

菊池氏細鯽 *Aphyocypris kikuchii* (Oshima, 1919)

人工繁養殖及幼苗發育

Induced Spawning and Larval Development of *Aphyocypris kikuchii* (Oshima, 1919)

賴弘智¹ 林翰揚¹ 熊文俊¹ 施志昫^{2,*}

Hong-Thih Lai¹, Han-Yang Lin¹, Wen-Chun Hsiung¹
and Jhy-Yun Shy^{2,*}

¹ 國立嘉義大學水生生物科學系 嘉義市學府路 300 號

² 國立澎湖科技大學水產養殖學系 澎湖縣馬公市六合路 300 號

¹ Department of Aquatic Biosciences, National Chiayi University, Chiayi, Taiwan

² Department of Aquaculture, National Penghu University, Penghu, Taiwan

* 通訊作者: jyshy@npu.edu.tw

* Corresponding author: jyshy@npu.edu.tw

摘要

菊池氏細鯽 *Aphyocypris kikuchii* (Oshima, 1919) 為台灣特有種，主要分布於台灣的東部三縣，屬於小型淡水魚類，兼具生態與觀賞價值，由於近年來棲地的破壞及環境污染問題，使其族群分布範圍與數量逐漸減少，已逐漸成為罕見魚種。本研究採用成熟雌雄種魚各 10 隻，以人工 2 次注射腦下垂體 (10 $\mu\text{g/g}$ wt) 與 LRH-A (0.2 $\mu\text{g/g}$ wt) 研磨液進行催熟，並藉由種魚自然繁殖產卵與育苗試驗，以了解菊池氏細鯽之生殖習性與魚苗發育過程，期望逐步建立菊池氏細鯽之繁殖與幼苗發育的基礎生物學資料，並應用於種原庫建立或自然環境中之復育。菊池氏細鯽主要將卵產於沈水植物直立部分與浮水植物的根部，魚卵卵徑約 1.16 mm，透明且光滑，沈性且帶黏性，在水溫 25°C 的環境中，受精卵發育至 4 HAS (hours after spawning) 進入原腸期 (gastrula stage)，約 12 HAS 可觀察到肌節 (myotome)，約 13 HAS 觀察到心跳，約 29-30 HAS 孵化，初孵化魚苗全長平均為

3.3 mm，孵出第3天(days after hatch, DAH)可開始攝食餌料，13 DAH 已可觀察到背鰭與臀鰭發育完整；19 DAH尾鰭發育完整；30 DAH可觀察到鱗片發育完整，此時與成魚的外表形態類似。

Abstract

The Kikuchi minnow *Aphyocypris kikuchii* (Oshima, 1919) is a small native freshwater fish inhabiting in streams, ponds, and small lakes in the eastern Taiwan. Due to over-fishing for fishing bait and to environmental deterioration from water pollution and habitat destruction, its population has been gradually declining, so that it has become rare or extinct in many parts of its original range. In this study, the mature male and female fish were injected twice with a mixed solution of LRH-A (0.2 $\mu\text{g/g}$ wt) and grounded pituitary glands of walking catfish (*Clarias* sp.) (10 $\mu\text{g/g}$ wt). Their spawning, developments of embryos and larvae were observed at 25°C in the laboratory. Fertilized eggs had an average diameter of 1.16 mm, developed to the gastrula stage around 4 HAS (hours after spawning) and to the formation of myotomes around 12 HAS. Heart started to beat at 13 HAS, and larvae hatched at 29-30 HAS. The yolk-sac larvae had an average total length of 3.3 mm and started to ingest food on 3 DAH (days after hatching). The dorsal and anal fins were well developed on 13 DAH, tail fin on 19 DAH, and scales on 30 DAH.

關鍵詞：菊池氏細鯽、人工繁殖、胚胎發育、魚苗發育

Key words: Kikuchi minnow *Aphyocypris kikuchii*, induced spawning, embryonic development, larval development

收件日期：98年9月4日

接受日期：99年2月3日

Received: September 4, 2009

Accepted: February 3, 2010

緒 言

菊池氏細鯽 *Aphyocypris kikuchii* (Oshima, 1919) 屬鯉形目(Cypriniformes)、鯉科(Cyprinidae)、鮡亞科(Danioninae)，俗稱為美達卡、吉氏細鯽、台細鯽(沈 1993; 陳及方 1999; 陳及張 2005)。

菊池氏細鯽為台灣特有魚種(陳及張 2005)，屬於初級淡水魚種，主要棲息於緩水流之河渠

或池沼中，尤其是水生植物繁生之水域，喜歡成群活動，穿梭於水草與水底的障礙物間，以掉落水面之昆蟲和藻類為食。鰭式及鱗列特徵為背鰭 2, 7；臀鰭 2, 7；胸鰭 1, 13；腹鰭 1, 7；咽頭齒 5.3-4.4；側線鱗 10-11。體延長而扁，口端位，無鬚，吻鈍，口裂略大，向上斜走。體色土黃，體側有一暗藍色縱帶，邊緣清楚，時顯時隱。側線較短且不完全，僅延伸到腹鰭基部上方。奇鰭淡黃色，偶鰭透明無色。雌雄

間體型差異明顯：成年雄魚體約長 8 cm，發情期鰓蓋上及吻部有少數細小追星(nuptial tubercle)出現；雌魚體型較大，可達約 10 cm，腹部膨大(曾 1986; 沈 1993; 陳及方 1999; 陳及張 2005)。

菊池氏細鯽主要棲息地為台灣東部宜蘭、花蓮、台東地區，台北也有少部分野生族群(陳及張 2005)。早期在食物缺乏的時代，據傳擁有悠久歷史的池上便當中，便以當地菊池氏細鯽魚干為配菜(陳及張 2005)。自從粗首馬口鱮(*Opsariichthys pachycephalus*)與鰲條(*Hemiculter leucisculus*)引進東部後，其生態區位(ecological niche)與菊池氏細鯽重疊，且更具競爭優勢，造成菊池氏細鯽族群數量減少(陳及張 2005)。菊池氏細鯽除可做為觀賞魚外，近年來，更被利用成為釣魚活餌，造成過度撈捕，因此菊池氏細鯽族群數量銳減(曾 1986)，加上河川湖泊整治工程，常破壞原有棲地，而使該魚種族群更難恢復。

目前對菊池氏細鯽的研究多僅局限於分類及演化探討，較缺乏其生態或生殖習性的研究，因此本研究進行菊池氏細鯽人工繁殖、孵化與育苗等實驗，並探討其繁殖模式，期望能對菊池氏細鯽的基礎生物學、復育及種原保存建立基礎資料。

材料與方法

一、種魚採集與馴養

種魚為 2001 年 2 月以竿釣與籠具於台東縣卑南溪(22°43'42.63"N, 121°02'15.21"E)進行採集，共計採獲健康稚魚 25 尾，由於全長皆僅有 3-4 cm，尚未達成熟體型，因此估計應為一齡內的稚魚。將稚魚置於充氧的活魚袋中，並於 6-7 hr 內運送至嘉義大學水生生物科學系水族環境實驗室馴養。種魚馴養於玻璃水族箱中，以便觀察其棲息、活動與攝食等習性。蓄養水質條件為水溫 25-26°C，pH 6-8，溶氧 7-8

mg/L，每天光照 12 hr。菊池氏細鯽在馴養約 2-3 個月後，由外觀可觀察到母魚腹部有顯著之膨脹現象，而成熟雄魚並無明顯婚姻色，第二性徵亦不明顯，但輕壓腹部有白色精液流出，此時即開始進行人工繁殖試驗。

二、人工繁殖操作

挑選已成熟，但應仍為一齡內的雌雄種魚各 10 隻，平均體長為 4-5 cm (2.5-3.5g)，進行 2 劑注射催產，催產注射前先以 300 ppm 的二苯氧基乙醇(2-phenoxyethanol, Hayashi Pure Chemical, Osaka, Japan)進行約 3 min 的麻醉，直至種魚靜止不動時即開始注射。注射時間第一針在 7:00，第二針在 13:00，注射液為土虱(*Clarias* sp.)的腦下垂體研磨液和促黃體釋放激素類似物(luteinizing hormone releasing hormone analogue, LRH-A)混合液。平均每尾種魚每次注射劑量為腦下垂體 10 $\mu\text{g/g}$ wt，LRH-A 為 0.2 $\mu\text{g/g}$ wt (劉及何 1992)，經過第 2 次注射的種魚，隨後移至 90L 產卵桶中待產，水質條件與種魚蓄養過程相同。

三、產卵嗜性試驗

產卵桶底部放置石塊與瓦片，此外，也置入水蘊藻(*Egeria densa*)、小毛蕨(*Cyclosorus parasiticus*)葉片、浮水性植物大萍(*Pistia stratiotes*)與塑膠繩等不同產卵基質供種魚產卵，以觀察比較其產卵嗜性。繁殖桶四周用黑布包覆，以防止種魚受到驚嚇。產卵後，將種魚移出產卵桶，留下受精卵進行卵發育階段之觀察。以萬能投影機(Topcon profile projector VP-300, Topcon Optical, Japan)測量卵徑外，並拍照記錄胚胎發育之變化及計算魚卵發育之積溫值(cumulative temperature) (Handeland *et al.* 2004)。魚苗孵化後蓄養於 40L (45×30×30 cm³)的玻璃水族缸中，水溫維持在 25±1°C，其餘水質條件與種魚蓄養條件相同。魚苗開口後，日間每隔 3 hr 餵食 1 次魚苗飼料(Trifish

BP, Omega, Taiwan)與水蚤幼苗，共計 5 次。

四、魚苗成長紀錄與鱗片長出前成長模式

每日逢機取 3-6 尾魚苗測量全長(total length)，並觀察發育變化，拍照記錄，並將這些有顯著發育變化與特徵形成的魚苗標本浸泡於 3.5% 中性福馬林(formalin, Hayashi Pure Chemical, Osaka, Japan)保存。此外，爲了探討菊池氏細鯽魚苗在鱗片長出前的成長速度，並與其他研究比較，本研究計算其每日全長成長速率。各魚種間成長速度差異比較則先進行單因子變方分析(ANOVA)比較，若有差異則以鄧肯氏多變域檢定法(Duncan's multiple range)再進一步比較，顯著水準爲 5%。

結 果

一、種魚觀察

種魚在蓄養觀察過程中，發現菊池氏細鯽的成魚爲雜食偏肉食性，並無明顯的地域競爭性。在雌雄種魚外觀鑑別上無顯著的婚姻色等差異，其雄魚追星相當少且細小，主要只能依靠體型大小和腹部飽滿度來辨別。一般而言，體型較大而腹部飽滿者爲雌性，體型較小而修長者爲雄性。

二、產卵習性與產卵數

菊池氏細鯽種魚在注射第二次催產劑約 9 hr 後開始追尾，追尾後約 3 hr 產卵。平均每尾雌魚產下 200 顆卵，平均每克雌魚可產下 51 顆卵，產卵位置多集中附著於水蘊藻的水中組織部分或大萍的根系，亦有許多卵粒位於蕨類葉片上，部分在底部石塊上，少部分掉落於缸底。大部分附著的卵粒皆已受精且進行發育，孵化率約爲 70-80%。掉落缸底的卵粒，多數爲未受精卵，少數卵粒即使已受精，也因發霉或受沈積物覆蓋而無法孵出。

三、魚卵特徵

菊池氏細鯽的卵粒爲沉性帶黏性卵，卵徑平均約爲 1.16 mm，表面光滑透明，無色素，無油球(oil globule)，產出後開始分裂發育(圖 1A)。

四、魚卵發育

魚卵於水溫 $25\pm 1^{\circ}\text{C}$ 下，約 4-5 HAS (hours after spawning)已經進入原腸期(gastrula stage)，至 12 HAS 出現肌節和眼點，13 HAS 心臟跳動明顯，耳石也已經出現，29-30 HAS 魚苗多已孵出(表 1)，其孵化積溫值爲 30.2-32.3 degree-days，平均積溫值爲 31 degree-days。

表 1. 菊池氏細鯽 *Aphyocypris kikuchii* (Oshima, 1919)受精卵胚胎發育過程

Table 1. The embryonic development of *Aphyocypris kikuchii* (Oshima, 1919)

HAS	Embryonic stages
3-4	Morula
4	Blastula
4-5	Gastrula
12-13	Myotome formation
13	Heart started to beat; otoliths observed
29-30	Hatching

五、孵化與發育

菊池氏細鯽魚苗在孵出後幾近於全透明，無色素點，全長平均 3.3 mm，卵黃囊相當大，前端可達頭部(圖 1B)。眼部在頭部前端偏下側，耳石位於卵黃囊上側。剛孵出之魚苗多靜止黏附於水草、桶壁與底部，但若受驚擾，則會進行短暫性的移位。

菊池氏細鯽魚苗發育過程全長與主要特徵如表 2。魚苗孵出 1 天後(days after hatching, DAH)，全長平均 4.1 mm，色素斑增多，眼部可轉動，眼部下方觀察到口裂，卵黃囊顯著縮小，囊部前端後縮至頭部耳石位置的後方，口部尚未發育完全，鰓弧與胸鰭開始發育。

表 2. 菊池氏細鯽 *Aphyocypris kikuchii* (Oshima, 1919) 魚苗發育過程

Table 2. The larval development of *Aphyocypris kikuchii* (Oshima, 1919)

DAH	Average total length (mm)	Larval stages
0	3.3±0.0	Otolithes observed; head occupied mainly by eyes
1	4.1±0.1	Pectoral fins developed
2	4.4±0.4	Swimming bladder appeared
3	4.9±0.2	Esophagus developed completely; feeding started; bud of tail fin appeared
8	5.7±0.7	Swimming bladder developed in two sections; buds of dorsal and anal fins present
13	6.0±1.3	Dorsal and anal fins well developed
19	8.8±0.7	Tail fin well developed with clear fork; buds of pelvic fins appeared
23	11.7±3.4	Pelvic fins well developed
27	12.7±3.8	Scales clearly observed
30	15.3±1.2	Scales well developed

魚苗日齡 2 DAH：平均全長增加為 4.4 mm，色素點持續增加，體色較前一天加深，鰾開始發育，胸鰭明顯。卵黃囊較前一天更小，消化道尚未發育完全，且未觀察到消化道有食物的跡象。尾鰭條已經漸漸形成。短暫游動時速度變快。

魚苗日齡 3 DAH：全長平均為 4.9 mm，卵黃囊已完全吸收，開始游動，已經可以開始攝食微細餌料。

魚苗日齡 8 DAH：全長平均為 5.7 mm，可觀察到背鰭褶、臀鰭褶開始出現，魚苗脊椎末端逐漸上揚，尾鰭開始出現分岔；鰾明顯發育成兩室。

魚苗日齡 19 DAH：全長平均為 8.8 mm，尾鰭分岔明顯且完全，腹鰭芽出現(圖 1C)。

魚苗日齡 23 DAH：全長平均為 11.7 mm，腹鰭發育完全(圖 1D)。

魚苗日齡 27 DAH：全長平均為 12.7 mm，開始長出鱗片。

魚苗日齡 30 DAH：全長平均為 15.3 mm，已可清楚觀察到魚鱗。

六、成長模式

菊池氏細鯽魚苗成長與時間變化如圖 2，此處 TL 代表魚體全長(total length, mm)、 t 為成長天數(days)，其成長曲線結果如下：

$$TL = 3.79 \exp(0.04 t)$$

其配適成長曲線模式的 Adjusted R^2 值為 0.87。

討 論

菊池氏細鯽屬鯉科小型魚類，因此產卵習性相似，雄魚追逐雌魚，逐漸靠近水生植物，然後將卵產於沈水性或浮水性水生植物的水中部分，部分會產於石塊上，而沈降於底部者幾

乎都無法順利孵化。此生殖習性與其體型相近的台灣副細鯽(俗稱台灣白魚, *Pararasbora mol-trechti* Regan, 1908)、條紋小鯽 *Puntius semi-fasciolatus* (Günther, 1868)、飯島氏銀鯽 *Squalidus iijimae* (Oshima, 1919)、台灣梅氏鯽 *Metzia formosae* (Oshima, 1920) (賴等 2003; 賴等 2006; 賴等 2008; 賴等 2009b) 等魚種類似。此外，本種魚生殖時若缺乏水生植物，其受精卵的孵化成功率會大幅降低。

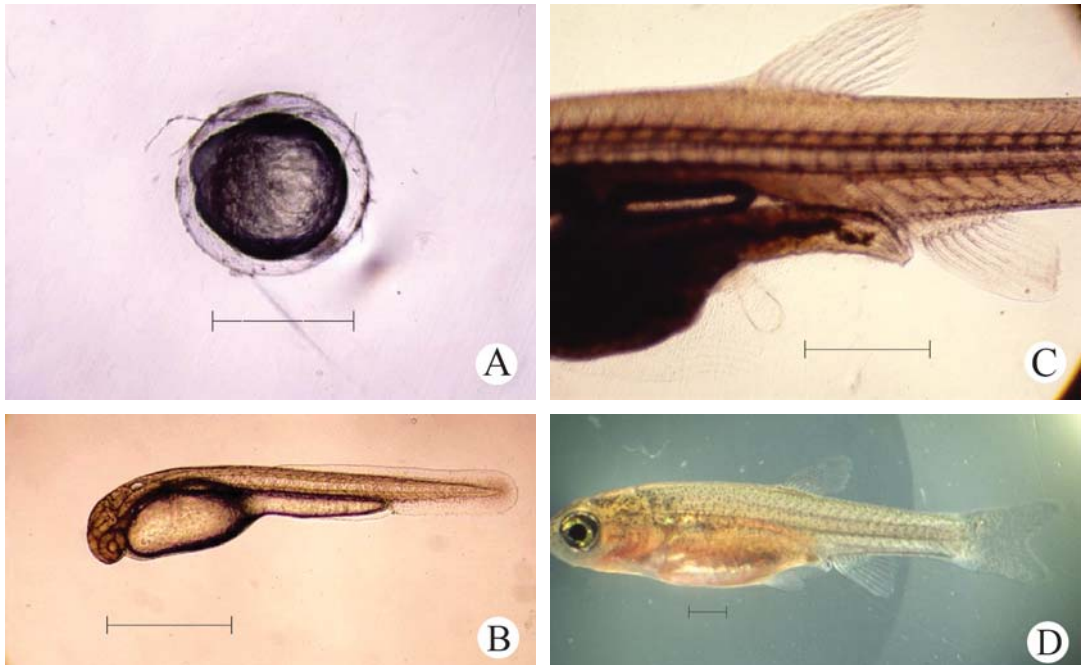


圖 1. 菊池氏細鯽 *Aphyocypris kikuchii* (Oshima, 1919) : A, 受精後並開始卵裂發育的卵 ; B, 剛孵出的魚苗，卵黃囊相當大，前端可達頭部 ; C, 孵出 19 天的魚苗可以觀察到腹鰭芽出現 ; D, 孵出 23 天的魚苗，腹鰭已經發育完全。比例尺 = 1 mm。

Fig. 1. *Aphyocypris kikuchii* (Oshima, 1919): A, embryo of beginning cleavage; B, newly hatched larva with a huge yolk adjacent to head; C, larva on 19 DAH with buds of pelvic fins; D, larva on 23 DAH with well developed pelvic fins (scale bar = 1 mm).

魚卵方面，本種魚的卵粒屬於圓形沉性黏性卵，卵粒透明，卵徑約 1.16 mm，其卵徑與

其他小型鯉科相近，例如台灣副細鯽、條紋小鯽、飯島氏銀鯽及台灣梅氏鯽等魚類的卵徑也

都介於 1.1-1.2 mm 之間(賴等 2003; 賴等 2006; 賴等 2008; 賴等 2009b)。

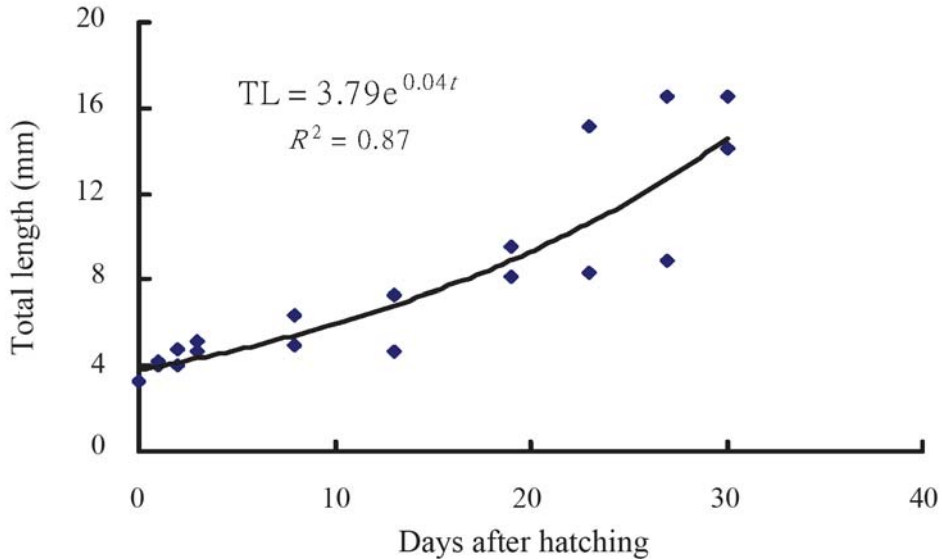


圖 2. 菊池氏細鯽 *Aphyocypris kikuchii* (Oshima, 1919) 孵化後魚苗成長模式。

Fig. 2. A growth in total length of the larvae of *Aphyocypris kikuchii* (Oshima, 1919).

菊池氏細鯽的孵化積溫值與其他小型溪流魚類相近。其受精卵在 25°C 的水溫下，約 29-30 hr 孵化，平均積溫值約為 31 degree-days，略高於台灣副細鯽的 27 degree-days (孵化溫度 26°C)、條紋小鯽的 23 degree-days (孵化溫度 27°C) 與台灣梅氏鯿的 26 degree-days (孵化溫度 26°C) (賴等 2003; 賴等 2006; 賴等 2008)，但與大鱗梅氏鯿 (*Metzia mesembrina*) 的 31 degree-days (孵化溫度 23°C) 相近(賴等 2009a)。此外，其孵化積溫值則低於飯島氏銀鮡的 47 degree-days (孵化溫度 26°C) 與鱸屬 (*Zacco*) 魚類 *Zacco temminckii* 的 52 degree-days (孵化溫度 26°C) (Sado and Kimura 2002; 賴等 2009b)。由以上各魚種比較的結果，我們推測孵化積溫值相異的原因，除了水溫等環境因素稍有影響外，主要應是這些魚類的生殖生態習性差異所導致。Nunn *et al.* (2007) 曾提出在流量變化大或流速快的河

川中，流量 (river discharge) 將會是影響孵化主要的因子，但在流量大而穩定的河川中，孵化則較容易被其他因子 (如水溫) 所影響。由於台灣河川屬於流量變化大的型態，上述本地數種小型魚類更多棲息於溪流中上游或連通水域，且有溯溪產卵習性，而且產卵時間集中在春季與夏季等水位與水流量受雨量影響變化顯著的季節，因此縮短受精卵孵化的時間，可能有助於魚苗在水量變小或乾涸前進行小規模遷移，進而提昇其生存率，此可能是造成菊池氏細鯽等小型溪流魚類受精卵孵化積溫值較低的原因之一。

菊池氏細鯽剛孵化的魚苗全長約為 3.3 mm，高於台灣副細鯽的 3.0 mm ($p < 0.05$)，低於條紋小鯽的 3.5 mm、飯島氏銀鮡的 3.4 mm 及台灣梅氏鯿的 3.8 mm (賴等 2003; 賴等 2006; 賴等 2008; 賴等 2009b)。

菊池氏細鯽魚苗在本研究期間平均每天全長增加速率約為 0.4 mm/day，比較此魚種與台灣副細鯽魚苗的成長速度，後者魚苗的成長速度約為 0.65 mm/day (賴等 2003)，顯著高於菊池氏細鯽的魚苗成長速度 ($p < 0.05$)，可得知菊池氏細鯽不僅在成魚體型上較台灣副細鯽小，在魚苗成長速度上也低於台灣副細鯽。

經由本研究觀察發現，菊池氏細鯽的成魚屬雜食性偏肉食性，飼養容易，對水質並無特別需求。其繁殖環境與過程也與多數小型溪流魚類類似，魚苗飼育容易，成長過程也無特殊需求之條件。由於本魚種具有觀賞及海釣誘餌的價值，加上棲息地受到天然災害或溪流整治影響，造成河床水生植物減少，我們推論上述的這些原因應該是造成菊池氏細鯽數量近年來在原棲地數目逐漸減少的主因。因此未來若需進行菊池氏細鯽復育規劃與棲地營造時，棲地的水生植物相建立與維持，應是此魚種可否自然繁殖成功的關鍵因素之一。

此外，外來魚種的影響應也是造成菊池氏細鯽數量減少的原因之一。在本文所比較的數種鯽科魚類中，其生態區位都包含溪流及湖泊水域，但整體而言，鱸屬的魚種主要棲息地在溪流湍急的區域 (Kawanabe and Mizuno 1989)，其他種類多以緩流、溝渠或湖泊為主要棲息地，因此推測鱸屬需要孵出發育較為完全，足以抵抗水流的魚苗，因此其卵徑大、孵化時間長、孵出的魚苗體型也大。也可能因為如此，當鱸屬魚類進入台灣東部水域後，原棲息於此的菊池氏細鯽會因為生態區位的重疊、競爭，產生實際區位 (realized niche) 的縮減，而使其分布水域退縮到小支流、渠道及湖泊之中，而湖泊中的菊池氏細鯽族群又可能遭受到以湖泊為主要棲息地的外來種魚類—鰲條之競爭。此時若小支流與渠道的族群再因為溝渠化或水泥化使得產卵所需的水生植物消失而無法繁殖，則菊池氏細鯽將會面臨難以挽回的生存危機，此現象在進行該魚種復育或棲地生態評估時，

是值得特別注意之處。建議應對菊池氏細鯽棲地範圍進行調查，日後進行此魚種棲地範圍內的水域整治時，應將其棲息與繁殖習性列入規劃項目，在不影響安全前提下，妥善保留水域內水生植物與石塊，以利維護菊池氏細鯽的永續生存。

謝 誌

本研究感謝張詠青醫生與陳義雄教授在資料提供上的協助，潘宏裕教授統計上的協助，李柏諺同學協助資料統整，皆增加本實驗的完整性，在此一併感謝。

引用文獻

- 沈世傑。1993。台灣魚類誌。國立台灣大學動物學系。台北，台灣。
- 陳義雄、方力行。1999。台灣淡水及河口魚類誌。國立海洋生物博物館籌備處。屏東，台灣。
- 陳義雄、張詠青。2005。台灣淡水魚類原色圖鑑第(一)卷鯉形目。水產出版社。基隆，台灣。
- 曾晴賢。1986。台灣淡水魚類。台灣省政府教育廳。
- 劉健康、何碧梧。1992。中國淡水魚養殖學(第三版)。科學出版社。北京，中國。
- 賴弘智、王俊仁、吳純宏、施志昫。2003。台灣副細鯽 (*Pararashbora moltrechti* Regan) 之人工繁殖研究。中華生質能源學會會誌 22 (3-4): 123-128。
- 賴弘智、張瑞宗、施志昫。2006。台灣細鯽 *Rasbora formosae* (Oshima, 1920) 之人工繁殖及幼苗發育研究。特有生物研究 8 (2): 23-39。
- 賴弘智、翁紹儒、張瑞宗、蔡澄崇、施志昫。2008。條紋小鯽 *Puntius semifasciolatus*

- (Günther, 1868)人工繁養殖及幼苗發育。
特有生物研究 10(1): 35-44。
- 賴弘智、陳昱翔、林翰揚、潘宏裕、施志昀。
2009a。大鱗梅氏鰻 *Metzia mesembrina*
(Jordan and Evermann, 1902)人工繁養殖及
幼苗發育。特有生物研究 11(1): 37-45。
- 賴弘智、熊文俊、林翰揚、施志昀。2009b。
飯島氏銀鮠 *Squalidus ijimae* (Oshima, 1919)
人工繁養殖及幼苗發育。特有生物研究 11
(1): 27-36。
- Geisser, S. 1980. Growth curve analysis. In:
Krishnaiah, P. R. (ed.). Handbook of Statistics.
North-Holland, Amsterdam, Netherlands. p.
89-115.
- Handeland, S. O., E. Wilkinson, B. Sveinsbo, S.
D. McCormick and S. O. Stefansson. 2004.
Temperature influence on the development
and loss of seawater tolerance in two fast-
growing strains of Atlantic salmon. Aquaculture
233(1-4): 513-529.
- Kawanabe, H. and N. Mizuno. 1989. Freshwater
Fishes of Japan. Yama-Kei Publishers Co.,
Tokyo, Japan.
- Nunn, A. D., J. P. Harvey, J. R. Britton, P. A.
Frear and I. G. Cowx. 2007. Fish, climate
and the Gulf Stream: The influence of abiotic
factors on the recruitment success of cyprinid
fishes in lowland rivers. Freshwater Biology
52(8): 1576-1586.
- Sado, T. and S. Kimura. 2002. Descriptive
morphology of the eggs, larvae, and juveniles
of two cyprinid fishes belonging to the *Zacco*
temminckii species' group. Ichthyological
Research 49(3): 245-252.

