

石斑魚苗殘食第三章—殘食與體長 頻度分布



許晉榮¹、黃文彬²

¹水產試驗所海水繁養殖研究中心
²國立東華大學生物資源與科技研究所

前言

殘食 (cannibalism) 是一種同類相食的行為，在多種魚類的生活史都可發現，石斑魚就是其中一例。仔、稚魚期的石斑魚經常出現殘食行為，對於育苗業者而言，這種損失當然不是他們所樂見。由行為生態學的最適覓食理論 (optimal foraging theory) 來看，動物為取得最大的覓食淨效率，會選擇最適當的覓食行為 (尚，2001)，因此殘食者選擇先吃大魚或小魚端視其是否可以得到最大的覓食淨效率而定。前幾次的實驗顯示，在可選擇的情況下，石斑魚苗會偏向攝食體型較小的同類以減少捕獵過程所耗損的能量 (許，2006)。在養殖過程中，當石斑魚苗的體型逐漸出現差異時，被優先殘食者是否真的都是較小型的個體，而使得留下來的魚苗多偏向中、大型的個體呢？其族群分布會變成什麼樣的情況呢？本實驗即在探討上述之問題。

材料與方法

實驗材料為本所海水繁養殖研究中心所

生產之點帶石斑 (*Epinephelus coioides*) 稚魚一批，共 120 尾，體長 30.30 ± 1.56 mm (SEM \pm STD)。由於點帶石斑殘食者要能成功吞噬被殘食者的體長差異在 1.3 倍左右 (Hseu et al., 2003)，因此挑選的魚群中，最大魚體長(32.9 mm)/最小魚體長(26.7 mm) 為 1.23。魚苗飼養於三呎缸 (90 × 33 × 60 cm) 中，內含海水約 130 公升，缸上裝置簡單的過濾裝置，缸內設有打氣設備。海水鹽度在 27–30 psu，溫度約 28–30°C。投餵冷凍豐年蝦成蝦或冷凍魚肉，早 (8:30)、晚 (16:00) 各一次，一週 6 回，周日停餵，餵食後半小時將殘餌以虹吸管排出，再補充少量海水。每日記錄魚苗死亡及殘食情形，每週一的早上將魚苗取出，以 2-phenoxyethanol 麻醉後，利用游標尺測量體長，重新填裝乾淨海水後，再將魚苗放回缸中繼續飼育，實驗共持續進行五週。

結果與討論

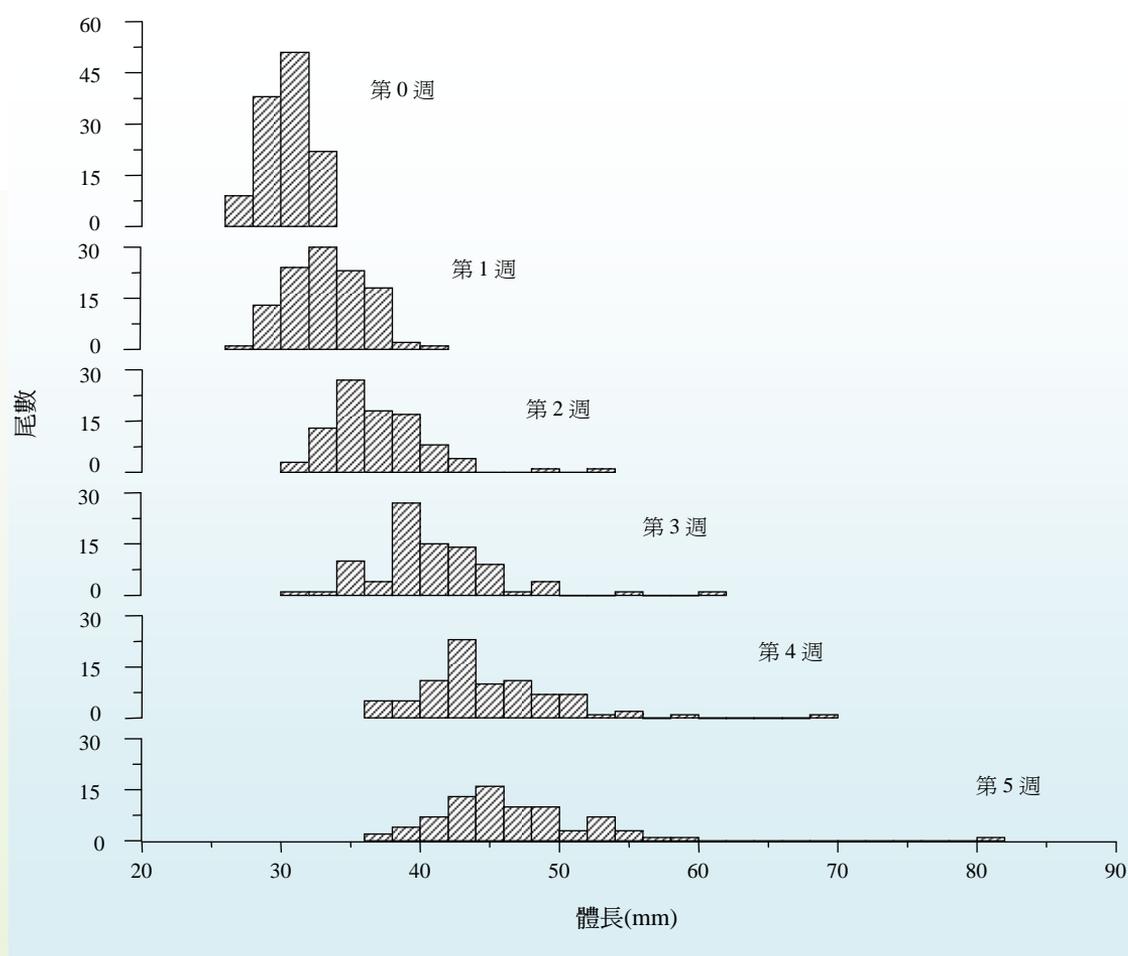
實驗期間點帶石斑魚苗的體長頻度分布與體長平均值、變異係數、最大體長差異比及累積殘食率如表及圖所示。由數據可以明

試驗進行期間點帶石斑魚苗之體長、變異係數(CV)、最大體長差異比及累積殘食率變化情形

數據/週數	第0週	第1週	第2週	第3週	第4週	第5週
體長(mm)	30.30±1.56	33.19±2.71	36.79±3.48	40.70±4.50	45.01±5.11	46.67±6.01
變異係數(%) ^a	5.14	8.18	9.46	11.05	11.34	12.88
最大體長差異比(%) ^b	1.23	1.52	1.69	1.96	1.91	2.20
累積殘食率(%)	-	6.7	21.7	25.0	28.3	33.3

^a變異係數：(標準偏差/平均值) × 100%

^b最大體長差異比：魚群中最大體長/最小體長



試驗期間點帶石斑魚苗體長頻度分布

顯見到，魚苗的體長頻度分布由實驗開始時的接近常態分布的單峰，到第五週時逐漸變成雙峰，顯示有大、小體長兩個主要分布群出現，但是以後者數目居多。變異係數也變得越來越高，顯示魚群體長變異越來越大，圖形變得越來越寬。類似的體長頻度分布變化，在 Chang and Liao (2003) 進行紅鼓魚 (*Sciaenops ocellatus*) 研究時也曾出現過，作者認為此主要是因為成長差異造成殘食現象，殘食又造成體長差異持續擴大所致。

本實驗中，石斑魚苗最大體長差異比由原本的 1.23 上升到第 1 週的 1.52，在這一週的週殘食率僅有 6.7%；當接下來一週差異比上升到 1.69 時，週殘食率則增加了 15.0% (累積殘食率為 21.7%)；但在之後幾週雖然差異比逐漸增加到 2.20，週殘食率卻下降，而僅維持在 3.3–5.0% 左右，五週內的累積殘食率為 33.3%。

由體長頻度分布來看，體弱或瘦小的魚似乎在開始第 1–3 週後即被殘食殆盡，第 2、3 週最小體長魚還在 30.0–31.9 mm 之際，第 4 週最小體長魚已在 36.0–37.9 mm 了。到了第 5 週，魚群平均體長 46.7 mm，小於 40.0 mm 的魚僅有 6 尾，佔魚群中的 7.7%；在 52.0–53.9 mm 及其右方的魚應算是大型魚，有 13 尾，約佔魚群的 16.7%；除了一尾較大 80.2 mm 外，其餘體長均未超過 60.0 mm。

此顯示在族群中，大、中、小魚雖都存在，但仍以體長在 40.0–51.9 mm 的中型魚居多。體長超過 52.0 mm 的較大型魚體長仍大於較小型魚體長 (< 40.0 mm) 的 1.3 倍以上，理論上還是可以殘食這些小型魚，不過

隨著魚體越來越大，逃脫能力越來越強，除非兩者體型差異更大，否則小魚被殘食的機率就越來越低了 (Hseu et al., 2007)，事實上，由我們的迴歸模型推算 (許, 2002)，殘食者的體型要大於 60.0 mm，吞嚥 40.0 mm 小魚成功的機率才會大於 50%。由此來看，或許 80.2 mm 及體型接近 60.0 mm 的大魚，還有機會殘食掉幾隻小魚，但當石斑魚苗繼續成長，殘食者攝食體型較小的同類會因為處理時間 (handling time, 由捕捉獵物到完全吞嚥的時間) 愈來愈長，而使得獵物逃脫的機會增加，或被其他掠食者搶走，這些都會造成殘食者捕食成本能量付出的增加。既然所需耗損的能量會越來越高，覓食淨效率會逐漸下降，從最適覓食理論的觀點來看，捕食其他的小蝦、魚可能較為合算，因此殘食率會趨近緩和，事實上，在體長接近 60.0 mm 時，石斑魚苗之間的殘食情形的確就較少發現了 (陳, 1997; Hseu, 2004)。

結語

由本次實驗觀察結果得知，魚體如果沒有作定期分級，較小的石斑魚苗確實較容易被殘食者吞嚥。族群中有某些較大的個體 (如 80.2 mm 者) 幾乎就是以小石斑魚苗 (被殘食者) 為主要攝餌對象。此時，殘食行為成為一種篩選的工具，將養殖魚群中成長較差者在育苗過程中即加以淘汰，而使得成長較快者可以脫穎而出 (Parazo et al., 1991)，如此當然會使育苗率下降，因此，定期分級對石斑魚育苗還是必需的。