

台灣淡水魚類養殖(上)

Freshwater Aquaculture in Taiwan

Volume 1

台灣淡水魚類養殖(上)

Freshwater Aquaculture in Taiwan

劉富光 主編

Volume 1

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

中華民國九十九年十二月
December 2010

序

台灣在1980年代以前早期的養殖漁業係以淡水養殖為重心。由於水流湍急且枯水期長，台灣的河川因而水量變化大且水淺，而中、上游水域位處山區，終年水冷，致使大多數河川魚類的成長緩慢且都屬於小體型的魚種，如粗首鱚、台灣鏢頰魚等。所以台灣的淡水養殖很多是外來種，屬於本土的魚種寥寥無幾，即使草、鰱魚也不例外。然而其中卻有少數魚種如高體鰱鯪，適合開發作為原生種淡水觀賞魚。

2009年，淡水養殖的產量與產值分別為13.7萬公噸與新台幣166億元，佔台灣養殖總產量、值的48.7%與55.5%。另，在產量排行前十名的養殖魚種中，淡水就佔了5類，依次是吳郭魚、鰻魚、台灣蜆、淡水長臂大蝦以及鯉科魚類，淡水養殖的重要性，由此可見一斑。水產試驗所在促進淡水養殖產業的發展方面，扮演了關鍵性的重要角色。目前，居十大養殖產量之冠的吳郭魚，係自1946年起陸續引進不同品系，經本所多年的選種、保種與育種，先後研發成長較快的福壽魚、單性雄魚及育成紅色吳郭魚。近幾年，更成功的開發新的快速成長品系，同時也開拓了美國及其他國外市場，政府因此將吳郭魚以台灣鯛的名號當做旗艦農產品來打開知名度，積極向國際推展。高居十大養殖產值之首的鰻魚，自1956年才由本所試驗成功並推廣至民間業者，在1991年曾創下5億6千萬美元產值的輝煌紀錄。長久以來，一直獨占鰲頭，扮演著養殖龍頭的角色。1963年，本所首度人工育成草、鰱魚種苗，奠定了人工繁殖技術的基礎，進而促成養殖產業嗣後的迅速成長。

1957—1961年本所自日本引進虹鱒受精卵孵育成功，至1964年建立人工繁養殖技術，並推廣為山區重要養殖魚種。1970年，台灣自東南亞引進淡水長臂大蝦，亦經本所確立種苗生產技術後推廣給民間業者，目前已位居台灣十大養殖之列。1984年，本所由日本引進香魚發眼卵孵育成功，並推廣至民間發展成養殖事業。多年來，由於國

人生活水準的逐步提升，對水產品多樣化的需求也因之日殷，於是便陸續有新的魚種，如美洲鱸、銀鱸、鱒魚等加入淡水養殖的行列。

隨著時代潮流的趨勢與環境的變遷，水產養殖由早期一味重視產品、產量與產值的傳統生產原則演進到整體關注環境和諧、生態保育、衛生安全的責任養殖型態；由以往的勞力密集發展至技術密集的運作模式；由過去的市場導向演變成消費者導向的經營理念。有鑑於此，本所淡水繁養殖研究中心研究人員乃針對台灣目前較重要的淡水養殖魚種，如鯉科魚類、吳郭魚、鰻魚、香魚、虹鱒、鯰魚、塘虱魚、鱒魚、泥鰍、七星鱸魚、美洲鱸、銀鱸、粗首鱖、台灣鏟頰魚、高體鰱鯪、甲魚、台灣蜆和淡水長臂大蝦等的繁養殖技術作系統的更新，並彙整成上、下兩冊。參閱全書，內容充實新穎、文字淺顯易懂、圖文清晰並茂，經緯脈絡分明。企盼本書出版後，能對養殖業者的經營管理技術有實質參考借鏡之處，同時，藉資增加養殖效益以提升國際競爭力，俾將國際貿易自由化帶來的衝擊降至最低，相信對促進今後產業的永續經營而言，深具意義。最後，由於本書論述涉及專業領域甚廣，疏漏謬誤之處在所難免，祈請各方先進不吝賜正。

行政院農業委員會水產試驗所

所長 蘇坤成 謹誌

中華民國九十九年十二月



Freshwater Aquaculture in Taiwan

PREFACE

Until 1980, the freshwater culture composed of the major partition of aquaculture in Taiwan. Because of the swift current and long period of dry seasons, most of the rivers and streams in Taiwan are shallow and fluctuation in water volumes. Additionally, the middle and upper river reaches are mainly located in mountainous regions where the water is cold all year round, and all the above-mentioned factors contributed to the small size and slow growth of the native finfish, such as freshwater minnow (*Zacco pachycephalus*) and Taiwan shovel-jaw carp (*Onychostoma barbatulum*). Therefore, most of the freshwater cultured species in Taiwan are exotic; even grass carp (*Ctenopharyngodon idellus*) and silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix*) are not exceptional. Accordingly, the native freshwater farm-raised species are sparse. However, some varieties can be developed as ornamental fish, such as rosy bitterling (*Rhodeus ocellatus*).

In 2009, the production of freshwater culture was 137,000 tons in weight and NT\$ 16.6 billion in monetary value, accounting for 48.7% and 55.5% of the total aquaculture production. Tilapia (*Oreochromis* spp.), Japanese eel (*Anguilla japonica*), Asian clam (*Corbicula fluminea*), giant freshwater prawn (*Macrobrachium rosenbergii*) and carps were ranked in the top ten species of aquaculture production, indicating the importance of freshwater aquaculture in Taiwan.

The Fisheries Research Institute (FRI), Council of Aquaculture, has played a key role in the development of freshwater aquaculture. The tilapia, which was introduced in 1946, currently ranks the highest of aquaculture production. After successively selective breeding, several superior strains have been produced, for instance, the so-called Fu-so Yu (a hybrid of *Oreochromis mossambicus* × *O. niloticus*) as well as all-male progeny and red tilapia. Moreover, a fast-growing strain has been recently developed and become a flagship agricultural product which was aggressively promoted on international market under the name of “Taiwan tilapia”. The technique of eel culture has been established and disseminated to aquafarmers since 1956. In 1991, production value of farmed eel reached a brilliant high record of US\$560 million. Nowadays, eel is still the most important exported aquatic product in Taiwan. The success and breakthrough in the experiments of induced spawning of grass carp and silver carp in 1963 laid a solid foundation for the establishment of the techniques in artificial propagation of fish and the rapid growth of aquaculture industry.

Between 1957 and 1961, the eyed-eggs of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) had been imported from Japan. In 1964, the success in the technique of egg incubation and larval rearing resulted in the development of rainbow trout aquafarm in mountainous areas. Giant freshwater prawn was introduced from Southeast Asia in 1970, the technique in the mass seed production was achieved by the FRI and was transferred to private aquafarmers. Presently, giant freshwater prawn is one of the important aquaculture species. In 1984, the FRI successfully introduced and incubated fertilized eggs of ayu (*Plecoglossus altivelis*) from Japan. Following the promotion of hatchery techniques, ayu farming has become aquaculture

practice in mountainous districts. To meet the consumer's increasing demand for diversification of aquatic products, the FRI actively introduced fish species with considerable potential for culture, such as largemouth bass (*Micropterus salmoides*), silver perch (*Bidyanus bidyanus*) and sturgeon (*Acipenser* spp.), and successively established the farming techniques.

Along with the trends of times and the changes in environment, aquaculture has shifted from a traditional industry in blind pursuit of increasing production to an industry that adopts responsible farming systems and is concerned about environmental harmony, ecological protection, human health and safety. From the labor-intensive operation of aquaculture developed into a technology-intensive operation. The business conception of aquaculture changed from being market-oriented to being consumer-oriented. In view of these facts, researchers in the Freshwater Aquaculture Research Center of the FRI have systematically reviewed and updated farming techniques for the important freshwater cultured species including carps, tilapia, eel, ayu, rainbow trout, Chinese catfish (*Silurus asotus*), walking catfish (*Clarias fuscus*), sturgeon, loach (*Misgurnus anguillicaudatus*), Japanese sea bass (*Lateolabrax japonicus*), largemouth bass, silver perch, freshwater minnow, Taiwan shovel-jaw carp, rosy bitterling, soft-shell turtle (*Pelodiscus sinensis*), Asian clam and giant freshwater prawn and have gathered all related information in a compilations titled "Freshwater Aquaculture in Taiwan".

This compilation is divided into two volumes. Both volumes show informative and novel content, easily understandable text, clear graphics, and a clear sequence of main points. We hope that upon publication, these books will provide aquafarmers with useful reference for farming techniques, facilitate an increase in the benefits of farmers, and subsequently enhance the international competitiveness of aquaculture in Taiwan, and furthermore to mitigate the impact caused by the liberalization of international trade. From the viewpoint of sustainable development in aquaculture industry, we believe that these books are deeply meaningful.

Due to the extensive contents and broad technical fields, some errors were inevitably occurred in this book. Any corrections or suggestions will be much appreciated.



Director General
Fisheries Research Institute, COA



目次 CONTENTS

第一章 鯉科魚類—草鯉魚

劉富光

一、概述	1
二、形態與分布	1
三、生殖生物學	4
(一)卵巢組織的分期	4
(二)卵子的發生、結構與性質	5
(三)精巢組織的分期	6
(四)精子的發生與結構	6
(五)性腺的成熟過程	7
(六)環境因素對魚類性腺發育、成熟與產卵的影響	8
(七)性腺的季節週期變化	9
四、選擇育種	10
(一)魚類的性狀變異	10
(二)選擇效應	10
(三)選擇方法	11
五、養殖場地的選擇	12
(一)位置	12
(二)面積	12
(三)水質	12
(四)水深	13
六、養殖池設施	13
(一)水路	13
(二)水門	13
(三)堤防(池壁)	13
(四)池底	13
七、水質管理	13
(一)水溫	13
(二)溶氧	14
(三)濁度、浮游生物與水色	14
(四)酸鹼值	15
(五)二氧化碳	15
(六)氨	16
(七)硫化氫	16

(八)總鹼度與總硬度	16
八、養成	16
(一)池塘條件	16
(二)傳統混養	16
(三)單養池混養	17
(四)漁牧綜合經營	18
九、種苗生產	19
(一)鯉魚、鯽魚繁殖	19
(二)草、鰱魚傳統人工繁殖	19
(三)自動化種苗生產模式	19
(四)魚苗培育	23
十、疾病與對策	23
十一、草、鰱魚繁養殖研究發展歷程	24
(一)傳統養殖期(1950年以前)	24
(二)奠定基礎期(1951至1958年)	24
(三)技術突破期(1959至1965年)	24
(四)養殖發展期(1966至1980年)	24
(五)養殖瓶頸期(1981年迄今)	24
十二、展望	25

第二章 吳郭魚 ————— 劉富光、陳榮華、張湧泉

一、前言	27
二、養殖技術	28
(一)養殖品系及其形態	28
(二)魚苗繁殖	32
(三)成魚養殖	34
(四)經營成本分析	38
三、選種、育種與保種	39
(一)選種與品種鑑定	39
(二)雜交育種	41
(三)保種原則	43
四、展望	44

第三章 鰻魚

白志年、劉富光

一、生物學特徵	47
(一)分類、形態	47
(二)生活史	48
二、養殖史	48
三、養殖現況	48
四、養殖設施	51
(一)養殖池	51
(二)水路	52
(三)飼料台	53
五、池塘的整備工作	53
(一)清除底泥	53
(二)消毒	53
(三)曬池	54
六、鰻線養殖	54
七、鰻魚養成	56
(一)飼料投與	56
(二)水質管理	57
(三)品質管理	57
八、成本分析	58
(一)鰻苗費	58
(二)飼料費	58
(三)人事費	59
(四)電力費	59
(五)租池費	59
(六)其他成本	59
九、展望	59

第四章 鯰魚、塘蝨魚

董聰彥、劉富光

一、生物學特徵	61
(一)分類、形態	61

(二)地理分布	62
(三)生活史、自然生態	62
二、養殖史	62
三、養殖現況	62
四、養殖環境	63
(一)養殖池構造	63
(二)水質管理	64
(三)放養前後的管理工作	66
五、種苗生產	67
(一)天然種苗	67
(二)人工種苗	67
六、成魚飼養管理	71
(一)粗放式混養	71
(二)集約式混養	72
七、經濟分析	76
八、疾病與對策	78
(一)寄生蟲性疾病	78
(二)細菌性疾病	78
(三)其他疾病	79
九、展望	79

第五章 香魚 ————— 黃家富、劉富光

一、生物學特徵	81
(一)分類	81
(二)形態	82
(三)生活史、自然生態	82
二、養殖史	83
三、養殖現況	84
四、養殖環境	85
(一)水源	85
(二)水量	85

(三)水溫、水質	85
(四)地形	85
五、種苗生產	85
(一)種魚來源	85
(二)產卵	87
(三)孵化	88
(四)胚胎發育	89
(五)仔魚發育	89
(六)室內種苗培育	91
(七)室外式大量生產技術	94
六、飼養與管理	94
(一)養殖設施及設備	94
(二)養殖管理	96
(三)出貨	98
七、疾病與對策	100
(一)細菌性疾病	100
(二)寄生蟲性疾病	101
(三)其他疾病	102
八、展望	103

第六章 虹鱒 ————— 黃家富、劉富光

一、生物學特徵	105
(一)分類	105
(二)形態	106
(三)生活史、自然生態	106
二、養殖史	107
三、養殖現況	107
四、養殖環境	108
(一)養殖設施及設備	108
(二)水質管理	110
五、種苗生產	112

(一)種魚選育	112
(二)人工繁殖	113
(三)胚胎發育	115
(四)魚苗培育	115
(五)染色體操作的育種技術	118
六、養成與管理	119
(一)養成池設備	119
(二)放養量	119
(三)飼養管理	121
(四)給餌管理	121
(五)出貨	122
七、飼料與營養	123
(一)飼料特點	123
(二)營養需求	123
八、疾病與對策	127
(一)細菌性疾病	127
(二)寄生蟲性疾病	128
(三)病毒性疾病	128
(四)其他疾病	130
九、展望	131

第七章 鱘魚 林天生、劉富光

一、生物學特徵	133
(一)分類、形態	133
(二)地理分布	133
(三)生活史、自然生態	135
二、養殖史	135
三、種苗生產	136
(一)種魚來源	136
(二)種魚選別	136
(三)催熟	136
(四)採卵	137



(五)人工授精與受精卵的脫黏	138
(六)孵化	138
(七)幼苗培育	140
(八)受精卵與仔、稚魚的採捕及運送	142
四、成魚養殖	144
(一)止水式養殖	144
(二)流水式集約養殖	145
五、疾病與對策	146
(一)細菌性疾病	146
(二)寄生蟲性疾病	148
(三)病毒性疾病	148
(四)其他疾病	149
六、利用價值	149
七、展望	150

第一章 鯉科魚類－草鯉魚

劉富光

淡水繁養殖研究中心

一、概述

鯉科魚類包括：草魚（鯁）、鯉魚（白鯉或稱竹葉鯉）、鱮魚（黑鯉或稱大頭鯉）、青魚（烏鯉）、鯪（鯪仔）、鯉魚（可分為大肚鯉、德國鯉、鏡鯉）、鯽魚（土鯽、日本河內鯽）、團頭魴（武昌魚）、鰱魚（苦花）及鮊魚（總統魚、曲腰魚）等，2008 年台灣主要鯉科魚類的生產情形如表 1-1。本文係主要針對四大家魚（草魚、鯉魚、鱮魚、青魚）及鯉、鯽魚的繁、養殖作一概括的介紹。

表 1-1 2008 年台灣鯉科魚類養殖生產情形

魚 種	產量 (公噸)	產值 (仟元)	生產總面積 (公頃)
草 魚	2,330	142,644	單養：797 混養：2,018 合計：2,815
大頭鯉	2,025	94,098	
竹葉鯉	85	3,490	
鯽 魚	871	50,470	
鯉 魚	671	28,078	
青 魚	544	28,335	

資料來源：2009 年漁業年報

二、形態與分布

(一) 草魚 (*Ctenopharyngodon idellus*)

俗稱鯁。背鰭 3 + 7；臀鰭 3 + 8；腹鰭 1 + 6 - 8；側線鱗 39 - 42；咽頭齒 4.2 - 2.5。身體延長，前部略呈圓筒狀，後部側扁。頭中大、略寬。吻短而圓鈍；口大，開於吻端而略斜裂，上頷稍長於下頷。無鬚。咽頭齒 2 行，側扁而呈梳狀。齒面狹凹，中有一溝，兩側具有許多鋸齒狀缺刻。體被較大型圓鱗，側線完全，在體中部略下彎。體背側青褐色略帶黃，腹部銀白色而微黃（圖 1-1）。主要棲息於江河、湖泊和水庫之中、下層。性活潑，亦食陸生之牧草等，一般養殖戶亦投與肉質餌料飼育之。生長快速，最大個體重可達 30—40 kg，是一種頗為重要的淡水養殖魚類。原產於東亞大陸，自西伯利亞至中國的大型河流之平緩落差河段或湖泊。目前已廣泛分布至歐亞大陸與北美洲。早期引進台灣後，即分布在西部的較大型河川與水庫。主要分布在南部和西部。



圖 1-1 草魚

(二) 鰱魚 (*Hypophthalmichthys molitrix*)

俗稱白鰱。背鰭 10；臀鰭 14 - 16；腹鰭 8 - 9；側線鱗 109 - 112。身體延長而側扁，腹部狹窄，自胸鰭基部至肛門具有一肉稜。頭大，吻短而圓鈍。眼睛較小而位於下側位。口較寬大而略上位，口裂向後伸達鼻孔下方。鰓耙特化而彼此相連成一海綿狀過濾器，以濾食微細浮游生物為主。體被細小圓鱗。側線完全。咽喉齒一行，4 - 4，平扁而呈草履狀。體側背部暗灰色，腹側銀白色（圖 1-2）。鰱魚喜好生活於較大水域中之上層，性活潑而善跳躍，主要以浮游植物為食，成長迅速。原分布於中國與海南島的大型江河或湖泊與東方西伯利亞。世界各地均有引進；台灣引進後，成為普遍之養殖魚種，主要在西部和南部養殖。



圖 1-2 鰱魚

(三) 鱮魚 (*Aristichthys nobilis*)

俗稱黑鰱。背鰭 10；臀鰭 15 - 16；腹鰭 9；側線鱗 98 - 107。本種亦有人將之歸於和鰱魚同一個屬。二者外型頗似，容易區別之特徵在於本種之腹部自胸鰭基部至腹鰭基部呈圓滑狀，僅自腹鰭基部開始至肛門有一肉稜。頭極大而圓胖，吻短而圓鈍。眼中大而稍下側位。口裂寬大，略往下斜，末端達鼻孔下方。鰓耙狹長而且細密但並不接

合，主要濾食浮游動物。咽喉齒一行，4 - 4，表面平扁。體被細小圓鱗，側線完全。體背側灰黑色而稍有金黃色光澤，腹部銀白色（圖 1-3）。鱮魚較喜好生活在江河之流水或大水域之水體上層。性情較溫和而不善跳躍，成長迅速，最大體重可達 40 kg 以上。原產於中國之中、大型河流與湖泊。世界各地皆有引進；台灣多養殖於西部水庫與南部地區。



圖 1-3 黑鰱

(四) 青魚 (*Mylopharyngodon piceus*)

俗稱烏溜，溜仔。背鰭 3 + 7；臀鰭 3 + 8；腹鰭 2 + 8；側線鱗 39 - 46；咽喉齒 4 - 5。身體延長，前部略呈圓筒狀，尾部側偏。頭中大，稍側扁，頭頂頗寬。吻鈍而略尖。口大，前位，口裂向後伸達鼻孔後緣直下方。上頷略長於下頷。咽喉齒一行，齒較大，呈白齒狀，咀嚼面寬平，這是和草魚最容易區別的特徵。體被大型圓鱗，側線完全，在中部略向下彎。體背青黑色，腹部灰白，成長後全身頗黑（圖 1-4），亦是容易辨認之特點。主要攝食水中之軟體動物，如蚌、蜆、螺螄等，亦食蝦類及昆蟲幼蟲。生長快速，最大可長至 60 - 70 kg。由於肉質細嫩，味道鮮美，是頗有經濟價值的魚類。原產於中國黑龍江流域到中國南部，而以長江與黃河族群較大，而後引進台灣，日本亦有移植本

種魚。目前台灣地區的各大水庫、湖泊及養殖池多有養殖。主要分布在東部、西部、北部和南部。



圖 1-4 青魚

(五) 鯉魚 (*Cyprinus carpio*)

俗稱鯽仔魚。背鰭Ⅲ + 16 - 20；臀鰭Ⅲ + 5；腹鰭Ⅰ + 8 - 9；側線鱗 31 - 36。本種是本科的代表性魚類，身體延長而略側扁，背部隆起而腹部圓。頭中大，頭頂寬闊。吻較鈍，口小，稍前下位，自腹面視呈馬蹄形。鬚 2 對，吻鬚較短，頷鬚則稍長。鰓耙短而呈三角形。咽頭齒 3 行，3.1.1 - 1.1.3，臼齒狀。體被圓鱗，側線完全，背鰭最後一根硬棘鰭條後緣具鋸齒；臀鰭第三根硬棘最長而且末緣具鋸齒。體背部暗灰綠色，側面略黃綠色，腹面淺灰色，胸鰭和腹鰭微金黃色 (圖 1-5)。鯉魚多喜棲息於富營養之水域底層和水草繁生的地方。雜食性，喜食底棲動物如螺、蚬、水生昆蟲和水生植物及藻類。成熟雄魚的胸鰭、腹鰭及鰓蓋骨上有珠星，雌魚則無，僅偶爾在鰓蓋骨上有零星散布。是台灣傳統重要的養殖魚類之一，能耐寒以及在低溶氧下生存。原分布於歐洲，俄國，中國，印度與亞洲東南部，目前已廣泛分布於世界各地。台灣各河川中下游與池塘皆有，主要分布在東部、西部、北部、南部和東北部。



圖 1-5 鯉魚

(六) 鰱魚 (*Carassius auratus*)

俗稱鰱仔魚。背鰭Ⅲ + 16 - 19；臀鰭Ⅲ + 5；腹鰭 9；側線鱗 26 - 29。體延長，高而側扁，腹部圓。頭小而吻圓鈍，口前位，稍斜裂呈微弧形。鰓耙細長，排列緊密而多 40 - 57。咽頭齒一行，4 - 4。背鰭第三根硬棘後緣有鋸齒；臀鰭最後一根硬棘後緣亦有鋸齒。體背銀灰色，腹部銀白而略呈淺黃 (圖 1-6)。鰱魚喜棲息於各種水草繁生的淺水域，環境適應力頗強，是一種廣溫性魚類，對鹽度之容忍力亦強，繁殖力強而能普遍生存於各種水域中。雜食性，喜食植物性餌料，亦食有機碎屑及底棲動物等。一般與其他鯉科魚類混養，體長約 10 cm，體重 150 g，但最大可長至 1 kg。原產於中亞、中國及日本，早期移民即引進至台灣。目前台灣西部溪流中、下游與湖泊、溝渠均有分布。在淡水養魚縣市的水庫、養殖場皆有。主要分布在東部、西部、北部、南部和恆春半島。



圖 1-6 鰱魚

三、生殖生物學

(一) 卵巢組織的分期

根據四大家魚生殖細胞發育的特點，卵母細胞的發育過程可分為：卵原細胞的增殖期、初級卵母細胞的生長期、卵母細胞成熟期及卵母細胞的退化期等四個時期，並依各發育階段細胞形態特徵又細分為 I、II、III、IV、V 及 VI 等六個時相。在家魚人工繁殖技術上，由於初級卵母細胞經過卵黃形成並完全達到成熟後，卵子發育停滯，故必須進行人工催熟，使染色體進行減數分裂，達到生理成熟。

就卵巢組織學，可將卵巢發育分為六個時期：

I 期卵巢：卵巢緊貼在鰾腹兩側，是一對透明的線狀細絲，肉眼不能區分性別，但經切片檢查，5—10 個月齡魚的 I 期卵巢，卵原細胞集成卵索，卵索中卵原細胞的細胞核顯得非常活躍，可以看到染色體的各種分裂圖像。處於 I 期卵巢中的血管和結締組織均發育初始，在顯微鏡的視野中並不顯目。魚類 I 期卵巢終生只出現一次。

II 期卵巢：卵巢扁而透明，呈肉紅色，這是因為微細血管已密布於卵巢膜上和卵巢組織中。用肉眼尚看不清卵粒，但固定後呈現花瓣狀的分葉，這就是切片上看到的蓄卵板。II 期卵巢以第 II 時相卵母細胞為主體，也有卵原細胞，在第一次性周期內，II 期卵巢由 I 期卵巢發展而來，當雌魚達到性成熟年齡以後的 II 期卵巢；是由 V 期卵巢產卵後形成（一次產卵類型）或是由 VI 期卵

巢自然退化後形成。四大家魚 II 期卵巢的卵巢成熟係數（GSI）約為 0.5—2%。在第一次性周期內，草魚、鱧魚、鱖魚 2—3 齡，青魚 3—5 齡，處於 II 期卵巢。

III 期卵巢：卵巢呈青灰色，血管密布，且有縱走的較大血管，肉眼能看清卵粒，卵巢成熟係數約為 3—5%。III 期卵巢以第 III 時相卵母細胞為主，也有 II 時相的卵母細胞和 I 時相的卵原細胞。四大家魚 III 期卵巢，無論是在第一次性周期內，或是達到性成熟年齡以後，都是由 II 期卵巢發展來的。達到性成熟年齡以後的四大家魚雌性個體，都是以 III 期卵巢越冬的，根據這一特點，可以作為選留種魚的依據。

IV 期卵巢：卵巢呈青灰稍帶棕黃色，卵粒明顯，放置固定液中可游離脫落。卵巢體積顯著增大，由 I、II、IV 時相卵細胞組成，在生殖季節，幾乎充滿整個腹腔，卵巢成熟係數達 15—25%。縱走血管和分枝血管的擴展達到高峰。IV 期卵巢在人工催熟時對外源或內源促性腺激素的反應，主要決定於卵巢中 IV 時相卵母細胞是否已經達到卵黃成熟（IV⁺⁺⁺）。卵核偏位，卵黃顆粒充滿卵黃囊是卵黃成熟的標識。

V 期卵巢：四大家魚的卵巢不能自動發育到 V 期，必須通過人工催熟，使達到成熟的 IV 時相卵母細胞完成成熟、排卵成為游離狀態，此時稱為 V 期卵巢。V 期卵巢鬆軟呈青灰色，輕壓魚腹，卵粒可以從泄殖腔自動流出。

VI 期卵巢：卵巢內的 IV 時相卵母細胞趨向生理死亡，卵巢外表可明顯地看到自然退

化的跡象：(1)卵巢表面血管萎縮充血，顏色紫紅；(2)卵巢體積逐漸縮小，卵巢膜鬆弛變厚；(3)在卵巢外表可看到灰白多角扁平的斑點，這就是自然退化的Ⅵ時相卵母細胞。

(二) 卵子的發生、結構與性質

魚類在胚胎發育前腎管形成時期，原始性細胞就由內胚層細胞分化出來，以遷移的方式經過臟壁中胚層和腸繫膜，最後到達生殖腺。原始性細胞的性別決定，是形成卵原細胞或是形成精原細胞，早在受精時就由精子的性質確定了。性別決定後，性細胞的來源除了在胚胎發育時期提供的原始性細胞作為最初的基礎之外，在以後的性周期中，生發上皮是性細胞的主要來源。已達到性成熟年齡的四大家魚，雌性個體，每年在生殖季節要產出幾十萬乃至上百萬的卵子，這些卵子是由生發上皮分化而來的卵原細胞經過有絲分裂，而後進入生長期的初級卵母細胞，在促性腺激素的影響和作用下，最後完成成熟、排卵、達到生理成熟，並具有受精能力。

魚類卵細胞從卵原細胞到具有受精能力的卵子，其整個生長發育過程具有三大特點：(1)卵巢中的卵原細胞經常地進行有絲分裂；(2)卵母細胞的體積迅速增大；(3)在很短的時間內完成成熟、排卵。

四大家魚由卵原細胞進入到初級卵母細胞早期階段的卵徑約為 15—20 微米，在小生長期（Ⅱ時相）粒線體、微粒體和內質網非常活躍，於是核酸迅速合成，它的標識是用 H.E.染色時細胞質的嗜鹼性顯著加

強。由小生長期到大生長期的成熟階段（Ⅳ⁺⁺⁺），卵徑達到 900—1,050 微米，增大 55—66 倍。這種巨幅的增長，主要是由於卵黃的累積。魚類卵黃始於Ⅲ時相，至Ⅳ時相達到高峰。卵黃可分為碳水化合物卵黃，蛋白質卵黃和脂肪卵黃。四大家魚在Ⅱ期卵巢中的Ⅱ時相卵母細胞，在卵核的一旁普遍存在一個密質的比核要小的圓體，稱為卵黃核。卵黃核是脂肪卵黃形成的中心，並且可以為卵黃形成提供能量。卵黃以卵黃囊和卵黃顆粒兩種形成沉積在卵母細胞的細胞質內。這兩種卵黃內含物由不同的甾體激素誘導，雌激素誘導卵黃囊形成，孕烯醇酮誘導卵黃粒形成，而促性腺激素是通過誘導甾體激素生成而間接影響卵黃的生成。

魚類卵黃生成有二個過程：在肝臟內形成卵黃先質，這些卵黃先質通過濾泡細胞的轉移，由卵母細胞本身形成的微絨毛穿過放射膜伸入濾泡細胞，以吞噬方式攝入。肝臟相對重量的消長現象，確與卵黃形成呈鮮明的對照。對卵黃的作用除了營養物質外，它在胚胎發育過程中也產生某些主動的作用。卵黃中的脂肪部分和蛋白質部分都含有大量的磷，它們具有高能磷酸鍵，當這些高能磷酸鍵斷落時，可以放出大量的能量以供胚胎發育的需要。

生長在江河自然環境的四大家魚，當雌魚卵巢中的初級卵母細胞達到卵黃成熟，在適宜的生態條件下，就可在很短的時間內完成成熟（maturation）、排卵（ovulation）、產卵（oviposition）和受精（imsemiation）。生長在池塘環境的四大家魚，當雌魚卵巢中的

卵細胞只能發育到卵黃成熟，因池塘缺乏像江河那樣的生態環境，初級卵母細胞不能自動完成成熟、排卵過程，但經人工催熟，在外源（或內源）促性腺激素的作用下，可以成熟、排卵。所謂的成熟，是指卵核進行染色體的減數分裂，排出第一極體，處於第二次成熟分裂中期；分散在卵黃間隙和卵周的細胞質向動物性極集中，形成胚基。所謂排卵，是指卵母細胞從濾泡細胞層的包圍中解脫出來，嵌合在受精孔內的精孔細胞消失，受精孔敞開，為精子進入卵門做好準備。此時卵子已成為游離狀態，故可以從泄殖孔產出體外。

(三) 精巢組織的分期

由精原細胞發育成為成熟的精子，其間有 5 個發育階段，即精原細胞→初級精母細胞→次級精母細胞→精子細胞→精子。在組織學上，精巢發育亦可分為六個時期：

I 期精巢：是成對的位於鰾的腹面兩側的細線狀結構，肉眼不易區分性別，但經切片鏡檢，可以看到無定向的精原細胞分散在結締組織之間。1 齡以內雄性家魚處於這個階段，終生只出現一次。

II 期精巢：呈細帶狀，半透明，肉眼可以區分性別。由於精原細胞進行頻繁的有絲分裂，精原細胞數目顯著增多。此時精原細胞已排列成束，為精細小管的雛形。精細小管之間被結締組織間隔。2 齡家魚的精巢處於這個階段，終生只出現一次。

III 期精巢：稍呈圓柱狀，由於血管分布，外表顯現粉紅色或淡黃色。精細小管出現管腔，在一個精細小管的橫斷面內，除少

數的精原細胞外，都是同型的初級精母細胞。在第一次性週期內，2 至 3 齡家魚的精巢處於這個階段，是由 II 期精巢發展而來的。當達到性成熟年齡以後，III 期精巢可由 VI 期自然退化或由 V 期排精後回復。

IV 期精巢：呈灰白色，表面有明顯血管分布。精細小管的管壁由初級精母細胞、次級精母細胞和精子細胞組成。這些發育不同階段的精細胞在一個精細小管的橫斷面內，以同型的細胞群成堆排列，4 冬齡或 4 冬齡以上的雄性家魚，都是以 IV 期精巢越冬的。

V 期精巢：呈乳白色，精巢表面的血管更加明顯。精細小管的管腔和壺腹中充滿成熟的精子。精細小管的管壁由精子細胞及變態不完全的精子組成。V 期精巢可以分為早、晚兩個階段，早期階段的精細小管管壁較厚，成熟精子的數量較少，晚期階段的精細小管管壁較薄，管腔中充滿濃密的精子。已經達到性成熟年齡的雄性個體，每年 4 月下旬至 5 和 6 月上旬的精巢處於這個階段。

VI 期精巢：呈淡黃色，體積比 V 期精巢顯著縮小並充血。自然退化或排過精後的精巢，精細小管管壁只剩下精原細胞和初級精母細胞，管腔中僅存少數衰老的精子或者完全沒有精子。

(四) 精子的發生與結構

由精原細胞到精子形成的全部發育過程有三大特點：(1)精原細胞進行有絲分裂；(2)精母細胞同源染色體配對進行兩次連續的分裂；(3)精子細胞變態形成精子。

精原細胞在進行有絲分裂過程中，最初是無定向排列，而後由多個精原細胞構成沒有管腔的精細小管，精細小管的外周是由與精原細胞同源的濾泡上皮細胞所包圍，構成所謂精胞。精原細胞是生殖細胞群中唯一進行有絲分裂的細胞，在分裂過程中，不僅產生分化較高的初級精母細胞，而且更新具有有絲分裂能力的精原細胞。

當一些精原細胞停止有絲分裂分化為初級精母細胞後，這些細胞進入一個休止狀態，稱為間期，為染色體的減數分裂作好準備。在正常發育情況下，一個初級精母細胞經過第一次減數分裂，形成 2 個初級精母細胞，隨即 2 個初級精母細胞，同步進行第二次成熟分裂，產生 4 個精子細胞。經過減數分裂形成的精子細胞，其染色體數由原本的 $2N$ 變為 N 。每個精子細胞都要經過一個變態過程，才能成為精子。由精子細胞變態為精子的過程有兩大特點：一是細胞器的分化，二是大部分細胞質離開精子體。

(五) 性腺的成熟過程

從受精卵開始到個體達到性成熟，稱為第一次性週期。卵子受精後就已確定性別，由原始的性細胞分化為精原細胞或卵原細胞，卵子受精後的數十天就可識別出來，但是在早期胚胎發育的生殖腺原基是同樣具有向雄性發展的髓質和向雌性發展的皮質，最後是向髓質發展還是向皮質發展，這就決定於性激素的作用。在第一次性週期內，性腺發育的程序與年（日）齡的增長保持一個比較恆定的關係，即年齡和生長發育期的總熱量是密切相關的。

由於地域氣候條件的差異，性成熟年齡也並非一致性。例如：長江流域的草魚，性成熟年齡是 4—5 年，黑龍江流域草魚性成熟年齡是 6—7 年，珠江流域，草魚的性成熟年齡只需 3—4 年。魚的生長和發育是隨年齡的增長同時並進的，由於生態條件和營養程度的不同，個體的生長速度也不同，例如：生長在池塘裡 3—4 齡的青魚，體重 5—7.5 kg，卵巢發育處於Ⅱ期；生長在湖泊裡 3—4 齡的青魚，體重 7.5—12.5 kg，卵巢發育同樣處於Ⅱ期。

青魚在第一次性週期內，從受精卵開始到個體達到性成熟，雌性是 6 齡，雄性是 5 齡。卵巢發育程序是：1—2 齡魚的卵巢處於Ⅰ期。其中 5—10 個月齡魚的卵巢，卵原細胞集成卵索，卵索中卵原細胞的細胞核顯得非常活躍，可看到染色體的各種分裂圖像。2 齡魚的卵巢，其中部分卵原細胞脫離卵索，胞核呈靜止狀態，顯示已經不再進行有絲分裂而轉入另一發育階段—小生長期的初級卵母細胞。3—5 齡魚的卵巢處於Ⅱ期，這是在第一次性週期內停留時間最長的發育階段。青魚在第一次性週期內的第 6 個冬齡，卵巢進入Ⅲ期，在第 7 個夏天達到性成熟，卵巢發育到Ⅳ期。雄性青魚，1—2 齡的精巢處於Ⅰ期，3 齡的精巢是Ⅱ期，4 齡的精巢是Ⅲ期，到了第 5 個冬齡進入Ⅳ期，第 6 個夏季達到性成熟，發育到第Ⅴ期。

(六) 環境因素對魚類性腺發育、成熟與產卵的影響

魚類在性腺發育、成熟和產卵的過程

中，也需要具備一定的內在和外在的綜合生態條件，如果缺少了某種條件，就會導致性腺發育成熟過程的抑制或破壞，甚至停止產卵。僅具備了內在因素而缺乏性腺發育到某一階段所必需的環境因素時，性腺發育也會受到抑制。影響魚類性腺發育的主要外界環境因素，包括營養、溫度、光照、水流、溶氧量、鹽分、卵的附著物等。茲就其中較重要的因素，介紹如下：

1. 營養

魚類性腺發育與營養的關係甚為密切。草魚、青魚、鱧魚、鱖魚的孕卵量達數十萬乃至百餘萬粒，成熟的卵巢其成熟係數達 20% 左右，足以說明成熟卵巢要積累大量營養物質。魚類性腺發育過程中，營養物質中的蛋白質至為重要。在成熟卵內蛋白質中以卵黃蛋白佔大部分，卵黃蛋白在化學上不是單一的蛋白，其主要成分是卵黃脂磷蛋白（脂蛋白）。它是構成魚卵卵黃的主體，以供胚胎發育的需要。飼料數量和種類直接影響到性腺的發育成熟。

卵巢中蛋白質含量變動的基本趨勢是隨性腺發育成熟而上升，成熟產卵後下降，其變動的幅度比較大。從Ⅱ期初到Ⅳ期總共增加約 18%，其中以Ⅱ期到Ⅲ期增加最多。卵巢中蛋白質的含量在性成熟早期增加最多，而此時期正是原生質生長階段，故兩者的發展趨勢相一致。Ⅲ期以後，主要增長的是卵黃磷蛋白和磷脂類，所以蛋白質增加的比重反而不及早期多。從Ⅱ期到Ⅲ期，魚體內蛋白質轉化為魚卵蛋白質僅 5%，95% 的蛋白質要依靠外源提供。卵巢中蛋白質的形

成，主要是在雌激素（雌二醇-17 β ）的刺激下，先在肝臟內合成血漿特異性蛋白質，釋放到血液後，作為卵黃的前身物被卵細胞吸收，構成卵黃球的成分。

卵巢中脂質的含量變動與蛋白質相同，從Ⅱ期到Ⅳ期逐漸上升，Ⅳ期卵巢含脂最多，達到 8.5%。卵巢發育的早期、中期含脂量增加主要從外界食物攝取。Ⅳ期卵巢含脂量仍直線上升，而此時每 100 g 肌肉和相當的肝及體脂中減少的脂肪為 3.86 g，足供卵巢脂質之需，可見得魚體各部分的脂質是隨著卵子的形成而轉移到卵巢內。在卵母細胞形成過程中，肝臟擔負積極的脂質轉移作用，發現性腺正在成熟的個體，其腸系膜脂肪中的中性脂肪和游離脂肪酸減少。在肝臟和血漿中這些成分卻增加，脂質從蓄積部位以中性脂肪和游離脂肪酸的形式釋放到血液中，進入肝臟參與卵黃脂磷蛋白（脂蛋白）的合成。

2. 溫度

魚類維持生存的溫度範圍較廣，而適宜於繁殖的溫度較窄。由於魚類是變溫動物，體內溫度隨環境溫度而改變。因此，溫度的變化，對性腺的發育成熟具有顯著的影響。溫度對某些魚類的卵母細胞發育具有重要作用。鯉和四大家魚卵母細胞的成熟發育正是在環境水溫下降而身體細胞停止或減低生長率的時候進行的。卵母細胞發育到積累卵黃需經一個低溫階段。溫度影響卵和精子形成的速度，在實驗溫度範圍內，水溫越高，卵巢重量增加越顯著。

溫水性魚類在一定溫度範圍內，溫度越

高，卵子和精子的形成速度就越快。這可能是在較高的溫度下，血清促性腺激素 (GtH) 水平較高所致。而冷水性鮭鱒類與溫水性魚類相反，水溫低時，卵母細胞提早成熟。溫度與光照對某些魚類往往要形成一定的組合和協調，才能對性腺發育產生效果。溫度對排卵、產卵的關係甚為密切，每種魚在某一地區開始產卵的溫度是一定的，產卵溫度的到來是產卵行為的有力信號。即從第Ⅳ時相向第Ⅴ時相過渡僅在一定的水溫條件下實現。家魚的成熟年齡與水溫（總熱量）的關係同樣顯得非常密切，大約需要 18,000—20,000 度日。性腺向充分成熟階段發展時，溫度的影響甚為重要。

3. 光照

光照時間的長短和光照強度都會影響性腺的發育和成熟。光通過眼睛→視神經→下視丘。魚類的松果體對光敏感，松果體是長光照期的感受器。在長光照期時，松果體產生的褪黑激素受到抑制，腦下垂體 GtH 分泌增加，而短光照或無光刺激，松果體產生褪黑激素，它作用於腦下垂體能抑制 GtH 的分泌。光照除了影響性腺發育成熟外，對產卵活動也有很大的影響。照射光強度對魚類性腺發育成熟亦有影響。闊尾鱸照度在 160 Lux 以上時，與自然光有同等效果，其生殖腺發育速度無差別。在 10—50 Lux 範圍內隨著照度的減弱，其生殖腺發育速度遲緩，5 Lux 以下，生殖腺發育不起作用。雌金魚用 0.2 Lux，雄金魚用 0.1 Lux 照射 16 小時後，成熟受到抑制。短波長（藍與綠）光能加速香魚性腺成熟，而長波長（紅與黃）

光呈現抑制作用。

4. 水流

流水對溯河性魚類（鮭鱒魚等）及產半浮性卵魚類的生殖腺成熟和產卵極為重要。一些溯河性魚類在溯河過程中才能產生高能量代謝率，使性腺完全發育成熟，因此，流水是刺激溯河洄游性魚類性腺成熟的重要因素之一。四大家魚性腺發育在Ⅱ-Ⅳ期卵巢，營養和水質等是主要的條件。如果棲息在天然條件下的家魚若缺乏流水刺激，或是飼養在池塘裡的家魚不經人工催熟，就不能發育到Ⅴ期，也就不能產卵。因此，當性腺發育到Ⅳ期，流水刺激對性腺進一步發育成熟就很重要。由於流水等生態條件的改變，刺激種魚下視丘促黃體激素釋放素 (LHRH) 的大量合成和釋放，促使腦下垂體大量分泌 GtH，隨後誘導種魚發情產卵。

(七) 性腺的季節週期變化

四大家魚，雌魚的卵巢是以第Ⅲ期越冬的，停留在Ⅲ期的時間約為 80—90 天（每年 1—3 月），當卵巢發育到Ⅳ期末的成熟階段（Ⅳ⁺⁺⁺），對催熟藥物有效反應（成熟、排卵）時間約為 20—25 天。如果在有效時間內及時進行人工催熟，卵巢內Ⅳ⁺⁺⁺時相卵母細胞由於內源促性腺激素或外源促性腺激素（注射 LHRH-A）的作用，在水溫（18—30℃）和其他生態條件適宜的情況下，在較短時間內（10—20 小時）就可完成成熟、排卵進入Ⅴ時相。若不在有效時間內進行人工催熟，卵巢內Ⅳ⁺⁺⁺時相卵母細胞趨向生理死亡，即所謂退化。水溫的急劇

上升 (30°C 以上) 和過多的人為干擾 (捕撈) 都會加速卵巢的退化, 而退至第 II 期 (圖 1-7)。

達到性成熟的雄性個體, 其精巢是以 IV

期越冬的, 由 IV 期發育到 V 期, 在合理的飼養管理條件下, 大約需要兩個月的時間。人工催熟排精後或自然退化後的精巢處於 III-IV 期越冬。

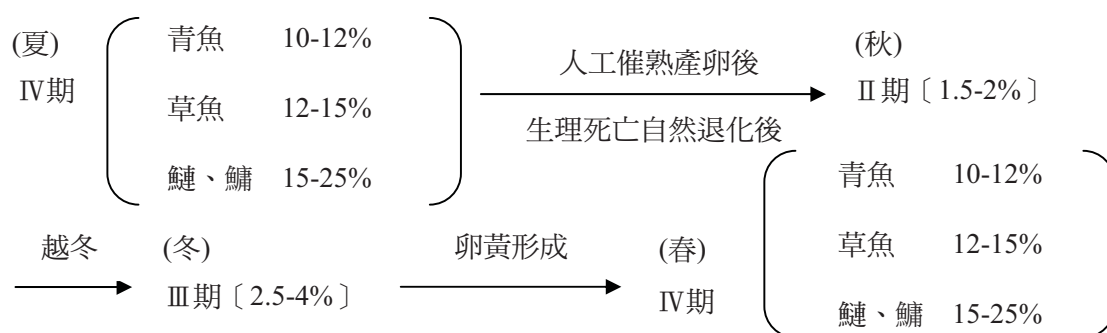


圖 1-7 性腺的季節週期變化 (%: 成熟係數)

四、選擇育種

一般改變育種對象遺傳物質的常用方法有兩種: 一是選擇即挑選作為親本用的個體; 另一個是遺傳操作, 也就是控制親本的交配方式, 如近交或雜交。人工繁殖通常選用少數親本, 如此繁殖的子代, 容易發生遺傳變異, 如以數量性狀為例, 則子代的性狀平均值將偏離親代的性狀平均值。

(一) 魚類的性狀變異

性狀的遺傳和變異是生物界的兩個普遍現象, 前者使物種得到相對穩定, 後者使物種發生變化。性狀變異的原因很複雜, 有遺傳基礎的差異, 也有環境的影響。由環境影響所引起的變異是不會遺傳的, 因此選擇遺傳的性狀變異是選種的基本要點。物種的優劣是經由其特徵和特性的具體性狀來衡

量。魚類的特徵性狀包括形態性狀 (如: 形態的結構和比例)、數量性狀 (如: 生長和體重) 和質量性狀 (如: 體色和鱗被)。魚類的特性性狀是指魚體內在的性質, 如生理、生態和生化等性狀。

(二) 選擇效應

選擇的基本效應是改變被選親本所繁殖子代群體的基因頻率陳列, 目的是使被選親本的子代性狀表型平均值與挑選以前親代性狀表型平均值之間發生差值。選擇效應是指選擇引起的群體表型平均值的變化大小, 可以下列公式表示:

$$\text{選擇效應 (R)} = \text{選擇強度 (i)} \times \text{遺傳力 (h}^2\text{)} \times \text{群體的變異性 (\sigma_p)}$$

群體的變異性 (σ_p) 用表型值的標準差表示。如果沒有變異, 也就無所謂選擇。所選性狀在魚類親代群體中的變異愈大, 即

σ_p 愈大，則選擇效應也愈大。

被選的魚愈少，其被選性狀的表型平均值距整個群體的平均值的差數愈大。這個差數叫做選擇差數。選擇差數如用該性狀群體表型值的標準差為單位表示，即為選擇強度。當被選比率小於 0.1% 時，即群體總魚數大於 1,000 時，選擇強度幾乎不再有明顯的提高，當被選比率大於 5% 時，則選擇強度會急劇下降，因此應該盡量避免。

遺傳力 (h^2) 的大小同樣能決定選擇效應的大小。性狀是基因在一定環境內表現的結果，因此性狀的表型值變量 (用均方差表示) 包含遺傳部分的變量和環境部分的變量：表現型均方差 (V_p) = 基因型均方差 (V_G) + 環境均方差 (V_E)。遺傳變量以其佔整個表型變量的百分數表示，即是所謂的廣義遺傳力 (H^2)： $H^2 = V_G / V_P$ 。廣義遺傳力的意義在於它可說明某個性狀的變異究竟是遺傳的作用大，還是環境的作用大。

如果進一步從遺傳變量中把加性變量 (V_A) 區分出來，再計算加性變量佔整個表型變量的百分數，即是通常所說的狹義遺傳力 (h^2)： $h^2 = V_A / V_P$ 。加性變量是親屬間相像性的主要原因，也是選擇效應的主要決定因素。遺傳力大體上可分為三個等級，遺傳力在 0.4 以上屬高遺傳力，在 0.2–0.4 之間的屬中遺傳力，小於 0.2 的屬低遺傳力。

(三) 選擇方法

選擇的方法很多，主要有兩大類：即集體選擇與家系選擇。

1. 集體選擇

集體選擇也叫混合選擇，是根據個體本

身的性狀表型值進行選擇，即把性狀表型好的被選個體混養在一起，讓其相互交配繁殖。這樣連續經過幾代選擇，往往可以提高被選物種的純度，改進所選性狀。如果所選性狀只涉及一個或幾個基因，而且遺傳力比較高，則採取集體選擇是有效的。

2. 家系選擇

家系選擇是把整個家系作為一個單位，根據該家系的平均表現型值，選擇優良的家系作為種原，淘汰平均表現型值低的家系。家系選擇還要觀察親本和後代的表現型，如果親本和後代的表現型都比較好，也說明該家系比較優良。遺傳力低的性狀適宜用家系選擇。

在魚類育種中，上述兩類選擇方法常常是結合進行的。對於性狀比較雜的群體，宜先採用集體選擇，後採用家系選擇；對於性狀較純的群體，則可先用家系選擇，後用集體選擇，這常用於品種的提純。

遺傳力強的性狀，如：體長特性，宜在個體的初期世代或生長早期進行選擇。遺傳力較弱的性狀，如：體高、體寬等特性，宜在個體的後期世代或生長後期進行選擇。從魚類的發育階段來看，體高性狀往往在經過一定生長期以後（魚種階段以後）才逐漸明顯地表現出來，因此，體高性狀的選擇應在稍後的時期進行。

3. 選育實例

採用集體選擇與家系選擇相結合的方法進行選育時，在集體選擇過程中，從群體中淘汰那些不符合選育標準的個體，保留那些符合選育標準的個體。在家系選擇過程

中，採用同代同血族交配的方法提純子代，增加子代的純合性，把被選性狀固定下來，獲得純系。

舉例而言，選擇 17 尾近似荷包鯉魚的體型、紅色而雜斑較少、個體較大的荷包紅鯉作為起始親魚，其中成熟雌魚 6 尾，雄魚 4 尾。經過繁殖擴大群體，嚴格選出 300 尾親魚作為基礎群體。此後逐代選優，進行同代同血族的交配，直至子六代，每代先後進行 4 次選擇。

第一次選擇在夏花出塘時進行，選留體色純紅或桔橙色、體質健壯的個體。第一次選擇要適當多留，以滿足以後各次的精選。第二次選擇在 1 齡魚出塘時進行。除繼續體色和體質的選擇外，同時進行體型的選擇，挑選體長/體高在 2.4 以下、體重在 0.5 kg 以上的個體。第三次選擇在次年春季進行。選出魚體重 1 kg 以上、體色紅而無雜斑、體型為 2.0—2.3 和符合其他形態選擇指標的荷包紅鯉，培育成為次年繁殖用的親魚。第四次選擇是最關鍵一次，在春季雌、雄親魚產卵前進行，嚴格按選育標準選留，性別鑑別不清的個體和不符合標準的個體全部淘汰。

4. 選育結果

經過六代共 8 年的選育，獲得了性狀較穩定的子六代荷包紅鯉。

(1) 體型

體型由接近野鯉的長型 (2.59) 漸趨穩定於荷包型 (2.0—2.3)，體型小於 2.3 者在子五代中佔 80%，在子六代中佔 89.77%。

(2) 體色

體側和背全紅色、腹部白色、無黑斑的個體由原來佔群體總數的 61.4%，上升到佔子五代的 74.22%，佔子六代的 89.63%。

(3) 生長速度

在飼料充足和粗放養殖條件下，當年魚可長到 800 g。1 年齡以上可達 1,000 g，少數個體可達 1,150 g，以後在 5 年齡以前每年平均增重 500 g。

(4) 魚體成分

蛋白質含量為 20.1%，脂肪含量為 2.67%，肉質肥美。

五、養殖場地的選擇

養殖場地的優劣，對生產量有很大的影響，必須具備下列各種條件：

(一) 位置

要具有開闢之地段，土地有適度的傾斜，注排水便利且有豐富之河川水或地下水供應，日光照射及通風良好，加上交通便利之處為最佳。

(二) 面積

飼養成魚的池塘，面積宜大些，如此魚類的活動範圍較大，生活舒適，且池水面可以受到風的吹動，增加水中的含氧量，而更重要的是表層和底層的水，能借助風力進行對流，而促進有機物的充分分解，為魚類提供良好的成長條件。一般以 0.5—2 公頃的池塘較為合適，有些灌溉蓄水池在 3—10 公頃或更大些者還可適用。

(三) 水質

對於魚類只要是沒有毒性之水，不論是

河川水、地下水均可。雖然河川水比地下水有豐富之營養鹽類，但卻有工業排水、都市排水及農業等有毒物質流入之虞，因此需先調查瞭解。地下水之溶氧量低，可用曝氣等方法加以改善後使用。

(四) 水深

池塘在一定之限度內水深宜深些，如此可增加放養量和提高生產量。而且，水溫不易變化，水質又比較穩定，對魚類的生活和生長較為有利。由於魚類的排泄物以及殘餌等使水色變濃，以致池水的透明度變小，光線較難到達水的深層，因而底層水的光合作用減弱，水溫低，風力形成對流作用的影響也較小，氧氣來源缺乏，有機物都在此深水層中進行分解，而大量消耗氧氣，因此深水層經常會缺乏氧氣。池塘在 3 m 以下的水層，其水中含氧量低於 1 mg/L，因此就水中含氧量而言，養魚池最適宜的水深為 1.5—2 m 左右。

六、養殖池設施

養殖池按飼養之魚類、地形及經營方法等其相關設施有所差異。不論何種池塘，必須能夠飼養健康的魚類且防止逃逸及漏水，又須管理容易，撈捕及注排水便利與防止敵害之侵入，故對水路，水門，堤防（池壁）等之設施要堅固且適用為原則。

(一) 水路

要有適當之傾斜度，如引入河川水者，須設置沈澱池及防塵網，注水路之水面較養殖池水面高些，使水由高處沖下，不但可以

增加溶氧量又可以防止魚類逃逸。排水路應設在注水之對面，使注排水門能成對角，且短時間能排乾池水為宜。

(二) 水門

水門設於注水口的對角，可調節水位與水量及防止魚類之逃逸和敵害之侵入，排水門為魚類最易逃逸之處，施設尤須嚴密。一般大型蓄水池設三道溝門，靠池塘之面放木板，其底部裝設網門，使底層之污水能自動排出，靠池塘外邊之二溝門放二道木板，中間填土以防漏水，上端亦裝設網門，以防止池魚逃逸。

(三) 堤防（池壁）

堤防使用石、磚砌及水泥，雖具有耐久力且能防止敵害之侵入與漏水，惟須較大之資本且有改設困難之缺點，如果保水力較強之土質，亦可以築土堤，不過對易受風浪襲擊之面，宜加以適切之護堤措施，以防池堤崩壞。

(四) 池底

池底由注水口向排水口成傾斜，一般 100 m 長之池塘應有 30 cm 之斜度，池底之保水力依土壤之種類而異，雖然相同之土壤，其粒度越小保水力越大。通常以壤土較適合。

七、水質管理

(一) 水溫

溫水性魚類最適水溫為 25—32℃，台灣夏季時水溫都在此範圍內。魚類對溫度突然改變的容忍度極差，通常溫度突然轉變超

過 5℃ 時，便會使魚感到壓迫或死亡。水溫每增加 10℃，池魚之耗氧量會多一倍。水溫的改變也會影響魚類的氣體代謝，所以魚類生存的最低需氧量亦因溫度不同而不同，如鯉魚在水溫 1℃ 時，最低需氧量為 0.8 mg/L，但 30℃ 時為 1.3 mg/L，同時水溫的高低亦影響水中物質的毒性，如 CO₂ 在 1℃ 對鯉魚致死濃度為 120 mg/L，在 30℃ 時則為 55–60 mg/L，因此在較高氣溫下，應加開水車，以增加水中之溶氧量。養殖業者若能隨時注意池水水溫的變化，不但可使魚貝類在良好的環境下快速生長，也能減少魚貝類病害的發生。

(二) 溶氧

在水質的各個項目中，「溶氧」最為重要，養殖戶必須熟悉水中溶氧之來源與消耗的途徑。養殖池中溶氧的最基本來源，主要靠植物性浮游生物的光合作用所釋出的氧。大氣層中儲存著大量的氧，但只有極少部分溶於水中，其溶解度因溫度和大氣壓力而異，氧在水中的溶解度隨溫度增高而減少，也會隨著大氣壓的降低而減少。當池中溶氧呈不飽和時，氧會由大氣中擴散至池中，反之，會由池中擴散出水面。風、浪等可促進擴散作用，使養殖池中保持適當的溶氧量。光線為促使植物性浮游生物行光合作用的主要因子。當光穿透水層，其強度會迅速減弱，所以植物性浮游生物生產氧的速度隨著深度增加而降低。

池水中溶氧之消耗主要為浮游生物、魚類、底棲生物的呼吸和擴散出水面等方式耗損減少。水深逐漸增加至某一深度時，其所

含的溶氧量與擴散量的總和會等於所有生物對氧的消耗量，當低於此一深度，水中溶氧量過低，魚類就無法生存。池水中之溶氧含量也會受浮游生物密度和水深的影響，通常在池中含有足夠溶氧的最大深度為透明度的 2–3 倍。池水溶氧量每天會規則性變化，清晨時最低，其後慢慢的增加至下午日落前達最高，到了夜晚又開始降低；在有大量浮游生物繁生的池塘中，這種起伏變化愈加顯著。魚類之致死溶氧量依魚類種類而異，如草魚為 0.2–0.6 mg/L。當溶氧量一直處於 4–5 mg/L 以下，魚成長變慢。如要預測溶氧在晚間會降至多少，最好在晚上 8 點與其後 2–3 小時各測一次。預防、避免池塘缺氧泛池，防止池魚大量死亡的最有效方法便是使用各式各樣水車、打氣機或引進井水、溪水、泉水至缺氧的池子，但井水須先曝氣。

(三) 濁度、浮游生物與水色

魚池中的濁度主要由浮游生物所引起而非塵粒所造成的，塵粒懸浮水中阻礙光線透過會影響植物的成長。混濁度持續在透明度 30 cm 以下則會抑制植物性浮游生物的繁衍。有些池塘會從其集水區帶進大量植物性腐植質，它們的滲入往往使池塘呈現特殊色澤，如茶色、咖啡色，當有這種現象發生時，會使水變得很酸，總鹼度降低。

浮游生物指懸浮水中的微小有機物而言，包括植物性浮游生物、動物性浮游生物與細菌。當水中浮游生物多至污染水色造成混濁時，我們稱此發生「水華」。植物性浮游生物以無機鹽、水、二氧化碳、陽光來製

造其本身的食物；動物性浮游生物則以活的、死的浮游生物和水中之微小有機物為食；細菌則利用所有型態的死亡有機物為主，因為浮游生物構成食物塔的最基層也最豐富，所以有些魚類的養殖並不須另加其他補充飼料。因為浮游生物為食物網的基礎，所以植物性浮游生物的含量與魚產量有很密切的關係，浮游生物除了可作為魚的食物外，亦會造成水的濁度，故會抑制一些不必要的水草生長。雖然浮游生物的大量繁殖對池塘管理具有積極意義，但當浮游生物繁殖量超過養殖魚類所能利用能力時，便造成泛池，泛池時池中往往含大量的藍綠藻，在水面形成一浮藻層，這層浮藻在白天會吸收熱量而造成淺溫層，夜間會消耗大量溶氧，使溶氧量在清晨前便被用光；這些浮游生物亦可能突然死亡，藻體分解時會消耗溶氧。此外，這些藻類的有機體常會使養殖魚類帶有泥土味。

一般而言，可用透明板來測量透明度，透明度在 30—60 cm 範圍內的浮游生物量對魚產量最有益處，且可有效阻礙池底水草生長。當透明度減少至 30 cm 以下時，則池水中的溶氧被大量消耗，導致溶氧短缺，易發生溶氧不足，造成泛池現象。透明度大於 60 cm 以上時，光可穿透至較深水層，容易使池底水草生長。瞭解透明度和池水水色關係後，業者可由浮游生物群聚的一些持續狀態，獲知水質的狀況，作為放養量、投餌量、換水等池塘管理的參考指標。池水生產浮游生物的能力，受許多因素左右，但最重要的是供給植物性浮游生物生長所需之無機鹽

的多寡，如碳、氧、氫、磷、氮、硫、鉀等，其中磷影響植物性浮游生物的正常生長最大，故在魚池加入磷酸鹽肥料，使植物性浮游生物產量增加，魚產量亦會相對增高。

(四) 酸鹼值

酸鹼值表示水中氫離子濃度的多寡 (pH 0—14)，自然界水的酸鹼值受到水中二氧化碳的濃度影響很大。植物性浮游生物與其他水生植物因光合作用的關係，會消耗水中的二氧化碳，所以池水的酸鹼值在白天會增高而在夜晚減少。在黎明前池水的酸鹼度不高，其值約 6—7.5 左右，但在植物性浮游生物大量繁衍時，至下午時酸鹼值可能升高至 10 或更高。一般魚類生存的適合酸鹼值約在 6.5—9.0 之間，致死酸鹼值約在 4—11 之間。具高鹼度與低硬度的池塘，在植物性浮游生物急速生長期間，將會使酸鹼度突然升高很多，施石灰雖能增加水的總硬度，仍無法避免酸鹼度的升高，因為石灰使水硬度增加的同時也同時增加了總鹼度。施用氮肥可以降低池子的酸鹼值，因為氮肥中的銨離子會被硝酸鹽硝化釋出一氫離子，使水的酸鹼值降低。

(五) 二氧化碳

池中二氧化碳含量少於 5 mg/L 魚生長良好，魚對高濃度二氧化碳之適應能力很強，在有充分溶氧供應下，可高至 60 mg/L，若溶氧太低，二氧化碳的存在將會阻止魚對溶氧的吸收利用。通常二氧化碳濃度很高的水域，溶氧卻很低，這是因為呼吸作用與光合作用的關係，使水中二氧化碳量在晚上增加，白天降低。

(六) 氨

水中氨是由魚的新陳代謝或細菌分解有機質時而來的，其以兩種形式存在，一為非離子化之氨 (NH_3) 存在，另一為以銨離子 (NH_4^+) 形式存在。氨對魚有毒性，但銨離子除非濃度很高時，否則不會有影響。若池中氨濃度含有 0.6—2.0 mg/L，在短時間內魚即翻腹死亡，但在 0.1—0.3 mg/L 還不會致死。氨濃度受溫度及酸鹼值的影響，酸鹼值每增加一倍時，氨濃度便增加約 10 倍。通常在植物性浮游生物大量死亡或水中因二氧化碳含量太高而使酸鹼值偏低，池中的總氨濃度才會一直升高，以致為害池魚。

(七) 硫化氫

池中硫化氫濃度若在 1 mg/L，會使魚快速死亡，在較酸的水會含較多硫化氫，在養殖上，以加生石灰來改善之。

(八) 總鹼度與總硬度

總鹼度即指水中鹼的濃度總和，水中鹼來自碳酸離子、重碳酸離子、氫氧離子等。通常在清晨時，含總鹼度較高的池水之酸鹼值較低。二氧化碳為植物性浮游生物行光合作用生長所必需，當水中所含總鹼度低於 15 或 20 mg/L 時，二氧化碳被利用性極低；若總鹼度在 20—150 mg/L 時，水中即會含適量的二氧化碳量，有利於植物性浮游生物的繁衍，亦有助於魚產量。水中所含二價金屬離子的總和是為總硬度，總鹼度與總硬度的值類似，影響總鹼度、總硬度的是鈣、鎂、碳酸離子及重碳酸離子。濃度在 20—300 mg/L 範圍內的總鹼度與總硬度值適於養殖魚類。假如太低時，可加石灰來提高。

八、養成

(一) 池塘條件

一般鯉科魚類大都採混養方式，以軟池（土池）為主，為保持水源之穩定與提高生產量，通常池塘面積較大（1 公頃以上）水也較深（2—5 m，以 2—3 m 較合適）。此外，要有完善的注、排水設施，以便池水調節、清池與循環之用。除裝設一般的水車外，因池水較深，為使上、下水層能夠交流，讓水中的溶氧能充分均勻分布各水層，以利池底有機物之分解，宜加裝揚水式水車。

(二) 傳統混養

通常放養量與魚池的環境條件（水溫、水深、水質、流量）及養殖管理技術（施肥、飼料質與量、一次放養捕收或多次輪放間捕、水車或打氣設備等）息息相關，而輪放間捕更是提高生產量的不二法門。

草魚屬草食性，以大型植物為主食，棲息在池塘中、底層；鰱魚以濾食植物性浮游生物為主，在池塘上層棲息；鱖魚以動物性浮游生物為濾食對象，在池塘上層生活；青魚性喜吞食螺、貝類，屬底層魚；鯽魚主要攝食底棲生物外，也可濾食部分浮游生物、水草等屬於雜食性，生活在底層居多；鯉魚以底棲動物及一些有機碎屑物為主，屬雜食性，大都棲息池塘底層。

由於草、鰱魚在台灣養殖歷史久遠，可能遠溯自鄭成功時代，因而累積了獨到的混養技術。混養乃利用上述各魚種不同的食性與棲息空間，作適當比例的放養，以有效利用池中各種天然餌料，並充分利用水體立

體空間，來提高池塘單位面積放養量。上層魚濾食浮游生物，中層魚吃水草，底層魚吃螺、貝類及有機碎屑。天然餌料不但可充分被利用，同時也因此穩定了水質，再者草魚排泄物富含纖維，具有肥效，可滋養植物性浮游生物，這恰巧又是鰱魚的主食，因此乃有俗諺「一草養五鰱」之說。

台灣北部地區以桃園縣灌溉池埤最多，且面積都很大，為最典型的鯉科魚類混養模式。茲以養殖經驗最豐富的業者葉國宏先生為例，他所經營全台最大的一口灌溉池，面積 20 公頃，水深 2—5 m，放養：草魚 (15—40 cm) 8—10 萬尾、大頭鰱 (15—40 cm) 1 萬尾、青魚 (15—40 cm) 8 千尾、吳郭魚 (8—10 cm) 45—48 萬尾。魚池裝有水車、投餌機，不定期引用灌溉渠水，年總生產量 700 公噸 (表 1-2)。其經營方式採多次間捕輪放，在間捕出售時，每隔 3 天以四角張網網捕一次約 2—3 萬斤，旺季時，每周以人工捕撈一次約 7 萬斤。飼料質與量的管控、注意水質管理、間捕輪放的運用等是葉先生二十多年一路走來堅持經營淡水魚混養成功的信念 (圖 1-8)。

(三) 單養池混養



圖 1-8 葉先生養殖魚池及收成時之斗網

如單養一魚種，不但浪費水中各種天然餌料，而且會加速水質的惡化。因此，單養池內如適當混養淨化性魚類，有助於淨化水質，增加副產物。例如：養鰻或養吳郭魚池，混養鯉魚、鰱魚、鱖魚、草魚等魚類，可濾食浮游生物，清除池底有機屑物、清理池底殘餌等，均有淨化水質的效果。

台灣南部地區水溫較高，成長較快，放養量與生產量理應較高，以台南縣單養吳郭魚池為例，1—3 公頃的混養池，水深約 2 m，裝設 5 台水車，使用地下水 1 個月供水 1 次，每公頃混養 12 cm 大小的白鰱 1,000 尾、大頭鰱 (12 cm) 400 尾、草魚 (12 cm) 150 尾、鯉魚 (5 cm) 1,000 尾、吳郭魚 (100 g) 60,000 尾，1 年後可收成吳郭魚 36 公噸，其他鯉科魚類各約 1 噸，總生產 40 公噸 (表 1-3)。

表 1-2 桃園縣灌溉池埤淡水魚類混養模式生產情形

養 殖 管 理		放 養			收 成 (公噸)
		魚 種	大小(cm)	尾 數	
養殖型態	混養	大頭鰱	15-40	10,000	
池塘大小(公頃)	20	草 魚	15-40	80,000-100,000	
水深(m)	2-5	青 魚	15-40	8,000	
		吳郭魚	8-10	450,000-480,000	
				合 計	700

表 1-3 台南縣灌溉池埤淡水魚類混養模式生產情形

養 殖 管 理		放 養			收 成 產 量 (公噸/公頃)
		魚 種	大 小 (cm)	尾數/公頃	
養殖型態	混 養	白 鰱	12	1,000	1
池塘大小(公頃)	1-3	大頭鰱	12	400	1
水深(m)	2	草 魚	12	150	1
水車(台)	5	鯉 魚	5	1,000	1
水源	地下水	吳郭魚	100(g)	60,000	36
供水	1 個月 1 次			合 計	40
飼養模式	2 台自動投餌機，投餌率約 3-5%				

(四) 漁牧綜合經營

為了提高水體、土地的充分利用率，有效利用家禽或家畜的排泄物或有機廢棄物以做為魚池有機肥料，及部分池魚直接攝取，同時，魚塢肥水也可灌溉農田有益農作物，早在民國 5、60 年代便推廣漁牧綜合經營，其型式包括：魚與鴨（圖 1-9）、魚與雞、魚與豬（圖 1-10）等主要類別綜合養殖方式（表 1-4）。



圖 1-9 漁牧綜合養殖－養魚與養鴨



圖 1-10 漁牧綜合養殖－養魚與養豬

表 1-4 魚與家禽混養之比例 (1 公頃)

類 別	放養種類	數 量
家 禽	雞	3,500
	鴨	1,500
魚 類	吳郭魚	4,000
	白 鰱	800
	大頭鰱	400
	草 魚	400
	鯉 魚	1,800
	鱧 魚	250

通常漁牧綜合經營對池魚的年生產潛力，大約是每隻豬可生產約 50 kg，每隻雞約 4 kg，每隻鴨約 2.5 kg，而每 28 kg 陸草可生產 1 kg 草魚等。

後來由於曾發生有機排泄物的污染，導致水質惡化而衍生養殖產品品質衛生不良的後遺症，使得此項經營模式的發展停滯不前。近年來，基於能源短缺、生態平衡、環境污染等國際潮流的考量，專家學者因而再度提倡未來世界養殖的發展重點之一，應該是回歸到與自然生態平衡的農漁牧綜合經營。

九、種苗生產

(一) 鯉魚、鰱魚繁殖

由於鯉魚、鰱魚可在池中以人造產卵環境配合流水刺激以及適當的成熟種魚，便可自然產卵、受精，且屬黏性卵，較易掌握孵化水質，魚苗也易育成。

(二) 草、鰱魚傳統人工繁殖

早期經過多年的研究努力，草、鰱魚才在 1965 年確立人工繁殖技術，此項傳統方法，種魚必需經過激素（或鯉魚腦下腺）催熟處理，其過程不但耗時而且費力。通常需先打二針，第一針在傍晚 18:00 許，第二針間隔 6 小時，約在午夜 24:00 左右。第二天

清晨，又要每隔約 1 小時檢查母魚的成熟、排卵情形，否則若過早檢查，會使種魚受到壓迫（stress）而影響產卵，但是如果延遲檢查，則過熟卵也會導致受精率的降低；因此，需先瞭解卵質後，才能掌握適當採卵時機。此外，多次的撈捕也會造成種魚的傷害。一旦發現時機成熟，則需立刻進行人工採卵、人工授精，然後洗卵數次後，以人工將受精卵放入孵化網，這些作業也極浪費人力與時間。此種方式已推廣至民間延用 30 多年（表 1-5）。

(三) 自動化種苗生產模式

考量傳統草、鰱魚人工繁殖技術操作與效率之缺點，自 1993 年起，水產試驗所竹

表 1-5 台灣早期草、鰱魚人工繁殖的試驗結果

魚種	種魚催熟注射次數	採卵檢查間隔(小時)	產卵成功率(%)	受精率(%)	孵化率(%)	採卵後種魚情形	參考文獻
黑鰱	1	1	11	95	65	多數受傷嚴重時導致死亡	唐允安等
	2	1	23		95		
白鰱	2	1	57		20		
草魚	2	1	28		3		
白鰱 草魚	2-3	不定時 (時時)	45	50	5	同上	劉嘉剛
白鰱	2	-	-	10-90	50-60	-	郭河
黑鰱 白鰱	2-3	1	40	70-80	-	黑鰱活存率 85%，白鰱僅 42%	賴仲謀 黃丁郎

激素催熟：一般打兩針間隔為 6 小時，每公斤魚體注射 10-15 RU synahorin，另加 1-2 個鯉魚腦下垂體

北分所（現已更名為淡水繁養殖研究中心竹北試驗場）乃著手研發草、鰱魚自動化種苗生產技術，於 2000 年成功建立了生產模式，此系統係由產卵池、過濾池、孵化池、一些孵化吊網、育苗池及相連接的管路所組成，其系統模式如圖 1-11。

利用此系統，雌雄種魚都只打一針催熟

劑後，放入裝有 4 個同方向入水口的圓形產卵池，因水流的刺激，種魚會在 10–12 小時後自然產卵，受精卵受到同方向噴水所產生迴流的影響，會在沉底的同時向中央底部集中，而中央底部有一涵管連通至約 1 m 落差的孵化池，由於水位差的關係，卵便會自動且均勻的流入事先在孵化池吊掛好的各

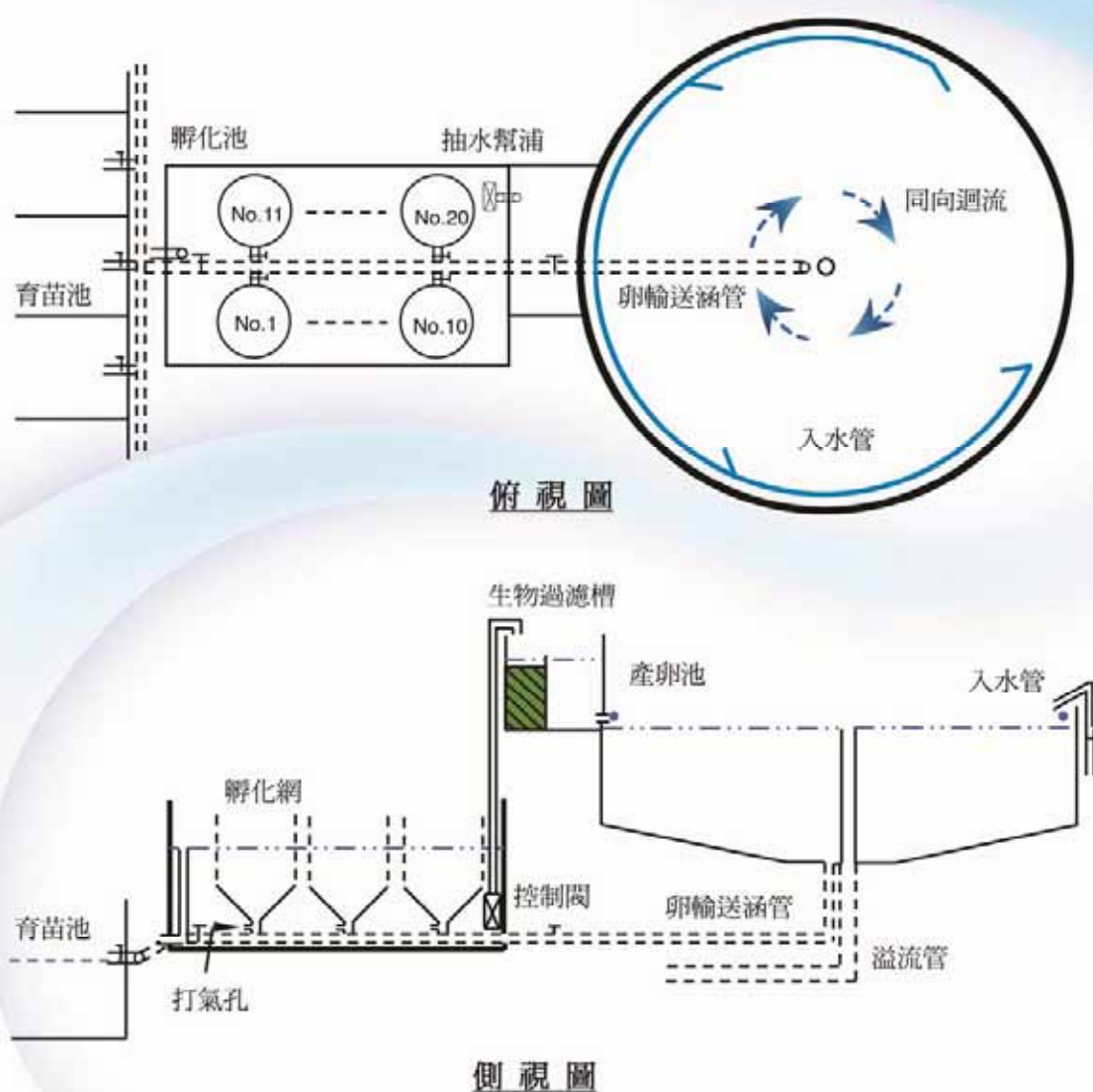


圖 1-11 草、鰱魚自動化種苗生產系統示意圖

個孵化網中，且在水流湧上孵化網之同時，使卵保持滾動而正常孵化。其生產流程如圖 1-12。

此套自動化種苗生產模式與草、鰱魚傳統人工繁殖方法之比較，如表 1-6 所示。至於此二種方法的採卵孵化效果之比較，則如表 1-7 所示。

簡而言之，自動化生產系統較之傳統人工繁殖有下列之優點：

1. 省事

一次注射催產，簡化過去傳統兩次以上

的注射方法。

2. 省力化

自然產卵受精，不必時常檢查母魚，也不用人工擠卵授精。

3. 自動化

自然產卵孵化方式，不需人工洗卵，受精卵也不必靠人力便可自動輸送到孵化網孵化，而魚苗也可控制自動輸送至育苗池。

4. 效率化

人工繁殖很難掌握適當的擠卵授精時間而影響受精率及孵化率，但自然產卵由於



雌雄種魚施打催熟劑後每隔 3-5 分鐘出現追尾情形



產卵行為持續約 5-6 秒鐘才完成，然後雌雄魚分開



在接近產卵時，因追尾激烈而浮至水面造成漩渦



產卵時，雌雄魚腹部相互碰觸，同時排卵、排精，完成自然產卵受精



受精卵因水位差而自動流入孵化池中之吊網內

圖 1-12 草、鰱魚自動化種苗生產流程

表 1-6 草、鰱魚傳統人工繁殖與自動化種苗生產方法之比較

傳統人工繁殖	自動化種苗生產
1. 種魚催產注射，通常要兩針以上：第 1 針在傍晚約 6 時；第 2 針在午夜約 12 時。	1. 種魚催產注射只需一針：約在晚上 9-10 時。
2. 翌晨不定時檢查母魚卵質，如果成熟，則人工採卵，隨後採精，並作人工授精。	2. 催產注射一針後，種魚放入產卵池，翌晨約在 8-10 時(視種魚成熟度與水溫而定)可發現種魚自然產卵受精。
3. 將受精卵水洗數次後，移放孵化網，採流水滾動式孵化。	3. 圓形產卵池上方裝設同一方向噴水管會產生迴旋水流，因為產卵池與孵化池的水位差，導致受精卵自動且均勻的流入孵化網。再由於水位差，使得孵化網能不斷湧出水流，受精卵因而能保持滾動孵化。

表 1-7 草、鰱魚傳統人工繁殖與自動化種苗生產的採卵孵化效果比較

	傳統人工繁殖	自動化種苗生產
注射次數	2 針	1 針 (省事)
採卵檢查間隔	每 1 小時	不需要檢查 (自動化，省力化)
產卵成功率(%)	11-57	50-80 (效率化)
受精率(%)	10-90	> 85 (效率化)
孵化率(%)	5-60	> 65 (效率化)
受精和孵化	種魚以人工採卵、授精，受精卵洗卵後用人力移至孵化網	誘導種魚自然產卵，受精卵自動的流入孵化網(自動化，省力化)
採卵後種魚健康	不定時捕撈檢查種魚，種魚因之受傷嚴重，有時會導致死亡	不用檢查種魚，因此種魚不致受到傷害，每年可以重複使用(省材料)
孵化用水系統	流水式	循環式：可再利用(省水)

沒有這些限制因素，其受精率、孵化率便可較高。

5. 省材料

種魚不必因檢查卵的成熟度或擠卵、授精，而受到機械性的捕撈傷害甚或死亡，每年均可繼續使用。

6. 省水

孵化池水可回抽過濾後，再流回孵化網循環使用，不但可穩定孵化用水質、水溫，並可節約用水。

7. 應用性

此項方法簡而易學，如經推廣後，可直接應用在商業化種苗生產上，除可提升種苗生產之質與量外，並可降低生產成本。

8. 前瞻性

符合當前養殖漁業政策，並奠定今後淡水魚種苗大量生產技術之基礎。

(四) 魚苗培育

剛孵出的魚苗，體長約 0.6 cm，約 2—3 天卵黃囊才吸收，具有游泳能力，可開始攝食，再隔 3—5 天，移至魚苗池飼養（每分地 8 萬尾左右）。投餵的飼料計有蛋黃、豆漿、奶粉、鰻粉、麵粉、酵母、豆渣、黃豆粉等以單種或混合投飼。視天候、水溫每天 4—5 次。一般養 15—20 天，魚花體長可達 3 cm 左右；40 天約 4—5 cm；經 2—3 個月則達 5—10 cm，即可出售。

十、疾病與對策

魚類在天然且複雜之水中，對於物理、化學及生物的因素所引起之變化，均具有其

適應之能力，如果超過魚類之適應範圍，且不適的條件持續時，就會罹患疾病，或被寄生蟲侵襲，導致死亡情事發生。所以平日應注意池塘管理，以維持優良的水域環境。

魚類之疾病按其原因可分類為下列幾種：(1)畸形：孵化後產生之畸形魚苗；(2)損傷：鱗脫落、咬傷及其他寄生蟲侵襲之傷害；(3)物理傷害：水溫、壓力之驟變；(4)化學傷害：有害毒物或鹽分；(5)營養傷害：維他命、礦物質之缺乏或營養不良；(6)生物傷害：內部寄生與外部寄生。

上述因素中，以營養及生物所引起之傷害最大，其次為物理、化學的傷害。生物的傷害不只限於錨蟲及魚蝨等外部寄生疾病，還包括內部寄生蟲，例如：屬於植物之細菌及黴類；原生動物之孢子蟲、纖毛蟲等；蠕形動物之條蟲、圓蟲、吸蟲、鈎頭蟲等；環節動物之水蛭類以及甲殼類之寄生性橈腳類等多種。

對於魚類之疾病，雖可用藥物治療，然因費用很高且難根治；唯有從預防著手，或儘可能早期發現，防止蔓延使傷亡降至最低限度。因此必需經常巡視池塘，注意魚類之活動，體色之變化及攝餌情形等。如發現池魚集中於排水口或水流較弱之處，有些魚的游動異於常態，有時狂鑽、有時跳躍，衰弱之魚游動之姿勢反常，有時獨自有氣無力的仰頭漫游，池魚排泄物不正常，體色及黏液之分泌異常等情況時，應予撈捕加以詳細之檢查。首先看魚體是否消瘦，而眼、皮膚、鰭等處，有無水黴菌及寄生蟲，有無化膿之處，其次打開鰓蓋，看鰓之顏色有無轉薄，

有無腫傷及分泌多量之黏液，同時輕壓腹部，看其排泄物是否黏液糞，或為黃褐色液糞，然後加以解剖，檢視肝臟，膽囊之色澤，腎臟有無腫大等徵候，將檢體送當地動植物防治所進一步檢驗、治療。如無法自行檢視，亦可在發現池魚異狀時，即刻通知當地檢疫單位前往處理，以儘速有效的掌控疫情，進而確保池魚健康，減少池魚損失。

十一、草、鰱魚繁養殖研究發展歷程

台灣草、鰱魚繁養殖研發的過程，大體可分為下述幾個階段：

(一) 傳統養殖期 (1950 年以前)

此一時期，養殖面積少、產量低，所需種苗全部仰賴進口，養殖方式以混養的粗放式為主。對於研究方面的探討不多，僅 1945 年，日本人曾在水試所台南分所立人街淡水養殖場做過池中採卵的試驗，可惜並沒有具體結果。

(二) 奠定基礎期 (1951 至 1958 年)

此一階段，養殖面積稍增，產量亦增加，而所需種苗仍全賴輸入。養殖方面稍有改進，由粗放邁入半集約方式。1951 年台南分所（現已更名為水產試驗所海水繁養殖研究中心）利用鯉魚腦下腺注射草、鰱魚種魚，歷經 3—4 年之試驗，因當時對種魚生殖生理不甚瞭解，荷爾蒙處理操作技術亦不盡理想，加上種魚成熟度不佳等種種因素，而未能有所突破，但卻為日後人工繁殖技術之研究，建立了良好的基礎。

(三) 技術突破期 (1959 至 1965 年)

此一階段，養殖面積並無明顯增加，但產量卻日益提高，最主要的變化是所需的魚苗從完全的輸入轉變為部分的自給。養殖方式仍停留在半集約式。但在人工繁殖技術方面，此期間有重大的突破成果。

在 1959 至 1962 年間，水試所台南分所經調查研究，證實草、鰱魚能在台灣自然環境中繁殖。1963 年水試所竹北分所（現已更名為水產試驗所淡水繁養殖研究中心竹北試驗場）利用鯉魚腦下腺與胎盤性腺激素做催熟劑，成功的誘使草魚產卵，且受精卵亦能正常孵化，證明池塘養殖的草魚也可以做人工繁殖。1965 年再研究確立種魚培養、人工繁殖及幼苗培育等技術，並加以推廣。

(四) 養殖發展期 (1966 至 1980 年)

在此十數年中，養殖面積逐年增加，產量亦大幅躍升；養殖方式由半集約進展到有計畫的集約式養殖。最重要的是所需種苗全由台灣業者以人工繁殖而來，且有多餘銷到國外。1973 年產量突破 1 萬公噸，1978 年更高達 17,000 公噸。魚苗從早期 1961 年完全進口到 1966 年近 6,000 萬尾的生產量，此時期可以說是草、鰱魚養殖的顛峰階段，盛極一時。

(五) 養殖瓶頸期 (1981 年迄今)

2000 年雖然在人工繁殖技術上，又再度成功的開發自動化種苗大量生產系統，可惜由於國人生活水準的提升，消費大眾對海產魚類發生興趣，傳統的淡水魚類因此漸漸被遺忘，而現有的養殖技術業已造成近年來

生產過剩的現象，因而導致魚價的偏低。如此惡性循環，使得此項產業發展蒙上一層陰影。

十二、展望

雖然早在民國 60 年代以前，鯉科魚類養殖在提供國人動物性蛋白質方面，扮演了重要的角色。曾幾何時，由於淡水養殖魚種有限，且鯉科魚類容易養殖致生產過剩，加上產品常發生衛生品質如臭土味等問題，致使魚價普遍偏低，造成「魚賤傷漁」的嚴重後果。

另一方面，長期建立的淡水魚繁養殖技術一一被應用到海水魚類種苗生產上面，引發後來海水養殖事業的蓬勃發展。此外，國人因生活水準的提升，消費習慣也改變成對「海鮮」的偏好，淡水魚類因此日漸失去往日的風光，它過去輝煌的歲月與貢獻就慢慢的被遺忘了。因此，在 70 年代起，台灣淡水魚類除吳郭魚與鰻魚外，大都逐漸減產，尤以鯉科魚類為最。

然而，最近國際養殖專家們提出新的看法，認為如要永續經營水產養殖，應朝向開發：(1)低營養層級如：植物性或雜食性魚。(2)可減少使用以魚粉為飼料的魚。(3)可進行農漁牧綜合經營的魚。(4)以混養為主要養殖方式的魚。

而符合上述條件的魚，即是鯉科魚類。因此，應如何提升產品衛生品質、生產多樣化的加工產品以及改善肉質等將是未來鯉科魚類養殖發展所面臨的課題。

參考文獻

- 石道全等 (1989) 實用養魚技術手冊。江西科學技術出版社，江西，中國，32-33。
- 余廷基 (1973) 台灣之淡水養殖(一)。漁牧科學，1(1): 65。
- 余廷基 (1973) 台灣之淡水養殖(二)。漁牧科學，1(2): 41-44。
- 余廷基 (1973) 台灣之淡水養殖(三)。漁牧科學，1(3): 24-29。
- 宋文韓、陸天一 (1994) 自然水溫下早繁草魚的技術研究。淡水漁業，24(3): 25-26。
- 胡文華、劉新成 (1994) 新疆高寒地區自然水溫早繁草魚。中國水產，4: 22-23。
- 唐允安 (1959) 鯪、鯢在阿公店水庫繁殖的初步調查。中國水產，78: 1-3。
- 唐允安 (1961) 鯪、鰱及鯢在阿公店水庫繁殖調查(第二報)。中國水產，96: 1-8。
- 唐允安 (1962) 鯪、鰱及鯢在阿公店水庫繁殖調查(第三報)。中國水產，112: 1-4。
- 唐允安、劉嘉剛、黃英武 (1963) 注射腦下腺賀爾蒙促進中國鯉生殖試驗初步結果。中國水產，129: 5-9。
- 唐允安 (1964) 注射腦下腺賀爾蒙促進中國鯉產卵初步報告。臺灣省水產試驗所試驗報告，9: 49-58。
- 張列士、薛鎮宇 (1989) 淡水養殖高產新技術。金盾出版社，北京，中國，78-79。
- 張揚宗、譚玉鈞、歐陽海(主編) (1989) 中國池塘養魚學。科學出版社，中國，767 pp。
- 郭河 (1965) 採用民間池塘之白鯪人工繁殖試驗。臺灣省水產試驗所試驗報告，10:

71-73。

黃丁郎 (1965) 鱧鰱魚人工繁殖的幾個關鍵。中國水產，156: 14-16。

廖一久 (1970) 本省經濟水產物之種苗生產近況及其展望。生命學刊，2: 44-59。

劉富光 (1972) 吳郭魚生殖行為的觀察。中國水產，350: 21-23。

劉富光 (2001) 水產養殖對全球漁產供應是福？是禍？。中國水產，581: 14-21。

劉富光 (2005) 淡水養殖(一)緒論。台灣農家要覽-漁業篇，163-166。

劉富光 (2005) 淡水養殖(二)鯉科魚類。台灣農家要覽-漁業篇，167-172。

劉富光、黃家富、黃德威、廖一久 (2000) 草鱧魚種苗自動化生產模式之研發。水產研究，8(1&2): 27-36。

劉煥亮、黃樟瀚(主編) (2007) 中國水產養殖學。科學出版社，中國，353-368。

劉嘉剛 (1964) 池塘養殖草鱧魚之人工繁殖試驗。臺灣省水產試驗所試驗報告，9: 59-70。

賴仲謀、黃丁郎 (1966) 鱧草魚人工繁殖試驗。臺灣省水產試驗所試驗報告，12: 49-60。

Bromage, N., M. Bruce, N. Basavaraja and K. Rana (1994) Egg quality determinants in finfish : The role of overripening with special reference to the timing of stripping in the Atlantic halibut *Hippoglossus hippo-glossus*. J. World Aquacult. Soc., 25(1): 13-21.

Liao, I C. (1996) Larviculture of finfish and shellfish in Taiwan. J. Fish. Soc. Taiwan, 23(4): 349-369.

Peter, R. E., H. R. Lin and G. Vander Kraak (1988) Induced ovulation and spawning of cultured freshwater fish in China: Advances in application of GnRH analogues and dopamine antagonists. Aquaculture, 74: 1-10.

Watson, L. C. (1987) Spawning and hatching Atlantic tomcod. Prog. Fish-Cult., 49: 69-71.



第二章 吳郭魚

劉富光、陳榮華、張湧泉

淡水繁養殖研究中心

一、前言

吳郭魚 (Tilapia) 原產自非洲，係屬於慈鯛科 (Cichlidae) 之熱帶魚類，全世界共有 100 多種，其中可以當做養殖對象的約有 20 種。吳郭魚外觀酷似海水鯛類，此外，吳郭魚屬於口孵魚類 (mouth breeder)，大多數吳郭魚的母魚會將受精卵含在口中，並不斷的吸水使口中的卵保持滾動以獲得充足的氧氣，如此卵才得以正常孵育 (圖 2-1)。大約在 10—14 天左右可孵出仔魚，由於孵出的仔魚在 1 週內的游泳能力很差，所以當仔魚在母魚附近泳動時，如果遇到驚擾，母魚會將之吸入口中予以保護，直至幼苗具有健全的游泳能力為止 (圖

2-2)。這段長達約 3 週的時間，母魚是無法攝餌覓食的，由此可見其母愛“慈性”光輝的偉大，因此，將它歸屬於慈鯛科，實在當之無愧。由於吳郭魚對病害的抵抗力及環境的適應力很強，又屬於雜食性，所以很容易飼養。加以，吳郭魚成長快速，肉質嫩且無暗刺 (細骨)，較能被一般消費者所接受。因此，吳郭魚不但是目前台灣主要淡水養殖魚類之一，也是世界性的重要養殖魚種，目前約有 85 個國家地區從事養殖，在提供全人類動物性蛋白質的舞台上，扮演著舉足輕重的角色。

吳郭魚在台灣養殖歷史悠久，至今 (2010 年) 已超過 60 年，就產業規模而言，是最大的單一養殖魚種。1946 年引進莫三



圖 2-1 口中孵卵的吳郭魚母魚



圖 2-2 具有健全游泳能力的吳郭魚苗

比克吳郭魚，初期產量小，1950 年省政府農林廳開始推廣稻田養殖，吳郭魚遂成為當時貧困農村的重要動物性蛋白質來源，其後利用北部大型灌溉埤塘和鰱、鱖、鯉及鯽等淡水魚類混養，形成極具效率的立體式養殖，產量因之大為提升。1963 年後再陸續引進 6 種吳郭魚，水產試驗所利用這些種原進行雜交育種試驗，先後培育出成長快、體型大、單雄性及較能耐寒的新品系，推廣漁民養殖。吳郭魚養殖技術也在政府輔導下，養殖型態由低密度粗放養殖改進到高密度集約養殖，其投飼技術也由單味飼料（即飼料原料）人工投餌方式改進到配合飼料機械化自動投飼方式，使產量大幅提高。2001—2008 年的年產量與產值分別維持在 7.3—8.1 萬公噸與新台幣 23—40 億元（圖 2-3）。2008 年的產量為 8.1 萬公噸，產值高達新台幣

40 億元，分別佔台灣全部養殖魚類的 24.7% 和 12%，居台灣十大養殖魚種之首，其重要性由此可見一斑。主要產地依序為台南縣、嘉義縣及雲林縣，分別佔全台灣的 28%、27% 及 26%。而隨著繁養殖技術改進，除魚體大型化，魚肉品質也大幅提昇，優質吳郭魚不僅深得國內消費者青睞，也成為我國很重要的外銷水產品之一。

二、養殖技術

（一）養殖品系及其形態

台灣本土早期並沒有吳郭魚分布的紀錄，直到 1946 年起才先後自國外引進 7 種吳郭魚（表 2-1），加上雜交育成的福壽魚、單雄性吳郭魚以及紅色吳郭魚等，品系繁多。

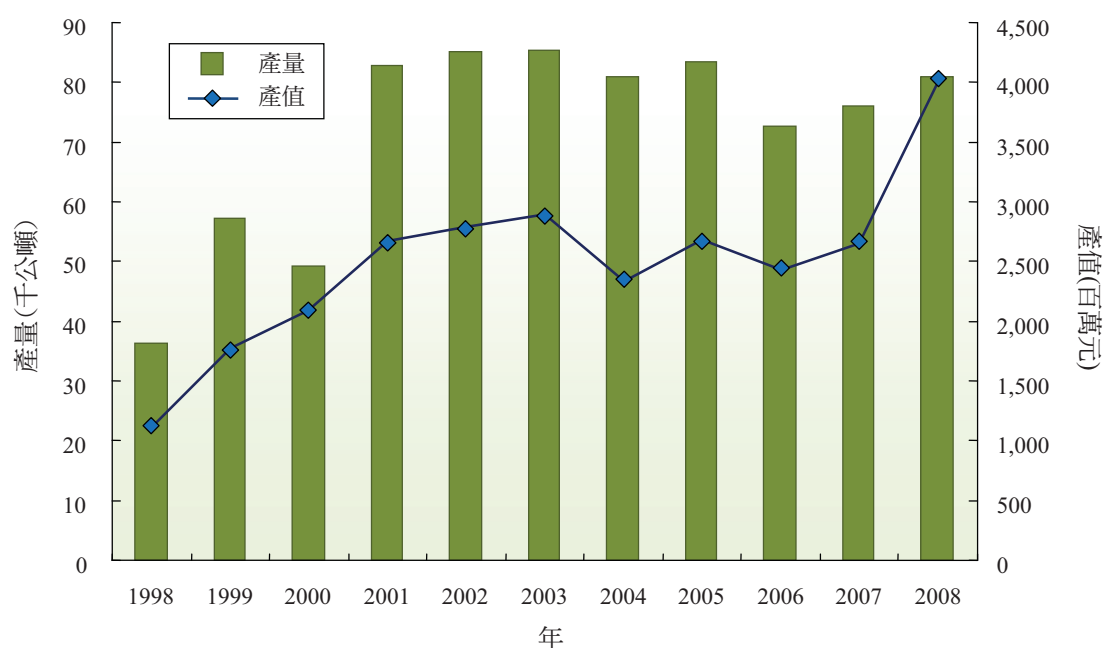


圖 2-3 1998-2008 年台灣養殖吳郭魚之年產量與產值（資料來源：漁業年報）

表 2-1 台灣各種吳郭魚引進的情形

魚 種	學 名	引 進 年 代	引 進 國 家
莫三比克吳郭魚	<i>Oreochromis mossambicus</i>	1946	新加坡
莫三比克吳郭魚	<i>O. mossambicus</i>	1980	南非
吉利吳郭魚	<i>Tilapia zillii</i>	1963	南非
尼羅吳郭魚	<i>O. niloticus</i>	1966	日本
尼羅吳郭魚	<i>O. niloticus</i>	2002	泰國
歐利亞吳郭魚	<i>O. aureus</i>	1974	以色列
賀諾奴吳郭魚	<i>O. hornorum</i>	1981	哥斯大黎加
黑邊吳郭魚	<i>T. rendalli</i>	1981	南非
斯皮路勒吳郭魚	<i>O. spilurus</i>	1981	沙烏地阿拉伯

1. 莫三比克吳郭魚

此種乃係 1946 年由吳振輝、郭啟彰兩氏自新加坡引進。原稱南洋鯽，後來為紀念二位先生引進之功，特取兩氏之姓而命名為吳郭魚。因係台灣最早引進之吳郭魚，所以又稱之為在來種亦稱土種吳郭魚。此種之形態為體延長而側扁，成魚頭部之背部外廓呈凹形，雄魚尤為顯著，唇發育良好，體呈暗棕色，繁殖期之體色呈黑色，背鰭外緣有紅色鑲邊，尾鰭亦有寬廣之紅色鑲邊，喉胸部暗黃褐色，腹鰭呈黑色，腹部暗棕色（圖 2-4）。莫三比克吳郭魚繁殖力強，但因早熟（日齡 100 天的魚即可成熟），而致成魚體型小，不耐寒（水溫 12℃ 即有凍斃之虞），體色較黑，經濟效益低。1980 年另由南非引進之莫三比克吳郭魚形態與前者差異不大，因本種能耐較高鹽度，係目前吳郭魚鹹水養殖的對象種。



圖 2-4 莫三比克吳郭魚

2. 吉利吳郭魚

1963 年自非洲引進。體呈棕色而帶彩虹狀，口唇淺黃色，背、臀鰭及尾鰭為棕色而有黃斑，在背鰭及尾鰭常有細橘紅色邊緣，繁殖期之種魚呈鮮豔之彩虹色，並在頭部有孔雀之斑點，且常有一淺綠色線條由下顎至鰓蓋後緣，卵巢為綠色。此種雖較耐寒（10℃），但嗜食動物性浮游生物且鬥性強，肉質差，其成長遲緩又會影響其他混養魚類之生長，因此不適合推廣養殖（圖 2-5）。



圖 2-5 吉利吳郭魚

3. 尼羅吳郭魚

1966 年自日本引進。體呈黃棕色，體側有橫條紋，頭部、背部外廓略呈凹形，口小、唇發育良好，眼呈紅色，喉胸部呈淺黃褐色亦有淡紅褐色者，背鰭及臀鰭之軟條有許多褐色條紋，尾鰭上有十條左右之黑色條紋。此種為吳郭魚類中體型最大的一種，體色較淡，肥滿度高，呈橢圓型，橫斑清晰，商品價值高，普受消費者喜愛（圖 2-6）。

此外，雌雄性比很相近且耐寒、屬雜食性、成長快速、體型大，與歐利亞吳郭魚、賀諾奴吳郭魚雜交可育成單雄性魚苗。2002 年，為了品種改良的需要，另自泰國引進一批。



圖 2-6 尼羅吳郭魚

4. 歐利亞吳郭魚

1974 年自以色列引進。體色呈暗棕，雄魚在成熟期則背部呈深紫色，下唇為白

色，鰓蓋有暗紫斑，吻至眼間呈淺藍色，體側之橫斑較尼羅吳郭魚不明顯，又尾鰭之基部有銀白色之點狀線條分布，尾鰭之條紋亦呈點狀併合（圖 2-7）。成長後雄雌體型差異大（雄大於雌），不但對低溫較耐寒且能生存於半淡鹹水中、屬雜食性、繁殖力強，與雄性賀諾奴吳郭魚或雌性尼羅吳郭魚雜交可育成單雄性魚苗。



圖 2-7 歐利亞吳郭魚

5. 賀諾奴吳郭魚

1981 年自哥斯大黎加引進。體型與在來種吳郭魚相同，惟口唇之發育則較為良好，成熟期雄魚體呈黑色，體側與尾鰭全無橫斑與黑色斑紋，背鰭與尾鰭都有紅色之鑲邊，雌魚體色較淡無明顯橫斑及尾鰭之黑色斑紋，惟腹部呈淺黃色（圖 2-8）。賀諾奴吳郭魚繁殖力與在來種吳郭魚一樣強，因早熟而致成魚體型小，不耐寒且成長速度緩慢，



圖 2-8 賀諾奴吳郭魚

但與雌性在來種、尼羅種、歐利亞種等吳郭魚雜交皆可生產雄性魚苗。

6. 黑邊吳郭魚

1981 年自南非引進。經初步試驗結果，此種魚與吉利吳郭魚生態習性相似，成長慢且體型不大，因此，不適合推廣（圖 2-9）。



圖 2-9 黑邊吳郭魚

7. 斯皮路勒吳郭魚

1981 年自沙烏地阿拉伯引進。體色偏深綠，吻比較長，體側有橫斑，背鰭軟條部及尾鰭有斑點，比莫三比克吳郭魚大型，雜食性，對鹽度忍受性高，適合海水養殖（圖 2-10）。

除上述 7 個品種外，這些年來在水產試驗所研究人員的努力下，陸續雜交育成下列三種品系且均已推廣至民間養殖。



圖 2-10 斯皮路勒吳郭魚

8. 福壽魚 (*O. mossambicus* × *O. niloticus*)

1969 年，研究人員以雄性尼羅吳郭魚與雌性莫三比克吳郭魚雜交育成之子代稱為正雜交吳郭魚，已故鄧火土所長將之命名為福壽魚（圖 2-11）。雜交吳郭魚的形態、習性與親代尼羅吳郭魚極相似，此品系養殖 4 個月後，成長速度比親魚快約 120% 以上，且有成長快、體型大之優點，經過推廣後，普遍受到業者的青睞，促使台灣吳郭魚養殖的蓬勃發展。



圖 2-11 福壽魚

9. 單雄性吳郭魚 (*O. niloticus* × *O. aureus*)

由於吳郭魚養殖有早熟及多產二大缺失。即由仔魚至成熟約僅 105—120 天，而且每尾母魚每年平均可生產 4—7 次，每次產卵 500—1,500 粒，因而造成養殖 1 年的魚池便發生多代同堂、魚群密布而破壞魚池環境的情形，又加上搶食飼料的結果，導致收成時約有 70% 的魚未達上市體型，不但大大影響養殖收益，也間接增加養殖成本。另由於雌魚攝取的營養大都用來孕卵且孵化期間又不攝食，因之雄魚比雌魚成長快約 1 倍、體型大約 2/3 以上。因此，單雄性養殖便成為吳郭魚養殖的發展重心。1975 年以雄性歐利亞吳郭魚與雌性尼羅吳郭魚雜

交育成之子代全為雄性魚苗，稱為單雄性吳郭魚（圖 2-12）。嗣因民間業者之尼羅吳郭魚可能純度有問題，僅少部分種魚能產生全單雄性魚。在單雄性吳郭魚未能大量繁殖推廣前，為解決雌魚產卵之困擾，乃利用生殖突起（泄殖孔）之差異而以人工挑選雄魚，而達到單雄性養殖目的。所幸，水產試驗所淡水繁養殖研究中心多年來對引種、保種及育種的努力，已有多種純度高且可生產 100% 全雄性子代的品系。



圖 2-12 單雄性吳郭魚

10. 紅色吳郭魚 (*Oreochromis* spp.)

紅色吳郭魚泛指體色為紅色、桃紅色、橘紅色、褐色、黃色、金色及白色等的突變吳郭魚。全世界紅色吳郭魚品系，有些屬突變品系，有些則是突變種與原生種吳郭魚的雜交品系。1968 年，台灣南部地區發現桃紅色的莫三比克吳郭魚突變種，水產試驗所研究人員乃進行育種雜交研究，得到的雜交種稱為台灣紅色吳郭魚。最初生產的子代中，黑色苗約佔 70%，另外紅色系但有黑斑分布的魚苗約佔 30%（圖 2-13）。近年來，淡水繁養殖研究中心不斷地進行吳郭魚自交、雜交及回交等育種改良，目前已成功地

培育出鮮豔紅色且無黑斑或黑點的純紅吳郭魚（圖 2-14）。由於紅色吳郭魚的色澤近似赤鯨等海水鯛魚，且腹腔膜透明潔白與一般吳郭魚黑色的觀感絕然不同，這二個特徵使紅色吳郭魚有著高級海鮮的意含，因此，受到日本人士的喜愛而行情看漲。



圖 2-13 帶黑斑之紅色吳郭魚



圖 2-14 純紅之紅色吳郭魚

(二) 魚苗繁殖

吳郭魚適溫範圍為 20–30℃，水溫在 20℃ 以上才有產卵活動，因此台灣吳郭魚產卵期約在 3–11 月，盛期為 4–9 月，其魚苗繁殖過程如下：

1. 繁殖池

繁殖池面積通常在 0.1–1 公頃為宜，在繁殖前 1 個月，一般在每年的 2 月初，即行排乾池水、毒殺雜魚、撒布石灰、曝曬池

土至乾裂狀，再行注水 10—20 cm 並投放雞糞，每坪約投放雞糞 0.5—1 kg，任其乾涸。如時間許可，則施肥、注水、曬乾等工作可重覆 2—3 次，種魚放養前 1 星期即行注水 30 cm，視水中之動植物浮游生物開始大量繁殖時，才再注入地下水使水深保持在 40—60 cm 左右，即可放養種魚。繁殖期間水深不可超過 1 m 以上，否則會影響種魚產卵且會因操作不便而影響魚苗捕獲率。

2. 種魚放養

水溫 20℃ 以上時即可撈捕種魚，選取肥滿度高、體型大、體色鮮豔、品種純度高之雌雄種魚，按 3：1 雌雄比率放養，每公頃最適放養量為 12,000—20,000 尾左右（雄性種魚 3,000—5,000 尾，雌性種魚 9,000—15,000 尾），捕撈種魚時，水溫不可低於 20℃ 以下，否則種魚因捕撈、運搬所受之外傷容易感染水生菌而導致死亡。放養前 1 天就需注水以穩定水質，而放養時間應在上午 11 點以前完成，以防午後高水溫對魚的傷害更為嚴重。

3. 仔魚捕撈

種魚放養 2—3 星期後，如產卵環境適宜，早晨即可在池岸邊發現仔魚群游於水面，此時可由 2 人下池網捕或單人用手抄網在岸邊捕撈亦可。捕獲之仔魚如暫貯水桶內，因容積有限且水質易惡化而發生缺氧。故改採用鐵架外加尼龍細網，再用塑膠管框在鐵架外，使鐵架半浮於水面上並將鐵框以繩索繫於捕撈者身上，如此，魚苗框就可隨著捕撈者移動，在作業上更為方便。此外，這種方法不但裝貯量多且水質不會變壞或缺氧，仔魚更不會因過度擁擠受傷而導致大量死亡之情事發生（圖 2-15）。

4. 仔魚培育

仔魚養成池不宜太大，通常以 0.1—0.5 公頃為宜，如養殖池面積太大，一次放養量無法於短期內捕獲，況且管理、投飼、捕獲出售等工作均極不便。養成池水深以 40—60 cm 為宜，但池岸邊則需保持 20 cm 以上之水位，防止水鳥捕食仔魚。一般而言，仔魚育成率高低與作水良否關係甚為密切，因



圖 2-15 捕撈吳郭魚仔魚

仔魚口小，游動力弱且其消化器官及消化酵素均較成魚為差，故直接投餵飼料極易造成意外損失。因此，仔魚完全要靠作水來養成。至於作水的方法，請參閱前面繁殖池乙節。養殖池水色應保持淺綠色，養殖期間每天必須注意水色變化，倘若水色呈黃褐色或紅褐色則表示動物浮游生物太多，容易因缺氧而泛池。水色濃綠時，則表示植物性浮游生物含量過高，其 pH 值呈鹼性，仔魚會受影響。故水色不佳時必須更換池水，惟池水更換太勤，則池水透明度高，池底容易產生青苔（絲藻），影響仔魚活動甚而將之縛死。仔魚養成期間除注意水色、水質外，並須每天酌投人工飼料，其投飼量多少，則依水色、魚苗成長情形而定，但以少量多餐為原則，每天最少應潑洒飼料 2—3 次為宜。放養量則依魚苗養成大小而定，通常欲養成體長 2 cm 左右之吳郭魚苗，則每 0.1 公頃約可放 0.8—1 cm 左右仔魚 7—10 萬尾，養殖 3—4 星期即可達到放養體型（圖 2-16）。



圖 2-16 吳郭魚仔魚蓄養網

5. 魚苗捕獲及運搬

魚苗係以高密度養殖方式養成，因此捕獲前 1 日應停止投飼，並在早上進行分區圍捕，以避免魚苗過度擁擠造成體表受傷而死。如長途搬運者，必須在 1 星期前，每隔 2—3 日以網片圍捕仔魚再放回原池，如此

操練後，可促使魚苗耐於長途搬運。捕獲之魚苗應在水泥池蓄養，如蓄養超過 3 天以上時，必須酌予投飼人工飼料，藉而補充體力以便長途搬運。魚苗包裝時，可在水中添加少許表列合法的磺胺劑、呋喃劑或抗生素以預防魚體擦傷而感染細菌。如水溫超過 25℃ 以上時，最好能在魚苗袋內添加少許冰塊，惟冰塊必須用塑膠袋裝妥，以防止直接凍傷魚苗且可延長冰塊融解時間，藉而降低水溫減緩魚體代謝，不但可保持水質清潔，更可節省氧氣之消耗及魚體擦傷，降低運搬途中的死亡率（圖 2-17）。



圖 2-17 魚苗搬運前之包裝

（三）成魚養殖

目前吳郭魚養殖分為魚苗直接養成及魚苗養至中型魚再行分養並以人工選取雄魚養成等二種方式，其養殖方法可分半集約式養殖、集約式養殖及箱網養殖等。

1. 魚苗放養

同批魚苗群中可分大、中、小型苗等三種，如以成長率、換肉率及雄性所佔百分比等來比較，均以大型苗為優，中型苗次之，小型苗最差且雌性所佔比率亦最高。在經濟

觀點上，養殖大型苗、中型苗較為有利可圖，而小型苗則必需淘汰。至於放養量，則須視養殖型態及注水量而定，通常止水式混合養殖，每坪放養量不超過 7 尾，倘若每日能更換池水 1 次，也就是 1 日 1 次循環水時，則每坪放養量可達 50 尾。

2. 飼料

一般魚苗採用天然餌料，然而天然餌料數量雖多，但僅能供仔魚短期飼養之用，且對於中型苗以上之個體僅能供作點心而已，無法達到飽食狀態，所以必須投予人工飼料，始能在短期內育成上市體型出售。另人工飼料對池魚的增肉係數，則又以動物性蛋白質較植物性蛋白質為高，況且飼料費用在養殖成本上所佔比例高達 40—60%，為使人工飼料能完全供池魚索食利用並減少養殖成本支出，其投飼技術必需按照“四定”的原則，即在每日固定時間、地點投予同質且適量之飼料，則魚苗不但可在短時間內達到馴餌的目的，而且可以提高餌料效率，促進成長進而確保魚苗品質。

3. 養殖管理

吳郭魚雖然對惡劣環境之適應力特別強，但水中含氮量超過 1.0 ppm 以上時，會使魚體血液中含氧量降低七分之一。又水中含有 1.0 ppm 硫化氫時，則會導致池魚死亡。一般溶氧需保持 5—6 ppm，低於 3 ppm 時應及時灌注新水或開動水車，以防浮頭。水中 pH 值以維持 7—8.5 為宜。養殖水溫超過 38℃ 吳郭魚會因黏液分泌過多致死，而水溫在 10℃ 以下，又會因凍傷而感染黴菌致死。

鑑於養殖管理之重要，茲分別就不同養殖方式，介紹其池塘管理方法如下：

(1) 止水式半集約養殖

利用大型貯水池或農田灌溉用池埤養殖，需視池魚成長情形酌予投餵人工補助飼料，此種養殖方式在仔魚養成期間，因魚體小所佔魚池面積不大，且攝餌後之排泄量少，池底有機質沈積亦少，水質尚能保持穩定狀態。但養殖 2—3 個月以後，池魚因長大，排泄量增加，如再有殘餌淤積則池底有機質極易腐敗，消耗水中溶氧且產生硫化氫、一氧化碳、氨等有害物質，結果使得池魚索餌率降低，易發生病害，甚而引起泛池。為防止意外損失，其放養量不可過高，每公頃以 15,000 尾為宜。投餌不可過量以防止池魚過度飽食及殘餌污染池底。當白天水溫高時應開動水車，使池水呈流動狀態以促進池魚消化及加速池底有機質分解，晚上亦應整晚開動水車藉以增加溶氧，防止泛池發生。如中間測定發現有上市體型者，即行間捕出售，其未達上市體型者則必須實施分養，以降低池中收容量並促使池魚繼續成長。在水源不足的魚池，除利用循環水外，並應勤於分養、清池、曬池，如此不但可促進池魚成長且可改善水質與底質。

台灣北部桃園地區大多利用灌溉池埤以半集約方式養殖吳郭魚，茲以具有多年養殖經驗且卓然有成的葉姓業者其所經營面積 22 公頃的最大一口池塘為範例來作說明，通常在每年 4 月起放養體型 60—150 g 之幼魚每公頃約 30,000 尾，並酌量放養草魚、鰱魚及鯉魚做為控制水質生態之用（表

2-2)。養殖期間注意管控水質、定期施用合法藥物以預防池魚罹病，同時，以自動投餌機投餵適量優質人工飼料（圖 2-18）。養殖 6—10 個月，其間進行多次間捕體型達 800—1,500 g 以上者，每公頃總收成量約在 20—30 公噸之間。



圖 2-18 池埤養殖及自動投餌裝置

(2) 集約式養殖

集約式養殖就是在小面積內放養多數魚類並投予人工飼料，以期在短時間內收成出售。由於無法利用有機肥培育浮游生物來養魚，所以必須完全利用人工飼料來飼育池魚成長。在池魚多、排泄多的情況下，池底的殘積物與池水之懸浮物質亦相對提高，所以在魚池興建時，必須將池底建成漏斗型而

在池底排水，另注水口必須與池壁成 15 度角，分成四面注水使池水成旋轉狀態，不但可使池魚有逆流機會藉而促進消化，增加食慾外，更可使殘積物集中於池底排水口由溢水管自動溢出池外。養殖用水之水源如係使用地下水則必須經過曝氣，否則在大量注水情況下，易因地下水含有其他不利養魚之鐵、鈣質等過量存積，而導致池魚發生病變死亡。因此如能將溢出之水再度引入淨化池，經沈澱、過濾、曝氣後再行混合地下水使用，不但可節省電力、水源且池水有適量之老水，水質較穩定而有利於池魚成長（圖 2-19）。



圖 2-19 集約式養殖

表 2-2 吳郭魚大型灌溉池埤養殖範例（單位：公頃）

放養魚種	放 養		收 成		
	體型	尾數	體型(kg)	尾數	產量(kg)
吳 郭 魚	150 g	30,000	0.6	9,900	5,900
			1.2	19,800	23,760
大 頭 鰱	10-15 cm	600	4.0	590	2,360
草 魚	10-15 cm	1,000	3.0	990	2,970
青 魚	1,000 g	400	4.0	390	1,560
鯉 魚	5 cm	1,500	1.2	1,420	1,700

目前台灣集約式吳郭魚養殖可分為下列三個階段：(1)仔魚培育：由每尾 0.1 g 養殖 1 個月到每尾 1.0 g。(2)魚苗培養：由每尾 1 g 養殖 1 個月到達每尾 20 g。(3)養成：繼續養殖 4 個月由每尾 20 g 養至 600 g 上市出售。放養密度以每尾 20 g 為例，平均每公頃養 40,000 尾。

(3) 箱網養殖

箱網養殖係在水庫或大型貯水池內，選擇風平浪靜，水流良好之處，設置箱網放養魚類養成之。箱網養殖面積雖有限，但其四周水域廣泛，不但水質清淨、溶氧充足、且無殘餌、底泥、廢水等污染現象發生，故育成之魚類不但品質佳且無臭土味，較受消費者喜愛。此外，利用箱網養殖，母魚所產的卵，會由網孔沉到池底，母魚無法含入口中孵化，因此，可以避免魚池因多產所造成魚群密布的現象而提升養殖效益。惟養成時必須完全依靠人工飼料投予，始能促進魚類之成長。因箱網四周及底部全用尼龍網編製，為防止飼料散失，其投予方式，必須以少量多次為原則，每日最少須投飼 3—4 次以上，又養殖 1 個月以後，箱網會長青苔阻緩水流暢通，此時必須加以清洗或換網，或是放養專吃青苔之魚類（鞭尾鼠）。如在箱網內水面上安裝同一方向噴水管（噴氣管）4 支於四面網框上，噴水或噴氣時可使網內水面呈旋轉狀態則可將網內水擠向網外，同時青苔會向網外生長而不致影響網內外水流之暢通，池魚排泄物亦會很快地被沖出網外，棲息網內之魚類更因水面旋轉所產生之流

速，而促進食慾並加速消化，其成長自然良好。此現象尤以高水溫期益加顯著。以規格 100 m³ 的箱網為例，可放養 10,000 尾，飼養 5 個月即可達上市體型每尾 500 g 以上，其收成量約 5 公噸。如果 1 年養成 2 次，則年收成量可達 10 公噸（圖 2-20）。



圖 2-20 箱網養殖

(4) 病害防控

為了順應食品衛生安全及可溯性生產模式的世界潮流，當前政府乃積極推動優良水產養殖場、產銷履歷以及 HACCP 等認證規範。為了符合上述規範，優良養殖場必需具備良好的養殖環境、妥善的養殖管理、正確的使用飼料與合法藥物等條件。由於預防勝於治療的觀念對於養殖魚類更為貼切，因此，前述的條件，便成為達成病害防控的不二法門。話雖如此，仍然難免有偶發性魚病事件，如一旦發生，則一方面應就近洽當地縣市政府動植物防疫所協助處理；另方面如發現病、死魚，應予立即清除，否則會成為病害的傳染媒介。此外，池底是病原體的溫床，也應徹底做好消毒殺菌工作，以免傳播散布病原體。一般較常見的吳郭魚立克次氏體、鏈球菌及葡萄球菌所引發的病症，大都與魚池環

境有關，因此，維持良好的養殖環境對病害防控而言尤其重要。

(5) 間捕出售

吳郭魚國內的上市體型為 500—600 g 以上，而國外市場則要求 1,000 g 以上的較大體型，因此放養後必須勤於分養，並盡量以相同體型同池養殖為宜。大型魚養成時，放養量應酌予降低，否則在固定單位面積產量的情況下，將會因放養量過多而限制池魚成長。另外，在達到上市體型之成魚應儘可能間捕出售，如此不但可降低池塘收容量，且可促進中型魚之成長，及底泥分解與水質改善，並可帶動資金循環利用（圖 2-21）。惟每年必須清池一次，除達上市之成魚需全部出售外，剩餘之小型魚亦應淘汰出售，不宜留作次年繼續養殖用，以免因成長不佳而徒增養殖成本。



圖 2-21 間捕出售

(四) 經營成本分析

根據台灣經濟研究院生物科技產業研究中心的報告，近 5 年台灣鯛單位面積產量從 2003 年每公頃約 20,100 kg 增加到 2007 年的 25,300 kg，提高約 26%。而產值則由每公頃 68.8 萬元增加到 96.7 萬元。

至於成本方面，則以飼料（含肥料）費居高，佔 53%，依次為工資（人事費）13%、魚苗費 9%、水電油料費 5%，及其他 20%（含藥品、租金等）（圖 2-22），其資料顯示經營成本這幾年來增加約 39%，而折舊費增加 56%，其中 2005—2007 年平均每公頃收益約 14 萬元（表 2-3）。

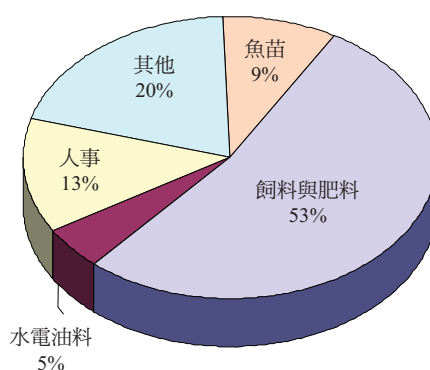


圖 2-22 2007 年台灣鯛經營成本（朱等，2009）

表 2-3 近 5 年台灣鯛單位面積養殖收益（單位：公斤/公頃，萬元/公頃）

項 目	2003	2004	2005	2006	2007
生 產 量	20,090	23,070	30,490	28,060	25,310
生 產 值	68.8	63.8	82.7	40.8	86.7
經營成本	57.8	62.3	66.8	73.2	80.6
毛 利	11.0	1.4	15.9	17.6	16.1
折 舊	1.6	1.6	1.9	2.4	2.5
淨 損 益	9.4	-0.2	14.0	15.1	13.6

資料來源：朱等（2009）

三、選種、育種與保種

有鑑於台灣吳郭魚產業的重要性，行政院農業委員會乃選定優質化的吳郭魚為四大旗艦農產品，並以台灣鯛之名積極拓展外銷。水產試驗所也因此為了更有效的落實吳郭魚的品種改良，乃於 1998 年起規劃國家水產生物種原庫，2003 年完成淡水水產生物種原庫之細部設計，而於 2004 年 7 月在淡水繁養殖研究中心動工，2006 年 3 月完工啟用，以便執行吳郭魚的選種、育種及保種工作（圖 2-23）。



圖 2-23 淡水水產生物種原庫之保種溫室

(一) 選種與品種鑑定

1. 選種

由國外引進之吳郭魚在養殖、保種前必須進行篩選，以選擇優良品系培育。選種的方法：(1)外型－包括體型、色澤與該原種吳郭魚明顯的外部特徵皆為重要的篩選條件。(2)健康狀態－選擇活力佳、經檢疫無疾病之魚體。(3)性成熟－對於準備繁殖之種魚，選擇性腺發育良好者。

2. 品種鑑定

吳郭魚的種類多且彼此之間容易進行雜交，在其選種、育種及保種過程中，必

須注意種別之正確性，以免親緣混淆，影響種原保存工作及試驗結果。為達到此目的，首先要能夠判別各個品種及其雜交種。其基本方法為從魚體外觀做形態形質 (morphometrics) (如體長、體高、眼徑等) 及計數形質 (meristics) (如鰭條數及鱗片數等) 的測量、紀錄與比較，進一步地從染色體、蛋白質電泳甚至 DNA 生物技術等層面做分析。

本所淡水繁養殖研究中心的吳郭魚種原保存體系所建立的品種鑑定方法如下：

- (1) 外部形態分析：對不同品種之吳郭魚外部特徵及體色以活體拍照，用數位相機建立數位彩色影像圖檔，供形態鑑定參考。
- (2) 外部形質分析：對不同品種之吳郭魚做形態形質及計數形質的測量、紀錄與比較（圖 2-24）。

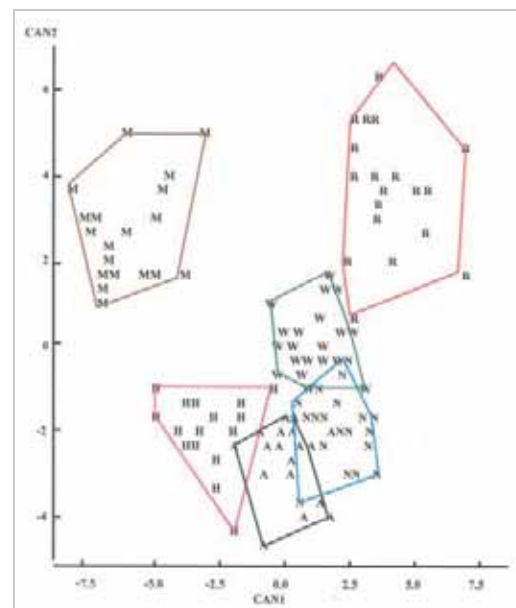


圖 2-24 吳郭魚外部形質分布圖。N: 尼羅魚、A: 歐利亞、H: 賀諾奴、M: 莫三比克、R: 紅色、W: 白色

- (3) 染色體數分析：計算並統計各種吳郭魚的染色體數量範圍 (圖 2-25)。
- (4) 同功酶 (allozyme) 電泳分析：從蛋白質層面，比較各種吳郭魚的同功酶例如肝酯酶、肌酯酶、血清酯酶或眼球酯酶之電泳圖 (圖 2-26)。

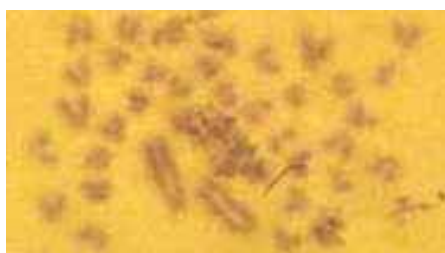


圖 2-25 紅色吳郭魚染色體

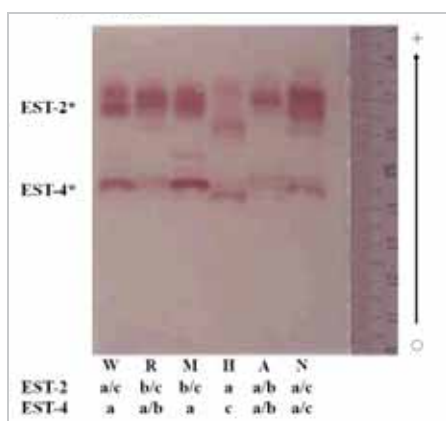


圖 2-26 六種吳郭魚肝酯酶電泳圖。N: 尼羅魚、A: 歐利亞、H: 賀諾奴、M: 莫三比克、R: 紅色、W: 白色

- (5) 粒線體去氧核糖核酸 (mtDNA) 之限制酶切割圖譜：將各種吳郭魚的粒線體全長，分別用特定限制酶切割，從其切割的片段數量及大小鑑別之 (圖 2-27)。
- (6) 隨機增幅多型性去氧核糖核酸 (RAPD)：應用隨機引子對吳郭魚增幅大量的 DNA 片段，不同品種之吳郭魚

可能所增幅到之片段會產生多型性的差異，甚至呈現種別差異性的標記，可藉以分辨不同品種或品系 (圖 2-28)。

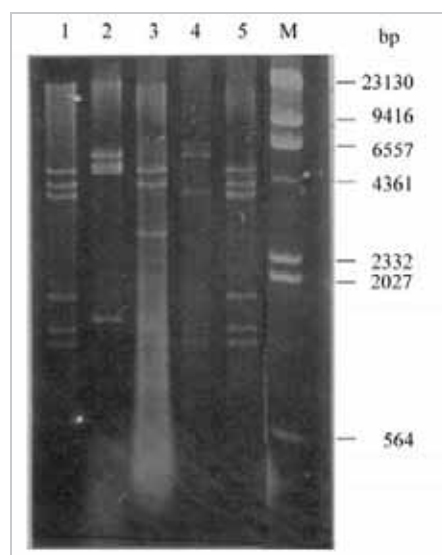


圖 2-27 *Ava* I 限制酶切割之粒線體 DNA 片段。1: 尼羅魚、2: 歐利亞、3: 莫三比克、4: 賀諾奴、5: 紅色吳郭魚(黑色子代) 及 M: λ /HindIII DNA 分子量標記

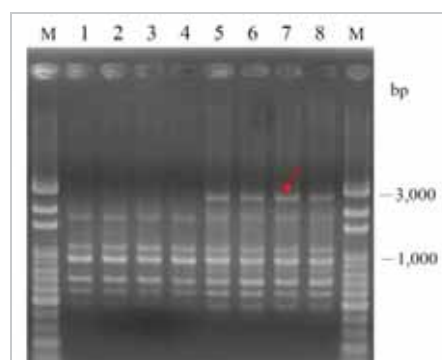


圖 2-28 應用 RAPD 鑑別紅色吳郭魚品系，OPA07 隨機引子。1-4: C03r、5-8: C07r 箭頭指示特異性電泳帶、M: 100bp DNA 分子量標記

- (7) 聚合酶連鎖反應－限制酶切割片段多型性 (PCR-RFLP)：對吳郭魚增幅大量的 DNA 特定片段 (例如粒線體 DNA

D-loop 片段)，不同品種之吳郭魚用相同限制酶切割時，可能會因切割片段之數量或大小之不同，而產生多型性現象，藉以分辨不同之品種或品系（圖 2-29）。另外，本中心已陸續將所增幅紅色吳郭魚、尼羅吳郭魚及歐利亞吳郭魚等之粒線體 DNA D-loop 片段核苷酸序列登錄於美國 NCBI 網站。

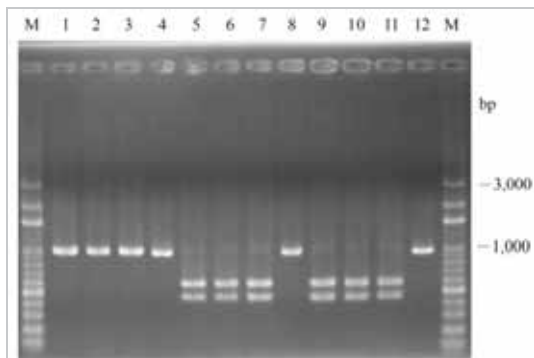


圖 2-29 增幅之紅色吳郭魚粒線體 DNA D-loop 片段以限制酶 *Msp* I 切割。1-4: C03r、5-8: C07r、9-12: A07r、4, 8, 12: 未切割對照組、M: 100 bp DNA 分子量標記

(二) 雜交育種

吳郭魚之育種，依照維持純度、成長、體型或體色等不同目的或需求分成自交、正交、反交、回交或雜交（包括品系間之雜交或種間雜交）等原則。人工養殖族群小，在選育過程無法避免近親交配，從而產生近交衰退（inbreeding depression）現象，而品系間或種間雜交則可以減緩近交衰退，甚至產生雜交優勢（heterosis）。選擇育種（selective breeding）中之集體選擇（mass selection）是吳郭魚育種的主要方式。

1. 育種重點工作

(1) 繁殖

每年春季（約 4—5 月）挑選所需的各類吳郭魚種魚分別於繁殖池進行原種配對、雜交配對；必要時進行人工繁殖。

(2) 種苗培育

將孵化仔魚蓄養在種苗池，以人工飼料進行一般保種培育與雜交試驗培育。

(3) 中間育成

將稚魚移入養成池，投餵人工飼料，以進行成長比較實驗。

2. 品種改良與優質品系

為了改良品種，水試所研究人員乃不斷進行吳郭魚的雜交試驗，以期得到成長較快、體型較大及單雄性等優質品系。

(1) 福壽魚

雌性莫三比克吳郭魚與雄性尼羅吳郭魚雜交子代俗稱福壽魚或改良種吳郭魚，1969 年由水產試驗所鹿港分所（現改名淡水繁養殖研究中心）研究員郭河先生育種成功，具有成長快、體型大的優點。

(2) 單雄性吳郭魚

雌性尼羅吳郭魚與雄性歐利亞吳郭魚雜交子代俗稱單雄性吳郭魚，1975 年雜交成功，除了成長速度快、體型大外，沒有一般吳郭魚養殖上早熟且多產的缺點，避免養殖密度過高而造成成長停滯及餌料浪費之現象，而且雄吳郭魚的成長速率約為雌魚的 2 倍，所以，單雄性吳郭魚更能受到養殖業者歡迎，是最主要的養殖品種，台灣吳郭魚養殖從此進入商業化的大量生產。

(3) 紅色吳郭魚

1968 年，水產試驗所研究人員以桃紅

色莫三比克吳郭魚突變種與尼羅吳郭魚進行雜交育種，其子代中，有黑斑分布之紅色魚苗（圖 2-30）約佔 30%以下，其它則為黑色魚苗。紅色吳郭魚的體色與「黑斑、黑點」(blotch) 的遺傳機制尚未清楚，其育種所遭遇之常見問題是無法純系繁殖 (breed true)，亦即：外表均為純紅 (pure red) 的親代，所繁殖的子代並非全部是純紅。必須不斷地篩選純紅色種魚，進行子代間的養成、篩選及配對，以增加同質基因結合的機率，純化紅色品系。初期之色澤並不穩定，會出現紅色、桃紅色、橘紅色、褐色、黃色、金色及白色等不同子代，夾帶面積大小不等之黑斑。經過數年之選擇育種，於 1977 年，體表為紅色之魚苗數量不但比率提升為 80%，且其色彩也比較清新亮麗，同時黑斑顯著減少（圖 2-31）；至 1986 年，黑斑多半集中在腹部，而且已有一些純紅色魚苗出現。多年來，由莫三比克與尼羅魚雜交而來的紅色吳郭魚除了被選種、繁殖外，也分別與賀諾奴、歐利亞及尼羅魚等吳郭魚進行雜交之育種改良試驗。目前已可育成子代大部分是純紅色的品系（圖 2-32），有些個體在魚苗期為純紅色，成長後會出現少數黑點；也有些個體從小就有少數黑點。

(4) 快速成長品系吳郭魚

本所淡水繁養殖研究中心在 2002 年引進新的尼羅吳郭魚品系，經過 3 年選育後，挑選體型大、成長快的成魚和原保存的純系歐利亞吳郭魚等進行雜交育種試驗。結果顯示此新育成的雜交子代為 100%



圖 2-30 帶黑斑之紅色吳郭魚



圖 2-31 黑斑較少之紅色吳郭魚



圖 2-32 純紅之紅色吳郭魚

雄性，證明了淡水繁養殖研究中心多年來的保種工作極為成功，才能保存純度極高的品系。另外，在體重、體長、全長、體高、頭高及體寬方面，都顯著地比坊間養殖品系佳。一般坊間品系養殖 1 年 3、4 個月才可達上市體型，新品系只要 1 年即可，能有效降低生產成本，提昇產業競爭力，是極適合做為推廣養殖的優質品系（圖 2-33）。



圖 2-33 快速成長之單雄性吳郭魚

(三) 保種原則

理想的吳郭魚性狀，包括：體型大、生長快速、飼料係數低、取肉率高、肉質良好、抗寒性高及抗病力強等。吳郭魚很容易雜交，導致遺傳性狀改變或降低，為了維持理想的遺傳性狀，必須對某些優良原種或雜交種進行嚴密的保存。一般魚類（如鯉科魚類）的產卵量大，動輒數十萬粒，仔稚魚的數量也大，從中選出性狀最理想的個體 0.1—1%，加以保存即可。吳郭魚成熟

種魚的產卵量很少超過二千粒，本中心從每一代魚群中選出性狀最理想的個體，也就是金字塔頂端的 5—10% 作為保存對象，每個保種池保存之個體數量在 25—50 對間，以維持遺傳有效族群數量及基因庫規模，儘量避免或降低近親交配現象的發生。

保種方式包括活體保種及遺傳物質保種。

1. 活體保種

每年秋季越冬前（約 10—11 月）自養成池篩選健康情形良好，體型大、成長快、體高較高、身體厚度及肥滿度佳等遺傳性狀優良之吳郭魚個體，蓄養到保種池（圖 2-34）。

2. 遺傳物質保種

收集並純化原種及重要雜交品系之吳郭魚 DNA，置於超低溫冷凍櫃保存，以長期保存其遺傳物質及協助相關試驗之進行。



圖 2-34 吳郭魚保種池

四、展望

因國內消費市場有限及消費者偏好海水魚的改變，致使吳郭魚價格長久以來一直低落且欲振乏力，惟近年來在產業界積極努力下，已開拓國外市場，尤以美國更是台灣吳郭魚最主要的進口國家。據報導，美國 1999 年自世界各國進口各式吳郭魚總量高達 37,575 公噸（約 8,190 萬美元），而台灣是最大的供應國，約佔總進口量的 66.44%，以及總進口值的 48.3%。

吳郭魚在美國市場開發的初期，僅限於活魚的方式在東方商店或餐廳販售。之後，因價格合理平穩，貨源穩定、口味符合消費需求加上媒體正面廣泛的報導等因素，發展至今，吳郭魚及其調製品已堂而皇之的攻佔西餐廳、海產專店以及海鮮店櫃檯的活魚水槽內，預料這種後來居上的「水產雞肉」不久便可與其他魚類如：鯰魚、鱒魚及鮭魚等養殖魚類分庭抗禮。加之，近年來鱈魚資源日益枯竭，吳郭魚便成為「白肉魚」的最佳替代品，因而使吳郭魚變成世界上僅次於鮭魚及蝦類的重要養殖魚種。

由此可見，吳郭魚養殖的第二春，顯然已展露曙光呈現一片美好遠景。有鑑於此，行政院農業委員會乃將優質化的改良吳郭魚定名為「台灣鯛」(Taiwan Tilapia)，並選定為四大外銷旗艦農產品之一，使台灣成為全球第二大出口國，然而，吳郭魚在台灣的生產成本遠較中國與越南等國高，此現象對台灣在國際市場的競爭上極為不利。此外，台灣原先獨佔的美國市場已逐漸被中國、厄瓜多爾及哥斯大黎加等國家瓜分。由資料顯示，2008 年美國自世界各國進口吳郭魚總量高達 18 萬公噸，其中自中國進口 11.9 萬公噸，約佔 66.4%，自台灣進口 1.9 萬公噸，約佔 10.3%，雖分別名列第 1 及第 2 位，但台灣較之 1999 年的 66.4% 顯然大幅驟減，不但被中國迎頭趕上且遙遙領先。因此，降低生產成本以及生產優質吳郭魚品系以建立品牌商標，乃是當前發展吳郭魚事業的首重工作。再者，如何改善國人對吳郭魚原抱持之低級魚成見，以穩固內銷市場以及如何開發除了美國之外的國際市場：歐洲、中東地區等，亦是確保產業永續經營的必要途徑。



參考文獻

- 朱鴻鈞、陳葦芋、陳政忻 (2009) 台灣鯛產業概況及趨勢。動物與水產生技，19: 16-23。
- 江福松 (2000) 吳郭魚外銷市場亮麗，大陸漸成競爭對手。漁業推廣，170: 18-27。
- 余廷基 (1978) 吳郭魚單性養殖。農牧旬刊，41(9): 95-97。
- 余廷基 (1980) 吳郭魚養殖。台灣農家要覽-漁業，2241-2252。
- 李健全 (1979) 吳郭魚單性養殖之理論及實際。中國水產，322: 11-13。
- 張湧泉、陳榮華 (2005) 紅色吳郭魚品系的育種。水試專訊，11: 10-11。
- 張湧泉、陳榮華、張格銓、劉富光 (2008) RAPD 及 PCR-RFLP 生物技術應用在台灣紅色吳郭魚之選擇育種研究，水產研究，16(1): 29-37。
- 郭河 (1970) 吳郭魚類雜交育種及飼養試驗。臺灣農業，6(2): 64-73。
- 郭河 (1973) 福壽魚(改良種吳郭魚)之養殖。漁牧科學，1(4): 42-69。
- 郭河 (1979) 紅吳郭魚研究開發記實。漁友，2(6): 35-38。
- 郭河、蔡添財 (1984) 紅色吳郭魚育種改良研究：紅色吳郭魚什交種性狀變異之探討。臺灣省水產試驗所試驗報告，36: 55-67。
- 郭河 (1988) 吳郭魚養殖。魚病專輯-虱目魚、吳郭魚營養需求、疾病防治及飼料管理(蕭錫延、林崇興、林清龍、丁雲源、郭河編著)，台灣養豬科學研究所，41-78。
- 郭河、蔡添財 (1989) 紅色吳郭魚育種改良、紅色吳郭魚之什交育種及成長比較。臺灣省水產試驗所試驗報告，46: 171-184。
- 陳榮華、張湧泉、張格銓、劉富光 (2008) 吳郭魚雜交與自交系的成長比較—快速成長品系之研發。水產研究，16(2): 41-47。
- 劉富光 (1982) 吳郭魚生殖行為的觀察。中國水產，350: 21-23。
- 劉富光、劉嘉剛 (1982) 不同孵育方式對吳郭魚繁殖潛力的影響。臺灣省水產試驗所試驗報告，34: 187-195。
- 劉富光 (1995) 淡水魚養殖(二)吳郭魚。台灣農家要覽-漁業篇，129-138。
- 劉富光 (2007a) 近親交配與養殖育種(上)。水試專訊，17: 31-34。
- 劉富光 (2007b) 近親交配與養殖育種(下)。水試專訊，18: 12-15。
- 蔡添財 (1992) 台灣養殖吳郭魚品種之生化遺傳及形質的變異。國立台灣海洋大學水產養殖研究所碩士論文，61 pp。
- 蔡添財、陳榮華、余廷基、廖一久 (1997) 以粒線體去氧核糖核酸之限制酶切割圖譜鑑別台灣養殖之吳郭魚。水產研究，5(1): 1-10。
- 蔡添財 (2004) 穿上鮮艷亮麗彩衣的紅色吳郭魚。水試專訊，6: 34-35。
- 賴竹蘭、劉富光 (1993) 吳郭魚鹹水養殖。中國水產，484: 47-62。
- Garduño-Lugo, M., G. Muñoz-Córdova and M. Á. Olvera-Novoa (2004) Mass selection for red colour in *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758). Aquaculture research, 35: 340-344.
- Hussain, M. G. (1994) Genetics of body color

- inheritance in Thai and Egyptian red tilapia strains. *Asian Fisheries Science*, 7: 215-224.
- Liao, I C. and T. P. Chen (1983) Status and prospects of tilapia culture in Taiwan. In *Proceedings of the International Symposium on Tilapia in Aquaculture* (L. Fishelson and Z. Yaron eds.), Nazareth, Israel, 588-598.
- McAndrew, B. J., F. R. Roubal, R. J. Roberts, A. M. Bullock and I. M. McEwen (1988) The genetics and histology of red, blond and associated colour variants in *Oreochromis niloticus*. *Genetica.*, 76: 127-137.
- Wohlfarth, G. W., S. Rothbard, G. Hulata and D. Szweigman (1990) Inheritance of red body coloration in Taiwanese tilapias and in *Oreochromis mossambicus*. *Aquaculture*, 84: 219-234.



第三章 鰻魚

白志年、劉富光

淡水繁養殖研究中心

一、生物學特徵

(一) 分類、形態

鰻魚屬鰻鱺目 (Anguilliformes)，鰻鱺亞目 (Anguilloidei)，鰻鱺科 (Anguillidae)。依據肛門至背鰭前端基部距離 (a-d) 與全長 (l) 的百分比，可將鰻魚分為長鰭鰻及短鰭鰻兩型 (圖 3-1)，即 (a-d)/l 值在 7—17% 的鰻種屬長鰭鰻，(a-d)/l 值在 0.2—5% 的鰻種屬短鰭鰻。鰻魚的分類方法，除了根據 (a-d)/l 值，還有脊椎骨數、鰓條骨數、胸鰭條數、頭長及齒列狀等 (表 3-1)。本科全世界有 19 種，在亞洲地區大規模養殖的種類，主要為日本鰻 (*Anguilla japonica*)，俗稱白鰻，屬長鰭鰻。其特徵為身體細長呈圓柱形，無腹鰭，背鰭和臀鰭與尾鰭相連，尾鰭短而呈圓形，尾部稍側扁。鱗片細小而埋於皮下，側線明顯，體表光滑富黏液。魚體背部深灰綠或黑色，腹部白色，無斑紋 (圖 3-2)。

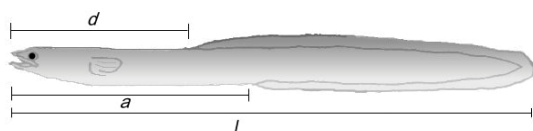


圖 3-1 鰻魚魚體部位量測圖(a：吻端至肛門長度；d：吻端至背鰭前端基部長度；l：體長)

表 3-1 不同種類鰻魚之 (a-d)/l 值及其脊椎骨數目

種 類	(a-d)/l	脊椎骨數	
		全脊椎骨	腹椎骨
<i>A. celebesensis</i>	9.0	101-107	38-41
<i>A. interioris</i>	13.0	104-107	39-42
<i>A. megastoma</i>	11.1	108-116	40-44
<i>A. ancestralis</i>	9.6	101-106	37-40
<i>A. nebulosa nebulosa</i>	11.8	106-112	39-42
<i>A. nebulosa labiata</i>	11.8	107-115	39-42
<i>A. marmorata</i>	16.3	100-110	39-43
<i>A. reinhardti</i>	10.8	104-110	41-44
<i>A. borneensis</i>	11.5	103-108	39-42
<i>A. mossambica</i>	14.6	100-106	39-42
<i>A. dieffenbachia</i>	11.1	109-116	42-46
<i>A. japonica</i>	9.2	112-119	42-45
<i>A. rostrata</i>	9.1	103-111	41-45
<i>A. anguilla</i>	11.2	110-119	44-47
<i>A. bicolor pacifica</i> *	0.2	103-111	41-45
<i>A. bicolor bicolor</i> *	0.8	106-115	41-45
<i>A. obscura</i> *	3.6	101-107	40-43
<i>A. australis schmidtii</i> *	1.2	108-115	44-48
<i>A. australis australis</i> *	2.6	109-116	44-48

有*標記者為短鰭鰻，無標記者為長鰭鰻



圖 3-2 日本鰻

(二) 生活史

鰻魚是在淡水中棲息成長，長成後會從溪流降海，並洄游至產卵場繁殖。鰻魚的產卵期據推測始於早春到夏季中期，其產卵和孵化是在水深 400—500 m 的水層，該水層溫度約在 16—17℃。鰻魚營一次性產卵，一尾雌鰻約產 700—1,300 萬粒卵，受精卵為浮性，卵徑約 1 毫米。孵化後之幼苗逐漸上升至表層並隨海流漂游，歷經柳葉鰻之變態過程，其後長成透明之鰻線，而到達沿海河口附近。透明鰻會潛入近岸的海底泥中、岩礁縫隙等地，並俟機溯河而上至淡水水域成長，待長大後，種鰻再降河入海進行交配繁殖後代的任務。

二、養殖史

台灣的鰻魚產業萌發於民國 40 年代，早在 1954 年水產試驗所先於竹北工作站進行養鰻試驗，1956 年再轉移到鹿港工作站繼續進行試驗，並於 1958 年試驗有成，而開始推廣鰻魚養殖，輔導業者利用天然鰻苗進行養成。台灣鰻魚的商業化養殖始自 1966 年，養殖面積約為 60 公頃。後來由於日本市場對鰻苗的需求，台灣鰻苗養成業者

獲利頗豐，乃引發民間對養鰻的興趣與投入。至 1972 年，養鰻面積已擴展至 1,125 公頃。至 1973 年，由於養殖技術之突破，單位面積生產量由每公頃的 6.5 公噸提高至 11.2 公噸，年產量由 6,900 公噸提升至 11,600 公噸，增加約 70%。直至 1980 年產量已超過 30,000 公噸，明顯供過於求，加上鰻魚價格低落，以致 1983 年初養鰻事業漸轉不佳。所幸，不久加工業界生產蒲燒鰻之輸出比例逐漸增加，對鰻魚的生產發揮了相當重要的調節功能，對鰻魚的價格也產生相當大的穩定作用。此時，養鰻面積亦逐漸增加，然為降低養殖成本，這些增設的養鰻池頗多是以土築堤的軟池。這種軟池養鰻頗適合水源缺乏的地區，經試養結果廣為業界肯定，並由各地農會推廣起來，而促使養鰻事業更加速發展。到 1985 年產量超過 40,000 公噸，其中 90% 以上以活鰻或加工鰻方式外銷日本。1988 年，養殖產量高達 51,000 公噸，產值約達新台幣 150 億元。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，可說是台灣養鰻業最繁盛時期。鰻魚產業由初期出口鰻苗到出口活成鰻，一直發展到今日以高價值的加工鰻出口，其間已創造多項傲人的成就，其年產值及外銷金額多年來更是高居單項水產品的前茅（圖 3-3、圖 3-4）。

三、養殖現況

台灣養鰻事業發展至今，在各方面均有專業之分工。其工作大致區分為專業捕鰻

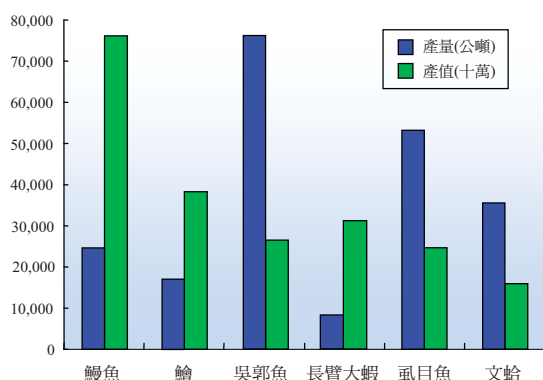


圖 3-3 2007 年台灣重要養殖水產品之產量及產值 (資料來源：漁業年報)

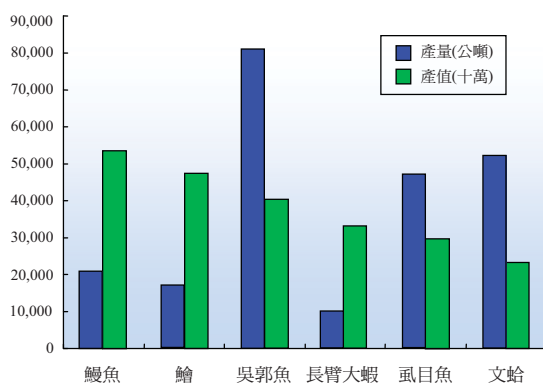


圖 3-4 2008 年台灣重要養殖水產品之產量及產值 (資料來源：漁業年報)

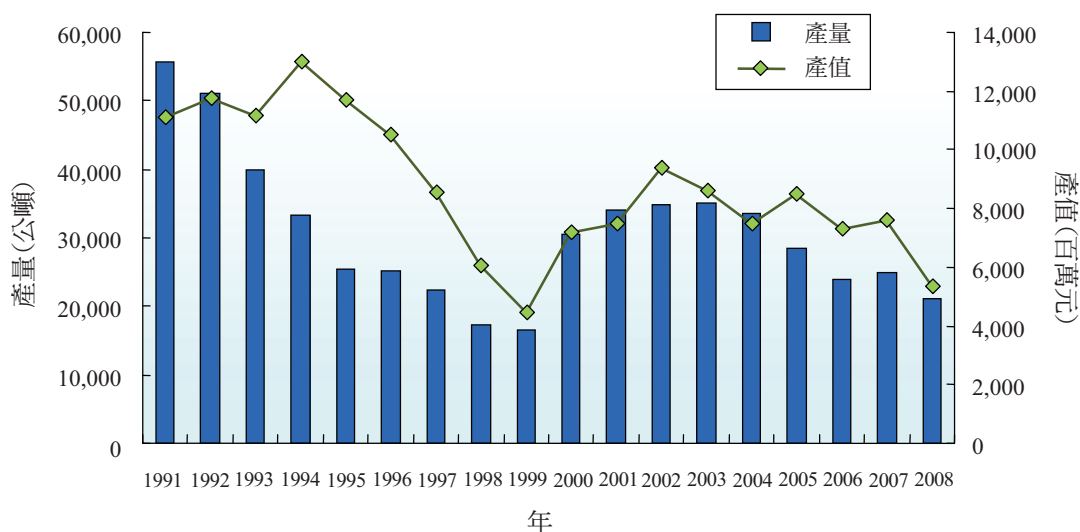


圖 3-5 1991-2008 年台灣養殖鰻魚之年產量與產值 (資料來源：漁業年報)

線、鰻線買賣、鰻線養至鰻苗、鰻苗養成以及成鰻買賣，甚至還有鰻魚加工業者。各司其職，分工合作，使整個養鰻事業更為專業化，在經營上也能節省人力及降低成本。更由於各界之共同努力與相關單位的輔導，使得台灣鰻魚產量與品質，多年來有著卓越的成就 (圖 3-5)。

2007 年台灣的鰻魚養殖面積約為 2,005.79 公頃，主要的養殖縣市依次為嘉義縣、彰化縣、雲林縣、高雄縣、台南縣及屏東縣。同年，鰻魚養殖生產量約為 24,822 公噸，主要生產縣市依次為嘉義縣、雲林縣、彰化縣、高雄縣、台南縣及屏東縣 (圖 3-6、圖 3-7)。而 2008 年鰻魚養殖面積約為 2,074.49 公頃，主要的養殖縣市與 2007 年相同。2008 年鰻魚養殖生產量約為 21,038 公噸，主要生產縣市則依次為雲林縣、嘉義縣、彰化縣、台南縣、高雄縣及屏東縣 (圖 3-8、圖 3-9)。

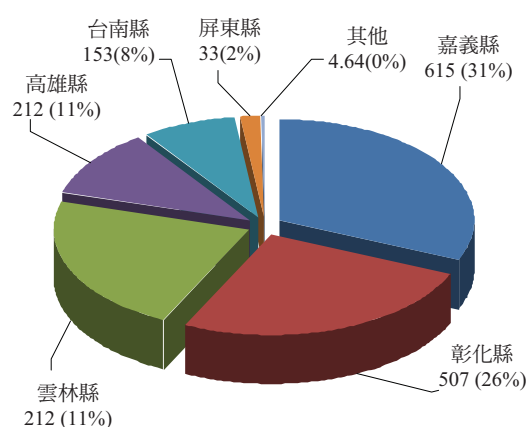


圖 3-6 2007 年台灣主要鰻魚生產縣市養殖面積及所佔比例 (單位：公頃)(資料來源：漁業年報)

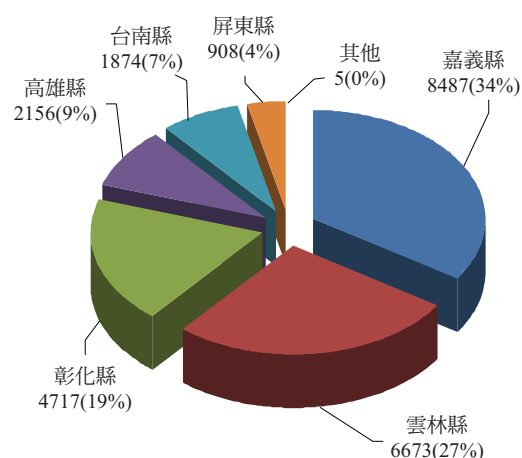


圖 3-7 2007 年台灣主要鰻魚生產縣市養殖生產量及所佔比例 (單位：公噸)(資料來源：漁業年報)

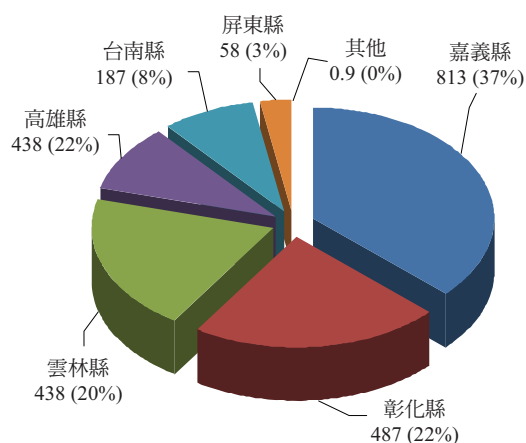


圖 3-8 2008 年台灣主要鰻魚生產縣市養殖面積及所佔比例 (單位：公頃)(資料來源：漁業年報)

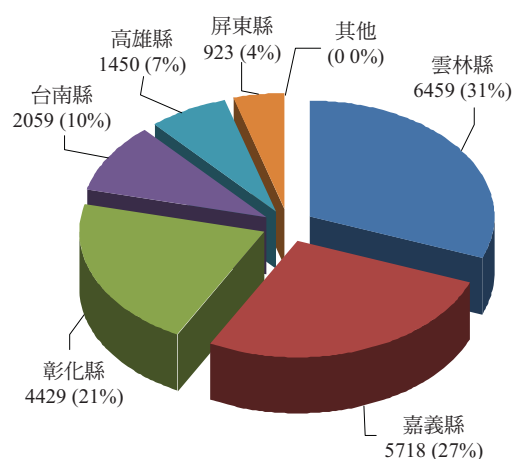


圖 3-9 2008 年台灣主要鰻魚生產縣市養殖生產量及所佔比例 (單位：公噸)(資料來源：漁業年報)

在鰻魚外銷日本的市場上，主要有活成鰻及加工鰻 2 種。在輸日活成鰻方面，以台灣及中國為最大宗，早期由於台灣生產鰻魚的品質優於中國，因此所佔的比例較多，以 2000 年為例，台灣與中國分別佔輸日總量的 92%及 8%。近幾年，因中國養鰻技術與

環境條件逐漸改善，使得雙方輸日的比例有明顯消長，以 2009 年為例，台灣與中國輸日比例分別為 44%及 56%(表 3-2)。在輸日加工鰻方面，由於中國的製作成本較低，因此一直佔有多數的比例 (表 3-3)。

表 3-2 近年來輸日活成鰻主要國家之數量及比例

年度	台灣		中國		韓國		馬來西亞	
	數量(公噸)	%	數量(公噸)	%	數量(公噸)	%	數量(公噸)	%
2000	13,230	92	1,113	8	0	0	9	0.1
2001	14,147	81	3,226	19	0	0	0	0
2002	19,399	93	1,485	7	0	0	0	0
2003	19,023	79	5,028	21	0	0	0	0
2004	16,381	62	10,205	38	9	0	0	0
2005	11,658	49	11,894	51	0	0	0	0
2006	8,546	42	11,687	58	2	0	0	0
2007	13,099	62	8,198	38	0	0	0	0
2008	6,374	40	9,506	60	2	0.01	0	0
2009	5,367	44	6,700	56	4	0.03	0	0

(資料來源：鰻魚基金會)

表 3-3 近年來輸日加工鰻主要國家之數量及比例

年度	台灣		中國		馬來西亞	
	數量(公噸)	%	數量(公噸)	%	數量(公噸)	%
2000	9,800	14	61,416	86	35	0.05
2001	6,340	9	62,957	91	64	0.1
2002	4,025	7	55,707	93	2	0.003
2003	1,965	5	40,299	95	0	0
2004	4,765	10	43,992	90	0	0
2005	1,880	6	30,448	94	0	0
2006	1,340	4	34,151	96	0	0
2007	2,022	6	33,412	94	0	0
2008	2,040	12	14,781	88	0	0
2009	676	3	19,784	97	0	0

(資料來源：鰻魚基金會)

四、養殖設施

(一) 養殖池

養鰻池依養殖種類及經營目的之不同，魚池之建築方式及面積亦有所不同，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。養鰻池以長方形為宜，注排水口應設於對角，以利池水流通。養成池依構築方式之不同，一般又可區分為硬池和軟池。主要養鰻池設施概述如下：

1. 硬池

池壁為磚塊或混凝土砌成，池塘面積約 0.1—0.3 公頃，池底為泥土，池水深約 1—1.5 m。池堤通常設有返板，以防鰻魚逃逸。另池底四周之池壁角落多鋪設水石或級配石，以強固池壁基礎，並具有防止鰻魚逃逸之功用。一般以集約式養殖為主，且依池塘大小及放養量，須安裝水車數部（圖 3-10）。



圖 3-10 養鰻池(硬池)

2. 軟池

池壁係由泥土堤岸所構成，養鰻業者常會鋪設塑膠網或塑膠布以強固堤岸土壤的結構，避免受雨水或池水所沖刷。軟池面積一般約在 0.5—0.8 公頃，池底為泥土，水深約 2—3 m 左右。通常以半集約式養殖為主，故池中水車數量相對減少（圖 3-11）。



圖 3-11 養鰻池(軟池)

3. 蓄養池

養鰻場通常需準備數口蓄養池，以應鰻魚蓄養之用。蓄養池一般約為 8—10 m² 的長方形水泥池，主要做為養殖期間鰻魚分養或出售前蓄養所需。鰻魚在蓄養池之時間通常很短，但密度高，故需採大量流水及曝氣方式蓄養，所以池子的水源與打氣必須充足，水路必須順暢，且防逃措施需完善（圖 3-12）。不管養殖池的構造及其功能為何，其共同的條件就是不漏水、注排水順暢、管理容易，且要能防止鰻魚逃逸及捕撈便利。



圖 3-12 蓄養池

(二) 水路

養鰻通常會抽取地下水，當作魚池水源。剛抽取的地下水因溶氧量低，並可能含有鐵質，因此須利用曝氣的方式來改善。一般可將地下水抽到地面蓄水塔（圖 3-13），再利用露天階梯方式曝氣，並將水流引到鰻池的注水溝。鰻池的注水溝通常以明溝方式構築在周邊的池堤上，其目的乃為增加養殖用水與空氣的接觸面，以增加溶氧並揮發或沉澱有害物質（圖 3-14）。



圖 3-13 養鰻池之地面蓄水塔



圖 3-14 鰻池進水溝

(三) 飼料台

養鰻場為方便投餵練餌，通常會在靠近池堤之水面上方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 3-15）。



圖 3-15 飼料台

五、池塘的整備工作

養鰻過程中，從鰻苗到成鰻須經過多次的篩選與放養，故對池塘的使用情況應妥善規劃，且在清池與放養之際，亦應依池塘狀況實施完善的整備，如此不但對養殖管理有所幫助，更是確保鰻魚健康品質的必要條件。池塘整備之主要工作包含清除污泥、消毒、曬池及做水等項目，茲概述如下：

(一) 清除底泥

魚池經過一段養殖時間後，池底常會沉積很多污泥。池塘底泥除泥土外還包含殘餌、魚類排泄物、浮游生物屍骸等。其富含有機物質、含氮廢物及硫化物等，易產生有害物質且為病菌孳生的溫床，如堆積太多會使底質惡化，影響魚類生長。因此，如池塘累積過多的污泥，可在清池後利用抽水機抽水沖刷，不過污泥雖然可由排水口或水門排出，惟考量將來排水路堆積太多污泥，會影響排水，所以最好能另外以抽泥機，將污泥抽至預定堆積地點（圖 3-16）。



圖 3-16 魚池底泥沖刷

(二) 消毒

消毒的目的主要是為殺死殘留在池底

的寄生蟲、黴菌、細菌及蟲卵、孢子等病原體。常見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、池壁及角落，石灰並具有中和池底酸性的功能。撒布石灰後，池塘應經 1—2 星期的曝曬，以達較完全的消毒目的（圖 3-17）。



圖 3-17 撒布石灰

若池魚曾嚴重罹病，則最好以 100—200 ppm 漂白粉，或池塘注水 20—30 cm，按池面積每 300 坪投放 20 kg 之比率，將漂白粉均勻灑布池中，並以水車充分攪拌，浸泡 2—3 日後排乾池水。因為漂白水之毒性很大，所以當池中有養殖物時，千萬不可使用。

(三) 曬池

曬池在整個池塘整備中可謂是最重要的一項工作，池塘經過充分的曝曬後，不但可達消毒殺菌的效果，並能活化底質，提高池塘的生產力。曝曬的時間至少 1—2 星期，最好能達 3—4 星期。

曬池的作用，一來是利用乾涸的環境及強烈的日光，來殺滅存在池底的寄生蟲、細

菌、蟲卵等有害病原。二來是利用光、熱及與空氣接觸的機會，來使池底的有機物質氧化分解成無機物。因此，即使是秋、冬至初春寒冷及季風強烈的季節，亦可達曬池的效果。此外，為提高曬池的效果，除了池塘要完全乾涸外，最好池底泥土要曬到龜裂，若是能將底土翻耕再曝曬，則效果更好（圖 3-18）。



圖 3-18 曬池

六、鰻線養殖

台灣養鰻所需之鰻苗，均是從沿岸採捕鰻線馴養成鰻苗後，提供養殖業者放養。鰻線採捕時間大概在每年 12 月至翌年 2、3 月，此時期於台灣各地的河川出海口或河口附近沿岸均會出現鰻線。鰻線捕撈業者即利用此時期進行捕撈，其採捕漁法依地區而異，如宜蘭地區多使用扒網，基隆地區以手抄網為多，台北沿岸則常見拖網或推網，彰化地區則以定置網最常見（圖 3-19）。鰻線之捕獲常因不同年度、地區或捕撈時期而豐歉難定，以致價格波動頗大，並直接影響養鰻成本。



圖 3-19 彰化地區捕捉鰻線的定置網

剛捕獲之鰻線長度約在 5—6 cm，體型呈長條透明狀，故又稱『玻璃鰻』(圖 3-20)，在產期通常於氣溫寒冷的大潮夜晚捕獲量較多。捕獲之鰻線經鰻線買賣業者收購後，再售予鰻線養殖業者進行馴餌，並養殖至鰻苗後再行出售給鰻魚養殖業者養成。



圖 3-20 鰻線

鰻線馴餌池一般採長方形之硬池，池子面積約在 10 坪以下，底部鋪砂。另為保溫及遮光，須於池頂搭棚，上鋪黑色塑膠網及透明塑膠布，僅留一投餌孔。由於鰻線性嗜

動物性餌料，故馴餌初期最好投予生鮮絲蚯蚓，即將經過洗清之絲蚯蚓投放於投餌籃，籃子上方裝置一 100 瓦電燈，並全天候保持小量注水，以誘集鰻線靠近攝餌。一開始最好將投餌籃沉放到池底，待鰻線習慣攝餌後，再將投餌籃逐漸提高至水面給餌。當大部分鰻線聚集攝食後，再將幼鰻粉狀飼料以 1:10 比例混合絲蚯蚓飼養，隨著攝食量增加，再逐漸增加粉狀飼料之混合比例，直到完全以粉狀飼料投飼為止。但須注意的是，以絲蚯蚓馴餌易發生病菌或寄生蟲感染，而影響鰻線的成長與活存率。因此，絲蚯蚓須先經流水充分蓄養，以洗淨體表並促其排除體內之污物，如此可降低鰻線罹病的機率。

鰻線成長過程容易發生體型參差不齊現象，通常在其成長至 1000 尾/kg 前即應實施分養，將較大體型鰻苗移放養成池，讓較小體型鰻線繼續成長。分養次數宜多次實施，藉以促進成長與提高活存率。

七、鰻魚養成

幼鰻池放養幼鰻體型約 500 尾/kg，飼養一個半月後可達 300 尾/kg 的體型，此時可進行大小篩選及分養，較大體型者再繼續飼養約一個半月，可達 100–150 尾/kg。通常鰻苗長至 100 尾/kg 時即可放養至養成池，一般硬池每公頃放養量約在 10–20 萬尾，軟池放養密度較低約在 5–10 萬尾/公頃（圖 3-21）。

鰻苗的初期飼料以粉狀人工配合飼料為宜，待其習慣攝食人工飼料後，可繼續以粉狀飼料養成，或改以浮性粒狀飼料養成。鰻魚養殖除了要注意放養密度外，平常管理更要注意投與良質而適量的飼料、勤於分養、加強水質管理及注意鰻魚品質，茲將相關事項說明如后：

（一）飼料投與

飼料投飼是否得當，不但影響飼料效率，且會影響水質的變化，甚至對鰻魚之健康亦有直接的影響，所以切不可疏忽。目前鰻魚人工配合飼料主要有粉狀飼料及粒狀浮性飼料二種：

1. 粉狀飼料

每天投飼時，依池鰻總重一定比率之粉狀飼料，加水攪拌成練餌投餵。惟鰻魚攝餌之強弱，常受氣候、水溫、水質及健康狀況等因素影響，故投餌量應依實際情況隨時調整。調製粉狀飼料費工費時、飼料容易散失、易污染水質等，是使用粉狀飼料常見的問題。然投餵粉狀飼料易於添加魚油，易於保持水色，以其育成之鰻魚在風味及肉質上，頗受消費者喜愛，故部分業者仍樂於使用粉狀飼料。



圖 3-21 鰻魚分養的情形

2. 粒狀浮性飼料

使用浮性飼料有：(1)使用方便，節省勞力。(2)減少飼料之溶失，提高飼料效率，且對水質的污染程度少。(3)投飼面廣，鰻魚可均勻攝食，養成鰻魚體型差異較小等特點。惟以浮性飼料育成鰻魚之風味及肉質，常為日本貿易商所詬病。因此，加強改善浮性飼料之品質或飼育末期改餵粉狀飼料，不啻是改善鰻魚品質的對策。

投餌量的適當與否，影響養鰻成效甚鉅。如投餌過量不但浪費飼料，且會污染水質，造成鰻魚的緊迫。反之，投餌不足則會使鰻魚成長不佳，且易造成體型參差不齊的現象。通常鰻線至鰻苗每日之適切投餌量約為其總重的 6—8%，且隨著鰻魚之成長而逐漸減少其比例，至成鰻時約降至 2.8—3%，唯投餌量應參照當時的氣候、水質、前一日之攝餌情形等因素隨時調整，一般在 20 分鐘內攝完為佳。

(二) 水質管理

藻類是養殖池中溶氧的主要來源，因此不管是硬池或軟池，均需做好水色，一般池水的透明度約維持在 20 cm 左右即可。鰻魚池之水色通常為綠色，若一夕之間轉清且鰻魚有浮頭現象，表示動物性浮游生物如輪蟲、水蚤等大量繁生，攝盡植物性浮游生物所致。此時可以地特松殺滅，或在水車後裝設收集浮游生物的布斗網收集之。若藻類繁殖過盛，一般可以換水方式改善，若水源缺乏的地區，可以滅藻劑來降低藻類濃度，但須注意切勿使用含有重金屬成分之滅藻劑，以免造成殘留問題。

為增加鰻池的溶氧量（尤其是夜間到清晨）與確保水質的穩定，應使用水車以達強制池水曝氣，並帶動水流使上下水層的溶氧與溫度能均勻分布。

一般鰻池水質之酸鹼值以中性到弱鹼性較為理想，但在藻類濃度高的魚池，白天日照充足時，因行光合作用會使所測得酸鹼值偏高，夜間因呼吸作用又會使所測得酸鹼值偏低。此乃正常現象，表示池中藻類繁殖良好。因此，最好比較每天固定時間的酸鹼值，如發現有明顯下降，即應早日處理，以免水質惡化。

(三) 品質管理

1. 改善環境防止異味之發生

當魚池水源缺乏、放養過密、殘餌過多、底質老化及池水過肥等因素綜合累積，則易引起會產生異味之藍綠藻和放線菌的大量繁殖。而當池鰻吸收了會引起異味的藻類或放線菌並蓄積在體內時，則會產生臭土味。

為防止池鰻產生臭土味，首要方法是改善魚池的環境，避免因池鰻排泄物與殘餌長時間的沉積，使池塘過度優養化，導致藻、菌大量繁生。因此鰻池應在適當地點裝設污泥排放管道，同時配合清池之機會進一步清除底泥、消毒、曝曬或輪休，以加強底質之氧化，改善養殖環境。

2. 鰻魚之外觀顏色

以外銷鰻而言，一般消費者偏愛外觀稍呈藍色之鰻魚，對於褐色之鰻魚，則普遍認為品質不佳。造成鰻魚呈褐色之原因尚待探討，惟下述管理方式當可盡量避免：

- (1) 鰻魚飼養期間過久易出現褐色鰻，因此應注意加強分養，以促進鰻魚成長，並早日出清池鰻為宜。
 - (2) 一般養鰻池水質呈弱鹼性，若蓄養池使用的地下水酸鹼度過低，在蓄養池待售之鰻魚受到水質變化之影響，易使皮膚由藍轉褐。因此，地下水之酸鹼值若過低，宜混合鰻池水後，再注入蓄養池。
 - (3) 供外銷之鰻魚除色澤外，並須具備皮膚柔軟、肉質細嫩、具鰻魚獨特之風味等條件。為達此要求品質，應注意事項包括：(a)一般鰻尾、老鰻的皮膚都較為堅硬，因此鰻魚飼養期間勿拖長，以免皮膚變硬。(b)飼料中油脂之添加量亦會影響鰻魚皮膚之柔軟度，一般對幼鰻而言，夏天為投餌量的 5%，冬天為 3%；對成鰻而言，夏天為投餌量的 7%，冬天為 5%。此外，飼料中添加適量的油脂，可提高鰻魚肌肉中脂肪含量，可增加肉質的細嫩度及風味。
3. 遵守用藥規範，防止藥物殘留

造成藥物殘留的原因，主要是不當使用藥物或未遵守停藥期之規定。其影響所致，不但破壞外銷信譽且危害消費者之健康，養殖業者切不可輕忽。為防止藥物殘留，應注意事項包括：(1)遵守動物用藥品使用規範，不使用禁藥或未經許可之藥品。(2)在魚病防治過程中，盡量選擇高效、低毒、低殘留的藥劑。(3)使用合格有信譽之飼料，避免因飼料污染或添加藥品引發之藥物殘留。(4)出售前應注意停藥期，並依規定採樣送驗。

八、成本分析

養鰻成本的構成，視其養殖規模、設備環境、養殖型式、種苗價錢、飼料以及管理方式等條件而有所差異，通常養鰻經營之投資成本，可分為間接成本及直接成本。間接成本係指設備投資費，主要項目包括魚池、地下水井、抽水機、水車、飼料攪拌機、水電設施及發電機等，這些設備的投資金額係隨養殖場規模的大小而定。而直接成本則指與養殖直接有關之項目，主要包括鰻苗費、飼料費、人事費、電力費、租池費及其他費用等，茲概述如下：

(一) 鰻苗費

早期台灣養殖鰻魚尚未打開外銷日本市場前，種苗供過於求，價錢低微。所以種苗費的支出，對於養鰻成本可說微不足道。後來由於日本對鰻苗的需求，加上台灣養鰻事業的發展，使得鰻苗的需求與日俱增，更由於鰻苗的產量豐歉難定，以致價格年年波動震盪。使得鰻苗費用對養鰻成本而言，佔有相當大的比例。若以生產 5 尾/kg 的鰻魚而言，如養成率 80%，則生產 1 kg 鰻魚約需鰻苗 6.25 尾，每尾鰻苗以 20 元來算，則約需 125 元的鰻苗費。

(二) 飼料費

目前養鰻已大部分改用粉狀或浮性人工飼料，據業者表示浮性飼料之餌料係數一般為 1.3—1.8 之間，而粉狀飼料則為 1.5—2.0 之間。由表 3-4 可知，雖然浮性飼料的單價比粉狀飼料高，但因浮性飼料的效率較佳，故計算鰻魚每增重 1 kg 的飼料成本，

兩者則相差無幾。

表 3-4 養鰻飼料之成本分析

飼料種類	餌料係數	單價 (元/kg)	飼料成本 (元/kg)
浮性飼料	1.3-1.8	55	71.5-99
粉狀飼料	1.5-2.0	45	67.5-90

(三) 人事費

台灣鰻魚養殖場普遍屬家庭式經營，平時由家族成員負責飼養管理，待要分養或收成時，再雇用臨時工進行捕撈等工作。因此，人事費一般區分管理人員之薪資及臨時雇工之費用。以每公頃管理人員 1 人，月支 3 萬，年支 13 個月，協助家工年支 13 個月半薪計算，共需支付新台幣 585,000 元/年。另，每公頃每年臨時雇工以 20 人次，每 1 人次 800 元計算，則需支付臨時雇工費 16,000 元/年。以每公頃養鰻池年產量 12 公噸來計算，則生產 1 kg 鰻魚的人事成本約為 50 元。

(四) 電力費

鰻魚養殖場主要的用電設施包括水車、深水馬達、飼料攪拌機、抽水機及照明設備等。一般而言，池塘型式、放養密度、管理方式等因素均會影響用電量的多寡。若以每公頃每年電費 15 萬元計，則生產 1 kg 鰻魚的電力成本約為 12.5 元。

(五) 租池費

一般養殖場如為自有魚塭，則很少將養殖池併入養殖成本計算，而是列在經營前對養殖場投資的「期初投資成本」，其投資金

額端視場區大小、魚池結構及周邊設備之不同，而有所差異。另外，魚池如為向外租借使用者，通常會將租池費併入養鰻成本計算，以致造成其養鰻成本比自有經營者還高的情況。租池費用依據養殖場之地點、魚池構造及周邊設備等之不同，而有極大差異。若每公頃每年魚池租金以 10 萬元計，則生產 1 kg 鰻魚的租池成本約為 8.3 元。

(六) 其他成本

養鰻經營除上述幾項固定成本支出外，尚有許多未能詳計之器具、材料、藥品、養護費用及雜項支出等。此等費用和經營者的管理方式有密切的關聯，一般而言，其支出金額佔養殖成本比例並不大。若每公頃每年以 4 萬元計，則生產 1 kg 鰻魚的成本約為 3.3 元。

九、展望

我國鰻魚產業發展至今不論鰻苗之豐歉、放養之多寡、成鰻之收穫及鰻魚之品質等，都與東亞四國之鰻魚產業息息相關。過去我國外銷鰻魚之品質頗受日本消費者所肯定，但在大環境的競爭下，市場與售價一直處於不穩定的狀態。盱衡我國養鰻事業目前所面臨的問題包括：(1)鰻苗供應不穩定，價格變動幅度大，導致生產成本偏高。(2)水土資源超限使用引起地層下陷，增加社會成本之負擔。(3)國際的強大競爭壓力。(4)國內外市場開拓不易。(5)產品之安全衛生與品質監控隱藏潛在危機。

有關鰻苗供應的問題，宜儘速確立人工

繁殖育苗技術以及持續執行種鰻放流，以增加天然鰻苗資源。然而提供優良品質及衛生健康的鰻魚，才是掌握市場、提高售價的主要籌碼，且直接或間接影響到外銷競爭力與國內市場的開發。因此，在此呼籲養鰻業者應注重池塘的環境、適當的放養密度、勤於分養、使用良質的飼料與適量的投餌，並確實遵守用藥規範，以生產優良品質的鰻魚為目標。此外，面對國際競爭的壓力，業者應改變過去單打獨鬥的本位主義，轉而建立群策群力的團隊經營理念。即整個產業不管是養殖生產、加工包裝乃至檢驗銷售，自始至終均需納入整體管理的模式，並實施證照制度，建立優良品質商標。

參考文獻

- 余廷基 (1993) 提昇鰻魚品質之方法。鰻魚產銷問題研討會專輯，55-64。
- 余廷基 (1995) 日本鰻傳統硬池養殖之管理。農委會漁業特刊第五十二號，23-41。
- 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。
- 邱景雲 (1993) 提昇鰻魚飼料品質之可行性。鰻魚產銷問題研討會專輯，74-85。
- 秦宗顯 (2006) 鰻魚養殖之藥物危害與殘留標準。鰻魚養殖之健康管理，水產試驗所特刊第 8 號，129-141。
- 郭仁杰、何雲達 (1997) 台灣七星鱸養殖之經濟分析。水產研究，5(2): 167-170。
- 郭河 (1970) 養鰻。台灣省水產試驗所。
- 郭河 (1994) 養鰻透視。水產出版社。
- 陳一鳴 (1995) 日本鰻傳統軟池養殖之管理。農委會漁業特刊第五十二號，43-52。
- 陳瑤湖、余廷基 (1993) 降低鰻魚生產成本之方法。鰻魚產銷問題研討會專輯，65-73。
- 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，台灣省政府教育廳。
- 黃世鈴 (2006) 鰻魚養殖要點及池塘清理消毒。鰻魚養殖之健康管理，水產試驗所特刊第 8 號，113-128。
- 劉富光 (2006) 臺灣鰻魚養殖的過去、現況與展望。鰻魚養殖之健康管理，水產試驗所特刊第 8 號，7-12。
- 賴仲義 (2005) 淡水養殖(四)鰻魚。台灣農家要覽-漁業篇，179-184。



第四章 鯰魚、塘蝨魚

董聰彥、劉富光

淡水繁養殖研究中心

一、生物學特徵

(一) 分類、形態

1. 鯰魚 (*Silurus asotus*) (圖 4-1)

體延長，前部粗圓，後部側扁。頭部略扁，腹部以後較側扁。吻寬短而圓鈍。眼小，上側位，為皮膜覆蓋，眼間隔寬平。口大，上位，斜裂至眼睛中部的下方，下頷長而略為上翹。唇薄，口角唇褶發達。在幼魚時，有 3 對鬚，即上頷 1 對，下頷 2 對；至成魚時，上頷 1 對，下頷鬚退化成 1 對。體無鱗，皮膚光滑。

側線平直，沿體側中部略近背面處伸達尾基。黏液孔發達，成行排列於側線上方。背鰭短小，具 4 - 5 軟條。無脂鰭。臀鰭長，後方與尾鰭略相連，具 67 - 85 條軟條。胸鰭圓扇形，14 條軟條。腹鰭小，具有 12 - 14 條軟條，鰓耙數 9 - 11。尾鰭呈截形。體暗灰色或灰黃色，體背側灰黑色，腹側灰白色。體側具有不規則的灰色雲狀斑紋，其體背側的花斑會隨著水體的清濁程度，而有明顯的改變。

2. 塘蝨魚 (*Clarias fuscus*) (圖 4-2)

體延長，頭部平斜，背鰭前漸平扁，背鰭後漸側扁；頭部大而平扁，後部側扁，頭背及兩側具骨板。吻寬而短，口為橫開且



圖 4-1 鯰魚 (趙士龍攝影)



圖 4-2 塘蝨魚 (趙士龍攝影)

闊，口下位，兩顎生有細齒。上頷較突出。鬚四對，鼻鬚與頰鬚各一對，較短；上下頷鬚各一對，較長。前鼻孔為一根短管，後鼻孔則為裂縫狀體裸露無鱗，皮膚光滑，富有黏液；側線平直，沿體側中部而伸達尾基。背鰭基部長，具軟條 55 - 63；臀鰭與背鰭同形，其軟條 39 - 46，不與尾鰭相連；胸鰭小，具 1 硬棘 6 - 9 軟條，硬棘內緣呈鋸齒狀。體色常隨棲息環境、年齡而異，背部體色有黃褐色或灰黑色，腹部略灰白色；體側另具 8 - 10 條由 5 - 6 個細小白點排列之橫斑，腹側則有 2 - 3 條小白點的縱斑。

(二) 地理分布

在台灣有不少魚類具有鬚鬚，以鯰形目 (Siluriformes) 最為突出，英名為 Catfish，在淡水魚類中僅次於鯉目 (Cypriniformes) 魚類之外種類最多的淡水魚。目前全球已知的鯰形目魚類約有 31 科 2,211 種左右，主要分布在世界各地的溫帶或亞熱帶的水域，其中大部分的種類，分布在南美洲和非洲等地，而台灣本土鯰形目有 6 科 16 種，其中常見且具養殖經濟價值的有台灣鯰魚與塘蝨魚。自宜蘭、台北沿西部至南部及花東兩地各河川、水庫及池塘中均有蹤跡。

(三) 生活史、自然生態

1. 鯰魚

屬初級淡水魚，底棲性魚種。棲息於河流、溝渠、湖沼與稻田等具泥質地水生植物較多之水體中。夜行性，白天喜歡在草叢或石縫洞穴中停留，夜間才進入淺水區覓食，能長期間離水，遷移能力強。卵有黏性，黏附在水生植物或石頭上發育。性兇猛而貪食，肉食性，食性廣，以捕食蝦類、小型魚類以及其它無脊椎動物為主，也攝食腐敗的動物。

2. 塘蝨魚

塘蝨魚屬初級性淡水魚原係野生魚類，分布於台灣各地水草茂盛的河川、水庫、池塘及茭白筍田等水體中，多以養殖為主，野生族群甚少，為暖水域底棲魚類。棲息於河川下游、田野、坑塘、溝渠等處。性喜成群，貪食，主要攝食動物性餌料，如昆蟲、小雜魚、蝦、貝類等屬肉食性魚類。多在夜間活動和取食，白天則潛入水底或洞穴

中。其生命力強，可以直接呼吸空氣，能長期間離水。人工飼養後，亦能在白天攝食，並可攝食部分植物性飼料。塘蝨魚適應能力強。雄魚會築巢與護幼之行為，卵有黏性，黏附在水生植物或石頭上發育。

二、養殖史

鯰魚、塘蝨魚於農田的灌溉溝渠之中，不難發現其蹤跡，台灣本土種“土殺”、鯰魚肉質細緻精實，是鄉間常見及食用的魚種。在 1970 年 9 月陸續完成鯰魚、塘蝨魚的人工繁殖，1971 年確立大量繁殖技術，並推廣至民間養殖業者，促使鯰魚、塘蝨魚進入繁、養殖盛況。

養殖期間，因為台灣本土種塘蝨魚與泰國種塘蝨魚 (*C. batrachus*) 雜交成功，其子代背部呈黑灰色，之後與非洲塘蝨魚 (*C. mossambicus* 又稱非洲大花鯰) 再雜交育種，其子代背部亦呈黑灰色，經業者飼養之後曾造成養殖風潮，養殖面積、年產量及產值 (含鯰魚) 於 2000 年達最高峰 (2,312 公噸)，其後即有逐年降低的現象。

三、養殖現況

塘蝨魚為全球最被廣泛消費的九種水產養植物種之一，在 1997 年全球的產量為 238,000 公噸，從 1987—1997 年，每年產量的成長率為 3.4% (表 4-1)。

塘蝨魚飼料轉換率好，是全球未來追求養殖極具潛力之優良魚種。理由是以人工配

合飼料餵養 10 種最普遍的養殖魚種，平均每生產 1 kg 的養殖魚肉，就要消費 1.9 kg 的野生魚肉，只有虱目魚、塘蝨魚及鯉科魚類，使用較少的魚肉 (0.75) 能生產較多的魚肉 (飼料轉換率好)。

鯰魚、塘蝨魚養殖地遍及台灣北部之埤圳池塘及中南部地區，宜蘭、雲林、嘉義、高雄、屏東、台東地區已成為主要產地。台灣的塘蝨魚養殖能藉由中盤商直接銷往店家藥膳“土殺”攤，屬於特殊銷售管道，歷年來提供民眾豐富的蛋白質，功不可沒，但是因在台灣魚市場銷售量少，故漁業年報未納入統計。鯰魚養殖面積、年產量及產值歷年來漁業署統計資料如表 4-2。

四、養殖環境

(一) 養殖池構造

1. 降低生產成本、增加生產量之設置條件

鯰魚、塘蝨魚屬於台灣傳統市場普受歡迎的魚類，因而能作為部分養殖業者之主要養殖魚種。鯰魚、塘蝨魚具有養殖管理容易、活存率高、生產量高的優點。養殖的設施多為簡單的土池及注、排水設施，因為鯰魚、塘蝨魚特殊的呼吸器官，為了不增加生產成本，故多不另外增加增氧設施，如能利用溝渠、水圳的水是比較容易調整池水為淺綠色透明度維持在 20—40 cm 之間，能增加生產量。為了降低生產成本，魚塢如為土池則池壁應加厚，池底鋪砂礫或黏質土。

2. 提高生產量、活存率設施

注、排水口處要安裝欄魚柵或網袋，防止養殖魚由注、排口處逃逸。防止塘蝨魚、鯰魚在池塘鑽洞或藉雨水沿池壁流入池內時，以逆水、鑽洞及雀躍式逃逸，故池壁須防滲漏，而且應高於池水面約 0.6 m 以上，

表 4-1 全球最被廣泛消費的九種養殖物種之年產量與產值

物 種	1997 年產量 (千公噸)	1987-1997 年產量 成長率(%)	1997 年產值 (百萬美元)
鯉 魚	2,237	7.6	2,709
草 魚	2,662	15.9	2,444
白 鰱	3,146	7.8	2,917
吳 郭 魚	742	18.0	885
塘 蝨 魚	238	3.4	372
大 西 洋 鮭 魚	639	22.4	2,113
虱 目 魚	393	1.7	697
草 蝦	490	10.6	3,501
太 平 洋 牡 蠣 *	2,968	9.5	3,164

* 產量包括殼重(不去殼之總重量)；資料來源：Naylor, R. L. et al., 2000

表 4-2 1991-2008 年台灣養殖鯰魚之面積、年產量與產值

年代	面積(公頃)	產量(公噸)	產值(仟元)
1991	5.28	49	2,599
1992	45.15	72	3,092
1993	23.99	797	82,858
1994	29.55	933	95,077
1995	36.06	663	45,746
1996	27.58	283	32,052
1997	30.34	196	10,834
1998	32.52	178	9,894
1999	45.96	169	8,797
2000	277.53	2,312	137,439
2001	241.75	1,734	73,593
2002	81.66	1,054	29,964
2003	89.47	1,026	41,002
2004	61.22	526	38,709
2005	60.17	307	17,170
2006	31.86	344	15,195
2007	198.38	5,414	148,591
2008	78.33	1,649	46,214

資料來源：漁業年報

池壁上沿需有防逃型凸起物，例如砌磚塊等設施。一般養殖池常有的現象，例如同時鳥站立於池邊吃魚；從空中進入水中、水面抓魚；老鼠用尾巴釣起池魚後咬食；蛇容易沿電線等棒狀物進入池中，吃魚苗、稚魚等因素，都會影響生產量。

3. 池塘面積

鯰魚、塘蝨魚養殖池水體量越大時，其自淨能力越強，越容易維持水質恆定，故池塘面積大小至少在 0.3—1 公頃之間，於魚苗期水深約 90—120 cm，成魚期水深約 150—180 cm。

4. 整池及分養

由於鯰魚、塘蝨魚本身在成長期中，會有大小殘食現象，此會影響到活存率，一般活存率約在 70—80%，因此，較理想的放養方法應該是，每個月都要進行分養的動作，故魚池應設計為，池底高於排水溝之的措施，如此，比較不會滲出地下水，可容易排乾池水，以方便日後進行整池、曬池等工作，因而能增加活存率，同時徹底執行將體型相近的鯰魚、塘蝨魚放入同一池中以能達到增加生產量的目的。

(二) 水質管理

水質管理工作要點包括水溫、溶氧、pH 值、透明度、氨態氮、亞硝酸鹽、硫化氫等

因子，從事鯰魚及塘蝨魚養殖者，或許會因為其養殖容易，而忽略其重要性，現在就各項因子簡述如下：

1. 水溫

水溫直接影響魚類的代謝強度，從而影響魚類的攝食和生長。一般在適溫範圍內，隨著溫度的升高，魚類的代謝相應加強，攝食量增加，生長速度也快。各種魚類都有自身生長的適溫範圍和最適宜的溫度範圍。

鯰魚、塘蝨魚與一般魚類一樣屬變溫動物，水溫在 10℃ 以下時大都處於冬眠狀態，當水溫在 15℃ 以上時即進入正常生長階段，生活的適溫為 25—30℃，控制好生長季節的養殖管理，是提高養殖產量和效益的重要措施。

2. 溶氧

當水中的溶氧量充足時，魚攝食旺盛，消化率高，生長快。當水中的溶氧量過少時，魚的正常活動就會受到影響，嚴重缺氧時可引起魚的死亡。一般水產養殖之養魚池的水體每升的溶氧不得低於 3 mg/L，當養殖池之豐富的浮游性動植物大量增殖，促使透明度偏低於 10 cm，溶氧低於 0.8 mg/L 時，鯰魚及塘蝨魚與其它魚類一樣產生所謂浮頭現象，而不同於其它魚類的是鯰魚及塘蝨魚會利用迅速探出池水面，藉利用打水的動作以增加用鰓進行氣體交換的功能，因此，其比它種養殖魚類更能忍受臨界溶氧約 0.8 mg/L 之肥、污水環境，但是長時間生活在此環境，其生長會受到抑制，而且容易被大量繁衍之病菌所感染。因此混養草魚、鯽魚、搭配蜆池養殖、積極換水，都是不錯的

對策。

3. pH 值

鯰魚、塘蝨魚要在一定的 pH 值下才能正常生存與生長。適合魚類的 pH 值為 6—9，最適宜的 pH 值為 7—8.5，pH 值的安全範圍為 5—9.5。pH 值低於 6 表示水質不好，會對魚類的生長起抑制作用，降低養魚生產量。鯰魚、塘蝨魚在 pH 值低於 5.5 的酸性水中生活，容易感染傳染性魚病，即使不缺氧，魚也會感覺呼吸困難，發生浮頭，降低餌料的消化率，生長緩慢。當 pH 值小於 4 或大於 10.2 時，鯰魚、塘蝨魚產生大量黏液同時很快會死亡。

4. 透明度

一般說來，肥水的透明度在 20—40 cm 之間，水中浮游生物量較豐，有利於鯽魚、鱮魚等魚類的生長。透明度大於 40 cm，表明養殖池水較瘦，浮游生物量較少。一般也可以根據透明度的大小，約略可推測養殖池中的溶氧、pH 值，故鯰魚、塘蝨魚養殖池一般維持透明度 20—40 cm 之間為宜。

5. 氨態氮

水生動物代謝終產物一般是以氨的狀態排出，鯰魚、塘蝨魚也是如此。水生生物和魚類排泄的氨被大量養殖池水稀釋，同時硝化細菌將其轉化為硝酸鹽，因此池水中的氨不會對魚類帶來多大影響。但在缺氧的情況下，氨就會累積，當達到一定濃度時，就會使魚中毒，減少攝食，生長緩慢，高濃度時會造成鯰魚、塘蝨魚死亡。當養魚密度太大時，氨的濃度就會升高，所以氨成為限制放養密度重要因素。一般養魚水體要求氨的

濃度不得大於 0.3 mg/L。池水底層如果缺氧，有機物於池底進行厭氧分解時，容易積累太多的氨，因此提高底層水的溶氧量是防止氨積累和改良水質的重要工作。

6. 亞硝酸鹽

亞硝酸鹽是氨經細菌作用發生氧化反應生成的。亞硝酸鹽的存在對魚有直接的毒性，亞硝酸鹽一旦超過 0.2 mg/L 水，就可能對鯰魚、塘蝨魚有不良影響，一般越冬池易發生亞硝酸鹽中毒症狀。一般養殖密度過大，池水經常缺氧，水體中有機物含量過高的池塘很容易引起亞硝酸鹽含量的升高。

7. 硫化氫

硫化氫是在缺氧條件下，含硫有機物經厭氧細菌之分解後而形成的，在樹葉、雜草、殘餌堆積過多的魚池，常有硫化氫產生。它的積累會使魚中毒，致使魚類窒息死亡，並且能大量消耗水中的氧氣。一般養魚水體要求硫化氫濃度不得超過 1 mg/L。養殖池水有硫化氫產生也是池底缺氧的指標。

氨態氮、亞硝酸鹽和硫化氫都是因為池中氧氣不足所產生的，對魚有極大的危害，因此，常保持水中充足溶氧是預防這三種有毒物質危害的重要關鍵。

(三) 放養前後的管理工作

為求養殖過程中能避免有機物大量堆積、池塘老化、減少病害發生率、提高活存率，成長速度、有效降低養殖成本等，都需要作好池塘的整理工作。主要的池塘整理工作包括：

1. 清除池中雜魚及清除污泥

鯰魚、塘蝨魚池經 1—1.5 個月的養殖，

經清池、分養之後，池中如果還有雜魚又不容易排乾池水時，以每分地使用 6—12 kg 茶粕清除池中雜魚，又池底難免會有污泥產生，故藉清池時機，徹底挖除堆積於池塘底部的污泥並清洗池塘底部，以減少硫化物的產生。

2. 消毒

消毒的目的主要是在於殺死有害的病原，例如寄生蟲、寄生蟲卵、黴菌、黴菌孢子及細菌等，須要採取適當的方式，避免消毒不完全或對養殖物造成不必要的藥害。使用漂白水 (100 ppm) 消毒池塘，並將池壁角落及隙縫以漂白水等噴灑完全並且再用生石灰 (每分地/60—70 kg) 消毒池塘，以達到預防重於治療之目的。

3. 整池與曬池

改善底質及修繕堤岸，藉日曬風吹使池底有機泥充分氧化池塘曝曬的時間最好在 3—4 星期之間，至少也須要 1—2 星期，才能達到一定的效果，徹底曬乾池塘或翻動底土灑布生石灰，日光中強烈的紫外線，可以有效殺滅存在於池底及池壁隙縫中之病原體。池塘曝曬乾燥後，有機物氧化分解成無機物，此無機營養鹽經注水後，可以直接供給植物性浮游生物利用，所以注水後藻類迅速繁殖生長，水色很快變綠達到做水的目的，同時能預防鯰魚、塘蝨魚產生臭土味之現象。

4. 注水與做水

注水不宜在短時間內注滿，預防池水透明度太高，池水若透明度太高可引入綠藻水，太低則需施肥做水。

五、種苗生產

(一) 天然種苗

在自然界如果種魚性腺發育成熟，季節、氣候與環境條件適合，雌、雄種魚會配成對游至淺水區，選擇僻靜、水草茂盛、水流緩之溝渠淺灘處築巢。其產卵適溫為 23—30℃，當水溫低於 20℃時產卵受到抑制；雨天連帶水溫升高至適合其產卵水溫時，能刺激性腺成熟、發情產卵。當完成產卵過程後，雌魚離巢而由雄魚護巢，直至魚苗孵化、臍囊消失及游出。故雌、雄種魚配成對後，為了日後方便集中照顧臍囊尚未消失之魚苗時，會在水底挖掘一圓形泥窩，或利用水生植物築成草窩，然後雌魚先將卵產於容易附著之草窩的同時，雄魚隨後排精出現所謂的追尾現象，完成自然交配產卵。

(二) 人工種苗

在台灣進行鯰魚、塘蝨魚的繁殖時間甚長，繁殖期間為每年 3—9 月，其每年繁殖盛期 4—6 月間。一般選擇雌魚為 1—1.5 齡做為種魚者，比較能控制在 3—9 月產卵期間成熟產卵，使其達到分散供苗時間，以求能增加產能。如果選擇種魚 2 齡以上，則比較容易集中在每年繁殖盛期 4—6 月間成熟產卵，種魚亦能分批產卵，一般平均體重 135 g 的母魚可產卵 1,200—4,500 粒。又南部地區氣溫較高，種魚較早成熟，因此繁殖時間較中、北部提早 1 個月左右。

1. 成熟產卵

(1) 雌雄性別與成熟度鑑別

鯰魚、塘蝨魚在幼魚階段之雌雄魚很難

辨別，當成熟度高之種魚，於繁殖期很容易的判別雌、雄。成熟的雌魚體型比雄魚大，而且腹部比雄魚膨大，雌魚體表光滑多黏液。用手觸摸雌魚腹部，會有相當柔軟的感覺。卵巢輪廓相當明顯，生殖乳突圓鈍紅腫（圖 4-3）。輕壓腹部會有卵粒少數流出者為最佳選擇。成熟的雄魚生殖乳突較尖，不紅腫，末端有一黑點（圖 4-4），體型比較瘦小，體表粗，體色較深。



圖 4-3 雌塘蝨魚生殖乳突圓鈍紅腫



圖 4-4 雄塘蝨魚生殖乳突較尖不紅腫，末端有一黑點

(2) 誘導產卵

A. 激素與劑量

進行鯰魚、塘蝨魚催產常用的激素，有胎盤絨毛膜促性腺激素（hCG）和魚類腦下垂體（PG）。一般單獨使用時的劑量，為

注射每尾鯰魚親魚（雌魚）時、平均體重約 135 g，可用絨毛膜促性腺激素 600—1,000 國際單位 (IU) 的劑量，或用每尾平均體重約 500 g 左右的成熟鯉魚，所取得的腦下垂體的分量，對成熟塘蝨魚催產都有較好的效果。又如果以三尾鯰魚親魚（雌魚），共計魚體重約 400—500 g 時，或塘蝨魚親魚（雌魚）每尾體重約 400—600 g 注射絨毛膜促性腺激素 500—1,000 國際單位 (IU)，混合每尾平均體重約 500—1,000 g 的鯉魚，所取得的腦下垂體，對成熟塘蝨魚於短時間催熟、催生、產卵會有更好的效果。

B. 注射液的配製

注射時將激素用生理鹽水或蒸餾水溶液，注射溶液控制在 1 mL 以內。若採用魚類腦下垂體，應先將所需數量的新鮮鯉魚、鯰魚、塘蝨魚等魚之摘取的腦下垂體放入研磨器中，研細，加少許生理鹽水依每尾約注射 0.5—1 c.c.，吸入注射器中備用。

C. 注射部位

可注射腹腔、胸鰭基部（圖 4-5）或背鰭肌肉（離背鰭前端 1 cm 左右兩側均可）。對鯰魚、塘蝨魚催產可以 1 次注射，也可以 2 次注射，兩者都能獲得滿意的效果，而兩次注射效果較穩定。



圖 4-5 激素注射胸鰭基部

D. 注射時間

應根據天氣、水溫和工作方便靈活掌握。如採用兩次注射，一般中午、下午注射第 1 針，傍晚、深夜注射第 2 針，第 2 天上午可產卵。

(3) 採卵授精

種魚催熟注射之後置於水泥產卵池（6 × 4 × 1.5 m）中，其產卵受精方法有二：

A. 自然交配法

在台灣當春天來臨時，氣溫會忽冷忽熱，當氣溫升高至 25—26℃ 時，會發現種魚池內的鯰魚、塘蝨魚出現築巢及追尾現象，因此進行種魚自然交配法時，重點不是 1 針法或 2 針法激素催熟，而是在於需要選擇成熟度高之種魚，才能藉由地下水能保持恆溫的原理，及經抽離地面時，因為水溫高於種魚池的水溫，達到刺激種魚成熟產卵之目的。魚池水深 20—30 cm，內放布袋蓮、水芙蓉等根鬚長之水生植物，或吊掛棕櫚片、紗窗網片等，做為魚巢；池壁需高出池面約 60 cm 以上，以防種魚躍出及加蓋或用遮光網阻斷陽光直射。如果產卵量控制得當，自然能將受精卵繼續留在產卵池內，只需要移出種魚即可，當產卵量大或需要配合育苗池的放養量時，將魚巢移入接近育苗池之孵化池最為理想。

B. 人工採卵授精法

於產卵期成熟度高之種魚，一般注射激素以後 4—8 小時開始排卵，因此，如何掌握人工採卵、授精之最適當時間，有兩種方法，一為魚苗繁殖業者，習慣於黎明時段，注意觀察種魚產卵，當發現雄魚靠近雌魚並

排游泳的追尾現象，又追尾時間加長，追尾行動呈急躁時即可將雌、雄種魚捕撈起，於雄魚精巢在短時間以研磨器磨成精漿之後採卵完成授精。另一種方法是，將種魚於傍晚 17—18 時注射激素催熟後分開蓄養，再經過約 5 小時，繁殖業者習慣於於晚間 23 時，完成第 2 針次激素催熟的 4—8 小時，約黎明時段檢查雌魚，若輕壓腹部兩側有淡綠色（鯰魚成熟卵粒）、淡黃褐色（塘蝨魚成熟卵粒）自然流出，則應同樣的於雄魚精巢摘取之後，在短時間以研磨器磨成精漿後再採卵完成授精。所謂人工受精乾導法，即是將種魚捕起以後以布巾拭乾，將魚卵擠入碗盆之中，再將雄魚精囊精液擠在卵上。但是已達成熟的鯰魚、塘蝨魚無法像其他淡水魚般輕壓腹部既容易自然流出精液，故需剖腹取出精巢，精巢位於腹腔內沿兩側，呈黃白色有鋸齒狀狹長型。取出精巢用剪刀剪碎，方便置於研磨器或研鉢中研磨（圖 4-6），經加入少量生理食鹽水調成精漿後，倒入盛卵器皿中。



圖 4-6 雄魚精巢研磨器中研磨

進行人工採卵時應先準備雨傘等遮蔽物，以防止陽光直接照射魚卵。進行人工授精乾導法之步驟，為撈起母魚之後，用左手

食指與中指夾住兩側胸鰭棘下側、再用母指與無明指抵住兩側胸鰭棘上側及配合手心扣住頭部之後，以紗布、毛巾等將魚體表面水分擦乾。以背部朝上、腹部朝下、生殖乳突對準入盛卵器皿口，用右手輕壓腹部，順向生殖孔處擠壓。使成熟卵粒幾乎完全自然流出進入盛卵器皿中（圖 4-7），即可將母魚放入蓄養池繼續蓄養。精、卵在盛卵器皿中迅速以鵝毛攪拌均勻（圖 4-8），使其充分受精，再加入少量生理食鹽水沖洗卵粒，避免受精卵黏結成塊。將盛卵器皿中的受精卵一面攪拌，一面均勻灑布在附卵片紗窗網或棕櫚片上，但須防止附著時有重疊或過密而影響孵化率。即可母魚放入蓄養池繼續蓄養。將附著於魚巢上之受精卵，移入容易維持一定適水溫之小水泥孵化池，剛移入時，為求提高孵化率，可用優碘溶液藥浴（遵照獸醫師指導使用量）而且越早處理效果越佳，並且採流水方式自然孵化，控制孵化池之水中溶氧量不低於 5 mg/L、氨的濃度含量低於 0.1 mg/L。孵化期間利用遮蔽物避免日光直接照射魚巢。鯰魚、塘蝨魚之受精卵具黏性（圖 4-9），卵膜透明、外層包有厚質膠狀物為卵圓球形、內包有卵球呈淡黃色。卵受精前之卵膜緊包著卵球，受精後在 3—5 分鐘內，卵開始吸水膨脹，30 分鐘內達最頂點，同時在動物極形成胚盤，開始進行生命工程之細胞複製與分裂。

胚胎發育過程中之基本形態、特徵及出現時序，與草魚、鱧魚等淡水魚基本上相類似。卵受精後 40—50 分鐘開始分裂，由 2 細胞期、4 細胞期等倍數分裂逐進入桑椹

期、囊胚期 (圖 4-10)、原腸期、封口期、胚體形成期 (圖 4-11)、體節出現期、耳囊出現期、心臟開始跳動期、接著陸續發現鬚形成、仔魚在卵內蠕動，最後破卵膜及脫離卵膜孵出。受精卵孵化適當水溫為 23—28，經過 28—30 小時開始孵出，同時於 40 小時內能完全孵化。



圖 4-7 塘蝨魚成熟卵粒流出



圖 4-8 沖洗鯰魚卵粒



圖 4-9 塘蝨魚之受精卵具黏性



圖 4-10 塘蝨魚之受精
卵囊胚期



圖 4-11 塘蝨魚之受精
卵胚體形成期

2. 仔稚魚培育

剛孵化之稚魚在下腹部附有卵黃囊，不需餵食，常靜臥於池底，不善游動，翌日稚魚有明顯群聚性，喜群聚於孵化池各角落；剛孵化經 3—4 天後，卵黃囊全被吸收而消失，能浮游於池壁，此時可以在 1—2 天於孵化池內直接餵食幼鰻粉、豆漿、蛋黃水等，同時視適當天氣及早移入，已培育約 10—14 天之輪蟲、水蚤等天然餌料豐富的魚苗池中繼續蓄養。

3. 種苗量產

魚苗培育可分二階段第一階段是由剛孵化而且卵黃囊剛消失之稚魚，培育至寸苗 (約 3 cm)，約需 20—30 天；第二階段是為幼魚階段，亦稱待售魚苗階段，由寸苗培養至體長 3 寸 (約 9 cm) 幼魚。

第一階段之幼苗培育池，面積大小有幾平方公尺至幾百平方公尺，從事大量生產種苗，一般以每池約 500 m² 為宜。放苗前約 10—14 天魚苗池須完成清池、曬坪、施基肥、注水 (水深由 30 cm 漸次提升至 60 cm) 等工作。稚魚之卵黃囊剛消失的第 1—3 天即可移到經注水後約 10—14 天之室外大型育苗池繼續蓄養，此時育苗池內因為施肥的關係，故能提供豐富的營養鹽，促使原生動物、綠藻等大量繁衍；動物性浮游生物之耐

久卵適時孵出、成熟、大量增殖的結果，故可以提供部分足以維持魚苗成長的天然餌料，如輪蟲、水蚤等。一般每平方公尺可放養 5,000—10,000 尾，於 7—10 天再疏減為 1/2—1/3。如此，放苗之後，魚苗成長相當迅速，飼養期間每天視水色，每噸水潑灑約 1—5 g 豆漿、蛋黃、魚粉或鰻魚粉等，並且依少量多餐為原則，分 4—6 次餵食，以達到由魚苗直接攝餌及做為追肥的目的，因此，注排水時，應盡量維持池水透明度 13—16 cm，如果放養初期魚苗的數量太多，自然不利於魚苗池內天然餌料繁衍，因此影響魚苗成長產生體型參差不齊現象。當然也能於育苗池的附近，再設置兩池同樣大小的藻水培育池，平時做為提供補充育苗池之穩定藻水、天然餌料用，同時也能作為，第一、二階段之幼苗培育期間實施分養之後的放養池。補充新水、打氣是可以防止氣泡病發生，養殖期間如有發現會咬食魚苗之蜻蜓幼蟲，俗名剪蟲時，可在池面噴灑煤油、柴油予以殺除，蝌蚪則可以藉由實施魚苗操練步驟時予以篩除。當魚苗養至 1 寸之體型，此時，可移入第二階段幼魚養殖池中養殖。

第二階段之幼魚，因為放養前經過分養篩選大小，一般活存比較高，因此容易掌握放養數量，同時為求能行階段性養殖，以增加生產力，故幼苗培育池的面積大小及放養數量，一般依養成池的需求而定。水深 1—1.5 m。魚苗放養密度為 300—450 尾/m²。雖然寸苗已能攝食人工配合飼料，但是放苗前約 14—21 天魚苗池尚須完成清池、曬坪、施基肥、注水（水深由 60 cm 漸次提升

至 100 cm）等工作，以培育豐富的動物性浮游生物，以防止人工餌料供應不足時容易造成互相攻擊、殘食及養殖期間造成參差不齊現象。同時於放養初期，每天再投餵 3 次人工配合飼料，主要以蛋黃、黃豆粉、玉米粉、米糠、魚粉等混合飼料，用水稀釋調製成糊狀，全池灑布，以能投入水中形成軟塊狀，方便供幼魚攝食人工餌料及產生追肥效果。其後逐改成黃豆粉、玉米粉、米糠等混合下雜魚魚漿成團狀飼料誘集魚苗。培育 30—40 天後，可成長至 7—9 cm 能作為養成池幼魚之放養體型，此時，一般體型較小者大部分會是雄魚，若是從事經濟養殖時，建議將成長不佳及體型比較小的魚苗淘汰，以提高經營效率。

六、成魚飼養管理

（一）粗放式混養

粗放式養殖屬於早期利用天然廣大的湖泊、水庫、池塘及水田的經營型態，一般放養密度低，養殖期間鮮少施予管理、撒放肥料、或投予飼餌料，僅以池中既有的生物為食物來源，產量低，但成本也低；因此單位面積淨利潤不高。鯰魚、塘蝨魚養殖主要分布在雲、嘉地區，而北部地區養殖水域以埤、圳為主。業者通常是自魚苗繁殖戶處購得魚苗，經馴餌後放入草魚、鰱魚、鯉魚、吳郭魚、鰻魚、泥鰍、蜆、鰻魚等混養池中混養，利用鯰魚特有之掠食性來控制池中下雜魚及吳郭魚等能自行繁殖之魚種的養殖密度。鯰魚、塘蝨魚放養量的多寡，依魚池

面積與吳郭魚放養量來決定。通常，1 公頃的混養池中除了其他種類的淡水魚外，每放養 10—12 尾/台斤與莫三比克雜交之雌雄魚比例各半的吳郭魚 300—500 kg，則放養 2—3 寸左右鯰魚與塘蝨魚 300—500 尾。如此，池中鯰魚與塘蝨魚有足夠的小吳郭魚攝食。年初放養至年底清池時，每公頃魚池約可生產半斤以上之鯰魚與塘蝨魚 200 kg 以上可出售。池中混養的其他魚種也因雜魚及吳郭魚受到控制，不致因密度過高而抑制成長。

(二) 集約式混養

1. 集約式養殖池設置的條件

一個優良的養殖場，必須具有降低生產成本、增加生產力及方便管理，因此養殖場之選擇必須具備下列條件：

(1) 地點

必須選擇陽光充足、溫暖通風而開闊，並有適度的傾斜，能容易注水、設置可以排乾池水之排水溝；有豐富無污染能容易引、抽的河川水或地下水源；同時，養殖池地點應選內、外交通便利、人力顧用方便、有 220 V 電力來源等之處。

(2) 水質

鯰魚、塘蝨魚屬於夜行性魚類，故池水宜維持適當藻水色，透明度以 25—35 cm 為佳；pH 值以中性或微鹼性較宜；水溫方面的要求雖不嚴，但以 25—30℃ 生長最好。

(3) 水源、水量

鯰魚、塘蝨魚當透明度太低、水質不佳、溶氧量低時，雖然能利用迅速探出水面，並藉機增加呼吸功能的動作，但是如果

長時間出現此現象，自然會影響其生長速度，因此須有充分的水源、水量。

(4) 養殖池面積

集約式養殖池大、小宜適當，過大不利於魚池管理，過小則提高飼養成本，因此，成魚養殖池以每池 3—8 分地為宜，同時能有 5—6 個魚池，以能行分段養殖為佳。

(5) 養殖池水深

養殖鯰魚、塘蝨魚一般水深應在 1 m 以上，能經常保持 1.5 米左右為最佳。以 3 m 的深水式養殖也會有很好的成果。

(6) 養殖池底土質

養殖池底池底平坦，堅實不漏水，土質黏性較強，淤泥厚度不超過 10 cm，而且能適合其喜潛沙土之習性，故池底以富有機質之軟泥或半沙土為佳。

2. 養殖設施與設備

選取適宜的場地後，就應針對飼育、管理、注排水及捕撈等考量，對設施加以妥善設計規劃，今就各項簡述如下：

(1) 注水系統

養殖用水為河川水時，必須備有沈澱池，若為地下水最好使之充分曝氣使含氧量提高，但仍需有蓄水塔與沈澱池較佳；一般而言，引水路最好較池面高，一方面防止池魚逃逸，另一方面增加落差，提高水的含氧量；排水路則設在引水路之對面為宜。

(2) 進、排水口 (圖 4-12、4-13、4-14)

排、進水口可以大型塑膠管安裝分設於距離比較遠之對口點兩處，進、排水口用結實的防逃網，如紗窗網或欄魚柵固牢及設置雙套管排水口系統，防止逃魚或雜魚混入。



圖 4-12 鯰魚、塘蝨魚進水口



圖 4-13 魚池雙套管之內套管排水口



圖 4-14 魚池雙套管排水口

(3) 池壁 (圖 4-15)

池壁設為土壁、埋鋪塑膠布之土壁、水泥壁或磚壁等，池壁與池底間必須堅固不滲水，慎防喜挖洞之鯰魚、塘蝨魚趁隙逃逸。



圖 4-15 魚池之池壁構造

(4) 池底

為防止地下水滲出時也能排乾池水，底部宜由注水口向排水口傾斜，傾斜度須在 $1/50 - 1/20$ 之間，以利排水。

(5) 發電機

繁殖場經常要打氣，一旦電源故障或停電時，一定要有一部柴或汽油發電機準備緊急發電用。

(6) 供氧系統

養殖池如果天然水源無法充分供給，同時提供鯰池豐富藻水時，增加供氧設備是必要的而供氧的方法種類繁多，大致分 4 種：

- A. 空氣壓縮機：採用高壓送空氣入水中，增加水中溶氧量。
- B. 鼓風機 (圖 4-16)：亦是高壓送風機的一種，風量大最適合繁、養殖使用。



圖 4-16 鼓風機

- C. 曝氣機：亦為高壓將空氣送入水中，與鼓風機不同的是，曝氣機是沉於水中或水底者。它所造成的水流有利於與空氣的接觸面增多而增加水中溶氧量。
- D. 打水機 (圖 4-17)：為間接地供氧，由打水機將表層或底層的水打動，使水流動或造成水花，多與空氣接觸而增加溶氧量。



圖 4-17 打水機

(7) 其他設備

飼料、漁具放置用倉庫，碎肉機，飼料攪拌機或鮮魚保藏用冷凍庫；自動投餌機(圖 4-18)、圍網、撈網、雨鞋、雨衣、長褲鞋、天秤、稱、水桶、手電筒、巡視燈、聚魚燈、浮游生物網與網布等。



圖 4-18 自動投餌機

3. 放養管理

(1) 放養前之準備工作

新池整地會有漏水之保水力不佳的現象，故須注意砂、礫石、土之適當比例。若為舊池常因養殖期間沉澱物的沉積，則必須於每隔 1.5 月清池 1 次，當排乾池水時，可藉機除去池底的污泥，並充分曝曬，再撒布生石灰以為殺菌及中和酸性底質與消毒。

(2) 養殖期間的混養魚種

鯰魚、塘蝨魚屬於肉食性魚類，當混養其他體型大於鯰魚之魚類時，例如塘蝨魚、吳郭魚等，能抑制鯰魚互相殘食的現象，同時因爭食的結果，又能刺激鯰魚攝食人工餌料，以增加鯰魚生產量。雖然吳郭魚亦能抑制絲藻等繁生，當考慮養殖多樣化時，可放養體型大於鯰魚之草食性魚類，諸如草魚及經淡化的虱目魚等。

(3) 放養體型

鯰魚、塘蝨魚放養體型不宜太小，分養之後行階段性養殖，因此，能控制放養魚體型及放養數量，故能提高生產量。

(4) 放養密度

鯰魚、塘蝨魚一般每公頃放養 80,000—160,000 尾。以生產每公頃 5—8 萬公斤為目標。

(5) 魚苗放養馴餌方式

當魚苗放置於養殖池時，切勿直接放入池中，最好能是在養殖池邊，以萬用尼龍網隔設數坪大小的馴餌池，再將魚苗放入此水域馴餌，使魚群習慣餌料與索餌位置後再除去圍網，開始正式飼育。

(6) 放養魚苗的選擇

鯰魚、塘蝨魚會有殘食現象，故大、小宜選體型相近的為宜，同一批魚苗中選擇成長快速，游動活潑，體型強健，無外傷、疾病，體色具光澤者。

4. 飼育管理

(1) 餌料類型

因鯰魚、塘蝨魚均以動物性為主之雜食性魚類，然其生長與養殖產量高低有關，一

般要求粗蛋白質在 30%以上。養殖業者為降低飼料成本會投餵成本低廉之餌料，有動物性的家禽、家畜等廢棄之內臟及下雜魚等，植物性的有麥片、樹薯粉、米糠、花生粕及其它有機植物廢棄物等，加以粉碎，混合攪拌，糝成團狀飼料投餵。目前集約式養殖均以人工配合飼料來飼育，其人工配合飼料可分為以下雜魚漿、魚粉、澱粉（玉米粉、麥片粉等）及綜合維他命與魚油、大豆油等混合攪拌，糝成團狀飼料投與或以濕性製粒機製成粒狀飼料，經短時間冷風乾燥後予以飼育。另一為市售浮性粒狀飼料，鯰魚、塘蝨魚均甚喜食，由飼育結果得知，糝成團狀飼料投與或以濕性製粒機製成粒狀飼料飼育效果較佳，如果要轉為投餵浮性粒狀飼料為主，可以運用市售浮性粒狀飼料混合糝成團狀飼料進行馴餌。

(2) 投餌方式

鯰魚、塘蝨魚攝食人工餌料時，顯現積極態勢，當馴餌成功後，連沈底之餌料也能攝食，雖然能投餵浮性粒狀飼料，一般養殖業者，習慣用自己調配之人工配合飼料，攪拌成在水中不易散發之柔軟團狀飼料，投入吊籃中，定點、定時投餌，每日投餵一次。也能用吊餌方式做為馴餌用，效果很好。

(3) 投餌量與投餵次數

投餌量每日大約以鯰魚、塘蝨魚總重之 3—5%為原則，視當日之健康狀況、水溫、氣候（氣溫、氣壓）變化、藻類水色變化、透明度及水質而調整，盡量能讓其飽食，避免相互殘食，嚴防殘餌沉積。

5. 日常管理

水質的好壞是養殖鯰魚、塘蝨魚的關鍵；保持良好的水質，能夠維護池魚的健康。在水質管理方面應注意以下事項：

(1) 氫離子濃度

魚類能夠棲息在 pH 值 5—10 之間，低鹼性的水質比酸性佳，適當的換水及配合鰻池養殖有很好的效果，同時有節水的功能。

(2) 溶氧

氧是生物維持生命的重要元素，陸上生物由空氣中得到氧，水中生物則依賴水裡的溶氧量。鯰魚、塘蝨魚集約式養殖都有增氧設備，各式各樣的電動水車，利用水車攪動池水補充氧氣。一般池水透明度高時更能讓空氣中的氧融入池水中。

(3) 排污

在鯰魚、塘蝨魚進食後的半小時，是換水的好時機，一般會大量池底排水約池水 10 cm 深左右，再注水到原來的水位。

(4) 穩定水質

經常的處理池塘，包括清池、換池及池塘整理等工作，可以更容易的作好養殖及水質管理、藻類水色及混養魚蝦貝類之數量的控制等工作。

(5) 水生植物

適量的水生植物可以吸收水中的營養物，能降低水的污染，對穩定水質有幫助。

(6) 混養其他魚類

混養其他魚種，一方面可做水質的指標，另一方面幫助水質淨化，但要留意其他魚種的爭食，故常用飼料籠筐之網目視鯰魚、塘蝨魚體型大、小加以隔離，常混養的魚種包括草魚和鰱魚等。

6. 捕撈與運輸

鯰魚、塘蝨魚在高溫期成長迅速，通常5、6月放養，飼養6個月均可達上市體型。一般採捕方法有間捕法、清池法。平時可利用其前來集中攝食餌料時，用網捕法大量撈起間捕出售。也可用大型塑膠管一端以尼龍網或白鐵網封住，另一端懸掛一浮標，然後置於池底，鯰魚、塘蝨魚會潛入大型塑膠管內，此時，提起浮標一端即可少量間捕出售。另可利用分養或清池的機會，排乾池水後翻泥或用電魚的方法，徹底捕捉出售。

運送前需禁食24小時，讓魚體吐出未消化物與排完排泄物，防止在運輸時污染水質，或在蓄養池中蓄養2—3天，消除異味。一般消費者採購鯰魚、塘蝨魚時，都喜歡選擇活鮮狀態，死亡則無人問津，夏季天熱不宜長途運輸活魚，由於水溫高，應準備一些冰，放在護車網蓋上，使溶化的冰水滴入水中逐漸降溫，但不可將冰直接放入水中，以防水溫劇烈下降而對魚造成過大的壓力，以液態氧增加水中溶氧，可確保魚體體表之完整與高活存率。以車輛運輸活魚時，車上應加網蓋，以防魚體跳出水面脫水而死，同時水槽中宜留空隙以防窒息，造成損失。

七、經濟分析

從事粗放式混養基本上僅考慮種苗、飼料之成本，並不如集約式單養，積極考慮養殖生產成本，而所謂水產生產成本可區分為直接成本與間接成本（表4-3）。經由各成本與收益之數值推算出混合所得（收益—成

本）、益本比（混合所得/成本）、所得率（混合所得/收益）及投入產出係數（收益/成本），再依此數據作為生產效率之指標。計算生產成本僅依目前市價訂定，然市價會隨著大環境改變，故所提供的數據僅供參考。

目前鯰魚寸苗1元/尾、3寸苗5元/尾，塘蝨魚寸苗0.5元/尾、3寸苗2.5元/尾。鯰魚、塘蝨魚一般放養80,000—160,000尾/公頃，以生產每公頃5—8萬公斤為目標。水產養殖業的配合飼料成本約佔養殖生產成本的4—7成。鯰魚、塘蝨魚攝食1.7kg的市售配合飼料，約可轉換成1kg的魚體重。動物性飼料原料約佔30%，其他植物性原料及添加物約佔70%。目前進口大宗原物料為飼料原料有秘魯魚粉價格為50元/kg，玉米粉11元/kg，麥片9.2元/kg及國內加工副產品大豆粕7元/kg、米糠6元/kg等。一般養殖食用魚銷售管道可分為場邊交易價、魚市場價格及零售價，又魚市場為大宗魚貨交易處，故本養殖經營成本計算以魚市場價格訂定。2007年8月鯰魚售價台北魚市場為112元/kg，台中魚市場為104元/kg；塘蝨魚售價台北魚市場為93元/kg，台中魚市場為56元/kg。故本次計算鯰魚養殖經營成本計算食用魚售價，暫定為104元/kg、塘蝨魚為56元/kg。又，一般生產1kg的鯰魚、塘蝨魚的魚體重，約需消耗約平均1.7kg的飼料重量，故本次計算鯰魚飼料成本以此為依據。

本次僅分析尚具挑選性之鯰魚佔30%及產銷能夠維持衡定的塘蝨魚佔70%之繁、養殖經營成本如下：

鯰魚第一階段生產成本為 17.07 萬元/公頃，第二階段生產成本為 43.68 萬元/公頃，成魚養殖成本 145 萬元/公頃；塘蝨魚第一階段生產成本為 34.89 萬元/公頃，第二階段生產成本為 78.49 萬元/公頃，成魚養殖成本 332.84 萬元/公頃。兩者最主要差

異在於種苗及飼料成本兩方面。

收益方面，鯰魚育苗第一階段生產 20 萬尾為 20.00 萬元/公頃，第二階段生產 20 萬尾為 50.00 萬元/公頃；塘蝨魚育苗第一階段生產 40 萬尾為 20.00 萬元/公頃，第二階段生產 20 萬尾為 50.00 萬元/公頃。

表 4-3 經營鯰魚 30%、塘蝨魚 70% 繁、養殖成本結構及收益分析表

單位：萬元、公頃

項目\魚種		鯰魚 a	塘蝨魚 a	鯰魚 b	塘蝨魚 b	鯰魚 養殖場	塘蝨魚 養殖場
直接 成本	種 苗 成 本	4.8	8.00	24.00	28.00	12.00	28.00
	飼 料 成 本	0.41	1.3	5.14	17.14	102.84	239.96
	人 事 成 本	7.30	16.85	9.41	21.67	14.39	33.05
	水 電 成 本	0.39	0.92	1.35	2.91	4.86	11.12
	場 租 成 本	0.6	1.37	0.38	0.87	2.50	5.75
	其 他 成 本	2.54	4.86	3.62	6.70	4.63	6.63
	合 計	16.04	33.30	43.90	77.29	141.22	324.51
間 接 成 本	地下水井(10 年)	0.11	0.24	0.04	0.09	0.36	0.79
	儲水塔(20 年)	0.08	0.18	0.1	0.22	0.8	1.76
	抽水馬達(3 年)	0.05	0.13	0.14	0.31	0.43	0.95
	發電機(15 年)	0.03	0.07	0.12	0.26	0.17	0.37
	進排水管(7 年)	0.16	0.35	0.01	0.02	0.20	0.44
	攪料機(3 年)	0.09	0.20	0.02	0.04	0.18	0.40
	攪魚漿機(3 年)	0.03	0.07	0.04	0.09	0.33	0.73
	冷凍室(10 年)	0.1	0.18	0.12	0.26	0.98	2.16
	鼓風機(5 年)	0.03	0.06	0.09	0.09	0.33	0.73
	打氣管(5 年)	0.05	0.05				
	孵化池(3 年)	0.3	0.06				
	合 計	1.03	1.59	0.68	1.29	3.78	8.33
成本總計		17.07	34.89	43.68	78.49	145	332.84
收益		20.00	20.00	50.00	50.00	249.60	448.00
混合所得		2.93	-14.89	6.32	-28.49	104.6	41.16
益本比		17.16	-42.67	14.81	-36.29	72.14	12.37
所得率		14.65	-74.45	12.64	-56.98	41.90	9.19
投入產出係數		1.17	0.57	1.14	0.63	1.72	1.34

鯰魚、塘蝨魚 a：受精卵至吋苗階段；鯰魚、塘蝨魚 b：吋苗至三吋苗階段

混合所得方面，鯰魚育苗第一階段為 2.93 萬元/公頃，第二階段為 6.32 萬元/公頃；塘蝨魚育苗第一階段為-14.89 萬元/公頃，第二階段為-28.49 萬元/公頃。

益本比、所得率及投入產出係數分別為鯰魚育苗第一階段為 17.16、14.65、1.17，第二階段為 14.81、12.64、1.14，鯰魚成魚 104.6 萬元/公頃；塘蝨魚育苗第一階段為 -42.67、-74.45、0.57，第二階段為-36.29、-56.98、0.63，成魚為 41.16 萬元/公頃。

養殖場經營成本方面，鯰魚約為 145 萬元/公頃、塘蝨魚 332.84 萬元/公頃；收益方面，鯰魚為 249.60 萬元/公頃、塘蝨魚為 448.00 萬元/公頃；混合所得方面，鯰魚為 104.6 萬元/公頃、塘蝨魚為 41.16 萬元/公頃；益本比、所得率及投入產出係數分別為鯰魚 72.14、41.90、1.72；塘蝨魚 12.37、9.19、1.34。

本次塘蝨魚育苗第一階段及第二階段所育成的魚苗大部分供本試算養殖場用，所以僅繁殖適量魚苗，故會呈現負收益現象。其他經營成本隨著市場調解及供需機智，因飼料成本提高，魚產品市價亦隨著水漲船高，故更能獲利。

八、疾病與對策

依據試驗、觀察發，現當鯰魚、塘蝨魚養殖池池底殘餌、排洩物、沉澱物太多、透明度太低、水色過於濃綠等，出現水質不佳的情況下或清池、分養捕撈操作不當等均容易產生魚病。

一般主要疾病與防治方法分述如下：

(一) 細菌性疾病

1. 親水性產氣單胞菌感染症

病害屬於腸炎型細菌性疾病，全身各組織器官均會遭受感染。外觀病徵包括鰓部潰爛、鰭部及尾部等出血泛紅潰爛、皮膚出血變紅潰爛及肛門紅腫等。

2. 弧菌病

輕症魚的外觀症狀不明顯，只在體側皮膚及胸鰭、臀鰭等部位輕微泛紅。病情較重之病魚及嚴重發病之病魚在外觀上則很容易辨認，主要病徵為體側肌肉變紅腫大及發生局部潰爛。

3. 鏈球菌症

鏈球菌症，由外觀上可見到眼白濁、突眼、充血、及點狀出血，脫鱗、體色消退，鰭末端潰爛變白、鰓絲癒合出血。加以革蘭姆氏染色可得呈陽性反應的鏈狀菌鏈球菌 (*Streptococcus* sp.)。

其菌種鑑定與防治方法，建請業者將病材送至各縣市之家畜疾病防治所檢測後，再依菌種種類及獸醫處方箋予以藥物處理。

(二) 寄生蟲性疾病

1. 車輪蟲

為纖毛蟲類，體成覆碗狀或扁平皿狀。其口溝兩緣具有兩列平行密生纖毛。本蟲具齒環構造，其所造成之機制性刺激，會使寄生部位的細胞產生大量黏液甚或壞死。所以當鰓部寄生時，鰓組織之呼吸功能會受到大量黏液之影響而阻礙。

2. 鐘形蟲、杯形蟲

原體屬周纖毛蟲類。二者都呈杯狀或吊

鐘狀，惟杯形蟲無柄而鐘形蟲有柄狀構造。具大核及小核。寄生在體表及鰓部，若大量寄生時會造成呼吸功能障礙。

3. 斜管蟲病

原體為纖毛蟲。由腹面觀察蟲體呈卵圓形後端稍凹，側面觀察則背凸腹扁，僅腹部具纖毛，大核呈球形。寄生在體表及鰓部，感染部位之黏液分泌量大增，所以對呼吸有影響。

(三) 其他疾病

1. 水黴菌病

此病主要由於皮膚機械性傷害或凍傷，而受到黴菌孢子感染所致。罹病魚患處如一團棉花般之菌絲叢生，魚隻行動緩慢，無食慾而終至死亡；其防治方法是儘量在捕捉時，避免魚體受傷或強烈寒流來襲時凍傷。

2. 眼睛白濁、失明症

此一病症發生的原因有四：(1)清捕時的機械性傷害；(2)寄生蟲之感染，例如三代蟲、白點蟲等；(3)營養性問題，其防治需先瞭解病因，然後再給予適當的處理；(4)水質不良，例如水中未解離之鐵質含量太多。

3. 營養性疾病

鯰魚、塘蝨魚營養缺乏症之症狀主要有：(1)眼睛失明，體色變黑；(2)肝臟嚴重的脂肪變性症，引起膽囊腫大或飼料原料發霉引起肝病變；(3)脊椎骨彎曲，其防治方法是調配均衡營養之飼料來餵魚；(4)飼料中脂肪含量太多，引起體表有塊狀白斑之白雲病。

九、展望

淡水鯰魚是屬於肉食性魚類，故殘食率高，因此，一般單位生產量並不盡理想，所以近幾年由市場決定價格的結果，魚價尚稱合理，同時如何提高其單位生產量的養殖方法，還具有挑戰性。反觀，塘蝨魚雖然屬於肉食性魚類，但是也偏雜食性，故養殖方法比鯰魚容易，所以活存率高，故一般單位生產量，比較能達到理想的目標，又人工飼料魚粉的添加量為 30%以上即可。雖然塘蝨魚在國內為低價之漁產品，有可能早期為出口之魚種，轉變成須要進口的魚貨，但當國外的低價魚產品充斥著台灣市場的時候，或多或少也會影響到塘蝨魚的市場吧！所幸塘蝨魚在台灣銷售仍然以活魚為主，因此雖然價格低廉，但鮮活反而成為塘蝨魚銷售時的一種優勢。在台灣每年的夏季「藥燉土殺」的消費量特別暢旺，也有固定的消費族群，但除了本島內的市場外，能否開拓更多的市場，增加其附加價值，如加工後的魚排、魚丸、魚鬆或是罐頭製品等，來開發出更多元化的口味，以求能轉變為物以稀為貴的態勢增進本養殖產業的活力。同時在行政院農業委員會為因應世界潮流，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)」，並開始輔導農漁產銷班、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，協助繁養殖業者再度振興本產業。

參考文獻

- 余廷基 (1995) 淡水魚養殖(四)鯰魚。台灣農家要覽-漁業篇，145-147。
- 余廷基 (1995) 淡水魚養殖(五)塘虱魚－土殺。台灣農家要覽-漁業篇，148-151。
- 李龍雄 (1992) 塘虱魚人工繁殖水產養殖學中冊。前程出版社，p. 102、273。
- 沈世傑 (1984) 台灣魚類檢索。台北南天書局發行，134-136。
- 陳永松 (2000) 發展台灣有機水產養殖的展望農業。推廣手冊 6，行政院農業委員會出版，7-12。
- 黃家富 (2005) 淡水養殖(五)鯰魚、塘虱魚。台灣農家要覽-漁業篇，185-192。
- 劉富光、周昱翰 (2001) 七星鱸之繁養殖。雲嘉地區主要頑貝類繁養殖技術彙集，17-27。
- 中華民國台灣地區漁業統計年報 (1991-2006) 行政院農業委員會漁業署出版。



第五章 香魚

黃家富、劉富光

淡水繁養殖研究中心

一、生物學特徵

(一) 分類

香魚 (*Plecoglossus altivelis*) 俗稱鰱魚、年魚、秋生魚 (遼東半島)、海胎魚 (渤海西岸)、鯰魚 (日本發音アユ，這是日文漢字，不要和中文的鯰魚混淆)，英名為 Sweetfish、Japaness smelt fish 或 Ayu，是一種奇特的溫水性魚種；屬鮭形目，香魚科，香魚屬 (圖 5-1)。早期都認為全世界只有一屬一種，近年許多研究人員對香魚種原資源進行多方面的研究，谷口 (1983) 首先針對日本領域之兩側洄游型、陸封型及人工採苗進行分析，發現兩側洄游性與陸封性的遺傳距離 (D 值 = 0.0035)，推測兩者進化時間在 17500 年前。Mutsumi (1985, 1986) 以同功異構酶、形態形質及生殖特性等對日本本島之兩側洄游型、陸封型香魚及琉球島之香魚進行分析，結果顯示，日本本島與琉球島香魚間的遺傳距離為 0.19，顯示琉球島香魚於更新世中期 (middle Pleistocene) 起分離為一獨立的族群；香魚存在著兩亞種可能。關 伸吾等 (1988) 對日本與韓國的天然香魚族群間的遺傳分化進行研究，結果顯示，日本與韓國之香魚的遺傳距離非常小，另一方面，再度證實琉球島香魚與其二者間的



圖 5-1 香魚 (趙士龍攝影)

遺傳距離顯著的較大。Yasumasa 等 (1994) 對奄美大島上東西兩地域之香魚，以同功異構酶分析其遺傳分化情形，顯示在 28 基因座中有 2 個基因遺傳頻度有顯著的差異，表示此兩地域間之香魚族群缺少基因交流；於該報告中首度使用 *Plecoglossus altivelis ryukyuensis* 為琉球香魚學名。Motohiro 等 (1998) 應用微衛星 DNA 多樣性分析各族群香魚的遺傳歧異度，結果在日本兩側洄游性與陸封性型香魚具有較高的遺傳變異，而在琉球型香魚之遺傳變異則相當小，顯示琉球香魚之族群歧異度小。此外，7 組微衛星基因座的基因頻度在日本兩側洄游性與陸封性型香魚與琉球型香魚間有顯著性差異。而兩側洄游性與陸封性香魚間以 χ^2 檢定分析，發現在部分基因分布頻度有顯著性差異，兩者間之遺傳距離為 0.078。目前已將香魚分類為一屬一種二亞種。台灣原種香魚經推論於 1968 年已絕跡，分類上無法證實隸屬何種品系。

(二) 形態

香魚體呈長紡錘形，稍側扁。頭小。吻尖，向前傾斜，形成吻鉤。眼中大，上側位，眼間隔寬而隆凸。口稍大，上頷骨向後伸達眼後緣的下方，下頷兩側前端各有一突起，突起之間呈凹形，口關閉時，吻鉤與此凹陷正相吻合。上下頷生有寬扁的細齒，前上頷骨、上頷骨和舌上均有齒，口底有囊形黏膜皺褶。鰓孔大，鰓蓋膜與頰部前方相連。除頭部外，全身密被極細小圓鱗。側線平直，位於體側的中部，側線鱗 142-150 枚。背鰭中大、中位，起點在腹鰭的前上方，背鰭鰭條數 10-11 根；背鰭後方有一個小脂鰭，與臀鰭後端相對，臀鰭鰭條數 17 根；胸鰭狹長，下側位，胸鰭鰭條數 12 根；腹鰭腹位；尾鰭分叉。身體背部青黑色，體側和腹部銀白色，但當逐漸成熟時，體側面由上半部至下半部逐漸帶黃色，腹部出現橘紅色的婚姻色；各鰭皆為淡黃色，脂鰭周圍微紅色，胸鰭上方有一群黃色的斑點。

(三) 生活史、自然生態

香魚分布於日本、韓國、中國等地。日本本島為其主產地，北自北海道南部，南至琉球，中國則由遼寧起至華南止；台灣則分布於台中大甲溪以北之河川中，如台北縣新店溪、淡水河，宜蘭縣武基坑溪、南勢溪，花蓮縣木瓜溪，桃園縣大嵙坎溪，新竹縣頭前溪，苗栗縣中港溪、後龍溪，台中縣大甲溪等河川。

香魚自然生態依習性可分降海型 (Anadromous) 和陸封型 (Land-locked) 兩型。

1. 降海型魚類

台灣原有的香魚為降海型的溯河洄游性魚類，當河川之種魚成熟時游至河川下游產卵，孵化之魚苗入海攝食甲殼類浮游生物而成長。以台灣台北縣新店溪為例：香魚於每年秋季 10 月開始在烏來附近溪流降河，經過屈尺、新店至秀朗一帶河床，在中正橋邊即可肉眼看見成群種魚尋找適合的產卵場。雄魚先熟、雌魚較晚成熟，至冬至前後兩週，即成熟而產卵。受精卵黏著於河床砂礫，種魚經排卵、排精後隨即死亡，甚少有越年生存的。產卵以夜間為盛，每逢陰雨，水溫下降，產卵魚就增多。一尾長 20 cm、重 100 g 的親魚約可產卵 30,000 粒以上。受精卵附著於礫石上，其水溫在 16—18℃ 之間，約 10 餘天才孵化；仔稚魚孵化後隨水流經過社子、關渡至淡水河口域地區生活，至翌年春天 2—3 月香魚幼魚體長介於 4—6 cm，全身已長鱗片，體呈銀白色，開始溯河入淡水水域，游至河川中上游生長。

魚苗於河口域生活時，以動物性浮游生物為主，如以輪蟲、橈腳類等居多；當溯河進入淡水後，食性逐漸改變，以前顎齒刮食附於礫石或石壁上的矽藻、藍藻等植物性為食，故常可在石上留下明顯的刮痕，但仍會攝食昆蟲類和浮游動物。

2. 陸封型魚類

陸封型魚係與海隔離而在湖內生活，換言之，終生在淡水水域中生活，如日本滋賀縣琵琶湖、鹿兒島田湖、山梨縣木棲湖、宮崎縣御池、韓國雲岩儲水池所產香魚苗均屬之，每年 3—6 月群游於湖岸或溯河，成魚

體型較降海型者為小，且其成熟早，雄魚體色較早變黑，商品價值隨之降低。台灣北部翡翠水庫亦於 1984 年 11 月自日本引進香魚發眼卵放流，其後逐年皆有政府機關或民間團體自日本引進降海型受精卵與琵琶湖的陸封型受精卵放流，目前已在翡翠水庫自行繁衍。

二、養殖史

香魚在台灣大甲溪以北地區溪流河川中曾有大量的棲息繁衍之輝煌時代，根據漁業年報，台灣香魚捕獲量從 1936 年 60 公噸，1940 年 45 公噸，1942 年竟只捕得 2.2 公噸，香魚連續各年的捕獲量似成一波浪，在大量捕獲後的幾年產量必定減少，而後漸增。1953 年可捕捉到香魚 44 公噸；1955 年減少到 12 公噸，至 1957 年恢復到 43.6 公噸；其後因受非法濫捕、河川環境污染，河川攔沙壩之建築缺乏魚梯、再加上香魚只

有 1 年的生命力等因素影響，天然河川中香魚產量從 1957 年起直線下降，到 1965 年僅有 135 kg，而在 1968 年以後幾年間未再有產量紀錄，推測香魚在台灣絕跡（圖 5-2）。

1946 年起，有關單位每年在香魚繁殖季節，於其產卵場捕捉成熟的野生種魚，人工採卵、授精，讓卵在溪水中孵化，魚苗隨而流入水中，希望能幫助魚苗的生產。1951 年左右政府更明定每年 12 月至次年 5 月底為禁漁期，禁捕將產卵的成魚及開始溯河的仔魚。

由於野生香魚之生產十分不穩定，行政院漁業署的前身漁管處，早考慮將溪中撈捕的魚苗在池塘中養大，直至 1959 年初次獲得成功，隨後民間有好幾處也開始養殖香魚，但在即將擴展養殖之際，不幸已無足夠之魚苗可供放養。此後，民間、政府數度由日本進口魚苗，除供試養外亦嘗試在池中養成種魚供進行人工繁殖之用，但試驗多年均無成果。直至 1973 年桃園新屋鄉大昇水產

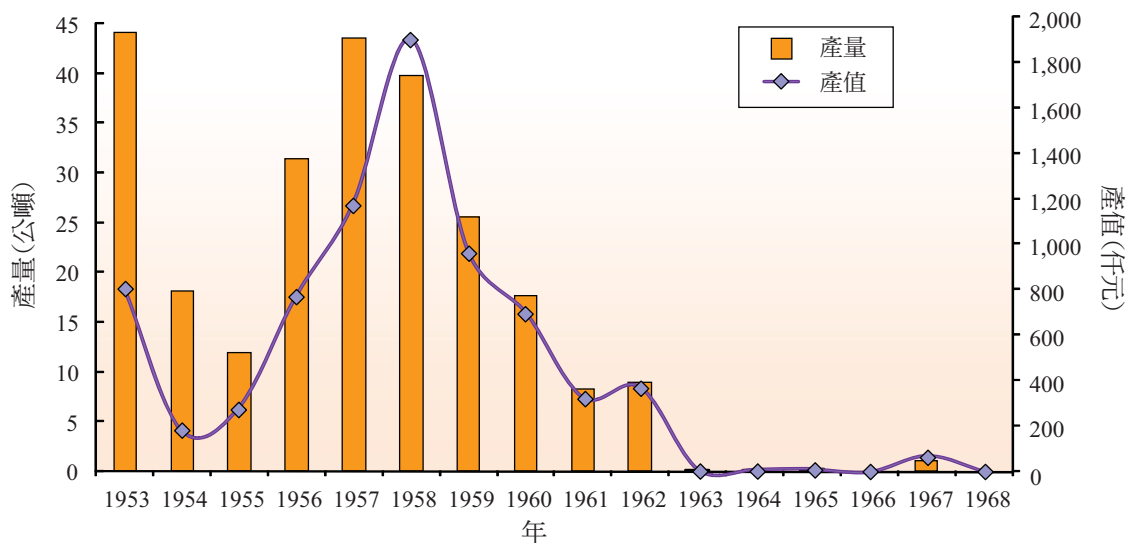


圖 5-2 1953-1968 年台灣養殖香魚之年產量與產值 (資料來源：漁業年報)

養殖場除使用圓形池順利將香魚養大，亦將日本進口的受精卵，在室內順利的孵化、育成魚苗。1977 年水產試驗所竹北分所（即行政院農業委員會水產試驗所淡水繁養殖研究中心竹北試驗場前身）研究人員在南投縣鹿谷鄉溪頭養鱒場，以天然藻類飼養的香魚為試驗材料，採得十多萬粒受精卵，攜回竹北，培育出 7 萬多尾幼魚，創造了台灣水產界的一個新紀錄。1978—1980 年水試所積極進行養殖香魚之人工繁殖研究，逐漸確立香魚幼苗人工培育技術，促使香魚繁養殖迅速發展。

三、養殖現況

台灣香魚養殖生產地區有宜蘭縣、台北縣、桃園縣、新竹縣、苗栗縣、南投縣、台

中縣及花蓮縣等，目前以宜蘭縣為最大宗，約佔總產量之 80% 以上；宜蘭縣養殖香魚主要分布於南澳、冬山、大同、員山等鄉，其中又以冬山鄉的產量最大。

香魚養殖雖於 1980 年人工繁殖已取得突破，但真正有規模之養殖是由 1985 年開始，1982—1988 年間之漁業年報統計資料，係將香魚與鱒魚的產量與產值合併計算，至 1989 年起才分別統計。香魚年產量於 1995 年起突增，達 400 公噸，而於 2005 年達最高產量，約有 1,040 公噸，但年產值起起伏伏，最高年產值於 1999 年，達 160,750 仟元，但魚單價卻一直降低，由 1994 年的每公斤平均 466 元，直落至 2005 年的 126 元，造成養殖意願的低落，據查訪得知，2007 年各地區香魚養殖面積及魚苗繁殖場均減少甚多（圖 5-3）。

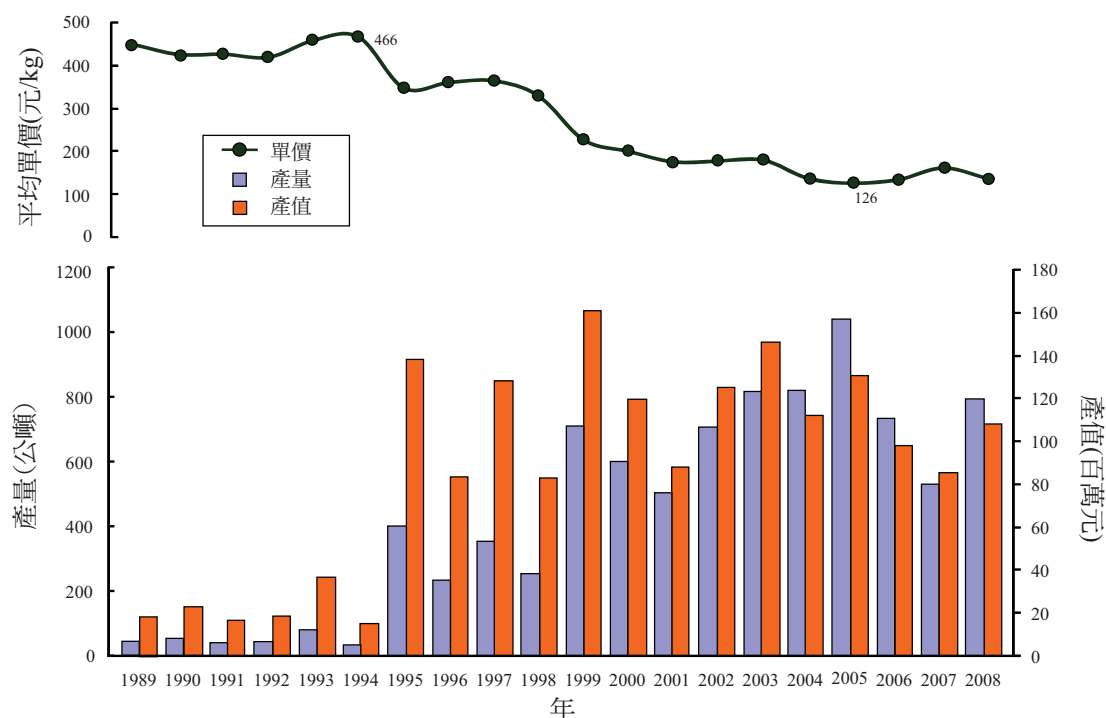


圖 5-3 1989-2008 年台灣養殖香魚之年產量與產值及平均單價（資料來源：漁業年報）

四、養殖環境

香魚屬於溫水性魚類，喜在岩石礫岸下清澈潔淨之流水中生長。人工養殖環境的優劣，對生產量有很大的影響，往往一個條件良好的環境要比差的產量高出一至數倍，且管理與作業簡單，能節省很多人力。所以理想而完善之養殖環境可提高生產量，因此，環境之選擇必須評估下列條件：

(一) 水源

養殖用水主要有地下水或河川水，其中地下水之水溫變動較小，較無污染之虞，但溶氧量低，有些地方含有毒瓦斯或鐵質者，使用此水源時可用曝氣等方法加以改善使用，惟地下水之抽取，增加勞力和電費為其缺點。

河川水取得容易，水中含有豐富營養鹽類，但卻有工業廢水、都市家庭排水、農藥等有毒物質污染之虞。

香魚養殖中理想用水是地下水與河川水並用。可依生產所需，調節使用。

(二) 水量

香魚原喜生活於山澗溪流之中，經常是水流不斷，而且其生產量與用水量成正比；為保持香魚養殖的水質、水溫，魚池換水率依多年研究，養殖池注水量最低每秒必需有 4—10 L，但為確保養殖池水質及水溫，換水率每小時要 0.3—2 倍左右，即面積 100 m²，水深 1 m 的養殖池每秒鐘注入水量在 9—50 L 之間。若換水率在 0.3 倍以下時，必須添加使用水車或立式水揚機，以增加池水溶氧。

(三) 水溫、水質

香魚養殖可在水溫 13—30℃ 間，最適水溫為 15—25℃，而以 18—22℃ 時池魚最活潑、攝餌成長最好，最熱勿超過 30℃，最低勿低於 10℃。

限制魚池的收容量、生產量的最大因素是溶氧量；香魚能正常生活的最低溶氧量為 3.5—4.5 ppm。pH 值宜介於 6.8—7.2；同時各種重金屬及總硬度等愈低愈好，尤其避免公害污染物等流入。

(四) 地形

地形應平坦開闊而稍具傾斜，主要是便於施工及利於排水。此外尚須注意到若是選擇在鄰近山區終年有不斷山泉或澗水之區，則要考慮：(1) 水位是否穩定，此牽涉到日後建池池堤高低及是否易遭洪水之侵襲或是水量不足之問題；(2) 水源附近之水土保持工作是否妥當，由於香魚喜清澈潔淨之水，因此若水土保持工作做得不好時，大雨來臨極易使水變濁而使魚體不適，故須慎重加以考慮。

五、種苗生產

(一) 種魚來源

雌雄種魚成熟時，自胸鰭到尾柄部具金黃色(或橘黃色)之婚姻色，其外觀亦呈現不同的表徵，雄種魚體型較小，臀鰭外緣平直，尾鰭分叉較淺，表皮以手觸摸有粗糙感，體色也逐漸變黑，消瘦。雌種魚體型較肥大，臀鰭外緣有凹入成三角缺刻狀，尾鰭分叉較深，體色呈青黃色或黃金色，體表觸

摸具光滑感 (圖 5-4、圖 5-5)。



圖 5-4 性腺成熟前之雌雄種魚 (上為雄魚, 下為雌魚)



圖 5-5 性腺成熟後之雌雄種魚 (上為雌魚, 下為雄魚)

由於良好的種魚及適正成熟的卵粒是種苗生產之關鍵，故親魚成熟的時期，卵質的良否等，將直接影響生產工作，依所做之探討與有關文獻資料得知，光照、水溫及餌料等均會影響親魚之成熟與卵質。

1. 光照

於台灣養殖之香魚的生殖腺，通常是於 9 月入秋後、光照時間變短、水溫逐漸降低時快速發育，而於 10—12 月間完全成熟、產卵。同時，雄魚亦常較雌魚早約一個月成熟，因此，為能順利進行人工育種工作，常

以控制光照時間來達此目的。如雄魚在成熟前即以長日照時間處理，以抑制其生殖腺之發育；或者將雌魚以短日照時間處理，以促進生殖腺提早成熟，以利提早採苗。因此，可運用光照來調節人工育苗之時機。而長日照處理時間以 16 小時為宜，短日照處理時間則以 8 小時較適當 (表 5-1)。

但必需注意，生殖腺發育不因光照處理而完全停止，僅能延緩或提早，建議為調節市場供需所需，應在放養魚苗 1 個月後即開始點燈作光照處理，以延長上市時間，其日光燈照明之水面臨界照度為 10 Lux 以上。

2. 水溫

在自然界下，當水溫降至 16—20℃ 時，雌種魚生殖腺發育快速，甚至誘導其自然排卵，故香魚之成熟於低溫中較理想。另依水試所竹北分所與高冷地區之馬陵養鱒場比較培育場所對種魚成熟之差異，結果顯示，竹北分所養成之種魚其自然成熟及其卵質均遠遜於高冷地區馬陵養鱒場所培育者 (表 5-2、表 5-3)。因此，種魚培育之水溫以 18—20℃ 較佳。

3. 餌料

田 (1977) 與蕭 (1978) 之報告亦均指出，以天然附著之藻類為食有助於香魚卵巢之正常發育，河川中之藻類含豐富的營養，如粗蛋白質為 45—48%、粗脂肪為 6—8%、粗纖維及其他為 45—41%，此外還有維生素，尤其是 β 胡蘿蔔素及維他命 E。因此，欲得良好品質之種魚，餌料品質也是一重要因素，因此需經常添加螺旋藻粉和其他營養成分進行強化培育。

表 5-1 日照對池塘養殖香魚生長、性腺成熟及活存率之影響 (白石及池田，1961)

組別	性 腺 成 熟			成長(體重)	活存率
	生殖腺指數	卵徑	婚姻色出現		
短日照組	增 加		提 早	減 少	減 少
自然日照組	以 自 然 日 照 組 為 標 準				
長日照組	減 少		延 後	增 加	增 加

表 5-2 竹北分所與馬陵養鱒場香魚卵成熟情形

養 殖 場	時 間	卵 粒 成 熟 期		
		未成熟	第一期	超過第一期 ^{*1}
竹北分所	10-04-86	41(91.2%)	1(2.2%)	3(6.6%)
	10-25-86	10(90.9%)	1(9.1%)	0(0%)
	10-30-86	22(95.7%)	1(4.3%)	0(0%)
馬陵養鱒場	10-06-86	118(93.7%)	8(6.3%)	0(0%)
	10-16-86	85(91.1%)	6(6.3%)	2(2.1%)
	10-23-86	53(84.1%)	10(15.9%)	0(0%)
	10-30-86	28(82.4%)	6(17.6%)	0(0%)
	11-21-86	15(75.0%)	1(5.0%)	4(20.2%)

*1：第一期係依據日人酒井清對卵質評價所述；資料引用自湯弘吉等 (1987)

表 5-3 不同養殖環境培養香魚種魚之卵質比較

日期 (年、月、日)	馬陵養鱒場				水試所竹北分所	
	水泥池(9.8 m ³)		玻璃纖維水槽(3.2 m ³)		水泥池(3.2 m ³)	
	受精率(%)	發眼率(%)	受精率(%)	發眼率(%)	受精率(%)	發眼率(%)
1986.10.06	75.4	70.5	-	-	45.3	12.4
1986.10.16	70.5	66.9	87.5	85.6	-	-
1986.10.23	87.2	84.7	68.5	62.2	32.0	0
1986.10.30	35.6	30.5	46.5	26.1	0	0
1986.11.21	-	-	6.4	5.3	-	-

資料引用自湯弘吉等 (1987)

(二) 產卵

方式如下：

目前人工培育種魚在適宜情況下，種魚 直接在種魚培育池選取腹部飽滿、柔
大多不必使用激素催熟，即可採卵、授精。 軟，稍擠壓腹部有金黃色卵粒流出者為種

魚，隨即以乾布擦乾魚體，擠卵於事先已拭淨之塑膠製容器內（切記，不可使用磁製器皿）。採卵時輕按腹部，不用猛力，以免將未成熟卵和血液一併擠出，影響受精率。擠出之卵粒以金黃色鮮明者為佳，1 g 重的卵大約有 2,000—2,500 粒左右。數尾雌魚採卵後，取出雄魚，擦乾魚體將精液擠於採卵容器內（圖 5-6），再以羽毛輕輕攪拌均勻，加入清水以羽毛輕輕攪拌並清洗，以便完全受精。一般種魚雄魚與雌魚的比例為 2 : 1，但實際操作得依採卵的多寡增減雄魚尾數。孵化時，通常把受精卵個個分離，均勻的撒布於棕櫚片或是尼龍網片製成之魚巢上（圖 5-7），附著卵太密或成塊，常造成受精卵死亡，在一片大小為 19 × 38 cm 之網片中，可附著卵 5,000 粒左右；附著於網片之方法為將網片浸入盛滿水之容器中，以羽毛取受精卵散落水中，以網就卵使卵均勻分布附著於網片容器上。採卵、人工受精、洗卵及布卵於網片上需於室內或陽光直射不到地方進行。

（三）孵化

受精卵初期可於室內淡水或鹽度 3 psu 之半鹹海水中以流水孵化，孵化期間隔日用濃度 10 ppm 的 KMnO_4 溶液藥浴魚巢 10—15 分鐘，或用濃度 0.5—1 ppm 的硫醚沙星溶液藥浴 3 分鐘，以防黴菌感染。待受精卵發眼後再移放於鹽度 10—12 psu 之半鹹海水孵化池內打氣孵化，水中溶氧量應大於 5 mg/L。孵化所需時間隨孵化時水溫而異，水溫 15℃ 時需 15 天，20℃ 則需 10 天左右，而孵化開始至全部孵化完畢約需 2—3 天。



圖 5-6 人工授精(採精)



圖 5-7 受精卵之鋪設情形

因為香魚仔苗孵化時間較一般魚類為長，所以孵化期間之管理工作要求之處也較多，宜注意下列幾個要點：

1. 孵化場之光度不可太強，尤其必須避免日光直射。
2. 孵化用水溫最好能恆溫，避免變動過大。若水溫超過 24℃ 時，孵化仔苗死亡率與畸形率均偏高。
3. 孵化方式可採用流水式或止水式，其效果以流水式較佳。
4. 孵化期間受精卵必需定期藥浴，以抑制黴菌之發生。
5. 受精卵發眼後，可輕搖魚巢以除去死卵，藉以保持孵化池水質。

(四) 胚胎發育

香魚受精卵為沉性黏性卵，自然水域的受精卵卵徑可達 0.9—1.2 mm，人工養殖者受精卵卵徑則為 0.6—0.8 mm，卵稍透明；其胚胎發育如表 5-4 所示，於水溫 19—21℃ 下，卵受精後 4 小時已達四分裂及少數 8 分裂；9 小時達桑椹期 (morula stage)；73 小時眼球黑色素細胞出現；大部分受精卵於 220—240 小時約 10 日之間可孵化；孵化前胚體充分發育，其眼球、卵黃囊下側及腸道下側等處亦出現黑色素胞 (圖 5-8)。

(五) 仔魚發育

剛孵化魚苗體型依日本人的研究，陸封型的較小，全長為 5.8—6.1 mm，降海型的較大，為 6.4—7.5 mm；依水試所研究，其魚苗體長僅約 5—6 mm。由於香魚苗培育時

表 5-4 香魚受精卵的胚胎發育(水溫 19-21℃)

胚胎發育期	受精後的時間 (小時:分鐘)
受精卵 (卵黃與卵膜分離)	2:00
胚盤隆起	2:30
二細胞期 (2-cell stage)	3:00
八細胞期 (8-cell stage)	4:00
桑椹期 (morula stage)	9:00
囊胚期 (blastula stage)	20:00
眼泡出現期 (optic vesicle stage)	37:00
眼球黑色素出現	73:00
心臟鼓動	105:00
魚胚尾部出現色素	115:00
胚體蠕動 (active motion of embryo)	160:00
孵化 (hatching)	220-240

間較長，在此期間之外觀與行為變化雖各有不同，但相去不遠，可由蕭、麥 (1979) 發表之報告中得一大概 (表 5-5)。

表 5-5 不同齡期幼苗之外觀與行為之變化 (水溫 18-20℃)

齡期(天)	外 觀 與 行 為 之 變 化
0-10	剛孵化之幼苗除眼球、卵黃囊下側及腸道下側等處具黑色素外，全身透明，單鰭未分化，連成鰭膜，趨光性強，多游泳於表面，且集中於打氣之氣泡湧昇處逆流游動，3 天齡幼苗即開始有明顯之攝食行為，攝食時先以頭對準食物，軀體扭成 S 型，然後猛然伸直攝取食物，於弱光照的情形下，1 天 24 小時經常攝食。4-6 天齡間卵黃囊消失。
20	各單鰭明顯分化，腸道摺皺明顯，軀體仍透明，攝食後可見腸道中食物之顏色，攝食仍以 S 型之預備姿勢進行，此期間之幼苗恆保持體側垂直之姿態游泳於上層，但異常魚會有側游、旋游之現象而露出白色之眼眶。
40	幼苗軀體仍透明，脊骨上方之一條黑色素帶日趨明顯，攝食行為強烈，嗜食豐年蝦無節幼蟲或橈腳類。
65	幼苗體型出現大小差異，黑色斑點增多，分布在頭部、口部、背側及尾柄，攝食行為亦改為直衝式，無軀體彎成 S 型之準備動作。
70	幼苗鰓蓋之部分位置及體側有鱗片出現。
80	成長較佳之幼苗背部已遍布黑色素，但經捕捉後此黑色素收縮而使背部呈現灰色，體側因鱗片出現轉變為不透明之銀白色，對水蚤之成體嗜食性明顯，偶有群游現象。
90	幼苗下顎具銳齒，漸出現之口衝刮箱壁之動作，對水蚤之食性減低。
100	幼苗之形態與成魚近似，背部青黑色，腹側銀白，衝刮箱壁附著藻類之行為明顯，並且在箱壁留下刮痕。

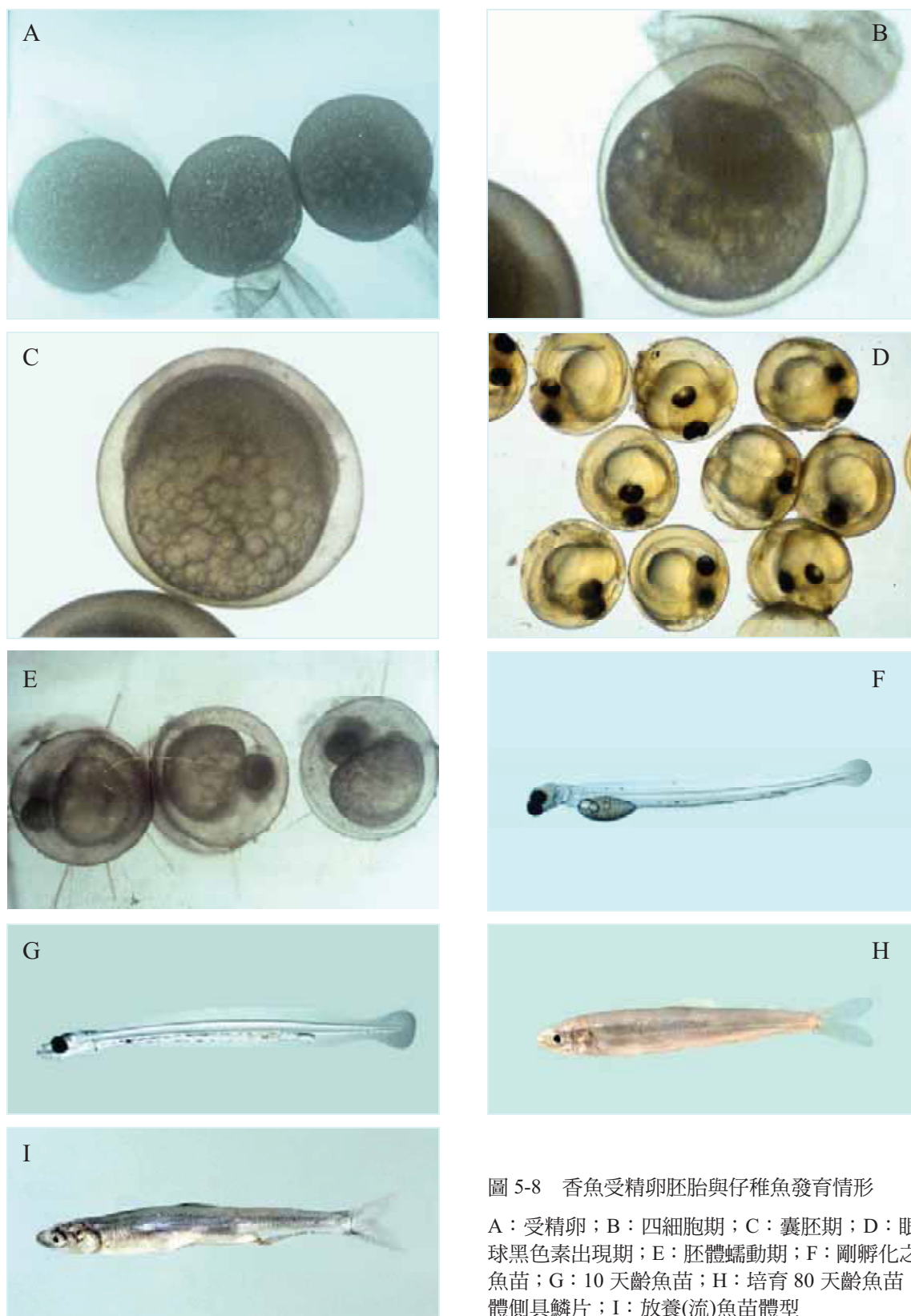


圖 5-8 香魚受精卵胚胎與仔稚魚發育情形

A：受精卵；B：四細胞期；C：囊胚期；D：眼球黑色素出現期；E：胚體蠕動期；F：剛孵化之魚苗；G：10 天齡魚苗；H：培育 80 天齡魚苗，體側具鱗片；I：放養(流)魚苗體型

(六) 室內種苗培育

1. 育苗設施

- (1) 育苗室：要求密閉保溫性能好，光線可調（圖 5-9）。



圖 5-9 室內種苗培育室

- (2) 育苗池：面積 20—50 m²，水深 1.4—1.6 m 的水泥池，具獨立進、排水口；池底向排水孔傾斜。
- (3) 餌料培養設備：具單胞藻類培育設施，輪蟲培養池，豐年蟲孵化池，餌料培養池總面積約為育苗池面積的 50—100%。育苗池前期可作為輪蟲培養池。
- (4) 配套設施：應具備供電、供水、供氣、升溫系統等。

2. 育苗

香魚卵徑小，約 1 mm，所孵出之魚苗體長約 5—7 mm，由蕭 (1979) 所作之幼苗外觀與行為變化之觀察得知，其培育時間較一般魚類為長，因此，其魚苗的成長與育成率受到眾多因素影響。

(1) 照度與趨光性

剛孵出魚苗具有趨弱光性，育苗槽內壁顏色亮麗時，水槽壁由於反射光照，導致魚

苗集中於水槽壁，頭部與水槽壁成直角的上下移動，未攝餌而逐漸死亡，故室內育苗池最好採以水泥池為魚苗培育池。仔魚對光極為敏感，因此，培育過程宜控制照度，初期光線之照度應在 1,000 Lux 以下，1 個月後即可接受自然光之照射度。依研究報告指出，若照度過強（超過 16,000 Lux）或過低（低於 200 Lux）時，幼苗於 4—5 日即死亡。

(2) 放養密度

仔稚魚之放養密度，一般以發眼卵來推斷孵化率而移至培育池，亦有很多仍留在原池中孵化予以培養。而放養密度之高低對育成管理有相當之影響，一般而言，放養密度是依不同體型大小及分養而定。通常剛孵出魚苗培育密度有人高達 1 噸水 5—8 萬尾，20—30 天後即分養時，1 噸水以 3—4 萬尾為宜，若到 70—80 天後魚苗長側鱗時，分養以 1 萬尾為宜。

初期 20 天內魚苗可以止水式打氣方式培育，以後視魚苗成長，增加流量以流水式培育。一般而言，以流水式培育成績較佳。魚苗分養時最好利用 30—60 Lux 之燈光將魚苗集中，以虹吸或桶取方式分養以降低培育密度，促進魚苗成長，當魚苗體長在 2 cm 以上時不易以燈光集中，分養時可在白天餵餌，待魚苗集中時以虹吸或桶取方式分養。篩選、分養是提高魚苗育成率不可或缺的繁重工作。

(3) 水溫

依據文獻資料得知，仔稚魚於 11℃ 以下攝食行動減緩，而長時間處於 22℃ 高溫下時，魚苗變得衰弱、活力差，而以 16—

20℃最適溫度成長最佳，同時培育溫度變化愈小，育成率愈佳。

(4) 水質

鹽度 5–25 psu，pH 值 7.8–8.4。水中含氮量與二價離子等對幼苗培育有相當的影響，其中含氮物質更是育苗工作上不可忽視，由於在育苗過程中，投餵許多的高蛋白質人工飼料，同時室內培育池都為水泥池，底部廢棄物不易完全分解，常造成細菌溫床，所以，抽除池底污物乃是不可欠缺之日常工作。同時，適度地注入新鮮乾淨的水，以維持水質之穩定。在早期，由於仔魚游泳力較弱，宜以微量注水，之後需視魚苗成長與水質之變化而增加注水量。

另，依據隆島之研究報告，育苗池水中溶氧量須在 4 mg/L 以上，若長期生活於 3 mg/L 環境下，魚苗生長減緩且活存率頗低，因此，須有適量的打氣以供適量的溶氧。

(5) 水色

魚苗培育初期，加入適量培育的綠色藻類，使池水具水色，此不但可遮去部分光照，同時能淨化水質。尤其近年來，魚苗放養於室外池培育，水色更顯得其重要性。

(6) 給餌量、次數與方法

餌料給餌過多則易造成殘餌，破壞水質，並使細菌衍生而致病；若不足則造成營養不足而降低育成率。生物餌料與人工餌料可搭配使用以補各自之缺失。

至於投餌次數，並無一定之標準，原則上，早期以少量多餐為主，因為仔稚魚由空腹至飽食再到消化呈空腹之時間約 1.5–2

小時，所以早期每 1.5 小時餵食 1 次，待魚體成長至 1.5 cm 以上時，可 2–3 小時餵食 1 次，50–60 天以後可每日餵食 4–5 次。

(7) 適時篩選與分養

魚苗分養主要是要獲得較適宜的放養密度，以提高育成率。當魚苗培育 80–90 天後，就需篩選大小，將體型一致的分別飼養，如此不但可提高育成率，同時可使成長較快者能較早移入養成池飼養，早日上市。

(8) 淡水馴化

魚苗培育以水溫 16–20℃ 之半淡海水採流水式培育為佳。魚苗成長至體長 4 cm，體重 0.5 g 以上，魚體側中央鱗片已發育時即可開始淡化，逐漸少量注入淡水，使其逐漸適應淡水養殖之生活環境，淡化時間一般以 1 星期左右為宜。

3. 餌料

餌料乃是影響育苗成績不可忽視之主要因素，目前雖已開發出各種不同的人工餌料，但仍然無法完全取代生物餌料，因此，育苗期間仍必需使用輪蟲、豐年蝦無節幼蟲、橈腳類及水蚤等生物餌料。

(1) 輪蟲 (圖 5-10)



圖 5-10 輪蟲

由研究報告與實際操作可知，輪蟲之有無是香魚苗培育成敗之關鍵因素。輪蟲為魚苗最佳初期餌料，一般投飼時間為孵化後至 60—80 天。尤其在早期時間，若缺乏輪蟲，而長時間以蛋黃、人工微粒飼料 (BP.) 等取代時，則魚苗培育率相當低。所以如何獲取質良、量穩定的輪蟲，是香魚苗培育最大關鍵。依實作經驗，欲長時間培養輪蟲是相當具有挑戰性的，尤其當有大量香魚苗需大量且穩定的輪蟲時，常因天候因素影響而不敷使用，因此，事先儲備冷凍輪蟲以備使用，是解決的辦法之一。

輪蟲投飼量為每天每尾魚苗 200—500 個左右，全池散布。輪蟲於培育池採收後以乾淨之海水沖洗後投餵。目前業者改採用室外池培育幼苗，但輪蟲量之補充亦不可缺。

(2) 蛋黃

蛋經煮熟後，將蛋黃加水在果汁機中打碎成漿投飼，投飼期間為孵化後 10—50 天，投飼量為每天 10 萬尾香魚量投餵 1 個蛋黃。須少量短間隔分次使用，並適度流水以免殘餌而使水質惡壞。業者採用室外池培育幼苗時，蛋黃亦可被分解成為藻類營養鹽，對水質影響較小。

(3) 豐年蝦無節幼蟲 (圖 5-11)



圖 5-11 豐年蝦無節幼蟲

該種生物餌料來源較方便，目前市面上有許多不同廠牌之豐年蝦耐久卵，品質因產地而有差異，在選擇時宜多加注意。投飼期間為孵化後 25—100 天，1 天投飼 1 次，魚苗體長約 2 cm 時，豐年蝦投飼量為每天每尾 60 隻。投飼豐年蝦時必須將卵殼與孵出之豐年蝦無節幼蟲分離乾淨，以免魚苗誤食卵殼而斃死。另依高見等 (1968) 研究報告指出，長時間單獨飼餵豐年蝦無節幼蟲時，尤其在幼苗早期，幾乎每日都有大量的魚苗死亡，若附加輪蟲等其他餌料時，死亡情形有所改善，所以建議不要長期單獨飼餵豐年蝦無節幼蟲。

(4) 橈腳類 (圖 5-12)

橈腳類的培養較輪蟲或枝腳類困難，主因在橈腳類必須經兩性生殖，故增殖速率較慢。業者可採捕自鰻魚魚塢之 *Tigriopus* spp.，該種所含 ω 3HUFA 營養價高，且沒有耐久卵卵殼之問題，是一種良好的餌料生物。



圖 5-12 橈腳類

(5) 水蚤 (圖 5-13)

常用的枝腳類有圓水蚤 (moina) 與水蚤 (daphnia)，均為淡水種，行孤雌生殖，增殖速度較快。投飼期間為孵化後 80—130 天，配合人工飼料 1 天投飼 1 至數次。



圖 5-13 水蚤

(6) 配合飼料 (微粒子飼料)

孵化後 1 星期起，視魚苗的成長，給予不同大小之配合飼料，並配合其他餌料混合投飼，1 天投飼數次，投餌量為魚體重之 3—6%。

依實際操作顯示，早期投餌以混合交替使用為宜，一方面互補營養之不足，另一方面可增加攝食力，且在準備工作上較利調配，故交替投餌是有其利益的。

(七) 室外式大量生產技術

室內集約式育苗因培育餌料、池底除污、定時投餌、調控水質等作業，需強大的勞動力與經營成本，近年來已逐漸改為室外池培育，因室外池的天然餌料較充足，生產量高，目前都利用 0.1—0.3 公頃的室外軟池作為香魚苗生產用。由於香魚苗培育初期需低光照，所以室外池均設置遮陽網，減少光照 (圖 5-14)。

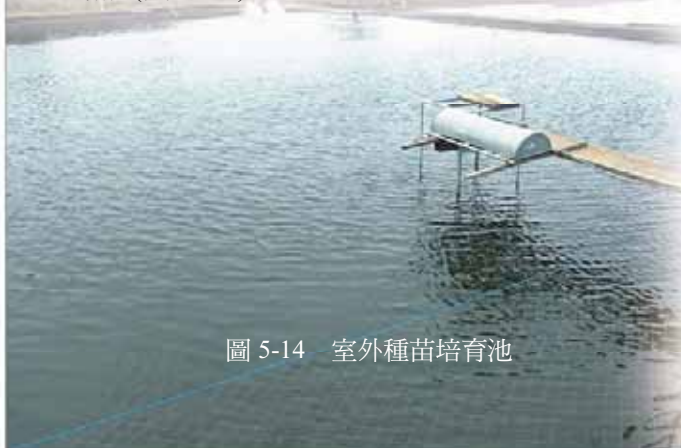


圖 5-14 室外種苗培育池

室外育苗前魚池須先清整、消毒與施肥。放養前 7—10 天先行作水，培養餌料生物，以增加魚池自然生產力。其種苗放養方式可以直接將受精卵放養，或將孵化之仔魚以每噸 10,000—15,000 尾的密度，於攝餌前釋放至育苗池。室外池培育除以池塘自然生產之天然浮游生物為餌外，需依池中浮游動物量多寡，補充投餵經 EPA 及 DHA 強化之活餌與人工配合飼料。10 天齡亦可啟動增氧水車，形成緩流，增加魚苗活動力，並配合自動投餌機投餵人工配合飼料。

六、飼養與管理

香魚對生活環境之要求比一般淡水魚類高，養殖場地之選擇應配合香魚之生態習性。

(一) 養殖設施及設備

香魚養殖與他種魚類之養殖不同，其適合高密度集約式養殖，卻不適合與他種魚類混養，僅可混養少許之河川魚類，例如石鱸、鯛魚、溪哥等。其養殖設備應考慮：

1. 養殖用水

為河川水時，應有不論河水流量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。使用地下水則需有自動發電機設備，以備停電抽水用。

2. 養殖池形狀結構

養殖池以水泥製較便於管理。過去採鱒魚養殖用的長方形魚池，其後逐漸改採圓形或八角形。

(1) 矩形池 (圖 5-15)

面積 $100-500\text{ m}^2$ 、水深 $100-120\text{ cm}$ 、長寬比為 $3-5:1$ 的魚池較易管理。其管理要點為：(A)池底傾斜度在 $1/50-1/20$ ，以利排水；(B)為方便排水，排水口要大；(C)排水口應設集魚坑，以利採捕作業；(D)長形池之四角為水流死角，殘餌污物易沉積使水質惡化，必須隨時清除，以防魚病發生。

(2) 圓形或八角形養殖池 (圖 5-16、圖 5-17)

魚池直徑 $10-20\text{ m}$ ($80-300\text{ m}^2$ ，水深 $120-150\text{ cm}$)。其管理要點為：(A)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；(B)池底傾斜度在 $1/25-1/15$ ；(C)排水口附近設集魚坑，否則捕撈不易；(D)排水口設於魚池中央，殘餌、排泄物及其他污物，可藉池水旋轉力量集中於排水口而排出，且因旋轉之水流，使香魚運動量加大，增加香魚攝食，促進香魚成長。

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。

由於魚池之建築所費不低，尤其在山區，建築所需之原料與設備不易取得，更增加其建築成本，所以，有許多業者初期為降低養殖成本，改以帆布外包白鐵結構之圓形養殖池。

3. 蓄養池

香魚出售前宜先予蓄養，以清除消化道內容物，蓄養池面積一般以 $3-5\text{ m}^2$ 為宜，另亦可用箱網來蓄養。

4. 設備、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。



圖 5-15 矩形養殖池



圖 5-16 圓形養殖池 (趙士龍攝影)



圖 5-17 八角形養殖池

(二) 養殖管理

1. 放養前之準備

香魚養殖池在魚苗放養前需先以福馬林或漂白劑消毒，以除病原，同時檢視排水口有無漏水；另亦需注意到進水道有無防止雜物或雜魚混入之防備設施。放苗前 15 天左右可預先進水，使池壁長滿矽藻再放苗。

2. 放養時期

此視魚苗之生產順利與否而定，大致上都是在 2 月以後，水溫開始回溫時期。近年來由於種苗生產提前且順利，於 12 月中旬即有業者放養，然此時河川水溫尚屬低溫期，往往造成嚴重損失，故業者均改以地下水為水源，在低海拔地區飼養。

放養時間宜選在天候狀況良好之晨間進行，魚苗放養時最好先將魚苗以磺胺劑藥浴以防細菌性疾病感染，放入養殖池水溫差不要太大。

放養宜採用連魚帶水一起移入飼養池，切勿撈捕。

3. 放養體型與密度

通常於稚苗鱗片長齊即可放養，此時體長已有 5—6 cm。魚苗之放養量視注水量之大小、水溫、個人管理、環境及設備等各項因素而定，一般每噸水可放養 100—150 尾，若水量充裕，每秒有 4 m³ 之水量時，每噸水最高可放養 400 尾，以一般魚池而言，一個 50 坪、水深 1—1.2 米大小之魚池，可放養至 16,000—25,000 尾，若條件較差者，則每噸水以 60—100 尾為原則。

4. 飼育管理

香魚成長與放養密度、給餌、水量、水

溫及管理有密切的關係，一般香魚魚苗放養體型為體長 5—10 cm 左右，在正常情況放養後約 3 個月達上市體型，便可陸續間捕出售。而在飼育管理上更應注意下列幾點：

(1) 投餌方法

魚苗放養初期，因尚未習慣培養環境，投餌應少量多次，盡量減少殘餌，以免水質惡化，經 3—4 天馴餌，魚苗已習慣培養環境和人工飼料，且會集中定點攝餌，此時可按平常飼育方式投餌。

(2) 投餌量與投餌次數

魚苗放養後即可視魚況而適時開始給餌，給餌原則為魚苗體型愈小，給餌次數愈多，每日投餌量可參考表 5-6 之建議量，但必需依魚況與水溫等影響因素作適度調整。

一般香魚在日出前開始攝食，日落後片刻終止攝食，香魚以清晨與傍晚攝食較活潑，所以在此時間應多投，約可投給 1 日投餌量之一半，剩下一半於其他時間投飼。養殖水溫超過 25℃ 時白天的投餌量宜酌減，而在清晨及傍晚多投為宜。

(3) 餌料

於自然界中，香魚是以攝取附著於岩石上之藻類為主，其含有極豐富的營養，其有大量的粗蛋白質（45—48%）、粗脂肪、粗纖維及維他命，尤其含有豐富的 β 胡蘿蔔素。但於集約式養殖池中並無法提供充分且大量的藻類，故必須仰賴我們所提供之餌料為主。

目前香魚養殖所用飼料都使用市售配合飼料（如香魚、草蝦或鱒魚等用之飼料）或以魚漿、鰻魚飼料、魚粉、黃豆粉、綠藻

表 5-6 香魚飼育投餌量表

水溫(℃)	體重(g)								
	10以下	10-20	20-30	30-40	40-50	50-60	60-70	70-80	80以上
10	3.5	3.2	2.7	2.0	1.7	1.5	1.3	1.2	1.0
11	3.7	3.4	2.8	2.2	1.8	1.6	1.4	1.3	1.1
12	3.9	3.6	3.0	2.3	2.0	1.7	1.5	1.3	1.2
13	4.1	3.8	3.2	2.5	2.1	1.9	1.6	1.4	1.3
14	4.4	4.1	3.4	2.7	2.2	1.9	1.7	1.5	1.4
15	4.7	4.4	3.7	2.9	2.4	2.1	1.8	1.6	1.4
16	5.1	4.7	3.9	3.1	2.5	2.3	2.0	1.7	1.5
17	5.4	5.1	4.2	3.3	2.7	2.4	2.1	1.8	1.6
18	5.9	5.5	4.5	3.6	2.9	2.6	2.3	2.0	1.7
19	6.3	5.9	4.9	3.8	3.1	2.8	2.4	2.2	1.8
20	6.9	6.3	5.3	4.1	3.4	3.0	2.6	2.3	2.0
21	7.4	6.8	5.7	4.4	3.6	3.2	2.8	2.5	2.2
22	8	7.3	6.1	4.8	3.9	3.5	3.1	2.7	2.3
23	8.6	7.8	6.5	5.1	4.2	3.7	3.3	2.9	2.4
24	9.2	8.3	6.9	5.5	4.6	4.1	3.6	3.1	2.6
25	9.2	8.8	7.4	5.8	4.9	4.4	3.9	3.3	2.8

資料引用自彭鏡洲 (1987)

粉及綜合維他命等自行配製。現今商業化微生物製劑產品已逐漸成形，已有不少業者使用，以增加魚體免疫力、提升飼料效益及降低環境污染等，也略見成效。

5. 日常管理

勤勞細心的管理工作是香魚養殖成功的一大保證，其必須注意之處有：

(1) 水質控管

A. 勤巡注排水水路之暢通，慎防農藥、公害物質等流入及落葉雜物阻塞注排水之水路。水路之暢通可確保魚池換水率，尤其是魚體愈大時，需較大的換水率。

- B. 夏季高溫期宜採用水車式增氧系統增氧，保持溶氧量大於 4 mg/L。也可在魚池上方架設遮陽網，減少陽光直射。
- C. 養殖池經過一段時間養殖，池底與池壁青苔繁生，無法清除，應需移入乾淨魚池繼續養殖，原養殖池曝曬清洗消毒備用。
- D. 養殖池由於殘餌與排泄物等累積，需每天清污。圓形養殖池水流強，池底污物會自動排出，長方型池因有水流死角，易堆積殘餌與排泄物，使水質惡化，發生魚病，應隨時注意以虹吸方式吸除。對於魚病應作好預防，早期發現，早期

治療。

- E. 香魚養殖應時常注意池水的注排水現況，魚的游泳狀況，攝餌情形與攝餌量，若發現池魚有任何異狀，應馬上處理，以免無謂的損失。

(2) 飼養控管

- A. 定期篩選、分養及飼養：香魚苗放養後約 1 個月，因池魚成長大小參差不齊，應將池魚全部篩選，體型一致者放養一池，以加速池魚成長，經養殖 3—4 月，魚體重達上市體型 100 g 以上，可陸續間捕出售。
- B. 放養密度不宜過高，尤其在枯水期水量不足時，高密度養殖時較易死亡，所以放養量宜衡量水量作審慎的評估。
- C. 餌料之給予須做到定時、定點、定質、適量之要求。定時、定點有利於觀察池魚情況，定質則保證池魚能攝取生長所需之營養。
- D. 餌料若用粒狀餌，其粒徑須適當。
- E. 飼料之儲存不可過久，且要保持在通風良好、低溫乾燥之處，並預防鼠患，以確保飼料品質。
- F. 防止鳥害與竊盜：可在魚池邊掛網，以預防鳥類捕食，間接防治寄生蟲性疾病之感染。
- G. 記錄養殖過程，需建立飼養日誌。

(3) 災害防範

- A. 雨季及颱風期間，應注意土石流及水土保持。須有緊急發電機備用，以防隨時停電。
- B. 嚴防寒流來時的低溫寒害。

6. 控制香魚生殖腺成熟的方法

香魚養殖至 9 月中旬，因日照漸短，短日照會促進成熟，尤其是雄魚體表會變黑且瘦削，降低商品價值，因此為了將香魚的成長延至秋天，且防止其因生殖腺成熟時出現婚姻色而影響商品價值，一般在香魚生殖巢未形成時就要在日落時以日光燈作長日照射處理，使延長光照時間為 16 小時左右，以延緩香魚的成熟，經長日照處理之香魚不但外表老化變黑延後，且可繼續成長。但是如果生殖腺已開始成熟後，雖以長日照處理，其生殖腺的發育並不因此而停止。光源的強弱，亦可影響香魚的生殖腺成熟，依鈴木 (1976) 報告指出，日光燈的臨界照度是 10 Lux，青、綠、黃、赤各種光源的臨界照度是 5、13、11、7 Lux。一般長波長的光波，如橙及黃色，較短波長的光如綠色及青色，更能抑制生殖腺之成熟。

為控制生殖腺之成熟，建議在養殖池四周或上方安裝日光燈，以日光燈燈照來延長香魚養殖時間，調節市場供需，增加養殖收益。

(三) 出貨

目前台灣之香魚消費型態有：(1)活魚狀態；(2)冷凍冷藏方式。出貨給經銷商、本地中間商或直銷餐館。

1. 捕撈 (圖 5-18、圖 5-19)

達食用商品規格應及時起捕，篩選出售。產品出貨前 1 週應送請獲得認證之驗證機構檢驗。外銷產品安全標準應符合消費國家所定之標準。國內市場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。如檢驗結果中有兩項及兩項以上指標不合格，則判為不合格；有一項指標不合格，允許重新抽樣複檢，如仍有不合格項目，則判為不合格。

香魚養殖 3—4 個月後，此時可視市場的需求而間捕出售，尤其是雄魚成熟時體表會變黑，體型削瘦，降低商品價值，應將雌雄分開，先將雄魚捕撈出售。香魚本性狡猾，捕撈比一般魚類困難，且易被誤踏損失，應多加注意，若少量出售可以網捕，若大量出售則需清池，將達上市體型者挑選出售。出售前應予蓄養或停餵 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。



圖 5-18 以篩選器間捕收成



圖 5-19 收成漁獲

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。

少量活魚運輸可以塑膠袋裝水灌氧氣密封運輸，量多可用運輸車打氧氣運輸，但運輸途中為避免水溫上升減少魚的死亡，應加冰塊以降低水溫（圖 5-20）。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。



圖 5-20 冰鎮運輸

3. 冷凍、冷藏（收穫後初級加工）

收穫後初級加工項目包含分級、選別、去頭、去尾、去內臟、去鱗、去皮（去殼）、分切、低溫冷凍保藏之製造及運送、儲存等過程。而香魚採整尾食用方式，故其收穫後初級加工以分級（圖 5-21）、低溫冷凍保藏之製造及運送、儲存。



圖 5-21 自動分級選別

初級加工處理場所應依中央主管機關之規定，實施微生物污染之抽驗，以確保其所生產之魚貨衛生安全。一般初級加工處理應符合下列規定：(1)香魚食用採整尾方式，採捕之鮮魚直接放入加鹽之冰水中，使其快速死亡及魚體降溫，維持優良品質；(2)加工處理時，魚體應在 5℃ 以下的環境中，且應保持潔淨，物品不落地的原則；(3)魚體經包裝後直接進入凍結間極速冷凍，其溫度應達到攝氏 -40℃ 以下。待魚體完全冷凍後再移入冷藏間 (-27℃) 儲存；(4)產品應符合衛生署公告之「食品衛生標準」的規定。

4. 包裝

包裝容器應為牢固、潔淨、無毒、無異味的器具。成品宜標示二維條碼及標註產品名稱、規格、淨重、產地、生產單位（或銷售單位）、起捕時間、執行標準等，據此可追溯該產品之原始生產資料，並應填具包裝及運載紀錄表。包裝設備與環境及人員應注意與遵守衛生安全措施。

5. 倉儲及運輸

物品之倉儲應有存量紀錄，成品出廠應作包裝及運載紀錄表、銷售管理紀錄表及出售流程紀錄五聯單。

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)；凍藏庫應能使產品的中心溫度經常保持在攝氏 -20℃ 以下；冷藏、凍藏庫應設有溫度自動記錄器，並填具儲藏庫溫度紀錄表。

七、疾病與對策

香魚常見之主要疾病與防治方法述之於下：

(一) 細菌性疾病

香魚引發細菌性疾病的案例，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. 弧菌病

受鰻弧菌 (*Vibrio anguillarum*) 感染，多發生在水溫上升期，水溫 15—20℃ 間。其病魚活動緩慢，聚集於進水口處，其胸、腹側、臀鰭基部等處發生潰爛，肛門處紅腫，傳染迅速且死亡率極高。

因應對策除經由獸醫師檢測，依其用藥處方籤處理外，仍需清除魚池中堆積物，減少飼料投餵及減少飼養密度。

2. 產氣單胞菌感染症

由細菌 *Aeromonas hydrophila* 所引起。整年可見，以高水溫之夏季為主。其症狀是口唇部發炎變紅，胸、腹鰭基部或全部發紅，臀鰭附近有淤血或出現紅斑，傳染極為迅速且造成死亡。

因應對策如弧菌病。

3. 冷水病

病魚症狀多見於鰭、皮膚和肌肉，爛鰓先是不同程度的鰓絲貧血腫大，繼而潰爛，口腐則是口唇先淤血變紅再潰爛，爛鰭和爛尾前半胸鰭基部先變紅，晚期時能從內臟中分離出 *Flavobacterium psychrophilum* 病原菌。由於水溫低，故一般不見炎症細胞浸潤，而當鰭或尾部的潰爛伴隨水質不良時，

表皮和真皮有嚴重水腫，損害外表往往已有大量菌落形成。病害流行季節一般在水溫 16℃ 以下，據推測可能與香魚過早放流，水溫過低有關。本病在日本已取代弧菌病成為香魚養殖的首害，在台灣亦有報導。

防治對策為選擇水源充足、水質良好、水溫適宜的養殖場所，改善環境條件是預防本病的根本之道，有報導指出，使用福馬林消毒體表效果良好。

4. 香魚出血病

受鏈球菌 (*Streptococcus iniae*) 感染，發病水溫在 25–28℃，流行於夏季高溫季節。病魚症狀為游動緩慢，分散於緩流處，浮於水面或頭向上，尾朝下呈懸垂狀，病死前，病魚或間斷性狂游或腹部向上，體色發黑，身體瘦弱，鰓顏色變淡呈貧血狀態；眼球瘀血突出、白濁，甚至眼球脫落，腹側點狀出血，肛門紅腫，內臟器官之病變及腹水現象與前述弧菌病、產氣單胞菌感染現象類似。

因應對策為避免養殖過密，加強飼養管理，投餵優質飼料，適時添加綜合維生素，注意池塘清潔和消毒，一旦發病，停食 2–3 天對病情有延緩作用。

5. 細菌性出血性腹水症

病原細菌是 *Pseudomonas plecoglossicida*，一般與其他細菌性疾病如 *F. psychrophilum* 細菌合併病發。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。因應對策與冷水病相同。

6. 細菌性鰓病

病魚行動遲鈍，食慾減退，症狀常見於

頭部和背部的皮膚及鰓部。初期為隆起的白色斑塊，周圍有紅色充血區，不久即發展成出血性潰瘍，上覆菌細胞和壞死組織。鰓部損害往往最大，鰓絲腫脹，黏液增多，末端腐爛缺損、發白，鰓蓋骨的內表皮充血，病魚很快死亡。患部可分離出 *F. branchiophilum* 菌種。疾病常流行於春、夏、秋三季，尤以夏季最為嚴重，往往與腸炎等併發，特別是夏季因暴雨水質變濁時，常造成大面積發病。

因應對策為改善環境，增函供氧，控制水中的有機物，降低水溫，如果對混濁水源進行淨化處理，在支持性療法中相當有效。

針對各菌種之鑑定與防治方法，建請業者將病魚送各地之家畜疾病防治所檢測後，再依菌種種類及獸醫處方籤可予藥物處理。

(二) 寄生蟲性疾病

常見的寄生蟲性疾病有微孢子蟲病、杯頭條蟲病、魚鱗症、白點蟲病及車輪蟲病。

1. 微孢子蟲症 (圖 5-22)

感染初期無明顯症狀，隨著囊胞的形成症狀才出現，於身體各處如眼、嘴、鰓、軀幹肌肉或內臟皆可形成囊胞，使體表出現腫瘤狀凸出物，軀幹彎曲變形、腹水及消瘦等各種病變。切開病變處可於肌肉、內臟各處觀察到 2–3 mm 大小乳白色米粒狀的囊胞。顯微鏡檢可發現 *Glugea plecoglossi* 病原體，為魚類微孢子蟲中的一種。病原體極小，孢子約 $5.8 \times 2.1 \mu$ ，呈卵圓形具單極絲盤繞於細胞質內。經口感染後，孢子會形成芽胞漿 (sporoplasm) 穿透腸上皮組織，隨血

流到各處組織，侵入宿主細胞，於細胞內進行裂體生殖 (schizogony) 及孢子生殖 (sporogony)，產生大量的孢子，形成乳白色卵圓形囊胞，囊胞破裂時會放出大量的孢子，再感染附近的宿主細胞或排入水中，再傳染給新的宿主。

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。發生本病後，魚池需用漂白粉、石灰等消毒及陽光曝曬，防止微孢子蟲的殘存。



圖 5-22 香魚微孢子蟲症

2. 杯頭條蟲病

受杯頭條蟲感染亦是造成慢性腸炎原因之一。解剖香魚腹部並剪開消化道，可以肉眼認出病原體，其頭節有四個吸盤，若是頭頂部位有第 5 個吸盤者則為杯頭條蟲 (*Proteocephalus plecoglossi*)，成蟲體長可達 6 cm。

可用驅蟲劑經口投藥治療。消除中間宿主之一微塵子類 (cyclops) 等，避免感染。

3. 魚鰓症

香魚之鰓 (*Pseudoergasilus zacconis*) 大都寄生於鰓部，表皮組織較不容易見到，蟲體的第二觸角變形為鉤狀之把握器 (clamp)，目前尚無治療良策。

4. 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，造成病原菌或真菌類的二度感染，從而加速病魚之死亡。

5. 白點蟲病

於淡水魚塢中白點蟲發生情形較不易見，而在半淡鹹水魚塢中較易發現，病魚的體表出現白點狀，此時病魚會磨擦外物，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。

6. 車輪蟲病

在淡水魚塢較易發生，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。可從鰓部或皮膚部位採黏液做抹片，經由鏡檢得知有無感染。

(三) 其他疾病

1. 水黴菌病

此主要由於皮膚受傷，受到黴菌孢子感染而發生。患處如一團棉花般之菌絲叢生，魚體行動緩慢，無食慾而終至死亡。防範方法是儘量在捕捉時避免魚體受傷。

2. 真菌性肉芽腫症

病魚之患部膨脹伴著出血，皮膚有剝離，露出肌肉而成潰瘍，在患部可以檢視到菌絲塊，其病原體為真菌類之腐生水黴屬 (*Saprolegnia spp.*)。目前尚無治療方法，但可由改善水質、注意飼料營養及減少放養密度。

3. 失明症

此一病症發生的原因有三：一是清捕時的機械性傷害，二是寄生蟲之感染一如白點蟲等，三是營養性問題。防治需先瞭解病因再給予適當的處理。

4. 提燈病

香魚背鰭前端之肌肉組織及皮膚組織崩潰而露出肌肉，且患部呈橢圓形或圓形。在病兆初期，背鰭前中線之表皮出現小白斑，然後急速擴張。此時降低飼養密度，病症多半會不藥而癒。

5. 瘦背症

病魚出現生長不良，特徵性的瘦背症，解剖可見肝胰腺、腎臟腫大，顏色變淡，肌肉水腫，肝胰腺後期可見到針尖到米粒大的灰白色壞死。可能主因是飼料不良，尤其是魚油氧化引發之營養性疾病。治療宜需更換優質飼料。

八、展望

近幾年國內香魚魚價偏低，又新興食用魚種種類激增，且外銷市場又無法充分拓展，相反的，日本與中國大陸之香魚卻源源不斷低價進口，使香魚養殖處於低迷狀態。繁殖育苗戶及養殖戶間之魚貨銷售與成魚價格習習相關，因成魚魚價低，使得繁殖場育苗意願低落，近 5 年來魚苗價格維持在 2—5 元間，造成香魚繁養殖業者叫苦連天，尤其 2006 年下半年起，飼料原料漲幅甚巨，對香魚養殖業更是雪上加霜。

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)”，香魚良好農業規範於 2008 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

- 王之岳 (1977) 影響及控制香魚生殖腺成熟的方法。中國水產，295: 2-4。
- 田 和男、柴田茂 (1977) 池中養成アユの採卵に關する研究-I・養成餌料としての付著藻類について。水產増殖，25(1): 7-11。
- 白石方一、池田武也 (1961) アユの成熟に及ぼす光週期の影響。淡水研報，15(1): 69-83。
- 吉沢和俱 (1998) アユの種苗生産と遺傳的多様性の保持。海洋，30(4): 229-232。
- 吉沢和俱 (2005) アユ。水產増養殖システム淡水魚，恒星社厚生閣出版，83-101。
- 谷口順彦、関 伸吾、稻田善和 (1983) 兩側回游型，陸封型および人工採苗アユ集團の遺傳變異保有量と集團間の分化につて。Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries, 49(11): 1655-1663。
- 省農林廳 (1962) 香魚採卵孵化放流。農業要覽，10: 404-408。
- 酒井清 (1974) 產出卵の卵質評價，魚類の成熟と產卵。水產學シリーズ No.6，100-112。

- 彭弘光、許可時、劉嘉剛 (1982) 香魚苗大量培育試驗。臺灣省水產試驗所試驗報告, 34: 197-204。
- 彭弘光、湯弘吉 (1990) 香魚種苗大量生產改進試驗。臺灣省水產試驗所試驗報告, 49: 139-142。
- 彭鏡洲、莊訓鍊、劉嘉剛 (1981) 池中養成香魚之人工繁殖試驗。臺灣省水產試驗所試驗報告, 33: 519-522。
- 彭鏡洲 (1987) 香魚養殖。台灣省漁業局漁業推廣叢書第 023A, 49 pp。
- 湯弘吉、彭弘光、余廷基 (1988) 香魚的人工繁殖試驗。臺灣省水產試驗所試驗報告, 43: 153-158。
- 黃家富 (1993、1997) 香魚繁養殖。海洋生物博物館技術叢書 1, 30 pp。
- 関 伸吾、谷口順彦、田 祥麟 (1988) 日本及び韓國の天然アユ集團間の遺傳的分化。Nippon Suisan Gakkaishi, 54(4): 559-568。
- 劉富光 (2005) 淡水養殖(八)香魚。台灣農家要覽-漁業篇, 209-212。
- 鄭枝修 (1968) 日本香魚的人工繁殖。中國水產, 188: 2-11。
- 蕭世民、麥穎誠 (1978) 養殖香魚之人工繁殖研究-I 配合飼料養成香魚之採卵及其孵化。中國水產, 305: 2-10。
- 蕭世民、麥穎誠 (1978) 養殖香魚之人工繁殖研究-II 攝食附著性藻類的香魚之採卵及採精。中國水產, 306: 8-12。
- 蕭世民、麥穎誠 (1978) 養殖香魚之人工繁殖研究-III 池塘香魚卵自然成熟情形之出現。中國水產, 307: 3-7。
- 蕭世民、麥穎誠 (1979) 養殖香魚之人工繁殖研究-IV 香魚幼苗之培育初報。臺灣省水產試驗所試驗報告, 31: 414-420。
- Masaaki, K., T. Iwai, H. Yamamoto and Y. Sokabe (1986) Effects of Temperature and salinity on Egg hatch of the Ayu, *Plecoglossus altivelis*, Bull. Fac. Fish., Mie Univ., 13: 17-24.
- Motohiro, T., E. Shoji and N. Taniguchi (1999) Microsatellite DNA polymorphism to reveal genetic divergence in Ayu, *Plecoglossus altivelis*, Fish. Sci., 65(4): 507-512.
- Mutsumi, N. (1985) Substantial genetic differentiation in Ayu *Plecoglossus altivelis* of the Japan and Ryukyu Islands. Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries, 51(8): 1269-1274.
- Mutsumi, N. (1986) Geographic variation in the molecular, morphological and reproductive characters of the Ayu, *Plecoglossus altivelis* in the Japan-Ryukyu archipelago. Japanese J. Ichthyology, 33(3): 232-248.
- Tasumasa, S. and M. Nishida (1994) Genetic differentiation in populations of the Ryukyu-ayu *Plecoglossus altivelis ryukyuensis* on Amami-oshima island. Japanese J. Ichthyology, 41(3): 253-260.



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

虹鮭體呈紡錘形而側扁；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，故名虹鮭。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鮭源自共同的祖先，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

虹鮭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，但是利用虹鮭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鮭和櫻鮭 (圖 6-2)。由於虹鮭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。

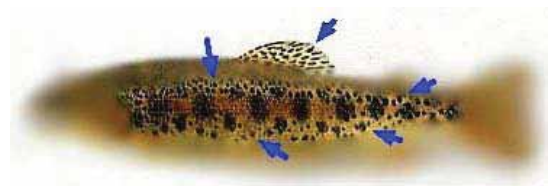


圖 6-2 虹鮭與櫻鮭相異處

(三) 生活史、自然生態

虹鮭為陸封型魚種，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，在台灣虹鮭產卵期約在 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℃ 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℃ 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。

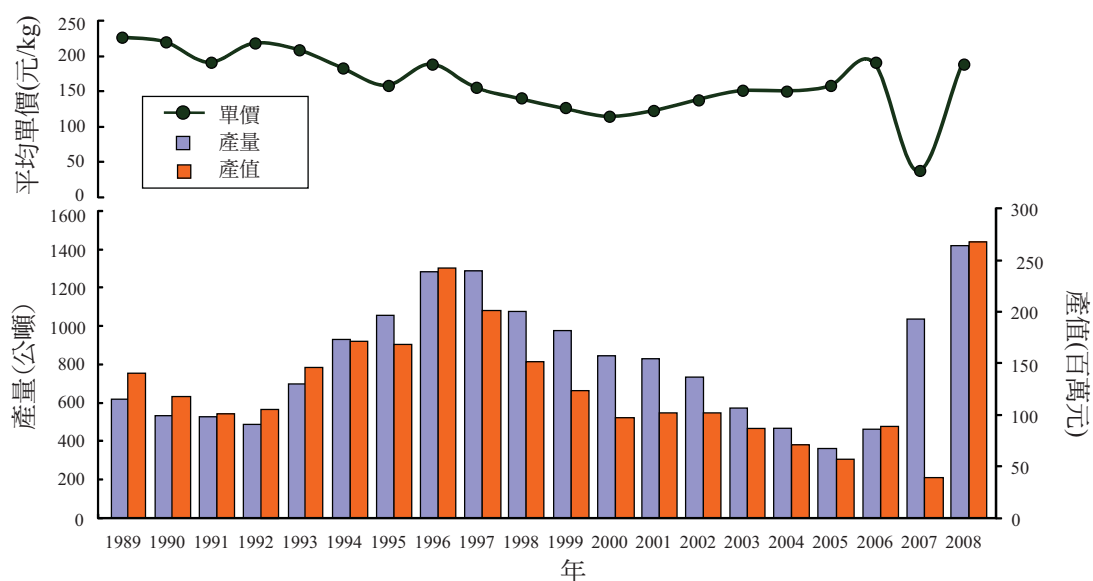


圖 6-3 1989-2008 年台灣養殖鱒魚之年產量與產值及平均單價（資料來源：漁業年報）

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，應有不論河水流量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。

影響鮭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。水中溶解氧量越高，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。在溶解氧量為 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存活的重要因素。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 虹鱖養殖用水水質指標

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) 種魚選育

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。虹鱖的性成熟年齡：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。

一般鱖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鱖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 m²，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 1×10^4 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℃。

(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硫基的醇，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(℃) × 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 (℃)	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 m²，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^2 ，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^2 。

(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、蚶肉、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、晚的投餌量占全日投餵量的 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℃。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/m³、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℃ 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℃ 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℃處理 20 分鐘、28℃處理 10 分鐘、30℃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℃，最適水溫 16—18℃，最高水溫不得超過 24℃。

(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	130-1 80	>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
	7	3.6	3.0	2.5	1.9	1.4	1.2	1.0	0.9	0.8	0.7
	8	4.1	3.4	2.8	2.2	1.7	1.4	1.2	1.0	0.9	0.8
	9	4.5	3.8	3.0	2.4	1.8	1.5	1.3	1.1	1.0	0.9
	10	5.2	4.3	3.4	2.7	2.0	1.7	1.4	1.2	1.1	1.0
	11	5.4	4.5	3.6	2.8	2.1	1.7	1.5	1.3	1.1	1.0
	12	5.8	4.9	3.9	3.0	2.3	1.9	1.6	1.4	1.3	1.1
	13	6.1	5.1	4.2	3.2	2.4	2.0	1.6	1.4	1.3	1.1
	14	6.7	5.5	4.5	3.5	2.6	2.1	1.8	1.5	1.4	1.2
	15	7.3	6.0	5.0	3.7	2.8	2.3	1.9	1.7	1.5	1.3
	16	7.8	6.5	5.3	4.1	3.1	2.5	2.0	1.8	1.6	1.4
	17	8.4	7.0	5.7	4.5	3.4	2.7	2.1	1.9	1.7	1.5
	18	8.7	7.2	5.9	4.7	3.5	2.8	2.2	1.9	1.7	1.6
	19	9.3	7.8	6.3	5.1	3.8	3.0	2.3	2.0	1.8	1.6
	20	9.9	9.4	6.9	5.5	4.0	3.2	2.5	2.2	2.0	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。產品收穫上市 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，其必須考量虹鱔的 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。虹鱔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，還會對虹鱔有毒害作用，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鱔的能量主要來源，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。而虹鱔對醣類利用能力差，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，虹鱔飼料中脂肪含量由 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，虹鱔飼料宜添加 12% 左右之脂肪。

脂肪中，虹鱔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，提供虹鱔所需的 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，目前已知虹鱔的生長需 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，培養不同規格之鱔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，鱔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，虹鱔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。目前虹鱔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；骨骼肌肉抽搐
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	爛鰭；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℃ 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 davisii*) 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、鰭（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℃。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。
- 李繼助 (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。



第七章 鱘魚

林天生、劉富光

淡水繁養殖研究中心

一、生物學特徵

(一) 分類、形態

鱘魚為源於古生代，至現今還存在的魚種，可說是活化石。Grande and Bemis (1991) 認為鱘魚應是從原古白堊紀末就廣泛分布在北半球；已知大約有 28 種，共分為一目二科六屬。鱘魚為淡水魚類中最大且最長壽的魚種，生命力很強，其生活習性可分為淡水生活，半降海型及降海型，而產卵行為則完全在淡水大河川中進行。鱘魚肉味鮮美，營養價值高，其卵作為魚仔醬，為世界三大珍品之一，自古以來即相當受重視，中國皇室將其附上「皇」字，稱其為鯨魚。

鱘科一般魚體成延長的紡錘型，腹面扁平，體被五行菱形硬骨板，其四個屬主要區別是，吻突帶有圓而不平的邊為鯨屬與鱘屬，吻突帶有尖邊且平為鎗鱘屬和擬鎗鱘屬。鯨魚與鱘屬的區別為，鯨屬鰓膜左右相連接，形成自由褶曲、口大、半月形、鬚扁平排列不在一直線上（圖 7-1）；鱘屬鰓膜固定在鰓間隔上，口不大，上下唇皺摺較多或成花瓣形，鬚不扁平，成一字排列。鎗鱘屬與擬鎗鱘屬的區別在於擬鎗鱘屬尾柄較長。白鱘科分兩屬，即匙吻鱘屬和白鱘屬；兩屬體表光滑無鱗，口大眼小，有一扁平的

長吻，其長度約佔體長的三分之一。



圖 7-1 鱘(左)、鯨(右)口部形狀

(二) 地理分布

現存鱘魚類均分布於北半球，主要有三個密集區，一個是歐洲東部的里海、黑海或鹹海地區，一個是環繞北太平洋的亞洲東部和北美洲西海岸地區，另一個是北美洲東海岸地區。

鱘魚類中體型較大、成長快速，較具經濟價值且被大規模化進行養殖的種類，主要有歐洲鯨、達氏鯨、史氏鱘、中華鱘、西伯利亞鱘、俄羅斯鱘、閃光鱘、小體鱘、白鱘、湖鱘、匙吻鱘。

1. 歐洲鯨 (*Huso huso*)

主要分布於里海、黑海、亞速海、亞得

理亞海以及鹹海流域。歐洲鯉為鱘魚類中溯河最早的魚類，每年 1 月便開始洄游，幼魚及成魚育肥均在海裡，在性成熟後洄游到河流中產卵繁殖。

2. 達氏鯉 (*H. dauricus*)

主要分布於黑龍江，在松花江、烏蘇里江，興凱湖也有棲息，但數量很少。自然水域存在兩個族群，分河口半洄游性與河道定棲性。

3. 史氏鱘 (*Acipenser schrenckii*) (圖 7-2)

分布於黑龍江及與其相通的湖泊，松花江及烏蘇里江數量稀少，嫩江已絕跡，亦分為江海洄游型與淡水定居型。



圖 7-2 史氏鱘

4. 中華鱘 (*A. sinensis*)

是江海洄游魚類，主要分布於東海、黃海、日本海大陸棚水域及長江水系和珠江水系。

5. 西伯利亞鱘 (*A. baerii*)

分布於從鄂畢河到克累馬河的所有西伯利亞河流域和貝加爾湖、齋桑湖，也棲息在北冰洋的海灣及半鹹水水域。目前已成功的被移植到法國、日本、德國及中國等地區。

6. 俄羅斯鱘 (*A. gueldenstaedti*) (圖 7-3)

主要分布於黑海、亞速海和里海水域，黑海、亞速海的俄羅斯鱘洄游到多瑙河、第聶伯河、布格河、德涅斯特河、頓河、里奧尼河、庫拉河進行繁殖，里海的俄羅斯鱘洄游到伏爾加河、烏拉爾河、庫拉河、捷列克河和蘇拉克河進行繁殖。



圖 7-3 俄羅斯鱘

7. 閃光鱘 (*A. stellatus*) (圖 7-4)

分布於歐洲水域，主要棲息在里海、黑海、亞速海和愛琴海海域及與其相通的河流。主要分布河流有伏爾加河、庫拉河、蘇拉克河、捷列克河、德涅斯特河、第聶伯河、多瑙河、里奧尼河、庫班河、頓河等。



圖 7-4 閃光鱘

8. 小體鯢 (*A. ruthenus*)

為定棲於淡水河川的種類，分布於歐洲，主要棲息於流入里海、黑海、亞速海、波羅的海及白海的一些河流。在鯢屬中為個體最小，成熟最早的品種。

9. 白鯢 (*A. transmontanus*)

主要分布於北美洲西部太平洋沿岸地區，即從美國加利福尼亞州的阿留申群島至薩克拉門托河，以及加拿大的西南部和美國西北部的弗雷津河和哥倫比亞河流域。白鯢在海水、半淡鹹水及淡水中均能生存，其大部分時間在海裡度過。

10. 湖鯢 (*A. fulvescens*)

主要分布於加拿大和美國，為北美洲珍貴的經濟魚類。僅生活於淡水和半淡鹹水域中，不作長距離洄游，通常只作季節性遷移。

11. 匙吻鯢 (*Polyodon spathula*)

主要分布於美國中部和北部的大型河流及其相通的湖泊、水庫中。其生活於水的中上層，為濾食性，以浮游動物為食。幼苗初期吻短並不特殊（圖 7-5），隨著成長最後吻長度可達體長的約三分之一（圖 7-6）。



圖 7-5 匙吻鯢幼苗



圖 7-6 匙吻鯢

(三) 生活史、自然生態

鯢魚的生活習性可分為淡水生活、半降海型及降海型，而產卵行為則完全在淡水河川中進行，鯢科屬底棲性，有避強光趨弱光的習性，生存水溫 0—33℃。幼魚的食物主要以動物性浮游生物、底棲動物及水生昆蟲幼生為主，成魚則以水生昆蟲、軟體動物、底棲甲殼類等為食。由於攝餌行動較緩慢，屬溫馴魚種，不具掠食性，因此只極少數被發現胃中有小魚。白鯢科（長江白鯢及匙吻鯢）生活於水的中上層；匙吻鯢為濾食性魚類，以動物性浮游生物為食，如枝角類和橈角類，也食搖蚊幼蟲、絲蚯蚓等，仔魚開口攝食小型枝角類，攝食方式為吞食。當腮耙發育完全時開始濾食，在人工飼養環境下會攝食浮性粒狀飼料。

二、養殖史

鯢魚由於具特有的經濟價值，19 世紀末過度的捕撈，使得鯢魚資源全球性下降。早在 1869 年俄國人開始研究小體鯢的生物學及其繁殖，1891 年美國開始在俄亥俄州研究湖鯢的繁殖，20 世紀中期，人類逐漸開始重視並研究所有的鯢魚資源與增殖方

法。在過去的 200 年間，全世界鱘魚年總產量在 1.5—4 萬噸間波動，而到目前已不足 5000 噸。鱘魚由於過漁、河川污染及攔河築壩等造成天然資源日益下降，但國際市場對鱘魚產品，尤其是魚仔醬的需求日益增加，使得鱘魚養殖業在世界上迅速發展，並成為一項重要產業。由於鱘科魚類種、屬間很容易進行雜交，且子代仍具有繁殖能力，因此目前有很多地區正從事鱘魚雜交繁養殖研究工作。

三、種苗生產

(一) 種魚來源

早期用於人工繁殖的種魚都是來自天然捕捉，例如史氏鱘種魚來自黑龍江中游的撫遠、同江、夢北江段，在其繁殖季節的 5—6 月，從三層流刺網的漁獲物中選購，選購時視種魚性腺的發育程度、受傷情形、水溫情況予以取捨，適合催熟的種魚，立即在江邊栓養或經短途運送至繁殖場再行催熟。

人工養殖的種魚，是利用流水式池塘養，在集約密集養殖方式下，在最初 2—4 年以較高的水溫飼養，加速成長，到了性腺發育成熟，再調整水溫和光週期，以刺激其性腺發育，冬季 1—2 月期間控制在 10℃ 以下，對促進最後階段的性腺發育成熟很重要，種魚連續在 6℃ 以下或 18℃ 以上水溫環境，則不能發育成熟，或成熟卵會自體吸收。放養比例，雌雄數量建議比為 3：1。為了在繁殖季節容易分辨雌、雄魚，建議雌、雄魚加以標識。

(二) 種魚選別

鱘魚的雌雄個體，在平常外型上一般差別不大，但在繁殖季節，成熟的雄魚，輕壓腹部生殖孔即有少許精液流出，精液呈乳白或略帶黃色，入水後即散，成熟的雌魚腹部大且柔軟有彈性，性腺發育至 IV 期以上時便可選用，而為了鑑定性腺發育過程，應取卵進行檢查。如史氏鱘卵徑在 3.1 mm 以上，卵粒大小均勻，形狀規則，有光澤和彈性，卵粒極易分離，切片觀察卵核向動物極靠近者，可用於催熟。

(三) 催熟

誘發鱘魚最後成熟的賀爾蒙劑量，需依據雌魚性腺發育情況、水溫以及賀爾蒙種類不同，而做適當調整，例如：于 (2000) 指出，LHRH-a (促黃體釋放激素類似物)，用於史氏鱘為 60—100 µg/kg，庄等 (2003) 於人工養成史氏鱘親體的雜交試驗中，在 19—20℃，LHRH-a2 的注射劑量為 10 µg/kg，而 Hochleithner and Gessner (1999) 指出，使用鱘魚腦下垂體的劑量為 1.3—1.8 mg/kg、鯉魚腦下垂體為 3—6 mg/kg，LHRH-a 為 4—8 µg/kg、Gn-RHa 為 5—10 µg/kg。孫等 (2000) 建議 LHRH 使用劑量為 200—400 µg/kg。Mims (2001) 建議匙吻鱘使用 LHRH 劑量為 100 µg/kg，石等 (2000) 建議，使用鱘魚腦下垂體劑量為 2—6 mg/kg，而 LHRH-a 為 30—90 µg/kg。若採 2 次注射法，則一般第 1 次注射總劑量的 10%，12 小時後再注射剩餘的劑量，亦有第 1 次注射總劑量的 5%，經 10 小時再注射第二劑；而雄魚所用的劑量是雌魚的

1/2。在繁殖季節初期，水溫較低時，雌種魚的注射，採用兩針注射法，到繁殖盛期或種魚成熟度較好時，可採用 1 次注射，雄魚一般為 1 次注射，注射部位於胸鰭基部或背部兩側肌肉均可。

賀爾蒙注射後產生效應的時間，依水溫、體重、品種、處理後的生理狀況而定。一般若水溫高，則會加速成熟的過程，產生效應的時間短；水溫低，則效應時間長。當種魚保持在較高水溫（25—26℃）的環境中，將引發緊迫，對賀爾蒙注射的反應較弱，也可能不產卵，甚至死亡。在 8℃ 低水溫，則被認為會降低受精率。

水溫高低的效應時間如表 7-1。雌魚開始排卵時，游動活躍，頻繁撞擊水面，在天然河川中，雌鯢排卵之前 5 秒鐘，雄鯢變得很興奮，緊跟雌鯢的兩側游動，最後雄鯢會用吻部頂撞雌鯢的腹部和體側，在雌鯢產卵時，雄鯢自生殖孔排放精液。

(四) 採卵

在人工繁殖上，適時採卵非常重要，在預測排卵時間之前 2 小時就需隨時注意雌魚的游動狀況。太早或過遲採卵會無法受精。鯢魚的生殖器官結構與硬骨魚類有些不同，由於輸卵管前端的喇叭口位於腹腔的中段（圖 7-7），人工擠壓法很難將大部分成熟卵擠出。最傳統的方法是殺魚取卵，近年來由於天然捕獲量急劇減少，且種魚成熟年齡

需很長，因而逐步研究出擠壓法和活體取卵手術法。

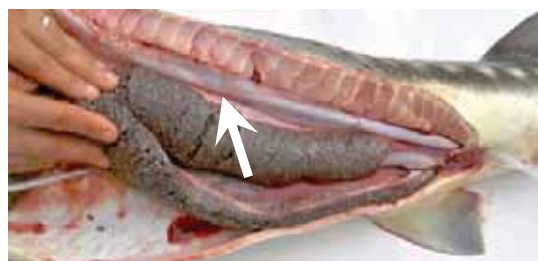


圖 7-7 箭頭所指為鯢魚的輸卵管結構(輸卵管結構中插了塑膠軟管是為凸顯鯢魚與一般魚類不一樣的特殊構造)

1. 殺魚取卵法

當檢查發現卵已完全成熟時，取卵前先切斷雌魚的鰓動脈或尾動脈放血，魚頭朝上吊掛，血流往下，然後剖開腹腔取卵，此方法雖可取出全部成熟卵，但必須損失種魚。

2. 擠壓法

適用於較小型、成熟度很好的種魚，雌魚達到成熟排卵後，用手先從雌魚腹部後段往前推壓，再由前向後推壓，並重覆這樣的動作。目的是要將體腔後部的游離卵粒盡可能的擠入喇叭口，最後經輸卵管排出體外。由於此方法無法一次完全擠完，需分批取卵。傅等（1985）指出，中華鯢從第一次擠卵至第四次擠卵，完成受精歷時約 4 小時。在湖鯢天然環境產卵觀察紀錄中，發現整個產卵活動在 8—12 小時內完成。此方法很難把所有的成熟卵擠出，總會有一部分擠不出來，但能有效的保留雌魚。

表 7-1 不同水溫下的效應時間

水溫(℃)	10-12	12-14	14-16	16-18	18-20	20-22
效應時間(h)	28-49	22-36	18-29	16-24	14-21	11-19

3. 活體手術取卵

種魚卵粒成熟後，將魚腹面向上放在有頭兜的擔架上，用一根水管伸入口中供水，水流量為 15—20 L/分鐘，用碘劑或酒精 (70%) 在魚的腹部中間靠近臀鰭部位作局部消毒，然後在腹腔中後部，腹中線與腹骨板之間，手術切開 6—8 cm，部分卵粒會從切口處溢出，接著以消毒過的湯匙從切口處深入腹腔，把成熟分離的卵粒盡量取出，接著用尼龍線縫合切口，經消炎處理後，將種魚放回暫養池蓄養。讓其傷口癒合。整個手術需時 30—50 分鐘，此方法雖不能取出全部成熟卵，手術也不可能百分之百成功，但大部分種魚可活存下來。

(五) 人工授精與受精卵的脫黏

當檢查雌魚時，卵巢有明顯的流動現象，輕壓腹部至生殖孔，有卵粒流出時即可取卵。精液的採集用擠壓法，即將魚體提出水面，頭上尾下，先用乾淨毛巾把生殖孔周圍的水擦乾，然後用力擠壓魚腹兩側，精液即可射入預先準備好的容器內，精液採集後立即進行人工授精或迅速將精液分裝到消毒好的試管中，再放到冰箱中保存，其溫度保持在 0—4℃。用此方法保存的精液，可在 70 小時內進行人工受精。優質的精液呈乳白鮮奶液狀，遇水即散開。Hochleithner and Gessner (1999) 指出，在 4℃ 貯放 24 小時後，精子的活動力會降低約 20—30%，雖然受精率低於現擠的精液，在利用野生雌魚進行人工繁殖時，備用的精液還是值得運用。但也有認為低溫保存 35 小時的精子，仍具有很高的活存率 (93%)，在這時段內均

具有很高的受精能力。

人工授精：鱘魚的卵膜有很多微細開口讓精子進入卵核，為了避免多精一卵現象，可採用半乾導法，精子先稀釋後再使用，精液與水比例為 1：200，每公斤的卵加入 10 c.c. 精液，為了防止精液品質不佳，一般建議同一批卵，使用 3—5 尾雄魚的混合精液。受精時將稀釋的精液倒入卵粒中充分混合後，加入乾淨水，用手均勻攪拌 3—5 分鐘，稍作靜置後倒掉上層水，反覆 2—3 次洗淨後進行脫黏。

脫黏：鱘魚受精卵遇水後 1—3 分鐘，會產生黏性，在自然環境中，可使受精卵附著在物體上。但在高密度人工孵化條件下，大量卵粒黏附堆疊在一起，會造成缺氧，死卵產生的水黴很快會黏附其他卵粒，造成受精卵大量死亡，因此被開發出受精卵的脫黏處理。脫黏材料的種類可就地取材，譬如泥漿、滑石粉、奶粉。目前普遍被採用的是經 80 目網布過濾的 10% 泥漿水或含 20% 滑石粉水溶液，脫黏時可用手或機械攪動，經 30—60 分鐘，全部卵粒分散，靜置後不再結塊，即可移至孵化器孵化。

(六) 孵化

鱘魚的卵粒較大，脫黏後屬沉性卵，孵化時間長，隨種類及水溫而異，一般孵出約需 90—130 小時，孵化過程受精卵必須適時的翻動，因而有不同的孵化器陸續被開發。

常用的孵化器種類有龍先科孵化器，亦稱淋水式孵化器、鱘魚 I 號孵化器、網箱孵化或稱 Jushchenko-apparatus 及孵化桶 (改裝的鱘魚孵化桶)。筆者根據鱘魚孵化桶原

理，以不鏽鋼打造直徑 30 cm、高 60 cm 的孵化桶（圖 7-8），利用恆溫循環系統（圖 7-9）及結合沉水馬達供水製造滾動水流（圖 7-10），不但可在一般較高水溫的平地進行人工孵化的工作，且省水又省力，孵化率相當高。



圖 7-8 孵化桶



圖 7-9 恆溫孵化系統



圖 7-10 孵化系統製造滾動水流配置

1. 孵化管理

根據湖鯢產卵行為調查，其產卵行為發生在水溫 8.8–21.1℃，孵化水溫依品種而定，通常 15℃ 是不同品種可接受的實際溫度。根據史氏鯢在不同水溫的孵化率，分別為 13–15℃ 時約 25% 左右，17–19℃ 時為 65%，20–22℃ 時為 33% 左右。在人工孵化條件下，17–19℃ 時，胚胎死亡率低，為孵化的適宜溫度範圍。13–15℃ 發育緩慢，時間延長，壞死的胚胎數增多。9–11℃ 時，胚胎發育至大卵黃栓期，幾乎全部停滯。24–25℃ 時，開始發育較快，但畸形率幾乎接近 100%。因此史氏鯢胚胎發育水溫應儘可能控制在 17–19℃ 之間，而石等（2000）認為，17–21℃ 水溫皆適宜。匙吻鯢產卵水溫在 13–18℃，孵化水溫建議在 16–18℃。湖鯢在天然產卵的溫度為 8.8–21.1℃，而中間溫度範圍（11.5–16.0℃）產卵的雌鯢最多，亦為胚胎活存下來的最佳溫度。受精卵經過運輸，異地孵化的情形相當普遍，在這種情況下，運送前緩慢將水溫降至 14–16℃，運輸過程必須做好保溫的工作，如加入適量的冰袋或密封好保利龍箱，以防止水溫異常改變。

2. 孵化期間入水量的控制

每種孵化器由於其設計原理不同，供水量亦不同，例如使用淋水式孵化器及鯢魚 I 號孵化器，水量控制主要作用是供給足夠的溶氧、及時排出胚胎發育過程中的代謝物，同時還要顧及撥卵器的定時動作，而孵化桶進水量必須控制在能使受精卵正常滾動而不溢流出桶外（圖 7-11）。根據筆者使用恆

溫式孵化系統的經驗，在孵化的前期，卵的呼吸量很小，水質也相當乾淨，只需極少量的進水，至孵出的高峰期，由於卵膜的分解，水質會急速惡化，此時才須加大換水量。



圖 7-11 孵化桶內受精卵

3. 水黴菌的控制

鱒魚受精卵孵化時間較一般魚類長，且水溫較低，死卵滋生的黴菌會很快蔓延到好的卵。水黴 *Saprolegniosis* 是淡水魚類孵化期間最常見的疾病。鱒魚卵在孵化後期很容易受真菌病的侵害，自古以來控制水黴病發生，最常用的藥物是孔雀綠，效果相當好，但其為染劑會長時間殘留於魚體，近年來已被禁止使用。Rach et al. (1997) 建議湖鱒 (*A. fulvescens*) 在受精後 36 小時，每隔 1 天以 1,500 ppm 福馬林藥浴 45 分鐘；或以 5 ppm 高錳酸鉀藥浴 30 分鐘；以及 100 ppm 碘劑藥浴 15 分鐘。上述的孵化器，除孵化桶內的卵是隨時保持滾動狀態，較不易產生死卵黏附活卵，而形成水黴球的現象外，另外兩種是定時翻動，因此孵化期間需及時清除死卵並定期進行藥浴。

4. 魚苗孵出

受精卵孵化時間受溫度影響，水溫高，時間短，反之則慢，根據歐洲鯉、小體鱒、俄羅斯鱒、閃光鱒、白鱒、湖鱒、西伯利亞鱒、裸腹鱒及史氏鱒等孵化試驗，顯示在 17–20℃ 水溫中，約經 100 小時孵出，初期出苗量較少，持續一段時間後才會有出苗量較大的高峰期，整個破膜出苗過程往往會超過 24 小時。當孵化槽中仔魚密度較高時，即可用手操網集中，然後用小碗撈出移到事先準備好的育苗池，倒入時應先平衡兩邊的溫差。

(七) 幼苗培育

鱒魚幼苗培育與一般淡水魚不同，目前在體長 3–5 寸出售前都是在塑膠桶 (圖 7-12)、FRP 桶 (圖 7-13) 或室內水泥池進行。水源可取用地下水或山泉水，pH 6.5–8.5，池水溶氧量最好高於 6 ppm。于 (2000) 指出，當水溫在 18–22℃，溶氧量 6 ppm 以上時，史氏鱒的食慾旺盛，降至 4 ppm，攝餌量明顯減少，低於 3 ppm 就會出現浮頭，1.5 ppm 以下即會缺氧而死。孫等 (1998) 指出，史氏鱒幼魚在 14℃ 時的致死溶氧量為 1.32–1.35 ppm，在 25℃ 時為 2.10–2.18 ppm。剛孵出的仔魚狀似小蝌蚪，有一大的卵黃囊 (圖 7-14)，體長依品種不同而異，中華鱒、達氏鯉、歐洲鯉三種較一般品種來得大。最初魚苗只作間歇性有規律的上下垂直活動 (圖 7-15)，尾部左右擺動頭部向上游到水面後，隨著自由落體沉到池底，側躺數秒後再朝上運動，此期魚苗有趨弱光性，會群聚於弱燈光下，清點魚苗或移池時可利

用此習性進行收集，長時間陽光直射，會引起仔魚大量死亡。仔魚期分兩個階段，前期為內源性營養階段，主要依靠卵黃囊供給營養。後期為混合營養階段，此時體內色素栓已排出，能開口攝食，進而攝食外界營養補充體能。



圖 7-12 小型塑膠育苗桶



圖 7-13 FRP 育苗桶



圖 7-14 孵化初期的仔魚



圖 7-15 孵化初期幼苗上下垂直移動

鱘魚消化道在解剖學上各有差異，開口攝食的時間依品種、水溫不同而異，西伯利亞鱘在 18°C 水溫中，是孵化後 9—10 天，而白鱘在 $16-18^{\circ}\text{C}$ 水溫中，是 8—11 天。而孫等 (1998) 指出，在水溫 $13-15^{\circ}\text{C}$ 時於第 12—13 天； 18°C 時於第 7 天， $21-23^{\circ}\text{C}$ 時於第 6 天， $24-26^{\circ}\text{C}$ 時於第 5 天開始投餵開口餌料。如前述， 15°C 是不同品種可接受的孵化溫度，但由於低溫會減緩成長速度，延長培育時間，增加很大風險。Xiao et al. (1991) 指出，中華鱘在低於 16°C 水溫中培育，活存率只有 10—30%，Zhu et al. (2006) 建議水溫應保持在 $18-25^{\circ}\text{C}$ 。而方等 (2001) 經由二年培育中華鱘苗的經驗，認為最佳的水溫為 $26-28^{\circ}\text{C}$ 。開口餌料不僅要具備適口性，還要容易獲得，一般使用的餌料生物，主要是寡毛類動物（絲蚯蚓 *Tubifex* sp.）和動物性浮游生物（蚤狀蚤 *Daphnia* sp.、圓水蚤 *Moina* sp.）或是豐年蝦 *Artemia salina*（匙吻鱘不攝食沉底餌料），也有直接投餵人工配合飼料，但會降低活存率。幼苗培育池可設置在室內或室外，池上方架設遮光網（圖 7-16、圖 7-17），如果池底顏色較淺，上

方又無適當的遮光，強光會導致魚苗直立靠壁，無法正常攝餌（圖 7-18）。



圖 7-16 西伯利亞鱘幼苗

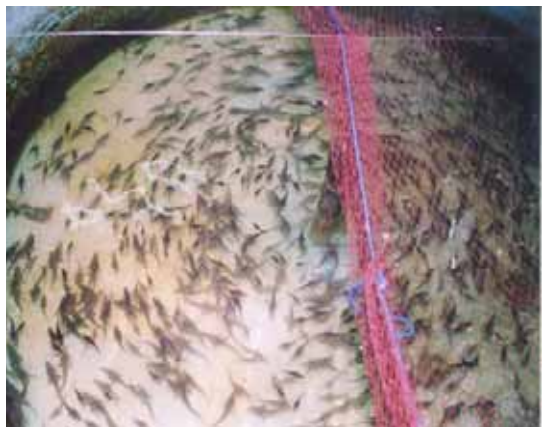


圖 7-17 史氏鱘幼苗



圖 7-18 強光造成幼苗直立池壁

投餵餌料生物來培育鱘魚幼苗的效果雖然很好，但其日投餵率達 40%，需求量很大。根據孫（2001）指出，如培育 100 萬尾鱘魚仔魚到每尾平均重 1.5 g，需供給近 3 噸的絲蚯蚓和 9 噸的水蚤作為餌料，在企業化生產中要獲得大量的活餌十分困難。因此在實際培育中，原則上是以活餌作為初期餌料，然後儘早以人工配合飼料進行馴餌。在國外有很多孵化場，於幼魚體重未達 3 g 前會投餵特別調製的練餌，此半溼性練餌對鱘魚有很好的誘引效果，但可能很容易溶失所需的礦物質，因此一般並不建議在仔魚期使用。根據培育西伯利亞鱘和史氏鱘幼苗的經驗，經投餵水蚤 1 星期後，於每天早上未投餵水蚤前，可先以少量人工粒狀飼料進行投餵，然後每天逐步增加投餵量，經 2—3 星期後，能以人工飼料取代大部分餌料生物的投餵。

餌料生物的培育及來源：由於鱘魚苗體型比一般魚類大，通常不需用輪蟲作開口餌料，而水蚤 (*Daphnia* spp.) 大小最適合，培養亦非常容易，可在育苗前 3—4 星期，利用空池接種培養。亦可提早生產，先行將捕獲的水蚤冷凍，以備活餌不足時可替代。有些業者沒有自行培育水蚤，直接購自一般魚池捕獲者，但投餵前需檢查是否有病原帶入。

（八）受精卵與仔、稚魚的採捕及運送

鱘魚養殖在世界各地廣泛推展後，其受精卵或孵化後的仔、稚魚常有異地長途運輸的需求，而常由於運輸技術的疏漏，活存率參差不齊，嚴重時到達目的地後，有的幾乎

已全部死亡，造成了極大的經濟損失，因此必須充分了解死亡原因、注意事項及運輸方法才能完成任務。

1. 造成死亡原因

- (1) 運輸途中由於受精卵死亡生長水黴，會黏附其他好的受精卵，嚴重時形成一團如棉花球的卵塊；或是受精卵已破膜孵出，引起水質惡化，造成受精卵和孵出的仔魚死亡。
- (2) 由於捕撈受傷或裝袋操作不慎（缺氧）亦會造成死亡。
- (3) 運輸過程水溫變化幅度過大，水溫超過 26℃，受精卵發育受阻，孵出的仔魚畸形率相當高。也有因保麗龍箱沒有以膠布密封，經飛機運送後，水溫降至 10—11℃，雖經回溫後孵出，但 2—3 天後即大量死亡。

- (4) 達到目的地後，就直接打開塑膠袋將卵或仔魚倒入孵化器或養殖池，兩者之間水溫差異過大。

2. 運輸方法

(1) 包裝材料

雙層塑膠袋，常用的規格為 70 × 40 cm，裝水前需檢查是否有漏氣現象，裝水量一般為塑膠袋容量的 1/4—1/3。打包好的塑膠袋，放入保麗龍箱，內置冰袋維持適當的水溫。

(2) 運輸的密度

運輸密度取決於魚體大小、水溫和運輸所需的時間，根據于等 (2000) 報告指出，在水溫為 8—20℃ 範圍內，運送時間為 20 小時，其裝袋的密度如表 7-2，如果水溫超過 20℃ 時，密度要適度降低。

表 7-2 史氏鱘受精卵、仔魚、幼魚裝袋運輸的密度

種 類	魚體重量(g/尾)	密度(粒/袋或尾/袋)		
		水溫 8℃	水溫 15℃	水溫 20℃
受精卵		50,000	40,000	30,000
仔 魚	0.02-0.03	10,000	6,500	3,500
幼 魚	0.2	1,000	650	350
	0.5	600	400	200
	1	500	350	160
	2	350	230	120
	5	200	130	70
	10	100	65	35
	20	75	50	25

四、成魚養殖

目前國外採用的養殖方式，主要有放牧、池塘養殖、箱網養殖、流水式集約養殖、超集約養殖（圖 7-19）。在日本、美國等地區已利用封閉式超集約循環水系統（圖 7-20），供給液態氧，每噸水養殖密度可高達 140 kg。放牧式養殖主要是利用湖泊、水庫、冷卻水池、灌溉水池等，利用水體中的天然餌料生物達到增長的目的。箱網養殖是在湖泊、水庫或經年保持一定水位的河川，設置箱網，投餵人工飼料。池塘養殖，是利用與傳統家魚養殖相似的池塘進行養殖，包括止水式和微流水式（圖 7-21），此種方式在蘇聯及中國大陸地區廣泛被採用。流水式

集約養殖其主要特點是在固定形狀（圓形、方型及八角型之水泥或 FRP 桶），面積一致，能提供穩定充足的山泉水地區（圖 7-22）進行養殖。其佔地面積小、放養密度高、管理方便，是台灣及中國被採用最多的一種養殖方式。

（一）止水式養殖

主要利用施肥，人工培育餌料生物，另投餵配合飼料為輔，此種方式很適合於匙吻鱘養殖。而微流水式，是利用土池或其他結構的池塘，有獨立的供排水系統，池內有供氧設備，主要以投餵配合飼料。若飼養一般的鱘魚，池底最好要鋪設一定面積的水泥或帆布餌料台，沉底的飼料才易於被攝食，而飼養匙吻鱘則可省略（投餵浮性飼料）。



圖 7-19 超集約養殖系統



圖 7-21 微流水式養殖池



圖 7-20 超集約養殖匙吻鱘



圖 7-22 流水式養殖池

(二) 流水式集約養殖

1. 養殖池條件

水泥池面積 10—150 m²，水深 60—120 cm。方形 FRP 桶邊長 4—6 m，水深 60—90 cm。水源供給充足穩定，注排水方便。鱘魚（除匙吻鱘外）習慣於攝食沉底飼料，為了有效給餌，魚池結構，不需求較高的水深，底部面積越大越有利。深度較淺的水池，其池水更換效果較佳。另外在養殖過程中，定期篩選為重要工作項目，從操作的方便性，淺池較適合，放養前以 100 ppm 漂白水完成消毒。

2. 魚苗大小與放養密度

目前魚苗來源有自行培育或購自專門培育鱘魚幼苗的養殖場，體長 3—5 寸，一般購買 3 寸體型較小的幼苗時，可先以直徑 2 m 的圓型 FRP 桶或 5—10 m² 的水泥池，採較高密度（200—400 尾/m²）進行培育，直到體長 20—30 cm 時再移至較大池子繼續養殖（30—50 尾/m²）。

3. 飼育管理

鱘魚幼苗成長速度相當快，出售前一般會做充分的篩選，使大小一致，但此族群經過一段時間養殖後仍會出現很大差異，如超過 1 個月沒篩選，其大小體重會相差 1 倍以上。池魚大小差異很大時，如提高飼料粒徑，會導致部分個體無法攝食而逐漸餓死。

(1) 餌料類型

鱘魚成魚養殖採用人工配合飼料，由於一般鱘魚其口位於頭部下側，以類似伸縮的塑膠管吸食餌料，所以投餵的飼料屬沉料較好，而如果從幼苗有經浮性飼料馴餌，亦會

攝食浮料，但攝食速度較慢。匙吻鱘則由於吻長佔體長的近 1/3，生活於中上層水域，且屬濾食性魚類，只能投餵浮性飼料。飼料的粗蛋白含量為 37—43%，粗脂肪為 8—10%。而肖等（1999）認為中華鱘幼魚飼料之粗蛋白、脂質、碳水化合物、粗纖維之最適含量分別為 40.41%、9.06%、25.56%、4.08%；陳（1996）指出，史氏鱘（體重 3—12 g）配合飼料蛋白質含量以 39% 最適生長；另外 Moore et al.（1988）認為白鱘（體重 145—300 g，水溫 20℃）的飼料最適蛋白質含量為 40.5 ± 1.6%。飼育期間每經一段時間需視魚體成長情形，調整飼料粒徑大小。鱘魚口大、形狀如橫向一字，但咽喉較小，如投餵與口部大小一樣的飼料，雖然能一口吸入嘴裡，但短暫嚼動後會隨即吐出，如果未加以注意，不但浪費飼料且污染水質。而在更換飼料粒徑時，需持續至少 1 週混合給餌才能提高存活率。

(2) 投餌量及投餵頻率

鱘魚動作慢，攝餌時間長。攝餌習性不似一般魚類在定點投餵區飽食後才會游離開。其吞入一口飼料後會游離現場，繞行一大圈後再游回攝食，猶如一般幼兒的用餐習性，需時較長，因此須採少量多餐投餵方式。在適宜生長的水溫範圍內，日投餵率為 2.5—4.5%，每日分 3—5 次投餵，投餵量應控制在 40—60 分鐘被攝食完畢。每次投餌後需隨時注意魚的攝餌情形，如攝食量明顯減少，應查明原因，如果是疾病感染所引起，應對症下藥防治。

(3) 水質管理

每天排污 1 次，排掉殘餌及糞便。控制適當的放養密度，確保池水溶氧量達 4 ppm 以上。鱒魚一般給人強烈的印象是俄羅斯地區的魚種，與冷水性魚劃上等號，但根據飼育結果，發現在緩慢的升降溫情形下，其生存水溫範圍很廣，在 1—33℃。以史氏鱒為例，23℃ 水溫中之成長率、飼料效率皆明顯高於 18℃ 及 28℃。而李和朱 (2000) 認為較適宜的生長水溫為 15—26℃，4℃ 開始攝食，至 28℃ 均能正常攝食，但如水溫持續超過 30℃ 以上，幾天後攝餌量會明顯下降，要採取降溫措施。

(4) 定時篩選分養

放養的幼魚如超過 1 個月沒篩選，體型即會產生很大的差異，較弱小的個體常會缺乏食物而逐漸死亡。通常每 20—30 天要把池魚篩選一次，將魚分為大、中、小三種進行飼育，同時降低放養密度。

(5) 敵害防治

養殖初期，魚體較小時，需防範鼬鼠或鷺鷥等殘害。

(6) 日常管理

經常檢查注、排水口有無雜物堵塞，即時清除，讓注、排水順暢，尤其在大雨之後更需加強巡視。

五、疾病與對策

隨著世界鱒魚養殖種類和養殖規模的擴大，鱒魚的病害不斷的增多，已嚴重影響鱒魚產業的發展，依據病因可分為生物性疾病、非生物性疾病及敵害生物。而生物性疾

病又可分為細菌性疾病、寄生蟲性疾病、病毒性疾病及真菌性疾病等；非生物性疾病又可分為營養性疾病、中毒性疾病，多種環境因素所致疾病等；敵害生物又可分為紅斑病、卵甲藻病等。

(一) 細菌性疾病

細菌是引起鱒魚罹病和死亡最重要的因素；Brum et al. (1991) 指出，魯氏耶爾森菌 (*Yersinia ruckeri*)、弧菌 (*Vibrio anguillarum*)、滑走性細菌 (*Flavobacterium columnare*) 對史氏鱒非常敏感。Francis (2000) 指出，在罹病的鱒魚可同時分離出親水性產氣單胞菌 (*Aeromonas hydrophila*)、假單胞菌 (*Pseudomonas* spp.)、滑走性細菌 (*F. columnare*)、愛德華氏菌 (*Edwardsiella tarda*)、鏈球菌 (*Streptococcus* spp.) 及魯氏耶爾森菌。

1. 細菌性敗血症

由於感染的親水性產氣單胞菌具有很強的細胞外毒素、溶血素及其他酵素等會造成罹病魚出血，嚴重時會發生急性致死，此菌曾造成英國哈里森河鱒魚大量死亡。鱒魚發病後，攝食量急遽下降。外表檢查時，病魚腹部、嘴四周、眼睛、硬鱗基部出血，個別病魚尾柄硬鱗基部有突出體外的充血泡，肛門紅腫、鰓顏色較淡，個別成花斑狀 (圖 7-23)。剖檢腹腔，內有淡紅色渾濁腹水，肝腫大呈土黃色，剖面有肉眼可見之油珠，個別病魚肝有白點狀散壞死，腸系膜、脂肪組織、生殖腺及腹壁有出血斑點 (圖 7-24)，腸內多無食物、腸壁及中腸以後部位螺旋瓣充血、後腸充滿泡沫狀黏液物質；

病魚不攝餌、呼吸困難、漂浮岸邊水面不動或急劇突發性狂游，最後衰竭而死。

防治方法：此病在鱘魚具有極強的傳染性，發病迅速，死亡率高。因此平時須慎重投餌，避免池底堆積大量有機物，若發現有重症魚及斃死魚需全部撈出燒毀。



圖 7-23 細菌性敗血鰓部症狀



圖 7-24 細菌性敗血腹部症狀

2. 細菌性腸炎

由於攝入變質餌料導致細菌感染，病魚腹部膨大、行動遲緩、不攝食、肛門紅腫、突出，嚴重時會有黃色黏液流出，解剖可發

現局部發炎或全腸成紅褐色。如果發現池魚出現帶血的排泄物，應立即停止投餌 4—5 天，然後再逐漸增量。馬等 (2003) 曾嘗試以 amikacin (氨基糖苷類抗生素) 注射魚體，達到治療史氏鱘、西伯利亞鱘、俄羅斯鱘及雜交鱘的感染，但適當的劑量有待進一步研究。

3. 細菌性腫嘴病

吃了變質的餌料，病魚口部四周充血 (圖 7-25)、腫脹，不能活動，體表伴有水黴著生，肛門紅腫。防治方法：及時撈除病魚，清除殘餌，定期消毒。



圖 7-25 細菌性腫嘴病

4. 細菌性皮膚潰爛

病原不詳，危害高密度養殖魚體，危害性不大。主要發生於夏季高水溫期，初期皮膚外皮充血潰爛，嚴重時露出肌肉 (圖 7-26)。



圖 7-26 細菌性皮膚潰爛

5. 爛鰓病 (圖 7-27)

此病主要是因滑走性細菌感染，每年春天水溫低於 16°C 時，3–4 g 的鱒魚很容易被感染。匙吻鱒的吻縮小或是向下彎曲，被認為與此菌有關。



圖 7-27 爛鰓病

6. 鏈球菌症

為全身性感染，可以從各組織器官中分離出乳酸球菌 (*Lactococcus garvieae*)，病魚外觀上明顯眼球凸出白濁，呈現衰弱無力，游泳於水表面或靠近堤岸旁。在台灣之養鱒場時有鱒魚受到感染的病歷。

(二) 寄生蟲性疾病

1. 車輪蟲病

病原體車輪蟲 (*Trichodina* sp.) 大量寄生於鰓部和體表，導致分泌大量黏液，造成體弱，游動遲緩，嚴重時常造成種苗大量死亡。

2. 錨蟲

此病主要發生於匙吻鱒，體表受錨蟲 (*Lernaea cyprinus*) 寄生時，患部表皮常見出血點，在低水溫時會有水黴二次感染的現象。

3. 白點病

罹病的魚可以肉眼看到體表、鰓或鰭上有白色小點，此病菌較易感染於匙吻鱒，由於白點蟲 (*Ichthyophthirius multifiliis*) 自組織細胞攝取營養，引起組織壞死，嚴重時全身布滿小白點，分泌大量黏液。

防治方法：放養前養殖池使用漂白水徹底消毒，此病必須早期發現早期治療，以免蟲體深入皮下組織造成重大損失。若是發生在匙吻鱒育苗期間，可利用其較耐高溫特性，將池水溫度提升到 30°C，幾天後白點蟲自然脫落而痊癒。

4. 三代蟲病

係投餌未消毒寄生三代蟲 (*Cyrodactylus* sp.) 的水蚤所造成，罹病魚苗嘴部四周充血，鰓充血，體表覆蓋一層白色黏液，失去光澤，游動異常，有缺氧浮頭現象。

(三) 病毒性疾病

目前有 4 種病毒，在北美地區所養殖的鱒魚體內被發現，如 Georgiadis et al. (2001) 診斷出發生於白鱒的疱疹病毒 (white sturgeon herpesvirus, WSHV) 及 Watson et al. (1998) 發現虹彩病毒 (irido virus, WSIV)，虹彩病毒會感染於鰓部，發病期間常可見充、出血現象，隨後鰓絲漸呈淡紅或蒼白，脾臟、前腎明顯腫大，本病無有效防治方法。

(四) 其他疾病

1. 水黴菌病

孵化中的受精卵或魚隻體表受傷處，可發現白色棉絮狀水黴菌 (*Saprolegnia ferax*)，嚴重時受精卵大量感染，死亡率可達到 70—90%。在孵化期間受精卵死亡外覆水黴時，應立即挑出。當幼魚隨著病情加重時，行動遲緩，魚體逐漸消瘦。於篩選、換池的捕撈過程中，儘量避免魚體受傷，並控制適當放養密度，防止魚群上下重疊磨擦。

2. 營養性疾病－肝脂肪病變

罹患脂肪肝之病魚無明顯的外表症狀，僅見其攝餌量減少，成長緩慢，解剖可見肝腸表面累積大量脂肪，起因於脂肪病變和脂肪代謝異常。為防止肝脂肪病變，飼料應儲藏於陰涼的處所，減少油脂氧化，另外少用脂肪含量過高或變質的飼料。

3. 環境因素－氣泡病

通常發生於幼苗培育階段，越小的個體越容易發生。起因於水中氮氣或氧氣濃度過飽和 (10 ppm)，造成魚的腸、頭部口腔周圍鰭條之間可以明顯看到小氣泡。有效控制方法：(1)全池潑灑粗鹽 5 psu 有效，高濃度有害；(2)減少水源過度曝氣。

4. 敵害生物－卵甲藻病

得病初期，體表出現小白點，嚴重時像覆蓋上一層麵粉，鰓及口腔布滿小白點時，影響呼吸及進食，常造成大量死亡，起因於偏酸性 (pH 5.0—6.5) 的土池，而卵甲藻 (*Oodinium acidophilum*) 大量發生所致。pH 值較低的水域養魚必須對此病加以預防，定期添加生石灰或加蓋遮光網減少光合作用。

六、利用價值

(一) 保育價值

鱘魚是一種相當古老的魚類，從原古白堊紀末期就廣泛分布於北半球，可以說是活的化石魚。進入 19 世紀末以及 20 世紀，由於人類行為威脅到鱘魚類的生存，致使逐漸成為瀕臨滅絕的物種。

(二) 營養價值

鱘魚是高級稀有的水產珍饈，尤其是魚卵加工製成的魚子醬更是味道獨特營養豐富。據分析鱘魚含有低脂肪、低能量、高含量的高度不飽和脂肪酸 (n-3HUFA)，高蛋白質 (魚肉與卵的蛋白質含量極高，分別為 18.1% 和 26.2%)，並含有多種氨基酸，其中就有八種人體必需氨基酸：賴氨酸、亮氨酸、異亮氨酸、蛋氨酸、蘇氨酸、色氨酸、苯丙氨酸和纈氨酸，鱘魚的營養價值由此可見一般。

(三) 食用價值

鱘魚除富含營養外，肉美味鮮，細嫩無刺。此外鰓、軟骨、皮、鰭、肝、胃、脊索、吻等均能調理出各具風格的佳餚，可以說鱘魚全身是寶，利用率高達 99% 以上。

(四) 商品價值

由於鱘魚營養價值高，食用價值更是海鮮中的極品，經加工精肉出口價格約 50 美元/kg。鱘魚子醬在國際市場供不應求，市場消費售價約高達 3,000 美元/kg，其商品價值不言而喻。

(五) 保健價值

據加拿大和美國的研究指出，鱘魚軟骨

與鯊魚軟骨相似，內含有抗癌因子（生物有效成分）—硫酸軟骨素，具有抗癌作用。中國古代就有“鯊魚翅、鱘魚骨，食之延年益壽、滋補壯陽”之說。目前，美國有鱘魚養殖場正與加拿大某研究所合作進行美國白鱘抗癌藥劑的研製及開發。另據稱鱘魚對降低膽固醇、預防動脈硬化、腦血栓、高血壓等疾病具有相當效果。因此，鱘魚可當作健康食品。

(六) 工業價值

鱘魚皮是上等皮革的原材料，具有堅韌耐用和美觀等特點，可媲美鱷魚皮，價格在鱷魚皮之上。

(七) 觀賞價值

鱘魚型態奇特，其體型酷似鯊魚，吻突發達，體被五行骨板（匙吻鱔科除外）並帶有尖棘猶如盔甲，歪型尾，游動如梭，下沉如潛艇，現今東南亞、台灣、香港及中國內陸各城市均將其列為上等觀賞魚。

七、展望

鱘魚由於其特有的生物學特性、經濟及營養價值而倍受人們的關注。不論是古羅馬或是俄羅斯、中國皇室均將其視為珍品，目前製成的魚子醬每公斤在 500—600 美元之間，且由於天然資源受到人為濫捕日漸減少，市場價格不斷攀升。鱘魚初次引入台灣進行養殖已超過 25 年以上，但由於完全失敗，沉寂多年後，民間業者自 1995 年左右才又陸續購入幾批美國白鱘，在完全沒有經驗下，活存率都很低。水試所於 2001 年引

入史氏鱘受精卵，經育成約 5 寸苗後，除進行相關試驗外，部分配售給業者從事養成，燃起了鱘魚養殖的信心後，業者即相繼進口不同品種鱘魚的受精卵或孵化 1—2 天之魚苗進行培育，目前一般都有很高的育成率，養殖技術逐漸成熟。現今鱘魚種苗全部自國外進口，而在野生資源日益枯竭的情況下，進口受到極大限制。為了鱘魚養殖產業永續發展，極待突破種魚培育及人工繁殖技術。另外市場開發，應提高上市規格，充分利用鱘魚成長快、換肉率高等特性，避免小型魚的消費型態（一般喜慶外燴所用約為 1 kg），充分利用資源，降低養殖成本。除了活魚銷售外，更應研發冰鮮、冷凍加工、煙燻及熟食真空包等多樣性食品。另外在每批生產過程中，預留部分養成大個體的鱘魚，日後可供應餐廳現殺取卵，製作新鮮魚子醬。

參考文獻

- 于信勇 (2000) 史氏鱘的生物學特性及其養殖技術。科學養魚，4: 17-18。
- 方松良、葛雷、張揚、黃畛 (2001) 中華鱘苗種培育初探。淡水漁業，31(2): 23-24。
- 石振廣、王雲山、李文龍 (2000) 鱘魚與鱘魚養殖。黑龍江科學技術出版社，8-32。
- 曲秋芝、孫大江、趙明華、賈世杰 (1995) 史氏鱘取卵技術的研究。中國水產科學，2(4): 94-96。
- 庄平、章龍珍、藍澤橋、王正凱、張濤、張征 (2003) 人工養殖史氏鱘親本的雜交試驗。

- 水產科技情報, 30(1): 21-24。
- 宋蘇祥、劉洪泊、孫大江 (1997) 史氏鱘稚魚的耗氧率和窒息點。中國水產科學, 4(5): 100-103。
- 李大鵬、莊平、嚴安生、王明學、章龍珍 (2004) 光照、水流與養殖密度對史氏鱘魚攝食、行為和生長的影響。水產學報, 28(1): 54-61。
- 李文龍、石振廣、王雲山、朱傳榮 (2000) 三種鱘科魚類臨界水溫試驗。水產養殖, 95: 3-4。
- 李文龍、朱傳榮 (2000) 史氏鱘池塘養殖技術。淡水漁業, 30(4): 16-17。
- 李文龍、石振廣 (2003) 鱘魚苗種早期死亡原因分析。科學養魚, 4: 9-10。
- 肖慧、文志毫、胡亞平 (1998) 中華鱘幼鱘的適宜投餌率研究。水產科技情報, 25(6): 248-253。
- 肖慧、王京樹、文志豪、魯雪豹、劉海 (1999) 中華鱘幼魚飼料營養素適宜含量的研究。中國水產科學, 6(4): 33-38。
- 肖懿哲 (1999) 中華鱘苗種培育技術的初步研究。中國水產, 8: 16-17。
- 林天生、楊順德、劉富光 (2004) 水溫對史氏鱘幼魚成長之影響。水產研究, 12(2): 57-65。
- 姜祝飛 (2002) 人工養殖鱘魚的疾病防治。內陸水產, 6: 30-31。
- 孫大江、曲秋芝、馬國軍、邱嶺泉 (1998) 史氏鱘人工養殖研究現狀與展望。中國水產科學, 5(3): 108-111。
- 馬德海、高士香、肖酸 (2003) 硫酸阿米卡星治療鱘魚腸炎試驗。河北漁業, 4: 31-36。
- 張文華、耿庫 (2007) 俄羅斯鱘肝病及肝性綜合症防治方法。河北漁業, 2: 39-39。
- 陳聲棟 (1996) 施氏鱘人工配合餌料試驗總結報告。黑龍江水產, 3: 23-27。
- 傅朝君、劉亭、魯大椿、何裕康、賀昌輝、鄒武、秦元祥、謝明漢、田應培、謝大敬、柯薰陶、張昌方 (1985) 葛洲壩下中華鱘人工繁殖。淡水漁業, 1: 1-5。
- 蓋力強、高欣、安瑞永 (2006) 鱘魚常見疾病的防治。河北漁業, 8: 38-41。
- 劉義平、王雪飛、姜桂魚 (2001) 史氏鱘人工養殖常見病的防治。淡水漁業, 31(4): 45-46。
- 潘連德 (2000) 養殖鱘魚非寄生疾病的診斷與控制。淡水漁業, 30(6): 36-38。
- Abtahi, B., P. Shafieezade, R. M. Nazari and A. Rassouli (2006) Comparison of antifungal therapeutic indices of formalin, malachite green, and potassium permanganate in treating Persian sturgeon eggs. J. Appl. Ichthyol., 22: 291-293.
- Adkinson, M. A., A. Cambre and M. Hedrick (1998) Identification of an iridvirus in Russian sturgeon (*Acipenser guldentstaedtii*) from northern Europe. Bull. European Assoc. Fish Pathol., 18: 29-32.
- Azari Takami, G. H., A. Poosti and A. Ebrahimi (1997) Study on determination of reproductive potential in the Iranian sturgeon (*Acipenser persicus*). Journal of Faculty of Veterinary Medicine, Tehran University, 51(3&4): 97-111. [In Persian]
- Bauer, O. N., O. N. Pugachev and V. N. Voronin (2002) Study of parasites and diseases of

- sturgeon in Russia. A Review. J. Appl. Ichthyol., 18: 420-429.
- Bruch, R. M. and F. P. Binkowski (2002) Spawning behavior of lake sturgeon (*Acipenser fulvescens*). J. Appl. Ichthyol., 18: 570-579.
- Brun, R., P. Nougayred, P. Chene, A. Vuillaume and F. Crespeau (1991) Bilan sanitaire de 2 ans delevage d' *Acipenser baeri* en piscicultures intensive. in: *Acipenser*, Willot, P. (ed). Cemagref Publishing, Bordeaux, France, 429-437
- Cech, J. J., S. J. Mitchell and T. E. Wragg (1984) Comparative growth of juvenile white sturgeon and striped bass: effects of temperature and hypoxia. Estuaries, 7: 12-18.
- Dettlaff, T. A. (1970) Influence of environmental temperature during oocyte maturation and ovulation on the quality of the sturgeon eggs (on the termal regime of keeping sturgeons in captivity during the period of obtaining eggs). Tr TsNIORKh, 2: 112-126.
- Dettlaff, T. A., A. S. Ginsburg and O. I. Shmalhauzen (1983) Maturation of oocytes and ovulation. (Chapter 1). Embryo development. (Chapter 2). Original title: 1981 Razvitiye osetrovyykh ryb. Sozrevaniye ootsitov I ovulyatsiya, Zarodyshevoye razvitiye.
- Francis, F. R. (2000) Diseases history of cultured sturgeon in Florida, 1990-1999, Proceedings of the Florida sturgeon culture risk assessment workshop, 33-37.
- Gardiner, B. G., (1984) Sturgeons as living fossils. In: Living fossils. Eds: N. Eldredge and S. M. Stanley. New York: Springer-Verlag, 148-152.
- Georgiadis, M. P., R. P. Hedrick, T. E. Carpenter and I. A. Gardner (2001) Factor influencing transmission, onset and severity of outbreaks due to white sturgeon iridovirus in a commercial hatchery. Aquaculture, 194: 21-35.
- Gershanovich, A. D and T. I. Smith (1995) Proceedings, Second International Symposium on Sturgeons, 1993, Moscow-Kostroma-Moscow. VNIRO, Moscow, 350 pp.
- Gisbert, E and P. Williot (2001) Egg amino acid profile of Siberian sturgeon (*Acipenser baeri*, Brandt). Proceedings of the 4th International symposium on sturgeon. Special Poster paper, Abstract booklet, 30 pp.
- Grande, L., W. E. Bemis (1991) Osteology and phylogenetic relationships of fossil and recent paddlefishes (Polyodontidae) with comments on the interrelationships of Acipenseriformes. J. Verteb. Paleontol. 11. Suppl. e, 1-121.
- Hochleithner, M. and J. Gessner (1999) The sturgeons and paddlefishes of the world biology and aquaculture. Aquatech publications, Austria, 207 pp.
- Hung, S. S. O., P. B. Lutes, A. A. Shqueir and F. S. Coute (1993) Effect of feeding rate and

- water temperature on growth of juvenile white sturgeon *Acipenser transmontanus*. *Aquaculture*, 115: 297-303.
- Liu, J. Y., Q. W. Wei, D. G. Yang, G. P. Tang, H. Du and Y. J. Zhu (2006) The effect of some water parameters on the oxygen consumption rate of embryos and larvae of the Chinese Sturgeon (*Acipenser sinensis*), 244-247.
- Meyers, F. P. (1991) Aquaculture disease and health management. *J. Anim. Sci.*, 69: 4201-4208.
- Mins, S. D. (2001) Aquaculture of paddlefish in the United States. *Aquat. Living Resour.*, 14: 391-398.
- Mohsen, M., M. Pourkazemi, M. Bahmani, B. Falahatkar, H. R. Pourali and M. Salehpour (2006) Effects of feeding rate and frequency on growth performance of yearling great sturgeon, *Huso huso*. *J. Appl. Ichthyol.*, 22: 278-282.
- Moore, B. J., S. S. O Hung and F. Median (1988) Protein requirement of hatchery produced juvenile white sturgeon (*Acipenser transmontanus*). *Aquaculture*, 71: 235-245.
- Parandavar, H., R. Kazemi, H. R. Pourali, Y. Vahabi and M. Pourkazemi (2006) Potential for egg extraction from female sturgeon spawners through key-hole surgery. *J. Appl. Ichthyol.*, 22: 252-256.
- Rach, J. J., G. E. How, M. T. Schreier (1997) Safety of formalin treatments on warm and cool water fishes. *Aquaculture*, 149: 183-191.
- Ravert, S. (1999) Sturgeon mortalities along the Harrison river, British Columbia. *Animal health center, Newsletter, Diagnosis and Diary.*, 9: 10-11.
- Semenkova, T., I. Barannikova, D. E. Kime, B. G. McAllister, L. Bayunova, V. Dyubin and N. Kolmakov (2002) Sex steroid profiles in female and male stellate sturgeon (*Acipenser stellatus* Pallas) during final maturation induced by hormonal treatment. *J. Appl. Ichthyol.*, 18: 375-381.
- Voronin, V. N (1998) A flexibacter-like infection of fish in Russia: Epizootiology and treatment. *Proc. 3rd Internat. Symp.*, Baltimore, MD, p. 115.
- Watson, L. R., A. Milani and R. P. Hedrick (1998) Effect of water temperature on experimentally-induced infections of juvenile white sturgeon (*Acipenser transmontanus*) with the white sturgeon iridovirus (WSIV). *Aquaculture*, 166: 213-228.
- Xiao, Y. Z (1999) The technology of rearing fingerlings of the Chinese Sturgeon (*Acipenser sinensis*). *Freshw. Fish.*, 29: 28-30. (in Chinese)
- Yesaki, T. Y., R. Ek, J. Siple, J. P. Van Eenennaam and S. I. Doroshov (2002) The effects of iodophor disinfection and transportation on the survival to hatch of fertilized white sturgeon (*Acipenser transmontanus*) eggs. *J. Appl. Ichthyol.*, 18: 639-641.

Zhu, Y., Q. Wei, D. Yang, K. Wang, X. Chen, J. Liu and L. Li (2006) Large-scale cultivation of fingerlings of the Chinese Sturgeon *Acipenser sinensis* for re-stocking: a description of current technology. J. Appl. Ichthyol., 22: 238-243.



臺灣淡水魚類養殖 / 劉富光等著。

— 基隆市：農委會水試所，民 99. 12-

冊：公分。—（水產試驗所特刊：第11號—）

ISBN 978-986-02-6384-8（上冊：平裝）

1. 魚產養殖 2. 淡水生物 3. 臺灣

438.661

99025394



台灣淡水魚類養殖(上)

發行所：行政院農業委員會水產試驗所

發行人：蘇偉成

編輯顧問：蘇茂森、劉燈城、林金榮、吳繼倫

總編輯：陳世欽

主編：劉富光

校稿：林金榮、張錦宜、李佳芳、周賢鏘

著者：劉富光、黃家富、林天生、陳榮華、張湧泉、白志年、董聰彥

編輯：張素容、李周陵

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>

設計印刷：紙本館企業有限公司

電話：(02) 25322032

定價：新台幣300元

出版日期：九十九年十二月

展售處：

1. 五南文化廣場台中總店

台中市中山路6號

(04)22260330

2. 國家書店

台北市松江路209號1樓

(02)25180207

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

GPN 1009904644

ISBN 9789860263848

本書刊登本所同仁研究成果，非經本所同意，不得重製、數位化或轉載。

Freshwater Aquaculture in Taiwan
Volume 1

