

行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告  
計畫名稱〔中文〕：台灣近海產梭子蟹資源和族群動態研究  
計畫名稱〔英文〕：Population dynamics of swimming crab in the waters off Taiwan.

計畫編號：NSC 89-2313-B-002-167

執行期限：89年8月1日至90年7月31日

主持人：許建宗教授 台灣大學海洋研究所

研究生：李卉華 台灣大學海洋研究所

Email: huscc@ccms.ntu.edu.tw

### 中文摘要

為瞭解台灣北部海域紅星梭子蟹資源，以利描繪該族群之生物特性，於1999-2000年十月至次年四月，每月於台灣北部海域量測紅星梭子蟹甲殼寬資料，共3,028隻，並攜回共117隻抱卵的母蟹，做為產卵生態研究之用。依甲殼寬群模組分析(modal size analysis)來判別不同脫殼期之甲殼寬群組變化，以做為估取年齡參數。並將所估得的孕卵數套入甲殼寬群組中。結果顯示，公蟹和母蟹皆可劃分為十二個甲殼寬群組，分別為十二次脫殼的甲殼寬分布。而孕卵數和甲殼寬群經對數轉換後呈現線性的關係，如圖五所示。

### Abstract

In order to study growth and fecundity of the swimming crab (*Portunus sanguinolentus*) in the waters of northern Taiwan, total 3,028 swimming crabs were sampled and measured monthly during 1999 and 2000. Total 117 ovigerous females with extruded eggs were sampled. The probability graph paper for slicing size frequency distribution into modal size classes was used, and regression for fecundity as function of carapace width. The results of this study are that the modal size analysis of the frequency distribution is separated into twelve modal size classes for female and male, respectively, which indicate the carapace widths for each molting. The relationship between size and fecundity was log-linear as indicated in Fig. 5 of this report.

**Keywords:** Fecundity, Swimming crab,

Probability graph paper, Modal size analysis, Log-linear relationship.

### 前言

蟹類為台灣沿岸及近海海域中重要的漁業資源之一，主要為籠具和拖網漁業所開發利用。其中拖網漁業在近海漁場作業，主要分布在台灣北部海域和台灣西南海域；籠具漁業規模較小，主要分布在基隆至富貴角沿岸海域。

本省海域產梭子蟹屬(*Portunus*)以紅星梭子蟹(*P. sanguinolentus*)，捕獲量最高，且為體型較大種類之一。蟹類生活史中各發育階段之空間分布歧異大(Jamieson, 1986)。且雌雄個體之棲息水域亦有差異(Sainte-Marie et al., 1995)，生殖期長(Robertson and Kruger, 1994)，幼蟹加入族群時間難以估計(Hsu, 1987)。成長僅於脫殼期間發生，在兩個脫殼期之間，個體並不會成長，是以蟹類無法依照一般魚類終年都持續成長的連續型成長方程式來描述。這種體長成長不連續(Sainte-Marie and Hazel, 1992)的特性，有別於一般魚類所慣用的范氏(von Bertalanffy)連續型成長方程式。因此，本研究擬以甲殼寬組群分析(modal size analysis)，利用累積百分比體長頻度(Harding, 1949; Cassie, 1954; Wenner and Fusaro, 1979; Wenner et al., 1987)，分離不同甲殼寬組群(modal size class)。再由抱卵母蟹估算出的孕卵數和甲殼寬組群之間求得函數關係。

材料與方法  
資料蒐集與樣本處理

由於台灣北部海域的蟹類資源主要為籠具漁業所漁獲，是以標本收集以籠具漁業為主，並於1999-2000年十月至次年四月，每月月中於基隆和平島、碧沙等漁港，對所選取標本船，量測其一次作業所捕獲該種蟹類所有捕獲量的生物性資料，並每月取回平均二十隻抱卵的母蟹。

取下母蟹的抱卵後，將其浸泡於30%海水，30%乙醇，30%丙酮和10%甘油的混合液中，以維持卵徑滲透壓的平衡。

#### 資料分析

本研究是採用機率曲線方法(probability graph paper method) (Cassie, 1954)，分析甲殼寬組群。首先，將甲殼寬的資料整理，繪製成累積百分比甲殼寬分佈(cumulative percentage carapace width distribution)。由於蟹類成長僅侷限於脫殼瞬間，因此當甲殼寬頻度分布急速增加時，可判定為脫殼發生。並藉由多個反曲點的決定，切割出不同的甲殼寬組群(modal size class)，而每個甲殼寬組群都呈現常態分布。最後，再由估算得的孕卵數，根據不同的甲殼寬組群，找出其和甲殼寬的函數關係。

#### 結果

由母蟹的累積百分比甲殼寬分佈情形，推斷其可能的反曲點分別是 1.25%、1.75%、2.5%、5.5%、22%、34.8%、51%、60%、72%、84%、96.2%及 99.9% (Fig. 1)；而由公蟹的累積百分比體長分佈情形，推斷其可能的反曲點分別是 3%、5%、12%、22%、32%、44.5%、54%、64%、74%、84.3%、96%及 99% (Fig. 2)。因此，不論公或母蟹根據決定的反曲點分別劃分為 12 個甲殼寬組群 (Figs. 1, 2, 3, 4)，同時估計出每一體長群的平均體長和標準差 (Table 1)。計算每隻抱卵母蟹的孕卵數，其中，Fit 1 直線的甲殼寬過小，不在量測的甲殼寬組群範圍內；Fit 2 直線的甲殼寬範圍是屬於甲殼寬組群  $N_0$  和  $N_1$ ；Fit 3 直線是屬於甲殼寬組群  $N_3$ 、 $N_4$ 、 $N_5$  和  $N_6$ ；Fit 4 直線是屬於甲殼寬組群  $N_7$ 、 $N_8$ 、 $N_9$ 、 $N_{10}$  和  $N_{11}$  (Fig. 5)。

#### 討論

由於本種蟹類仔稚苗之散佈機制未明，加上目前對大陸漁船的作業型態和漁業資料的收集整理概況不甚了解，為確保漁獲標本為台灣漁船所捕撈，乃選定有實際從事漁業活動之漁船為標本船，進行取樣量測。

利用機率曲線方法(probability graph paper method)切割出甲殼寬組群，對於反曲點的決定及在反曲點附近的歸屬，應採嘗試錯誤法(trial and error)，以進行判斷。

將所估得的孕卵數套入甲殼寬組群時，沒有資料點被判入  $N_2$  甲殼寬組群中，且圖中有一圈起的資料點位於  $N_1$  和  $N_2$  甲殼寬組群間，沒有一適當的甲殼寬組群可以判入，此點吾人並不強行判入。甲殼寬和對數轉換過的孕卵數作線性迴歸時， $R^2$  值皆不甚理想，由以 Fit 1 和 Fit 3 的  $R^2$  值偏低，主要是在當月攜回抱卵的母蟹後，冰凍而未立即處理，加上抱卵因擠壓而受損，形成卵數低估，而甲殼因擠壓而受損，形成甲殼寬低估 (Fig. 5)。

Fit 1 資料點的甲殼寬過小 (Fig. 5)，不在每月量測的甲殼寬組群範圍內，應增加量測次數，來佐證此一甲殼寬組群的存在。

#### 參考文獻

- Bhattacharya, C. G. 1967. A simple method of resolution of a distribution into Gaussian components. *Biometrics*. 23:115-135.
- Cassie, R. M. 1954. Some uses of probability paper in the analysis of size frequency distributions. *Aust. J. Mar. Freshwater Res.* 5: 513-522.
- Harding, J. P. 1949. The use of probability paper for the graphical analysis of polymodal frequency distributions. *J. Mar. Biol. Assoc. U. K.* 28: 141-153.
- Hsu, C. C. 1987. Spatial and temporal distribution of female red king crab in the

southeastern Bering Sea. Ph.D. Dissertation, University of Washington, Seattle, WA. 300pp.

Jamieson, G. S. 1986. Implications of fluctuations in recruitment in selected crab populations. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* **43**: 2085-2098.

Otter Research, 1991. MULTIFAN 3 User's Guide and Reference Manual. Otter Research, Nanaimo, Canada, 56pp.

Robertson, W. D. and A. Kruger. 1994. Size at maturity, Mating and spawning in the protunid crab, *Scylla serrata* (Forsk.) in Natal, South Africa. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*. **39**: 185-200.

Sainte-Marie, B. and F. Hazel. 1992. Moulting and mating of snow crabs, *Chionoecetes opilio* (Fabricius), in shallow waters of the Northwestern Gulf of Saint Lawrence. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* **49**: 1282-1293.

Sainte-Marie, B., S. Raymond, and J. C. Brethes. 1995. Growth and maturation of the benthic stages of male snow crab, *Chionoecetes opilio* (Brachyura: Majidae). *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* **52**: 903-924.

Wenner, A. M. and C. Fusaro. 1979. An analysis of population structure in Pacific mole crabs (*Hippapacificus* Dana). *Biol. Bull.* **157**: 205-229.

Wenner, A. M., D. M. Hubbard, J. Dugan, J. Shoffner, and K. Jellison. 1987. Egg production by sand crabs (*Emerita Analogus*) as a function of size and year class (Decapoda, Hippidae). *Biol. Bull.* **172**: 225-235.

#### 計畫成果自評

蟹類成長是以近似階梯間段函數 (step function) 方式，不適用以 von Bertalanffy 為主的 MULTIFAN (Otter Research, 1991) 來套用，因此利用機率曲線方法 (probability graph paper method) (Cassie, 1954) 或是 Bhattacharya 方法 (Bhattacharya, 1967) 較為恰當，計算過程雖

然繁複，且須不斷嘗試錯誤 (trial and error)，卻可得較為可信的結果。本研究主要以機率曲線方法來計算蟹類成長，期以 Bhattacharya 方法加以比較和佐證。

因蟹類的成長方程式的估求，可說是不可能的。所以，有關蟹類的資源動態評估，可以進一步採用新近正發展中之殼長別模式，來替代年齡別族群動態模式，如殼寬別單位加入生產量的分析等，就是很好的蟹類資源評估方法。寄望來年可在這一方向進行研究。

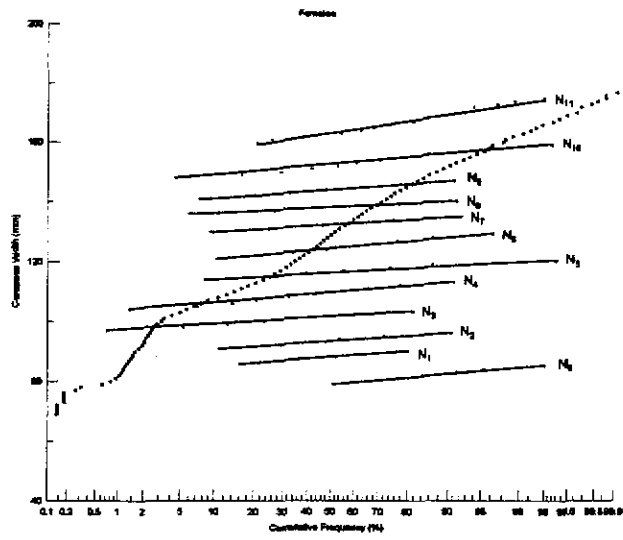


Figure 1. Cumulative percentage length distribution of 2,181 female crabs.

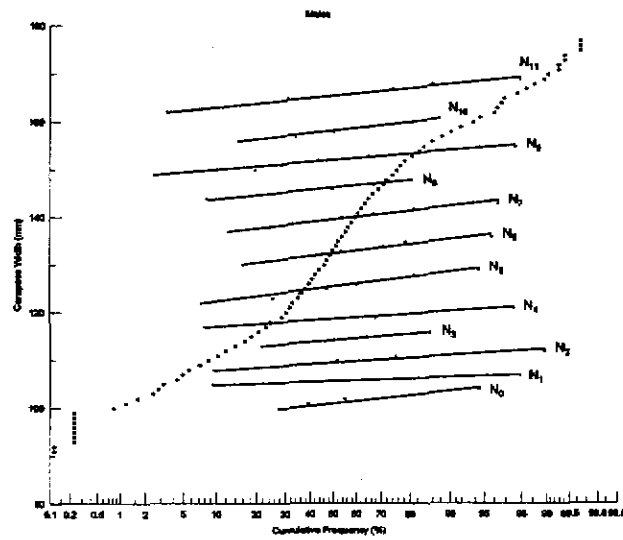


Figure 2. Cumulative percentage length distribution of 847 male crabs.

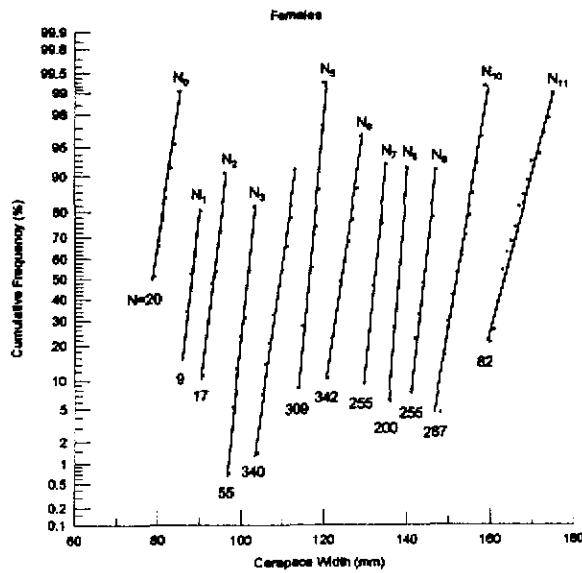


Figure 3. Females modal size classes for 2,181 female crabs. Females fell into twelve distinct size classes ( $N_0$ - $N_{11}$ ) when modes were separated by the method of Cassie (1954). Approximate numbers within each mode are indicated below each line.

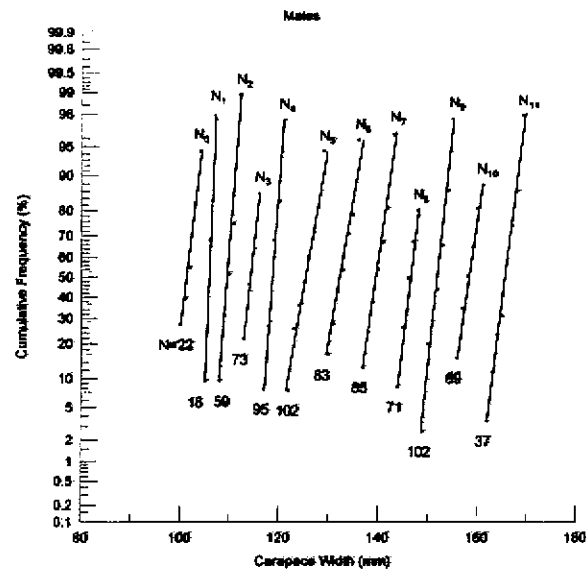


Figure 4. Males modal size classes for 847 male crabs. Males fell into twelve distinct size classes ( $N_0-N_{11}$ ) when modes were separated by the method of Cassie (1954). Approximate numbers within each mode are indicated below each line.

Females	Equation	R-square	Mean carapace width (mm)	Standard deviation	Number of animals
N0	$Y=7.729X-533.043$	0.942	82.0	4.5	20
N1	$Y=15.589X-1322.902$	0.980	88.0	2.9	9
N2	$Y=15.196X-1369.902$	0.987	93.5	3.6	17
N3	$Y=12.827X-1252.740$	0.946	95.6	6.5	56
N4	$Y=10.125X-1057.702$	0.987	108.5	3.7	340
N5	$Y=15.211X-1723.795$	0.988	117.0	2.2	309
N6	$Y=10.690X-1281.516$	0.985	128.0	2.3	342
N7	$Y=16.604X-2148.397$	0.989	132.5	2.1	255
N8	$Y=21.448X-2911.728$	0.988	138.0	1.8	200
N9	$Y=14.001X-1967.164$	0.989	144.0	1.3	255
N10	$Y=8.765X-1284.661$	0.972	158.5	5.7	287
N11	$Y=5.105X-781.910$	0.873	167.3	8.8	82

Males	Equation	R-square	Mean carapace width (mm)	Standard deviation	Number of animals
N0	$Y=17.7610X-1746.556$	0.979	102.0	4.7	22
N1	$Y=44.274X-4634.455$	0.984	108.0	12.0	18
N2	$Y=22.263X-2395.598$	0.989	110.0	1.2	38
N3	$Y=26.897X-2338.300$	0.989	114.5	2.1	73
N4	$Y=23.613X-2733.176$	0.982	119.0	8.6	96
N5	$Y=11.998X-1452.717$	0.989	129.5	2.0	102
N6	$Y=13.182X-1698.281$	0.989	133.0	2.1	83
N7	$Y=14.063X-1918.479$	0.989	140.0	1.2	89
N8	$Y=18.336X-2660.071$	0.997	148.0	3.2	71
N9	$Y=16.252X-2421.119$	0.989	152.0	4.0	103
N10	$Y=14.762X-2284.230$	0.987	158.5	3.8	88
N11	$Y=14.477X-2347.692$	0.980	168.5	5.5	37

Table 1. Modal size classes ( $N_0-N_{11}$ ) for male and female when modes were separated by the method of Cassie (1954). The mean carapace width and the standard deviation for each size class were estimated.

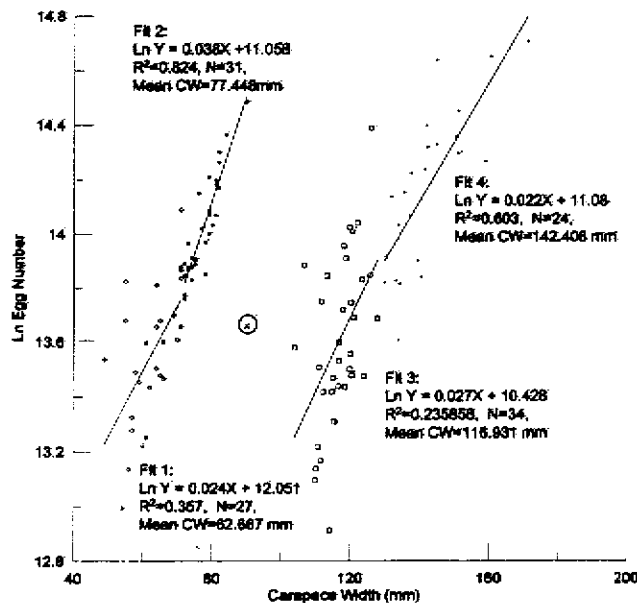


Figure 5. The log-linear relationship between carapace width and egg number.