

餌料生物—橈足類的培養研究

鄭新鴻、陳凰琴、陳紫嫻
水產試驗所生物技術組

橈足類之重要性

目前橈足類 (Copepods) 已知大約有一萬兩千種，但專家們預估至少有三萬種。橈足類在分類上，屬於節肢動物門 (Arthropoda)、甲殼亞門 (Subphylum Crustacea) 的甲殼綱 (Crustacea)，由於體型小、種類多、數量大、分布廣，大約有百分之七十的海洋浮游動物屬於橈足類，是海洋中大小動物攝食之對象。

大多數的橈足類，是以海洋之初級生產者為食，少數為肉食者。因此，在海洋食物鏈 (food chain) 中，牠們是很重要的一環。羅文增教授 (1999) 報告指出，台南七股潟湖區的小型與中大型浮游動物群聚，橈足類的哲水蚤為最優勢類群，其在小型及中大型的浮游動物群聚中分別佔總數量的 95% 及 53%。

由於海產魚苗的培育過程，需要大量的餌料生物，而橈足類則是其中重要的初期餌料生物之一。海鱸

(*Rachycentron canadum*) 是台灣目前很重要的海水養殖魚類，其魚苗偏好橈足類 (張等，2001)。Toledo 等 (1999) 指出，橈足類含高量的 DHA (22:6n-3) 與 EPA (20:5n-3)，以其幼蟲飼育點帶石斑 (*Epinephelus coioides*) 比壺狀輪蟲之活存率和成長為佳，蔡 (2003) 亦發現以橈足類餵食海馬幼生比豐年蝦效果更好，顯見橈足類是相當良好的天然餌料。

但世界上，在實驗室培養成功的橈足類種類並不多，如 *Eurytemora*、*Acartia*、*Pseudocalanus*、*Temora*、*Pseudodiaptomus* 等 (Jacobs, 1961 ; Heinle, 1966, 1969 ; Zillioux & Wilson, 1966 ; Katona & Moodie, 1969)；在日本則有 *Tigriopus japonicus* (Fukusho, 1991)。而台灣方面的相關研究，張 (1992) 和蘇等 (1997) 之報告指出，台灣南部養殖池之橈足類，主要為短角異劍水蚤 (*Apocyclops royi*) (圖 1) 及模糊許水蚤 (*Pseudodiaptomus annandalei*)

(圖 2)；近年來，餌藻及人工餌料對短角異劍水蚤增殖之影響亦有進行探討，並且發現短角異劍水蚤較容易培養（許，2000；許等，2001）。

又，近年來日本自台灣進口的冷凍橈足類約有 30 噸，大部分為模糊許水蚤（蘇等，2003）。因此，橈足類的大量培養技術開發已日益重要。此外，探討橈足類在水產養殖之應用，選拔能快速增殖之橈足類品種，瞭解其生活史、最適培養條件，以及室外 FRP 大型水槽大量培養和培育高品質橈足類之技術，進而培育健康種苗，已是刻不容緩之重要課題。

實驗室內橈足類培養

一、溫度對短角異劍水蚤的成熟影響

短角異劍水蚤是一種小型的橈足類動物。體長約 0.70—0.99 mm，為典型的半淡鹹水種類，分布於河口域中，為暖水域或廣溫性種類。短角異劍水蚤之雌蟲體長約為 0.80—0.99 mm 比雄蟲體

大，頭胸甲前端近圓狀，第 4—5 頭胸足較小，尾叉平行；雄蟲體長約為 0.70 mm，其第一觸角分 11 節，末二節間可彎曲，末節呈爪狀，尾叉較雌性短（張，1991）。

鄭等（1999）報告指出，在 15、20、25 和 30℃ 四組溫度下，每日餵飼東港等鞭金藻 (*Isochrysis galbana* TML) 7.5×10^5 cells/mL，並記錄各組短角異劍水蚤每隻之生殖次數和孵化時間，以及幼生成長狀況。短角異劍水蚤的活力，在 15℃ 呈不活動狀態，20℃ 活動緩慢，但在 25 和 30℃ 時，則活動正常。在生殖次數方面，15℃ 僅產下一代，即不再抱卵。而 20℃ 在孵化第一代後，再度抱卵與孵化時間均延後。25℃ 則比 20℃ 快。至於 30℃，雌蟲在排卵後 3 小時即可再次抱卵，抱卵後 24 小時孵化，該孵化幼生，於 5 日內成熟抱卵。在幼生成長日數方面，幼生孵化後成長到成熟抱卵階段，在 30℃ 需 5 日，25℃ 需 9 日，20℃ 需 11 日，而 15℃ 的幼生，則不易成熟，並容易死亡。



圖 1 短角異劍水蚤 (*Apocyclops royi*) 抱卵雌蟲



圖 2 模糊許水蚤 (*Pseudodiaptomus annandalei*) 抱卵雌蟲



二、人工培養基醱酵液對模糊許水蚤的增殖影響

模糊許水蚤之雌蟲有二個卵囊，卵囊為橢圓形，大小約 350—425 μm ，其內成熟卵徑約 100 μm ，剛孵化的無節幼蟲約 125 μm ，而後發育的橈足幼蟲約 400 μm ，抱卵雌蟲為 1300 μm 。模糊許水蚤的雌蟲需要與雄蟲交配，通常只交尾並未抱在一起。模糊許水蚤的雌蟲通常都帶有二個卵囊，以肉眼觀察，卵囊顏色由綠轉褐色，且卵囊分開較大，表示翌日受精卵即將孵化，一般在環境良好時，可觀察到許多雌蟲抱卵，且多棲息於水槽底部或壁邊。

藻類是海洋中的初級生產者，並且是海洋中草食性橈足類的主要食物來源，在養殖上也以藻類及有機顆粒做為生產橈足類的餌料。實驗室飼食的藻類，則是以周氏扁藻 (*Tetraselmis chui*) 及東港等邊金藻為主，此兩種藻類是培養橈足類良好的餌料來源 (蘇等, 1997)。但目前實驗室所生產的藻類僅能培養少量橈足類，且需耗費大量時間與空間培養藻類；因此，研發使用人工培養基醱酵液取代部分藻類，以改良現行藻類大量培養之方法。

鄭等 (2002) 指出，將魚粉 20 g、蝦粉 10 g 與逆滲透膜水 150 mL 放入 1000 mL 三角燒瓶中，充分混合攪拌，經滅菌處理後冷卻，再放入 A 微生物製劑 20 g，在烘箱 43°C 醱酵，經 2—3 日醱酵完成後，取出置入袋中，放在冰箱

冷凍室 (-18°C) 保存。使用時，將製作好之醱酵物解凍，秤取 10 g，添加滅菌水 1 L 於燒杯中，經打氣培養 1 日後，沉澱，取其上層懸浮液，投入橈足類培養水槽中。實驗結果顯示，培養橈足類使用的東港等鞭金藻，藻水濃度維持在 7.5×10^5 cells/mL，添加人工培養基醱酵液，每日直接添加醱酵液於培養水槽中，10 日後，實驗組的平均總數量 2542 尾為對照組 1287 尾的 1.98 倍，橈足幼蟲與抱卵雌蟲分別為對照組的 7.10 與 1.94 倍 (表 1)，顯示添加人工培養基醱酵液對模糊許水蚤有增殖效果，特別是促進雌蟲產卵及幼生的發育上。

表 1 添加人工培養基醱酵液 10 日後對培養模糊許水蚤的增殖效果

	等鞭金藻	等鞭金藻 + 人工培養基醱酵液
試驗開始抱卵雌蟲數	5	5
10 日後		
無節幼蟲	1049 ± 249	1320 ± 551
橈足幼蟲	153 ± 92	1087 ± 635
成蟲	40 ± 9	35 ± 17
抱卵雌蟲	51 ± 12	99 ± 38
平均總數量 (隻)	1287 ± 282	2542 ± 1230

室外 FRP 大型水槽橈足類大量培養

模糊許水蚤是南台灣養殖池的橈足類優勢種，為培育海水魚苗的重要餌料，但養殖池的橈足類品質較不穩定。鄭等 (2003) 為克服此不確定因素，乃



使用修正過的 Walne 配方培養液，添加 A 微生物製劑 0.08 g/L，以建立生產較佳品質東港等鞭金藻方法，做為模糊許水蚤的主要餌料。其次，使用魚粉，蝦飼料磨碎粉末和 A 微生物製劑混合，製作人工培養基醱酵液，做為橈足類的輔助飼料，以減少微藻之需求量。試驗開始時，將模糊許水蚤接種於室外 2 噸 FRP 水槽，培養水量約 1150 L，密度 753 隻/L，以東港等鞭金藻及醱酵液 1 L 餵飼，爾後逐漸增加投餌量，並添加無機氮、磷肥，以穩定水色，試驗結果如表 2；經 20 日後水量為 1625 L，密度達最高峰 3752 隻/L，30 日後逐漸衰退至 2672 隻/L，確立了室外 2 噸 FRP 水槽模糊許水蚤的大量培養技術。

橈足類在 2 噸 FRP 水槽大量培養的技術確立後，未來大量生產時，可考慮僅生產高品質的無節幼蟲 (Nauplii) 或橈足幼蟲，在暫停打氣下，由水體上層，網撈橈足類幼生，即時提供孵化後的海水魚苗之初期新鮮安全餌料。此方法，除能降低水槽內橈足類族群密度及餌料

壓力以外，亦可讓雌蟲源源不斷生出無節幼蟲，對未來種苗生產，甚具助益。

橈足類之研發展望

現今台灣業者在室外養殖池培育橈足類，有二種方式；(1)專業經營者：將下雜魚、豆粉等投放池中，分解成營養鹽後，由細菌、微藻吸收增殖，作為橈足類之餌料。惟其環境因子，會影響橈足類的生產量。(2)兼業經營者：大多自魚、蝦養殖池捕撈橈足類；由池中培養的橈足類，其產量、品質皆不穩定，會影響魚苗之活存率。因此，如何培養品質優良之橈足類，是極為重要的課題。

未來培養優質的橈足類，應繼續研發優質藻類培養方法、人工培養基醱酵液以及益生菌的添加模式，以期培養高產量優質的橈足類無節幼蟲或橈足幼蟲，來做為投餵觀賞魚、海馬以及海水魚苗等的初期餌料，進而培育出對環境具強抵抗力、高活存率之優質種苗，達到水產養殖業永續經營之願景。

表 2 室外 2 噸 FRP 水槽培養模糊許水蚤的增殖狀況

經過 日數	水體積 (L)	無節 幼蟲	橈足 幼蟲	成蟲	抱卵 雌蟲	平均數量 (隻/L)	估計總數量 (隻)
1	1150	577	140	32	5	753	866000
2	1250	1045	117	2	nd	1163	1454000
6	1600	300	312	240	7	858	1373000
8	1625	867	78	202	38	1185	1925000
9	1625	612	225	245	13	1095	1779000
20	1625	2225	265	1248	13	3752	6096000
23	1600	660	1143	1190	217	3510	5616000
30	1600	1117	810	730	15	2672	4274000