

塭種蝦培育研究—I

紅尾蝦育成至第三子代

林明男·丁雲源·羽生 功

*Penaeid parental shrimp rearing - I closing the cycle of *Penaeus penicillatus* Alock to F₃ generation*

Min-Nan Lin, Yun-Yuan Ting and Isao Hanyu

This paper reports our parts of study on Penaeid parental shrimp rearing. We have closed the full cycle of *P. penicillatus* to F₃ since 1986.

1. By means of unilateral eyestalk ablation and spermatophore transplantation, the cycle had been closed to F₃, and by means of spontaneous maturation and spawning, it had been closed to F₂.

The growth seems to be no significant difference between the generations from unilateral eyestalk ablation females and that from spontaneous spawning females by the analysis of covariance for comparing the regression coefficient T_b and adjusted mean T_a of body weight and PLD (age after post larva in days) relationship.

2. The quantity of eggs obtained from pond cultured spawners of spontaneous maturation is similar to that from wild spawners, but the hatching rate is lower.
3. Pond cultured '86-F females spawned from the end of March while the water temperature and salinity increased above 22°C and 35ppt. The breeding season was from March to November. Ponka females (ready to spawn in Taiwanese) appeared abundantly from April to June in 1987. The breeding season in the pond and in the wild is similar.

During the breeding season, few Ponka females were found in the pond when salinity was lower than 30ppt.

During the breeding season, GSI of Ponka females fluctuated monthly. Showed as Mean \pm SE (range), GSI of pond cultured Ponka females was 5.38 ± 0.42 (7.38-3.56), it is significantly lower than that [10.36 ± 0.46 (13.22 - 6.50)] of wild Ponka females ($t=8.16 > t' = 3.19, p=0.010$).

5. The artificial diet B with higher protein and lipid contain caused higher copulatal rate and better maturity. The activity of copulation was quite high from April to June. In April and May, the copulatal rate was 100% for '86-F₁.
6. Females cultured with low density of 0.2-2.12 PCS/m² grew fast and could spawn spontaneously. There were no large-sized females found in the pond with high density of 10 PCS/m², unless to ablate the eyestalk unilaterally, none of females from high density could be induced to spawn.

前 言

紅尾蝦；多毛對蝦 *Penaeus penicillatus* Alock，據李 & 游 (1977)「本種蝦為南方系大型海蝦之一，其分佈自台灣西岸經香港、麻六甲海峽、印尼，西至印度西岸、巴基斯坦南岸、馬達加斯加海峽、亞丁灣、紅海地區，台灣則分佈於布袋、高雄、東港等西南沿海地區。」紅尾蝦與草蝦同屬封閉式雌性生殖補助器蝦類，為台灣近年來新興養殖品種。在台灣有關紅尾蝦之研究回顧如下：廖 & 李 (1972) 在其規則性絕食對蝦類影響研究中採用自行繁殖之「紅蝦」；「Red Prawn」做材料，但不敢確定其為 *P. penicillatus* 還是 *P. indicus*。「紅蝦」一詞早見於台灣總督府編之台灣語大辭典中 (昭和6年發行；1931)。在山村及衫田 (昭和9年；1934) 之調查報告中記載有俗名為「紅蝦」之蝦類，唯其學名記載為 *P. indicus*，根據李 & 游 (1977) 及游 & 陳 (1986) 在台灣尚未採到此蝦之標本。廖 (1973) 在其對二尾池中自然成熟速報中聲稱「紅尾蝦 (*Penaeus penicillatus* Alock) 係指台灣布袋地區所稱之紅蝦，以及東港地區所稱之白棘，因為此蝦之特徵為尾扇後半部帶紅褐色，所以筆者改稱之紅尾蝦」，根據紅尾蝦 FAO 亦採廖之命名為 Red-tail (武田；1984)。上述二尾自然成熟之紅尾蝦，一尾體重 61.25 公克 GSI 8.99，另尾在產卵桶中隔夜卵巢消失。陳 (1984) 簡報利用池中育成 16 月大紅尾蝦挾除單眼柄誘導卵巢成熟並產卵，筆者 (Lin；1986) 利用電擊摘取紅尾蝦之精英做精英移植並育出子代，所用之母蝦為自新打港引進次成熟 (Sub-maturation) 雌蝦經一段時間的貯養再以剪單眼柄催熟者，此外並對「交配液」(Copulatal fluid) 將精英在母蝦雌性生殖補助器 (thelycum) 中溶化為精液之功能首先提出討論。莊等 (1985) 對台灣 5 種養殖蝦的消化酵素活性加以比較，發現紅尾蝦蛋白酶總活性最高。劉及黃 (1986) 分別以 84.74% 及 65.93% 之活存率完成紅尾蝦苗生產試驗。劉 (1986) 用統一草蝦及淡水蝦飼料對其成長做比較。劉 (1987) 觀察高密度飼育的紅尾蝦 (123 尾/m²) 14 週其成長為草蝦一半，活存率 90%，張及丁 (1987) 測定氨對紅尾蝦的毒性。綜觀上述可知尚無人對紅尾蝦種蝦培育進行研究。自 1985 年水試所台南分所在農委會經費補助下與漁業局、宜蘭、嘉義、台南、高雄等縣市政府合辦養殖示範工作以來，紅尾蝦養殖已漸成一新興事業並受到國際注目 (Hopkins；1986)。目前繁殖蝦苗用種蝦皆捕自台灣西南部沿海以布袋及安平為大宗，每年 3~5 月為天然種蝦盛產期，6 月後鮮有懷卵母蝦甚至空母亦入手困難，有鑒於此筆者自 1985 年起進行種蝦培育研究，本篇報告至 1987 年培育至 F₃ 之過程；除比較各子代之成長外，並就溫育雌蝦卵巢自然成熟及產卵加以觀察。

材料與方法

以引進海種蝦之年度編為 '85 及 '86 二系子代。

'85 子代：'85-F₁ 之親代於 1985 年元月 26 日自高雄縣新打港引進次成熟蝦經一段時日之飼養後，剪除單眼柄誘導卵巢成熟並以精英移植方法做出子代。'85-F₁ 中間育成至平均體重 0.014 公克在 1985 年 4 月 27 日放養，育成種蝦後如前做出 '85-F₂，經育成種蝦後如前述做出 '85-F₃。

'86 子代：自布袋港引進懷卵母蝦靠自然產卵育出 '86-F₁，將之育成種蝦後以剪眼誘導產卵及自然產卵方式育出 '86-F₂ 子代。

剪眼催熟所用之飼料為文蛤、蚵仔及小蝦。水溫 27 ± 1°C，塩分 33 ~ 36 ppt。

精英移植方法仿照筆者過去發表之方法 (林及丁；1984 Lin & Ting；1986, Lin；1986)。培育過程記錄水溫及塩分。水深遵照平野 (1980) 調整為透明度之 2 倍以防止分解層發生。透明度調整在 60 ~ 35 公分，即水深調整在 120 ~ 70 公分。池水更換以透明度為指針，透明度下降則更換池水使其回復。養殖期間至少維持一台水車。晨間底層溶氧若低於 3 ppm 則至少更換 3/4 之池水。

飼料：1987 年元月前投飼大成提供之中蝦飼料 (artificial diet A)，元月後投飼 B 飼料 (artificial

diet B), B 飼料比 A 飼料之蛋白質及脂肪含量高, A、B 飼料之一般成分如表 1, B 飼料配方如表 2, B 飼料委託大成公司製造。

表 1 人工飼料 A、B 之一般成分
Table 1 Chemical composition of artificial diet A & B
in percentage.

	Crude protgin	Crude fat	Crude fibre	Ash	Moisture
A	36	2.8	3	17	13
B	40.2	5.9	2.5	12.3	10

表 2 人工飼料 B 之配方
Table 2 Formulation of artificial diet B
(in percentage).

flour	32
White fish meal	42
Squid liver powder	5
Cod liver oil	2
Vit. mix	2
Ca(H ₂ PO ₄) ₂	3.5

投飼量：如表 3, 在平均體重 16g 以上後投飼體重之 3% 雌蝦卵巢發育之觀察；養至成蝦後投網隨機採樣，將洪 (1977) 之透光檢查加以修正為凸角 (Ponka)、厚仁 (Gualeen)、中仁 (Tioleen)、薄仁 (Perleen)、空母 (Kanber)；圖 1。除利用上法觀察外觀之成熟外，並解剖各期卵巢以計算 GSI 加以對照。

交配觀察：隨機投網採樣並仿照筆者 (林；1987) 之方法加以檢查。

本試驗報告之日齡自變態為後期幼苗算起並以 PLD 表示之。

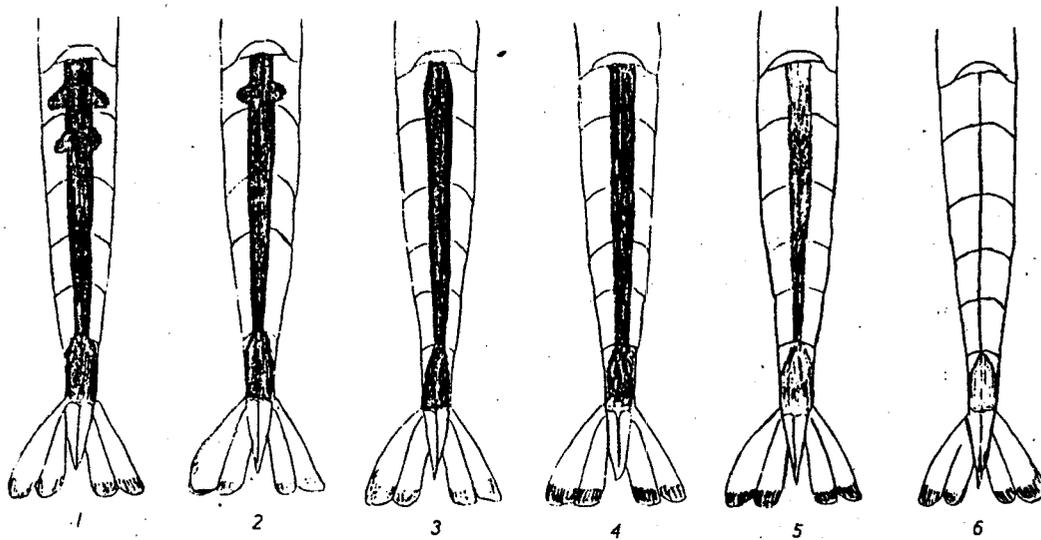
結 果

各子代之成長：自新達港引進次成熟雌蝦經一段時日之蕃養後利用剪眼柄及精英移殖做出 '85 - F₁ PL 10 體重 0.014 公克蝦苗 10 萬尾，在 1985.4.27 放養於 0.8 ha D₃ 池，密度為 10.41 尾/m²，PLD 58 天時平均體重 6.88 公克 (本文用 PLD 取代 PL, PLD 表示變態為後期幼蟲後之日齡；age after post larva in days)，PLD 92 之平均體重為 7.19 公克，之後再經 4 次中間測定，在 '85.9.20 PLD 156 時其體量 (公克) 以 Mean ± SE (range) 表示，雄蝦為 11.43 ± 1.27 (16.29 ~ 8.49)，雌蝦 14.60 ± 1.44 (17.70 ~ 11.01)，'86.1.8 PLD 266 清池，雄 20.89 ± 0.60 (27.73

表3 蝦體重及投餌率之關係

Table 3 The rate of daily artificial diet supply.

Mean body weight (g)	Daily diet supply (%)
below 1	15
1	10
2.5	8
6	6
9	5
above 16	3



- 1 & 2 : Ponka ; ready to spawn.
 3 : Gualeen ; nearly reap or reap stage.
 4 : Tioleen ; late ovarian developing stage.
 5 : Perleen ; early ovarian developing stage.
 6 : Kanber ; underdeveloping ovarian stage and /or spent female.

圖1 透光檢查之外觀卵巢成熟期；1.& 2.凸角，3.：厚仁，4.：中仁，5.：薄仁，6.空母

Fig. 1 Outlines of ovarian developing stage against the light, named in Taiwanese.

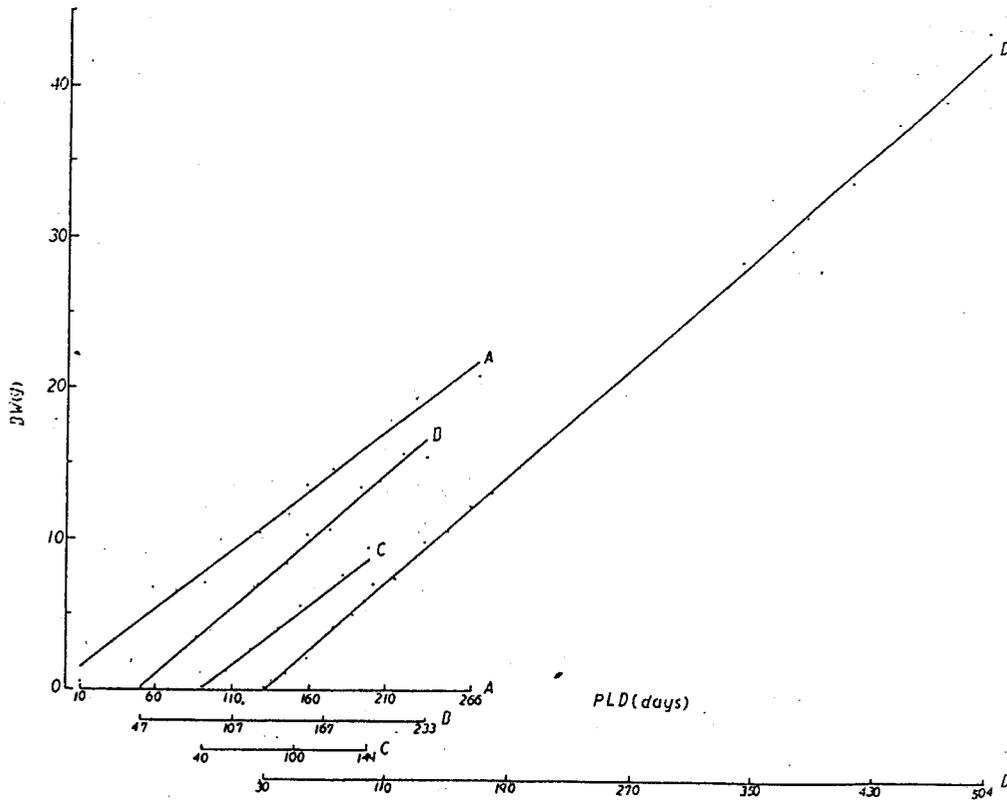
~14.78)，雌 23.58 ± 0.59 (30.42 ~ 15.70)。清池檢查 295 尾母蝦有 17 尾交配，交配率 5.76 %。'85-F₁ 紅尾蝦體重 (BW) 與 PLD 之直線相關：

雌雄不分之 $BW = 0.71 + 0.08 \text{ PLD}$ (n=165, r=0.8018)；圖 2。

雄之 $BW = 3.60 + 0.06 \text{ PLD}$ (n=63, r=0.5892)；圖 3。

雌之 $BW = -4.46 + 0.10 \text{ PLD}$ (n=68, r=0.8938)；圖 3。

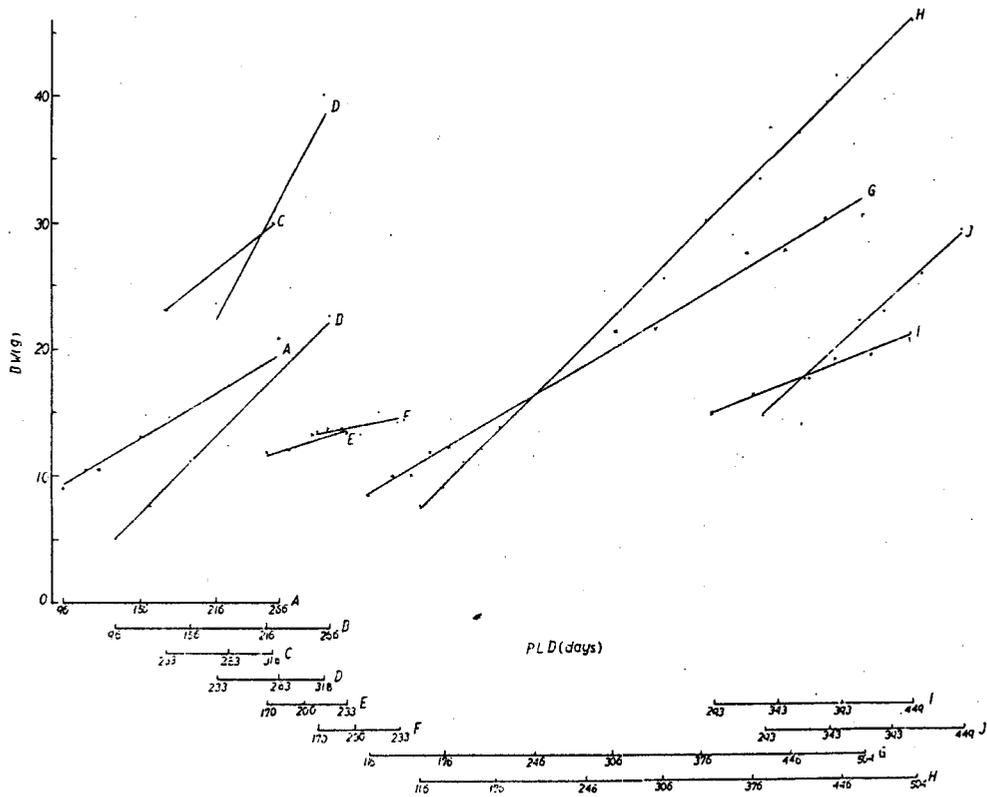
'85-F₁ 清池後選擇 100 對大型種蝦 (雌蝦體重約 30 公克) 於 30-T 八角池蓄養，並利用剪除單眼柄及精英移殖做出 '85-F₂，11 萬尾 PLD47 體重平均 0.07 公克在 '86.3.22 放養經晒坪 2 個半月之 D₂ 池，密度 11.45 尾/m²。6 月 20 日 PLD 136 時檢查 33 尾母蝦其中體長 10.23 公分，體重



A: '85-F ₁ PLD: 10-266 ('85.4.27-'86.1.8) $BW = 0.71 + 0.08 \text{ PLD}$ (n=165, r=0.8018)	B: '85-F ₂ , PLD: 47-233 ('86.3.22-'86.9.24) $BW = -4.28 + 0.09 \text{ PLD}$ (n=320, r=0.8882)
C: '85-F ₃ PLD: 40-149 ('87.7.20-'87.11.6) $BW = -3.18 + 0.08 \text{ PLD}$ (n=145, r=0.9576)	D: '86-F ₁ , PLD: 30-504 ('86.4.10-'87.8.4) $BW = -2.77 + 0.09 \text{ PLD}$ (n=448, r=0.9670)

圖 2 壩育紅尾蝦 '85-F₁、'85-F₂、'85-F₃ 及 '86-F₁ 之體重 (BW) 與日齡 (PLD) 之直線相關

Fig. 2 Relationship between body weight (BW) in grams and age in days after postlarva (PLD) of pond culture *Penaeus penicillatus* of '85-F₁, '85-F₂, '85-F₃ and '86-F₁.



- | | |
|---|--|
| A: '85-F1-Male, PLD : 96-266
('85.7.22-'86.1.8)
BW=3.60+0.06PLD
(n=63, r=0.5892) | B: '85-F1-Female, PLD: 96-266
('85.7.22-'86.1.8)
BW=-4.46+0.10PLD
(n=68, r=0.8938) |
| C: '85-F2-D1-Male, PLD : 233-318
('86.9.24-'86.12.18)
BW=4.42+0.08PLD
(n=38, r=0.6062) | D: '85-F2-D1-Female, PLD: 233-318
('86.9.24-'86.12.18)
BW=-21.90+0.19PLD
(n=27, r=0.7322) |
| E: '85-F2-D2-Male, PLD : 170-233
('86.7.23-'86.9.24)
BW=6.03+0.03PLD
(n=68, r=0.5015) | F: '85-F2-D2-Female, PLD: 170-233
('86.7.23-'86.9.24)
BW=9.86+0.02PLD
(n=73, r=0.2675) |
| G: '86-F1-D2-Male, PLD : 116-504
('86.7.23-'87.8.4)
BW=3.34+0.04PLD
(n=113, r=0.9786) | H: '86-F1-D2-Female, PLD: 116-504
('86.7.23-'87.8.4)
BW=-4.15+0.10PLD
(n=176, r=0.9748) |
| I: '86-F1-D4-Male, PLD : 293-449
('87.1.21-'87.7.6)
BW=3.34+0.04PLD
(n=78, r=0.6985) | J: '86-F1-D4-Female, PLD: 293-449
('87.1.21-'87.7.6)
BW=-11.39+0.09PLD
(n=71, r=0.7506) |

圖 3 紅尾蝦雌、雄子代之體重 (BW) 與日齡 (PLD) 之直線相關

Fig. 3 Relationship between body weight (BW) in grams and age in days after postlarva (PLD) of pond culture *Penaeus penicillatus* of '85-F1, '85-F2-D1 & D2, '86-F1-D2 & D4, by male and female.

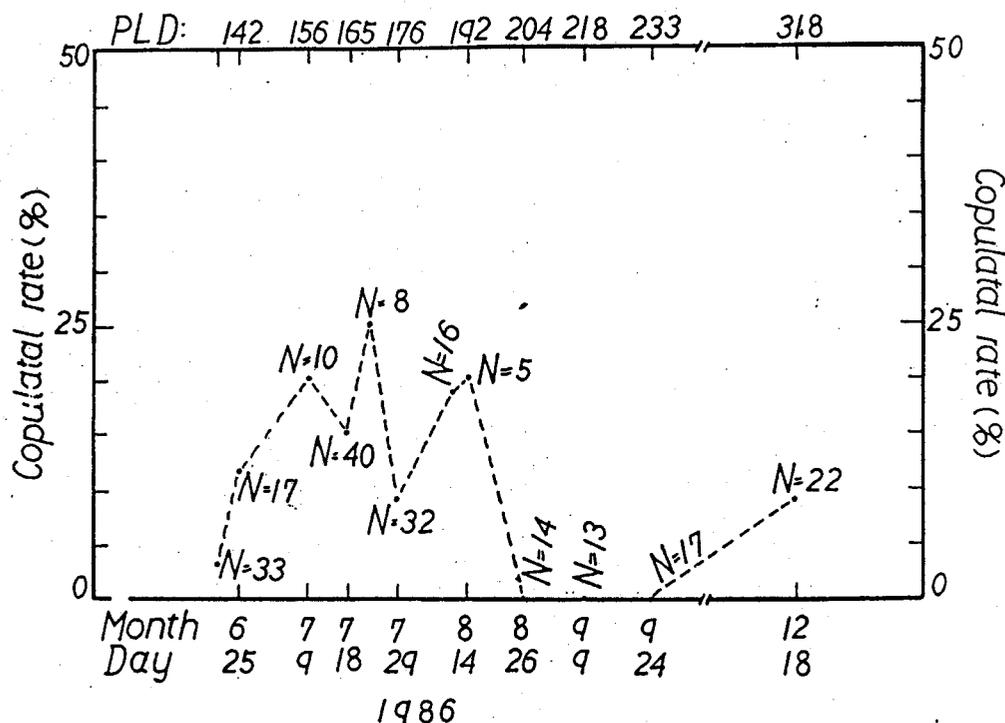
16.08 公克之一尾母蝦有交配，交配率為 3.03%，6 月 25 日 PLD 141 體重 11.36 ± 0.37 (16.08 ~ 7.49) 交配率為 11.76%，7 月交配率上升至最高峯達 25%，8 月後開始下降，在 8 月 26 ~ 9 月 24 日 (PLD 203 ~ 232) 投網採樣均無交配者；F₁。9 月 24 日 PLD 233 清池之雄蝦體重 14.78 ± 0.31 (17.75 ~ 12.98) 公克，雌為 16.37 ± 0.53 (19.92 ~ 11.84)。'85 - F₂ 紅尾蝦於 8 月 22 日曾陷捕 250 對移入深 1 號 (D₁) 0.5 ha 池中與 7 萬尾草蝦混養，當時之雄體重 14.40 ± 0.40 (16.70 ~ 12.66) 公克，雌 15.82 ± 0.29 (17.43 ~ 13.22)，'86.9.24 測定雄體重增為 23.08 ± 1.51 (26.00 ~ 20.88) 公克，雌 23.61 ± 3.59 (30.73 ~ 19.13)，'86.12.18 PLD 318 清池雌體重已達 29.89 ± 0.50 (35.25 ~ 21.49) 公克，雌 40.22 ± 1.26 (51.02 ~ 29.17)，清池時活存 500 尾 (活存率 99%)，抽查 22 尾母蝦有 2 尾交配，交配率 9.09%；圖 4。養在 D₁ 池之蝦即 '85 - F₂ - D₁ 移入 30 - T 八角池越冬，越冬期間及結束時之活存率與交配率如表 4，蓄養 150 對之 1 號池活存率最低僅 70%，其他蓄養 20 對各池活存率介於 85 ~ 97.5%。交配率 1 號池在 '87.1.23 清池時為 39.79%，2 號池在 2 月 5 日清池時為 7.69%，3 ~ 6 號池在越冬後於 '87.4.10 檢查，最高交配率 55.55%，最低為 23.80%。

放養於深 2 號池 (D₂) 之紅尾蝦即 '85 - F₂ - D₂ 之體重與 PLD 之直線相關：

雌雄不分 $BW = -4.28 + 0.09 \text{ PLD}$ ($n = 320$, $r = 0.8882$)；圖 2。

雄 $BW = 6.63 + 0.03 \text{ PLD}$ ($n = 68$, $r = 0.5015$)；圖 3。

雌 $BW = 9.86 + 0.02 \text{ PLD}$ ($n = 73$, $r = 0.2675$)；圖 3。



N : Individuals of female examined

圖 4 紅尾蝦 '85 - F₂ 交配率變化

Fig. 4 Fluctuations of natural copulatory rate of pond culture '85-F₂ red-tail shrimp, *Penaeus penicillatus* Alock, fed with artificial diet A.

表4 八角池 '85 - F₂ 紅尾蝦越冬後之活存率、性比及交配率

Table 4 Survival rate, sex ratio, and copulation rate of pond culture '85-F₂ red-tail shrimp, *Penaeus penicillatus* Alock, after overwintering in 30-T concrete experimental ponds.

Pond no.***	Initial*			Terminational			
	Date	Individuals	Sex ratio M : F**	Date	Survival rate(%)	Sex ratio M : F**	Copulation rate (%)
1	'86	300	1 : 1	'87.1.23	70	1:1.14	39.79
2		40	1 : 1	2. 5	100	1:1.30	7.69
3	12	40	1 : 1	4.10	92.5	1:1.31	23.80
4		40	1 : 1	4.10	80	1:3	33.33
5	18	40	1 : 1	4.10	85	1:1.12	55.55
6		40	1 : 1	4.10	97.5	1:1.43	26.08

* BW(g) : Mean ± SE (range)

Male : 29.89 ± 0.50 (35.25 - 21.49), n = 33

Female : 40.22 ± 1.26 (51.02 - 29.17), n = 22

** M : male

F : female

*** : 15.78 pcs/m for pond no. 1, 2.10 pcs/m for no. 2 - no. 6.

'85 - F₂ - D₂ 之 BW 與 PLD 直線相關：

雄 BW = 4.42 + 0.08 PLD (n = 38, r = 0.6062) ; 圖 3。

雌 BW = -21.90 + 0.19 PLD (n = 27, r = 0.7322) ; 圖 3。

'85 - F₂ 大型雌蝦經剪除單眼柄及精英移植所做出之 '85 - F₃ 子代，在 '87.7.20 PLD 40 平均體重 0.22 公克 11,000 尾放養於中區 11 號池 (M₁₁)，密度 3.7 尾/m²。'85 - F₃ - M₁₁ 養至 '87.11.6 時雄蝦為 9.55 ± 0.25 (11.59 ~ 6.13) 公克，尚繼續培育中。計算 8 次中間測定之結果其體重與 PLD 之相關為：

雌雄不分 BW = -3.18 + 0.08 PLD (n = 145, r = 0.9576) ; 圖 2。

1986 年自布袋選擇懷卵凸角母蝦自然產卵下育出 '86 - F₁，中間育成至 PLD 15 時在 '86.1.10 放養於中區 0.8 ha 之 M₁ 池 225,000 尾，平均體重 0.028 公克。'86.9.24 第 12 次測定時雄體重 12.61 ± 0.29 (15.58 ~ 11.17)，雌 13.34 ± 0.25 (15.06 ~ 11.09) 公克；PLD 為 204 天，當日點算 2,000 尾放養於乾池曝曬 21 天之 0.8 ha D₂ 池，密度為 0.2 尾/m²，另點算 15,000 尾與中間育成 PLD 152 天草蝦 (22.32 公克，2,000 尾) 混養於 D₄ 深池，放養密度 2.12 尾/m²。與草蝦混養即 '86 - F₁ - D₄ 經紅尾蝦在 PLD 293 天時測定，雄體重 15.25 ± 0.44 (17.78 ~ 12.78)，雌 18.79 ± 1.57 (30.95 ~ 13.40) 公克，草蝦當時僅採樣到 2 尾，'87.4.7 PLD 369 時紅尾蝦雄體重 18.86 ± 0.81 (24.49 ~ 16.72)，雌 20.82 ± 0.74 (25.00 ~ 17.73) 公克，當時已無法採樣到草蝦，

PLD 369之紅尾蝦交配率為 14.28 %，'87.5.7 PLD 389 天雄體重 20.30 ± 0.87 (29.30 ~ 17.06)，雌 22.13 ± 0.99 (28.17 ~ 13.09) 交配率 50 %，'87.6.5 PLD 418 天時雄體重 19.30 ± 0.53 (22.78 ~ 14.48)，雌 27.51 ± 1.60 (35.97 ~ 18.14) 公克，交配率 90.91 %，'87.7.6 PLD 449 天雄體重 21.36 ± 0.66 (25.11 ~ 18.91)，雌 33.69 ± 0.45 (35.85 ~ 31.42) 公克，交配率為 0 %，在 8 月時由於附近民間養蝦場急增，電力不足下，本池因夜間水車故障而泛池。深 4 號即 '86 - F₁ - D₁ 之體重與 PLD 直綫相關為：

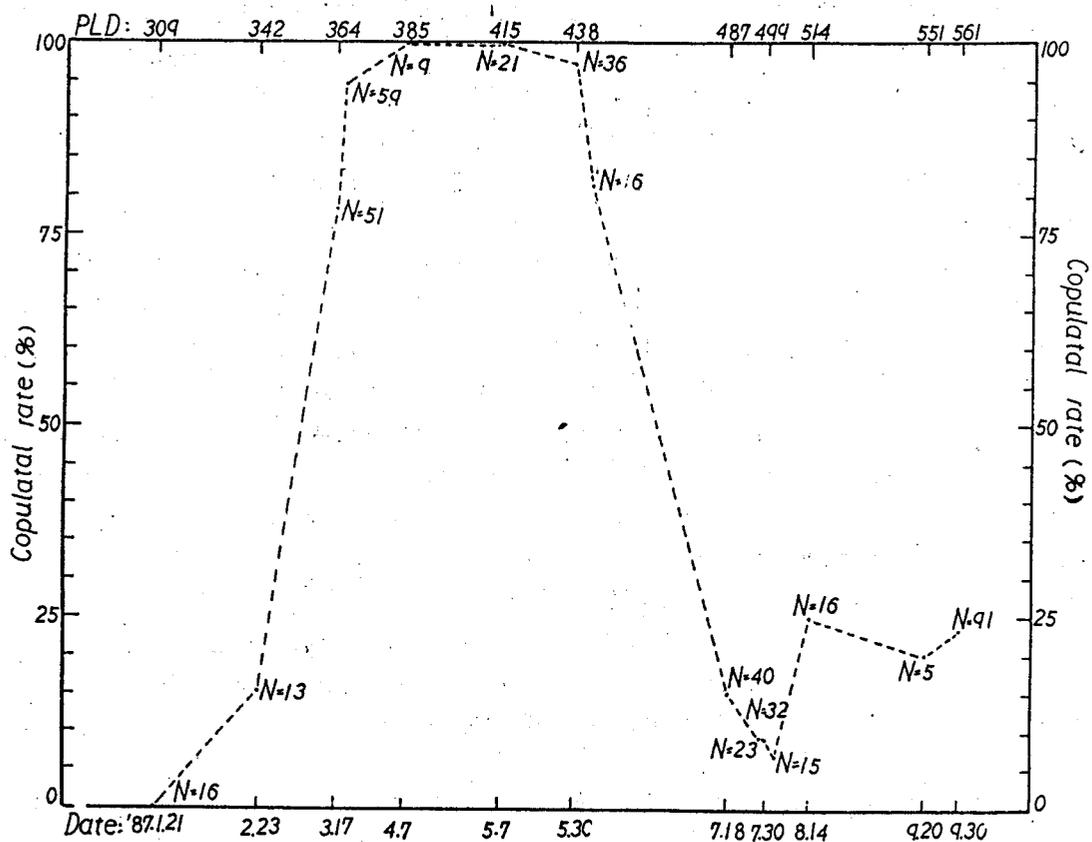
雄 $BW = 3.34 + 0.04 \text{ PLD}$ (n=78, r=0.6985) ; 圖 3。

雌 $BW = -11.39 + 0.09 \text{ PLD}$ (n=71, r=0.7566) ; 圖 3。

在 M₁ 池育成至 15.02 公克後清點 2,000 尾單養於 D 深池即 '86 - F₁ - D₂ 紅尾蝦其體重與 PLD 之相關為：

雌雄不分 $BW = -2.77 + 0.09 \text{ PLD}$ (n=448, r=0.9670) ; 圖 2，前段養殖包括在內。'86 - F₁ - D₂ 在 '87.1.1 之後改投 B 飼料其他管理方法不變，雄蝦 $BW = 3.34 + 0.04 \text{ PLD}$ (n=78, r=0.6985)，雌 $BW = -11.39 + 0.09 \text{ PLD}$ (n=71, r=0.7566) ; 圖 3。

'86 - F₁ - D₂ 之交配率如圖 5 ; 在 '87.1.21 前為 0 %，2 月 23 日後交配率自 15.38 % 開始上



N : Individuals of females examined.

圖 5 '86 - F₁ 紅尾蝦交配率變化

Fig. 5 Fluctuations of natural copulatory rate of pond culture '86-F1 red-tail shrimp, *Penaeus penicillatus* Alock, fed with artificial diet B.

升，在4月7日雄體重(公克) 23.24 ± 0.52 (25.78 ~ 21.73)，雌 27.43 ± 0.98 (32.78 ~ 22.96) 及5月7日雄體重(公克) 28.14 ± 0.79 (31.05 ~ 25.84)、雌 39.51 ± 0.91 (45.00 ~ 25.30) 時測定D₂池中紅尾蝦 '86 - F₁ - D₂ 結果均為100%，5月底稍降但尚有96.66%，6月5日降至81.25%，7月底~8月3日降至9~7%，8月中旬又提高到20%，9月30日清池檢查91尾母蝦交配率為23.07%。'86 - F₁ - D₂ 在7月6日測定時雄體重(公克)已達 28.80 ± 0.91 (31.21 ~ 25.78)，雌 44.85 ± 1.11 (52.57 ~ 38.66) 比當時海水蝦體型大。'86 - F₁ - D₂ 比 '86 - F₁ - D₄ 長得快，前者在PLD 444時雄已達 28.15 ± 0.81 (31.63 ~ 21.98)，雌 42.96 ± 0.74 (47.53 ~ 34.53) 比後者PLD 449雄平均21.36，雌33.69還大。

溫育紅尾蝦之自然成熟及產卵：養殖過程中，'86 - F₁ - D₂ 在'87.3.31首先發現1尾凸角母蝦(PLD 365)，體長15.30公分，體重46.81公克成功自然產卵20,000粒，孵化率50%，育成蝦苗PLD 40共5,000尾，育成率50%。'87.11.12蓄養於30-T八角池者有2尾自然產卵，體長15.75公分、體重52.94公克者產卵99,000粒，孵化率52.52%，卵徑 278.52 ± 2.27 (290.4 ~ 264.0) μm ，體長15.60公分、體重49.91公克者自然產卵1,000粒，孵化率0%，卵徑 264.00 ± 6.29 (299.2 ~ 246.4) μm 。'85 - F₂ 在養殖試驗池中無卵巢發育成熟者，但粗放在5公頃之蓄水池300尾，'86.9.19清池捕獲12尾，有3尾產卵，平均產卵數200,000，最高240,000，最低140,000孵化率64%，最低0.25%，平均32.41%。'85 - F₁ 在養殖期間無達自然產卵者，唯當時('85.8.1)在虱目越冬溝1號池發現有野生蝦10尾，其中有3尾自然產卵，在深1號草蝦池中亦發現有野生紅尾蝦12尾，自然產卵3尾，連同上述共6尾自然產卵，最高產卵數200,000、最低50,000，平均157,000其中2尾孵化率0%，4尾孵化成功，最高孵化率63.63%，最低為29.16%，平均27.98%；圖5。卵巢發育季節變化：

'85 - F₁ 及 '85 - F₂ 在養殖過程投網檢查都僅發現空母，'85 - F₁ 在PLD 114、124 ~ 125、156共測定3次GSI 平均值0.17 ~ 0.27最高0.38，最低0.05，PLD 124 ~ 125採樣的體型比PLD 114小其GSI平均值亦較小。'85 - F₂ 在PLD 211及318測定2次，前者GSI平均0.22後者GSI 0.63，前者平均體重14.86公克，後者平均體重40.22公克；圖6、7。

'86 - F₁ 卵巢各成熟期變化用投網隨機採樣並用光綫透視法檢查結果如圖6，在'86.10.15 ~ '87.2.23即PLD 198 ~ 329時100%為空母，3月31日PLD 365開始發現有凸角母蝦唯佔極低之比例僅0.83%，在4月14日PLD 379之後凸角母蝦所佔之比例急增到22%，5月7日時達第1次高峯(全年最高峯)佔38.09%，6月3日PLD 429時急降為6.06%，6月8日PLD 434時又提昇到22.22%，6月16日PLD 442時達第2次高峯佔27.58%，6月下旬至7月上旬依次自11.76%、9.52%、5%而下降，至7月中旬PLD 470時已無法採樣到凸角母蝦，8月10日投網檢查採到3.14%的凸角母蝦，9月30日清池沒發現有懷卵凸角之母蝦。清池後選擇130尾種蝦在30-T之八角池蓄養，11月11日清池檢查雄53尾、雌26尾，活存68.46%，而凸角母蝦共有3尾佔11.53%。

光綫透視法所分別之各卵巢成熟期之GSI如圖7之下半部，全年'86 - F₁ - D₂ 雌蝦之GSI以Mean \pm SE (range) 表示其變化如圖7之上半部，在養殖期間即自'86.10.10 ~ '87.9.30，4 ~ 6月有較高之GSI，7月後之GSI則徐徐下降，9月底之GSI仍然高於越冬前('86.10.15)之GSI。9月30日清池後移到30-T八角池蓄養者在11月11日測定之GSI高於上述7 ~ 9月間所測定者。各卵巢成熟期之GSI(圖7下半部)都有季節性之變化。空母(Kanber)之GSI在越冬前(PLD 198)時僅0.17，在越冬後PLD 379 ~ 590 GSI較高為2.07 ~ 0.55，厚仁者(Gauleen)與凸角者(Ponka)之GSI除6月份外其間之差值均在1之內，薄仁者(Perleen)之GSI在6月之後無甚變化。中仁者(Tioleen)、厚仁者、及凸角母蝦之GSI全年有較大之起伏；4、5月

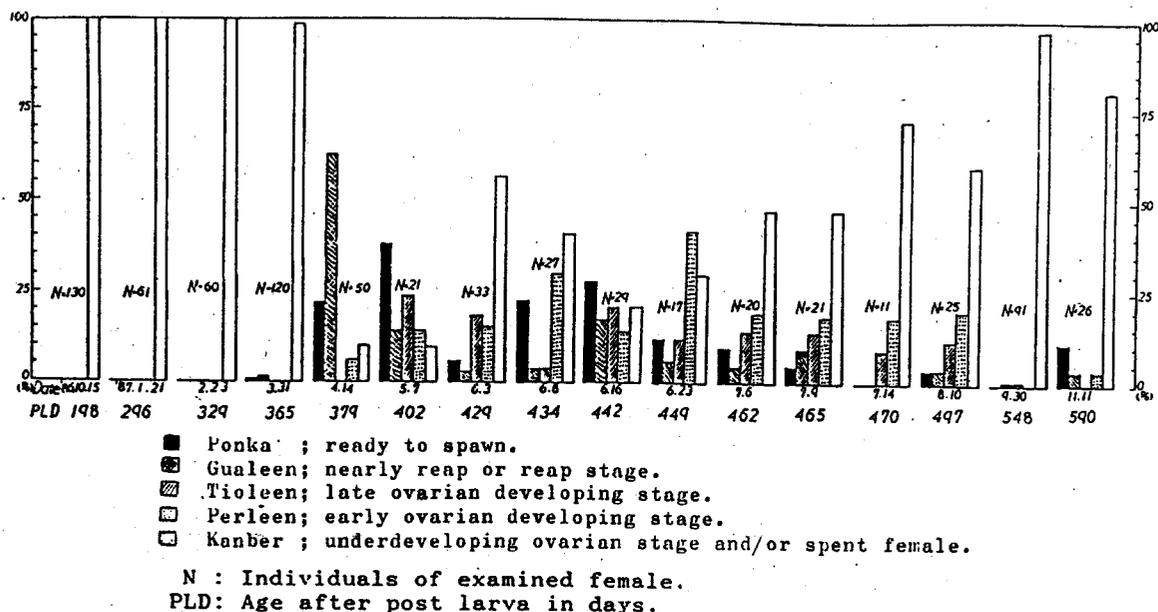


圖 6 '86 - F₁ 紅尾蝦各卵巢發育期所佔比例之年變化
 Fig. 6. Fluctuations of ovarian developing stages of pond culture red-tail shrimp, *Penaeus penicillatus* Alock, in percentages. From PLD 198 to PLD 590.

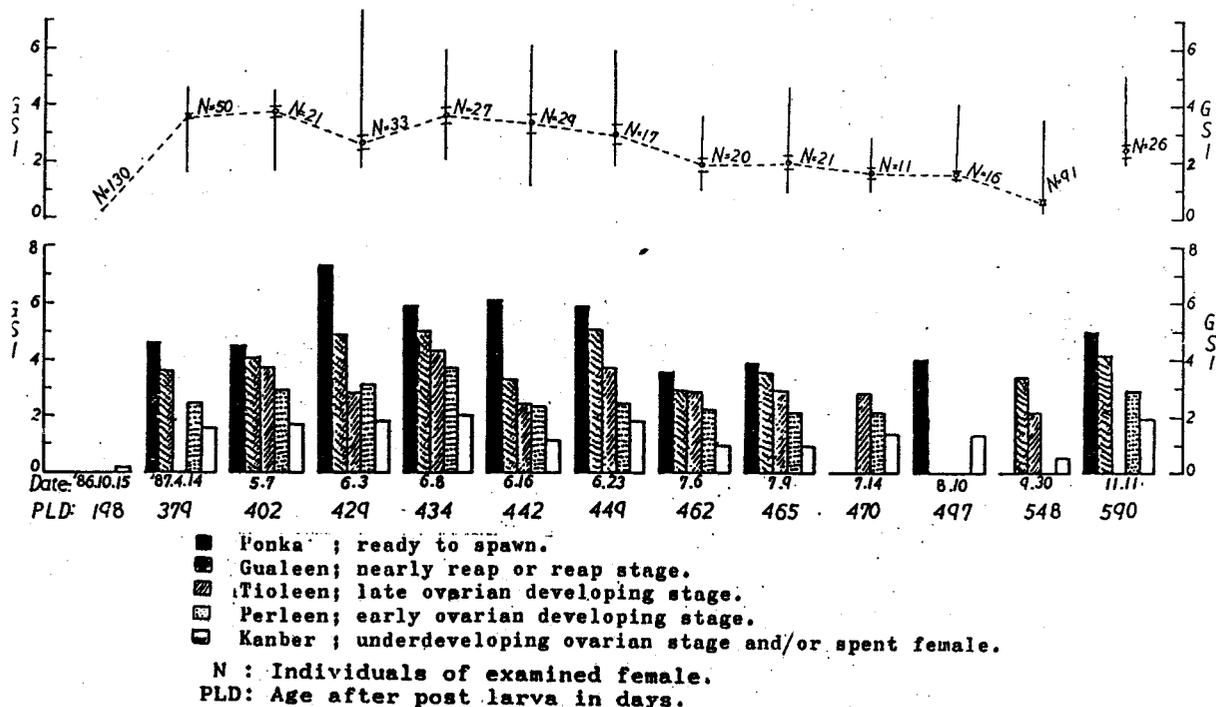


圖 7 上：'86 - F₁ 全年之卵巢 GSI 變化。下：各卵巢發育期之 GSI 全年變化

Fig. 7. Fluctuation of GSI indicated as Mean SE (range), and the relationship between GSI and ovarian developing stage of pond culture '86-F₁ red-tail shrimp, *Penaeus penicillatus* Alock, from PLD 198 to PLD 590.

凸角之 GSI 介於 4~5 月之間，6 月升高到 6~8 之間，7 月又下降到 4 左右，11 月中旬又提升到 5 左右。全年凸角之 GSI 平均值為 5.38 最高 7.38，最低 3.56，厚仁者平均 3.99，最高 5.02，最低 3.33 中仁者平均 2.97 最高 4.30，最低 2.14，薄仁者平均 2.65 最高 3.17，最低 2.25，空母平均 1.19 最高 2.07，最低 0.14；表 8。4~5 月間 (PLD 379~402) 之凸角母蝦透光檢查如圖 8。
85-F₂ 養殖期間之水溫、塩分變化如圖 9，'86-F₁ 則如圖 10。

表 8 塏育紅尾蝦 '86-F₁ 各卵巢成熟期之 GSI
Table 8 GSI in Mean \pm SE (range) of various ovarian developing stages of pond cultured '86-F₁ red-tail shrimp, *Penaeus penicillatus* Alock, from PLD198 to PLD590 ('86.10.15-'87.11.11).

Ponka *	Gualeen *	Tioleen *	Perleen *	Kanber *
5.38 \pm 0.42 (7.38-3.56)	3.99 \pm 0.22 (5.02-3.33)	2.97 \pm 0.22 (4.30-2.14)	2.65 \pm 0.17 (3.17-2.25)	1.19 \pm 0.17 (2.07-0.14)
N=8	N=11	N=10	N=9	N=15

*In Taiwanese ;

Ponka : ready to spawn.

Gualeen : nearly reap or reap stage.

Tioleen : late ovarian developing stage.

Kanber : underdeveloping ovarian stage and /or spent female.



照片 8 箭頭指示自然成熟 '86-F₁ 塏育懷卵凸角之紅尾母蝦
Plate 8 Arrows show spontaneous maturation of Ponka females (ready to spawn in Taiwanese) of POND cultured '86-F₁; red-tail shrimp, *Penaeus penicillatus* Alock.

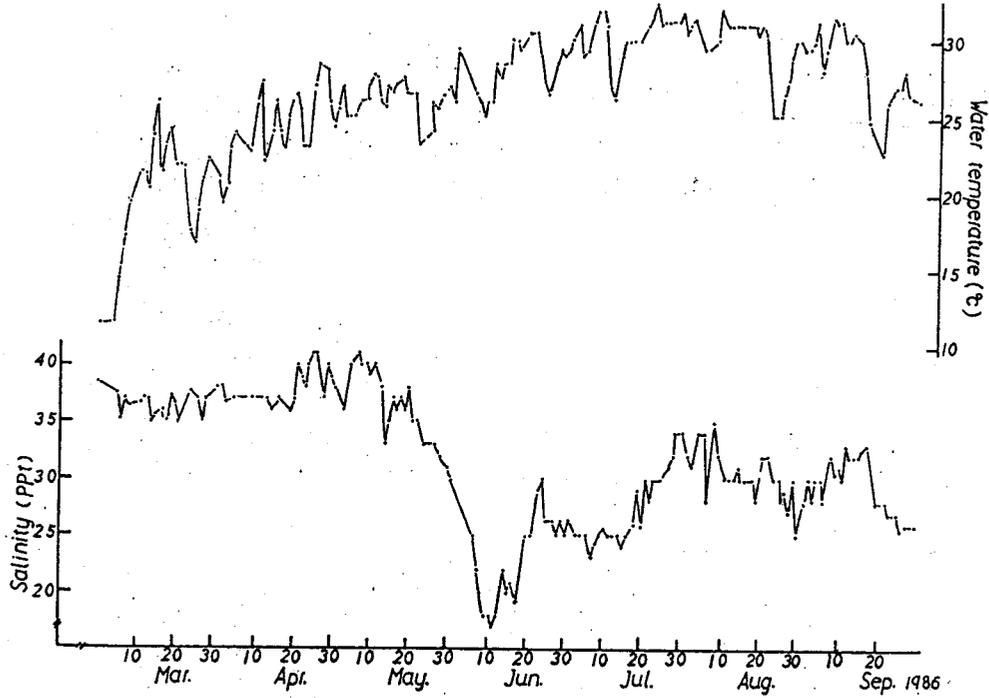


圖 9 D₂ 池水溫、塩分變化 1986.3 ~ 1986.9
Fig. 9 Changes of water temperature and salinity of deep pond no. 2 (D-2), from march, 1986-September, 1986.

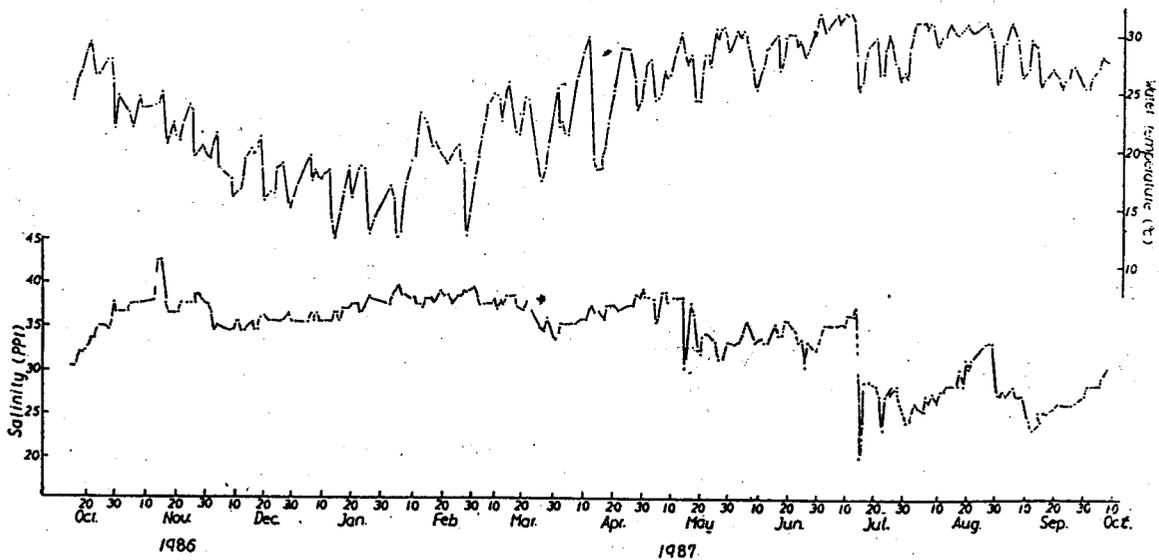


圖 10 D₂ 池水溫及塩分變化 1986.10 ~ 1987.10
Fig. 10 Changes of water temperature & salinity in deep pond no.2(D2), from october, 1986 to october, 1987.

討 論

本試驗自 1985 年元月 26 日起自高縣新打港引進次成熟蝦至 '87.7.20 育出 F_3 ，所用之方法均為母蝦經單眼柄切除誘導產卵再加上精英移植做出子代。另在 1986 年 3 月自布袋選擇懷卵凸角母蝦自然產卵所育出之子代，將其育成種蝦後於 '87.3.31 自然產卵成功並育出 F_2 。上述工作為自廖 (1973) 發表池中 2 尾卵巢成熟所做之卵巢組織學之觀察速報以來首先完成之工作。Penaeus 屬在國外方面 Aquacop (1975、1979) 利用剪眼柄誘導產卵並育出子代的有 $P. monodon$ 至 F_3 ， $P. stylirostris$ 至 F_3 ， $P. vanamei$ 至 F_1 ， $P. merguensis$ 至 F_1 ，Beard et al (1977) 育成 $P. merguensis$ 至 F_2 。筆者在台南分所剪眼柄誘導產卵並育至 F_2 有 $P. monodon$ 及 $P. vanamei$ (未發表)。利用塹蝦剪眼誘導產卵但沒有育出子代的有：Arnstein & Beard (1975)；誘導 18 月齡 $P. orientalis$ 產卵，Alfredo & Santiago (1977)；誘導 23 月齡 $P. monodon$ 產卵並孵化，Halder (1978)；誘導 $P. monodon$ 卵巢發育成熟，Primavera (1978)；誘導 5 月齡 $P. monodon$ 產卵並孵化。在自然成熟 (Spontaneous maturation) 方面，Moore et al (1974) 將海空母 $P. californiensis$ 蓄養至產卵；共產卵 8 尾，產卵數最高 63,000 粒，最低 1,500 粒，僅一次 4,500 粒者有 3% 孵化但到 N_2 全部死亡，Conte et al (1977) 在 0.1ha 池塘中育成懷卵 $P. stylirostris$ 及 $P. setiferus$ ； $P. stylirostris$ 養一年產卵， $P. setiferus$ 越冬者可達性成熟。Rodriguez (1981) 育成性成熟之 $P. kerathurus$ ，Lumare (1984) 將中間育成平均 26.25 公克雌 $P. japonicus$ 用 510m² 沙質池育成懷卵母蝦，其密度為 0.98 尾/平方公尺，筆者曾在台南分所 30-T 八角池及 8-T 水泥池育成次成熟之海空母 $P. japonicus$ 至產卵 (未發表)。由上可知本試驗將紅尾蝦育至 F_3 對紅尾蝦而言是首次成功 ('85- F_1 、'85- F_2 、'85- F_3) 而以自然產卵方式育至 F_2 ('86- F_1 、'86- F_2) 在 Penaeus 屬而言可說是一項突破。

子代間之成長比較：'85- F_1 、 F_2 、 F_3 是利用單眼柄切除及精英移植所育成，'86- F_2 為海蝦自然產卵所育成，雌雄不分之體重與日齡 (PLD) 直線相關之 b 值 (圖 2)，'85- F_1 為 0.08， F_2 為 0.09， F_3 為 0.08，'86- F_1 為 0.09，以變積分析其迴歸係數 (regression coefficient；Tb) 之結果如表 9，'85- F_3 、'85- F_2 分別與 '86- F_1 比較無顯著差異 (Tb < 1.96)，'85- F_2 、'85- F_1 分別與 '85- F_3 相比較亦無顯著差異 (Tb < 1.96)，由於各子代放養年度與季節不同其截距 (adjusted Mean；Tb 值) 均大於 2.57 都有極顯著差異，雖然 '85- F_1 與 '86- F_1 之間有較顯著之差異 (Tb > 1.96)，但大體上根據上述之分析結果可以判斷塹蝦單眼切除及精英移植所育出之子代與海蝦自然產卵所育出之子代間之成長並無顯著差異，故眼柄切除及精英移植方法在紅尾蝦生產工作上可以認定為一可行之法。

雌雄分別測定，即成蝦之體重與日齡之直線相關同性間與異性間作比較，其結果如圖 3 及表 10；異性間相較則日齡越大體重差異越大 (雌 > 雄)，經變積分析結果 Tb 值除 '85- F_2 - D_2 者無顯著差異外 (Tb = 0.51 < 1.96)，其他皆有極顯著之差異。'85- F_2 - D_2 養殖密度最高為 11.45 尾/m²，在 PLD 266 時清池雄體重平均 20.89 公克，雌 23.58 公克差異甚小。放養密度小的 '86- F_1 - D_2 (0.2 尾/m²) 其 PLD 越大雌雄間之體重差異越大，比如 PLD 475 時，雄雌已有 28.80 ± 0.91 (31.21 ~ 25.78)，但雌已達 44.85 ± 1.11 (52.57 ~ 38.60) 之大體型種蝦，可見上述 '85- F_2 - D_2 異性間之 Tb 值無顯著差異可說是有較高之養殖密度所致，此情形亦可自 '86- F_1 養於不同密度之 D_4 池 ('86- F_1 - D_4 ；2.12 尾/m²) 及 D_2 池 ('86- F_1 - D_2 ；0.2 尾/m²) 有極顯著之差異可見一斑。同性間分別比較：在雌蝦方面，以成長最好的 '86- F_1 - D_2 與同屬第一子代之 '85- F_1 相比無顯著差異 (Tb = 0.76 < 1.96)，而 '85- F_1 與 '85- F_2 間却有極顯著差異 (Tb = 4.47 > 2.57)，'86- F_1 與 '85- F_2 相比結果亦然。在雄蝦方面，'86- F_1 - D_2 與 '85-

表9 塢育紅尾蝦各子代之體重與日齡直線相關之變積分析結果

Table 9 The analysis of covariance for comparing the regression coefficient Tb and adjusted mean Ta of body weight and PLD relationship among '85-F₁, '85-F₂, '85-F₃ and '86-F₁ of pond cultured red-tail shrimp, *Penaeus penicillatus* Alock.

Tb			
'85-F ₁	'85-F ₂	'85-F ₃	
2.63 **			Tb 1.96, NS: no significant
0.73 NS	1.41 NS		Tb 1.96, * : significant
2.08 *	0.51 NS	0.34 NS	Tb 2.57, ** : highly significant
			'86-F ₁ -D ₂

Ta			
'85-F ₁	'85-F ₂	'85-F ₃	
7.33 **			
8.19 **	30.56 **		
13.54 **	11.04 **	29.23 **	'86-F ₁

'F₁ 及 '85 - F₂ - D₁ 相比均無顯著差異，'85 - F₁ 與 '85 - F₂ 之間亦無顯著差異，綜合上述比較結果可知在育至種蝦後蓄養密度之差異對雄蝦之成長影響較少，而對雌蝦之影響較大。紅尾蝦之雄蝦在塢中比雌蝦性成熟早，雄蝦在平均 16.66 公克就有與雌蝦交配之行為（發表中；草蝦與紅尾蝦雜交研究，水試所試驗報告），體重 20.89 公克的雄蝦，其精莢一個平均 5.78mg，最大為 10.5 mg，精子含量已高達 14.5×10^6 細胞數（未發表），故就種蝦培育而言，為確保能獲得較大體型之母蝦，以本試驗之結果而言，以 0.2 尾/m² 之放養密度最佳，提高到 2.12 尾/m² 尚有令人滿意之結果，但若提高到 10 尾/m² 則難獲大體型自然成熟之母蝦，必須經單眼柄切除才能誘導產卵。用水泥池蓄養大體型之種蝦密度影響活存率亦很大，以 15.78 尾/m² 之密度蓄養 34 天活存率僅及 70%，而以 2.10 尾/m² 之密度蓄養者却高達 100%（表 4）。

塢中之自然交配率；從 '86 - F₁ 全年交配率之變動觀之（圖 5），在 2 月底當水溫回升到 20℃ 以上就開始有交配行為，在 4 月初～5 月底交配率高達 100%，6 月初以前亦有 81.25%，可見塢育紅尾蝦在 4～6 月間有極旺盛交配行為，此情形與天然懷卵凸角母蝦之盛產期相符合，天然種蝦（布袋地區）在 6 月後入手就感困難，而塢蝦在 7 月之後交配率就開始急降，雖在 8～12 月亦能交配，但並不旺盛（'86 - F₁；圖 5，'85 - F₂；圖 4 及表 4），由此可見若欲全年生產蝦苗在 6 月後除了必須靠塢蝦來提供種源外，並且必須借重單眼柄切除及精莢移植之方法才能彌補上述之缺點。

'86 - F₁ 種蝦 3 月後～9 月前都有凸角母蝦，在天然產卵期交配率高達 100%，而在 8～9 月

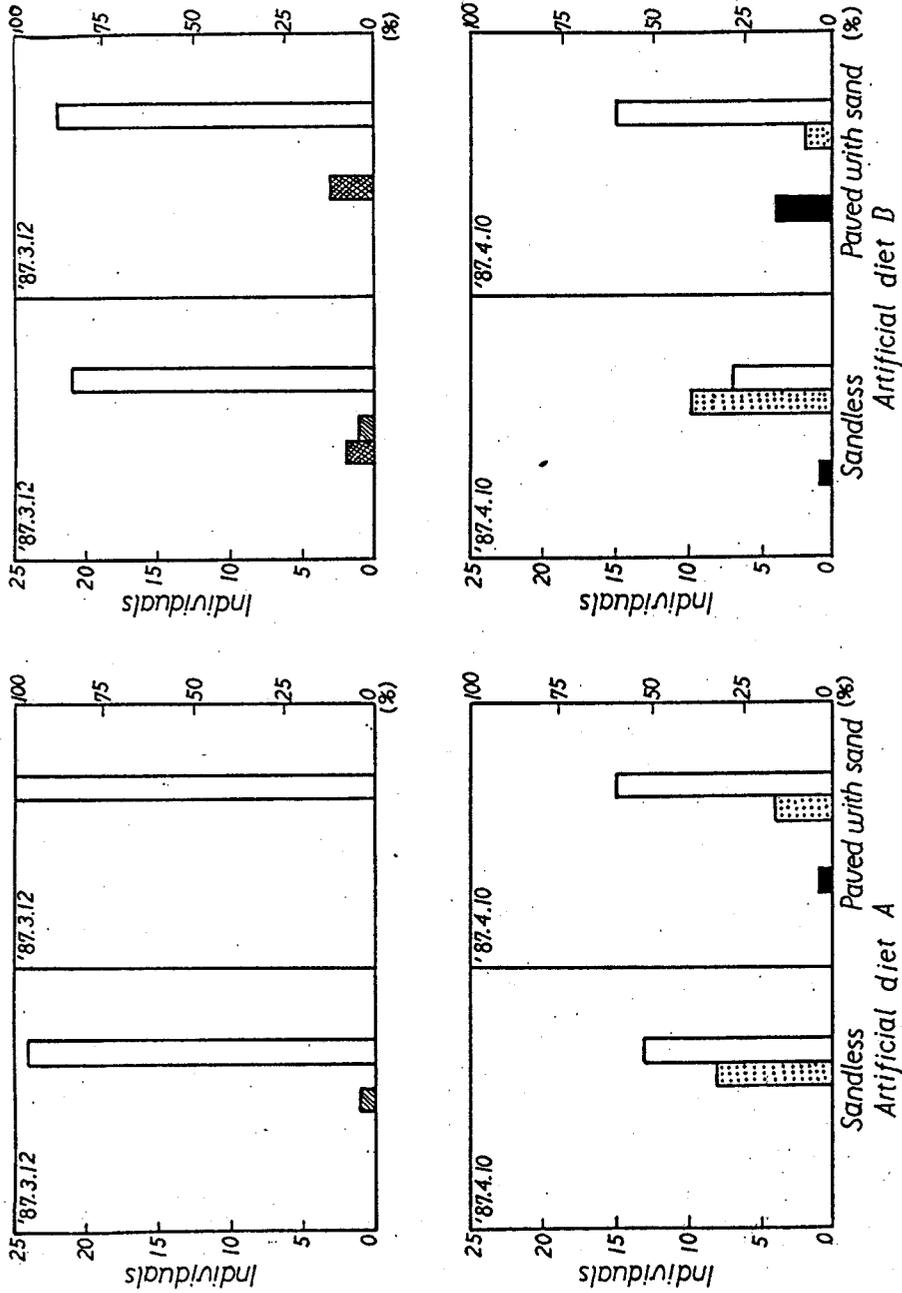
表 10 塲育紅尾蝦雌、雄子之體重與日齡之直線相關之變積分分析結果
 Table 10 The analysis of covariance for comparing the regression coefficient Tb and adjusted mean Ta of body weight and PLD relationship among '85-F1-♂, '85-F1-♀, '85-F2-D1-♂, '85-F2-D1-♀, '85-F2-D2-♂, '85-F2-D2-♀, '86-F1-D2-♂, '86-F1-D2-♀, '86-F1-D4-♂, and '86-F1-D4-♀, of pond cultured red-tail shrimp *Penaeus penicillatus* Alock.

Tb										
'85-F1-♂										
3.20 **	'85-F1-♀									Tb < 1.96 NS
0.01 NS	1.20 NS	'85-F2-D1-♂								Tb > 1.96 *
3.33 **	3.21 **	3.05 **	'85-F2-D1-♀							Tb > 2.57 **
1.17 NS	4.70 **	2.62 **	5.96 *1	'85-F2-D2-♂						
1.35 NS	4.47 **	2.51 *	5.63 **	0.51 NS	'85-F2-D2-♀					
0.46 NS	8.92 **	1.53 NS	7.31 **	2.87 **	2.96 **	'86-F1-D2-♂				
4.50 **	0.76 NS	1.04 NS	4.07 **	4.33 **	4.29 **	16.20 **	'86-F1-D2-♀			
1.97 *	8.03 **	2.49 *	6.71 **	0.34 NS	0.84 NS	4.78 **	9.39 **	'86-F1-D4-♂		
1.93 NS	1.08 NS	0.51 NS	3.19 **	3.08 **	2.03 *	4.67 **	0.91 NS	5.09 **	'86-F1-D4-♀	
Ta										
'85-F1-♂										
11.74 **	'85-F1-♀									Ta < 1.96, NS: not significant
6.17 **	0.24 NS	'85-F2-D1-♂								Ta > 2.57, ** : highly significant
12.94 **	28.14 **	24.18 **	'85-F2-D1-♀							
3.56 **	27.62 **	18.46 **	51.34 **	'85-F2-D2-♂						
7.73 **	32.45 **	21.70 **	52.60 **	9.94 **	'85-F2-D2-♀					
7.74 **	12.14 **	3.28 **	52.69 **	29.50 **	36.64 **	'86-F1-D2-♂				
23.17 **	15.14 *1	12.71 **	25.00 **	48.59 **	55.61 **	31.24 **	'86-F1-D2-♀			
22.18 **	7.83 **	8.02 **	28.10 **	31.20 **	36.17 **	20.67 **	0.09 NS	'86-F1-D4-♂		
32.37 **	33.66 **	28.19 **	2.97 **	59.08 **	63.17 **	48.03 **	30.41 **	26.77 **	'86-F1-D4-♀	

間亦有 20~23.07% 比同季節間 '85 - F₂ 幾乎不交配之情形可說已經獲得相當程度之改善 (圖 4、5) ; '85 - F₁ 之交配率亦極為低下。'86 - F₁ 與 '85 - F₂ 雖養殖年度不同, 但養殖地點相同, 且管理方法大致相同, 水溫、鹽分變化亦大致相同, 但何以會有如此大之差異, 筆者推斷與飼料可能有密切之關連, 因為 '86 - F₁ 移至 D₂ 池後即從 1987 年 1 月 1 日起改投 B 飼料, 而其蛋白質及脂質含量比 A 飼料高 (表 1), 此可能使性成熟獲得改善之主因; 根據 Lawrence et al (1979), Adiyodii & Adiyodii 在 1971 認為對於螞 *Parathel phusa hydrodromous* 及 Guary et al 在 1974 認為對蝦 *P. japonicus* 之性成熟與肝臟之脂質堆積有關, Kulkarni & Nagabhushunam (1979) 測定海蝦 *Penaeopsis hardwickii* (Miers) 肝胰臟中之蛋白質、肝糖、及脂質含量在卵巢成熟時大量減少, 產卵後又上升, 手島 (1978) 對於甲殼類營養需求強調必須脂肪酸 (essential amino acid) 之必要性, Middleditch et al (1979) 從蝦之成熟卵巢中發現脂質中之主要脂肪酸為 C₂₀ 及 C₂₂ 之高度不飽和脂肪酸 (Polyunsaturated fatty acids), 將大量含有上述成分之環形動物 annelid 在試驗室中做 *P. stiferus* 之補助飼料成功地誘導產卵, Middleditch et al (1980) 認為 Penaeid 蝦之卵巢成熟與無脊椎動物之間的食物網之必須脂肪酸間之互相提供有關, Teshima & Kanazawa (1983) 發現 *P. japonicus* 之卵巢成熟與 triglycerides 之轉移有關, Galois (1984) 在 *P. indicus* 之卵黃形成期間 (during vitellogenesis) 測定蝦之組織變化亦提出與卵巢成熟有關而主要是 Phospholipids 及 triacylglycerols, Millamena et al (1984) 亦認為脂質移動與卵巢成熟有關, 主要為高度不飽和脂肪酸 20:4 ω 6, 20:5 ω 3 及 22:6 ω 3, 筆者以生蚶在水泥池中飼育次成熟 (空母) *P. japonicus*, 每日投飼 3~6 斤, 經 3~4 次脫皮大部份母蝦懷卵凸角並產卵、孵化育成 PLD 20 之蝦苗 (未發表); 蚶的總脂質根據 Yoon et al (1986) 高達 3.5%。本試驗用較低蛋白質及脂質含量所飼之 '85 - F₁、F₂ 交配率低、自然成熟成績不理想, 用同樣飼料培育 F₁ 之白蝦 *P. vanamei* 亦僅發現 1 尾母蝦交配, 而卵巢都停留在空母階段 (未發表), 本試驗在 '87.2.23 測定 '86 - F₁ - D₂ 之交配率發現比往年提高甚多後在 '87.2.29 用 30 - T 水泥池選擇無交配之空母加以追試, 結果與推測符合; 表 11 及圖 11, 投 B 飼料在 3 月 12 日測定交配率為 2.08%, A 飼料為 0%, 在 4 月 10 日測定 B 飼料為 46.82% (55.55 及 38.09%)、A 飼料為 26.87% (28.75 及 25%), 卵巢成熟方面 B 飼料亦比 A 飼料為佳, 前者二組試驗中有 5 尾凸角, 而後者僅有一尾凸角。

自 '85.8.1~'87.11.12 共有 12 尾塏育母蝦自然產卵成功, 孵化率最高達 64%, 產卵數最高達 264,000 (表 5), 此結果比投飼 A 飼料之完全產卵群之海空母再自然成熟下所產之最高產卵數 130,000 為高 (表 12-2), 比劉及黃 (1986) 報告凸角海紅尾蝦在 4 月份之產卵數 81,480 (27 尾平均) 為高, 但比筆者所測定之平均 176,000 為低 (表 12-1), 而與劉及黃 (1986) 5 月份所測定 30 尾平均產卵數 133,000 相若, 但比筆者所測定 9 月份之 92,400 高, 比 6 月份 197,000 低, 就整體而言, 塏育自然產卵數並不遜於海蝦。但塏紅尾蝦孵化率比海蝦為低 (表 12-1, 及劉 & 黃 1986), 此有待從飼料加以改善。

關於塏育紅尾蝦之卵巢發育情形, 由 '85 - F₁ (表 6) 及 '85 - F₂ (表 7) 觀之, 在越冬前 PLD 越大則卵巢越發達。進入天然產卵期時卵巢最為發達, 過了天然產卵期則卵巢較不發達, 即進入性成熟之體型後, 卵巢之發達完全受制於季節而非 PLD; 圖 6、7。越冬前 '85 - F₁, PLD 114 至 PLD 156 之 GSI 自 0.25 增到 0.27, '85 - F₂ PLD 211 至 PLD 318 其 GSI 自 0.22 增到 0.63, 上述之母蝦均屬空母, 用石蜡 5 μ m 切片及 H-E 染色並依洪 (1977) 之卵巢卵成熟期對照屬仁癒合期 (fused nucleolus stage) 前之不成熟卵 (未發表), '86 - F₁ PLD 198 之 GSI 越冬前僅 0.17, 越冬期間 PLD 296~329 投網檢查 100% 是空母, 3 月底 PLD 365 (剛好變態為後期幼蟲滿 1 年) 開始發現有懷卵凸角母蝦並已可自然產卵 (表 5), 在 PLD 379 (4 月 14 日) 厚仁者達 60%, 凸角母蝦已超過 20%, 在 PLD 402 (5 月 7 日) 凸角母蝦達第一次高峯佔 38.09% '86 - F₁



■ : Ponka ; ready to spawn.
 ▨ : Gauleen ; nearly ripe or ripe stage.
 ▩ : Tionleen ; Late ovarian developing stage.
 ▤ : Perleen ; Early ovarian developing stage.
 □ : Kanber ; underdeveloping ovarian stage.

圖 11 人工飼料 A、B 對卵巢發育促進效果比較

Fig. 11 The effect of artificial diet on the ovarian developing, comparison of artificial diet A with B.

表 5 塏育紅尾蝦之自然產卵數及孵化率
 Table 5 Spontaneous maturation and spawning of pond cultured
 spawners of red-tail shrimp, *Penaeus penicillatus*
 Alock. Data showed as Mean \pm SE (range)

Date	size		Eggs (x 1000)	Hatching rate (%)	pond	Note
	BL (cm)	BW (g)				
'85 8 1	14.65 \pm 0.66 (16.91 - 14.16) n = 6	41.20 \pm 5.95 (63.86 - 27.00) n = 6	157 \pm 3.40 (264 - 50) n = 6	27.98 \pm 10.22 (63.63 - 0) n = 6	W1 & D1	**
'86 9 19	16.09 \pm 0.57 (17.25 - 15.49) n = 3	57.18 \pm 5.80 (68.46 - 49.13) n = 3	200 \pm 30.55 (240 - 140) n = 3	32.41 \pm 18.40 (64 - 0.25) n = 3	R5	'85- F2
'87 3.31 & 11.12	15.55 \pm 0.13 (15.75 - 15.30) n = 3	49.88 \pm 1.76 (52.94 - 46.81) n = 3	40 \pm 30.00 (99 - 1) n = 3	34.17 \pm 17.10 (52.52 - 0) n = 3	D2 & 30- T-2	'86- F1

*W1 : Wintering pond no. 1 (100m x 4m x 1.5m), R5: Reservoir, 5ha.
 D1 : 0.5ha, D2 : 0.8ha, 30-T-2 : 30-T RC pond No. 2
 ** Juviniis introduced by chance from wild through water gates.

表 11 A、B 飼料對塏育紅尾蝦交配率之影響
 Table 11 The effect of artificial diet A and B on the copulation
 rate (%) of pond cultured red-tail shrimp, *Penaeus*
penicillatus Alock.

Date	Diet A	Diet B
'87.3.12	0	2.08
'87.4.10	26.87	46.82

表 12 紅尾蝦，天然凸角海母蝦之 GSI
 Table 12 GSI of wild gravid females of Ponka stage * of red-
 tail shrimp, *Penaeus penicillatus* Alock. Data showed
 as Mean \pm SE(range). Date : '86. 6. 6.

Body length (cm)	16.93 \pm 0.43 (18.78 - 13.71), n = 16
Body weight (g)	61.25 \pm 4.46 (83.42 - 29.53), n = 16
GSI	10.36 \pm 0.46 (13.22 - 6.50), n = 16

* Ready to spawn in Taiwanese.

表 12-1 布袋野生紅尾蝦之生殖力
 Table 12-1 The fecundity of wild spawners of red-tail shrimp,
Penaeus penicillatus Alock from Putai harbour*

Date	Spawners	Eggs (x 1000)		Average hatching rate
		Total	Average	(%)
'85.3.20	130***	208,000	160	50.22
4.13	45***	7,925	176	88.17
			Mean ± SE (range)	Mean ± SE (range)
'86.9.2	5**	462	92.40 ± 10.09 (130 - 71) n = 5	54.21 ± 8.14 (72.30 - 29.21) n = 5
'87.6.6	12***	2,370	197.50 ± 11.22 (260-140) n = 12	76.63 ± 1.57 (85.00-66.66) n = 12

* Pote kan in Taiwanese.

** Size Mean ± SE (range)

BL (cm) 13.16 ± 0.23 (14.19 - 13.07)

BW (g) 33.30 ± 1.76 (38.00 - 29.80)

*** BL (cm) 17.75 ± 0.44 (18.20 - 17.31)

BW (g) 71.87 ± 3.94 (75.81 - 67.93)

表 12-2 蓄養於 30-T 八角水泥池完全產卵海母蝦再成熟之產卵結果
 Table 12-2 Spontaneous re-maturation & spawning of wild spent
 females of red-tail shrimp, *Penaeus penicillatus*
 Alock, stocking in 30-T concrete experimental ponds.

Date	Size		ISF (RSI) SR*	Eggs spawned		Diet
	BL (cm)	BW (g)		Quantity (x 1000)	Size (um) Mean ± SE (range)	
'86.4.16	14.38	45.05	(1)	130		A
'86.8.28	15.34	47.92	(1)	91	263.14 ± 2.23 (275.50-244.89) n = 30	A
			130 (2)	1.53		

* ISF : Individuals of spent females.

RSI : individuals of re-maturation & spawning.

SR : Spawning rate (%) = RSI/ISF x 100%.

表6 '86-F₁之GSI
Table 6 GSI of '86-F₁, indicated as Mean ± SE (range)

Date	PLD (days)	Body length (cm)	Body weight (g)	GSI
'85.8.9	114	8.54 ± 0.14 (9.00-8.38) n=5	8.18 ± 0.45 (9.78-7.34) n=5	0.25 ± 0.12 (0.75-0.10) n=5
'85.8.19	124	8.30 ± 0.19 (9.20-7.56) n=9	7.43 ± 0.48 (9.65-6.06) n=9	0.17 ± 0.02 (0.26-0.05) n=9
- 8.20	125			
'85.9.20	156	10.36 ± 0.35 (11.22-9.54) n=4	14.60 ± 1.44 (17.70-11.01) n=4	0.27 ± 0.05 (0.38-0.15) n=4

表7 '85-F₂之GSI
Table 7 GSI of '85-F₂, indicated as Mean ± SE (range)

Date	PLD (days)	Body length (cm)	Body weight (cm)	GSI
'86.9.2	211	10.62 ± 0.25 (11.45-9.99) n=5	14.86 ± 1.13 (18.78-12.86) n=5	0.22 ± 0.07 (0.51-0.11) n=5
'86.12.18	318	14.47 ± 0.14 (15.68-13.26) n=22	40.22 ± 1.26 (51.02-29.12) n=22	0.63 ± 0.05 (0.73-0.47) n=5

滿一年(實際日齡自產卵算起為一年又10天)時已是進入天然產卵期第1個月末,此可能意味著塹蝦在本試驗之飼育條件下要達一年齡才能自然成熟及產卵,除了年齡外,筆者亦考慮到紅尾蝦養成後是否要經過越冬才能促進卵巢之成熟,即就性成熟前後之環境因素來加以考量,我們發現與溫度及鹽分有著密切之關係;即越冬後在水溫回升鹽分提昇到35~38ppt時開始自然成熟並產卵。倉田(1978)指出 *Penaeus* 屬有在性成熟前成蝦個體有向外海做產卵移動之共通性,蘇及廖(1987)指出 *P. monodon* 之高峯外游群在7月與10~12月出現,其中一次在水溫高而鹽分漸昇之時期,另一次在水溫遞降而鹽分高之時期,外游型體重範圍雌13.1~41.7公克,雄10.8~32.9公克, *P. semisulcatus* 外游期7~12月,外游時都未達性成熟階段,其中一部分已達生物最小體型(Biological minimum size),雄蝦已帶有精英,在海外越冬後2~4月產卵。紅尾蝦外游月份在10~12月(與蘇茂森私人討論)Potter et al (1986)對於硬殼交配之 *Metapenaeus dalli* 之生活史做研究,發現亦有向深海移動達性成熟之現象,Macfarlane & Moore (1986)指出龍蝦 *Panulirus ornatus* 開始向內灣移動時有交配、卵巢成熟及排卵現象,母蝦在3~15公尺處產卵後才會在內灣出現, Krishnamurthy and Ganapathy (1985)指出鹽分對 *P. indicus* 之性成熟影響頗大,在海洋環境(全海水)才能完成整個性成熟(full sexual maturity),Muncy (1984)指出 *P. setiferus* 之產卵場在9m深處分至

少在 27 ppt 之近海，Knowlton and Kirby (1984) 亦指出 *Palaemonetes pugio* 雖可忍受極低之塩分，但成蝦都要求至少半海水以上至全海水來產卵及孵化，根據金沢 (1982)，Joshi 在 1980 指出塩分在 33 ± 1 ppt 之 *Parapenaeopsis styliifera* 之卵巢成熟度比低塩分者環範者為佳，由上之討論反觀本試驗，'86 - F₁ 養在 D₂ 池之全年水溫及塩分變化圖 10，越冬前水溫漸降、塩分由 30 ppt 漸昇，在 2 ~ 5 月塩分維持在 35 ppt 以上變動，2 月水溫漸回升在 3 月時已在 21 ~ 25℃ 之間，此時塼蝦已發現有懷卵凸角者並已有母蝦可以自然產卵孵化，此與 Lumare (1984) 觀察塼育 *P. japonicus* 之結果相同；越冬後水溫上昇至 22℃、塩分 38 ppt *P. japonicus* 之卵巢自然發育成熟。'86 - F₁ 紅尾蝦在 D₂ 池中於 4、5 月水溫繼續上升到 25 ~ 30℃、塩分 36 ~ 38 ppt，懷卵凸角母蝦所佔比例大增，在 5 月上旬出現全年之最高峯，在 6 月中旬塩分因雨季降在 30 ~ 35 ppt 出現全年第 2 次高峯，6 月 ~ 7 月中旬塩分降到 30 ~ 25 ppt 時無法採樣到凸角者，8 月塩分上升在 30 ~ 35 ppt 間又出現凸角者，9 月塩分下降到 30 ~ 25 ppt 清池檢查所有母蝦雖有中仁者但無凸角者，清池後之空母移到 30 - T 八角水泥池蓄養，塩分自 30 ppt 上昇到 35 ppt 時當時雖是 25 ~ 28℃ 之水溫，月份為 11 月但又發現有凸角母蝦並可以產卵、孵化，由上述我們獲得一個結論，已達種蝦 PLD 日齡及體型者雖在天然產卵期間（與蘇茂森私人討論為 3 ~ 9 月），在塩分低於 30 ppt 懷卵凸角母蝦將會大量減少，故如何在雨季中維持高塩分的飼育環境可說是種蝦培育工作上之一項重要管理。

利用透光檢查卵巢之發育與 GSI 相對照，筆者發現除了各卵巢成熟期 (stage) 全年都有變動外 (表 8)，凸角母蝦塼育者比海蝦天然者為低 (表 12)，前者 GSI 為 5.38 ± 0.42 (7.38 ~ 3.56) 而海水蝦為 10.36 ± 0.46 (13.22 ~ 6.50)，但凸角塼母蝦自然產卵數如前述並不亞於海母蝦，何以 GSI 有如此大之差異 ($t = 8.16 > t' = 3.19$ $P > 0.010$ ；極顯著) 是否由於卵徑大小不同所引起，還是另有其他之原因存在值得進一步之探討。3 - 6 月有大量凸角母蝦出現，故在這段時期中利用塼種蝦來大量生產紅尾蝦苗以供給春苗及秋苗做養殖生產工作，在技術上應屬可行值得推廣亦期能為台灣海產蝦類建立完全養殖之基礎。

摘 要

本篇報導自 1985 年 ~ 1987 年之種蝦培育工作及育至 F₃ 子代之情形，除比較各子代之成長外，並就塼育雌蝦卵巢自然成熟及產卵加以觀察：

一、利用單眼柄切除及精英移植共育出代號 '85 - F₁、'85 - F₂、'85 - F₃。以自然產卵方式共育出 '86 - F₁，'86 - F₂。上述自然產卵與母蝦經眼柄切除及利用精英移植方法所培育出之子代之體重與變態為後期幼苗後之日齡 (PLD) 之直綫相關經變積分析結果並無顯著差異。

二、塼育自然成熟之母蝦其產卵數大體上不遜於天然海母蝦，唯孵化率稍為低下。

三、塼育紅尾蝦 3 月底開始自然產卵，全年 3 ~ 11 月均可產卵，懷卵凸角母蝦大量出現月份為 3 ~ 6 月與天然盛產期相同，塩分低下之月份凸角母蝦所佔之比率亦低下。

四、懷卵凸角塼育母蝦之 GSI 有季節性變化，全年之 GSI 以 Mean \pm SE (range) 表示為 5.38 ± 0.42 (7.38 ~ 3.56) 比天然海母蝦 10.36 ± 0.46 (13.22 ~ 6.50) 相比較有極顯著低下 ($t = 8.16 > t' = 3.19$, $P = 0.010$)。

五、蛋白質的脂質含量較高之飼料其交配率及卵巢成熟較佳。4 ~ 6 月塼紅尾蝦交配行為最為旺盛，4、5 月交配率達 100%。

六、密度 0.2 ~ 2.12 尾/m² 下，可獲大體型之母蝦，並可自然產卵，密度 10 尾/m² 無法獲得大體型母蝦，須借單眼柄切除之方法才能誘導產卵。大體型母蝦以 15.78 尾/m² 蓄養 34 天存活率僅 70%，以 2.10 尾/m² 之密度蓄養則高達 100%。蓄養密度愈高雄蝦與雌蝦體型差異越小，反之則差異越大。

謝 辭

本試驗經費來自省府預算及農委會之補助計畫。筆者在此要感謝台南分所所有種蝦培育研究室工作同仁的合心協力，尤其是曾寶順先生、林國彥先生，若非他們的鼎力協助，本研究工作將無法如期順利完成。此外並要感謝大成公司免費提供部分的飼料。

參考文獻

1. Alfredo, C., and Jr. Santiago (1977). Successful spawning of cultured *Penaeus monodon* Fabricius after eyestalk ablation, *Aquaculture* ,11 , 185 - 196.
2. Aquacop (1975). Maturation and spawning in captivity of Penaeid shrimp *Penaeus merguensis* de Man, *Penaeus japonicus* Bate, *Penaeus aztecus* Ives, *Metapenaeus ensis* de Hann, and *Penaeus semisulcatus* de Hann. Proc. World Mariculture Society, 1 , 123 - 132.
3. Aquacop (1979). Penaeid reared brood stock : closing the cycle of *P. monodon*, *P. stylirostris* and *P. vannamei*. Proc. World Mariculture Society, 10 , 445 - 452.
4. Arnstein, D. R., and T. W. Beard (1975). Induced maturation of the prawn *Penaeus orientalis* kishinouye in the laboratory by means of eyestalk removal. *Aquaculture* , 5 , 411 - 412.
5. Beard, T. W., J. F. Wickins and D. R. Arnstein (1977). The breeding and growth of *Penaeus merguensis* de Man in laboratory recirculation systems. *Aquaculture* ,10, 275 - 289.
6. Conte, F. S., M. J. Duronslet, W. H. Clark, and J. C. Parker (1977). Maturation of *Penaeus stylirostris* (Stempson) and *P. setiferus* (Linn.) in hypersaline water near Corpus Christi, Texas. Proc. World Soc. 8 , 327 - 334.
7. Galois, R. G., (1984). Variations de la composition lipidique tissulaire au cours de la vitellogenese chez la crevette *Penaeus indicus* Milne Edwards. J. Exp. Mar. Biol. Ecol., 84(2) , 155 - 166.
8. Halder, D. D. (1978). Induced Maturation and breeding of *Penaeus monodon* Fabricius under brackishwater pond conditions by eyestalk ablation. *Aquaculture* , 15 , 171 - 174.
9. Hopkins, S. (1986). Shrimp Farming in Taiwan. *Aquaculture Digest*, Nov. 11(11), 1 - 6.
10. Knowlton, R. E., and D. F. Kirby (1984). Salinity tolerance and sodium balance in the prawn *Palaemonetes pugio* Holthuis, in relation to other *Palaemonetes* spp. Comp. Biochem. Physiol., A (77A) 3 , 425 - 430.
11. Krishnamurthy, V., and R. Ganapathy (1985). On the occurrence of maturing *Penaeus indicus* in brackishwater environment. *Seafood Export J.*, 17(5) , 13 - 14.
12. Kulkarni, G. K., & R. Nagabhushanam (1979). Mobilization of organic reserves during ovarian development in a marine Penaeid prawn, *Parapenaeopsis hardwickii*

- (Miers) (Crustacea, Decapoda, Penaeidae). *Aquaculture*, **18**, 373–377.
13. Lawrence, A. L., D. Ward, S. Missler, A. Brown, J. McVey and B. S. Middleditch (1979). Organ indices and biochemical levels of ova from Penaeid shrimp maintained in captivity versus those captured in the wild. *Proc. World Maricul. Soc.* **10**, 453 – 463.
 14. Lin, M. N., & Y. Y. Ting (1986). Spermatophore transplantation and artificial fertilization in grass shrimp. *Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries*, **52(4)**, 585 – 589.
 15. Lin, M. N. (1986). Electrically induced ejaculation and spermatophore transplantation in red-tail shrimp, *Penaeus penicillatus* Alock. Proceedings of the Symposium on Marine Biological Science, Biology Research Center, National Science Council monograph series, **14**, 209 – 221.
 16. Lumare, F. (1984). Spontaneous sexual maturation of *Penaeus japonicus* Bate in a southeast Italian sandy pond. *La Mer* **22**, 43 – 47.
 17. Macfarlane, J. W., and R. Moore (1986). Reproduction of the ornate rock lobster, *Panulirus ornatus* (Fabricius), in Papua New Guinea. *Aust. J. Mar. Freshwat. Res.* (37) **1**, 55 – 65.
 18. Middleditch, B. S., S. R. Missler, D. G. Ward, J. B. McVey, A. Brown, and A. L. Lawrence (1979). *Proc. World Maricul. Soc.*, **10**, 472 – 476.
 19. Middleditch, B. S., Missler S. R., H. B. Hines, E. S. Chang, J. P. McVey, A. Brown and A. L. Lawrence (1980). Maturation of Penaeid shrimp: lipids in the marine food web. *Proc. World Maricul. Soc.* **11**, 463–470.
 20. Millamena, O. M., R. Pudadera and M. R. Catacutan (1984). Variation in tissue lipid content and fatty acid composition during ovarian maturation of unablated & ablated *Penaeus monodon* broodstock. SEAFDEC, ILOILO City (Philippines), Oct. 1985, P. 166, 971-8511-00-8 Summary only.
 21. Moore, D. W., Jr. R. W. Sherry and F. Montañez (1974). Maturation of *Penaeus californiensis* in captivity. *Proc. World Maricul. Soc.* **5**, 445 – 449.
 22. Muncy, R. J. (1984). Species profiles: life histories and environmental requirements of coastal fishes and invertebrates (South Atlantic). White shrimp. Mississippi Coop. Fish and wildl. Res. Unit. Mississippi state (USA). Sep. 1984, 26pp.
 23. Potter, I. C., J. W. Fenn, K. S. Brooker (1986). Life cycle of the western school prawn, *Metapenaeus dalli* Racek, in a western Australian estuary. *Aust. J. Mar. Freshwat. Res.*, (37) **1**, 95 – 103.
 24. Primavera, J. H. (1978). Induced Maturation and spawning in five-month-old *Penaeus monodon* Fabricius by eyestalk ablation. *Aquaculture*, **13**, 355 – 359.
 25. Rodríguez, A (1981). Growth and sexual maturation of *Penaeus kerathurus* (Forskål, 1775) and *Palaemon serratus* (Pennant) in salt ponds. *Aquaculture*, **24**, 257 – 266.

26. Teshima, S. I., & A. Kanazawa (1983). Variation in lipid compositions during the ovarian maturation of the prawn. *Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries*, 49(6), 957 - 962.
27. Yoon, H. D., H. S. Byun, S. J. Chun, S. B. Kim, Y. H. Park (1986). Lipid composition of oyster, arkshell and sea-mussel. *Bull. Korean Fish. Soc.*, 19(4), 321 - 326.
28. 山村牧雄及杉田重威(昭和九年; 1984)。 「ラしえび」種苗調査。台灣總督府水產試驗場事業報告(養), 25 - 30.
29. 手島 新一(1978)。甲殼類の必須脂肪酸とステロールの必要性。養魚と飼料脂質, 水産學シリーズ22, 日本水産學會編, 恒星社厚生閣, 60 - 77.
30. 平野 禮次郎(1980)。止水養魚池における水質環境。淡水養魚と用水, 水産シリーズ32, 日本水産學會編, 47 - 63.
31. 李安定、游祥平(1977)。台灣產之對蝦類。中國農村復興聯合委員會, 漁業專輯27, 110 P.
32. 林明男、丁雲源(1984)。草蝦生殖器官及精英移植人工授精研究。台灣省水產試驗所, 130 P.
33. 林明男(1987)。草蝦、紅尾蝦精英及輸精管移植人工授精。台灣台北養魚世界雜誌社, 養蝦總覽, 79 - 88.
34. 林明男、丁雲源、羽生 功(1988)。以精英移植方法做出草蝦、紅尾蝦雜交子代。(發表中; 與本篇一起發表)。
35. 金沢 昭夫(1982)。外部環境要因による成熟, 産卵の制御—甲殼類。魚介類の成熟, 産卵の制御, 水産學シリーズ41, 日本水産學會編, 恒星社厚生閣, 80 - 89.
36. 武田正倫(1984)。世界のエビ類。日本のエビ。世界のエビ, 東京水産大學第9回公開講座編集委員會編, 日本成山堂書店, 1 - 27.
37. 洪徳仁(1977)。ワルマエビの性成熟及び産卵に関する研究。日本東京大學農學部博士審査論文, 164 P.
38. 陳一平(1984)。紅尾蝦種類培育試驗。台灣省水產試驗所專題討論摘要彙輯1, 215 - 216.
39. 莊健隆、李孟芳、鄭健隆(1985)。台灣五種養殖蝦的消化酵素活性比較。台灣水産學會刊, 12(2), 43 - 53.
40. 游祥平及陳天任(1986)。原色台灣對蝦圖鑑。台北南天書局, 183P.
41. 倉田 博(1978)。クルマエビ種苗放流の原理。増殖技術の基礎と理論, 水産學シリーズ23, 日本水産學會編, 恒星社厚生閣。
42. 張朴性、丁雲源(1987)。氨對紅尾蝦的毒性試驗。台灣省水産試驗所試驗報告, 43, 199 - 205.
43. 台灣總督府(1931)。台灣語大辭典(上卷), 昭和6年3月發行, 昭和58年5月30日新版, 日本東京國書刊行會, 877 P.
44. 廖一久、李正森(1972)。台灣水産學會, 1(1), 93 - 103.
45. 廖一久(1973)。池中養成紅尾蝦之種蝦速報。JCRF, Fish, Ser. 15, 59 - 65.
46. 劉柏興(1987)。水質對土池中高密度飼育紅尾蝦成長的影響。中國水産, 411, 26 - 32.
47. 劉熾揚、黃茂春(1986)。紅尾蝦苗生產試驗報告。台灣省水産試驗所試驗報告, 40, 203 - 209.
48. 劉熾揚(1986)。紅尾蝦的養殖試驗。台灣省水産試驗所專題討論摘要彙輯, 3, 193 - 194.
49. 蘇茂森、廖一久(1987)。台灣西南沿岸海域重要經濟蝦類之生態學研究:
 - I - 台灣水産學會刊, (14)1, 36 - 48.
 - II - 台灣水産學會刊, (14)1, 49 - 59.