

第四章 體型與生殖的關係

探討生殖與體型的關係可分為最小成熟體型，與體型大小對生殖的影響。最小成熟體型和成長速度及環境有密切的關係 (Wenner et al., 1985)。Motoh (1981) 發現海中雌草蝦的最小擁有精筭體型較池蝦大。Aqucop (1983) 表示培育的草蝦體重達 60 公克即可產卵。而 Motoh (1981) 表示海蝦的第一次產卵體型為頭胸甲長 50 mm (72.8 g)。達到成熟的體型後，並不表示能有產卵的能力，所以最小受精體型常小於產卵體型 (Motoh, 1981; Crocos and Kerr, 1983; Courtney and Dredge, 1988)。

Motoh (1981) 發現大海中各種成熟體型的草蝦都具有很高的受精率，但池蝦的受精率與體長的關係曲線卻呈 "尖峰" 的形狀。 *P. merguensis* (Crocos and Kerr, 1983) 和 *P. esculentus* (Crocos, 1987) 的受精率與體型之關係曲線則呈 "S 型"。

卵巢的發育與體型具有密切的關係 (Crocos and Kerr, 1983; Courtney and Dredge, 1988)。體型較大的母蝦除了具有較重的卵巢外 (Penn, 1980)，產卵的數量也比較多 (Hudinaga, 1942; Matosubroto, 1974; Penn, 1980; Crocos and Kerr, 1983)。Villegas et al. (1986) 則表示體型大的草蝦母除了能產較多卵之外，其卵粒也較大，孵化率與蝦苗活存率皆較高。至於培育種蝦方面，生殖與體型的關係則少有研究報告 (Motoh, 1981)。本章主要在探討體型大小對受精、卵巢發育與產卵的影響。

受精率實驗使用四組塹母蝦，年齡和體型分別為：

I. 第一組年齡 11 個月，雌蝦頭胸甲長範圍為 28.3 至 55.7 mm，平均 42.5 mm，雄蝦頭胸甲長範圍為 26.7 至 45.2 mm，平均為 39.2 mm (Fig. 1)。

II. 第二組年齡為 12 個月，雌蝦頭胸甲的範圍為 37.1 至 61.4 mm，平均 53.3 mm，雄蝦頭胸甲長範圍為 36.4 至 53.2 mm，平均 45.8 mm (Fig. 2)。

III. 第三組年齡為 10 個月，雌蝦頭甲長範圍為 48.7 至 63.8 mm，平均 57.0 mm，雄蝦頭胸甲長範圍為 41.4 至 55.7 mm，平均 48.3 mm (Fig. 3)。

IV. 第四組年齡為 10 個月，雌蝦頭胸甲長範圍為 56.3 至 66.7 mm，

平均 61.2 mm，雄蝦頭胸甲長範圍為至 58.4 mm，平均 53.2 mm (Fig. 4)。

卵巢發育與產卵實驗所使用的塹母蝦，是永安地區與石斑魚混養的草蝦，年齡為 13 個月，雌蝦頭胸甲長範圍為 38.4 至 61.7 mm，平均 53.8 mm，雄蝦頭胸甲長範圍為 36.9 至 54.3 mm，平均 46.1 mm。產卵試驗所用的種蝦為永安地區與石斑魚混養的草蝦，年齡為 14 個月，雌蝦頭胸甲長範圍為 49.7 至 65.3 mm，平均 57.4 mm，雄蝦頭胸甲長範圍為 42.4 至 51.3 mm，平均 47.2 mm，經過五天的蓄養後即切除單眼柄。

實驗結果在受精率方面：

第一組雌蝦的精筭擁有率為 12.2 %。最小的精筭擁有體型為頭胸甲長 41.5 mm。頭胸甲長 41.1 至 51 mm 之間，雌蝦的精筭擁有率由 2.5 % 快速地增加為 62.5 %，而後又快速地減少到 33.3 % (Fig. 1)。第二組雌蝦的精筭擁有率為 33.7 %。最小的精筭擁有體型為頭胸甲長 38.7 mm。頭胸甲長 39 至 51 mm 之間，精筭擁有率由 20.0 % 逐漸增加至 43.8 %，而後又快速地降低至零 (Fig. 2)。第三組雌蝦的精筭擁有率為 68.0 %。頭胸甲長 51 至 55 mm 之間，精筭擁有率由 25.0 % 快速增加到 71.4 %，而後各體型之精筭擁有率在 75.0 至 81.8 % 之間 (Fig. 3)。第四組雌蝦的精筭擁有率為 76.8 %，各組體型的精筭擁有率都在 72.7 至 80.0 % 之間 (Fig. 4)。

卵巢發育方面：

試驗共進行 20 天。頭胸甲長小於 42 mm 之雌蝦的卵巢都尚未達發育階段。卵巢未發育的雌蝦在頭胸甲長 45 mm 時大量減少，頭胸甲長大於 51 mm 之後，則比率變化很小。卵巢發育至第二期的雌蝦在頭胸甲長大於 45 mm 之後大量增加，而頭胸甲長大於 51 mm 時迅速減少；但具有第三期卵巢的雌蝦卻大量增加，至頭胸甲長 57 mm 時則快速減少。具第四期卵巢的雌蝦於頭胸甲長大於 55 mm 之後，逐漸增加至頭胸甲長至 58 mm 時數量最多 (Fig. 5)。卵巢發育至第三或四期的雌蝦比例隨體型的增大而增加；在頭胸甲長 45 至 53 mm 之間比例快速地由 14.3 % 升高至 50.0 %，而後各種體型的比例都在 50 至 62.5 % 之間 (Fig. 6)。第四期卵巢的發生率也具有類似的情形，頭胸甲長 51 至 57 mm 之間，比例由 14.3 % 快速地增加到 37.5 %，而後各體型的比例在 37.5 至 44.4 % 之間 (Fig. 6)。體型大的種蝦其卵巢發育的速度較快，種蝦切除單眼柄後至卵巢成熟的間隔時間與頭胸甲長之間，具有直線相關之關係 (Fig. 7)，其迴歸方程式為：



$$Y = - 0.299 X + 26.474$$

$$r = 0.454, t = 2.101, p < 0.05$$

其中 X 為頭胸甲長 (mm)，Y 為間隔日數。體型較大的種蝦其成熟的卵巢具較高的生殖腺指數；生殖腺指數與頭胸甲長的關係，亦呈直線關係 (Fig. 8)，其方程式為：

$$Y = 0.106 X - 0.604$$

$$r = 0.496, t = 2.354, p < 0.05$$

其中 X 為頭胸甲長 (mm)，Y 為生殖腺指數 (%)。

產卵：

體型大的種蝦除了能產較多的卵之外，其卵徑也較大；產卵數、卵徑及孵化率與頭胸甲長的關係都呈直線性關係 (Fig. 10)，其方程式分別為：

$$\text{卵數： } Y = 2.331 X - 105.486$$

$$r = 0.769, t = 5.646, p < 0.001$$

其中 X 為頭胸甲長 (mm)，Y 為第一次產卵數 (x10)。

$$\text{卵徑： } Y = 0.00114 x + 0.202$$

$$r = 0.509, t = 2.768, p < 0.02$$

其中 X 為頭胸甲長 (mm)，Y 為卵徑 (mm)。

從實驗結果得知，第一組雌蝦擁有精筭的最小體型為頭胸甲長 41.5 mm，第二組為 38.7 mm，皆較 Motosh (1981) 報告海蝦之 47 mm 小，而與其報告的池蝦之 39 mm 相近。最小的成熟體型是頭胸甲長為 47.0 mm (61.8 g)，與 Aquacop (1983) 報告之 60 公克相近，但小於 Motosh (1981) 報告的海蝦之頭胸甲長 50 mm。

Fig. 1 至 4 顯示各池雄蝦的受精率與體型的關係有顯著的差異。第一組相近於 Motosh (1981) 所報告的池蝦，受精率與體型的關係曲線呈尖銳的 "峰" 型。第二組的曲線也呈 "峰" 型，但較為平圓。第三組曲線類似於 *P. merguensis* (Crocos and Kerr, 1983)，*P. semisulcatus* 與 *P. esculentus* (Crocos, 1987a, b) 在海中的表現，呈 "S" 型 (sigmoid)。第四組則相近於草蝦在海中的表現 (Motosh, 1981)，呈 "一" 字型。

第一、二組雌蝦頭胸甲長分別大於 47 與 51 mm 後，受精率逐漸降



低，是因為雄蝦體型太小，無法與體型較大的雌蝦交配授精所致。第三組雄蝦的平均體型較大，可與池內各種體型的雌蝦交配授精。由於體型大的雌蝦成熟度高，所以有較高的受精率。體型最大的第四組其成熟度非常高，所以各體型的受精率也都非常高。

在海中的草蝦頭胸甲長大於 47 mm 後，都有很高的受精率 (Motoh, 1981)，但是在頭胸甲長 47 至 56 mm 之間，雌蝦的受精率為 70 至 95 %，而頭胸甲長大於 56 mm 之後，受精率都在 95 % 以上。Motoh (1981) 報告頭胸甲長小於 62 mm 的海蝦大都分布在沿岸或河口處，頭胸甲長大於 62 mm 後，雌蝦即會往鹽度高的外海洄游，此時的草蝦都已達到完全的成熟 (Arriola, 1940; Eldred, 1958; Chu and Hana. Ka, 1975)。Fig. 3 所示受精率與體型的關係曲線其漸近線起點為頭胸甲長 55 mm，而第四組雌蝦的體型都已大於頭胸甲長 55 mm，各種體型都具有很高的受精率，所以由受精的情形推測，培育的雌蝦達到完全成熟的體型應在頭胸甲長 54 mm 以上。

卵巢的發育與體型亦有很密切的關係。Fig. 5 顯示在頭胸甲長大於 50 mm 後，卵巢才較易進入發育狀態，而要進一步的發育，則頭胸甲長須達 52 mm。如要得到高的成熟率，則須頭胸甲長大於 54 mm 後。Fig. 6 則顯示頭胸甲長達 53 mm 後，雌蝦才較易進入成熟狀態，而頭胸甲長 56 mm 後才有高的成熟率。Motoh (1981) 在海中的調查顯示頭胸甲長 56 mm 時草蝦產卵率會突然增高。綜合上面所論，培育的種蝦頭胸甲長大於 54 mm 才能得到高的成熟率，較海蝦之 56 mm 小。體型大的種蝦不僅卵巢發育的情形較佳，成熟速度較快 (Fig. 7)；生殖腺指數較高 (Fig. 8)，同時也能產較多的卵 (Fig. 9)，而且卵徑也較大 (Fig. 10)，並且具有較高的孵化率 (Fig. 11)。

参考文献

- Aquacop (1983). Constitution of broodstock, maturation, spawning and hatching systems for penaeid shrimps in the Centre Oceanologique du Pacifique. In: J. P. MacVey (ed.) Crustacean Aquaculture. Boca Raton, Florida: CRC Press Inc., p.105-121 (CRC handbook of mariculture, vol.1).
- Arriola, F. J. (1940). A preliminary study of life history of *Scylla serrata*. Phil. Jour. Sci., F3(4):437-456.
- 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.
- Courtney, A. J. and Dredge, M. C. (1988). Female reproductive biology and spawning periodicity of two species of king prawns. *Penaeus longistylus* Kubo and *Penaeus latisulcatus* Kishinouye, from Queensland's east coast fishery. Aust. J. Mar. Fishwater Res., 39:729-741.
- Crocos, P. J. and Kerr, J. D. (1983). Maturation and spawning of the banana prawn *Penaeus merguensis* de Man (Crustacea : Penaeidae) in the gulf of Carpentaria, Australia. J. Exp. Mar. Biol. Ecol., 69:37-59.
- Crocos, P. J. (1987). Reproductive dynamics of the grooved tiger prawn, *Penaeus semisulcatus*, in the north-western gulf of Carpentaria, Australia. Aust. J. Mar. Freshw. Res., 38:79-90.

- Eldred, R. (1958). Observations on the structural of development of the genitalies and the impregnation of the pink shrimp, *Penaeus duorarum* Burkenroad. Technical series, No. 23.26p.
- Hudinaga, M. (1942). Reproduction, development and rearing of *Penaeus japonicus* Bate. Jpn. J. Zool., 10:303-347.
- Mortosubroto, P. (1974). Fecundity of pink shrimp. *Penaeus duorarum* Burkenroad. Bull. Mar. Sci., 24:606-627.
- Motoh, H. (1981). Studies on the fisheries biology of the giant tiger prawn *Penaeus monoderm* in the Philippines. SEAFDEC Technical Report, No. 7 p1-120.
- Penn, J. W. (1980). Spawning and fecundity of the western king prawn, *Penaeus latisulratus* Kishinouye in western Australian waters. Aust. J. Mar. Freshwater Res., 31:21--35.
- Villegas, C. T., Trino, A. and Travina, R. (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 Fisheries Forum. Asia Fisheries Society Manila. Philippines.
- Wenner, A. M., Page, H. M. and Siegel, P. R. (1985). Variation in size at onset of egg production. In: A. Wenner (ed.) Crustacea issues, Vol. 3 Balkema Press, Rotterdam. p.148-164.

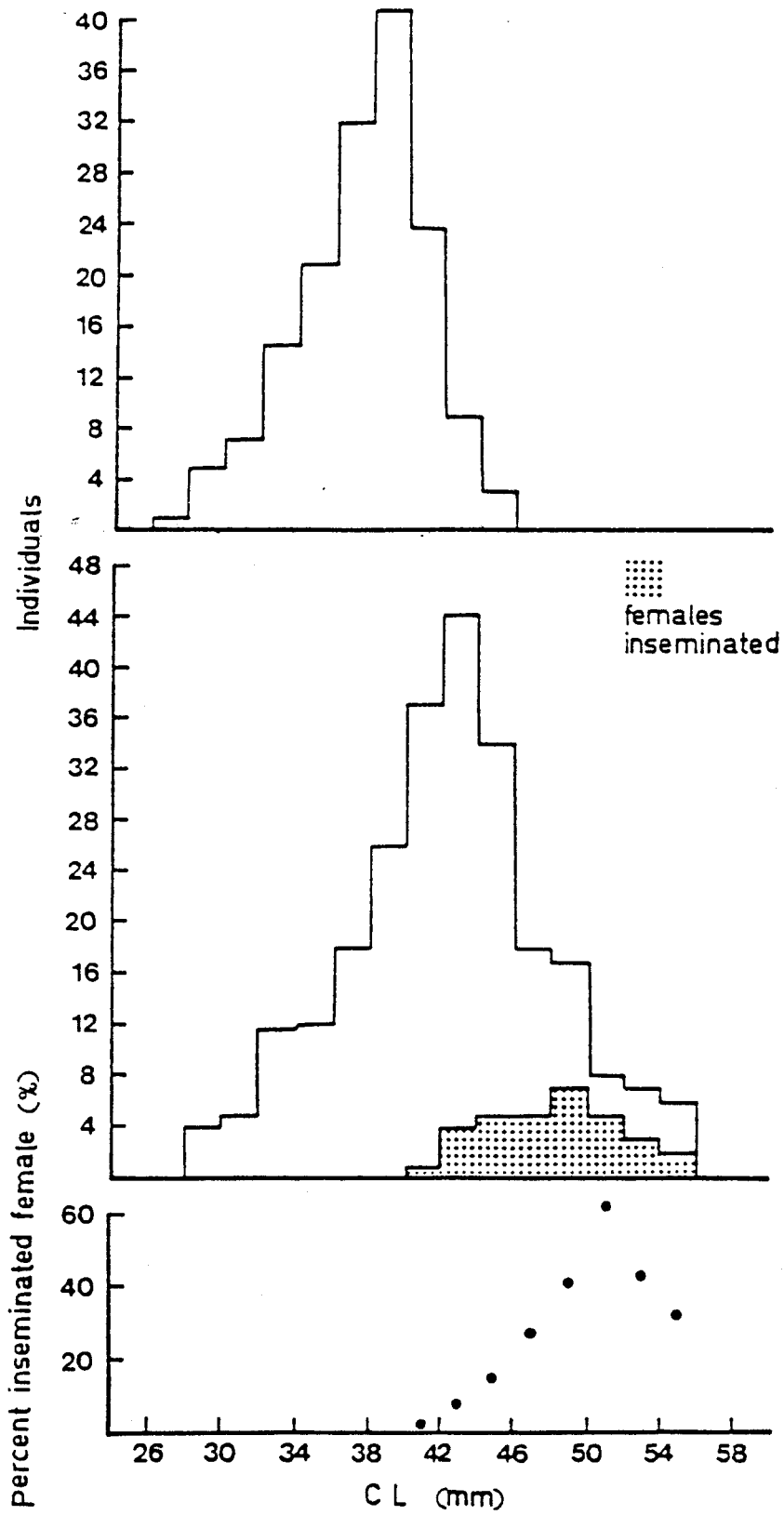


Fig. 1 Size distribution. Relationship between percent inseminated female and carapace length (CL) of *Penaeus monodon* cultured in the pond.

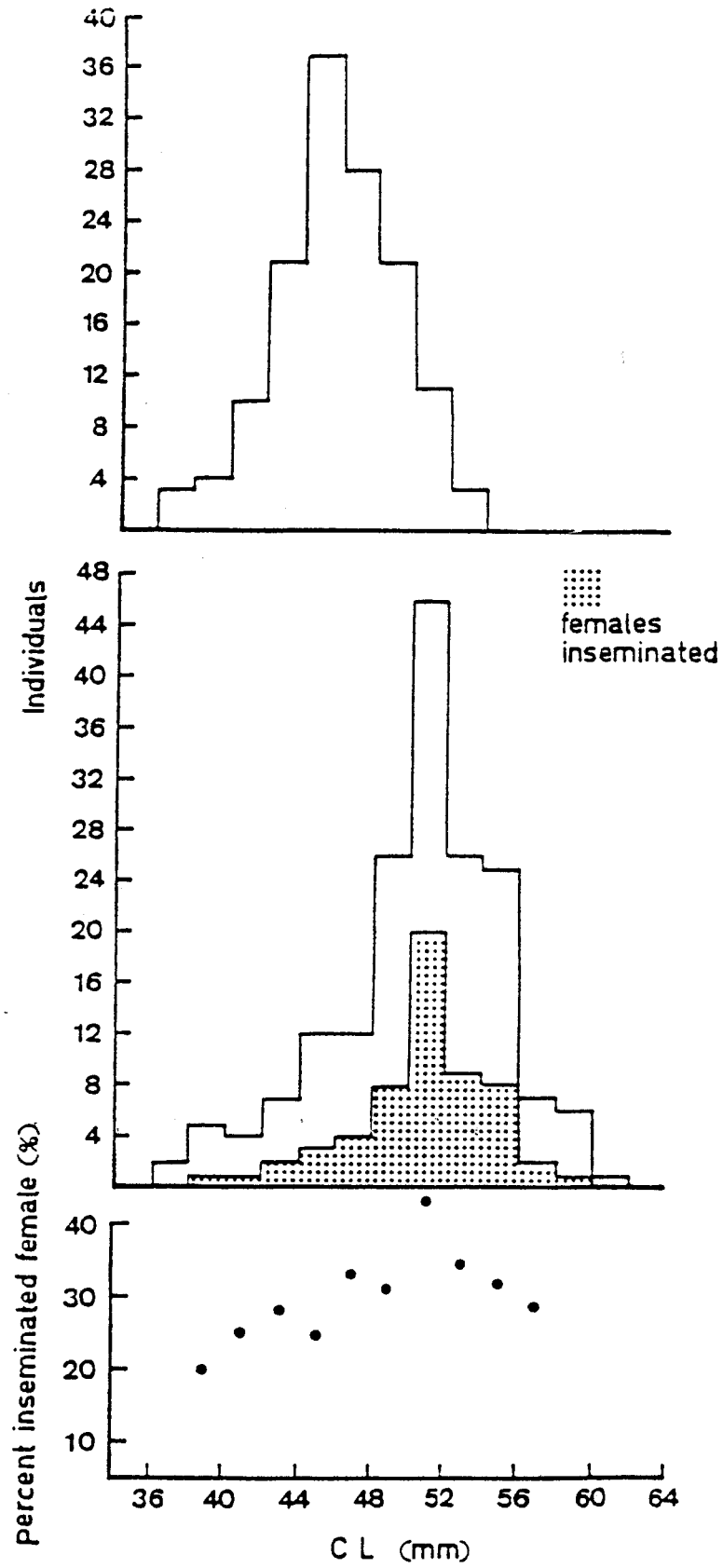


Fig. 2 Size distribution. Relationship between percent inseminated female and carapace length (CL) of *Penaeus monodon* cultured in the pond.

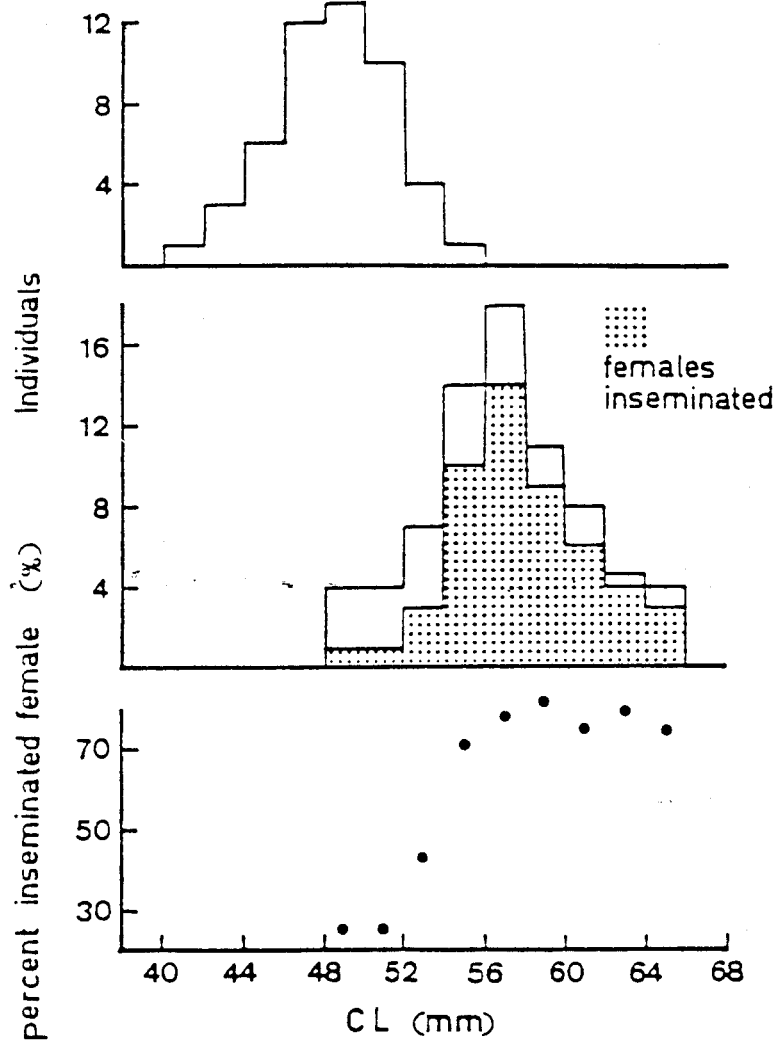


Fig. 3 Size distribution. Relationship between percent inseminated female and carapace length (CL) of *Penaeus monodon* cultured in the pond.

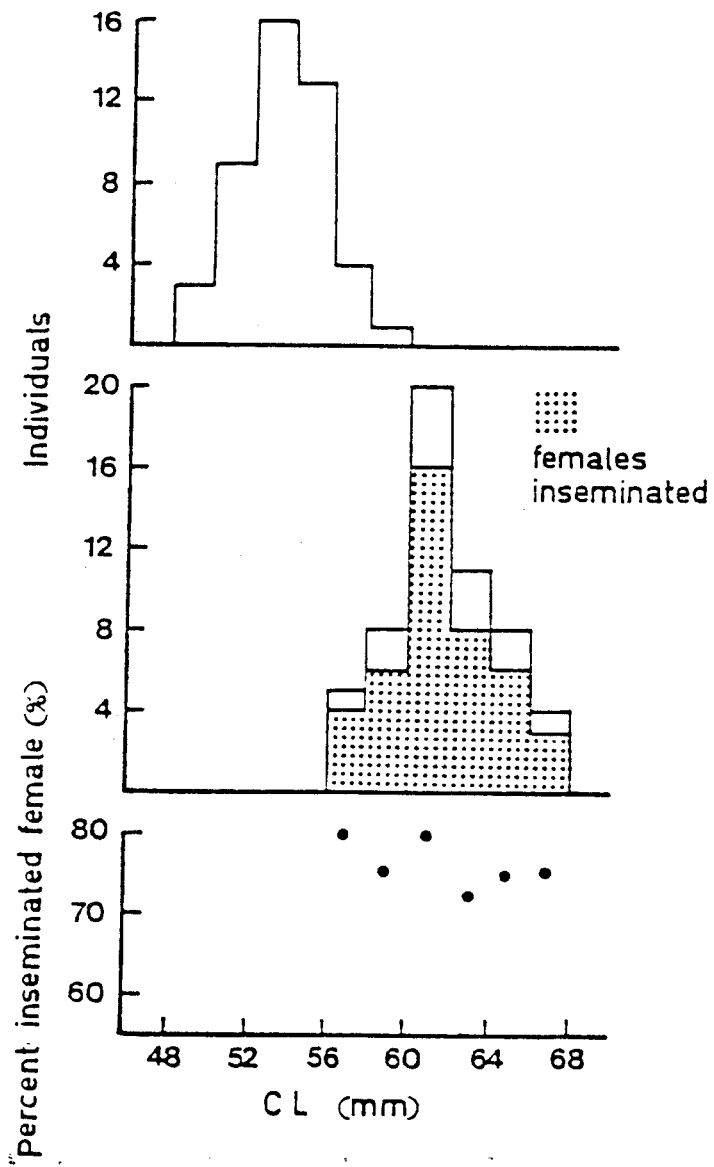


Fig. 4 Size distribution. Relationship between percent inseminated female and carapace length (CL) of *Penaeus monodon* cultured in the pond.

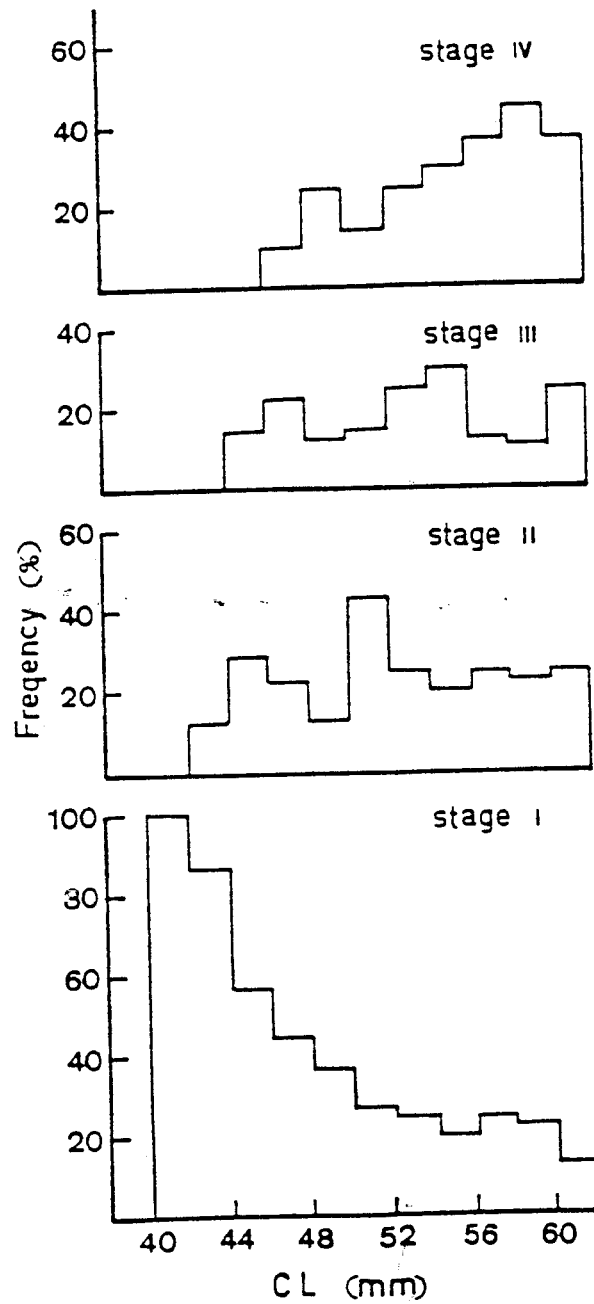


Fig. 5 Length (carapace length - (CL) -- frequency distribution of ovarian developmental stages of cultured *Penaeus monodon* ablated eyestalk and reared for 20 days.

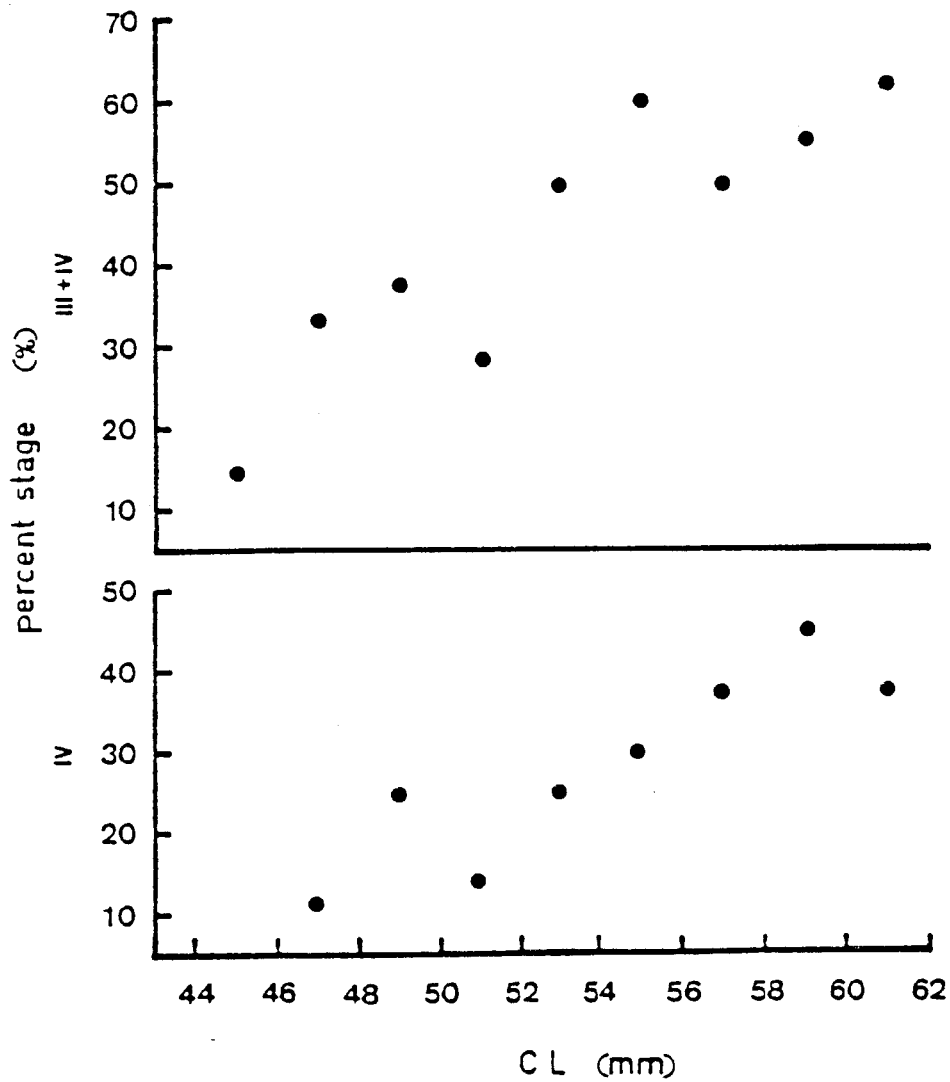


Fig. 6 Relationship between frequency of ovarian stage III+IV and stage III V.S. carapace length (CL) of cultured *Penaeus monodon* ablated eyestalk and reared for 20 days.

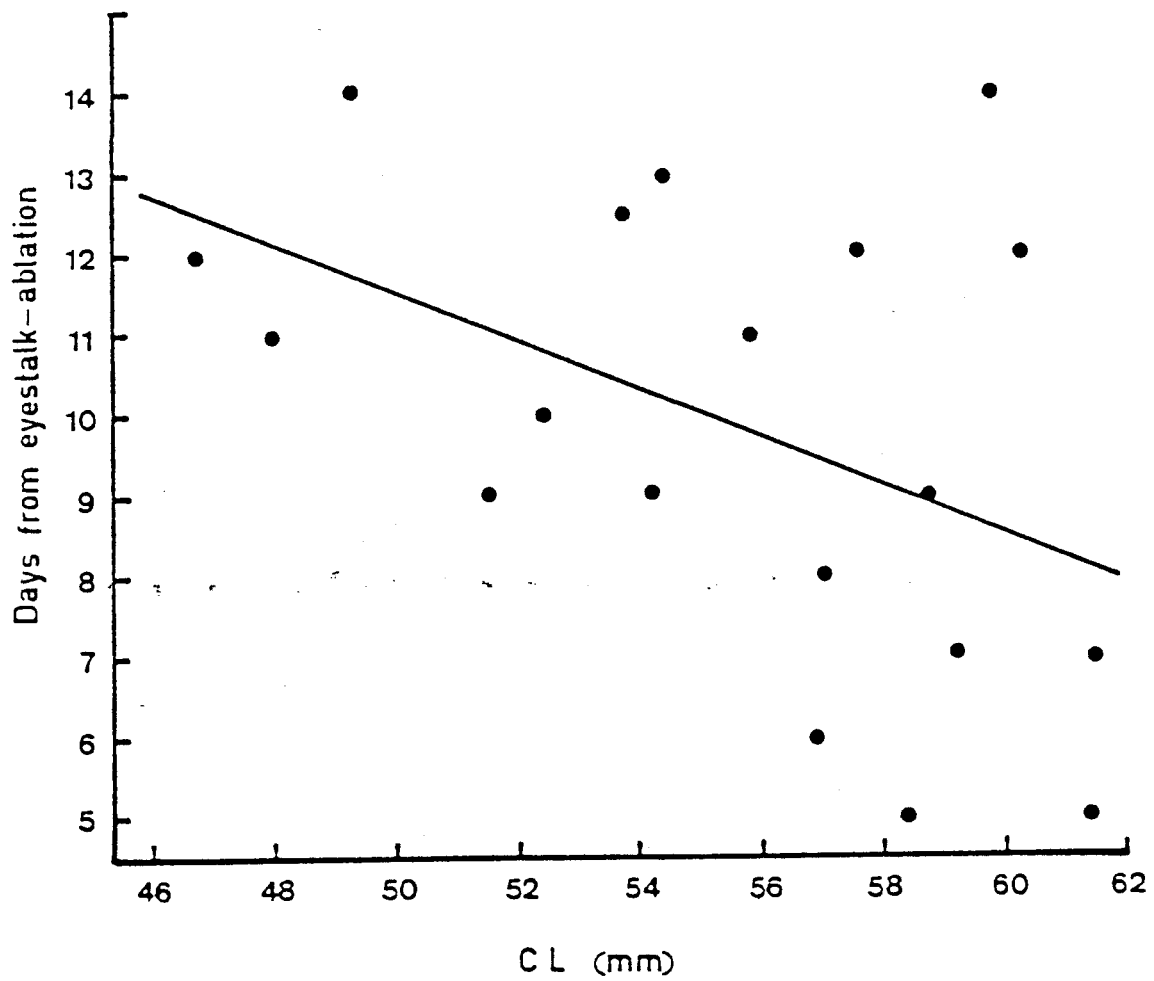


Fig. 7 Relationship between maturation rate (duration between eyestalk ablation and maturation) and carapace length (CL) of cultured *Penaeus monodon*.

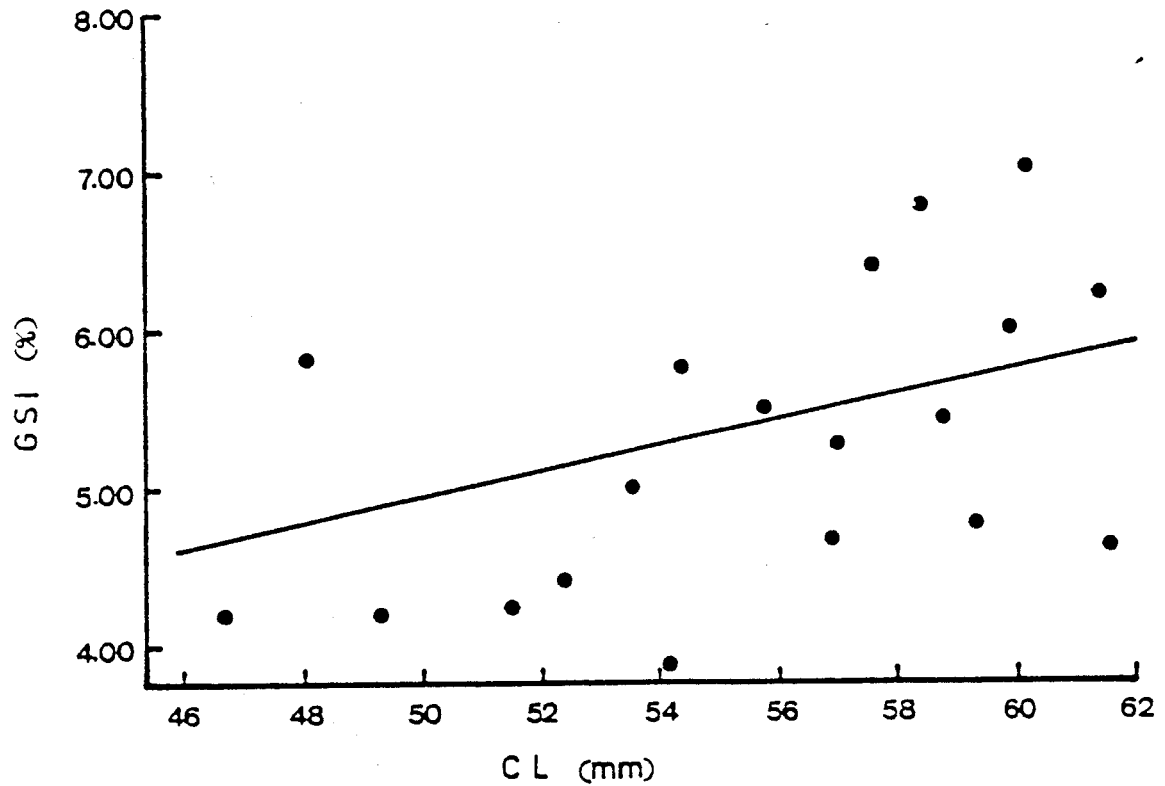


Fig. 8 Relationship between gonadosomatic index (GSI) of mature ovary and carapace length (CL) of cultured *Penaeus monodon* ablated eyestalk.

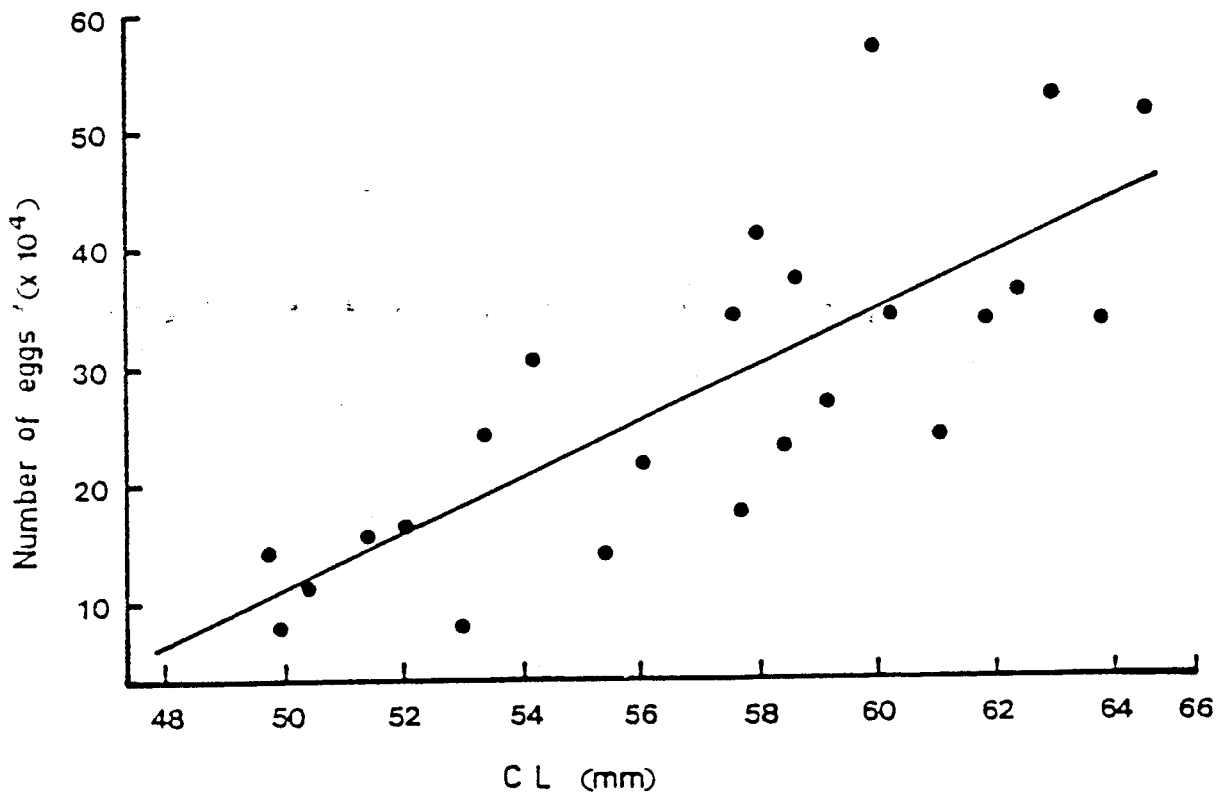


Fig. 9 Relationship between number of eggs per spawning and carapace length (CL) of cultured *Penaeus monodon* ablated eyestalk.

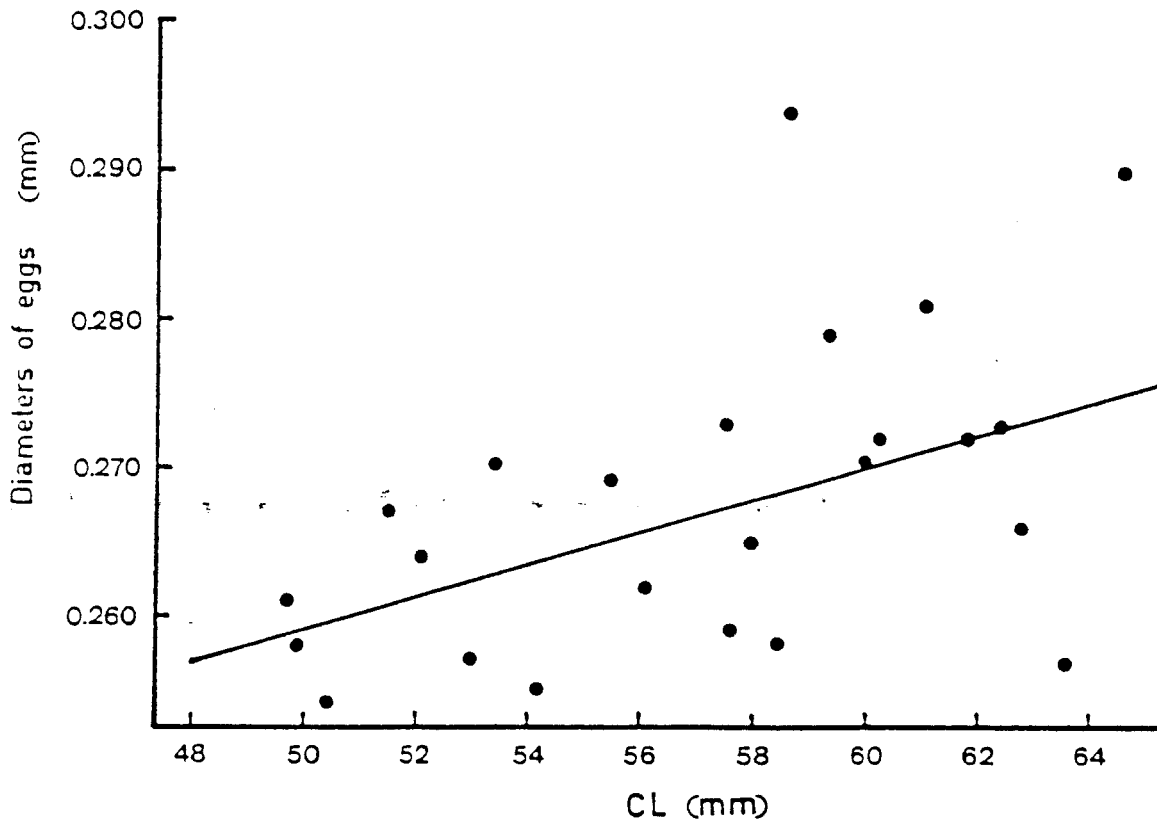


Fig. 10 Relationship between diameter of eggs and carapace length (CL) of cultured spawners *Penaeus monodon* ablated eyestalk.

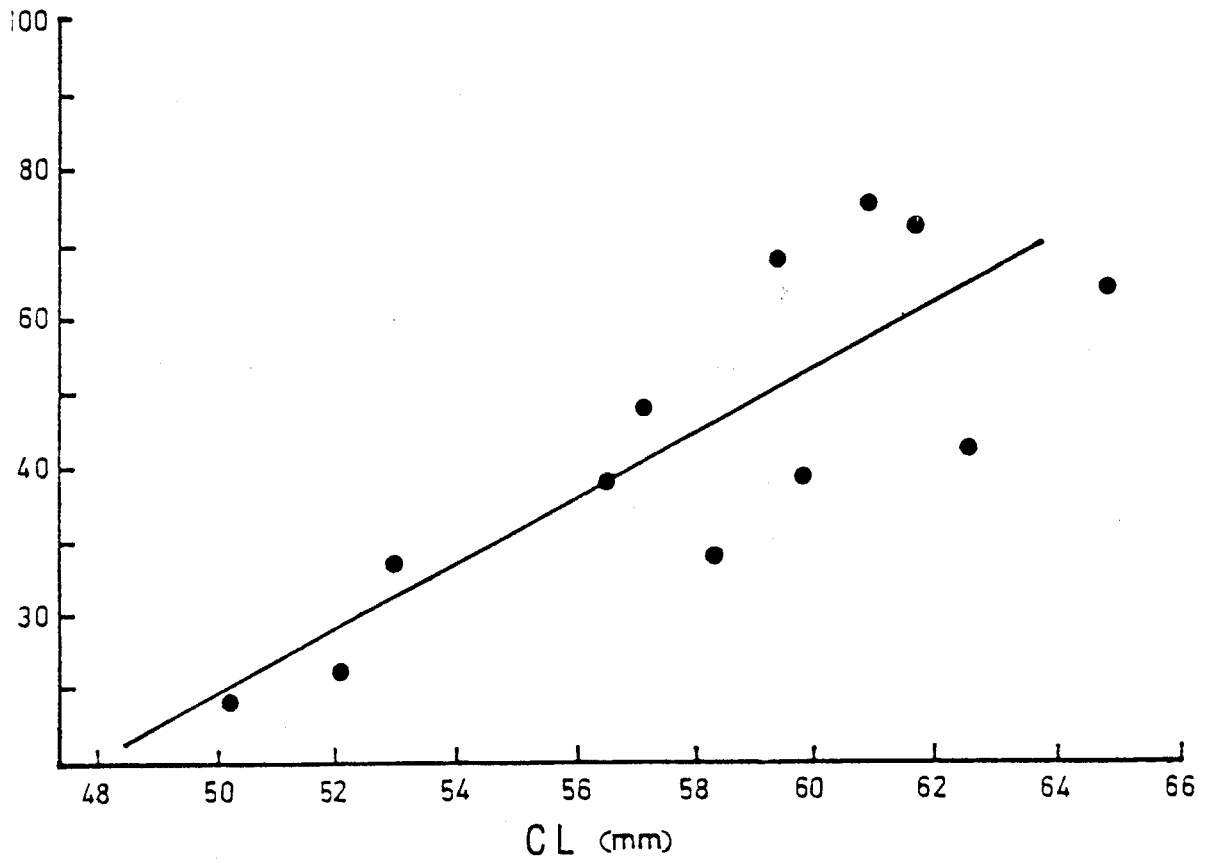


Fig. 11 Relationship between hatching rate and carapace length (CL) of culture *Penaeus monodon*.