

水晶鳳凰螺人工飼料養殖試驗

龔淑仁、王敏儒、鄭維毅、謝恆毅、黃丁士

水產試驗所澎湖海洋生物研究中心

前言

水晶鳳凰螺 (*Strombus canarium canarium*) 俗稱嬌丫螺，分類上屬腹足綱、中腹足目、鳳凰螺科、鳳凰螺屬，同屬之下目前記錄有接近 50 個物種，分布在印度洋-太平洋海域的有 38 種，臺灣有紀錄的就有 33 種：在新北、基隆、臺南、高雄、屏東及澎湖沿岸都能見其蹤跡。水晶鳳凰螺大多分布於潮間帶以下延伸至 6 m 的範圍內，但也有成螺分布於潮間帶往下延伸 55 m 處。水晶鳳凰螺在螺貝類裡係屬中大型物種，常見殼長大約 6.5 cm，最大可達 10 cm (Poutiers, 1998)，外殼表面光滑，輪廓圓潤厚重 (圖 1a)，被廣泛地製成裝飾品收藏。

如同其他鳳凰螺屬的螺類，水晶鳳凰螺的後足狹窄強壯，運動時將特化為鐮刀型的口蓋尖端插入泥沙固定，隨後舉起殼體向前跳躍，最遠可達 10 cm。這種跳躍的運動方式，使其肉足鮮肥具嚼勁，深受許多饕客的喜愛，為東南亞地區的主要食用螺類之一。以澎湖地區為例，年捕撈量約 5–10 公噸，市價達每公斤 450 元，經濟價值相當高。但近年來各國的產量均日漸減少，主要產地已陸續出現過度捕撈現象，加上其生命期只有 2–2.5 年 (Cob et al., 2009)，導致天然種群密度銳減，遂成為各國欲積極突破繁養殖技術

的對象物種。

近年來已有學者對於水晶鳳凰螺之棲地環境、生理習性以及胚胎發育等過程進行研究，發現水晶鳳凰螺常聚集於具有砂礫，有機物含量高的海草床，尤以鹽草屬 (*Halophila*) 的海草最受其青睞 (Cob et al., 2012)。研究發現，水晶鳳凰螺並不會直接攝入海草，而是以紐舌型的齒舌將海草碎屑上的微藻、絲藻、矽藻或是藻膜如同耙子般以刮銼方式耙下攝入 (Cob et al., 2014)。Supratman and Syamsudin (2016) 觀察與水晶鳳凰螺關係最接近的物種 *Strombus turturella*，也發現類似的攝食型態，且進食時會先磨碎顆粒，然後連同砂礫及碎屑一起攝食，消化其上的附著生物後，再將沙質由肛門釋出。同屬的紅嬌鳳凰螺 (*Strombus luhuanus*) 也多在砂礫多的珊瑚碎屑上聚集，推測可能是上方所附著的藻類量較多之故 (Nakajima et al., 2011)。由於紐舌型的齒舌型態在中腹足目螺類中通常為雜食性或肉食性 (陳, 2006)，其強壯的側齒及緣齒在將食物集中於中間齒時，便能切斷堅硬的食物及纖維，並將其刮銼攝入。然而檢視水晶鳳凰螺的胃內容物發現，無法提供熱量的各類碎屑佔 45–60%，砂石佔 20–30%，能提供熱量來源的食物殘渣含量則只佔 7–15% (Cob et al., 2014)，因此目前對於水晶鳳凰螺的主要熱量來源仍有待釐清。

水晶鳳凰螺經濟價值高，是頗具發展潛力的養殖新興物種，但目前仍無法人工養殖，國內也無相關研究及調查。澎湖海洋生物研究中心為促進海洋資源之永續利用，並執行臺灣沿海藍色經濟推動計畫—魚介貝類增養殖技術開發，選擇水晶鳳凰螺進行試養及研究，期能突破水晶鳳凰螺陸上繁養殖技術，並實施放流以增裕海洋資源。本文就其稚螺對市售人工飼料之攝食成長狀況進行初步試驗。

材料與方法

一、稚螺取得

本所於2018年6月間在澎湖縣青灣海域約8米深處陸續捕獲成螺約200顆，於本中心進行試養並成功繁殖稚螺。雌螺產卵前行體內受精，受精後產出含有多個受精卵的長凝膠管狀結構，卷曲後形成卵塊。在水溫29

°C培育下，約5天可從受精卵孵化為面盤幼生 (veliger, 圖1b) 開始浮游。約15天後沉降進行變態，完成後即為稚螺。

本試驗將已變態完全，成長至1 cm 左右之稚螺 (殼長 1.01 ± 0.11 cm, 螺重 80.00 ± 8.23 mg, 圖1a), 每20顆置於1公升燒杯中，鹽度保持約33 psu, 水溫為 $27 \pm 1^\circ\text{C}$, 每日換水1次, 換水率100%。試驗期間每日投餵1次 (15:30), 每次投餵螺重2% 之人工飼料, 餵食時觀察攝食狀況, 以確保投餵量適當。

二、試驗方法

由於水晶鳳凰螺的人工養殖方法仍無相關研究報告，加上目前對於水晶鳳凰螺的食性尚未釐清，本試驗選擇4種市售人工飼料進行試養 (圖2)：同為腹足綱的鮑魚人工飼料；藻食性為主的海參人工飼料；純植物性的海帶粉及動物性組成居多的白蝦人工飼料。每組稚螺20顆，進行3重複測試。試驗

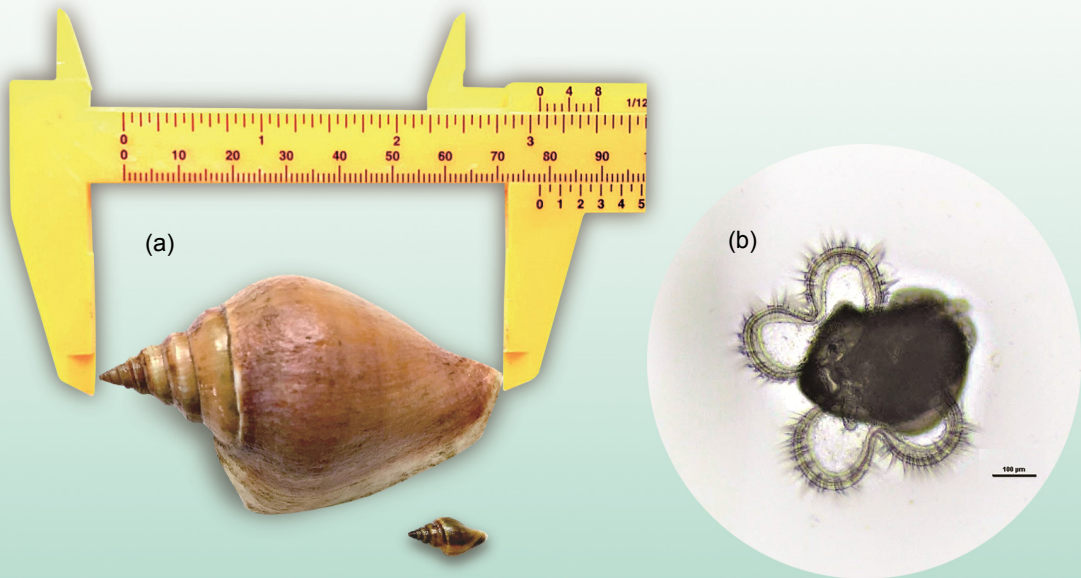


圖1 水晶鳳凰螺之成體及幼生
(a)成螺與實驗稚螺；(b)剛孵化之面盤幼生

開始時測定螺體之殼長、殼寬、殼高及螺重，之後每 2 週檢測活存個數，並重複測量殼長、殼寬、殼高及螺重，持續試養 8 週後，依紀錄計算其活存率、成長率及增重百分率。

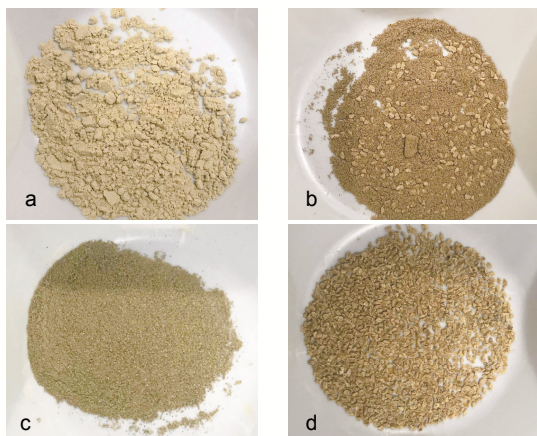


圖 2 試驗選定之 4 種人工飼料 (a: 白蝦人工飼料; b: 海參人工飼料; c: 海帶粉; d: 鮑魚人工飼料)

三、統計方法

實驗結果以二因子相依變異數分析 (two-way repeated measures ANOVA) 檢定 3 重複試驗之變異數是否相同，以及不同處理組之間的成長變異分析。在處理組之間達顯著差異 ($p < 0.05$) 時，再以杜凱確實差異檢定 (Tukey's HSD Test) 進行組間平均值檢定。活存率與重量則以多因子變異數分析

(Factorial ANOVA) 檢定 3 重複試驗之變異數是否相同，以及不同處理組之間的差異，並在顯著水準達 $p < 0.05$ 時，以杜凱確實差異檢定檢測組間平均值是否顯著不同。

結果

一、活存率分析

1 cm 左右的稚螺分別以白蝦、海參、海帶粉以及鮑魚等 4 種人工飼料，養殖 8 週後之活存率分析結果顯示，3 次重複實驗間並無顯著差異 ($p = 0.96$)。不同的人工飼料 ($p < 0.001$) 及養殖期間 ($p < 0.001$)，活存率則有顯著差異，兩者之間也有明顯的交互作用 ($p < 0.001$)。投餵白蝦及鮑魚飼料之稚螺，在不同的養殖階段，活存率都非常高 (養殖 8 週之平均活存率：白蝦組 $98.67 \pm 0.75\%$ ，鮑魚組 $93.33 \pm 5.53\%$)；海參組在養殖 6 週之前活存率很高，平均活存率達 $98.75 \pm 1.60\%$ ，但至第 8 週則下降至 75%。投餵海帶粉的水晶鳳凰螺的活存率最差，前 2 週尚能維持 $99.17 \pm 1.18\%$ ，但至第 4 週已下滑至 61.66%，第 6 週驟減為 8.33%，第 8 週時全數死亡 (圖 3)。

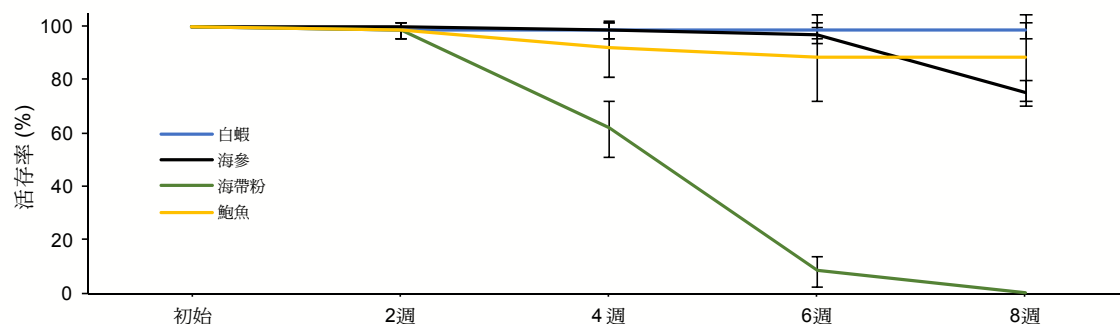


圖 3 以不同人工飼料投餵之水晶鳳凰螺稚螺的平均活存率。不同字母代表在 $\alpha = 0.05$ 的信賴水準下，各組統計值達顯著差異

二、成長分析

養殖 8 週後，以殼長、殼寬、殼高為指標分析各飼料組之稚螺的生長情況，結果顯示，各組的 3 重複試驗在不同養殖階段都無顯著差異 (p 值都大於 0.05)，但四個飼料組之間，稚螺的殼長、殼寬及殼高則出現顯著差異 (p 值都小於 0.001)。白蝦及鮑魚人工飼料組之稚螺的殼長 (圖 4a)、殼寬 (圖 4b) 及殼高 (圖 4c) 顯著成長，其中白蝦飼料組之稚螺養殖 8 週後的殼長、殼寬與殼高的成長率分別達 41.58%、47.01%、42.13%；鮑魚組為 42.14%、58.13%、58.47%。

相較於白蝦及鮑魚人工飼料，以海參人工飼料及海帶粉所飼養之水晶鳳凰螺的成長幅度則小得多 (圖 4a-c)。海參組稚螺的殼長、殼寬、殼高養殖 8 週後的成長率分別為 8.56%、7.63%、1.96%；海帶粉組在第 6 週時的成長率為 4.15%、0.34%、0.14%，養殖 8 週後全數死亡。

三、重量分析

以 4 種人工飼料養殖稚螺 8 週後，分析顯示 3 重複組之間無顯著差異 ($p = 0.95$)。不同人工飼料 ($p < 0.001$) 以及不同養殖階段 ($p < 0.001$) 都對水晶鳳凰螺的增重有明顯的影響，兩者也相互影響 ($p < 0.001$)。以白蝦及鮑魚人工飼料投餵之稚螺在不同的養殖階段，重量都明顯增加，養殖 8 週後的增重百分率分別達 272.03%與 332.08%。海參飼料組之稚螺第 2 週測量時重量顯著上升，但之後至第 8 週則未見明顯增加，8 週後的增重百分率為 54.17%。投餵海帶粉之水晶鳳凰螺試驗期間均無明顯增重，養殖 4 週後的增重百分率為 26%，但第 6 週降為 -3.25%，第 8

週則全數死亡 (圖 5)。

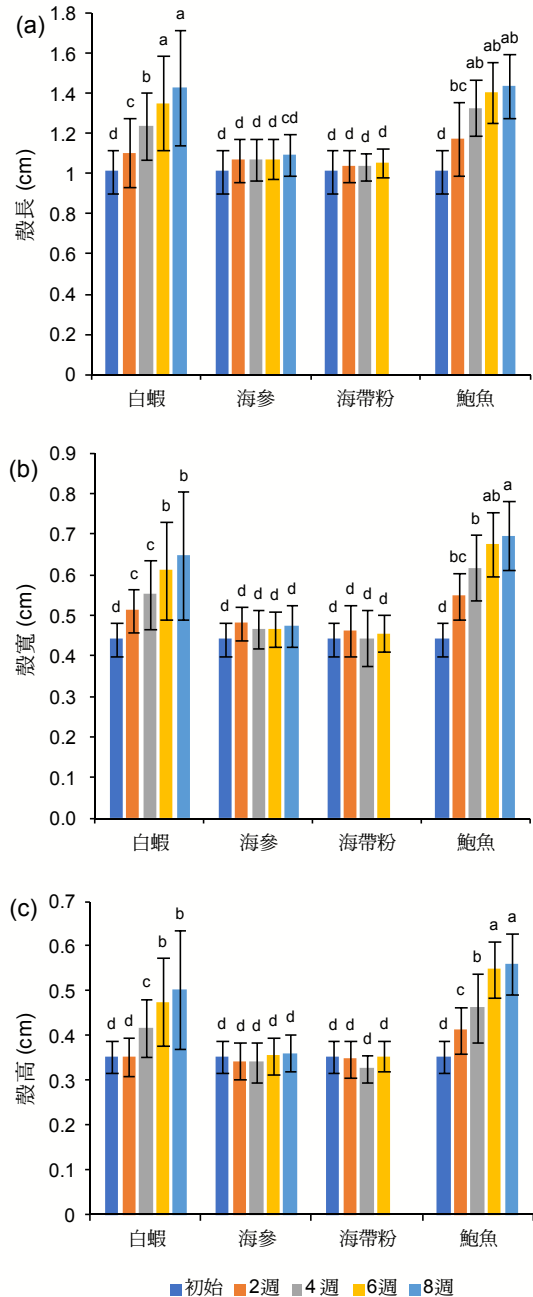


圖 4 以不同人工飼料養殖之水晶鳳凰螺稚螺的(a)殼長、(b)殼寬及(c)殼高在養殖期間之變動。不同字母代表在 $\alpha = 0.05$ 的信賴水準下，各組的統計值達顯著差異

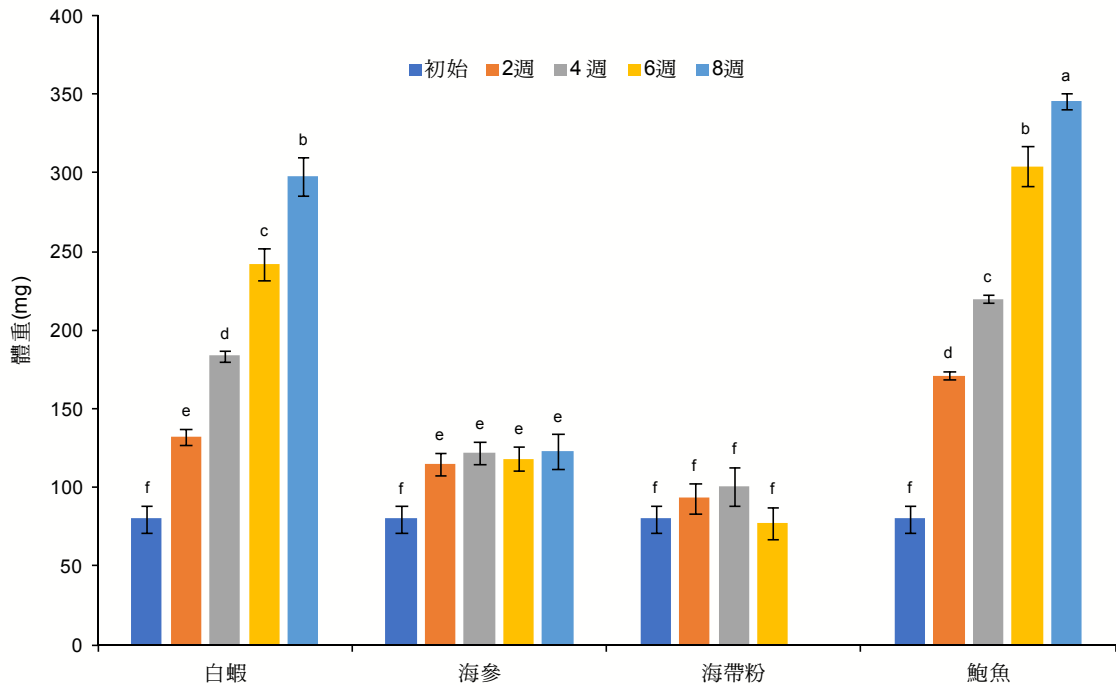


圖 5 以不同人工飼料投餵之水晶鳳凰螺稚螺的重量增長狀況。不同字母代表在 $\alpha = 0.05$ 的信賴水準下，各組的統計值達顯著差異

討論及結語

綜合上述實驗結果顯示，以純植物性之海帶粉飼養的水晶鳳凰螺稚螺活存率、成長率及增重百分率均最低。投餵海參人工飼料者雖然活存率高，但成長率及增重率都不及其他兩組；以同為腹足綱之鮑魚人工飼料以及富含動物性成分之白蝦人工飼料養殖之水晶鳳凰螺稚螺，無論活存率、成長率或增重百分率均最佳。這種結果可能性之一，是由於稚螺以不同方式攝食不同飼料，顆粒狀飼料須先磨碎後再進食，而粉狀飼料則可直接攝入。鮑魚人工飼料為粉狀，成長效果的確優於粒徑 $77 \mu\text{m}$ 的海帶粉。然而，海參飼料也是粉狀，效果卻不如粒徑小於 $77 \mu\text{m}$ 的顆

粒狀白蝦飼料。由於即使是顆粒狀的飼料，其粒徑也不大，因此推測白蝦以及鮑魚飼料組的良好成長率、活存率及增重率，應該是飼料組成分不同所致。經本所水產加工組所分析各組飼料之組成分顯示，白蝦及鮑魚人工飼料所含之粗蛋白比例優於其他二者（白蝦 49.85%，鮑魚 27.48%，海參 16.68%，海帶粉 14.46%），或許是其活存率、成長率與增重率較佳的原因。目前市售的白蝦人工飼料單價每公斤 250 元，鮑魚人工飼料則為每公斤 150 元，因此在經濟成本的綜合考量之下，建議以鮑魚人工飼料飼養水晶鳳凰螺，應能達到快速生長增重及高活存率的育成目標。