

池中育成草蝦之自然產卵與催熟產卵

鄭金華* · 陳紫嫻

行政院農業委員會水產試驗所 東港生技研究中心

摘 要

從石斑魚池捕獲的八批大型草蝦中，其中一批 14 尾雌蝦，捕獲當時的平均卵巢指數為 2.4 ± 0.9 。有二尾分別在三天及六天後自然產卵並分別孵出幼苗 72.8 萬及 11.9 萬尾。另一批 25 尾雌蝦，捕獲當時的平均卵巢指數為 2.0 ± 0.8 。未自然產卵的雌蝦，分別在切除眼柄後第 3 ~ 11 天產下第一批卵，每尾平均產卵量為 23.8 ± 12.2 萬粒，受精率為 $90.7 \pm 6.8\%$ ，孵化率為 $90.5 \pm 2.1\%$ 。大多數雌蝦產二次以上，其中一尾產四次。共產出受精卵 109.0 萬粒，共孵出幼苗 56.5 萬尾。在部份石斑魚池中混養的草蝦具有高生殖力的原因可能是：(1) 草蝦放養密度低，成長快；(2) 池中天然食物多，餌料品質高；(3) 鹽度等環境條件與外海相近；及 (4) 養殖期間 10 ~ 12 個月，使雌蝦可以長到 120 g 以上。

關鍵詞：草蝦、自然產卵、催熟、生殖力

前 言

海水對蝦類養殖依賴外海種蝦一直是這個行業最大的隱憂。因為外海種蝦來源有限、取得不易，因此進口交易頻繁，使得傳染疾病很容易地快速擴散至各養殖區，造成大量死亡，甚至整個產業為之萎縮、消失。1988 年，台灣草蝦養殖因為疾病爆發，使產量下降三分之二以上 (Wang *et al.*, 1995)，至今仍未恢復。類似的情況，在中國大陸、印尼、泰國、印度等主要對蝦養殖地區亦相繼發生。另外，根據研究報告顯示：外海捕獲種蝦感染白點症桿狀病毒的比例非常高 (Lo *et al.*, 1996)，而且此病毒能經母蝦垂直感染給其後代 (Mohan *et al.*, 1997)。因此，改進池中育成種蝦及其催熟技術，再配合特定病原體之篩檢，以提供品質數量穩定、健康便宜的種蝦，是養蝦業者求長期穩定發展最迫切需要的。

雖然草蝦母蝦曾被發現在池中自然成熟 (Liao, 1973)，外海捕獲之未成熟草蝦雌蝦，也有

不經眼柄切除而催熟成功的例子 (Emmerson, 1983)；不過，單眼柄切除仍是目前對蝦類催熟技術中最重要的一環 (Santiago, 1977; Primavera, 1978; Browdy and Samocha, 1985; Makinouchi *et al.*, 1995)。除此之外，溫度、鹽度、溶氧、酸鹼度、光週期、明暗度、換水率、飼育槽大小與形狀等環境因子，體型、性比、年齡、健康情況、放養密度等生物因子，以及餌料種類與營養組成，都會影響種蝦培育與催熟產卵的成敗 (Ogle, 1992; Makinouchi, 1995; Benzie, 1997; Crocos and Coman, 1997)。

以池中養成草蝦作為種蝦的來源，是使草蝦馴化必經的途徑，但是由單養或魚蝦混養所培育之草蝦種蝦生殖力差異極大。在石斑魚養殖池混養的草蝦因放養密度低，養殖期間長達 10 ~ 12 個月，因此收穫時草蝦體型多與外海捕獲者相當。本研究即在探討石斑魚養殖池混養草蝦而育成之大型草蝦的生殖力，並分析影響其生殖力之原因。

材料與方法

一、種蝦

從東港大鵬灣附近六個石斑魚養殖池收購的

*通訊作者 / 屏東縣東港鎮豐漁里 67 號, TEL: (08) 832-4121 轉 205; FAX: (08) 832-0234; E-mail: chengjh@mail.nsysu.edu.tw

Table 1 Collected pond-reared broodstock and site conditions

Date	Pond	Area (m ²)	Depth (cm)	Age (month)	♂ MBW (g (no.))	♀ MBW (g (no.))	Mating rate (%)	Maturation rate (%)	Ovarian index
03/26	A1	2000	120	9	74 (22)	113 (19)	52	-	-
04/10	B1	3500	120	11	97 (52)	135 (58)	97	-	-
04/15	C1	3000	120	11	104 (72)	141 (44)	79	-	-
04/24	A2	1200	120	9	91 (29)	131 (15)	87	-	-
04/29	B2	2000	105	12	114 (22)	158 (25)	72	25	2.0 ± 0.8
05/01	A2	1200	120	10	111 (19)	136 (14)	78	50	2.4 ± 0.9
05/03	C2	1000	135	9	83 (10)	132 (11)	45	-	-
05/30	A1	2000	120	9	96 (24)	128 (16)	67	-	-
AVG				10	96.7	134.9	70.4	-	-
STD				1.2	12.7	12.0	16.9	-	-

MBW: Mean Body Weight

8 批大型草蝦中，雌蝦、雄蝦分別予以秤重，並檢查雌蝦交配及生殖腺發育情形，依生殖腺外觀大小分為五期 (Tan-Fermin and Pudadera, 1989)。草蝦在石斑魚池中之養殖情形如下：池塘面積：1,000 ~ 3,500 m²；水深：105 ~ 135 cm；鹽度：夏天 15 ~ 25 psu，冬天 25 ~ 35 psu；飼料：下雜魚；養殖期間：9 ~ 12 個月；草蝦放養密度：每公頃 5 ~ 10 萬尾；草蝦收成量：每公頃數百台斤。

二、產卵與催熟

種蝦取回後，將生殖腺達第三期以上之雌蝦，分別移至半噸之產卵桶中待產。產過卵、卵巢明顯回收及生殖腺未達第三期且已交配之母蝦予以單眼柄切除，分別予以秤重，並以細銅絲將玻璃纖維號碼牌綁在眼柄上，另外再將另一相同的號碼牌以瞬間膠黏貼於背甲上，背甲上的號碼牌會隨脫殼而掉落，眼柄上的則不會，如此可以很輕易地追蹤每一隻母蝦的脫殼及生殖情形。將標識後之母蝦分別移入直徑 2 m，高 1 m 的試驗水槽中，每個水槽放養 9 隻母蝦。試驗水槽上覆蓋遮光網使照光強度在 10 ~ 20 Lux 左右，水溫控制在 28 ~ 30°C，鹽度 30 ~ 35 psu 之間，每日換水量 50%。每天上午八時，下午四時及十時各餵一次，

每次餌料種類及投餌率分別為新鮮牡蠣 (4%)、冷凍南極蝦 (4%) 及冷凍淡菜 (4%)，每次投餌前將殘餌取出。每天上午投餌前檢查脫殼情形，隨脫殼而掉落之號碼牌將予以補上。每天下午投餌前以蝦母燈檢查母蝦生殖腺發育情形，生殖腺達第四期以上者，將分別移至半噸之產卵桶中待產。母蝦產卵後隔天早上將採樣計算總卵數，並在顯微鏡下估算受精率；幼苗孵化後，將採樣估算總幼苗。產過卵及卵巢明顯回收之母蝦再移回催熟水槽。

三、幼苗培育

沿用水試所東港分所多年發展出來的方法，在半噸或一噸的圓形玻璃纖維桶中，將孵出的無節幼苗培育至後期幼苗。

結果與討論

從東港大鵬灣附近六個石斑魚養殖池收集的大型草蝦中，雌蝦、雄蝦之平均體重分別為 134.9 ± 12.0 g (平均值 ± 標準差) 及 96.7 ± 12.7 g，交配率平均為 70.4 ± 16.9% (Table 1)。其中一批 (A2) 之雌蝦 14 尾 (平均體重為 136.2 ± 13.2g，交配率

Table 2 Reproductive performance of uni-eyestalk ablated spawners

#	BW (g)	First spawn				Second spawn			
		Days	Eggs ($\times 10^3$)	F (%)	H (%)	Days	Eggs ($\times 10^3$)	F (%)	H (%)
1	120	2	540	95	90	4	160	88	58
2	124	5	191	90	90	4	121	78	52
3	118	9	210	85	94	5	178	67	53
4	115	6	189	90	90	-	-	-	-
5	136	5	227	90	89	5	178	75	55
6	160	5	168	96	92	6	204	82	70
7	150	11	300	95	91	3	178	91	96
8	155	5	136	93	89	-	-	-	-
9	142	3	182	83	95	3	106	72	57
AVG	136	6	238	91	91	4	161	79	63

F: Fertilization rate

H: Hatching rate

Table 3 Reproductive performance of #9 uni-eyestalk ablated spawner

Spawning	Days	No. of eggs per spawn ($\times 10^3$)	Fertilization rate (%)	Hatching rate (%)	No. of nauplii per spawn ($\times 10^3$)
1	3	182	83	95	144
2	3	106	72	57	44
3	2	492	80	29	113
4	2	310	90	95	265
SUM	-	1,090	-	-	565
AVG	3	273	81	69	141
STD	1	169	7	32	92

為 78.4%)，一半 (7 尾) 雌蝦之卵巢已經發育至 I ~ IV 期，卵巢指數平均為 2.4 ± 0.9 。其中一尾 (體重為 160 g) 在移入至實驗室第三天晚上，即自然產卵並孵出幼苗 72.8 萬尾。再過三天後，另外一尾 (體重為 140 g) 卵巢指數達到第 IV 期的雌蝦亦自然產卵並孵出幼苗 11.9 萬尾。另一批 (B2) 之雌蝦 25 尾 (平均體重為 158.2 ± 24.4 g，交配率為 72.0%) 在移至實驗室之養殖槽當天檢查，亦發現約四分之一 (7 尾) 雌蝦之卵巢已經發育至 I ~ III 期，卵巢指數平均為 2.0 ± 0.8 (Table 1)，不過，未有自然產卵。

挑取上述雌蝦中，已交配但卵巢尚未發育完全者 (卵巢指數達到 I ~ II 期) 共 9 尾，並將其右

側眼柄切除。眼柄切除後卵巢迅速發育並分別在第 3 ~ 11 天產下第一批卵，產卵量為 13.6 ~ 54.0 萬粒 (平均為 23.8 ± 12.2 萬粒)，受精率為 83.0 ~ 96.0% (平均為 $90.7 \pm 6.8\%$)，孵化率為 89.0 ~ 94.7% (平均為 $90.5 \pm 2.1\%$) (Table 2)。大多數雌蝦在產下第一批卵 3-6 天後再度產下第二批卵 (Table 2)，其中一尾雌蝦 (#9) 連續產四次。單隻雌蝦最高產卵量為 1,090 萬粒，共孵出幼苗 56.5 萬尾 (Table 3)。

一般而言，對蝦類繁殖業者生產蝦苗偏好使用外海種蝦，主要是因為池中培育的種蝦所生產的蝦苗，不論在數量上或是品質上，仍然比不上外海種蝦。上述情形，尤以草蝦、斑節蝦最為明

Table 4 Comparison of the reproductive performance of wild and pond-reared broodstock of *Penaeus monodon*

	Wild broodstock ³	Pond-reared broodstock				
		Millamena ¹	San Miguel ²	SCRD ³	SCRD ³	Present study
Size of female (g)	90 ~ 200	50 ~ 100	80 ~ 160	150 ~ 180	150 ~ 200	110 ~ 160
Spawning rate (%)	>80	~30	—	~20	~50	~45
Eggs / spawner	>800,000	~200,000	~600,000	~300,000	~700,000	~450,000
Hatching rate (%)	~80	~20	~40	~30	~40	~70
Nauplii / spawner	~640,000	40,000	240,000	90,000	280,000	315,000
Generation	—	F0	F4	F0	F1	F0

¹Millamena *et al.*, 1986; ²Castro *et al.*, 1997; ³Withyachumnarnkul *et al.*, 1998

顯 (Duronslet *et al.*, 1975; Primavera and Posadas, 1981; Liao and Chen, 1983, Yano, 1993)。外海種蝦較易催熟，其主要原因可能是外海種蝦体型較大 (Browdy *et al.*, 1986)。雖然體重超過 60 g 的池中養成草蝦母蝦，就能夠催熟成功；不過，體重超過 100 g，或頭胸甲長大於 56 mm 的母蝦才是最容易催熟的体型 (陳等, 1993; Yano, 1993; Makinouchi and Hirata, 1995; Makinouchi *et al.*, 1995)。體重大於 140 g 的池中育成母蝦，則與外海大型種蝦的生殖力不相上下 (Makinouchi and Hirata, 1995)。由本試驗結果亦顯示：在石斑魚養殖池中混養的大型草蝦的生殖力與外海捕獲者不相上下 (Table 4)。在石斑魚養殖池中混養的草蝦具有高生殖力的原因可能是：(1) 草蝦放養密度低，成長較快；(2) 池中天然食物多，餌料品質高；(3) 池水鹽度等環境條件與外海相近；(4) 養殖期間 10 ~ 12 個月，使草蝦雌蝦可以長到 120 g 以上。

營養狀況較佳，也可能是外海種蝦較易催熟的原因之一。許多試驗結果均指出：餌料中高度不飽和脂肪酸的種類與組成，能促進對蝦類的成熟與產卵 (Alava *et al.*, 1993; Cahu *et al.*, 1995; Marsden *et al.*, 1997; Naessen *et al.*, 1997)。一般業者也均以含有高度不飽和脂肪酸的二枚貝、烏賊、蝦類及沙蠶等生餌來餵飼種蝦 (Harrison, 1990; Nascimento *et al.*, 1991)。另外，自石斑魚池捕獲的草蝦較自虱目魚池捕獲者容易成熟產卵，其中的原因亦可能是草蝦在石斑魚池中得到較多的生餌所致 (陳等, 1993)。

除了高度不飽和脂肪酸外，維生素 C 及 E 亦有促進對蝦類生殖腺成熟的效果 (Yano, 1993;

Alava *et al.*, 1993; Yano *et al.*, 1996)。甲殼類和魚類一樣無法自行製造維生素 C，因此必需從食物中攝取足夠的量才得以維持正常之成長與生理功能。維生素 E 是魚蝦類組織細胞內最重要的抗氧化劑，它可防止高度不飽和脂肪酸及其他維生素的氧化 (Halver, 1995)。種蝦催熟飼料中常添加高量之不飽和脂肪酸，很容易因氧化而變質；加入適量的抗氧化劑如維生素 E，應可增加飼料中不飽和脂肪酸的穩定性。Yano 等在飼料中添加鱈魚肝油 (6%) 及維生素 E (3%)，有效地促進養殖草蝦 (90 ~ 115 g) 之成熟與產卵 (Yano *et al.*, 1996)。本研究中石斑魚池混養的草蝦種蝦亦有可能攝取池中之富含維生素及不飽和脂肪酸的生餌而較易促使生殖腺成熟及產卵。

大部份的種蝦培育的研究均著重在雌蝦，雄蝦相對地被忽略。許多報告指出：雄蝦的生殖能力影響交配率、卵的受精率、及雌蝦的成熟率與產卵率 (林與丁, 1984; Makinouchi, 1995)。精英移植雖然能夠解決部份交配率不佳的現象 (Kooda-Cisco and Talbot, 1983; 林與丁, 1984; Lin and Ting, 1986)，但是精英移植增加很多勞力，而且造成雄蝦及雌蝦很大的緊迫。因為在精英的移植過程中，雄蝦需要施以電擊來使其射出精英，雌蝦則要在剛脫完殼、身體還很虛弱的情況下接受精英移植。另外，精英移植並不能解決因雄蝦精子品質低落使孵化率降低的問題。因此，雄蝦的生殖力應與雌蝦同時予以增強，使其自然交配。在本研究中，石斑魚池混養的草蝦種蝦之自然交配率平均達 70.4% (Table 1)，對於雌種蝦自然產卵或催熟產卵之受精率及孵化率，均有正面的影響。

雖然，池中草蝦母蝦也曾被發現自然成熟 (Liao, 1973)，外海捕獲之未成熟草蝦雌蝦，也有不經眼柄切除而催熟成功的例子 (Emmerson, 1983)；不過，自然成熟、產卵並且成功地孵出大量幼苗則不常見，尤其是池中培育的草蝦種蝦。因此，本報告中在石斑魚池捕獲的部份草蝦雌蝦具有高生殖力，除了可能是体型較大、體營養狀況較佳的原因之外，這些草蝦雌蝦也可能具有高生殖潛力。在種蝦的培育過程中，最易成熟產卵的種蝦所繁殖的子代，或許也可能獲得具有高生殖力基因的遺傳，可能也較容易在相同的環境下成熟產卵。基於上述假設，池中養成種蝦及其子代之生殖能力，有更進一步詳細比較探討的必要。

台灣若要成為水產種苗中心，遺傳育種將是不可迴避的工作，草蝦遺傳育種正是本研究單位目前主要的研究項目。對蝦類繁殖業者偏好使用外海種蝦，主要是因為池中培育的種蝦所生產的蝦苗，在數量上比不上外海種蝦，透過育種技術應能解決此一問題。以池中養成草蝦作為種蝦的來源，是進行草蝦遺傳育種並是草蝦家畜化必經的途徑。池中種蝦培育技術之確立，將可減少外海種蝦之需求；若配合特定病原體之篩檢，以及高成長、高抗病、易成熟品系之篩選，可提供健康優質的種蝦及蝦苗，應可解決因外海種蝦帶來疾病所造成台灣草蝦事業一蹶不振的困境。池中育成草蝦種蝦不但本身能夠成為一個重要的產業，另外，池中種蝦培育技術之確立，也有助於無病毒草蝦種苗生產技術之建立以及草蝦遺傳育種等研究工作之推動。

謝 辭

本研究係在行政院國家科學委員會專題研究計畫經費補助 (NSC87-2313B-056-007, NSC88-2313B-056A-002) 下完成，研究期間承水試所提供儀器設備之使用，蔡隆田先生協助幼苗培育，謹此一併致謝。

參考文獻

林明男, 丁雲源 (1984) 草蝦種蝦人工培育研究 (I). 利用精英移植，人工授精促進草蝦卵巢成熟、產卵，

及提高孵化率。臺灣省水產試驗所七十三年度水產試驗研究工作報告, 437-460.

陳秀男, 鍾國仁, 冉繁華, 林勇助, 沈士新, 郭光雄 (1993) 草蝦種蝦的培育和人工飼料催熟. 農委會漁業特刊第四十一號, 155 pp.

Alava, V. R., A. Kanazawa, S. Teshima and S. Koshio (1993) Effects of dietary vitamin-A, vitamin-E, and vitamin-C on the ovarian development of *Penaeus japonicus*. Nippon Suisan Gakkaishi, 59: 1235-1241.

Benzie, J. A. H. (1997) A review of the effect of genetics and environment on the maturation and larval quality of the giant tiger prawn *Penaeus monodon*. Aquaculture, 155: 69-85.

Browdy, C. L. and T. M. Samocha (1985) The effect of eyestalk ablation on spawning, molting and mating of *Penaeus semisulcatus* De Hann. Aquaculture, 49: 19-29.

Browdy, C. L., A. Hadani, T. M. Samocha and Y. Loya (1986) The reproductive performance of wild and pond-reared *Penaeus semisulcatus* de Haan. Aquaculture, 59: 251-258.

Cahu, C. L., G. Cuzon and P. Quazuguel (1995) Effect of highly unsaturated fatty acids, alpha-tocopherol and ascorbic acid in broodstock diet on egg composition and development of *Penaeus indicus*. Comp. Biochem. Physiol. [A], 112: 417-424.

Crococ, P. J. and G. J. Coman (1997) Seasonal and age variability in the reproductive performance of *Penaeus semisulcatus* broodstock: optimising broodstock selection. Aquaculture, 155: 55-67.

Duronslet, M. J., A. I. Yudin, R. S. Wheeler and W. H. Clark (1975) Light and fine structural studies of natural and artificially induced egg growth of penaeid shrimp. Proc. World Maricult. Soc., 6: 105-122.

Emmerson, W. D. (1983) Maturation and growth of ablated and unablated *Penaeus monodon* Fabricius. Aquaculture, 32: 235-241.

Halver, J. E. (1995) Vitamin requirement study techniques. J. Appl. Ichthyol., 11: 215-224.

Harrison, K. E. (1990) The role of nutrition in maturation, reproduction and embryonic development of Decapod Crustaceans: a review. J. Shellfish Res., 9: 1-28.

Kooda-Cisco, M. J. and P. Talbot (1983) A technique for electrically stimulating extrusion of spermatophores from the lobster, *Homarus americanus*. Aquaculture, 30: 221-227.

Liao, I. C. (1973) Note on the cultured spawner of red-tailed prawn, *Penaeus penicillatus* Alcock. JCRR Fisheries Series, 15: 59-65.

- Liao, I. C. and Y. P. Chen (1983) Maturation and spawning of penaeid prawns in Tungking Marine Laboratory, Taiwan. *In* CRC Handbook of Mariculture (J.P. McVey ed.), CRC Press, New York, USA, 155-160.
- Lin, M. N. and Y. Y. Ting (1986) Observation of poor hatching in the unilateral eyestalk-ablated females of *Penaeus monodon* Fabricius. *Bull. Japan. Soc. Sci. Fish.*, 52: 355.
- Lo, C. F., C. H. Ho, S. E. Peng, C. H. Chen, H. C. Hsu, Y. L. Chiu, C. F. Chang, K. F. Liu, M. S. Su, C. H. Wang and G. H. Kou (1996). White spot syndrome baculovirus (WSBV) detected in cultured and captured shrimp, crabs and other arthropods. *Dis. Aquat. Organ.*, 27: 215-225.
- Makinouchi, S. (1995) Effects of different male situations on maturation, spawning, mating and hatchery cost of wild *Penaeus monodon*. *Suisanzoshoku*, 43: 109-118.
- Makinouchi, S. and H. Hirata (1995) Studies on maturation and reproduction of pond-reared *Penaeus monodon* for developing a closed life-cycle culture system. *Isr. J. Aquacult. (Bamidgeh)*, 47: 68-77.
- Makinouchi, S., K. Sugama, T. Ruchimat, S. Tridjoko, T. Sutarmat and S. Lante (1995) Effects of eyestalk ablation on maturation, spawning, hatching, molting and growth of precocious pond reared *Penaeus monodon*. *Suisanzoshoku*, 43: 103-108.
- Marsden, G. E., J. J. McGuren, S. W. Hansford and M.J. Burke (1997) A moist artificial diet for prawn broodstock: its effect on the variable reproductive performance of wild caught *Penaeus monodon*. *Aquaculture*, 149: 145-156.
- Mohan, C. V., P. M. Sudha, K. M. Shankar and A. Hegde (1997) Vertical transmission of white spot baculovirus in shrimps - a possibility? *Current Sci.*, 73: 109-110.
- Naessens, E., P. Lavens, L. Gomez, C. L. Browdy, K. McGovernhopkins, A. W. Spencer, D. Kawahigashi and P. Sorgeloos (1997) Maturation performance of *Penaeus vannamei* co-fed artemia biomass preparations. *Aquaculture*, 155: 87-101.
- Nascimento, I. A., W. A. Bray, J. R. L. Trujillo and A. Lawrence (1991) Reproduction of ablated and unablated *Penaeus schmitti* in captivity using diets consisting of fresh-frozen natural and dried formulated feeds. *Aquaculture*, 99: 387-398.
- Ogle, J. T. (1992) A review of the current (1992) state of our knowledge concerning reproduction in open thelycum penaeid shrimp with emphasis on *Penaeus vannamei*. *Invertebr. Reprod. Dev.*, 22: 267-274.
- Primavera, J. H. (1978) Induced maturation and spawning in five-month-old *Penaeus monodon* Fabricius by eyestalk ablation. *Aquaculture*, 13: 355-359.
- Primavera, J. H. and R. A. Posadas (1981) Studies on the egg quality of *Penaeus monodon* Fabricius, based on morphology and hatching rates. *Aquaculture*, 22: 269-277.
- Santiago Jr, A. C. (1977) Successful spawning of cultured *Penaeus monodon* Fabricius after eyestalk ablation. *Aquaculture*, 11: 185-196.
- Tan-Fermin, J. D. and R. A. Pudadera (1989) Ovarian maturation stages of the wild giant tiger prawn, *Penaeus monodon* Fabricius. *Aquaculture*, 77: 229-242.
- Wang, C. H., C. F. Lo, J. H. Leu, C. M. Chou, P. Y. Yeh, H. Y. Chou, M. C. Tung, C. F. Chang, M. S. Su and G. H. Kou (1995) Purification and genomic analysis of baculovirus associated with white spot syndrome (WSBV) of *Penaeus monodon*. *Disease Aquat. Org.*, 23: 239-242.
- Yano, I. (1993) Ultra-intensive culture and maturation in captivity of penaeid shrimp. *In* CRC Handbook of Mariculture (J. P. McVey ed.): CRC Press Inc, Boca Raton, U.S.A., pp. 289-313.
- Yano, I., T. Ruchimat, T. Sutarmat, S. Tridjoko, S. Lante, J. H. Hutapea, S. Makinouchi and C. Kuma (1996) Effects of vitamin E on maturation and spawning in giant tiger prawn, *Penaeus monodon*. *Suisanzoshoku*, 44: 497-502.

Natural and Induced Spawning of Pond-reared Tiger Prawn (*Penaeus monodon*)

Jin-Hua Cheng^{*} and Tzyy-Ing Chen

Tungkang Biotechnology Research Center, Fisheries Research Institute

ABSTRACT

Eight batches of mature prawns, *Penaeus monodon*, were collected from grouper ponds. In one of the batches, there was 14 female with ovarian index of 2.4 ± 0.9 . Two of them spawned naturally on the third and the sixth day, and hatched 728,000, and 119,000 nauplii, respectively. Another batch has 25 females with ovarian index of 2.0 ± 0.8 . Those females started to spawn from 3 to 11 days after uni-eyestalk was ablated. The average number of eggs was $238,000 \pm 122,000$ with fertilization rate of $90.7 \pm 6.8\%$ and hatching rate of $90.5 \pm 2.1\%$. Most of females spawned more than twice, one of them spawned four times. The most productive female laid 1,090,000 eggs and hatched 565,000 nauplii. Study suggested that high fecundity of pond-reared tiger prawn was due to: (1) low culture density in pond that allowed them to have a fast growth; (2) sufficient and highly nutritious food; (3) well environmental conditions that was similar to open sea, and (4) long culture period 10~12 month for fully growth, reaching size greater than 120 g.

Key words: *Penaeus monodon*, natural spawn, induced maturation, fecundity

^{*}Correspondence: Tungkang Biotechnology Research Center, Fisheries Research Institute, Tungkang, Pingtung 928, Taiwan. TEL: (08) 832-4121 ext. 272; FAX: (08) 832-0234; E-mail: chengjh@mail.nsysu.edu.tw