

# 海水觀賞性鰕虎的繁養殖研究現況

邱沛盛<sup>1</sup>、呂明毅<sup>2,3</sup>、葉信利<sup>1</sup>

<sup>1</sup>水產試驗所海水繁養殖研究中心、<sup>2</sup>國立海洋生物博物館、<sup>3</sup>國立東華大學海洋生物研究所

## 前言

海水觀賞魚的人工繁殖是解決珊瑚礁魚類被過度採捕以及減緩珊瑚礁生態系衰退的有效方法之一 (Olivotto et al., 2011)。海水觀賞魚產業至今仍不斷在發展中，但在水族市場上流通的 1,800 種海水觀賞魚裡面僅有 358 種可以被人工繁殖 (Rhyne et al., 2012; Wabnitz et al., 2003; Sweet, 2019)。鰕虎科 (Gobiidae) 魚類廣泛分布於溫帶與熱帶淡水、半淡鹹水及海水水域 (Darcy, 1980)，種類繁多且形態多變，是硬骨魚類中數量龐大的類群，全世界估計有 5 亞科 210 屬 1,950 種 (Nelson, 2006)，臺灣記錄 5 亞科 77 屬 247 種以上 (Shao, 2019)。

許多棲息於珊瑚礁區的鰕虎因為鮮豔多變的體色、特殊的生態行為、容易適應人工餌料及飼養環境而被當作觀賞魚在水族市場上流通，售價依種別而有不同，歐美市場每尾約在 12–130 美金 (約新臺幣 384–4,160 元) 之間，國內市場則約為新臺幣 100–1,500 元不等。

近十年來關於海水觀賞性鰕虎繁養殖的研究陸續發表 (Olivotto et al., 2005; Wittenrich et al., 2007; Meirelles et al., 2009;

Pedrazzani et al., 2014; Archambeault et al., 2016; Majoris et al., 2018; Chiu et al., 2019)，顯見此議題被關注的程度。

本文就近年來海水觀賞性鰕虎的繁養殖研究現況，由生殖生物學、人工環境之配對、親魚飼育、生殖行為、自然產卵及魚苗培育各方面做介紹。

## 生殖生物學

海水觀賞性鰕虎的生殖策略存在先雌後雄 (protogynous)、雙向性轉變 (bidirectional sex change) 的雌雄同體 (hermaphroditism) 以及雌雄異體 (gonochorism)。副葉鰕虎屬 (*Paragobiodon*) 及葉鰕虎屬 (*Gobiodon*) 是具有雙向性轉變特性、先雌後雄之雌雄同體種類 (Kuwamura et al., 1994; Nakashima et al., 1996)，而霓虹鰕虎屬 (*Elacatinus*) 及虎紋鰕虎屬 (*Tigrigobius*) 在同一屬中分別存在雌雄異體及雌雄同體兩種相異的生殖模式 (Robertson and Justines, 1982; De Mitcheson and Liu, 2008)。

在社群結構方面，海水觀賞性鰕虎存在一夫多妻制、一夫一妻制及群體制 (group-forming) 三種社群結構。一夫多妻制

在社群內有一尾較具優勢的雄魚，能跟族群內任一性成熟雌魚交配繁殖，如沖繩磨塘鱧 (*Trimma okinawae*)、藍帶血鰕虎 (*Lythrypnus dalli*) 及半斑星塘鱧 (*Asterropteryx semipunctata*) 等 (Sunobe and Nakazono, 1990; Black et al., 2005; Hernaman and Munday, 2007; Manabe et al., 2007, 2009)。

一夫一妻制則屬於長期配對 (long-lasting pair bonds) 的模式，一旦雌雄親魚配對後就不容易更換伴侶，這種模式常見於絕對珊瑚棲性 (obligate coral-dwelling) 的鰕虎，如紅帶范氏塘鱧 (*Valenciennea strigata*，俗稱金頭鯊)、長鰭范氏塘鱧 (*V. longipinnis*) 及尾斑鈍鰕虎 (*Amblyobius phalaena*，俗稱環帶鯊) 等 (Reavis, 1997; Takegaki and Nakazono, 1999; Takegaki, 2000; Hernaman and Munday, 2007; Whiteman and Cote, 2004)。

群體制的族群中，有兩尾體型最大且最優勢的雌雄個體及其他數尾未成熟的個體，兩尾優勢的雌雄魚具繁殖能力並形成生殖配對，其中的優勢雌魚會透過領域行為，阻止其他雌魚達到性成熟取代自己的社群地位，如黃副葉鰕虎 (*P. xanthosomus*) (Wong et al., 2008)。

## 人工環境之配對

海水觀賞性鰕虎的體型 (1–15 cm) 遠小於我們熟知的經濟性食用魚類，只要親魚配對成功且生存條件適宜，無須使用任何激素催熟處理即可自然產卵，因此配對為繁殖過程的重要環節。配對過程中，若在同一個

水槽內有數尾雄魚存在，經常會發生激烈的領域 (打鬥) 行為而造成部分個體死亡。因此水槽內最好維持一雄多雌的性比，以有效消弭雄魚之間的競爭及打鬥行為，增加配對成功的機率。根據筆者過去養殖海水觀賞性鰕虎的經驗，可將正在交配產卵的雌雄親魚連同產卵介質留在培育缸內，其他魚隻則移到另一培育缸進行觀察，若又發現配對產卵，則再將其他沒有配對的魚隻移出，重複此動作直到將所有的雄魚分開，可以避免激烈的打鬥及競爭造成的個體傷亡。

另外，合適的親魚體型及性比也會影響配對成功率。Wittenrich et al. (2007) 繁殖雌雄同體的夜棲鋸鱗鰕虎 (*Priolepis nocturna*)，雖無法由外觀分辨性別，但以一大一小的體型飼養可以成功配對繁殖。Archangeault et al. (2016) 則認為1尾雄魚搭配4尾雌魚為藍帶血鰕虎最適合的配對性比。多種霓虹鰕虎人工繁殖研究中則對於配對過程沒有詳細描述 (Olivotto et al., 2005; Meirelles et al., 2009; Pedrazzani et al., 2014)，大部分海水觀賞性鰕虎繁殖研究報告對於人工環境中配對的討論並不多，但親魚的配對為成功繁殖的第一步 (在其他海水觀賞魚亦然)，未來的研究可以再多著墨於不同種海水觀賞性鰕虎親魚體型的選擇與配對之性比等資訊。

## 親魚飼育

飼養海水觀賞性鰕虎的水槽通常不必太大，水槽內需放置可供產卵的介質，例如PVC水管、石板、磁磚、二枚貝貝殼或人工巢穴

(圖 1)。Valenti (1972) 是最早進行海水觀賞性鰕虎繁養殖研究的學者，他將佛羅里達霓虹鰕虎 (*E. oceanops*) 雌魚及雄魚蓄養於 40 L 水族箱中，裡面放置貝殼，使親魚可以順利產卵於貝殼上。Olivotto et al. (2005) 以 100 – 200 L 的魚缸中培育尖吻霓虹鰕虎 (*E. evelynae*) 親魚，親魚在移入繁殖缸 3 週後即開始產卵，卵粒黏附於事先投入的 PVC 水管上。Wittenrich et al. (2007) 將夜棲鋸鱗鰕虎親魚飼養於 46 L 的水族箱中並放入陶製瓦片做為產卵介質，也成功獲得受精卵。Pedrazzani et al. (2014) 以 8 L 水槽飼養紅腦霓虹鰕虎 (*E. puncticulatus*) 並放入 4 cm 長的 PVC 管做為產卵介質。

海水觀賞性鰕虎的親魚多半投餵生鮮餌料 (Wittenrich et al., 2007; Majoris et al., 2018; Chiu et al., 2019)，也有學者使用商業飼料 (Tetra 德彩飼料, Meirelles et al., 2009)，但上述報告中對於餌料營養成分、親魚營養需求及對親魚成熟的促進效果沒有太多描述，仍待後續之研究。

## 生殖行為

Sunobe (1998) 觀察磯塘鱧屬的 6 種鰕虎，依生殖行為發生順序歸納出 5 個步驟：(1)雄魚築巢；(2)求偶；(3)雌魚入巢；(4)產卵；(5)雄魚護卵至仔魚孵化，而大部分的海水觀賞性鰕虎之生殖行為也多依循上述 5 個步驟。尖吻霓虹鰕虎雄魚求偶時，以來回進出巢穴的行為來誘引雌魚進入產卵，產卵結束由雄魚獨自護卵 (Olivotto et al., 2005)。夜棲鋸鱗鰕虎雄魚在產卵前，同樣會有清理產卵介質的行為 (Wittenrich et al., 2007)。紅腦霓虹鰕虎在繁殖時，雄魚及雌魚都會有體色上的改變，雌魚在接近產卵日前腹部會逐漸膨大，雄魚清理產卵介質的行為也日趨頻繁 (Pedrazzani et al., 2014)。飾妝銜鰕虎 (*Istigobius ornatus*) 雄魚在繁殖前會先在一石塊下方築巢且頻繁進出，以吻端清除石塊下方的附著物，接著雄魚追逐雌魚再快速回到巢穴中，重複數次後，雄魚游到雌魚面前抖動身體，吸引雌魚進入巢穴交配 (Chiu et

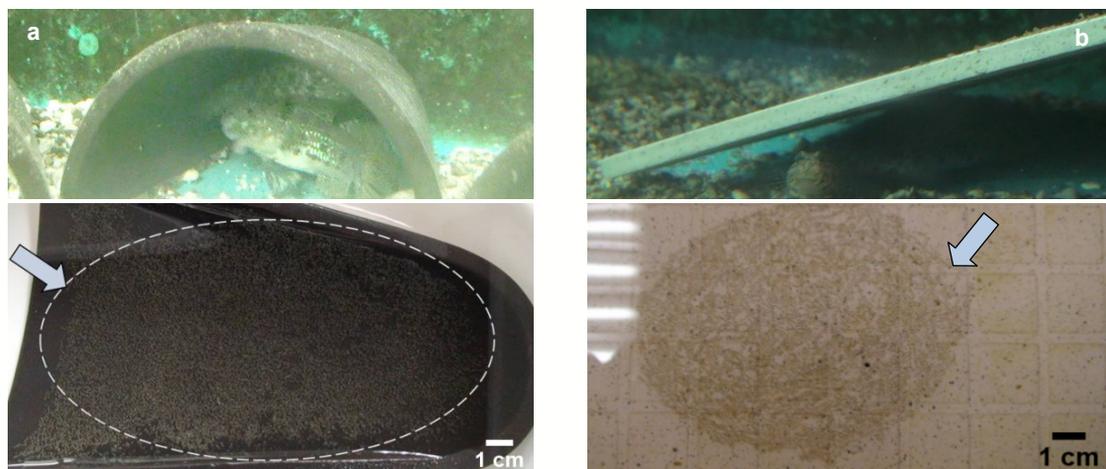


圖 1 供海水觀賞性鰕虎產卵的介質與附著之卵粒 (箭頭處)

a：正在產卵的親魚及附著於人工巢穴內襯的卵粒；b：正在產卵的親魚及附著於磁磚黏貼面的卵粒

al., 2019)。一般來說，鰕虎產卵後，雌魚會離開巢穴，只剩下雄魚獨自護卵至仔魚孵化，但紅帶范氏塘鱧則是雌雄魚皆有護卵行為 (Reavis, 1997)。佛羅里達霓虹鰕虎雌魚在產卵時會翻轉身體，將卵產在介質的內裡，雄魚在產卵期也會清理巢穴 (Valenti, 1972)；美麗范氏塘鱧 (*V. bella*) 雌雄魚均會以口部叨除礫石來清理產卵巢穴，生殖行為則由雌魚先發動 (Shiobara and Tanaka, 1995)。

## 自然產卵

海水觀賞性鰕虎親魚幾乎不需要任何激素催熟處理，只要環境適合、餌料供應充足即可以在人工環境中自然產卵，其卵粒多半為橢圓形或紡錘形並具有固著絲 (圖 2)。飾妝銜鰕虎在人工環境中的產卵時刻均發生在 08:00 – 11:00 光線充足時 (Chiu et al., 2019)，磯塘鱧屬的 6 種鰕虎也都在 08:00 – 11:00 之間產卵 (Sunobe, 1998)，尖吻霓虹鰕

虎的產卵時刻為 10:00 – 11:00 (Olivotto et al., 2005)，菲格羅霓虹鰕虎 (*E. figaro*) 多在 07:00 – 10:00 之間 (Meirelles et al., 2009)，而紅腦霓虹鰕虎是在 15:00 左右產卵 (Pedrazzani et al., 2014)，少有在傍晚至夜間產卵者。由此推測，環境中存在一定光線可能對海水觀賞性鰕虎的求偶及生殖行為有某種程度上的重要性，但詳細原因有待進一步研究。另外，產卵時刻的記錄也提供人工繁殖上進行受精卵收集、孵化時間判定的重要參考。

## 魚苗培育

適當的養殖管理以及餌料生物供應是成功培育海水觀賞性鰕虎的要件。多數海水觀賞性鰕虎剛孵化的仔魚身體細長，體長範圍約在 2.2 – 5.5 mm，因種類而異，孵化後口部已經具有功能，眼睛色素胞形成，胸鰭發育具有一定的游泳能力，泳鰾出現但尚未完全充滿，而卵黃囊體積已明顯消耗，需要立即攝



圖 2 海水觀賞性鰕虎的受精卵，多半為橢圓形或紡錘形並具有固著絲  
a：飾妝銜鰕虎；b：清尾鰕鰻 (*Mugilogobius cavifrons*)；箭頭處：固著絲；比例尺 = 1.0 mm

取外源性的營養 (Borges et al., 2011) (圖 3)。若此時沒有投餵足夠的餌料，多數仔魚會在 24–48 小時內死亡。

用來培育魚苗的環境通常使用 300–600 L 的 FRP 桶槽 (圖 4)，圓形或矩形均可，桶壁顏色黑色或深色較佳，可以防止魚苗貼壁而死亡，桶底可以使用白色或亮色，方便觀察魚苗及移除底部髒污。通氣是必要條件，可以使投入的餌料生物均勻在水中分布，也有學者使用循環系統飼養魚苗，但溢流口需使用特殊的網布防止魚苗及餌料生物隨著水流流失 (Archambeault et al., 2016)。

添加微細藻類形成水色的育苗方法被稱為綠水養殖 (green water culture) (圖 5)，大部分的珊瑚礁魚類魚苗之培育都會使用

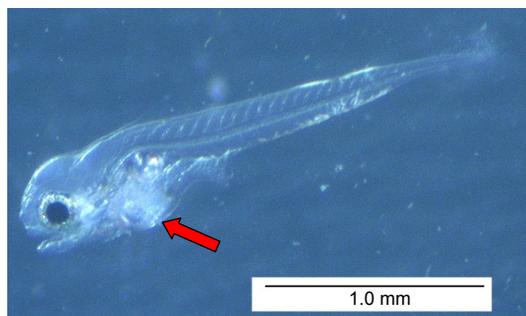


圖 3 剛孵化的清尾鯔鰕虎仔魚，卵黃囊體積已明顯消耗 (箭頭處：卵黃囊；比例尺 = 1.0 mm)

(Danilowicz and Brown, 1992; Hoff, 1996; Job et al., 1997; Ignatius et al., 2001; Olivotto et al., 2003, 2006b, 2010; Moorhead and Zeng, 2011; Madhu and Madhu, 2014)，也可應用在海水觀賞性鰕虎魚苗培育。常用來添加使形成水色的藻種有海洋擬球藻 (*Nannochloropsis*



圖 4 用來培育魚苗的 FRP 桶槽  
a：黑色 300 L 圓形桶；b：白色 600 L 圓形桶



圖 5 綠水養殖  
a：添加微細藻類使育苗桶內形成水色；b：微細藻保種設施

*Oculata*) (Olivotto et al., 2005; Meirelles et al., 2009; Pedrazzani et al., 2014)、等鞭金藻 (*Isochrysis galbana*) (Archambeault et al., 2016) 及周氏扁藻 (*Tetraselmis chui*) (Chiu et al., 2019)。水中的微細藻類可使水體形成一中型生態系統 (mesocosm system)，並能吸收仔魚或餌料生物產生的含氮廢物，穩定水質，同時也能滋養餌料生物 (Job et al., 1997; Planas and Cunha, 1997; Papandroulakis et al., 2004)。

海水觀賞性鰕虎首次攝食 (first feeding stage) 之口徑約在 200 – 350  $\mu\text{m}$  之間 (Olivotto et al., 2005; Shei et al., 2010)，因此大多數的仔魚可以攝食輪蟲 (*Brachionus* spp.)。輪蟲是在海水觀賞性鰕虎仔魚培育中使用最廣泛的初期餌料 (Olivotto et al., 2005; Meirelles et al., 2009; Pedrazzani et al., 2014; Majoris et al., 2018; Chiu et al., 2019)。部分口徑較小的鰕虎種類則使用游仆蟲 (*Euplotes* sp.) (Olivotto et al., 2005)、渦鞭毛藻 (dinoflagellate)、挺挺蟲 (tintinnids) (Wittenrich et al., 2007) 及強額小哲水蚤 (*Parvocalanus crassirostris*) 的無節幼生 (Archambeault et al., 2016) 作為初期餌料，餌料生物在養殖水體的密度，通常維持在 10 – 20 隻/ml。

養殖水體中的餌料生物密度會顯著影響仔魚攝食效率、成長、活存及水質 (Houde, 1975, 1977; Duray et al., 1996; Puvanendran and Brown, 1999; Laurel et al., 2001)，另外，到底要維持何種程度的餌料生物密度，還需要考慮以下諸多因素，如飼養對象及發育時期 (MacKenzie and Kjørboe, 1995; Puvanendran and Brown, 1999; Laurel et al.,

2001)、仔魚捕食策略及移動性 (MacKenzie and Kjørboe, 1995; Laurel et al., 2001) 及養殖系統中水的流動性 (Sundby and Fossum, 1990; MacKenzie and Kjørboe, 1995)，因此最適的餌料密度不能依單一物種及單一養殖環境決定，仔魚的種類、攝食能力、發育階段及養殖條件都要納入考量，才能達到最佳的活存率。

魚苗培育是海水觀賞性鰕虎繁養殖過程中的一個關鍵點，同時也是瓶頸之一，特別是在首次攝食的時候，因為如果初期餌料的種類及密度維持不適當，仔魚將會大量死亡。另外，當仔魚進入稚魚期甚至沉降後 (圖 6)，也是一個關鍵點，此時必須給予充足的餌料以支持稚魚持續成長，否則也會出現一定程度的死亡。當仔魚全數變態為稚魚並沉降後，可以觀察到稚魚會棲息於桶底或桶壁，培育約 2 個月後，稚魚出現與成魚相似的體色 (圖 7)，此時已進入相對穩定的狀態並具有商品價值，育苗死亡率已大幅降低，已經可使用人工飼料投餵。

## 結語

人工繁養殖培育，實現了在特定環境與操作技術應用下，生產出種苗並持續穩定供應消費市場的願景，近年來水族市場除不斷擴張外，更朝向小型化、精緻化、生態化等方向發展，因此市場逐漸呈現對小型觀賞性鰕虎的明顯偏好及需求 (黃等, 2012)。全世界雖有近兩千多種鰕虎科魚類，但關於牠們的繁養殖培育仍存在許多未知，因此投入人工繁養殖研究至關重要。

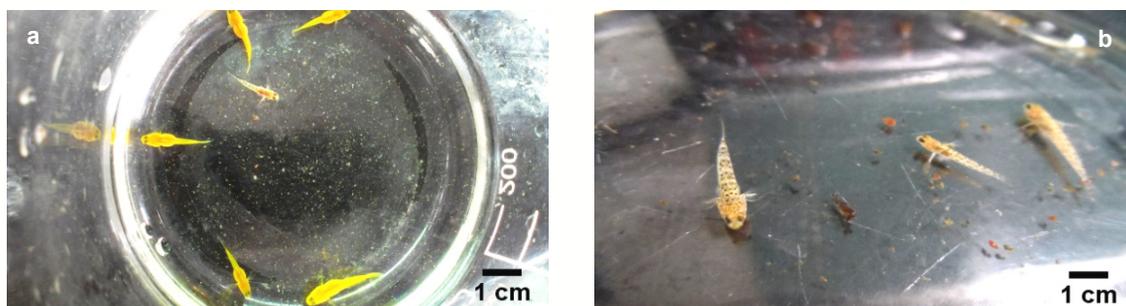


圖 6 沉降後的稚魚  
a：黑唇絲鰕虎 (*Cryptocentrus cinctus*)；b：飾妝銜鰕虎；比例尺 = 1 cm



圖 7 培育約 2 個月的清尾鱚鰕虎稚魚，體全長約 2-3 cm，已出現成魚的體色 (比例尺 = 1 cm)

建議未來關於海水觀賞性鰕虎的研究，可針對以下幾個重點進行深入探討：(1)親魚部分：瞭解海水觀賞性鰕虎親魚最適營養及餌飼料需求，以將產能最大化；(2)仔魚培育部分：開發營養價值高、含足夠 EPA、DHA 的餌料生物及大量培養技術，以因應魚苗量產之需求；(3)稚魚及亞成魚養成部分：開發

適合稚魚或亞成魚之配合飼料或揚色飼料，以提升健康度及色澤表現，進而增加商品價值；(4)養殖系統部分：開發適合海水觀賞性鰕虎種苗培育的硬體設備，例如可調控光週期與水溫的親魚產卵水槽、兼顧水質及餌料生物密度的仔魚培育循環水槽，以提升存活率。