

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（鯪）、鯉魚（白鯉或稱竹葉鯉）、鱖魚（黑鯉或稱大頭鯉）、青魚（烏鯪）、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）、鰻魚（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、鱖魚、青魚）及鯽、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*)

俗稱鯪。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) 鱧魚 (*Hypophthalmichthys molitrix*)

俗稱白鱧。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網，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)。鱧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 鱧魚

(三) 鱮魚 (*Aristichthys nobilis*)

俗稱黑鱮。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鱧魚同一個屬。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 黑鱮

(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*)

俗稱鯪仔。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) 鯽魚 (*Carassius auratus*)

俗稱鯽仔魚。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）。鯽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 鯽魚

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：卵巢緊貼在鰓腹兩側，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、鯪魚、鱮魚 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-17β）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°C) 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。

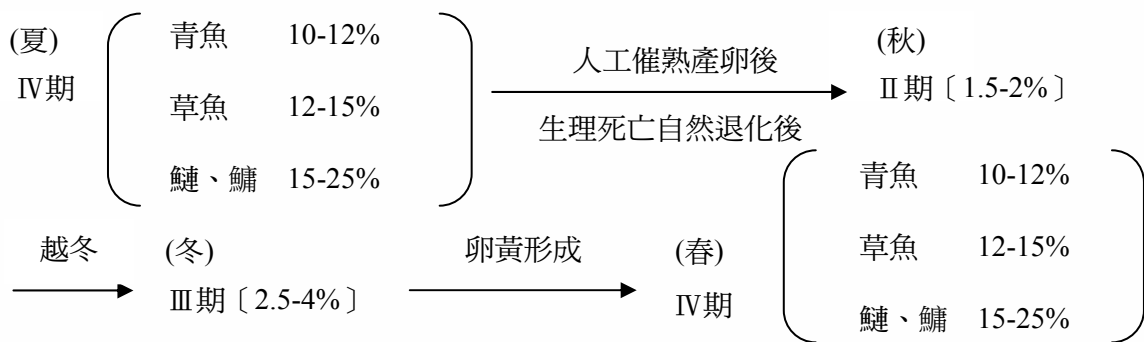


圖 1-7 性腺的季節週期變化 (%: 成熟係數)

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:

選擇效應 (R) = 選擇強度 (i) x 遺傳力 (h^2) x 群體的變異性 (σ_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因難之缺點，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°C 時，便會使魚感到壓迫或死亡。水溫每增加 10°C，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°C 時，最低需氧量為 0.8 mg/L，但 30°C 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°C 對鯉魚致死濃度為 120 mg/L，在 30°C 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，讓水中之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；鯪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、鯪魚在台灣的養殖歷史久遠，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，這恰巧又是鯉魚的主食，因此乃有俗諺「一草養五鯉」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、大頭鯉 (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、鯉魚、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 大小的白鯉 1,000 尾、大頭鯉 (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	大頭鯉	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，會在沉底的同时向中央底部集中，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

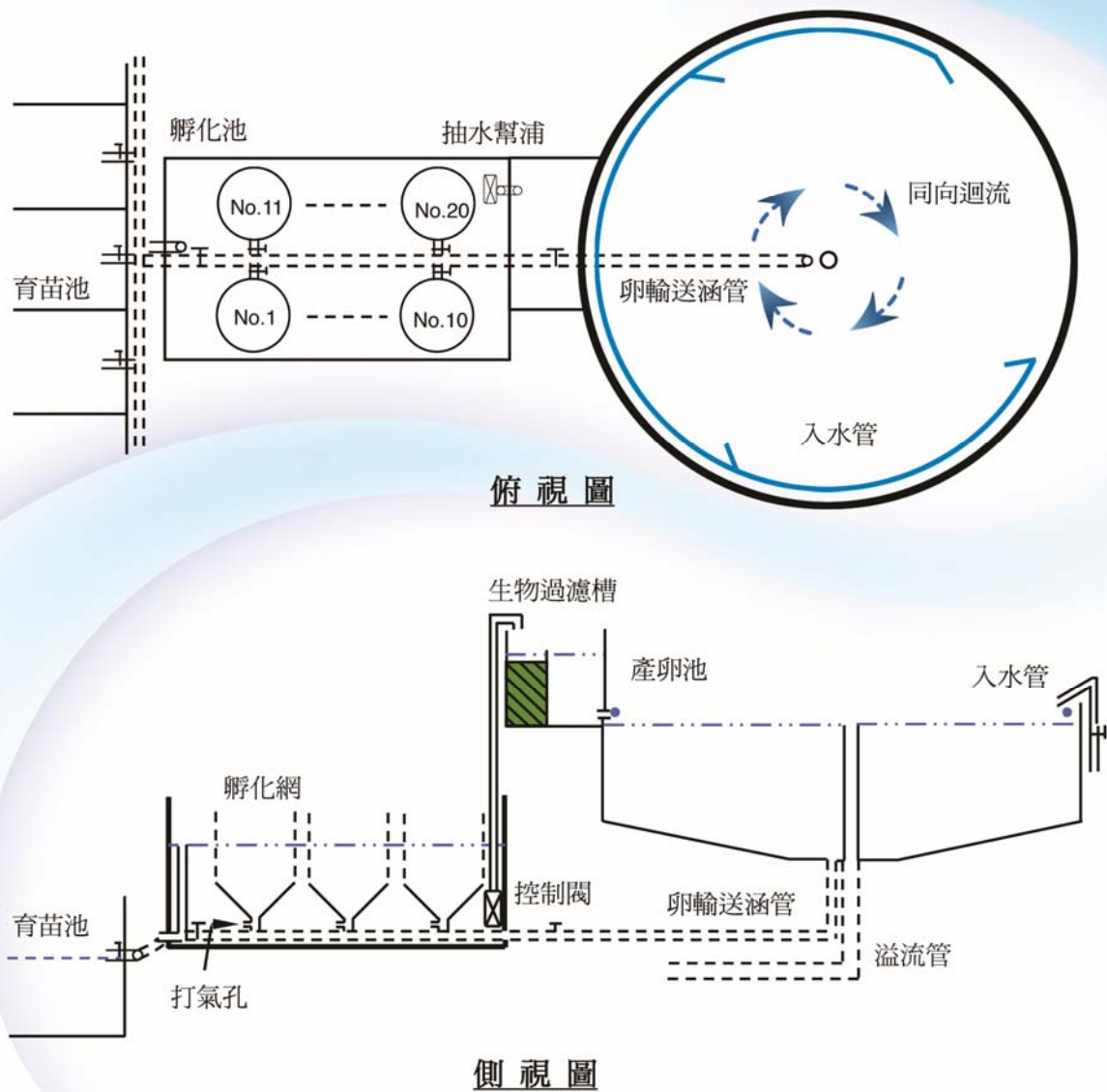


圖 1-11 草、鰱魚自動化種苗生產系統示意圖

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、鯉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



受精卵因水位差而自動流入孵化池中之吊網內



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

圖 1-12 草、鯉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、孵化率便能較高。

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、鱮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、鱮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) 鱧鱸鯪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.

