

# 海峽兩岸三棘鱉增殖放流的檢討與展望

1廣西紅樹林保護與利用重點實驗室  
2中央研究院生物多樣性研究中心  
3水產試驗所澎湖海洋生物研究中心  
4廣西欽州學院  
5泉州裡地學會  
6廣西水產研究所

陳章波<sup>1,2</sup>、謝蕙蓮<sup>2</sup>、黃丁士<sup>3</sup>、蔡萬生<sup>3</sup>、  
林金榮<sup>3</sup>、廖永岩<sup>4</sup>、李裕紅<sup>5</sup>、李瓊珍<sup>6</sup>

## 摘要

有活化石美譽之稱的「鱉」，因人類補食、抽血做試劑及破壞其棲地，造成鱉族群量下降，因此需要以增殖放流的方式來延續鱉的生存。人工飼育環境中鱉卵孵化成1齡稚鱉，孵化成功率可達80%至90%以上。1齡稚鱉不攝食，約3個月後脫殼成2齡；而2齡至3齡的脫殼成功率不到10%，相當低，故2齡稚鱉的飼料投餵以及培育設施仍待改進。在實驗室人工悉心養育照顧之下，需6年方可養育出14齡稚鱉。為了增加鱉的野外族群數量，臺灣的金門以及中國大陸的廈門市、泉州市、廣東歷年皆放流了數萬隻以上1齡或2齡的稚鱉，但放流的成效未能有效評估。本文建議放流3齡稚鱉，並研發放流的稚鱉的標記，以增加放流的稚鱉存活率及放流成效評估。

關鍵字：三棘鱉、人工飼育、人工放流、臺灣海峽

## 壹、前言

「鱉」是古老的海洋底棲無脊椎動物，在地球上已經存活了4億年之久，外形與構造幾乎沒有改變，所以有「活化石」之稱。主要分布於臺灣以及中國大陸東南沿岸的鱉，是俗稱「東方鱉」或「中國鱉」的三棘鱉（*Tachyleustridentatus*），此外另有圓尾鱉（*Carcinoscorpiusrotundicauda*），分布於香港、廣東、廣西一帶，臺灣則無。

在自然環境下，鱉喜在風平浪靜，沙泥底質的淺灣生活。鱉雌雄異體，雌大雄小，兩性外型有明顯不同。鱉一生需要三種棲地生活，分別是產卵場、稚鱉孵育場及成鱉生活並成熟之地(圖1)。4月下旬至9月是鱉的繁殖季節，鱉具有假交配的行為，並在高潮帶粗沙中產卵。一般以脫殼次數做齡期界定；推估三棘鱉個體約需13到14個齡期，可能也需13到14年才達性成熟。

鱉在醫療用品檢驗上具有相當高的經濟價值。鱉血液中含有一種特殊的化合物稱為溶素（lysate），可用以檢驗細菌內毒素（endotoxins）是否存在。因靈敏度高，快速省錢、安全又使用方便，目前已成為全世界各國政府在檢驗醫療器材

、藥物、食物、飲料是否受內毒素污染及含熱源物質的標準檢定方式。

由於三棘鰐分布範圍廣，又有食用及醫用的價值，本文綜合海峽兩岸三棘鰐的研究結果，以利於增殖與放流工作推進。

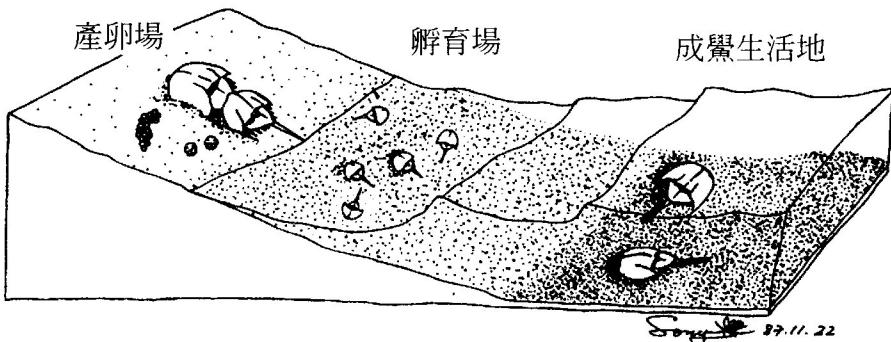


圖1、鰐的生活史中需要有產卵、孵育及成鰐居住地三種棲地(吳松霖繪)

### 貳、飼育與產卵

為了人工繁殖三棘鰐，在繁殖季來臨前，自漁港購買雌雄成鰐帶回研究中心，並飼養於水淺的飼養池中(圖2)。可透過解剖的方式採取鰐卵，再進行人工授精，但授精率偏低，孵化率僅約20%，而以自然產卵授精的方式，卵孵化率有90%以上。

受精卵的大小約3 mm，具有卵黃，約1至2個月孵化。孵化受精卵的方法有：將受精卵移置舖有底沙或濾棉之方盒或浮籃，並漂在水面上孵化(圖3)，或置於滴流式的孵化系統中孵化(圖4)。研究發現高溶氧環境可以提升鰐卵孵化率，因此滴流式是較佳的孵卵方式。同時，鰐的生殖季為夏季，水溫較高，在水中孵化易受水黴菌感染，被菌絲感染之受精卵會死亡。用滴流方式能減少發霉，進而提高孵化率。孵化成功率最高可達90%以上。

孵化後的1齡稚鰐無尾節，外型似三葉蟲，脫殼成2齡後才長出劍尾。1齡稚鰐在水流緩慢的容器中，會鑽進泥沙中躲藏，1齡不攝食，約3個月後脫殼成2齡。脫殼成功率可達90%以上。研究指出，2齡稚鰐在泥質環境中的脫殼成功率(92.4%)高於在沙質環境中的脫殼成功率(7.6%)。又在底部鋪有沙或泥的飼養環境，2齡稚鰐的體長及背甲寬的增長率較不含底質環境者來得高，顯示底質鋪設的重要性。2齡稚鰐開始攝食，因此需投餵一些豐年蝦或是飼料，但2齡至3齡脫殼成功率相當低，死亡率高，故2齡稚鰐的飼料投餵以及培育設施仍亟待改進。3齡之後，可餵

## ■ 海峽兩岸三棘鱉增殖放流的檢討與展望

給的食物種類變多，增加一些活餌如蛤蠣、蚵、蝦仁等肉類並配合飼料餵食以促進食物多元性。但餵食活餌應注意水質變化並防範水質惡化。經實驗室的細心照料，約4年可培育出9齡鱉，約6年可成功養至14齡稚鱉，背甲寬約16公分(圖5)。



圖2、成鱉的飼養池，左圖為中研院生物多樣性研究中心飼養池，右圖為廣西成鱉飼養池。

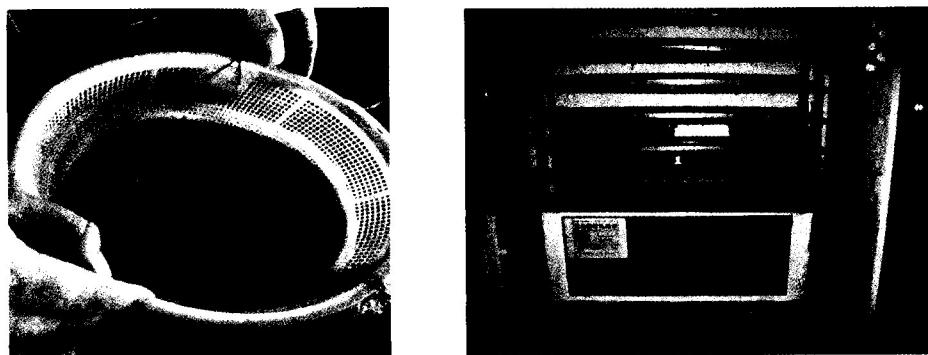


圖3、將鱉卵放置於浮籃中孵化圖

4、利用滴流的方式孵化鱉卵，可增加水中溶氧量並減少卵發霉的機會，提高孵化率

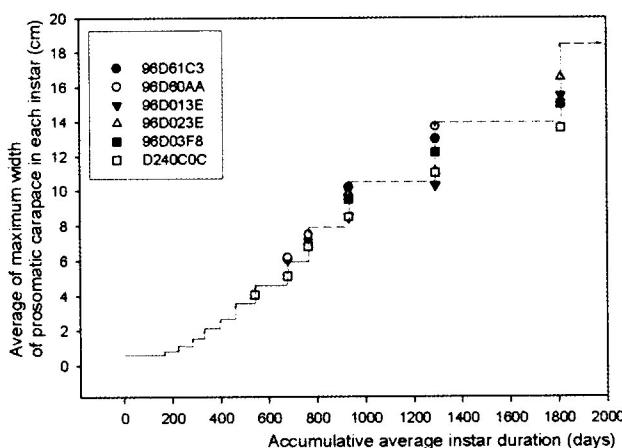


圖5、各齡稚鱉平均背甲寬，不同符號表示利用晶片標記的稚鱉序號(中央研究院生物多樣性研究中心)

## 參、鰱的放流

兩岸各地每年皆積極放流三棘鰱的成鰱及大量稚鰱(表1)。早年大多放流成鰱，而近幾年則以放流稚鰱為主，放流地點為原本即是稚鰱生活的泥灘棲地。金門水產試驗所自2002年開始於當地各個潮間帶，每年均放流上萬隻的1、2齡稚鰱。廈門大學與廈門市海洋與漁業局合作，於2005年時成功培育出31萬隻稚鰱，並於同年年底於廈門市火燒嶼放流了5萬隻1齡及4萬隻2齡稚鰱，但由於無法有效評估放流成效，因此並未持續進行放流。2012年，相關單位在泉州青山灣放流了2萬8千隻1齡及2齡稚鰱，於2013又放流了約14萬隻稚鰱。廣東於2012年及2013年在湛江南山島三棘鰱保護區放流三棘鰱8萬隻1齡及2齡稚鰱；以及在湛江東南海域放流7萬隻1齡及2齡三棘鰱稚鰱。2013年，相關單位在臺灣南部的嘉義縣布袋鎮放流了3對成鰱以及2萬隻1齡稚鰱，少數是2齡。

利用個體標記技術，可以評估鰱的放流成效，進一步推算鰱的復育成果，因而研究鰱的標記技術相當重要。至目前嘗試了兩種標記方法，分別為晶片注射以及螢光色素標記法。成鰱或5齡以上稚鰱可利用晶片注射標記(圖6)，透過再捕撈的過程，可計算放流成果。

近年來放流活動多以稚鰱為主，但1齡~4齡稚鰱體型都太小，無法進行晶片注射。螢光色素標記法為參考國外文獻對藍蟹和泥蟹幼體的研究，選擇螢光標記物(Visible Implant Elastomer Tags)。目前已掌握注入螢光標記物的劑量以及最佳的注射部位(見圖7)，已成功注射300隻三棘鰱稚鰱，經過22天觀察，存活率達96%，因此利用螢光標記法標記稚鰱是可行的。



圖6、利用晶片注射在稚鰱的體內進行標記(圓圈處)(中研院生物多樣性研究中心)



## 海峽兩岸三棘𩷄增殖放流的檢討與展望

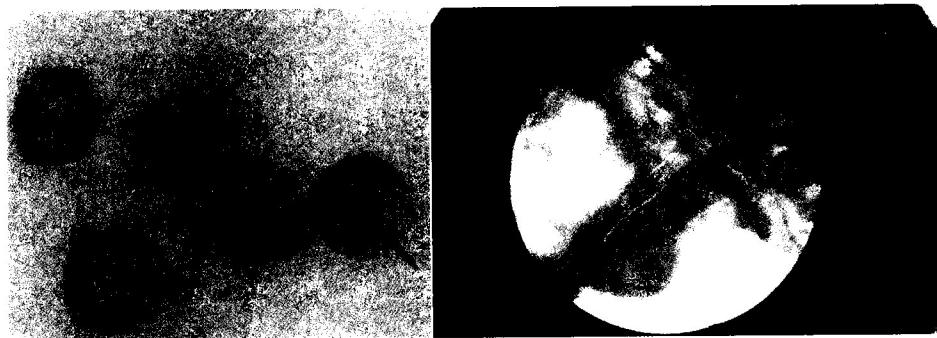


圖7、廣西水產研究所利用螢光標記物注射於2或3齡稚𩷄

表1、歷年各地三棘𩷄成𩷄或稚𩷄放流表

時間	放流地點	成𩷄放流數量	稚𩷄放流數量
2001	金門古寧頭𩷄保育區 內北山潮間帶	- 20 對	
2001-2003	廣東省雷州半島兩側 金門古寧頭𩷄保育區	300 隻 -	
2002	內北山潮間帶	20 對	3 萬隻 1 歲
2003	金門古寧頭𩷄保育區 內北山潮間帶	- 20 對	3 千隻 2 歲
2004	金門浯江溪口潮間帶		6 萬隻 1 歲
2004	金門烈嶼埔頭潮間帶		2 萬隻 1 歲
2005	廈門市火燒嶼		5 萬隻 1 歲及 4 萬隻 2 歲
2006	金門浯江溪口潮間帶		7 萬隻 1 歲
2008	澎湖青灣潮間帶	150 隻	
2008	金門浯江溪口潮間帶		33 萬隻 1 歲 及 2 萬隻 2 歲
2010	金門古寧頭𩷄保育區 內北山潮間帶	- 30 對	10 萬隻 2 歲
2012	廣東省湛江南山島		8 萬隻 1 歲及 2 歲
2012	福建省泉州青山灣		2 萬 8 千隻 1 歲及 2 歲
2013	廣東省湛江東南海域		7 萬隻 1 歲及 2 歲
2013	福建省泉州青山灣		14 萬隻 1 歲及 2 歲
2013	嘉義布袋	3 對	2 萬隻 1 歲及 2 歲



### 肆、檢討與展望

為了有效進行鰱的增殖與放流，仍需努力研究的目標有：縮短1齡及2齡稚鰱的生長時間；增加2齡成長及脫殼成功率；研發稚鰱的標記方法；研究成鰱的越冬行為與生殖腺成熟；放流技術以及評估放流成效。有關上述研究，可採訪鰱的自然現況思考之。

#### 一、稚鰱的飼育

生物個體之存活端看其能量收支狀況，食物攝入要大於活動代謝才能生長，不足則死亡。故飼養的重點為(1)提供稚鰱豐富的食物；(2)減少不必要的活動，降低能量的消耗；(3)具足夠溶氧量的環境。三棘鰱的1齡稚鰱不攝食，因此飼養環境的品質是影響1齡稚鰱成長的重要因素。提供安穩的底質環境，讓1齡稚鰱能夠埋入底質中完成發育及脫殼。但1齡期相當長，要經過3至5個月才會脫殼成為2齡。是否有休眠現象，若有，則如何打破其休眠應為研究方向之一。

如何提高2齡稚鰱至3齡稚鰱的脫殼成功率仍需要突破；關鍵在於飼養環境以及餌料質與量。2齡稚鰱尚有卵黃可用，但若無法攝取足夠的食物則無營養供其成長而死亡。2齡稚鰱有取食泥沙的現象，因此底質顆粒不可太大。另外，在缺乏底質的飼養環境中，稚鰱時常處於翻倒的狀態，此時稚鰱本能的要翻身，長時間的掙扎會消耗稚鰱太多的能量。在水流強勁的飼養環境中，同樣會使稚鰱消耗過多的能量。3齡以上的稚鰱已沒有卵黃可用，要自力更生從野外獲得足夠的食物才能存活，此期是放流稚鰱的最小體型。

緻密的泥沙在長時間的投餵飼料時，會使底土成為缺氧的還原土，造成氧氣的通透性不佳。因此我們設計了一個仿造潮間帶環境的飼養池(圖8)，有自動進行週期性的漲退潮變化，並且讓漲潮及退潮的水體透過底泥沙間隙出入，藉此升高底質汙染物的清除並維持底質的含氧狀態。

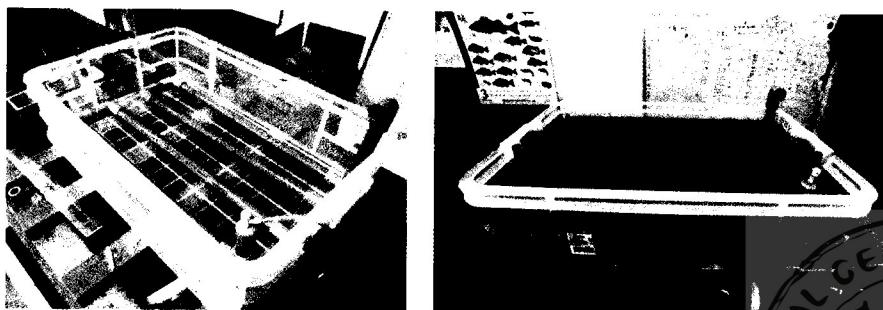


圖8、仿潮間帶飼養池，自動化控制漲退潮，並且藉由泥沙底部的水管(圖左)讓水輸入及流出，藉此帶走汙染物(中研院生物多樣性究中心)。

## ■ 海峽兩岸三棘鰲增殖放流的檢討與展望

餌料亦是影響稚鰲成長的關鍵，人工飼養時大多使用豐年蝦做為2齡稚鰲的餌料，但在自然環境中，稚鰲不會捕捉這類浮游生物，取食他們的機會很低。稚鰲的大部分食物來自底質的有機物或底棲小型生物。是以投餵一些底棲橈足類、多毛類及貧毛類動物，會更貼近鰲在自然棲地的食物相。單一的食物也會使稚鰲營養不均，因此需要一些藻類或海草，讓稚鰲的食物能夠更多元，故稚鰲的食性以及養分取得來源亦是研究重點之一。

稚鰲脫殼時需要脫殼激素做為脫殼啟動的訊號，脫殼激素是調控節肢動物脫殼的重要化合物，而這些激素大多無法在體內自行產生，必須藉由食物取得脫殼激素的原料來合成，因此餌料中需富含脫殼激素的原料（先驅物）。目前我們使用統一股份有限公司製造的蝦用飼料做為稚鰲的食物，由於該飼料具有促進脫殼的成分，希望能藉此增加2齡稚鰲的脫殼成功率。研究脫殼激素在鰲體內的調控機制及合成，並且瞭解稚鰲如何在食物中取得脫殼激素的原料是未來研究的重要課題。

### 二、稚鰲的放流

放流原則上要考慮(1)放流個體的存活率及再現辨識率；(2)放流地點的位置及方式；(3)放流後的成效評估。放流地點在大尺度上要參考鰲生活史的三類型棲地的完備性，小尺度則是稚鰲成長的潮間帶。在大尺度放流地點也要考慮是否為保護區，或將來的管理策略。如放流於半月灣形的淺灘，將來此地即可做為鰲的保護區。

有了這些年的經驗，放流的個體一定要達3齡以上的稚鰲並研發、改善稚鰲的標記技術，才能有效放流。1、2齡稚鰲個體太小，放流到大海後，可能成為魚或其他海洋動物的食物，而3齡的稚鰲個體較大，已有足夠的攝食能力，有較高的防禦力以及對環境的適應能力。放流時亦須考量放流現場的底質環境，以泥沙混和的底質為首選。由於稚鰲對抗水流的游泳能力微弱，而且稚鰲放入海水中需要沉底後才能進入泥沙中躲避天敵，所以放流的時間點需考量潮水的狀況，以平潮的時間沒有強勁水流與風浪較為合適放流。又可參考比目魚放流的方法，稚鰲不直接流放於水體中，而是置於有底沙泥的淺盤之中，讓牠們自行爬行擴散。稚鰲在標記之後，還需取標記個體進行一段時間的人工飼養，確定這些標記物的可辨時間，以確保在未來還能利用這些標記物來推算放流的成效。

### 伍、結語

鰲需要十多年才成熟，於潮間帶放流稚鰲，若有倖存活下來，經過夏秋季成長就離開潮間帶往外海移動，故不容易在潮間帶再找到牠們，要等十多年後牠們



## ■ 海峽兩岸三棘𩦑增殖放流的檢討與展望

長為成𩦑，並於靠岸產卵時才能在潮間帶再看到牠們。這是長期的工作，一定要長期持續放流，才能見到成果。

截至目前，兩岸的𩦑增殖放流工作才剛起步，而且離有效放流的階段還有相當距離。兩岸應加強學術研究合作，將𩦑的增殖放流作業標準化，並且進行兩岸𩦑棲地的維護，恢復𩦑的原有生存空間。棲地變好了，自然而然𩦑的族群數量就會增加。期待大家努力讓𩦑能生生不息地在地球上生存，達成永續經營的目的。



### 參考文獻

- 成勇生、姜海、張至維、陳佳宜、陳勇輝、陳章波、黃丁士、楊明哲、葉欣宜、  
廖思涵、劉弼仁、蔡萬生、謝蕙蓮（2011），「鱉的史詩：臺灣三棘鱉保育  
特展專刊」，屏東：國立海洋生物博物館。
- 洪水根（2011），「中國鱉生物學研究」，廈門市：廈門大學出版社。
- 黃丁士、陳其欽、蔡萬生（2009），中國鱉之室內自然產卵及培育，「水產研究  
」，第17卷，第1期，第15-24頁。

