

第七章 培育種蝦的應用

對蝦種蝦現場操作的應用，已經廣泛的研究（Primavera, 1984），而常用的催熟方法分為三類；內分泌、營養、與環境控制；內分泌的應用主要在切除單眼柄（Panouse, 1943; Caillouet, 1972），尤其是在人為的環境下不易成熟的蝦類，如草蝦（Primavera, 1984）。至於性荷爾蒙的應用，則僅止於試驗室的處理（Caillouet, 1972; Bomirski and Klek-Kawinska, 1976; Neal, 1976; Kulkarni et al., 1979; Nagabhushanam et al., 1980）。

雖然對蝦的生殖與營養間的關係，已經有廣泛的研究（Middledith et al., 1979, 1980a,b; Teshima and Kanazawa, 1983; Millamena et al., 1984; Teshima et al., 1988; Bray and Lawrence, 1990），但是完全餵食人工飼料的結果，種蝦成熟情形一直不佳（Aquacop, 1977, 1979; Primavera et al., 1979; Bray and Lawrence, 1990）。雖然有多種餌料單獨使用能維持對蝦的成熟（Alikunhi et al., 1975; Nurjana and Yang, 1976; Lichtowich et al., 1978），但是多種餌料一齊混合應用後，具有更佳的催熟效果（Armstein and Beard, 1975; Bear et al., 1977; Brown et al., 1979; Kelemac and Smith, 1980; Beard and Wickins, 1980; Lumare, 1981; Chamberlain and Lawrence, 1981a）。常用的餌料有海貝、海蝦與烏賊（Primavera, 1984）。海蟲與烏賊因為含豐富的長鏈不飽和脂肪酸，所以被認為是最佳的餌料（Middleditch et al., 1980; Chamberlain and Lawrence, 1981）。

對蝦類即使是生活在熱帶與亞熱帶海洋中，它們的生殖仍受水溫的影響，而呈季節性的變化（Garcia, 1985）。祇有水溫在適當的範圍，才會出現大量的成熟蝦母。Motoh (1981) 的研究顯示，大海中草蝦成熟的適當溫度為 27 至 29 °C 之間，應用在蓄養催熟時非常有效（Santiago, 1977; Primavera, 1978; Primavera et al., 1979; Pudadera et al., 1980 a）。

許多棲息於河口沿岸的甲殼類，在繁殖季節來臨或即將成熟時，會向鹽度高的外海洄游（Arriola, 1940; Eldred, 1958），Chu and Hanaoka (1975) 也發現向外海洄游的蝦母其卵巢成熟的情形，如 *P. japonicus* 與 *Paralithodos camtschatica* 的滲透壓都高於周遭的海水。Morris et al. (1980) 則發現鹽度的變化會改變 *Neomysis integer* 中固醇類的組成。

Motoh (1980) 亦發現草蝦有向外海洄游成熟的現象。

Cheung (1969) 認為光祇是一種激發性腺發育的因子。但是 Maquire (1978) 表示太強的光照會抑制卵巢的發育，然而許多對蝦類也在較弱的光照下有較好的成熟度 (Aquacop, 1975 ; Emmerson, 1980 ; Lawrence et al., 1980)。Chamberlain and Lawrence (1981 b) 發現 *P. stylirostris* 與 *P. vannamei* 的最佳成熟光度分別為 50 與 1244 lux，而草蝦催熟所用過的光度範圍為 40 至 4000 lux (Aquacop, 1977 ; Bear and Wickins, 1980 ; Pudadera and Primavera, 1981 ; Emmerson, 1983)。

非繁殖季節除溫度之外，光周期也是催熟常使用的方法 (Little, 1969 ; Primavera, 1984 ; Chamberlain, 1985)。雖然 Primavera (1984) 認為在熱帶與亞熱帶地區，光周期對生殖的影響不顯著，但是仍然有許多報告表示有顯著的影響 (Caubere et al., 1979 ; Laubier-Bonichon and Laubier, 1979 ; Kelemea and Smith, 1980 ; Simon, 1982 ; Marchiori and Smith, 1980 ; Simon, 1982 ; Marchiori and Boff, 1983)。然而在草蝦的研究上，大部分報告是應用自然的光照時間 (Primavera, 1984)。Simon (1982) 與 Hillier (1984) 則分別控制在 14 及 12 小時的每日光照時間。Beard and Wickin (1980) 更發現每日光照超過 19 小時，則卵巢的發育會受到抑制。

Primavera (1984) 認為性比不會影響對蝦性腺的發育。在繁殖場的催熟池內放入雄蝦，祇是希望在雌蝦脫殼時，能授予精筭，但是蓄養密度太高，容易造成死亡，而蓄養密度則必須視狀況而定。綜合過去的報告大體型的草蝦，蓄養密度為每平方公尺 2 至 7 尾 (Aquacop, 1977 ; Primavera, 1978 ; Simon, 1982 ; Poernomo and Hamamii, 1983 ; Hillier, 1984)，但是卻沒有一定的定論。

本章目的在探討人工培育的種蝦移入繁殖場後，在環境應該給予如何的處理，才能發揮最大的生殖能力。研究的方法是各試驗組種蝦，切除單眼柄後比較其活存率、成熟率、產卵數量、孵化率和卵巢指數的大小。

試驗所使用的種蝦都是同池同年齡，卵巢都處於未發育階段。除性比試驗之外，每組試驗都未混養雄蝦。雌蝦都經切除單眼柄處理。試驗期間除餌料試驗外，所有的餌料為海蝦、烏賊與土水螺，每天餵食四次時間分別為 6:00, 11:00, 16:00, 與 22:00，每次祇用一種餌料。

餌料試驗每個箱網放養 15 尾種蝦，每試驗組具有 30 尾。種蝦的頭胸

甲長為 54.0 至 63.0 mm。水溫維持在 26 至 27 °C 之間，鹽度為 30 ppt。每日換水量為 1/10。每日自然光照時間為 12 至 13 小時，水面最強光度為 1100 lux。

試驗共分六組，每組的餌料分別為 A 組牡蠣，B 組海蟲，C 組海蝦，D 組烏賊，E 組混合餌料（牡蠣 + 烏賊 + 海蝦），F 組混合餌料（牡蠣 + 烏賊 + 海蝦 + 海蟲）。每天餵食時間為 6:00，11:00，16:00，與 22:00，每次祇用一種餌料。

溫度試驗各試驗組溫度分別為 A 組 20-21 °C，B 組 23-24 °C，C 組 26-27 °C，D 組 29-30 °C，與 E 組 32-33 °C。

鹽度試驗各組鹽度分別為 A 組 16 ppt，B 組 24 ppt，C 組 32 ppt，D 組 40 ppt。

光照試驗之光度為 600 lux，各試驗組每日光照時間分別為 A 組 18 小時，B 組 14 小時，C 組 10 小時，與 D 組 6 小時。

光度試驗每日光照的時間為 13 小時。各試驗組的光度分別為 A 組 100 lux，B 組 1000 lux，C 組 2000 lux，與 D 組 4000 lux。

密度試驗各試驗組密度分別為每平方公尺 A 組 4 尾，B 組 8 尾，C 組 12 尾，D 組 16 尾。各組尾數分別為 A 至 C 組各 24 尾，D 組 32 尾。

性比試驗各組雌雄之比例分別為 A 組 30 比 30，B 組 40 比 20，C 組 45 比 15 與 D 組 60 比 0。

實驗結果在餌料試驗方面：活存率以混合餌料 F 組之 86.7 % 最高，烏賊 B 組之 70.0 % 最低。但是活存率與餌料的關係不顯著 ($X = 3.643$, $p > 0.05$)。成熟率則以混合餌料 F 組之 61.5 % 最高，烏賊 D 組之 14.3 % 最低。成熟率與餌料有顯著之關係 ($X = 17.263$, $p < 0.005$)。各組的活存率與成熟率列表於 Table 1。

切除眼柄後至卵巢成熟的間隔時間，以混合餌料 E 組之 19.6 天最短，烏賊 D 組之 25.3 天最長。但是餌料種類對成熟速度沒有顯著的影響 ($F = 0.230$, $p > 0.05$)。各組成熟速度表列如下：

餌料	A	B	C	D	E	F
成熟速度	24.0	21.7	22.4	25.3	19.6	20.2

眼柄切除後第 14 天，首先在混合餌料 E 及 F 組出現成熟的種蝦，烏

賊 D 組於第 24 天才出現成熟的種蝦。各組出現成熟種蝦最多的時段，也各有所不同 (Fig.1)。

各組種蝦第一次產卵的數量有顯著的差異 ($F = 3.740, p < 0.01$)。其 DNMR (Duncan's new multiple range test) 比較結果表列如下：

餌料	D	A	B	C	F	E
產卵數 (萬)	19.3	20.8	22.4	26.5	30.4	32.7

各組的卵在二分裂之前，卵徑也有顯著的差異 ($F = 17.839, p < 0.01$)。其 DNMR 比較結果表列如下：

餌料	D	A	B	C	E	F
卵徑	0.261	0.262	0.264	0.265	0.268	0.268

各組的孵化率也有顯著的差異 ($F = 3.537, p < 0.025$)。其 DNMR 比較結果表列如下：

餌料	D	A	B	C	F	E
孵化率 (%)	39.4	42.1	53.7	62.4	74.3	77.1

溫度試驗：

各組成熟的種蝦移至產卵桶後，經過溫度馴化，都沒有卵巢退化的情形發生。活存率以 21 °C 組之 93.8 % 最高，33 °C 組之 62.5 % 最低。活存率明顯地受溫度之影響 ($X = 33.590, p < 0.001$)，溫度太高或太低，種蝦的成熟受到嚴重的抑制，21 及 33 °C 組中沒有出現成熟的種蝦。27 °C 組有最高的成熟率 53.6 %，24 °C 組次之。各組之活存率與成熟率表例於 Table 2。

24 至 30 °C 各組種蝦之成熟速度沒有顯著的差異 ($F = 0.350, p > 0.05$)。各組的成熟速度表列如下：

溫度 (°C)	21	24	27	30	33
成熟速度	-----	31.0	29.3	27.0	-----

成熟的種蝦在第 22 天首次出現在 30 °C 組。各組成熟種蝦出現最多的

時段各為不同，見 (Fig. 2)。

各組種蝦第一次產卵的數量有顯著的差異 ($F = 4.382, p < 0.025$)。其 DNMR 比較結果 表列如下：

溫度 (°C)	21	24	27	30	33
產卵數 (萬)	-----	32.0	31.9	23.5	-----

各組種蝦所產的卵，在未分裂之前，卵徑沒有顯著的差異 ($F = 1.248, p > 0.05$)。各組卵徑表列如下：

溫度 (°C)	21	24	27	30	33
卵徑 (mm)	-----	0.267	0.268	0.266	-----

各組的孵化率則有顯著的差異 ($F = 8.314, p < 0.01$)。其 DNMR 比較結果表列如下：

溫度 (°C)	21	27	24	30	33
孵化率 (%)	-----	77.5	61.0	46.9	-----

鹽度試驗：

各組有成熟前期卵巢的種蝦，移至產卵桶作鹽度馴化的結果，16 ppt 組有 2 尾種蝦發生卵巢退化，24 ppt 組有 1 尾。種蝦存活率與鹽度有顯著的關係 ($X = 7.899, p < 0.05$)，鹽度太低容易造成死亡。成熟率也與鹽度有顯著的關係 ($X = 14.239, p < 0.005$)，鹽度高較有利於卵巢的發育。各組的存活率與成熟率表列於 Table 3。

鹽度對種蝦的成熟速度沒有顯著的影響 ($F = 0.457, p > 0.05$)。各組的成熟速度表列如下：

鹽度 (ppt)	16	24	22	40
成熟速度	17.2	14.8	10.7	11.7

成熟的種蝦首先在切除眼柄後第五天出現於 32 ppt 組，成熟蝦母出現最多的時段為第七至十二天。16 ppt 組最晚出現成熟蝦母，而數量最多的時段也不明顯。各組每天產生成熟種蝦的情形見 Fig. 3。

鹽度對種蝦產卵的數量有顯著的影響 ($F = 4.382$, $p < 0.025$)。各組種蝦第一次產卵的數量之 DNMR 比較結果表列如下：

鹽度 (ppt)	16	24	40	32
產卵數 (萬)	7.9	21.0	31.7	34.1

種蝦在不同鹽度處理之下，所產的卵之大小有顯著的差異 ($F = 7.846$, $p < 0.005$)。各組的卵徑之 DNMR 比較結果表列如下：

鹽度 (ppt)	16	24	32	40
卵徑 (mm)	0.257	0.261	0.268	0.267

各組的孵化率亦有顯著差異 ($F = 15.349$, $p < 0.001$)。32 ppt 組種蝦所產卵的孵化率最高，各組孵化率之 DNMR 比較結果表列如下：

鹽度 (ppt)	16	24	40	32
孵化率 (%)	9.8	27.8	54.8	67.0

光照試驗：

每日光照時間之長短與種蝦的活存率沒有顯著的關係 ($X = 4.195$, $p > 0.05$)。但是對卵巢的發育有顯著的影響；各組的生殖腺指數沒有顯著的差異 ($F = 0.199$, $p > 0.05$)，各組種蝦具有第三或四期卵巢的情形，則有顯著的差異 ($X = 8.270$, $p < 0.05$)，具有二、三，或四期卵巢的情形，也有顯著的差異 ($X = 7.805$, $p < 0.10$)。試驗結果顯示每日光照 18 小時，卵巢的發育明顯地受到抑制。各組存活與卵巢發育的情形表列於 Table 4。

光照強度與活存率有顯著的關係 ($X = 10.940$, $p < 0.02$)，強光之下，種蝦死亡率較高。光度亦顯著地影響種蝦卵巢的發育。種蝦在強光之下，卵巢的發育結果較差。雖然各組的生殖腺指數沒有顯著的差異 ($F = 0.384$, $p > 0.05$)，但是具有第三或四期卵巢的比例有顯著的差異 ($X = 10.599$, $p < 0.02$)，具有第二、三或四期卵巢的比例也有顯著的差異 ($X = 8.423$, $p < 0.05$)。各組種蝦活存與卵巢發育結果表列於 Table 5。

密度試驗：

蓄養密度與種蝦的活存率有顯著的關係 ($X = 7.857$, $p < 0.05$)，高密度的蓄養，較易造成種蝦死亡。各組種蝦卵巢發育至第二、三或四期的情形

($X = 1.496$, $p > 0.05$)，第三或四期 ($X = 0.342$, $p > 0.05$)，及生殖腺指數 ($F = 0.028$, $p > 0.05$) 都沒有顯著的差異。各組種蝦的活存率與卵巢發育的結果表列於 Table 6。

性比試驗：

不同性比的蓄養與種蝦的活存率沒有顯著的關係 ($X = 4.104$, $p > 0.05$)。各組雌蝦的活存率 ($X = 1.542$, $p > 0.05$)，與雄蝦活存率 ($X^2 = 0.863$, $p > 0.05$) 都沒有顯著的差異。而雄蝦的活存率則低於雌蝦 ($X^2 = 16.416$, $p < 0.01$)。混養雄蝦組，具有精莢的雌蝦比例無顯著差異 ($X^2 = 0.879$, $p > 0.05$)。雄蝦的存在明顯促進雌蝦卵巢的發育，雖然各組雌蝦的生殖腺指數沒有顯著的差異 ($F = 1.422$, $p > 0.05$)，但是具有第二、三或四卵巢的比例有顯著差異 ($X^2 = 15.306$, $p < 0.01$)，具有第三或四期卵巢的比例也有顯著差異 ($X^2 = 8.633$, $p < 0.05$)。雄蝦存在的各組，卵巢發育至第二、三或四期的情形沒有顯著的差異 ($X = 0.210$, $p > 0.05$)，第三或四期也無顯著差異 ($X = 0.103$, $p > 0.05$)。各組種蝦活存率、卵巢發育的結果和精莢擁有率表列於 Table 7。

餌料試驗中烏賊含豐富的膽固醇 (cholesterol) 所以認為是良好的種蝦餌料來源 (Middleditch et al., 1980)。Chamberlain and Lawrence (1980) 利用 *P. vannamei* and *P. stylirostris* 比較多種餌料的催熟效果，結果也是以烏賊最佳。但本試驗所用的烏賊卻沒有得到預期效果。可能是種蝦對所用烏賊的嗜口情形不佳。海蟲因為含豐富的長碳鏈脂肪酸，所以也被認為是良好的餌料，而本試驗顯示海蝦所得的效果與海蟲相似。海蟲除了價格較貴外，缺點為含水量高，及其脂肪酸的組成會受生存的環境影響 (Chamberlain and Lawrence, 1981)。貝類也是廣泛被使用，但是其缺點是含水量太高 (Brocon et al., 1979; Lumare, 1979; Chamberlain and Lawrence, 1981; Lawrence, 1981)。Aquacop (1977) 認為生殖腺成熟的餌料生物，具有良好的催熟效果。雖然各種餌料都有其優點，但是以 E、F 二組混合餌料的效果最佳，所以祇要增加餌料的種類，即可得到良好的效果。

溫度試驗顯示，溫度低於 24 °C 或高於 30 °C，卵巢的發育會受到嚴重的抑制。而高溫之下，種蝦也較容易死亡。雖然在 30 °C 之下，種蝦的成熟速度有較快的趨勢，但是成熟率較低，產卵數量最少，孵化率也最低。至於在 24 °C 之下，雖然有高的活存率，但是成熟率最低，孵化率也較低。比較之下，27 °C 是試驗結果最佳的一組。

Motoh (1981) 在菲律賓海域的研究顯示水溫 27 與 29°C 之間，是成熟草蝦產量最大的季節。而 Su (1988) 在台灣西南沿海的調查顯示，成熟草蝦產量最高的季節水溫為 27 至 28.6 °C (Taiwan Fisheries Research Institute, 1990)。綜合上述所論，27 至 29 °C 是草蝦卵巢發育最佳的溫度範圍。

鹽度試驗顯示低鹽度海水不適合種蝦的催熟，因為不僅種蝦不易成熟，而且容易造成死亡。雖然在 24 ppt 下，種蝦有高活存率，但其產卵量少，卵徑的大小與孵化率皆較 32 及 40 ppt 組差。32 ppt 組的成熟率則高於 40 ppt 組。所以比較之下，32 ppt 是試驗結果最佳的一組。Motoh (1981) 報告成熟草蝦棲息海域的鹽度範圍為 27 至 35.5 ppt。Ruangpanit et al., (1984) 發現切除眼柄之後，來自鹽度 33 ppt 海域的草蝦較 22 至 28 ppt 者，有較高的成熟率。綜合結果可知，草蝦成熟的適當鹽度為 30 至 35 ppt 之間。

光照試驗顯示，每日太長時間的光照對卵巢發育有不良的影響。而每日 14 小時的光照並沒有顯著促進卵巢的發育，所以在繁殖場內蓄養種蝦，不須刻意控制光照的時間。光度超過 2000 lux，對種蝦的活存與卵巢發育皆有不良的影響。所以即使在室內繁殖場，種蝦池也應該給予加蓋，以減少光照的強度。

Primavera (1984) 表示種蝦的蓄養密度視水質的情形而定。由密度試驗可知，高密度蓄養對種蝦的活存有不良的影響，蓄養密度應該在每平方公尺 10 尾以下。

性比試驗顯示雄蝦的存在不僅可以授予脫殼的雌蝦精莢，也能促進雌蝦卵巢的發育。龍蝦 *Panulirus homarus* 在雙性混養之下，生殖腺指數也較單性養殖者高 (Jong, 1992)。淡水蝦 *Macrobrachium rosenbergii* 在雌雄混養之下，抱卵雌蝦的比例也高於單養者 (Sagi et al., 1986)。試驗顯示不同性比之下，各組雌蝦的精莢擁有率及卵巢的發育皆沒有顯著差異。而 Alava and Primavera, (1979) 及 Pudadera et al., (1980) 表示雌雄比例在 2 比 1 之下，雌蝦可得到最高的成熟率、產卵量與孵化率。

前三項試驗由於各組的成熟速度變異太大，所以變方分析都不容易測出其差異的顯著性。然而由每天成熟種蝦發生的情形仍然可看出各組種蝦成熟速度有快慢之別。

Posadas (1986) 表示草蝦在鹽度 15、25 及 32 ppt 之下皆可成熟，但必須在完全的海水之下，才能順利地產卵及孵化。Reyes (1981) 提出草

蝦在 23、28 及 33°C 之下產卵，對其孵化率沒有影響，而在鹽度 23 及 28 ppt 之下，無節幼蟲大都是身體衰弱的。草蝦產卵常用的鹽度與溫度分別為 28 至 35 ppt，及 27 至 29 °C (Villaluz et al., 1969; Primavera and Borlongan, 1978; Simon, 1982; Hillier, 1984)。

種蝦的品質除了表現在產卵的數量之外，卵的大小也是重要的指標之一。Villegas et al., (1986) 表示卵徑較大的草蝦卵有較高的孵化率，無節幼蟲之活存率也較高，在魚類方面也有這種情形。Gall (1974) 表示 *Salmo gairdneri* 較大的卵粒之孵化率較高，魚苗體型也較大，成長較快。Salvein -us alpinus 較大顆粒的卵，其孵化率及魚苗活存率皆較高 (Wallace and Aajord, 1984)。

試驗結果顯示，培育的種蝦可在寬廣的環境範圍發育與成熟，但是要在適當的環境下，才能發揮最大的生殖力，並且產生數量大、品質高的卵。

參考文獻

- Alava, R. and Primavera, J. H. (1979). Effect of different sex ratios of ablated wild-stock *Penaeus monodon* Fabricius on maturation fecundity and hatching rates. Q. Res. Rep. Aquacult. Dep. SEAFDEC., 3(2):15-18.
- Alikunhi, K. H., Poernomo, A., Adisukresno, S., Budiono, M., and Busman, S. (1975). Preliminary observations on induction of maturity and spawning in *Penaeus monodon* Fabricius and *P. merguensis* de Man by eyestalk extirpation. Bulletin of the shrimp Culture Research Center, 1:1-11.
- Aquacop (1975). Maturation and spawning in captivity of penaeid prawns, *Penaeus merguensis* de Man, *Penaeus japonicus* Bate, *Penaeus aztecus* Ives, *Metapenaeus ensis* de Hann, and *Penaeus semisulcatus* de Haan. Proc. World Maricul. Soc., 6:123-132.
- Aquacop (1977). Observations on the maturation and reproduction of penaeid shrimp in captivity in a tropical medium. Aquaculture Workshop International Council for Exploration of the Seas, May 10-13, 1977, Brest France, pp. 1-34.
- Aquacop (1979). Penaeid reared broodstock: closing the life cycle of *Penaeus monodon*, *P. stylirostris* and *P. vannamei*. Proc. World Maricul. Soc., 10: 445-452.
- Arriola, F. J. (1940). A preliminary study of life history of *Scylla serrata*. Phil. Jour. Sci., 73(4):437-456. (Cited by Jeng, 1980)
- Beard, T. W., Wickins, J. F. and Arnstein, D. R. (1977). The breeding and growth of *Penaeus merguensis* de Man in

- laboratory recirculation system. *Aquaculture* ,5:411-412.
- Beard, T. W. and Wickins, J. F. (1980). Breeding of *Penaeus monodon* Fabricius in laboratory recirculation tanks. *Aquaculture*, 20:79-89.
- Bomirski, A. and Klek-Kawinska, E. K. (1976). Stimulation of oogenesis in the sand shrimp, *Crangon crangon*, by a human gonadotropin. *Gen. Comp. Endocrinol.*, 30:239-242.
- Bray, W. A. and Lawrence, A. L. (1990). Reproduction of eyestalk-ablated *Penaeus stylirostris* fed various levels of total dietary lipid. *J. World. Aquaculture Society*. 21 (1):41-521.
- Brown, A., Jr., McVey, J., Middleditch, B. S. and Lawrence, A. L. (1979). Maturation of white shrimp (*Penaeus setiferus*) in captivity. *Proc. World. Maricul. Soc.*, 10: 435-444.
- Cabere, J. L., Lafon, R., Rene, F. and Sales, C. (1979). Etude de la maturation et la ponte chez *Penaeus japonicus* en captivite In: T. V. R. Pillay, W. Dill (Eds.), *Advances in aquaculture*, P.277-284. Fishing News Books Ltd., Surrey.
- Caillouet, C. W., Jr. (1972). Ovarian maturation induced by eyestalk ablation in pink shrimp *Penaeus duorarum* Burkenroad, *Proc. World Maricul. Soc.*, 3:205-225.
- Chamberlain, G. W. and Lawrence, A. L. (1981 a). Maturation reproduction, and growth of *Penaeus vannamei* and *P. stylirostris*, fed natural diets. *J. World Maricul. Soc.*, 12 (1):209-224.
- Chamberlain, G. W. and Lawrence, A. L. (1981 b). Effect of light

intensity and male and female eyestalk ablation on reproduction of *Penaeus stylirostris* and *P. vannamei*. *J. World Maricul. Soc.*, 12(2):357-372.

Chamberlain, G. W. (1985). Biology and control of shrimp re-production. In: G. C. Chamberlain, M. G. Haby, R. J. Miget (Eds.) *Texas shrimp farming manual an update on current technology.*, P. III-1-42.

Cheung, T. S. (1969). The environmental and hormonal control of growth and reproduction in adult female stone crab, *Metnippe mercenaria* (Say). *Biol. Bull.*, 156:327-346.

Chu, S. H. and Hanaoka, T. (1975). Changes of serum osmotic pressure in the prawn, *Penaeus japonicus* and the king crab, *Paralithodes camtschatica* in relation to gonadal maturation. *J. Fish. Soc. Taiwan*, 4(1):13-17.

Eldred, B. (1958). Observations on the structural development of the genitalies and the impregnation of the pink shrimp, *Penaeus duorarum* Burkenroad. Florida Board of Conservat. on Marine Laboratory Technical Series, No. 23, 26p. (Cited by Caillouet, 1972).

Emmerson, W. D. (1980). Induced maturation of prawn *Penaeus indicus*. *Marine Ecological Progress Series* 2:121-131. (Cited by Chamberlain, 1981 b).

Emmerson, W. D. (1983). Maturation and growth of ablated and unablated *Penaeus monodon* Fabricius. *Aquaculture*, 32:275-241.

Gall, G. A. E. (1974). Influence of egg and age of female on the hatch-ability and growth in the rainbow trout. *Calif. Fish. Game*,

60(1):26-35.

- Garcia, S. (1985). Reproduction, stock assessment models and population parameters in exploited penaeid shrimp populations. In: P. C. Rothlisberg, B. J. Hill, D. J. Staples (Eds.) Second Australian National Prawn Seminar. NP 52: Cleveland, Australia, P. 139-158.
- Hillier, A. G. (1984). Artificial conditions influencing the maturation and spawning of subadult *Penaeus monodon* (Fabricius). *Aquaculture*, 36:179-184.
- Jong, K. J., (1992). Growth of spiny lobster *Panulirus homarus* (Linnaeus, 1758) depending on sex and influenced by reproduction. *Crustaceana*. published at November.
- Kelemec, J. A. and Smith, I. R. (1980). Induced ovarian development and spawning of *Penaeus plebejus* in a recirculating laboratory tank after unilateral eyestalk enucleation. *Aquaculture*, 21:55-62.
- Kulkarni, G. K., Nagabhushanam, R. and Joshi, P. K. (1979). Effect of progesterone on ovarian maturation in a marine penaeid prawn *Parapenaeopsis hardwickii*. *Indian J. Exp. Biol.*, 17:986-987.
- Laubier-Bonichon, A. (1978). Ecophysiology of reproduction in the prawn *Penaeus japonicus* three years experiment in control conditions. *Oceanol. Acta.*, 1:135-150.
- Laubier - Bonichon, A. and Laubier, L. (1979). Reproduction controllee chez la crevette *Penaeus japonicus*. In: T. V. R. Pillay, W. Dill (Eds.), *Advances in aquaculture*, p. 273-277. Fishing News Books Ltd., Surrey.

Lawrence, A. L., Akamine, Y., Middleditch, B. S., Chamberlain, G. and Hutchins, D. (1980). Maturation and reproduction of *Penaeus setiferus* in captivity. *Proc. World Maricul. Soc.*, 11:481-487.

Lichatowich, T., Smolley, T. and Mate, F. D. (1978). The natural reproduction of *Penaeus merguensis* de Man in a earthen pond in Fiji. *Aquaculture*, 15:377-378.

Little, G. (1969). Induced winter breeding and larval development in the shrimp *Palaemonetes pugio*. *Holthius. Crustaceana*, 2:19-26.

Lumare, F. (1979). Reproduction of *Penaeus kerathurus* using eyestalk ablation. *Aquaculture*, 18:203-214.

Lumare, F. (1981). Artificial reproduction of *Penaeus japonicus* Bate as a basis for the mass production of eggs and larval. *J. World Maricul. Soc.*, 12(2):335-344.

Maguire, G. B. (1979). A report on the prawn farming industries of Japan, the Philippines and Thailand. New South Wales States Fisheries Brackish Water Fish Culture Research Station Slalmonder Bay N. S. W. 2301, Australia.

Marchiori, M. A. and Boff, M. H. (1983). Induced maturation spawning and larvae culture of the pink shrimp *Penaeus paulensis* Perez Farfante. *Mems. Assoc. Latinoam. Acuicult.*, 5:331-337. (cited by Primavera 1984).

McConaughy, J. R., Mewally, K., Gay, J. W. and Costlow, J. D. (1980). Winter induced mating in the stone crab *Menippe mercenaria*. *Proc. World Maricul. Soc.*, 11:544-547.

- Middleditch, B. C., Missler, S. R., Ward, D. G., McVey, J. P., Brown, A. and Lawrence, A. L. (1979). Maturation of penaeid shrimp: Dietary fatty acid. Proc. World Maricul. Soc., 10:472-476.
- Middleditch, B. C., Missler, S. R., Hines, H. B., Chang, E. S., McVey, J. P., Brown, A. and Lawrence, A. L. (1980 a). Maturation of penaeid shrimp: Lipids in the marine food web. Proc. World Maricul. Soc., 11:463-470.
- Middleditch, B. C., Missler, S. R., Hines, H. B., McVey, J. P., Brow, A., Ward, D. G. and Lawrence, A. L. (1980 b). Metabolic profile of penaeid shrimp: Dietary lipid and ovarian maturation. J. Chromatogr., 195: 359-368.
- Millamena, O. M., Pudadrea, R. A. and Catacutan, M. R. (1984). Variation in tissue lipid content and fatty acid composition during maturation of unablated and ablated *Penaeus monodon*. First Intl. Conference on the Culture of Penaeids/Shrimps. Iloilo City Philippines. 4 - 7 Dec, 1984 (abstract).
- Motoh, H. (1981). Studies on the fisheries biology of giant tiger prawn *Penaeus monodon* in the Philippines. SEAFDEC, Technical Report, 7:22-26.
- Nagabhushanam, R., Joshi, P. K. and Kulkarni, G. K. (1980). Induced spawning in prawn *Parapenaeopsis stylifera* (H. Milne Edwards) using a steroid hormone 17 hydroxy-pro-gesterone. Indian J. Mar. Sci., 9:227.
- Neal, R. A. (1976). Penaeid shrimp culture research at the National Marine Fisheries Service Galveston Laboratory. FAO Tech. Conf. Aquacult., Kyoto, Japan. FIR : AQ / Conf / 76 / E.23, pp.6.

- Primavera, J. H. (1984). A review of maturation and reproduction in closed thelycum penaeid. In: Y. Taki, J. H. Primavera, J. A. Llobrera (Eds.). Proceedings of the First International Conference on the Culture of penaeid Prawn / Shrimp. Iloilo City Philippines, 4-7 December 1984. P. 47-64. Aquaculture Department. SEAFDEC. Philippines.
- Pudadera, R. A., Primavera, J. H. and Borlongan, E. (1980 a). Effect of different substrate types on fecundity and nauplii production of ablated *Penaeus monodon* Fabricius. *Philipp. J. Sci.*, 109:15-18.
- Pudadera, R. A., Primavera, J. H. and Young, A. T. G. (1980 b). Effects of different sex ratios on maturation, fecundity and hatching rates of ablated *Penaeus monodon* wild stock. *Fish. Res. J. Philipp.*, 5:1-6.
- Pudadera, R. A. and Primavera, J. H. (1981). Effect of light quality and eyestalk ablation on ovarian maturation in *Penaeus monodon*. *Kalikasan Philipp. J. Biol.*, 10:231-240.
- Reyes, E. P. (1980). The effect of temperature and salinity on the hatching of eggs and larval development of Sugpo, *Penaeus monodon* Fabricius. M. S. thesis. Uni. of Philippines. (Cited by Primavera, 1984).
- Ruangpanit, N., Maneewongsa, S., Tattnon, T. and Kraisingedeja, P. (1984). Induced ovaries maturation and rematuration by eyestalk ablation of *Penaeus monodon* Fab. collected from Indian Ocean and Songkhla Lake. In: Y. Taki, J. H. Primavera, J. A., Llobrera (Eds.). Proceedings of the first international Conference on the culture of penaeid prawns / shrimps; 4 - 7 Dec. 1984, Iloilo City Philippines, SEAFDEC. p166

- Sagi, A., Ra'anan, Z., Cohen, D. and Wax, Y. (1986). Production of *Macrobrachium rosenbergii* in monosex populations : Yield characteristic under intensive monoculture conditions in cages. *Aquaculture*, 51: 265-275.
- Santiago, A. C., Jr. (1977). Successful spawning of cultured *Penaeus monodon* Fabricius after eyestalk ablation. *Aqua-culture*, 11(3):185-196.
- Simon, D. M. (1982). Large - scale commercial application of penaeid shrimp maturation technology. *J. World Maricul. Soc.*, 13:301-312.
- Su, M. S. (1988). Some ecological considerations for stock enhancement of commercially important prawns along the coastal waters of southwest Taiwan. *Acta Oceanographica Taiwanica*, 19:146-165.
- Taiwan Fisheries Research Insitute (1990). Report on fisheries and oceanographic investigation along Taiwan coast. Taiwan Fisheries Research Institute, Keelung, Taiwan, Republic of China.
- Teshima, S. and Kanazawa, A. (1983). Variation in lipid composition during the ovarian maturation of the prawn. *Bull. Japan. Soc. Sci. Fish.*, 49:957-962.
- Teshima, S., Kanazawa, A. and Koshio, S. (1988). Lipid metabolism in destalked prawn *Penaeus japonicus* : induced maturation and accumulation of lipid in the ovaries. *Nippon Suisen Gakkaishi*, 54(7):1115-1122.
- Villaluz, D. K., Villaluz, A., Ladrera, B., Sheik, M. and Gonzaga, A.

(1969). Reproduction larval development and cultivation of Sugpo (*Penaeus monodon* Fabricius). Philipp. J. Sci., 98:205-233.

Villegas, C. T., Trino, A. and Travina, B. (1986). Spawner size and the biological components of the reproduction process in *Penaeus monodon* Fabricius. In: J. L. Maclean, L. B. Dizon, L. V. Hosillos (Eds.). The First Asian Fish-eries Forum. Asian Fisheries Society. Manila. Philippines. p. 701-702.

Wallace, J. C. and Ajord, D. (1984). An investigation of the consequences of egg size for the culture of Arctic cherr, *Salvelinca alpinus* (L). J. Fish. Biol., 24:427-435.

Table 1. Survival rates and maturation rates of eyestalk-ablated cultured *Penaeus monodon* females fed with (A) oyster, (B) blood worm, (C) sea shrimp, (D) squid, (E) oyster+sea shrimp+squid, or (F) oyster+ blood worm+sea shrimp+squid, respectively for 28 days in the hatchery.

	A	B	C	D	E	F
Survival rate (%)	80.0	73.3	83.3	70.0	80.0	86.7
Maturation rate (%)	20.8	31.8	36.0	14.3	54.2	61.5

Table 2. Survival rates and maturation rates of eyestalk-ablated cultured *Penaeus monodon* females reared in different temperature for 36 days in the hatchery.

Temperature (°C)	21	24	27	30	33
Survival rate (%)	93.8	84.3	87.5	78.1	62.5
Maturation rate (%)	0	12	15	10	0

Table 3. Survival rates and maturation rates of eyestalk-ablated cultured *Penaeus monodon* females reared in different salinity for 19 days in the hatchery.

Salinity (ppt)	16	24	32	40
Survival rate (%)	70.0	90.0	85.0	90.0
Maturation rate (%)	17.8	38.8	64.2	47.2

Table 4. Survival rates, ovarian development and gonadosomatic index (GSI) of eyestalk-ablated cultured *Penaeus monodon* reared under different hours of continuous lighting per day for 30 days in the hatchery.

Time (hours)	18	14	10	6
Survival rate (%)	76.7	56.7	70.0	60.0
Ovarian development				
Stage III-IV	2.6	25.0	20.0	12.5
Stage II-IV	15.8	42.8	42.8	28.1
GSI	1.65	2.79	2.90	2.83

Table 5. Survival rates, ovarian development and gonadosomatic index (GSI) of eyestalk-ablated cultured *Penaeus monodon* reared under various light intensity for 30 days in the hatchery.

Light intensity (lux)	100	1000	2000	4000
Survival rate (%)	82.0	76.0	64.0	54.0
Ovarian development				
Stage III-IV (%)	17.1	21.0	6.2	0
Stage II-IV (%)	46.3	39.5	21.8	25.9
GSI (%)	3.94	4.14	3.43	2.22

Table 6. Survival rates, ovarian development and gonadosomatic index (GSI) of eyestalk-ablated cultured *Penaeus monodon* reared in different stocking density for 30 days in the hatchery.

Prawns / m	4	8	12	16
Survival rate (%)	18	20	13	17
Ovarian development				
Stage III-IV (%)	1	2	1	1
Stage II-IV (%)	7	6	4	7
GSI (%)	1.89	1.67	2.17	2.09

Table 7. Survival rates, ovarian development, percent in-seminated female, and gonadosomatic index (GSI) of eyestalk-ablated cultured *Penaeus monodon* reared in different sex ratio for 30 days in the hatchery.

	30	20	15	0
Male	30	20	15	0
Female	30	40	45	60
Survival rate (%)				
Male	46.7	60.0	53.3	---
Female	76.7	85.0	80.0	75.0
Both sexes	61.7	76.7	73.3	75.0
Ovarian development (%)				
Stage III-IV	17.4	20.6	19.4	11.1
Stage II-IV	34.8	35.3	30.6	31.1
Percent inseminated female (%)				
	30.4	35.2	25.0	---
GSI (%)				
	3.79	3.97	3.83	2.01

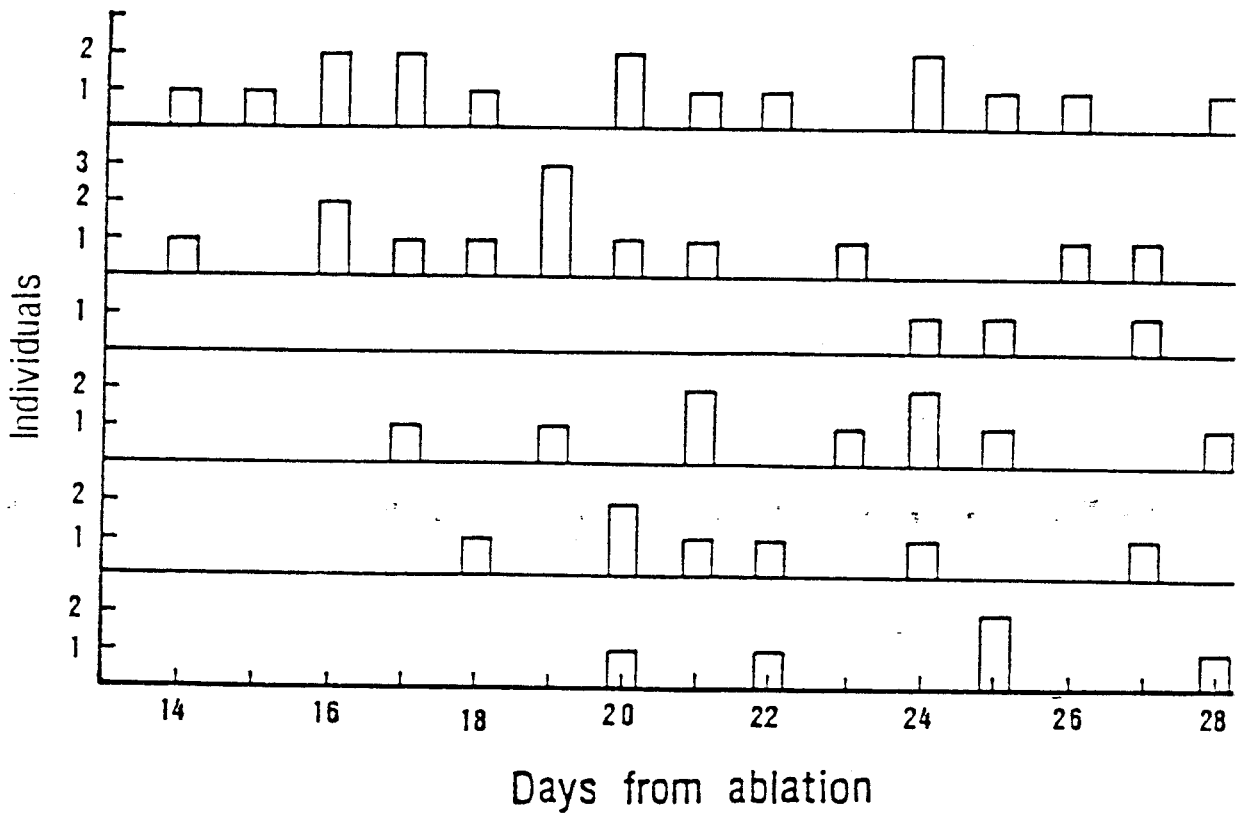


Fig. 1 Occurrences of spawners at every day from eyestalk ablation of cultured *Penaeus monodon* fed different kind of sea food in the hatchery. A. with oyster, B. with blood worm, C. with sea shrimp, D. with squid. E. with oyster + sea shrimp + squid, F. with oyster + blood worm + sea shrimp + squid.

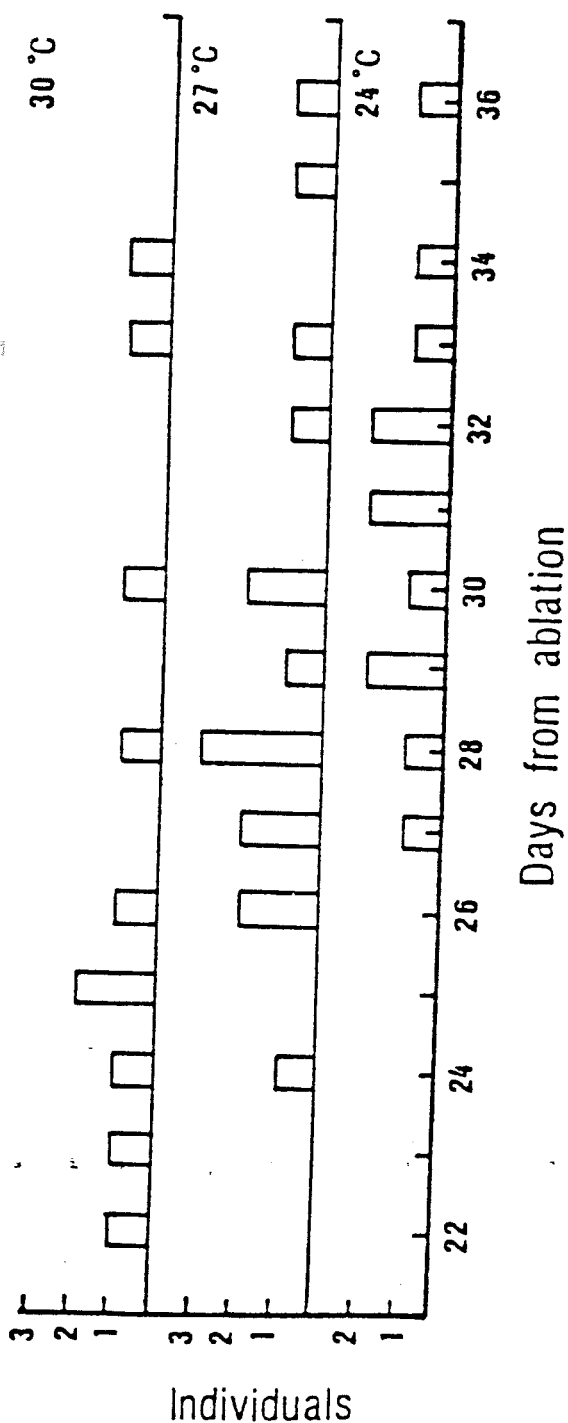


Fig. 2 Occurrences of spawners at every day from eyestalk ablation of cultured *Penaeus monodon* reared in different temperature in the hatchery.

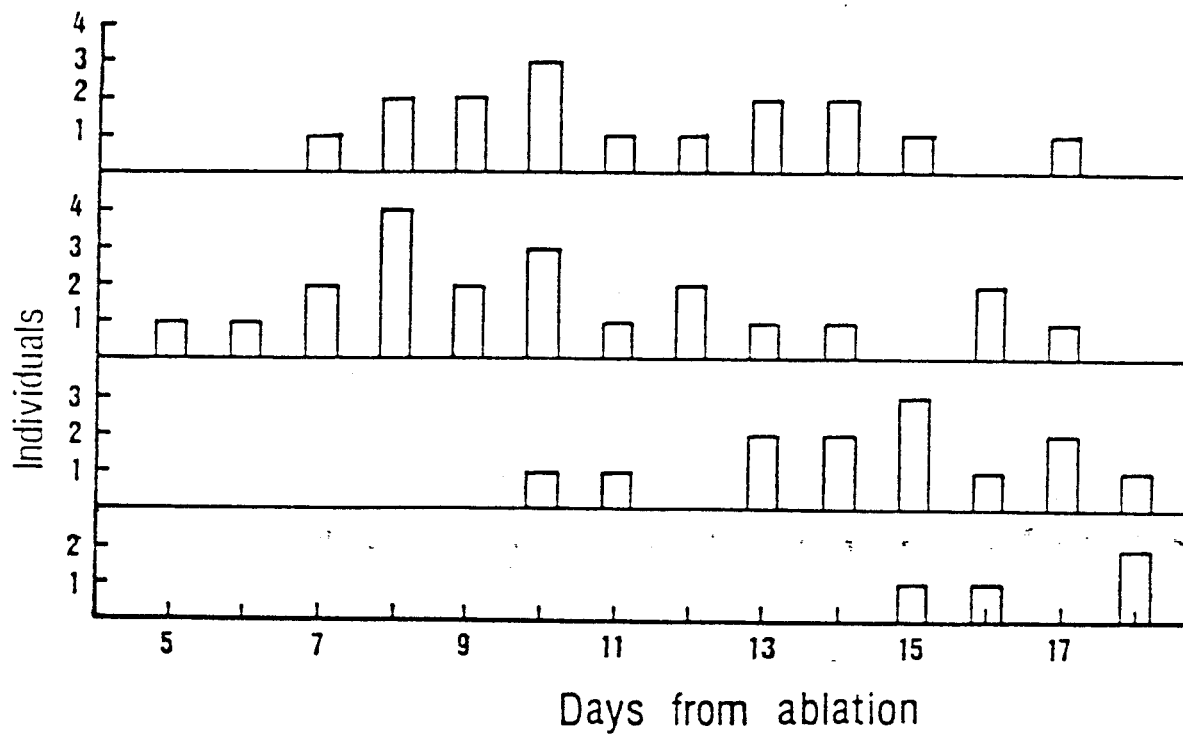


Fig. 3 Occurrences of spawners at every day from eyestalk ablation of cultured *Penaeus monodon* reared in different salinity in th hatchery.