—4 齡、體重 0.5 kg/尾以上。

#### 2. 種魚培育

種魚的培育需經特別的選種與飼養管理，選種主要在於篩選，而飼養管理主要工作是水的管理和飼料與營養管理。

##### (1) 種魚的選擇

種魚的培育工作一般有二種：一是從幼魚階段開始，將親魚培育與選育相結合，通過不斷的選育，獲得品質優良的親魚；另一是在種魚產卵前 1—2 個月進行，選擇體型健碩、成長良好的成魚作為種魚。

一般鱒魚場須擁有不同年齡組的種魚，不同年齡組的種魚雖在同一條件下飼育，其生長速度、性成熟時間及其他性狀之

表現，並不完全相同，因此對不同年齡組的種魚須進行評價篩選，而重量的篩選因子在鱒魚品種改良上是一重要指標，可由此途徑繁殖出個體大、生長快、外形好和活存率高的品系。

選種成效與育種群體的多樣性和選擇強度有關，一般種魚的篩選，在 1 年齡魚為 50% 左右，更嚴格的篩選是 2 年齡魚，因為此年齡魚正是長成商品體重的時候，故篩選為育種用的不超過 15—20%；3、4 年齡種魚須做修正篩選，最後約只剩 1/15 左右。因此養殖場所需種魚數量是由養殖生產規模、種魚抱卵量及總放養量來估算。

##### (2) 飼養管理

魚池以長方形水泥池為宜，長寬比為 8—10:1，面積 100—600 m<sup>2</sup>，水深 1.0—1.5 m。注排水方便。培育水溫宜在 4—13℃ 間，尤其產卵前 6 個月不得超過 13℃。池水交換量以 2 次/小時為宜。溶氧量應保持在 7 ppm 以上，低於 6 ppm 時應即時增加注水量或採取其他增氧措施。

放養量以  $5-10 \text{ kg/m}^3$  為原則。雌雄可以混養，雌雄比 3 : 1，但產卵前 1 個月雌雄種魚應分池飼養。

為提高魚卵質量，飼料配方應隨種魚的性腺發育需要而進行調整。培育時應注意在飼料中加入適量的維生素 A、B 群與 E。但切勿使用添加棉仔粉的飼料飼育種魚，因棉仔粉對魚卵的發育有害。

日投飼率在產卵期間為親魚體重的 3%，在產卵前 1 個月和產卵後 1 個月為親魚體重的 5%，其他時段為親魚體重的 7%，對初產親魚可適當加大投飼量，日投餵兩次。

日常管理須即時清除殘餌糞便，保持魚池清潔，發現病魚即時治療，死魚應即時撈出並深埋處理。

虹鱒屬短日照魚類，在培育期間之控制光照時間儘可能在 12 小時以內，利用人工調節光照週期，可以調節虹鱒的產卵期。

## (二) 人工繁殖

### 1. 種魚成熟度鑒別

成熟的雌魚體色變黑、腹部大而柔軟，生殖孔紅腫外凸，輕壓腹部即有卵粒外流；成熟的雄魚體色也變黑，體表黏液減少而變得粗糙，輕壓腹部即有精液流出。

為生產高品質的卵，種魚群必需有密切的觀察，雌種魚在繁殖季節每隔 5-8 天即需檢查其成熟度情形，然此間隔的長短依水溫、季節及各育苗場的狀況而有差異，以利將已成熟的雌魚即時採卵。

### 2. 準備工作

在採卵前，首先對孵化池徹底清洗與消

毒，仔細檢查供水與過濾系統。

### 3. 採卵授精

人工培育之種魚於種魚池中無法自然產卵，都採用人工擠壓採精和採卵。通常將種魚先麻醉，避免在採卵過程中種魚之掙扎以減少破卵及傷害魚體的危險。操作時通常二人一組，先擦乾魚體和器皿，一人以雙手托著胸鰭並將頭部提起，使魚體傾斜 40 度，另一人握著尾柄，使生殖孔對準採卵盆，用手自魚的腹部前段向尾部輕輕擠壓，將卵擠到乾淨的盆中，要防止水及排泄物的混入。採卵後需用等張溶液將卵淋浴洗淨，其後應即刻進行授精。

授精方法一般採用乾導法授精，每  $1 \times 10^4$  粒卵加入 5-10 mL 事先取好的精液，也可直接將雄魚精液直接擠入卵盆中，並快速攪拌均勻，使精卵充分混合，再加入少量等張溶液，繼續攪拌 1 min，然後清水沖洗 1-2 次，洗去破卵和多餘的精液，在清水中靜置 30 分鐘，待卵充分吸水膨脹後，經消毒放入孵化器中孵化。最好將受精卵鋪平，不要重疊。

剛採得的鱒魚卵稍具黏性，此黏性並非任何黏性物質引起，主因是卵的外膜是多孔的，在吸水膨脹的過程中自然具有黏性，但在膨脹完成後，此黏性自然消失。

魚卵質量的第一指標是卵粒大小，一般較大卵孵出較大苗生長較快，有較佳的生存機會。但通常卵的大小應考慮到親魚的體型與年齡，其卵徑約在 40-50 mm。另卵的重量主要與卵細胞發生時的營養累積有關。

優質卵呈橘紅色或深黃色，而過熟卵則

呈淡黃色且卵內的細胞結成白色圓點，則應撿除以防感染水黴菌而影響正常卵之孵化。

然台灣目前受精卵來源都由美、加或日本進口，以美國進口為主。當卵粒運抵孵化場時，建議以優碘藥劑（如 wescodyne 等）消毒處理。優碘能迅速殺死細菌、病毒體與黴菌等病原生物，對人體的毒性低。將優碘原液稀釋 1/300，再將發眼卵浸入消毒液中 10 分鐘，旋即以清水漂洗。但操作中須予以充分打氣，以免缺氧造成卵粒受損。

#### 4. 孵化

##### (1) 孵化設備

孵化器的形式有臥式、立式、桶式與水槽式等多樣，而早年以抽屜立體式孵化器使用情形較多（圖 6-9），現大都採平列槽式孵化器（圖 6-10）。一般而言，水從一側上端入水口進入，水自上而下流動或自下而上的流動，最後由出水口流出，其間可放置若干孵化金屬網框架，將受精卵置在水槽中孵化。孵化設施仍需具有下列條件：(a)孵化設備要具防震能力。(b)孵化室宜空氣流通，陽光充足，但以不照射孵化箱者為宜。(c)水質清澈，無雜質和懸浮物，引用溪水，多含腐葉或溪魚稚魚，故孵化用水必需要有



圖 6-9 抽屜立體式孵化器 (李文勇提供)



圖 6-10 平列槽式孵化器 (陳永欣攝影)

濾水設備。(d)孵化槽之注水量以使卵跳動但不流動為原則，水量控制在 3—10 L/分鐘，維持溶氧高於 7 mg/L (ppm)，水溫應低於 13°C。

##### (2) 孵化管理

卵孵化期間的管理技術主要是光線與水的調節。研究顯示，鮭鱒卵暴露於直射陽光中只需數分鐘即會死亡，因此卵需完全陰蔽，故室內也不能長時間開燈。

在整個孵化期間要定時挑除死卵，傳統的挑除死卵方法係用大型鑷子將死卵逐個挑除。目前改用長 20 cm 的玻璃管，一端安置橡皮吸球，用來吸取死卵。玻璃管口徑視不同魚種的卵粒而有所不同，虹鱒宜用內徑 8 mm。剔除死卵工作應在魚卵對機械工作還不敏感時進行，胚胎發育敏感期內卵應保持靜置狀態，直到發眼階段後再進行，要及時揀出死卵。同時應將全部死卵情況進行紀

錄。

卵的消毒：早年為防止水霉菌之感染，均建議以 0.3–0.5 ppm 濃度的孔雀綠藥浴消毒，然其化學功能團三苯甲烷可致癌，更可能令人體基因發生變異，甚至影響生殖能力，因此已被各國嚴禁使用。現建議改採用 0.3 ppm 濃度的二氧化氯來消毒，因二氧化氯對細胞壁有較強的穿透能力，可有效氧化細胞中含巖基的醇，可快速地抑制原核菌、真菌和病毒等，達抑制與滅菌的作用。

### (三) 胚胎發育

鱒魚胚胎發育發生之速率是依水溫而定，長期以來，以「溫度單位(TU)」作為估計鱒魚卵孵化所需的時間。「溫度單位」係指水溫(°C) × 天數之值。其值雖種類相同，在同一溫度下孵化所需日數也不盡相同，有時不同批採的魚卵，其孵化日數相差可達 6 日，故溫度單位僅能做為概略計算孵化日數之用。鱒魚卵孵化所需日數與溫度單位可參考下表 6-2。

由於鱒魚卵細胞不容易觀察其胚胎發

育，魚卵可用 10%的醋酸或以 3：1 的比例配製的酒精與醋酸混合液，令魚卵呈透明狀，可明顯的看到胚胎發育。受精卵胚胎發育與水溫關係如表 6-3。

### (四) 魚苗培育

受精卵達發眼卵階段後，每天早、晚要各觀察 1 次，輕輕搖動孵化盤，使擠壓在下層的魚卵能得到翻動。調整注水量、刷洗孵化盤的多孔篩子，保持水流通暢，嚴防缺氧窒息，每萬粒卵的注水量為 8–10 L/分鐘。當孵化盤內表層水面出現許多油膜時，表示已有魚苗孵出。當孵化槽內魚卵開始出現破膜仔魚時，更應加強檢查管理，連續做好清除卵皮和死苗的工作，同時應注意飼育環境的清潔衛生，經常刷洗槽孔，保持水流通暢。

#### 1. 仔魚的蓄養

仔魚破卵後可先在孵化槽或水槽中蓄養。剛孵化出來的仔魚體長為 15–18 mm，其體質嫩弱，體色很淡，具有卵黃囊，伏臥於孵化槽底，靠吸收卵黃囊的營養繼續發

表 6-2 虹鱒發育速度與水溫的關係

水溫 (°C)	發 眼		孵 化		上 浮	
	日數(天)	溫度單位(TU)	日數(天)	溫度單位(TU)	日數(天)	溫度單位(TU)
7	25	175	50	350	95	665
8	21	168	42	336	80	640
9	18	162	36	324	68	612
10	16	160	32	320	60	600
11	14	154	29	319	55	605
12	13	156	26	312	49	588
13	12	156	24	312	45	585
14	11	154	22	308	37	518

表 6-3 虹鱒受精卵的胚胎發育與水溫關係

胚胎發育階段	孵化水溫(°C)					
	9		10		12	
	溫度單位(TU)	天數	溫度單位(TU)	天數	溫度單位(TU)	天數
胚盤隆起	1.98	0.22	1.81	0.18	1.80	0.15
二細胞期	3.78	0.42	3.43	0.34	3.36	0.28
八細胞期	5.67	0.63	5.15	0.51	5.04	0.42
桑椹期	10.80	1.20	9.93	0.99	9.96	0.83
囊胚後期	23.04	2.56	20.86	2.08	20.64	1.72
原腸中期	49.68	5.52	43.98	4.40	43.68	3.64
胚孔封閉期	86.40	9.60	77.99	7.80	77.16	6.43
眼泡出現期	103.50	11.50	96.34	9.36	93.36	7.78
體節出現期	129.60	14.40	117.12	11.71	116.64	9.72
眼球黑色素出現	169.2	18.80	153.33	15.33	152.16	12.68
孵化(hatching)	342.99	38.11	309.73	30.97	308.16	25.68

育。此時應調整水流速度，以不擾動仔魚為原則，更不能讓水流將仔魚沖到孵化網上。適宜水溫為 12–14°C。蓄養密度為每立方公尺水體 10,000–25,000 尾。

另因仔魚趨暗怕光，活動緩慢，故應在蓄養容器上加遮光蓋。5–7 天的蓄養，仔魚會沿容器邊聚集，應設法將其分散。卵黃囊吸收消失時間依水溫而異，當仔魚卵黃囊吸收 50% 後，仔魚會有規律性地上浮攝食；當卵黃囊剩下 10–20% 時，仔魚體表黑色素增多，游動能力增強，會不斷的游動而不再下沉並且可以開口攝食人工餌料；仔魚已不再怕光，可將遮光蓋移除。此時的蓄養密度可不變，但供水量應加大，令水體溶氧量保持在 7 ppm 以上。

## 2. 仔稚魚的培育

上浮仔稚魚是指卵黃囊已吸收 2/3 且浮水面攝食的個體。這時魚苗全長為 17–30 mm，體重為 60–260 mg。上浮仔稚魚的培育是虹鱒苗飼養過程中難度最大、技術性最強的一環，往往是活存率較低的階段。特別是開始攝食的最初 1 個月，應加強技術和投餵管理。

### (1) 培育池與水體條件

培育池（圖 6-11）以長方形水泥池為佳，一般培育池面積 10–200 m<sup>2</sup>，寬 1–2 m，長為寬的 2–6 倍。入水方式採取並聯排列進水，池水深度 20–30 cm。從進水口到排水口有 5–6% 的傾斜度，便於集污和排污。培育池設置要接近水源的上游。適宜水溫為 12–14°C。

使用前對培育池作徹底清洗，並用 20

mg/L 漂白粉或 200 mg/L 生石灰消毒。注入的新水只能一次利用，不宜重複使用。進排水口設置閘網罩，防止有害生物進入和魚苗逃逸，排水口最好寬一些，用適當的絲網製好防逃閘門。要注意供水量和水流速，避免堆積，導致窒息死亡。



圖 6-11 仔稚魚培育池

## (2) 魚苗放養

放養密度對魚苗的生長速度和活存率有很大影響，密度過大，活動空間較小，水質條件會變差，溶氧量低，生長緩慢；密度太小、生長速度快、活存率高，但水資源利用率不高。上浮仔稚魚培育期，一般每平方公尺放養不要超過 2.5 萬尾為宜。水槽內放養密度為 10,000 尾/m<sup>2</sup>，飼養兩週再轉入稍大的水泥培育池，在水泥培育池中密度為 5,000 尾/m<sup>2</sup>。

## (3) 飼料投餵

餌料投餵是上浮稚魚培育時最關鍵的技術環節，上浮稚魚自開口餌料轉換成完全攝食人工餌料的過程，直接影響活存率的高

低。所以投餌一定要保證魚苗吃勻、吃好，不能使魚苗處半饑餓狀態，但是投餌量也不能過多，以防殘餌敗壞水質。

仔稚魚飼料以動物性原料為主，如動物肝臟、蚬肉、魚粉、乳粉及青菜葉等混合製成半濕性細顆粒飼料，粗蛋白含量在 55% 以上；顆粒粒徑 0.2–0.3 mm。稚魚後期飼料的粗蛋白含量要在 50% 左右，粒徑隨著個體的長大而加大。0.2–0.5 g 的稚魚，飼料粒徑 0.5 mm。上浮稚魚培育期，一般情況下，半濕性餌料投餵率為體重的 8–12%、乾性餌料為 5% 左右。當大部分魚苗開始上浮覓食時，開始可以投餵水蚤、紅蟲等。前 1 星期內稚魚尚未能爭食，可以將餌料製成糊狀，用紗布包住，在進水口處或池邊抖動或擠壓，使餌料混入水中，令餌料自然流入口中。這樣馴養幾天後，多數魚苗都能爭食。稚魚培育期每日投餵十數次，以少量多餐為原則，早、晚的投餵量占全日投餵量的 60% 左右，隨著上浮稚魚的生長發育，投餵次數可以逐漸減少。儘量採用多種餌料交替投餵，保證稚魚對營養的需要。培育一月後，稚魚攝食能力增強，先加入少量人工餌料，以至逐漸的做到完全攝食人工餌料。

後期的投餵可以全部採用完全配合飼料作為魚苗的飼料。苗種用的完全配合飼料其營養成分為粗蛋白 40–55%，粗脂肪 3–5%，粗纖維 1–3%。日投餵人工配合飼料量為魚體重量的 5% 左右。

## (4) 日常管理

日常管理要嚴防逃魚，並勤刷閘門及撿除雜物，稚魚池內之排泄物及殘餌等廢棄

物，應經常用虹吸管原理將其吸除，以防水質敗壞。

因仔稚魚成長體型大小不一，易造成弱肉強食情形，故飼育 1 星期後施行篩選分養作業，使其均衡成長。一般體長達 3.5 cm 左右，即可放養於養成池。

### (五) 染色體操作的育種技術

應用染色體操作育種技術生產人工多倍體水產經濟動植物的研究已經取得令人矚目的成果。早在 1987 年鮭科魚類染色體多倍化的操作技術已在虹鱒的養殖應用上確立。近些年許多研究人員針對方法又做了各種方面的改進，使其不斷的發展。現簡單介紹有關的技術方法。

#### 1. 誘發多倍體的產生機制

多倍體是由細胞內染色體加倍而形成的。染色體加倍方法可通過保留受精卵第二極體（抑制卵子的第二次成熟分裂）或抑制受精卵的第一次成熟分裂來實現。魚類細胞學研究表明：魚類精子入卵的時期是卵子第二次減數分裂的中期，卵子受精後放出第二極體，因此設法抑制第二極體的釋放即形成二倍體卵，二倍體卵核與正常的單倍體精核結合就形成三倍體。

#### 2. 誘導多倍體的方法

人工誘導虹鱒多倍體的方法目前常用的主要有物理方法與化學方法兩種。

##### (1) 物理方法

物理方法機制主要是由微管蛋白聚合成的微管解體或阻止微管的聚合過程，阻止染色體向兩極移動，形成多倍體細胞。目前常用的方法有下列兩種：

##### A. 溫度刺激誘導法

溫度刺激誘導法即用略高於或低於致死溫度的冷或熱刺激來誘導三倍體（抑制第二極體排放）或四倍體（抑制第一次卵裂）的方法，根據處理溫度的高低分為熱刺激法和冷刺激法。一般來講，對於虹鱒採用熱刺激法效果較好。溫度範圍可採用 28—36°C。進行溫度處理最重要的是必須確定處理的開始時間、持續時間以及溫度高低。

##### B. 靜水壓刺激誘導法

靜水壓刺激誘導法係利用高壓阻止第二極體的釋放，一般將受精後 10 分鐘之虹鱒受精卵置於靜水壓力器內，加壓至 650—700 kg/m<sup>3</sup>、處理 6—10 分鐘，再將其受精卵移入孵化槽中孵化。由於靜水壓力器價格不斐且每次處理受精卵量有限，不適用於大量生產。

#### (2) 化學方法

化學方法係主要使用某些藥物在細胞分裂時與微管蛋白結合，阻礙有絲分裂，阻止極體的釋放而形成多倍體。目前常採用的藥物主要有秋水仙素、細胞鬆弛素、6-二甲基氨基嘌呤 (6-DMA-P)，這些藥物對染色體並無影響。

#### 3. 三倍體虹鱒的大量生產方法

大量生產一般採溫度刺激誘導法。其方法是先準備一個白鐵網框，卵受精後 10 分鐘撈出，濾去水分，置於 20°C 溫水浴中的網框內作預處理加溫，在儘量減少衝擊的原則，網框上下緩慢晃動，使卵粒溫度保持一致。受精後 15 分鐘連框一起放入 26°C 的溫水中，為保持溫度一致，繼續晃動網框，儘

量避免物理刺激並使受精卵獲得均等的高溫處理。一般來說，溫度高、時間長，多倍化率也高。但也引起卵死亡率增加、發育停滯、魚苗上浮死亡等生理障礙。所以，26°C處理 20 分鐘、28°C處理 10 分鐘、30°C處理 5 分鐘為宜。

#### 4. 三倍體虹鱒的生理特性

##### (1) 對生長之影響

與正常二倍體相比，魚體本身屬非巨型化，但由於二倍體魚在性成熟時生長停滯，反觀三倍體魚因不育而能將能量用於生長，因此獲得較大體型。但早期成長並無顯著性差異。

##### (2) 對肉質的影響

三倍體魚的卵巢會形成絲狀生殖腺，而會將營養轉移到身體的其他組織，而累積於肌肉中；此外，沉積於肌肉中的蝦青素也被保留不轉移至生殖腺組織，使肌肉顏色保持極為鮮豔的紅色。

##### (3) 對抗疾病的影響

傳染性造血組織壞死病 (IHNV) 屬病毒性疾病，是稚魚期特異疾病，與性成熟無關，三倍體魚與二倍體魚同樣會感染，然有報告指出三倍體魚較正常魚有較強的抗病力，抗性原因至今不明。此外，三倍體魚抗低溶氧能力較弱，感染細菌性鰓病時，在低溶氧量狀態下則有較高的死亡率。

##### (4) 環境耐性

三倍體魚的腦細胞數明顯少於二倍體魚，使它學習能力與對外環境的刺激反應較為遲鈍，因此，與二倍體魚混養時，成長效果極差，應與二倍體魚分開飼養。

三倍體魚的紅血球體積增大和數量減少，引起紅血球總面積減少及末梢血管系統血流動緩慢，因此，經過刺激後恢復速度較緩慢且需較高的溶氧量。

## 六、養成與管理

### (一) 養成池設備

養殖池的設備應以水量、地形及管理方法為考量，理想的養成池需具有能調節水位至適當深度及保持池水流動的設計。目前實用的魚池設計需有藥浴以預防疾病之便，自動選別裝置、機械化投餌設備與全場操作的省力設計。

養成池最好設計成階梯式 (圖 6-12)，讓池水在流到下段池前，經過充分曝氣，讓池水溶氧量獲得補充，達到再利用的目的。池水交換率應在每小時 2 次以上，流水速度有每秒 30 cm 時最佳。適宜水溫 12–20°C，最適水溫 16–18°C，最高水溫不得超過 24°C。

### (二) 放養量

影響放養量的基本因素有：(1)水質；(2)水溫；(3)水量；(4)流速；(5)池水交換率；(6)水污染；(7)池魚體型；(8)選別及間捕的頻度；(9)疾病發生情形等。因此，放養密度各養鱒場均迥異，各場決定最適放養量之方法，是分析數個成長季的生產情形，養殖記錄池中的魚數、魚重、成長、換肉率、飼料種類、發病情形及死亡率等，再參照基本因素如水溫、水量等來衡量與決定。一般可參考表 6-4。



圖 6-12 階梯式養成

表 6-4 虹鱒放養密度與流水量、水溫關係

水量 (L/秒)	水溫 (°C)	體重(g)								
		5	10	20	40	60	80	100	200	300
10	10	500	410	330	250	190	140	100	65	30
	15	310	250	220	160	120	80	65	40	10
20	10	1,030	840	680	500	390	290	210	130	64
	15	640	520	450	340	250	180	130	77	40
30	10	1,600	1,300	1,050	780	600	450	440	210	100
	15	1,000	800	700	520	380	280	200	120	60

### (三) 飼養管理

#### 1. 選別與分養

鱒魚是兇猛性魚類，因生長速度不同而出現個體間差異，個體較大的攝食兇猛，愈長愈快，相反個體小者因爭不到食物而生長緩慢，甚至出現大魚吃小魚的現象，因此，飼養過程應適時進行分篩，大小分池飼養。稚魚在體重 5 g 以前要進行 1-2 次分篩，以後每月分篩 1 次，至每尾重 70-80 g。爾後可依據魚體差異大小情況進行適當篩選與分養。魚體分養篩選操作都應在水溫較低的早、晚進行。篩選分養時可利用柵欄式篩選器（圖 6-13）進行篩選，以減少魚體之傷害、減低篩選時之壓迫。



圖 6-13 柵欄式篩選器

#### 2. 水質管理

保持水流的穩定與通暢，水的流量要大一些，但水的流速不能突然加大。如有無法抗拒之原因而停水或減少水量時，應及時採取增氧或其它措施，以維持水體的溶氧量。

在養殖過程中水質應定期檢查，並記錄各項檢測結果。水中溶解氧應保持在 5 mg/L

以上，氨氮應控制在 0.0075 mg/L 以下。

#### 3. 日常管理

日常管理要嚴防逃魚，並勤刷閘門及撿除雜物，定時清除養殖池內之排泄物及殘餌等廢棄物，應經常用虹吸管原理將其吸除，以防水質敗壞，保持池水環境衛生。

魚苗放養 2-3 天後開始投餵，投餵應在上水頭行之。投餵應防飽食或過量。

### (四) 給餌管理

#### 1. 給餌方式

虹鱒具集體攝食習性，故可應用自動投餌機來飼餵。每日投餵次數隨著魚體成長而漸減少，0.5 g 之魚每天需投餵 6-8 次，1.5 g 者投餵 4-6 次，10 g 以上時投餵 3-4 次即可。當水中溶氧量較低時，投餌量應相應減少。

養殖第 1 年魚時，除使用顆粒飼料外，每週最好能投餵半濕性飼料 1 次，尤其在稚魚放養的第 1 個月是不可少的。

#### 2. 投餵量

每日投餵量需視魚體大小、生長階段、水溫高低及飼養數量等因素而定，並以魚飽食量的 80% 的投餵量為原則，一般可依據表 6-5 作為參考。

#### 3. 飼料保存

飼料在儲藏與配置不當的情況下，也會喪失其價值。各飼料廠生產之飼料均有一定的有效期，儲存期不應超過 60 天，各養殖場在購買飼料時都不需多購，並爭取在有效期間內用完。購入之飼料應儲存於乾燥、通風和避光之處，並應定期清掃，更應預防鼠害，注意環境衛生。

表 6-5 虹鱒每日投餌量

體重 (gm)	<0.18	0.18-1.5	1.5-5.1	5.1-12	12-25	25-40	40-62	62-92	92-130	130-180	>180	
全長 (cm)	<2.5	2.5-5.0	5.0-7.5	7.5-10.0	10-12.5	12.5-15	15-17.5	17.5-20	20-22.5	22.5-25	>25	
水溫 (°C)	6	3.5	2.8	2.4	1.8	1.4	1.2	0.9	0.8	0.7	0.6	0.6
	7	3.6	3.0	2.5	1.9	1.4	1.2	1.0	0.9	0.8	0.7	0.6
	8	4.1	3.4	2.8	2.2	1.7	1.4	1.2	1.0	0.9	0.8	0.7
	9	4.5	3.8	3.0	2.4	1.8	1.5	1.3	1.1	1.0	0.9	0.8
	10	5.2	4.3	3.4	2.7	2.0	1.7	1.4	1.2	1.1	1.0	0.9
	11	5.4	4.5	3.6	2.8	2.1	1.7	1.5	1.3	1.1	1.0	0.9
	12	5.8	4.9	3.9	3.0	2.3	1.9	1.6	1.4	1.3	1.1	1.0
	13	6.1	5.1	4.2	3.2	2.4	2.0	1.6	1.4	1.3	1.1	1.0
	14	6.7	5.5	4.5	3.5	2.6	2.1	1.8	1.5	1.4	1.2	1.1
	15	7.3	6.0	5.0	3.7	2.8	2.3	1.9	1.7	1.5	1.3	1.2
	16	7.8	6.5	5.3	4.1	3.1	2.5	2.0	1.8	1.6	1.4	1.3
	17	8.4	7.0	5.7	4.5	3.4	2.7	2.1	1.9	1.7	1.5	1.4
	18	8.7	7.2	5.9	4.7	3.5	2.8	2.2	1.9	1.7	1.6	1.5
19	9.3	7.8	6.3	5.1	3.8	3.0	2.3	2.0	1.8	1.7	1.6	
20	9.9	9.4	6.9	5.5	4.0	3.2	2.5	2.2	2.0	1.8	1.7	

註：表中投餵虹鱒顆粒飼料，依據魚體重、水溫決定的體重百分率表示日投餌量

## (五) 出貨

目前台灣之鱒魚消費型態有二：一為活魚狀態，二為冷凍冰鎮方式。出貨給經銷商、本地中間商或直銷餐館。

### 1. 捕撈

虹鱒成長率受放養時期、體型、水質、水量、水溫、投餌量、飼料營養、放養密度及飼養管理養殖等因素影響，一般飼養 1—1.5 年就可達上市體型，便可依市場的需求而間捕出售。產品收獲上市 1 週前，應採樣送請獲有認證之驗證機構檢驗。其外銷產品安全標準應符合消費國家所定之標準。而國

內市場的產品安全指標應符合衛生署公告之『魚蝦類衛生標準』、『動物用藥殘留標準』及『一般食品類衛生標準』的規定。

出售前應予蓄養 1—2 天，以消除消化道內容物，減少運輸途中排泄污染水質，減少損失。

### 2. 活魚運輸

使用之冰塊需符合衛生署公告之“冰類衛生標準”之規定，所用的水應符合環保署公告之「地面水體分類及水質標準」陸域乙類水體之水質標準的規定。

少量活魚運輸可用塑膠袋裝水灌氧氣

密封運輸，量多可用運輸車打氧氣運輸，但運輸途中為避免因水溫上升導致魚的死亡，應加冰塊以降低水溫。活魚運輸車水箱宜先清整、消毒，降低細菌及寄生蟲等之傳播。

### 3. 冷凍冰鎮與包裝

在碎冰水中加入食鹽（粗鹽）1.6%，使魚體溫降至-3℃，再連同冰裝入包裝盒中密封，外側再以防水紙箱捆包後，交盤商銷售。

### 4. 倉儲及運輸

物品之倉儲應有存量紀錄，成品出場應作銷售管理紀錄表及出售流程紀錄五聯單。

冷藏庫、凍藏庫：冷凍庫一般應設有預冷間（0—4℃）、凍結間（-40℃以下）及冷藏間（-27℃以下）；凍藏庫應能使產品中心溫度經常保持攝氏-20℃以下；冷藏、凍藏庫應設有溫度自動紀錄器，並填具儲藏庫溫度紀錄表。

## 七、飼料與營養

### （一）飼料特點

在人工養殖條件下，魚的生長主要依靠人工配合飼料，因此要按魚的營養需求來配製飼料。而虹鱒如其他肉食性魚類一樣，需要大量含有必需胺基酸的完全營養蛋白質。大量的胺基酸組成分存在於動物蛋白質中，而蛋白質含量與種類決定了飼料品質之優劣。虹鱒飼料有顆粒狀或團狀，但在人工養殖條件下比較喜食顆粒飼料，所以使用飼料粒徑與魚體規格有其關連性（表 6-6）。

表 6-6 飼料粒徑與虹鱒體重之關連

魚體重(g)	飼料粒徑(mm)
0.2-0.5	0.5
0.5-1.0	0.5-1.0
1.0- 5.0	1.0-2.0
5.0-10.0	2.0-3.0
10.0-50.0	3.0-3.5
50.0-250	3.5-5.0
250 以上	5.0-8.0

### （二）營養需求

虹鱒的營養需求研究是研製配合飼料的理論基礎與依據，美國與日本從 20 世紀 50 年代就積極進行相關研究，這研究成果為人工養殖虹鱒提供了寶貴的資料。目前營養學的知識係環繞五種營養物質而建立，此五種物質即為蛋白質、脂肪、維生素、礦物質及碳水化合物。

#### 1. 蛋白質與胺基酸

蛋白質是動物生長、發育及維持機體正常生命活動的必需營養素，而蛋白質必須由飼料供給。肉食性魚類所需蛋白質量較其他魚類為高，同時幼體對蛋白質需求也高於成體。依據虹鱒對蛋白質需求量試驗測定結果顯示，虹鱒的最適生長蛋白質量為 30—40%，但要使虹鱒達到最大生長速度，其飼料蛋白質含量應為 40—50%，魚苗飼料蛋白質含量應略高，可達 54%。

由於虹鱒對飼料蛋白質需求量很高，飼料中北洋白魚粉的用量很大，致使飼料的成本偏高，因此尋找合適的蛋白質來源倍受重視。Refstic 試驗結果表明，用大豆蛋白質

濃縮物替代 50% 的魚粉不影響魚的生長，但 75% 的替代比時，會影響魚的生長，其必須考量虹鱒的 10 種必需胺基酸量，總含量應不低於飼料粗蛋白含量的 1/3，而動物性蛋白質含量應不低於飼料蛋白質含量的 1/3。虹鱒飼料中的必需胺基酸含量如表 6-7 所示。然報告亦顯示，某些胺基酸過量，不僅得不到有效利用，還會對虹鱒有毒害作用，如用含 13% 亮氨酸的飼料飼餵，則會產生魚體脊柱側凸、鰓蓋缺損、鱗片畸形或缺失的情形。

## 2. 脂肪與脂肪酸

飼料中脂肪可作為虹鱒的能量主要來源，因此，當在可消化能較低的飼料中添加適宜的脂肪，可提高飼料可消化能能量，減少做為能源消耗的蛋白質含量。而虹鱒對醣類利用能力差，它以脂肪作為能源而使蛋白質利用率效果明顯，有研究表示，虹鱒飼料中脂肪含量由 10% 提高至 15—20% 時，蛋白質可由 48% 降至 35—40%，進而發現脂肪在 18% 而蛋白質在 35% 時，其蛋白質效率 (PER) 與蛋白質利用率 (NPU) 最佳。但飼餵高脂肪飼料會產生魚體較軟、引起肝臟脂肪浸潤而形成貧血症致死，因此，虹鱒飼料宜添加 12% 左右之脂肪。

脂肪中，虹鱒本身不能合成亞油酸 (linoleic acid) 和亞麻油酸 (linolenic acid)，故應在飼料中適量添加 1—2% Omega-3 脂肪酸。缺乏必需脂肪酸則出現生長緩慢、肝臟顏色偏白、體含水量增加、尾鰭壞死、魚受刺激後無反應及死亡率增高。如飼料中所含 n-6 脂肪酸較高，則會加劇必需脂肪酸缺

乏症的症狀。故常在飼料中添加 4—5% 的海洋魚油，提供虹鱒所需的 n-3 脂肪酸。

## 3. 維生素

維生素對魚的生長及健康是必須的，對魚體生理代謝具有至關重要的調節功能，雖需要量很少，但不能自身合成，必須依靠食物中攝取，目前已知虹鱒的生長需 4 種脂溶性維生素和 11 種水溶性維生素。

目前在各種環境條件下，培養不同規格之鱒魚飼料所含維生素量，尚未能精確的確定，但已確定了在實驗條件下，投餵半精飼料，鱒魚所需的各種維生素數量 (表 6-8)。

## 4. 礦物質

礦物質又稱為無機鹽類，是構成魚體的必需成分。同時對維持魚體的正常內在環境、保持物質代謝的正常進行以及維持各組織及器官正常運作是不可或缺的。因為受水體環境中無機鹽類的影響，飼料中的礦物元素需求量如表 6-9 僅供參考。

## 5. 碳水化合物

碳水化合物不僅是一種能源物質，也是飼料中的黏合劑。但魚類利用醣類能力差，因為缺乏胰島素，對醣類的分解能力低，依試驗顯示，虹鱒飼料中碳水化合物的含量宜小於 20%。飼料中含過多的碳水化合物會使肝臟出現腫球、堆積過多的肝醣使肝臟顏色變淡、死亡率提高。多數的碳水化合物源自於植物體，故以植物性蛋白質取代白魚粉時，宜注意碳水化合物的含量比。目前虹鱒養殖飼料依水試所建議，魚類應用飼料配方如表 6-10。

表 6-7 虹鱒飼料中的必需胺基酸含量

胺基酸種類	含量(%)	胺基酸種類	含量(%)
精氨酸 Arginine (Arg)	2.5-4.0	蛋氨酸 Methionine (Met)	0.5
組氨酸 Histidine (His)	1.5-2.1	苯丙氨酸 Phenylalanine (Phe)	0.5
異亮氨酸 Isoleucine (Ile)	2.0-3.0	蘇氨酸 L-Threonine (Thr)	2.0
亮氨酸 Leucine (Leu)	2.0-3.0	纈氨酸 Valine (Val)	2.0-3.0
賴氨酸 Lysine (Lys)	3.0-5.0	色氨酸 Tryptophan (Trp)	0.5

表 6-8 虹鱒生長所需的各種維生素含量及缺乏症狀

維生素項目	需要量(mg/kg)	缺 乏 症 狀
A	2500 (IU)	皮膚色素減退；眼球突出、視網膜退化；水腫
D (IU)	2400 (IU)	體內鈣平衡減退；骨骼肌肉抽恤
E (IU)	100-500 (IU)	皮膚色素減退；腹水；肌肉營養不良
K	10	凝血時間延長；鰓與眼睛出血
維生素 B1 (硫胺素)	10-20	神經失調、刺激感受性亢進、食慾不振、體色變黑
維生素 B2 (核黃素)	10-20	體色變深、脊柱畸形、畏光、鰓與眼睛出血、生長速度減緩
維生素 B6 (吡哆醇)	10-20	刺激感受性亢進、螺旋狀游動
維生素 B12	0.01-0.02	低血色素性貧血
泛酸 (維生素 B3)	40-100	鰓絲黏結、鰓蓋腫脹；胰臟腺泡細胞萎縮
葉酸	5-10	嚴重貧血，紅血細胞巨大；體色變黑
生物素 (biotin)	1-2	鰓絲退化；表皮損傷；肌肉營養不良；胰臟腺泡細胞退化
肌醇	200-500	爛鰓；體色變深；膽碱脂酶和轉氨酶活性下降
膽碱 (維生素 B4)	500-1000	脂肪肝；眼球突出；小腸、腎臟出血，腹部腫大
烟酸 (維生素 B5)	110-150	生長不良、鰓水腫；對光敏感；體呈焦黑色；腹水
維生素 C (抗壞血酸)	100-800	明顯抑制生長；組織出血；眼球突出、出血；脊柱前凸或側凸；腹水

表 6-9 虹鱒每千克乾飼料中礦物質的需求量

常量元素		微量元素	
礦物質	需要量(g/kg)	礦物質	需要量(mg/kg)
鈣	3-5	銅	1-4
磷	6-7	錳	12-25
鎂	0.5-0.7	鐵	50-100
鉀	1-3	鋅	15-30
鈉	1-3	鈷	0.5-5
		碘	100-300
		硒	0.15-0.38

表 6-10 虹鱒各發育階段飼料營養成分與原料組成比

		幼魚飼料	成魚飼料
營養組成	粗蛋白	46-54	43-50
	粗脂肪	3.0-5.0	3.0-7.0
	粗纖維	1.0-3.0	2.5-3.0
	粗灰分	15.0-18.5	15.0-16.0
	水分	< 8.5	< 8.5
	鈣	2.2-3.7	1.3-2.85
	有效磷	1.3-1.85	1.0-1.5
原料配合比例(%)	魚粉	55-68	48-73
	小麥粉	10-31	25-35
	大豆豆粕	2-5	5-15
	米糠	2-6	2-9
	飼料用酵母	3-30	2-7

## 八、疾病與對策

虹鱒養殖生產中常見的疾病有十餘種，包括寄生蟲性疾病、營養不良病、水黴病、細菌性疾病及病毒性疾病。而疾病的發生是由病原體、水環境及魚體本身共同作用而引起的。因此唯有貫徹“預防為主、有病早治、防治並重”的措施，才能達到預期的養殖成果。當虹鱒出現活力減弱、離群獨游、攝食量降低或停止進食，體色變黑、發白，體表有出血等症狀時，往往是疾病潛伏的外在表現，此時請向防疫單位尋求協助處理。在此簡略介紹鱒魚疾病的種類與在台灣發生的情形。

### (一) 細菌性疾病

鱒魚的細菌性疾病案例，有逐漸增多的情形，如弧菌病、產氣單胞菌症及出血症等多種。

#### 1. 柱狀病 (Columnaris disease)

由 *Flavobacterium columnare* 所引起，多發生在高水溫期，常造成爛鰓、爛尾等症狀。發病初期在體表、頭部、鰓部及鰭條出現灰白色斑塊，潰爛可能由體表或受傷部位開始，而向四周蔓延。故當水溫偏高、魚池管理不良、放養池魚密度偏高或環境的緊迫等時，柱狀病即容易發生。

#### 2. 細菌性鰓病 (Bacterial gill disease)

此病症所造成鱒魚養殖的損失超過其他疾病。當水溫偏高及魚群密集情況下，此病原菌即相當活躍。病魚出現行動遲鈍，食慾減退，失去活力，發病初期鰓部鼓脹，鰓絲腫脹、癒合，黏液增多，末端腐爛潰瘍、

發白，鰓蓋骨的內表皮充血等現象，病魚很快死亡。患部可分離出黏液細菌 (myxobacteria) 菌種。

#### 3. 爛鰭症

爛鰭症發生的原因包括：病菌、池魚密度過高或飼料不適當等，通常由病原菌引發的。在發病初期，鰭的外緣會退色變白，進而擴大至鰭的基部，鰭條因殘破而突出。若如飼料中葉酸量過低或維生素 A 含量過量，則針對病因而改進養殖方法。

#### 4. 弧菌病 (Vibriosis)

受鰻弧菌 (*Vibrio anguillarum*) 感染，多發生在晚春與秋季水溫上升期，水溫 15°C 以上。其發病初期體表逐漸變黑，活動緩慢，聚集於進水口處，攝食量降低，眼球突出，鰭基、肛門、體表出血。嚴重時表皮潰爛、眼球白濁或出血，脾、腎臟腫大。傳染迅速且死亡率極高。病魚體表的出血及潰瘍是其外觀症狀，但其症狀和其它細菌性感染症之間無法區分清楚。因此，正確的診斷方法必須藉著細菌學的診斷。

#### 5. 細菌性出血性腹水症

病原細菌是 *Pseudomonas plecoglossicida*，一般與其他細菌如 *F. psychrophilum* 合併病發。病症為魚體肛門部位擴張、可見出血狀；腹腔含有大量的血液混合的腹水。

#### 6. 癰瘡病 (Furunculosis)

由病原菌 *Aeromonas salmonicida* 引起。常發生於高水溫時，小魚常無外觀症狀即死亡，大魚於體表出現紅色腫脹疙瘩病變。此病特徵為體側皮膚，隆起物是由於細菌增殖而引起肌肉組織的融解而產生的。裡

面含有遊走細胞、紅血球，組織的崩壞物質及大量的細菌體。剖檢時，肌肉及肉臟出血，腎、脾臟呈暗紅色，腫大。肝臟一般呈貧血狀，有時可見出血斑。

防止病原菌侵入養殖魚池是相當重要的，因此，應從未曾發病的魚場購買，經消毒後才可放養。疫苗雖正進行試驗性的研究，但離實用階段尚遠。

## (二) 寄生蟲性疾病

常見的外部寄生蟲性疾病有白點蟲病、三代蟲病、車輪蟲病、魚蝨症等，大都可於仔稚魚和幼魚發現，三代蟲則見於幼魚與成魚。而常見的內部寄生蟲性疾病有黏液孢子蟲病、條蟲病、吸蟲病及線蟲病，除線蟲病多見於成魚與種魚外，其他多見於仔稚魚與幼魚。

### 1. 白點蟲病

屬纖毛蟲類的白點蟲 (*Ichthyophthirius multifiliis*)，幾乎能感染所有淡水魚類，經常造成仔稚魚和幼魚的大量死亡。在水溫高及池魚密集，均可導致白點蟲病的爆發。病魚體表明顯出現許多小白點，鰓上分泌大量黏液，病魚呈現不安狀態，常側身在池壁摩擦身體，企圖擦掉病原體，使體表變白濁，並引起水黴菌或細菌之二度感染，4-5 日後，病魚即死亡。

### 2. 魚蝨病

受魚蝨蟲體 (*Argulus spp.*) 感染，在病魚之體表、鰓部及各鰭條基部均可發現。魚蝨蟲體以口器刺傷魚體、吸食體液，造成機械性傷口，使病原菌或真菌類的二度感染，從而加速病魚之死亡。

### 3. 車輪蟲病

在淡水魚塢較易發生。當寄生蟲數量多時，常常造成鱒魚苗大量損失，亦能為害較大形的魚。感染的病魚會有磨擦身體的行為，體表部分變白，易引發水黴菌感染，魚體消瘦發黑，游動緩慢，呼吸困難；如果懷疑時，可從鰓部或皮膚部位採黏液做抹片、鏡檢得知。

### 4. 黏液孢子蟲病

*Ceratomyxa shasta* 屬於原生動物膠黏孢子蟲目 (Myxosporidina)，為常見的寄生蟲之一，黏液孢子蟲可在宿主的消化道中產生孢子，再經排洩進入水中，而感染其他魚體。病魚呈波浪狀旋轉游動，食慾減退、消瘦。由於黏液孢子蟲具有堅厚的孢殼，治療不易，因此本病無治療價值，唯有迅速撈除病魚、死魚，防止孢子再放入水中，減少再感染的機會。

### 5. 血液吸蟲病

血液吸蟲 (*Sanguinicola davisi*) 有時會造成鱒魚等的嚴重損失。成蟲生活於魚類由心臟通往鰓部的主要血管中。成蟲產卵於魚類鰓部微血管中，卵發育為纖毛幼蟲 (miracidium) 後即穿破血管游入水中，此一行為常造成成魚受傷或死亡。幼蟲於水體中找中間宿主—螺類，再至新的魚類宿主。目前尚無有效的治療藥劑，預防方法需將水域中作為中間宿主的螺類徹底清除。

## (三) 病毒性疾病

### 1. 傳染性造血組織壞死病 (Infectious hematopoietic necrosis, IHN)

IHN 是鮭鱒魚常見的急性病毒性傳染

病，在孵化後兩週即可出現，常造成魚苗或幼魚 70—90% 的死亡率。1969 年 Amend 等人（加拿大）首先以本病名提出報告。

本病的病毒屬 *Rhabdoviridae* 的一種，被認為只有一種血清型，其傳播途徑主要有二條：一為垂直傳播，係帶病親魚的卵或精液均可傳播病毒，由卵的機率更大；二是水平傳播，在魚苗期患過 IHN 殘存下來帶病毒魚是主要傳染源，病毒可隨排泄物排入水體，由鰓組織進入循環系統或由口進入消化道，然後進入循環系統，病毒擴散至各組織器官。

在美洲本病相當常見，歐洲卻從未發生，在日本 1973 年診斷出本病的存在。潛伏期通常是 4—6 日，幼魚發病後立即死亡。IHN 病毒最初在造血組織內增殖，其後侵襲到其他內臟器官。感染病魚初期呈昏睡狀，游動遲緩，時而出現痙攣，繼而浮起橫轉，往往在劇烈游動後不久死亡，此時出現的狂游為 IHN 特徵之一。對外界來的聲音刺激較遲鈍，有時突然不停迴游。較長的感染過程之後，病魚體色發黑，腹部鼓脹、眼球突出、鰓呈貧血、鰭基部出血，骨骼肌中有“V”形出血斑點，黏液狀管型糞便懸掛於肛門等外觀症狀，解剖時腹腔內貯留透明液體，肝淡色，前腎至中腎部色澤成半透明，組織學可見造血組織的前腎部明顯壞死，細尿管上皮細胞壞死等病變，這些現象是 IHN 比較典型的病徵。

溫度對 IHNV 的感染和潛伏期有重要的影響，發病水溫 4—13℃，而以 8—10℃ 時發病率最高，當水溫高於 15℃ 則停止發

病。對魚的大小而言，小於 2 月齡魚苗在水溫 10℃ 時，死亡率達 100%，大於 7 月齡魚苗之死亡率約為 10%。

## 2. 傳染性胰臟壞死病 (Infectious pancreatic necrosis, IPN)

傳染性胰臟壞死症 (IPN) 是由病毒所感染，致死率非常高的傳染病。1960 年由 Wood 等人首次分離到本症的病毒，日本在 1971 年也由虹鱒分離到本病毒確定本症的存在。除了鮭、鱒魚之外，包括鯉、鰻等溫水魚也能分離到本病毒。為具 RNA 的 *Birnaviridae* 病毒，可分為 4—5 個血清型，在酸性及 4℃ 可保持長期的感染力。

本病除了最初發生的鮭魚之外，後又發現在鰻魚及貝類也分離到病毒。3—4 月齡的魚有 90—100% 致死率，成魚是帶原者，其傳染途徑與傳染性造血組織壞死病 (IHN) 相同；此外，水溫也是發病的誘因，最常發病的水溫是 12—14℃，其死亡率可達 80—100%。該病潛伏期與魚體大小及水溫有關，魚越大潛伏期越長、水溫愈高潛伏期愈短。病魚發病時突然狂奔在水中迴游，死亡前體色呈黑變，眼球突出，腹部膨脹，腹鰭基部出血點，解剖時可見肝脾褪色，消化管殘留食物及乳糜狀液體，幽門垂呈點狀出血，胰細胞壞死，於細胞質內看到包涵體為本病的主要特徵。

## 3. 病毒性出血敗血症 (Viral hemorrhagic septicemia virus, VHS)

病毒性出血敗血症病毒以水為傳播媒介，通過親魚垂直傳播，另池底淤泥及無脊椎動物為水平傳播媒介。鱒魚感受性高，低

水溫季節中大魚易發病。症狀分為：急性型、慢性型與神經型。急性型魚體表暗色，體內脂肪組織、生殖腺、肌肉、腸系膜等處有出血斑，內臟點狀出血，高致死率。慢性型則呈貧血，肝實質壞死、鰾與腎臟腫大，腹腔充滿液體。其轉為神經型後，病魚不停迴旋游泳、狂奔，有時急劇掙扎後沉池底。

受 VHSV 感染的魚，以孵化後到 2 個月左右的仔稚魚發病率最高，而死亡率為 10—50%，甚至可高達 80%，對魚類養殖市場而言損失極大。目前無有效的治療方法，一旦發病，應將全場魚銷毀，魚池徹底消毒，三個月後再重新放養健康魚飼養。

#### 4. 鮭類疱疹病毒病 (Salmonid herpesvirus type 2)

目前鮭類疱疹病毒病已有以下 5 個病毒已確定，但彼此間之血清學、感染流行情況等未明之處，尚需進一步探討。

(1)*Herpesvirus salmonis*；(2)*Oncorhynchus masouvirus* (OMV)；(3)H-83；(4)NeVTA；(5)YTV。NeVTA 與 YTV 具同一血清型，其他 3 種病毒雖不同，但 *H. salmonis* 與 NeVTA，H-83 與 OMV 被認為其血清型可能相關，尚在研究探討。

稚魚接種 OMV 後 3 星期，在外觀上可看見下顎出血，眼球突出；剖檢症狀有肝褪色、白色點狀壞死病變，脾水腫，死亡率約 35—60%，未死亡的魚約在接種後 120—250 日在吻、眼緣、鰓蓋、鱗（有時腎臟），出現上皮細胞由來的乳頭腫瘤 (papilloma)。而 *H. salmonis* 則未見有腫瘍特性，病魚體表黑病，腹水貯留，剖檢病變主要是肝、腎

之水腫，病理組織可見頭腎之未成熟紅血球及白血球異常增加。YTV 之分離株經接種 10—15 個月也被認為能產生微細上皮癌。

為了防止疾病蔓延，以下的措施應立即進行：(1)受精卵的消毒。(2)養魚池及用水的清潔及淨化。(3)源自母魚的傳染途徑中斷。雖然碘劑已經證實多少有點消毒效果，但飼養的方式，還是宜採取統進統出，無論如何都在儘量防止污染的擴散。到目前為止，疫苗的使用，僅止於研究的階段，實用化恐怕尚有一段距離。

#### (四) 其他疾病

##### 1. 水黴菌病

易發生在孵化期死卵或損傷的卵上，並能侵害臨近的好卵，在受傷的魚體處也易著生，多為二次感染症。發病初期出現小斑點，然後逐漸擴大成絨毛狀，使患處肌肉潰爛壞死，魚體行動緩慢，無食慾而終至死亡；水黴繁殖適溫在 4—14°C。預防辦法：孵化期注意揀除死卵。飼養管理拉網時，應注意不要擦傷魚體。

##### 2. 營養性疾病—肝脂肪病變

此病是人工養殖虹鱒由於投餵的飼料營養含量不全、長期缺乏必需氨基酸或維生素等造成的。不新鮮的、生黴的或氧化變質的飼料，以及飼料中碳水化合物、脂肪、磷等過多，均可引發此病的發生。病魚體色發黑，鰓顏色變淡，體質衰弱，離群，不活潑，獨自漂在緩流處。肝臟腫大，呈黃色、黃白色或黃褐色，膽囊腫大呈黃色。胃腸充滿黃色黏液，無食物，腸末端潰瘍充血。防治辦法：發現病魚立即換餵優質餌料，減少投餵

量，在飼料中增加維生素的含量。病情較輕的魚經過 2-3 個月可完全恢復，病重者則無法挽救。

按現行規定，由於魚病防治係屬於各縣市政府動植物防疫所職掌，因此，業者如有魚病問題可逕洽上述單位處理。

## 九、展望

目前全球鱒魚產量幾乎都來自水產養殖，2001 年全球鱒魚 58 萬公噸的總產量中，養殖部分就佔了 56.7 萬公噸，很多國家都有鱒魚養殖產業。養殖鱒魚的貿易是以冷凍產品為主，冷凍鱒魚的進出口量幾乎代表全球養殖鱒魚的貿易量，而養殖鱒魚的需求量日漸增加，尤其主要進口國日本與歐盟的需求量仍然強勁，北美地區也對該產品產生興趣，因此預期鱒魚將會持續攻佔鮭魚市場，且價格將持續高於鮭魚。而台灣近年來年生產量達 400 公噸，進口量卻高達 1,200 公噸以上，顯示國內需求量遠高於生產量，該養殖產業仍具發展空間。此外，每 100 克虹鱒的 22 : n6 與 20 : n5 之高度不飽和脂肪酸含量分別達 983 mg 與 247 mg，遠遠高於鯉科魚類及雞肉等，是對心腦血管極具有營養保健作用的食物。因此鱒魚必將成為人們重要的蛋白質來源，此一需求趨勢必定能推動鱒魚養殖業的發展。

行政院農業委員會為因應未來世界潮流，落實 HACCP 安全管理制度，積極推展『產銷履歷』，已制定與世界先進國家標準同步的“台灣良好農業規範 (TGAP)”，鱒

魚良好農業規範擬將於 2009 年公告實施，並開始輔導相關產銷班、合作社及養殖戶進行生產履歷各項示範與操作，期以提升漁產品品質，擴展產品的外銷市場，協助繁養殖戶再度振興本產業。

## 參考文獻

- 小林 徹 (1990) 虹鱒全雌三倍體的大量生產與實用化。養殖(日刊), 27(12): 36-37。
- 王玉堂、熊貞 編著 (2001) 淡水冷水性魚類養殖新技術—鮭鱒魚類的養殖技術。108-235。
- 王昭明 編 (2004) 虹鱒魚養殖。中國農業出版社, p. 104。
- 王昱人 (1997) 台灣鉤吻鮭與日本櫻花鉤吻鮭遺傳多樣性之研究。清華大學生命科學所碩士論文, 65 pp。
- 余廷基 (1990) 虹鱒繁養殖。台灣省漁業局漁業推廣叢書第 033A, p. 32。
- 李志華、王軍霞、謝松 (2004) 虹鱒營養需求的研究進展。水產科學, 23(2): 40-44。
- 李繼勛 (2006) 虹鱒魚的人工繁殖技術。北京水產, 5: 28-33。
- 周以正、鐘郁涵、張學偉、蔡奇力、郭金泉 (2006) 論臺灣鮭魚身世之謎和正名。自然保育季刊, 56: 51-58。
- 邱德武、謝德全、李妍 (2003) 鮭鱒魚營養研究的主要進展及飼料配方結構的變化。飼料工業, 24(11): 45-47。
- 曾晴賢、王昱人 (1998) 櫻花鉤吻鮭基因均質化的危機。資料網址: <http://life.nthu.edu.tw/~>

labtcs/Salmon/。

詹榮桂、莊鈴川、林曜松、張崑雄 (1990) 台灣陸封型櫻鮭形質測定及與其它 *Oncorhynchus* 屬魚種間之比較研究。Bull. Inst. Zool., Academic Sinica, 29(3): 41-59。

劉富光 (2005) 淡水養殖(九)虹鱒。台灣農業要覽-漁業篇, 213-216。

蕭世民、王元隆 譯 (1980) 鮭鱒魚的人工養殖與繁殖(一)-(九)。漁友, 3(4)- 3(12)。

蕭世民、王元隆 譯 (1981) 鮭鱒魚的人工養殖與繁殖(十)。漁友, 4(1): 45-49。

龍強、宗虎民、陳冰君 (2004) 虹鱒魚三倍體的育種技術。北京水產, 5: 36-37。

龍門水產服務專欄 (2007) 鱒魚常見的疾病(II)疾病的發生。飼料營養雜誌, 3: 108-112。

