

# 蓄養環境溫度變化對旭蟹攝食及脫殼影響之初探

吳育甄<sup>1</sup>、林峰右<sup>1</sup>、劉勁甫<sup>1</sup>、張家豪<sup>1</sup>、洪澍薇<sup>1</sup>、賴繼昌<sup>2</sup>、許晉榮<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 水產試驗所海水養殖研究中心、<sup>2</sup> 沿近海漁業生物研究中心

## 前言

全球甲殼類捕撈和水產養殖產量約 800 萬公噸，其中不到 5% 來自水產養殖，市場需求及價值高，但養殖的增長量相當低（糧農組織 FISHSTAT 資料庫）。以蟹類養殖過程為例，因其有殘食習性，以及缺乏適當的養殖方法，所以養殖產量一直無法提高。然而，養殖的獲利取決生產量及生產週期的長短，對於不連續成長的蟹類而言，若要提升甲殼類商業化生產效益，此仍是主要的挑戰。

蟹類成長過程中會進行多次脫殼，藉由吸收碳酸鈣，於外殼下面形成一層新的、柔軟的表皮組織，再利用分泌分解酶將舊殼與下層的表皮分開，生成新殼，這個過程需要數週的時間。脫殼不僅是螃蟹生長的必然過程，也有助於清除外殼上的寄生蟲、藤壺和其他附著生物及細菌。蟹類脫殼成長受到兩個不同變數的影響，一是脫殼頻率，指 2 次連續脫殼之間的間隔時間；二是脫殼增長率，在一個脫殼齡期和下一個齡期之間體型及重量的增加量。這兩個脫殼變數，與不同物種、原個體大小、所攝食食物種類及環境群體密度、溫度、季節性繁殖及遷徙等因素有關。

雖然蟹類可以透過人工飼養條件，使脫

殼後組織快速增長，增大脫殼後的體型。然而旭蟹 (*Ranina ranina*) 在受控條件下，哪些飼養條件可能會促進旭蟹更快的生長速度並縮短脫殼後的持續時間，尚不清楚。本研究對旭蟹攝食及脫殼頻率進行了初步的探討，掌握影響旭蟹脫殼成長及攝食的因子，繼而探討溫度對其影響。這些研究結果同時對於評估海洋漁業物種的增長率具有重要的參考價值，應用於制定漁業管理政策和保護海洋生態系統同樣具有重要意義。

## 材料方法

### 一、旭蟹採集

本研究採集澎湖及臺東地區漁船以蟹籠及刺網捕獲之旭蟹，漁船進港後收購活動力較佳的旭蟹，以乾式運送方式，載運至本所位於臺南七股的海水養殖研究中心。將所採集的旭蟹，移入 2 噸水體 FRP 桶蓄養，並汰除死亡旭蟹。觀察 48 小時後，測量旭蟹體重、頭胸甲殼長與寬等形質，隨機選取 10 隻旭蟹，進行蓄養試驗移入試驗池，約 1 週後，開始出現攝食行為，潛沙及攝食現象逐漸趨於穩定。

### 二、養殖環境

旭蟹平均甲殼長  $8.74 \pm 0.22$  cm，甲殼寬

$7.89 \pm 0.20$  cm，重量  $230.31 \pm 19.81$  g，皆為雌蟹，養殖蓄養於 5 噸水體的室內水泥池 ( $3.9 \times 1.5 \times 1$  m)，池底鋪有約 10–15 cm 厚度的石英細沙層，池中注入已經消毒處理的海水，並保持充足的氧氣供給。養殖期間 (2022 年 7–12 月) 定期流水、換水及添加益生菌。監測記錄水溫在 16–30°C，鹽度 33–38 psu，溶氧 5.8–6.3，pH 7.1–8.3，氨氮 ( $\text{NH}_4^+$ ) 維持 < 0.5 ppm，亞硝酸 ( $\text{NO}_2^-$ ) 0.3–0.75 ppm (表 1)。

### 三、投餵管理

蓄養初期池子遮光，降低光強度，以助其適應，穩定後逐漸提高養殖池光強度。每

表 1 蓄養期間水質環境指標

環境指標	8月 (夏季)	9-11月 (秋季)	12-1月 (冬季)
氨氮(ppm)	0-0.4	0-0.5	0-0.3
亞硝酸(ppm)	0.3-0.4	0.4-0.5	0.3-0.5
pH	8.0-8.3	7.1-7.5	7.1-7.4
溶氧(ppm)	5.8-6.3	5.9-6.4	5.7-6.2
水溫(°C)	29-27	24.2-29.0	23.8-16.5
鹽度(psu)	33-35	38-40	38-40

日輕耙砂層觀察旭蟹脫殼與否，再流換水 1 小時，每週固定一天換水 70%。每週投餵鰹魚肉 3 次，每次投餵量約旭蟹體重 4%，次日清除殘留魚肉塊，記錄攝食情形。每月搬動換池，換池同時測量旭蟹體重、頭胸甲殼長與寬等形質參數 (圖 1、2)。



圖 1 收集脫殼後完整的旭蟹 (雌蟹) 正面 (左) 及背面 (右)



圖 2 剛脫殼之旭蟹量測甲殼大小

## 結果與討論

### 一、溫度對旭蟹攝食影響

旭蟹攝食投餵結果顯示，養殖水溫隨季節變化，在8月夏季及剛入秋的9月水溫25–29°C有較高的攝食頻率及攝食量，平均體重約200 g，每次攝食量約體重1–4%，約2–8 g/隻。秋季10月起，水溫下降至25°C，日夜溫差大，攝食頻率降低，逐漸拉長攝食間隔時間，間隔2–5天，但每次攝食量則有增加，攝食量3.0–5.6%。在11月中下旬，水溫逐漸由25°C降低到16°C，期間攝食間隔時間最長達10天無攝食，且攝餌量未達體重的1%。12月後因冷氣團及寒流致長時間水溫多在20°C以下，旭蟹幾乎沒有攝食索餌行

為，期間潛伏於砂中不活動，直到水溫逐漸回升至20°C以上，開始出現攝食（圖3）。

蟹類攝食與溫度相關的研究中即指出，鋸緣青蟹 (*Scylla serrata*) 在水溫25°C時，65%有攝食情形，溫度下降至20°C時，減少攝食量，水溫下降至12°C則無進食，雄蟹和雌蟹之間沒有差異 (Hill, 1980)。帝王蟹 (*Paralithodes camtschaticus*) 在溫度4°C下活存率雖較8°C及12°C環境高，但攝食量則隨溫度升高而增加 (Siikavuopio and James, 2015)。在甲殼類適度的環境溫度範圍中，溫度的上升，可提高蟹類的攝食，有助於成長。

### 二、溫度對旭蟹成長及脫殼影響

本次旭蟹養殖期間成功紀錄到4隻旭蟹脫殼，首次發現脫殼於2022年11月30日，後續該年之12月10日、12月22日、12月24日陸續脫殼，期間水溫約在16–25°C（圖4）。剛脫殼後的旭蟹身體柔軟，甲殼完成變硬約需7天的時間。脫殼後體重增加 $22.75 \pm 13.00$  g，增重率10.98%。頭胸甲殼長與寬分別增加 $0.80 \pm 0.11$  cm及 $0.81 \pm 0.10$  cm，增加9.55%及10.88%。放養5個月後，蓄養旭蟹甲殼長 $9.36 \pm 0.16$  cm，甲殼寬 $8.35 \pm 0.15$  cm，重量 $261.10 \pm 16.59$  g（表2）。

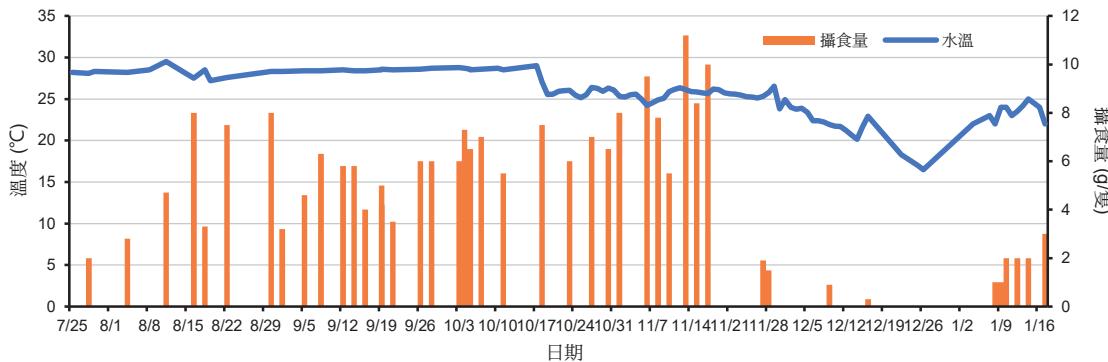


圖 3 旭蟹蓄養期間環境溫度與攝食量變化圖

表 2 旭蟹(雌蟹)脫殼型質變化情形

旭蟹編號	脫殼日期	重量(g)				頭胸甲殼長(cm)				頭胸甲殼寬(cm)			
		脫殼前	脫殼後	增重	百分比(%)	脫殼前	脫殼後	增長	百分比(%)	脫殼前	脫殼後	增重	百分比(%)
Y2	11/30	200	232	32	16.00	8.4	9.05	0.65	7.74	7.9	8.85	0.95	12.03
Y5	12/10	181	185	4	2.21	7.9	8.70	0.80	10.13	7.1	7.82	0.70	9.86
W4	12/22	200	224	24	12.00	8.3	9.15	0.85	10.24	7.2	8.00	0.80	11.11
Y4	12/25	226	257	31	13.72	8.9	9.80	0.90	10.11	7.6	8.40	0.80	10.53
平均值	-	-	-	22.75	10.98	-	-	0.80	9.55	-	-	-	10.88

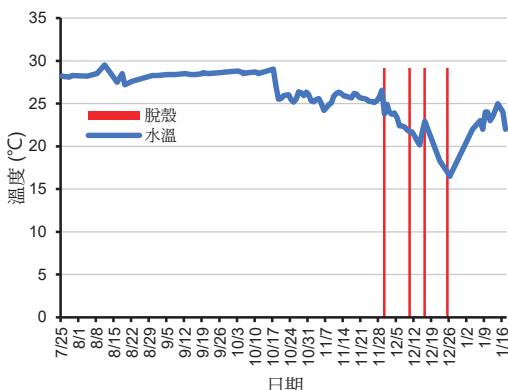


圖 4 旭蟹脫殼時間與水溫記錄

甲殼類的生長，脫殼前的體型尺寸之外，日常所攝食的食物種類及環境溫度，都會影響脫殼後增加的重量及尺寸 (Orensanz et al., 2007; Burmeister and Sainte-Marie, 2010)。溫度變化可以改變脫殼的兩個變量因素，第一個即為「增量」：連續脫殼期間體重的增加量；和「間隔期」：連續脫殼期間的時間間隔。由於這兩個變量皆會因溫度升高，來縮短脫殼週期，擬穴青蟹 (*S. paramamosain*) 可經由溫度調控誘導脫殼受蛻皮激素受體 (EcR) 的 mRNA 的變化進行調節作用 (Gong et al., 2015)。珍寶蟹 (*Metacarcinus magister*) 在水溫低於 20°C 時，脫殼頻率有顯著提高 (Wittmann et al., 2018)。

過往研究中，旭蟹使用逐步迴歸及概率模型來分析生成旭蟹不連續生長曲線，雄蟹在 2 年內可由甲殼長 6.6 cm 成長到 9.3 cm，

雌性旭蟹則需要約 4 年的時間才能從甲殼長 6.9 cm 增加到 9.3 cm，而雌蟹的成長速度又較雄蟹慢成長，速率則隨著年齡的增加而下降 (Kirkwood et al., 2005; Chen and Kennelly, 1999; Okamoto et al., 1997)。本次蓄養雌蟹的脫殼結果顯示，脫殼後甲殼長  $8.74 \pm 0.22$  cm，增加  $0.80 \pm 0.11$  cm (9.55%)，推測旭蟹每年僅脫殼 1 次，主要在夏季水溫較高的期間攝食，入冬後，攝食量降低，並進行脫殼，特別是在體型較大的成蟹，也會在低水溫期間進行脫殼，成熟的雌蟹及雄蟹在這段期間進行交配，與雌蟹生殖腺在 2–5 月間逐漸成熟，4–9 月是產卵繁殖季節相符。

## 結語

生物體的適應溫度範圍是其重要的特性之一，溫度是影響生物成長和繁殖的重要因素。本研究的結果顯示出，對於生長緩慢的旭蟹而言，透過溫度的環境控制，有助於促進其攝食和脫殼，進而加速其生長。這些發現，不僅應用於繁養殖，對於漁業管理上也相當的重要，除了捕撈體型的限制外，還可以作為訂定禁漁期的參考依據。這些觀察結果對甲殼類動物的保護和漁業管理具有重要意義，有助於促進旭蟹等自然資源的復育工作。