第二章　種蝦培育池族群動態的變動

魚蝦貝類的族群具有一些超大體型的個體，使得族群中的結構呈偏歪的分布（Nakamura and Kasahara，1957； Korneyeva，1969；Rose ，1958； Borowsky，1973； Konikoff and Lewis，1974； Newkrik et al.，1977； Sohn，1977；Nelson et al.，1980； Ra'anan，1982）。這些大體型的個體，對其他個體的成長、生殖與生存具有很大的影響。例如，淡水蝦 *Macrobrachium rosenbergii* 在養殖過程中，必須間捕大體型者，以解決小體型者被壓迫而抑制成長（ Ra'anan and Cohen，1985）。

研究族群的動態，必須探討族群的結構與變化（Staples，1980；Carroll，1982；Coles and Greenwoood，1983；Price and Payne，1984；Vance，1984；Gaston and Lawton，1988；Sastre，1991；Somers and Kirkwood，1991）。由於在海中未發現草蝦群集之現象（Liao，1977；Somers et al.， 1987），所以族群動態的研究報告甚少（Su，1984）， 至於養殖池族群動態的研究就更少；Liao（1977）發表平均體重45.5公克以前，草蝦雌蝦與雄蝦在不同時期體重的分布，但並未討論族群的動態。

其他對蝦類的研究，都是在海中進行的。由於有補充群（recruitment）的加入，所以體型分布都相當複雜。雖然從各年齡群可以推測出來，但都未討論單一年齡群的結構特性 （Staples，1980； Garcia and Le Reste，1981； Coles and Greenwood，1983；Somers et al.， 1987； Somers and Kirkwood，1991）。成長方面，大都以雌蝦的速度較快（Hall，1962；Penn， 1975； Rodriguez， 1981； Kirkwood and Sommers，1984；Stewart et al.，1985； Glaister， 1987；Dredge，1990）。雖然環境和族群競爭對成長都會產生影響，但是 Huston and DeAngelis（1987）認爲遺傳是成長差異的主要因子。

許多甲殼類族群都有性比逐漸偏歪的現象（disparity of sex ratio）(Wenner，1970）。 雖然有些報告表示，性比的偏歪在幼苗時期就已存在了（MacArthur， 1961； Leigh，1970）。但是大部分認爲幼苗的性比是對稱的，如Mednikov（1961）， Conover（1965），Gray and Pouwell（1966），Osorio et al.（1967），Hamilton（1967）， Heegaard（1967） Sameoto（1969），Lasker et al.，（1970），Maly（1970）和 Wildish（1970）。造成性比偏歪的原因有：性轉變（Wenner，1972）， 單一性別外

移（Price and Payne，1984），不同的死亡率（Leigh，1970），個體小者被掠食率高（Wenner and Gilliam，1984； DeAngelis and Coutant，1982），不同的極限體型（Wenner， 1972）， 不同的壽命（Motoh，1981），不同的成長率（Willson and Pianka，1963），或兩性曾生長在不同的棲所（Darnell，1962）。對蝦的性比有不同的結果提出來（Thomas，1974； Rodriguez，1981； Somers and Kirkwood，1991）。然而體型組成與性比關係則未見相關的報告。Su and Liao（1987）調查屏東縣大鵬灣草蝦向海迴游的結果表示，頭胸甲長小於 45 mm時，雄蝦比例較高，大於 45 mm 之後，雌蝦之比例急速上升。

族群的體型變異與其密度及成員個體的大小有密切的關係；當密度低時或成員的體型較大時，則變異會較小（Taylor，1961； Gaston and Lawton，1988）。在對蝦方面未見有相關的研究報告。至於淡水蝦（M. rosenbergii）族群體型的變異，則會隨著超大型蝦的出現而變大（Ra'anan and Cohen，1988）。本試驗則利用長期的培育與定期測量池蝦的體長分布和性比，由其變化來討論族群的動態。

試驗結果池蝦的活存率爲 30.9 % ，其中雌蝦的活存率爲40.0 % ，雄蝦爲 21.8 % 。雌雄比例爲 64.7 比 35.3 。雌蝦頭胸甲長的範圍從 55.5 至 67.4 mm ，平均 61.1 mm ，體重從 93.8 至 157.7 公克，平均 124.4 公克。雄蝦頭胸甲長範圍爲 48.6 至 56.5 mm ，平均 52.2 mm ，體重爲 68.7 至 104.0 公克，平均 84.7 公克。池蝦的平均頭胸甲長爲 57.5 mm ， 體重爲 109.8 公克。（Table 1）

頭胸甲長的分布，除了第一次的測定，雌雄都呈負偏歪（skewed negatively）分布之外， 其餘各次都沒有顯著的偏歪分布出現（Fig. 1）。

雌蝦的成長速度比雄蝦要快，前 42 天的成長兩者間沒有顯著的差異，但第 84 天時，雌蝦的頭胸甲長則顯著大於雄蝦（$t = 4.573$，$p<0.001$）。十一至一月的年水溫最低期間，雄蝦的頭胸甲長沒有顯著的增加（$t = 0.565$，$p>0.050$）（Fig. 2）。 雌雄體長的差異隨著池蝦的成長而變大（Fig. 3），二者之間呈直線關係，迴歸方程式爲：

$$Y = 0.214\ X - 4.709$$

$$r = 0.968,\quad t = 9.382,\quad p<0.001$$

其中 X 爲池蝦頭胸甲長平均值， Y 爲雌蝦減雄蝦之頭胸甲長C

當池蝦的平均頭胸甲長爲 48.2 mm 時，雌蝦的數量已顯著多於雄蝦數

量（X = 7.901， p<0.050），而且雌蝦所佔的比例快速地升高（Fig. 4）。

體長變異隨著池蝦的成長而逐漸變小（Fig. 5）。頭胸甲長與體重間變異係數的對數轉值，和平均頭胸甲長的對數轉值之間，都具有直線負相關的關係。其迴歸方程式分別爲：

雌蝦： $Y = -1.092\ x + 2.623$

$r = 0.937,\ t = 3.997,\ p<0.001$

雄蝦： $Y = -1.340\ X + 2.920$

$r = 0.950,\ t = 6.802,\ p<0.001$

其中 X 爲頭胸甲長平均值之對數轉值， Y 爲頭胸甲長變異係數的對數轉值。

雌蝦： $Y = -0.368\ X + 1.671$

$r = 0.917,\ t = 5.140,\ p<0.005$

雄蝦： $Y = -0.448\ X + 1.992$

$r = 0.932,\ t = 5.750,\ p<0.005$

其中 X 爲體重平均值之對數轉值， Y 爲體重變異係數之對數轉值。

室內實驗室水槽中，雌雄蝦的脫殼頻率（ t = 0.977，p>0.050）及脫殼間期（t = 0.792，p>0.050）都沒有顯著的差異。但是雌蝦每次脫殼後，頭胸甲長的增長率卻大於雄蝦（t = 1.789，p<0.100 ）（ Table 2 ）。

然而在第 42 天測量的頭胸甲長的分布都是呈正偏歪，可能是傘網被較大的蝦所佔據，使得小蝦的比例偏低所致。其餘各次測得的體長組成都呈對稱（symmetric）的分布。所以表示整個培育期間，草蝦不像淡水蝦（ M. rosenbergii）族群具有體型超大的公蝦形成優勢群，使得體長分布呈負偏歪（Ra'anan and Cohen，1985）現象。

由 Fig. 2 可知，雌蝦的成長較雄蝦快，第 84 天時，雌雄體型已經有顯著的差異。不同的成長速率，造成了族群呈二項分布（ bimodel distribution）。由於前 42 天，兩性的成長沒有顯著差異， 所以如同 DeAngelis and Coutent（1982），Turner and Robinowitz（1983 ） 和 Huston and De-Angelis（1987）所述，二項分布都是源自同一個分布（ Fig. 1）。

試驗室中以每平方公尺 10 尾的密度蓄養種蝦，種蝦大都靜靜的散佈在

各個角落甚少活動，所以空間的競爭應該不存在培育池中。Maquive and Leedow（1983）研究 *Metapenaeus macleayi* 的養殖，亦得到類似的情形。另外，由於食物供應充足，而且生長在同一時間與空間下，而雌蝦每次脫殼體長增加較多，所以成長的差異，應屬於遺傳因素所造成的（Huston and DeAngelis，1987）。 Lin et al.（1989）以每平方公尺0.25 尾的密度培育草蝦種蝦，也得到相同的結果。

類似於 Su and Liao（1987）的野外研究結果，在池蝦的頭胸甲長達 48.2 mm 後 ，雌蝦的比例急速上升。 Motoh（1980）認爲在海中，雌草蝦的比例較高是因爲壽命較雄蝦長所造成的。但是 Fig. 1 顯示最後一組的體長分布仍然都呈對稱的型態，並沒有達到極限體長，而使得分布呈正偏歪的現象，所以池蝦應該不是處於高齡的狀態。至於性轉變是否肇因於性比偏歪，則未見任何的研究報告提出對蝦具有性轉變機能。由Fig. 1 的體長分布顯示，當池蝦的平均頭胸甲長爲 48.2 mm時，大部分的雌蝦體型已較雄蝦大。所以從這個階段以後，雄蝦被殘食率可能因此大幅上升，而造成雄蝦比例降低。另外由Fig. 2 的成長曲線顯示，雄蝦在年水溫最低時期，成長明顯的受阻，雌蝦受影響的程度則較低。因此表示雄蝦對環境的變化較爲敏感，所以在培育過程中死亡率較雌蝦高。

體型的變異與族群的成長，保持著規律而且密切的關係，表示在長時間的培育過程中，池蝦族群一直是保持著平穩的發展。

由族群結構與時間的關係可以了解族群的動態。草蝦族群在培育池中，體長組成一直保持對稱分布，而且體型的變異逐漸變小，所以整個培育過程中並沒有出現優勢群體，影響其他多數成員的成長。雄蝦因爲成長較慢，體型較小，所以被殘食率較高，雖然降低了池蝦的活存率，但是卻有利於雌蝦的生長與生殖，也形成一種自然選擇的過程（Bobisud，1976；Stemseth，1978；Jones，1982； Dionne，1985）。而體型差異的改變可以作爲族群發展穩定與否的指標。

參考文獻

Borowsky, R. L. (1973). Social control of adult size in males of Xiphophorus variatus. Nature, 245:332-335.

Carrol, J. C. (1982). Seasonal abundance, size composition and growth of rock crab, Cancer mitennarius Stimpson, off central California. J. Crust. Biol., 2(4):549-561.

Coles, R. G. and Greenwood, J. G. (1983). Seasonal movenment and size distribution of three commercially important Australian prawn species (Crustacea : Penaeidae) within an estuarine system. Aust. J. Mar. Freshw. Res, 34:727-743.

Conover, R. J. (1965). Notes on the molting cycle, development of sexual characters and sex ratio in Calanus hyperboreus. Crustaceana, 8:308-320.

Darnell, R. M. (1962). Sex ratios. In: P. L. Altman and D. S. Dittmer (Eds), Aquatic animals. p.439-442. Growth. Federation of American Societies for Experimental Biology, Washington, D. C..

DeAngelis, D. L. and Coutant, C. C. (1982). Genesis of bimodal size distributions in species cohorts. Trans. Am. Fish. Soc., 111:384-388.

Dredge, M. C. L. (1990). Movement, growth and natural mortality rate of the red spot king prawn, Penaeus longistylus Kubo, from the Great Barrier Reef Lagoon. Aust. J. Mar. Freshwater Res., 41:399-410.

Frusher, S. D., Gwyther, D. and Lindholm, R. (1985). Growth of the banana prawn, Penaeus merguiensis de Man, as estimated from

tagging studies in the gulf of Papua. Aust. J. Mar. Freshw. Res., 36:793-796.

Garcia, S. and Le Reste, L. (1981). Life cycle, dynamics, exploitation and management of coastal penaeid shrimp stock. FAO Fisheries Technical Paper, No.203.

Gaston, K. J. and Lawton, J. H. (1988). Patterns in body size, population dynamics, and regional distribution of brecken herbivores. Am. Nat., 132:662-680.

Glaister, J. P., Lau, T. and McDonall, V. C. (1987). Growth and migration of tagged eastern king prawns, Penaeus plebejus Hess. Aust, J. Mar. Freshw. Res., 38:225-241.

Gray, C. W. and Powell, G. C. (1966). Sex ratios and distrbution of spawning king crabs in Alitak Bay, Kodiak Island, Alaska (Decapoda, Anomura, Lithodidae). Crustaceana, 10:303-309.

Hall, D. N. F., (1962). Observations on the taxonomy and biology of some Indo-West-Pacific Penaeide (Crustacea, Decapoda). Fish. Publ. Colon. Off. Lond., (17):1-229.

Hamilton, W. D. (1967). Extraordinary sex ratio. Science, 156:477-488.

Heegaard, P. (1967). On behavior, sex-ratio and growth of Solenocera membranacea (Risso) (Decapoda, Penaeidae). Crustaceana, 13:227-237.

Huston, M. A. and DeAngelis, D. L. (1987). Size bimodality in monospecific populations : a critical review of potential mechanism. Am. Nat., 129:678-707.

Kirkwood, G. P. and Somers, I. F. (1984). Growth of two species of tiger prawn, Penaeus esculentus and P. semisulcatus in the western gulf of Carpentaria. Aust. J. Mar. Freshw. Res., 35:703-712.

Konikoff, M. and Lewis, W. (1974). Variation in weight of cage-reared channal catfish. Progr. Fish. Cult., 36(3):138-144.

Korneyeva, L. (1969). Weight increase of carp in nurseries in relation to rearing condition. Problems of Ichthyology, 9(1):95-101.

Lasker, R. J., Wells, B.J. and McIntyre, A. D. (1970). Growth, reproduction, respiration and carbon utilization of the sand-dwelling harpacticoid copepod, Asellopsis intermedia. J. Marine Biol. Ass. U. K., 50:147-160.

Leigh, E. G., Jr. (1970). Sex ratio and differential mortality between the sexes. Am. Nat., 104:205-210.

Liao, I. C. (1977). A culture study on grass prawn, Penaeus monodon, in Taiwan - the patterns, the problems and the prospects. J.Fish. Soc. Taiwan, 5(2):11-29.

Liao, I. C., Huang, T. C. and Katsutani, K. (1969). A preliminary report on artificial propagation of Penaeus monodon Fabricius. Chin. - Am. Jt. Comm. Rural Reconstr. Fish. Ser., 8:67-71.

MacArthur, R. H. (1961). Population effects of natural selection. Am. Nat., 95:195-199.

Maly, D. J. (1970). The influence of predation on the adult sex ratio of two copepod species. Limnol. Oceanogr., 15: 560-573.

Mednikov, B. M. (1961). On the sex ratio in deep water Calanoida.

Crustaceana, 3:105-109.

Motoh, H. (1981). Studies on the fisheries biology of the giant tiger prawn, Penaeus monodon in the Philippines. SEAFDEC Technical Report, No. 7, P.1-128.

Nakamura, N. and Kasahara, S. (1957). A study of the phenomenon of the Tobi-Koi or shoot carp. III. On the results of culturing the modal individually. Am. Nat., 22:674-678.

Nelson, K., Hedgecock, D., Borgeson, W., Johnson, E., Dagget, R. and Aronstein, D. (1980). Density-dependent growth inhibition in lobsters, Homarus americanus. Biol. Bull., 159:167-176.

Newkirk, G. F., Haley, L. E., Waugh, D. L. and Doyle, R. (1977). Genetics of larvae and spat growth rate in the oyster Crassostrea virginira. Mar. Biol., 41:49-52.

Osorio, C., Bahamonde, N. and Lopez, M. T. (1967). El limanche Emerita analoga (Stimson) en chile. Mus. Nacional Hist. Natur. Biol., 29:60-116.

Penn, J. W. (1975). Tagging experiments with western king prawn, Penaeus latisculatus Kishinouye. I survival, growth, and reproduction of tagged prawns. Aust. J. Frehwat. Res., 26:197-211.

Price, J. O. and Payne, J. F. (1984). Size, age, and population dynamics in an R-selected population of Orconectes negletus chaenodactylus Williams (Decapoda, Cambaridae). Crustaceana, 46(1):29-38.

Ra'anan, Z. (1982). The effect of size ranking on the molting cycle of juvenile stages of freshwater prawn Macrobrachium rosenbergii (de Man) when reared individually and in pairs. Crustaceana,

45:131-138.

Ra'anan, Z. and Cohen, D. (1985). Ontogeny of social structure and population dynamics in the giant freshwater prawn, Macrobrachium rosenbergii (de Man). In: A. Wenner, (Ed.) Crustacean issues, vol. 3. Balkema Press, Rotterdan, p.129-147.

Rodriquez, A. (1981). Growth and sexual maturation of Penaeus kerathurus (Forskal, 1775) and Palaemon serratus (Pennant) in salt ponds. Aquaculture, 24:257-266.

Sameoto, D. D. (1969). Comparative ecology, life histories, and behaviour of intertidal sand-burrowing amphipods (Crustacea : Haustoriidae) at Cape Cod. J. Fisheries Res. Board Can., 26:361-388.

Sastre, M. (1991). Sex-specific growth and surival in the mole crab Emerita portoricensis (Schmitt). J. Crust. Biol. , 11(1):103-112.

Sohn, J. J. (1977). Socially induced inhibition of genetically determined maturation in the platyfish Xiphophorus maculatus. Science, 195:199-201.

Somers, I. F., Poiner, I. R. and Harris, A. N. (1987). A study of the species composition and distribution of commerical penaeid prawn of Torres Strait. Aust. J. Mar. Freshw. Res ., 38:47-61.

Somers, I. F. and Kirkwood, G. P. (1991). Population ecology of the grooved tiger prawn, Penaeus semisulcatus, in the north-western gulf of Carpentaria, Australia : Growth, movement, age structure and infestation by the Bopyrid parasite Epipenaeon ingens. Aust, J. Mar. Freshwater Res., 42:349-367.

Staples, D. J. (1980). Ecology of juvenile and adolescent banana prawn, Penaeus merguiensis, in a mangrove estuary and adjacent off-shore area of the gulf of carpentaria. II emigration, population structure and growth of juvenile. Aust. J. Mar. Freshwater Res., 31:653-665.

Su, M. S. and Liao, I. C. (1987). Ecological studies on commercially important prawns from the coastal waters of southwest Taiwan-I. emigration of Penaeus monodon from Dapong Bay. J. Fish. Soc. Taiwan, 14(1):36-48.

Taylor, L. R. (1961). Aggregation, variance and the mean. Nature, 189:732-735.

Turner, M. D. and Rabinowitz, D. (1983). Factors affecting frequency distributions of plant mass : the absence of dominance and supprssion in competing monocultures of Festuca paradoxa. Ecology, 64:469-475.

Vance, R. R. (1984). The effect of dispersal on population stability in one - species, discrete - space population growth models. Am. Nat., 123(2):230-254.

Wenner, A. M. (1972). Sex ratios as function of size in marine crustacea. Am. Nat., 106:321-350.

Werner, E. E. and Gilliam, J. F. (1984). The ontogenetic inche and species interactions in size - structured population. Annu. Rev. Ecol. Syst., 15:393-425.

Wildish, D. J. (1970). Polymorphism in Orchestia mediterranea A. Costa (Amphipoda, Talitridae). Crustaceana , 19:113-118.

葉樹藩（1977）. 試驗設計學. 廣文書局出版

Table 1. Survival rates, sex ratios, ranges and means of carapace length (CL) and of body weight (BW) of Penaeus monodon cultured in the pond for 342 days days from sub-stage 17th postlarve.

	Female	Male	Female/Male
Survival rate (%)	40.0	21.8	30.9
Sex ratio (%)	64.7	35.3	----
Range of CL (mm)	55.5-67.4	48.6-56.5	48.6-67.4
Mean CL (mm)	61.1	52.2	57.8
Range of BW (g)	93.8-157.7	68.7-104.0	68.7-157.7
Mean BW (g)	142.4	84.7	109.8

Table 2. Growth output of Penaeus monodon reared indivi-dually in the tanks for 40 days. CL=carapace length

	Female	Male	t-test	p
Initial CL (mm)	31.2	31.0	0.532	>0.05
Final CL (mm)	32.6	31.8	3.316	<0.01
Mean number of molt	2.50	2.38	0.477	>0.05
Increment in CL per molt (mm)	0.55	0.38	1.789	<0.10
Molt interval (days)	20.2	21.0	0.792	>0.05

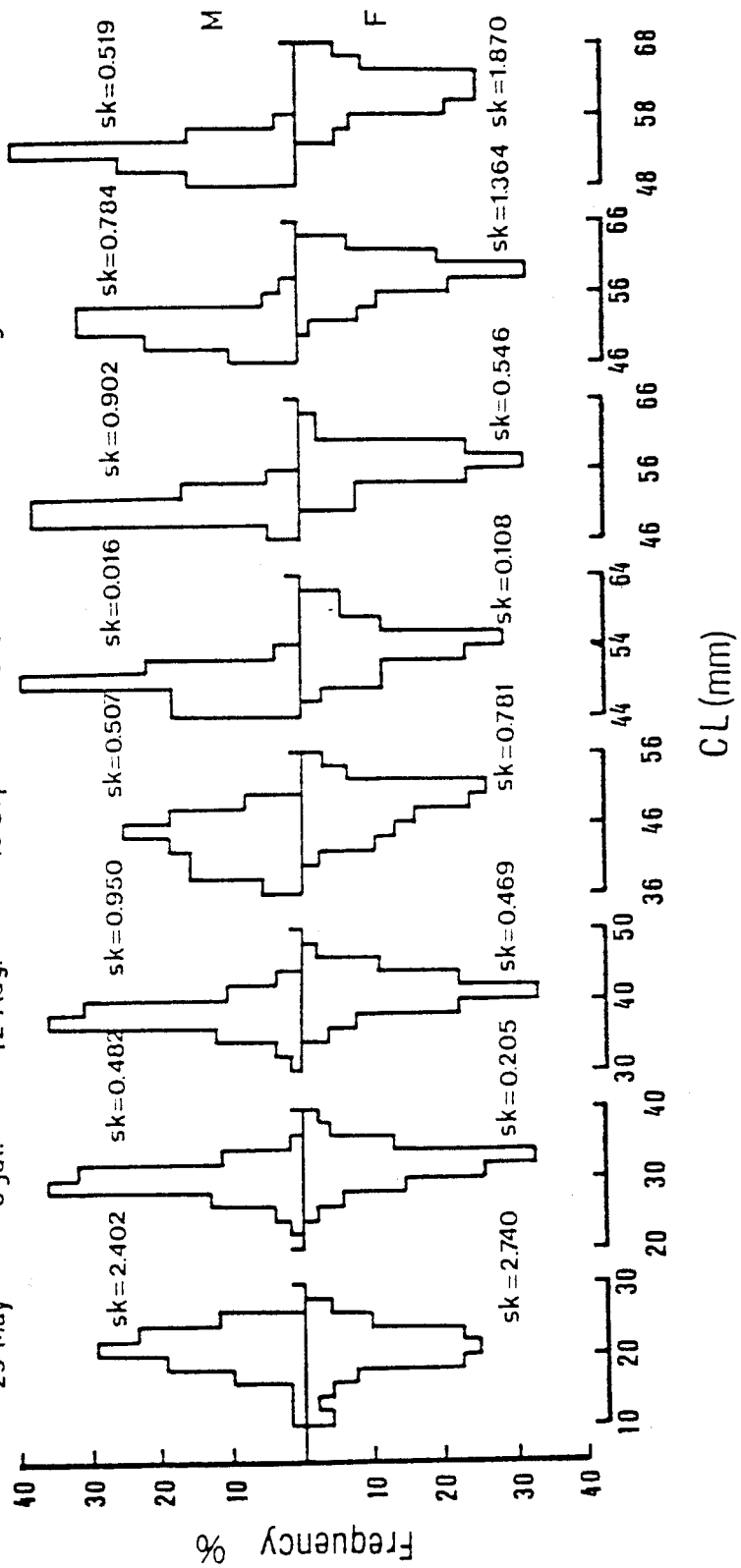

Fig. 1 Periodic measured size dostrobitopms pf *Penaeus Monodon* cultured in the pond. sk = skewness, M = male, F = female, CL = carapace length.

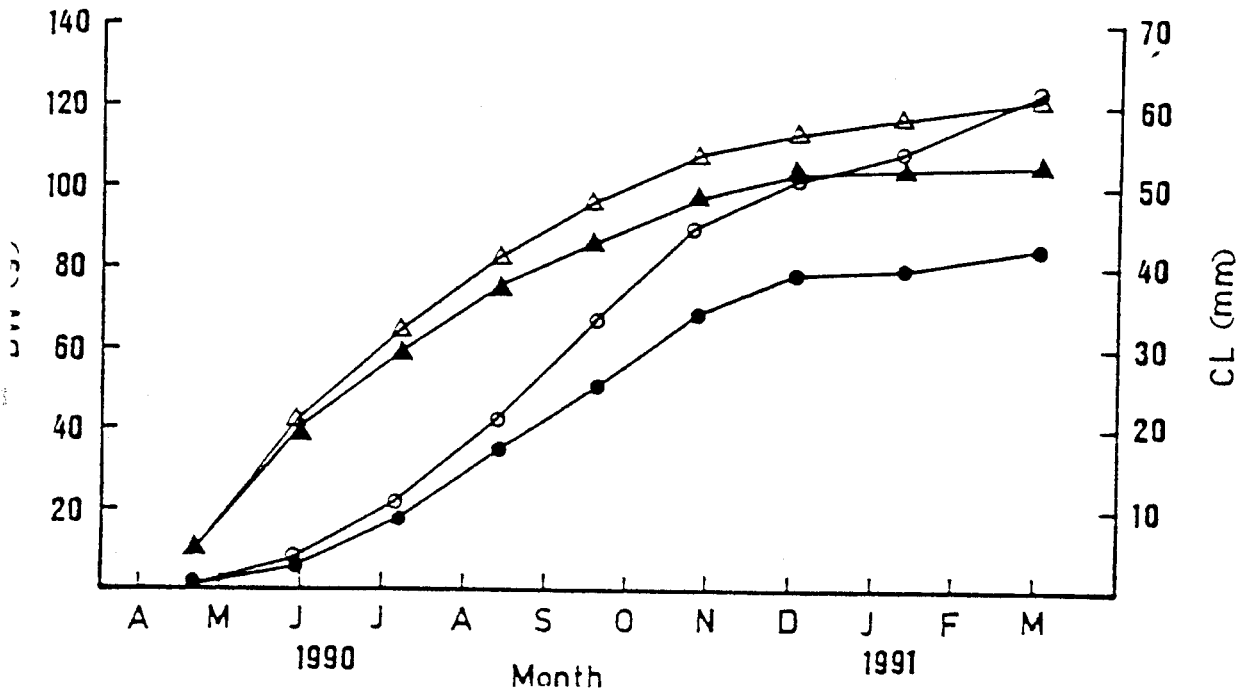

Fig. 2 Growth curves of *Penaeus monodon* cultured in the pond. BW = body weight, CL = carapace length, ● = body weight of males, ○ = body weight of females. ▲ = carapace length of males, △ = carapace length of females.

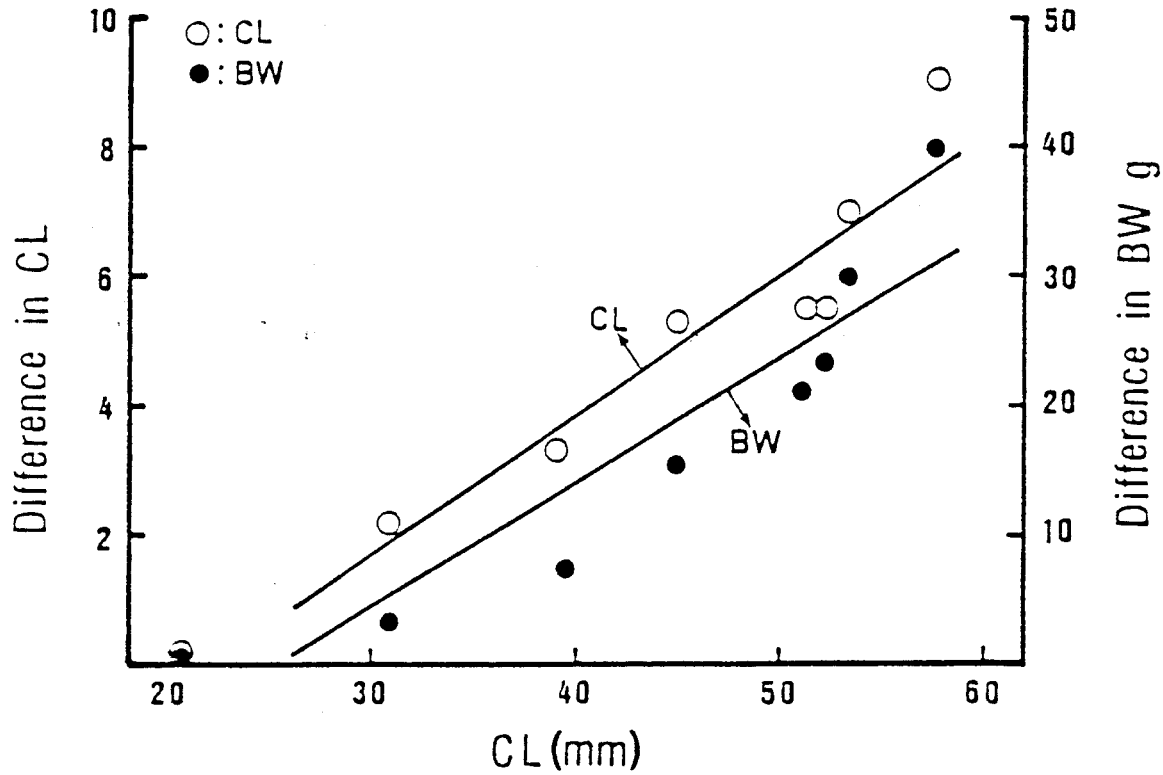

Fig. 3 Relationship between difference in carapace length (CL) and body weight (BW) of female minus malle and mean carapace length for *Penaeus mondon* population cultured in the pond.

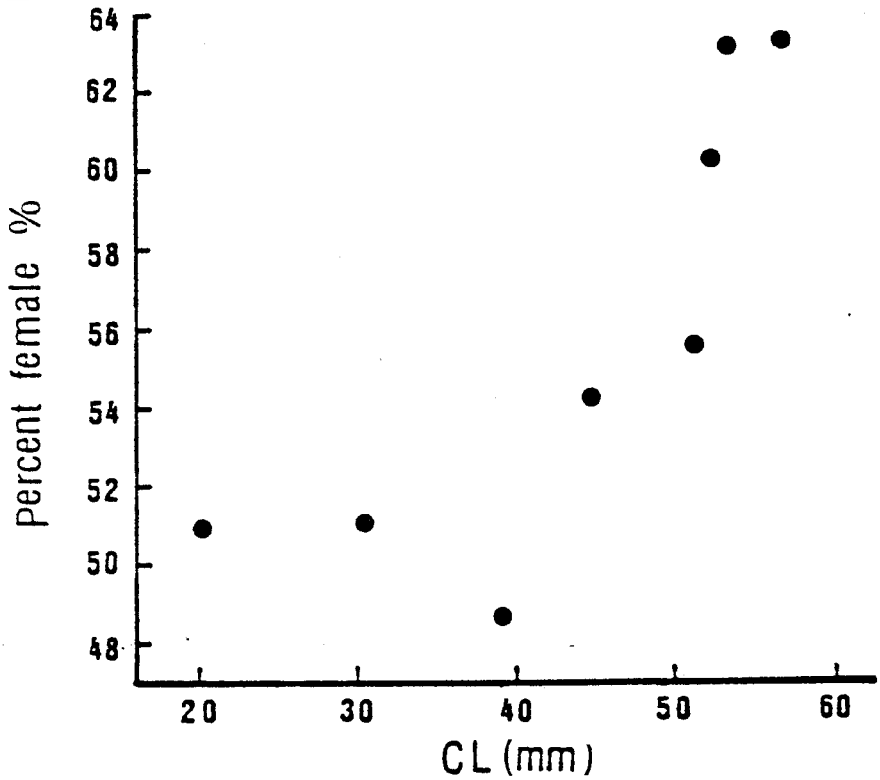

Fig. 4 Relationship between percent female and mean carapace length (CL) for *Penaeus monodon* population cultured in the pond.

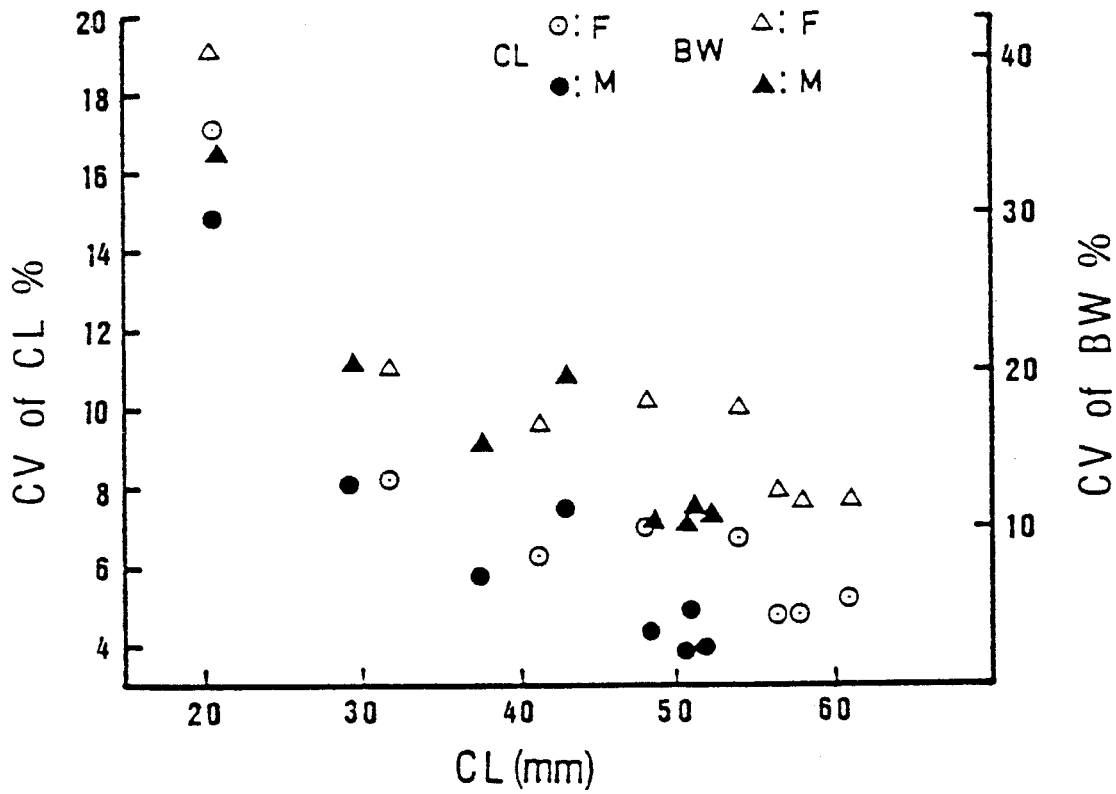

Fig. 5 Relationship between coefficient of vqariation (CV) in carapace length (CL) and body weight (BW) and mean carapace length for *Penaeus monodon* population cultured in the pond