

清尾鰐鰕虎的人工繁殖及其在實驗模式動物之應用潛力

邱沛盛、黃政軒、何信緯、朱永桐、許晉榮

水產試驗所海水繁養殖研究中心



前言

清尾鰐鰕虎 (*Mugilogobius cavifrons*) 又名小鰐鰕虎，英文俗名 Mangrove goby，屬於鰕虎科 (Gobiidae)、鰐鰕虎屬 (*Mugilogobius*) 的小型魚類。廣泛分布於日本石垣島、臺灣、菲律賓、印尼、巴布亞紐幾內亞與密克羅尼西亞等地，由其英文俗名可得知其棲息於紅樹林、河口及魚塭等半淡鹹水域 (Mundy, 2005; Shao, 2019)，對於鹽度的適應範圍較廣。Larson (2001) 描述了所有鰐鰕虎屬魚類的系統分類學、生態學等資訊，目前清尾鰐鰕虎的生物學、分類學也已被透徹研究 (Sakai and Sato, 1982; Bauchot et al., 1989; Donalson and Myers, 2002)，但關於其人工繁殖還尚未有文獻發表。

關於鰐鰕虎屬魚類人工繁殖的研究並不多，約 40 年前 Kanabashira 等 (1980) 完成了阿部鰐鰕虎 (*M. abei*) 的人工繁殖及初期發育描述；Chen and Guo (2007) 發表黏皮鰐鰕虎 (*M. myxodermus*) 的胚胎發育，可惜仔稚魚形態的描述並不完整，除此之外就無其他有關鰐鰕虎屬魚類的初期發育及繁殖研究的文獻發表。

本文為我們成功繁殖清尾鰐鰕虎的初步

記錄，概述繁殖過程、仔稚魚發育及魚苗量產，並探討其未來發展應用的潛力。

親魚培育及產卵

實驗用親魚在 2018 年 7 月採集自海水繁養殖研究中心鹹水魚塭，以蝦籠捕獲 30 尾，體全長範圍在 1—4 cm (圖 1)。將捕獲的親魚移入室內養殖場 600 L 圓形玻璃纖維 (FRP) 水槽，放入 3 個石板 (15 × 15 × 1.5 cm³) 做為產卵介質 (圖 2)。培育環境並無任何循環過濾，採流水式養殖，水溫約在 22.0—24.0°C 之間。以鰻粉及蝦殼粉加水製作濕性飼料投餵，每天於 08:00 及 16:00 各投餵 1 次，每次投餵至親魚飽食為止。

2019 年 2 月 7 日檢查石板，首次發現親魚自然配對產卵。在 2—4 月間隨機計算 6 次產卵事件以瞭解平均產卵量，雌魚 1 次平均產卵量為 4,591.3 粒 (3,708—5,360 粒)，約 4—5 天產卵 1 次。一個石板只會有一對親魚產卵，雄魚體型大於雌魚，且有明顯的領域性，產卵行為結束後雌魚便會離開石板巢穴，只留下雄魚獨自護卵。清尾鰐鰕虎受精卵為紡錘形並具有固著絲 (圖 3)。發現受精卵後，連同卵粒黏附的石板移至育苗水槽培

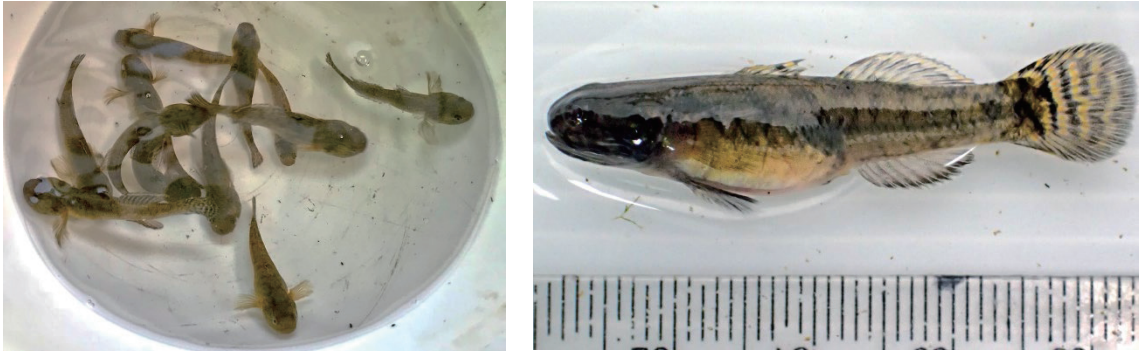


圖 1 自海水繁養殖研究中心鹹水魚塭捕獲的清尾鰍鰕虎親魚，體全長範圍在 1-4 cm



圖 2 親魚培育桶中放入石板 (約 15 × 15 cm) 做為產卵介質



圖 3 清尾鰍鰕虎受精卵 (比例尺 = 1 mm)

育，育苗水槽與親魚培育水槽材質、尺寸相同，為 600 L 圓形 FRP 水槽。給予微量通氣並使氣泡與卵粒接觸增加溶氧量，以免卵粒無法孵化。

仔稚魚培育與量產評估

待仔魚孵化後，計算遺留在石板上未孵化的受精卵數，孵化率為 90—98%。剛孵化仔魚，眼睛、泳鰾已發育，至孵化後第 1 天開始攝食，初期餌料為輪蟲，投餵期間為孵化後 1—10 天，輪蟲密度維持 5—10 隻/ml，接著可投餵橈足類（幼生及成蟲混合投餵），投餵期間為孵化後 5—30 天，密度維持 5 隻/ml 即可。孵化後 30 天時可以人工飼料馴餌，仔魚在孵化後 25—28 天之間進入稚魚期（鰭條數發育達成魚定數），此時體全長 6.28—11.75 mm，培育至孵化後 60 天（圖 4）時，稚魚體色已與成魚相同，此時期可完全接受人工飼料。整個培育過程無需使用微細

藻類（綠水養殖）進行育苗，也無任何殘食現象發生，仔稚魚培育時的水溫為 22.0—24.0°C、鹽度為 30—32 psu，光照為自然採光。

在 2019 年 3—4 月間進行 3 次的育苗試驗（表 1），探討魚苗量產的可能性。在 600 L 的 FRP 桶內進行。放入育苗桶中的石板上受精卵數 3 個批次分別為 4,290、5,360 及 3,708 粒，孵化率分別為 98、90 及 92%，經過 60 天的培育，收成的稚魚數量分別為 3,008、3,500 及 2,606 尾（圖 5），收成時的養殖密度分別為 5.01 尾/L、5.83 尾/L 及 4.34 尾/L。根

表 1 2019 年 3-4 月清尾鰕虎育苗結果

批次	初始受精卵數 (粒)	孵化率 (%)	收穫日齡	收穫魚苗數 (尾)	活存率 (%)
1	4,290	98	60	3,008	71.5
2	5,360	90	60	3,500	72.5
3	3,708	92	60	2,606	76.3

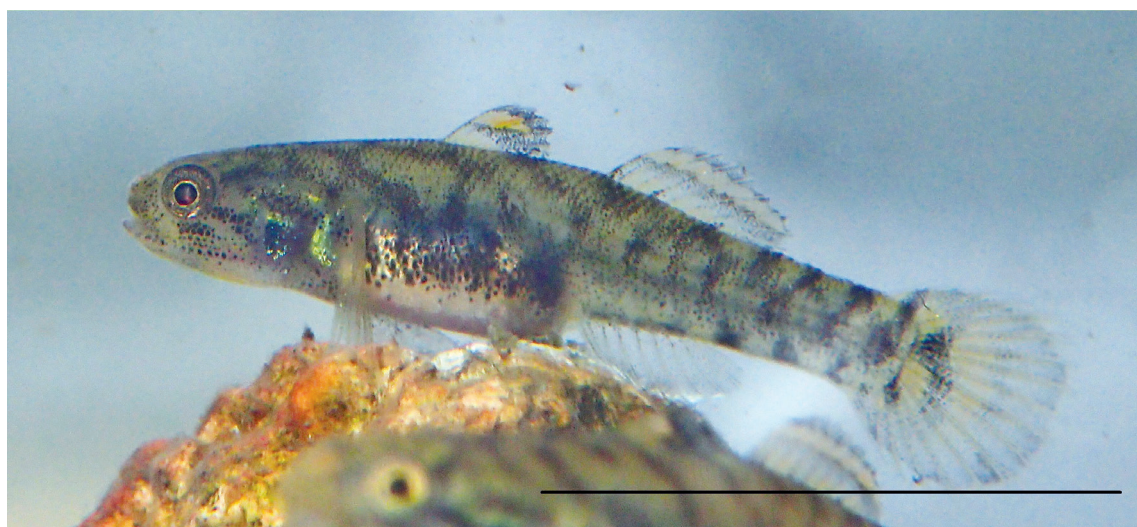


圖 4 清尾鰕虎培育至孵化後 60 天的稚魚，體全長 1-3 cm (比例尺=1 cm)

據 3 次育苗結果數據估計，在正常養殖管理下，一個月一對親魚生產約 5 次，每次育苗可收成 3,000 尾稚魚，一個月則可生產約 15,000 尾稚魚，可完全於室內養殖場或實驗室生產，而且所需的空間佔地並不大，倘若增加親魚數量及室內桶槽空間，則有達量產規模之可能。



圖 5 成功培育並收成的清尾鰻鰕虎稚魚

在實驗模式動物之應用

我們常見的重要經濟性魚種如鮭魚、比目魚、石狗公、吳郭魚及烏魚等 (Stiassny et al., 2004; Nelson, 2006; Eschmeyer et al., 2012)，皆屬於棘鰭魚類 (Acanthomorpha) 這個分類群，這是硬骨魚類中物種數量及多樣性最高的類群，包含 16,000 個物種、超過 300 科 (Stiassny et al., 2004; Nelson, 2006; Near et al., 2012)，然而，目前廣泛應用做為實驗動物的斑馬魚 (*Danio rerio*) 並不屬於棘鰭魚類，而是骨鰾魚類 (Ostariophysi)。Archambeault 等 (2016) 指出，應該使用棘鰭魚類作為實驗模式動物，才能在其他棘鰭魚

類 (包含大部分經濟性魚類) 的研究中更具有代表性，而鰻虎科魚類在棘鰭魚類中多樣性最高 (Moyle and Cech, 2004; Nelson, 2006)，因此她認為鰻虎科魚類是較理想、較適合作為新興的海水實驗動物，而鰻虎科魚類體型小、容易飼育繁殖、胚胎透明、生殖週期短等特性，也符合魚類實驗動物的基本要求。Archambeault 等 (2016) 透過建立藍帶血鰻虎 (*Lythrypnus dalli*) 的培育技術與初期生活史資料，再與斑馬魚的胚胎與仔稚魚形態進行比較，指出藍帶血鰻虎可做為發育生物學及性別可塑性 (sexual plasticity) 的實驗動物。鰻鰕虎則被應用在生態毒理學領域。Li 等 (2018) 回顧了諸氏鰻鰕虎 (*M. chulae*) 做為實驗動物的研究進展。在開發海洋石油及水污染物毒性檢測方面，已經被中國政府應用做為標準檢測方法中推薦的實驗生物 (Li et al., 2013; Li and Huang, 2013)，僅南海海域的石油探勘工作，每年就需使用超過 30 萬尾的鰻鰕虎來進行污染物毒性的檢測試驗。

另外，鰻鰕虎也被應用於評估汞 (Hg^{2+})、鎘 (Cd^{2+})、鉻 (Cr^{2+})、鉛 (Pb^{2+})、鋅 (Zn^{2+}) 及砷 (As) 的等重金屬污染物之毒性效應及生物累積效應 (Li et al., 2014; Guo et al., 2017; Zhang et al., 2017; Cui et al., 2018)。Cai 等 (2018) 更利用諸氏鰻鰕虎的基因表現檢測海洋沉積物中的多環芳香烴 (Polycyclic Aromatic Hydrocarbons，簡稱 PAH 或 PAHs) 的濃度。

透過建立清尾鰻鰕虎的人工繁殖、初期生活史與實驗室量產資訊，相信日後也可成為探討其他生命科學議題的新興模式物種。