

## 台灣經濟蝦類之生物學研究—II

### 東港沿岸產熊蝦之形質關係與產卵期

蘇茂森 · 廖一久

#### Biological Studies on the Commercial prawns of Taiwan-II Morphometric Relationships and Spawning Season of *Penaeus semisulcatus* from the Coast of Tungking

Mao-Sen Su and I-Chiu Liao

Studies on the morphometric relationships and spawning season of *Penaeus semisulcatus* from the coast of Tungking have been carried out. The linear regressions of 12 morphometric characters on total length are all highly significant. The correlation coefficients range from 0.9875-0.9997. Among 12 characters compared between sexes, there are 6 characters that reveal significant or highly significant differences. The carapace of the female is bigger than that of the male. To relate total length to body weight and carapace length to body weight, the allometric equations were fitted to the raw data using log-log regressions. The spawning season is from January to October, with the greater breeding activity in March, from June to August and in October.

#### 前 言

熊蝦 (*Penaeus semisulcatus* de Haan) 屬大型對蝦類，在本省主要分佈於西南沿海，而以東港至枋寮間海域為分佈中心<sup>(1,2)</sup>。此蝦之人工繁殖技術雖已於1969年即開發確立<sup>(3)</sup>，但由於目前之技術尚難於養成，故尚未成為熱門之養殖對象。唯就本分所資源初步調查結果顯示<sup>(4)</sup>，在東港至枋寮間海域，此蝦之分佈範圍遠較其他大型對蝦類，如草蝦、斑節蝦、白鬚蝦等者為廣，又資源量之變動亦較穩定，成長亦快，故頗有希望成為將來發展栽培漁業，作為種苗大量人工放流之對象。故積極加強此蝦之資源研究，以確實掌握其資源動態，實為刻不容緩之課題。

本報告為筆者等進行一系列有關本省重要經濟蝦之生物學研究之一環，此次以東港至枋寮間海域產熊蝦為對象，針對其形質關係以及產卵期，加以分析探討，以進一步充實此蝦之資源生物學資料，以供作爾後從事資源解析以及種苗人工放流效果評估之依據。

#### 材 料 與 方 法

本報告所使用之標本蝦係自1976年10月至1980年12月，由本分所研究人工使用民間蝦拖船 (5T, 30HP)，於東港枋寮間海域 (Fig. 1) 試驗作業採集而得 (Table 1)。所捕獲之標本蝦在船上以塑膠帶裝妥後隨即予以冰藏，俟帶回研究室即暫存於冷凍庫，以供爾後測量。

測量之前，先將標本蝦予以自然解凍，並以紗布將蝦體上之水分充分吸乾，然後逐尾辨明性別並進行各項測量。測量之形質包括體重 (BW)、全長 (TL)、體長 (BL)、頭胸甲長 (CL)、額角長 (RL)、胃上刺距 (ESD)、肝刺距 (HSD)、觸角刺距 (ASD)、鱗片側刺長 (LSD)、第一步足長 (LP1)、第二步足長 (LP2)、第三步足長 (LP3)、第四步足長 (LP4) 與第五步足長 (LP5) 等項。

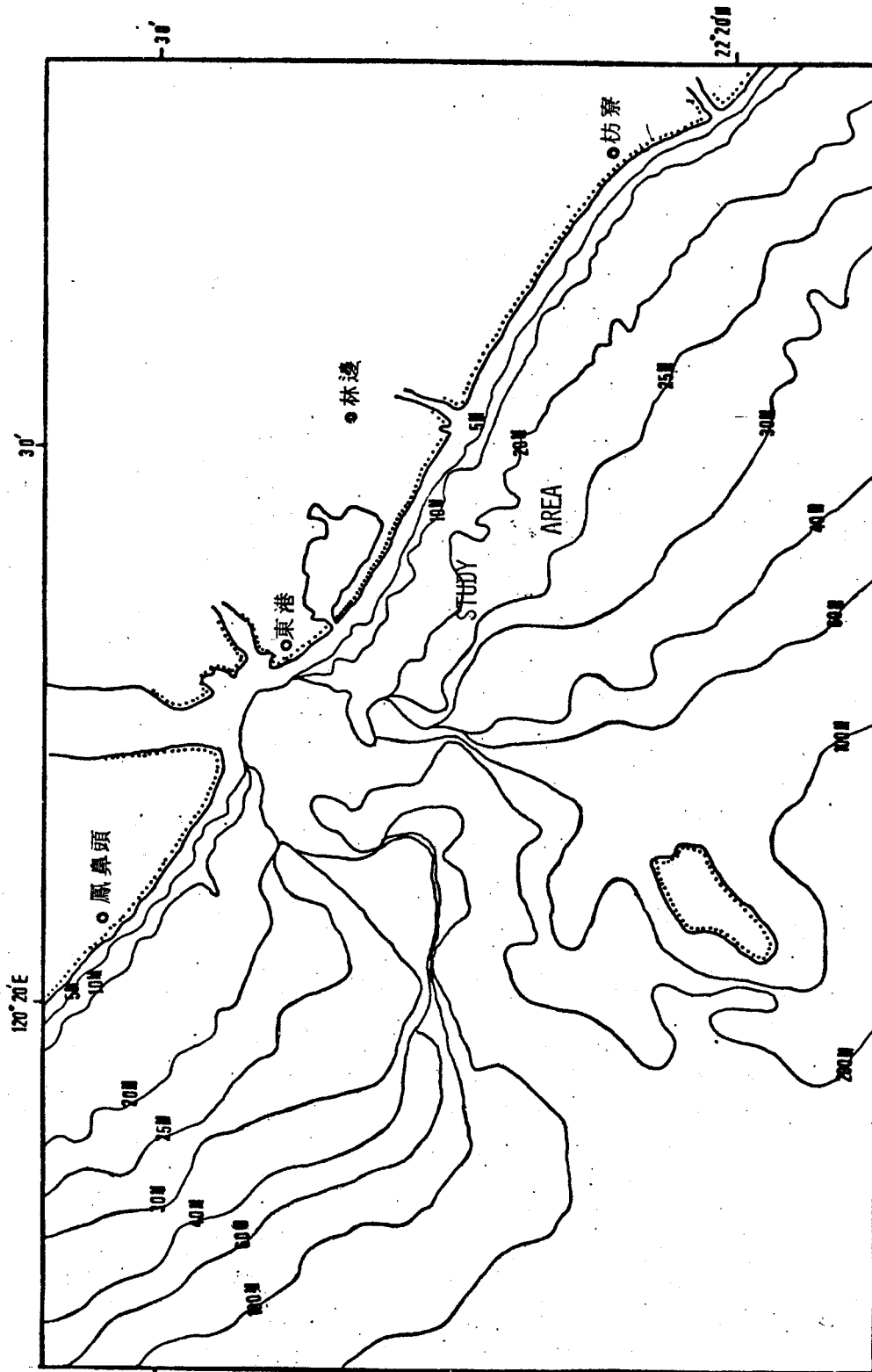


Fig. 1. Map showing the location of the study areas.

但如遇有額角或尾柄損傷者，則僅測量體重與頭胸甲長。各形質之測量均依照蘇·廖<sup>(6)</sup>測量砂蝦形質之方法量取。

測量過之雌蝦隨即予以解剖取出卵巢，並稱量其重量，然後依據下列公式求得每尾雌蝦之成熟度指數 ( Gonadosomatic Index, GSI )：

$$GSI = \frac{OW}{BW} \times 100 \quad OW = \text{卵巢重(g)}, \quad BW = \text{體重(g)}$$

其次，為探討 GSI 與卵粒成熟之關係，選取不同 GSI 之卵巢 10 幅，由相當於第一腹節部位之卵巢部位採取卵塊，並立即以 10 % 福馬林溶液固定保存。卵塊經固定數日後，即取出放入盛有少許水之培養皿，然後以挑針將卵塊充分分離成卵粒。測量時，先將卵粒攪拌使均勻分布於培養皿，然後使用 Nikon 6C T2 投影機，在投影幕上隨機量取約 200 個卵粒之直徑，由於卵粒多非正圓，故量取長徑與短徑，並求出其平均值以代表直徑，最後依據此資料作成卵徑頻度分佈圖。

本報告之長度均使用 Mitutoyo 牌游標尺測量，量至 0.005 cm，重量則均使用 Mettler P1210 天秤稱量，量至 0.01 g。

## 結 果

### 一、形質間之關係

按性別分別點出之各形質對全長之散佈圖，顯示各形質之關係點均成直線之式樣分佈。以直線迴歸分析<sup>(6)</sup>結果，如 Table 2 所示，各關係式之迴歸顯著性測驗呈高度顯著性 (  $P < 0.01$  )，相關係數 (  $r$  ) 在 0.9875 ~ 0.9997 之間。各形質之變異係數 ( CV )，除雌蝦之 LP1 與雌蝦之 LP3 者外，均在 3.7807 % 以下，其中以 BL、LSD 者較小，CL、HSD、ASD、LP4、LP5 者略大，RL、ESD、LP2 者較大。

其次，為便於爾後調查研究上，以頭胸甲長推算全長或體長之需要，故改以 CL 為變數，TL、RL 為應變數，按性別再求 CL-TL 以及 CL-BL 之關係式，結果如下：

$$\text{雌 蝦 } TL = 1.7952 + 3.9209 CL$$

$$BL = 1.1649 + 3.5140 CL$$

$$\text{雄 蝦 } TL = 1.2340 + 4.2400 CL$$

$$BL = 0.8464 + 3.6961 CL$$

以上關係式迴歸顯著性測驗均呈高度顯著，相關係數均在 0.9983 ~ 0.9995 之間。

### 二、形質關係之雌雄間比較

由於各形質對全長均呈高度顯著之直線迴歸關係，故使用變積分析法<sup>(6)</sup>，以比較各形質關係在雌雄間之異同。結果如 Table 3 所示，在 12 個形質中，除 LP1 外，各形質關係之剩餘均方 ( Residual mean squares )，在雌、雄間均無顯著差異 (  $P > 0.05$  )。其次，進行迴歸係數比較結果 ( Table 3 )，CL、ESD、HSD、ASD 者，在雌、雄間均呈高度顯著性差異。至於其餘無顯著差異之形質，再進修正平均值比較結果 ( Table 3 )，則 LP3 者，在雌、雄間呈顯著性差異。

故綜合上述比較結果，在 12 個形質中，CL、ESD、HSD、ASD、LP1、LP3 等 6 個形質在雌雄間具有顯著性或高度顯著性之差異。

### 三、全長、頭胸甲長與體重之關係

按性別分別點出之 TL-BW 以及 CL-BW 關係之散佈圖顯示，關係點之分佈均成 Allometric 式關係。故先將 TL、CL、BW 等資料予以對數轉換後，再進行直線迴歸分析。經分析結果 TL-BW 之關係式如下：

$$\text{雌 蝦 } \log BW = -2.2564 + 3.1783 \log TL$$

$$\text{或 } BW = 0.0055 TL^{3.1783}$$

Table 1. Specimens collected by month listed according to carapace length.

Carapace length(cm)	Jan	Feb	Mar	Apr	May	June	July	Aug	Sept	Oct	Nov	Dec
1.21~1.60				4	4							
1.61~2.00					2							
2.01~2.40								5			6	
2.41~2.80				1				4			2	
2.81~3.20						10	1	5	6		10	
3.21~3.60										7	3	10
3.61~4.00	4	3	3				2		1	6		5
4.01~4.40	17	8	6	1	1	1				3	2	9
4.41~4.80	17	21	28	16	5	4	2	1	7	3	2	2
4.81~5.20	2	16	26	20	15	13	16	10	7	5	2	2
5.21~5.60		2	3	3	3	1	6	1	6	4		3
5.61~6.00	3		3	2								
Total	43	50	69	46	31	29	27	26	27	28	27	31

Table 2. Regression statistics of various characters on total length by sex.

Character	Sex	N	a	b	r	t	Syx	CV(%)
BL	F	34	-0.4471	0.8964	0.9997	148.6885**	0.1361	1.0208
	M	34	-0.2015	0.8696	0.9988	69.5687**	0.2192	1.8556
CL	F	34	-0.4538	0.2548	0.9995	107.9839**	0.0533	1.5394
	M	34	-0.2796	0.2350	0.9983	59.3951**	0.0694	2.3390
RL	F	33	-0.1645	0.3679	0.9986	63.1827**	0.1280	2.3925
	M	34	-0.0118	0.3547	0.9978	52.4048**	0.1187	2.4283
ESD	F	34	-0.2730	0.1527	0.9982	57.0142**	0.0605	2.9176
	M	34	-0.1470	0.1361	0.9975	48.9636**	0.0487	2.8103
HSD	F	34	-0.3760	0.2147	0.9994	98.1715**	0.0494	1.6891
	M	34	-0.2305	0.1962	0.9985	63.7500**	0.0540	2.1771
ASD	F	34	-0.4282	0.2732	0.9993	94.7153**	0.0651	1.7265
	M	34	-0.2782	0.2545	0.9987	67.9161**	0.0657	2.0293
LSD	F	34	0.1024	0.1406	0.9993	90.0866**	0.0352	1.5553
	M	34	0.0709	0.1413	0.9987	68.6166**	0.0362	1.7889
LP1	F	32	-0.1136	0.1911	0.9990	70.0338**	0.0523	1.7026
	M	34	-0.1041	0.1908	0.9875	21.7207**	0.1540	6.0837
LP2	F	33	-0.0439	0.2570	0.9983	56.9605**	0.0958	2.3642
	M	32	-0.0557	0.2527	0.9964	37.3179**	0.1053	3.0136
LP3	F	32	-0.1458	0.3515	0.9928	26.2040**	0.2715	5.0870
	M	34	-0.0093	0.3382	0.9947	33.6332**	0.1763	3.7807
LP4	F	32	0.1730	0.2530	0.9988	63.3251**	0.0765	1.7414
	M	32	0.1367	0.2521	0.9965	37.4601**	0.1076	2.9114
LP5	F	31	0.1999	0.2781	0.9989	64.0071**	0.0830	1.7658
	M	33	0.2072	0.2721	0.9961	37.6409**	0.1156	2.8121

\*\* Significant at 1% level.

Table 3. Results of covariance analysis by character for comparisons between sexes. Fo, Fb and Fa are the variance-ratios to test the significance of homogeneity of residual variances, regression coefficient and adjusted mean respectively.

Character	BL	CL	RL	ESD	HSD	ASD
Fo	2.6216	1.7143	1.1560	1.5000	1.2083	1.0238
Fb	4.1441	19.7368**	2.2517	17.6000	25.2692	15.6046**
Fa	3.6000	12.5820**	1.8050	17.5000**	19.3269**	14.3382**

Character	LSD	LP1	LP2	LP3	LP4	LP5
Fo	1.0833	8.7770**	1.2065	2.3698	1.9961	1.9275
Fb	0.0769	0.0028	0.2970	0.6210	0.0046	0.5288
Fa	2.4670	0.0118	3.4694	5.0907*	1.7663	3.9510

\* Significant at 5% level

\*\* Significant at 1% level

雄 蝦  $\log BW = -2.1083 + 3.0312 \log TL$   
或  $BW = 0.0078 TL^{3.0312}$

CL - BW 之關係式如下：

雌 蝦  $\log BW = 0.0691 + 2.7167 \log CL$   
或  $BW = 1.1725 CL^{2.7167}$

雄 蝦  $\log BW = 0.0772 + 2.7123 \log CL$   
或  $BW = 1.1945 CL^{2.7123}$

以上各關係式之迴歸顯著測驗均呈高度顯著性，相關係數在 0.9996 ~ 0.9990 之間。

#### 四、成熟度指數與卵徑之關係

在不同成熟度指數之下，其相對應之卵徑頻度分佈情形，如 Fig. 2 所示，GSI 在 1.36 ~ 1.41 時，絕大多數卵粒之卵徑均在 0.06mm 以下。當 GSI 增至 6.13 ~ 6.17 時，卵徑頻度分佈之高峯位於 0.12 ~ 0.135mm，卵徑分佈範圍為 0.075 ~ 0.21mm。GSI 在 9.14 ~ 9.17 時，高峯位於 0.21 ~ 0.225mm，分佈範圍為 0.15 ~ 0.285mm。GSI 為 10.09 時，高峯位於 0.225 ~ 0.24mm，分佈範圍為 0.18 ~ 0.285mm。GSI 為 11.11 時，高峯位於 0.255 ~ 0.27mm，分佈範圍為 0.225 ~ 0.315mm。GSI 為 13.03 時，高峯位於 0.285 ~ 0.30mm，分佈範圍為 0.24 ~ 0.33mm。

綜合上述卵徑頻度分佈之變動情形可看出，成熟度指數愈大則卵徑愈大。又依據 Liao and Hung<sup>7)</sup> 之報告，剛產出並經吸水後之熊蝦卵的卵徑為 0.26mm，故由上述卵徑頻度分佈之情形亦可推知當雌雄之 GSI 達 10 ~ 11 以上時，即已達成熟之階段。

#### 五、產卵期

本項研究使用之標本蝦為頭胸甲在 3.20 以上之成蝦。各月份成熟度指數頻度分佈情形，如 Fig. 3 所示，在 1 月，成熟度指數頻度分佈之高峯分別位於 4 ~ 5 與 7 ~ 8，成熟度指數最大値位於 10 ~ 11。在 2 月，高峯分別位於 5 ~ 6 與 8 ~ 9，最大値位於 12 ~ 13。在 3 月，高峯分別位於 4 ~ 6 與 7 ~ 9，最大値位於 16 ~ 17。在 4 月，高峯分別位於 5 ~ 6 與 8 ~ 9，最大値位於 12 ~ 13。在 5 月，高峯分別位於 4 ~ 5 與 10 ~ 11，最大値位於 12 ~ 13。在 6 月，高

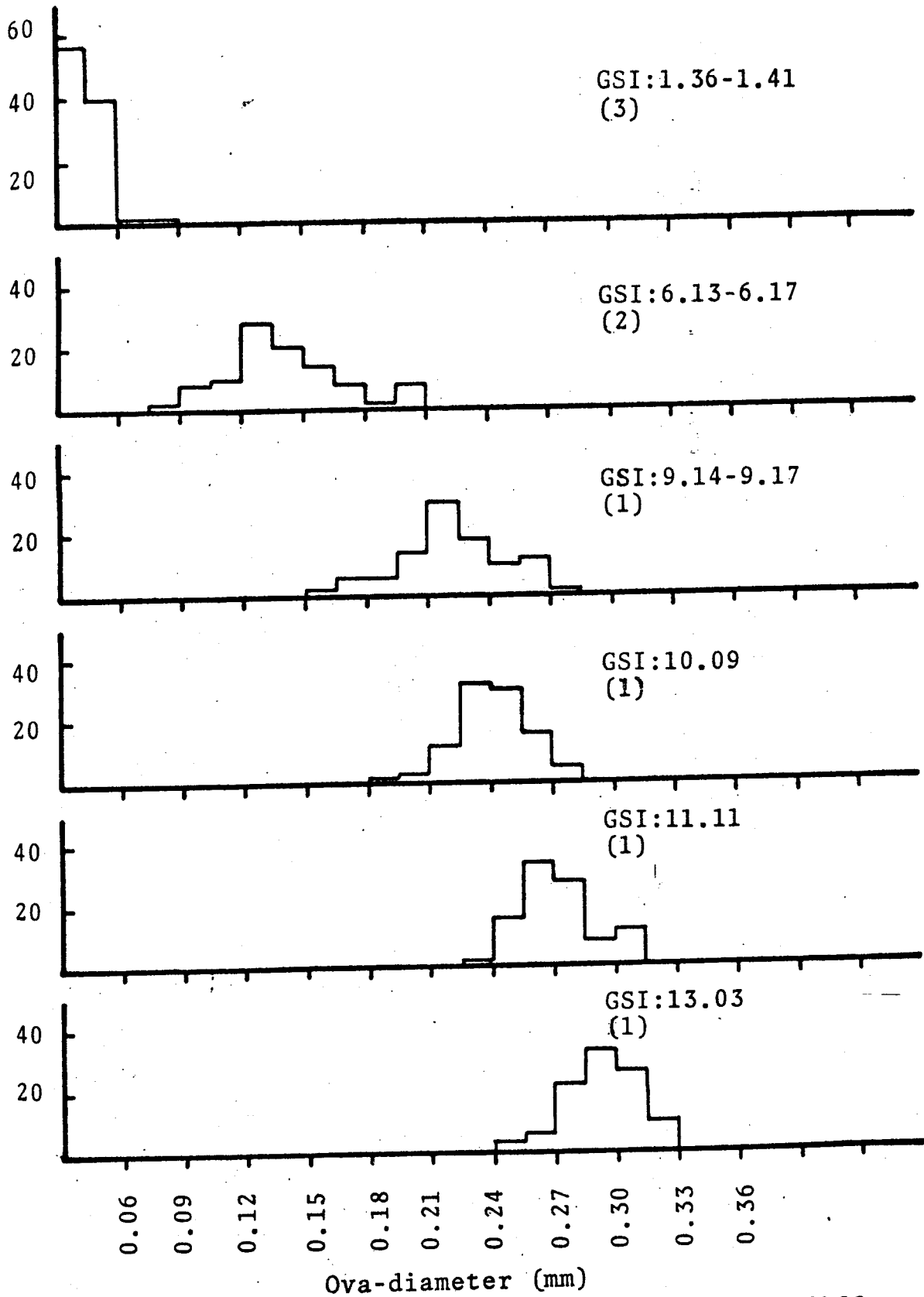


fig. 2 Ova-diameter frequency distributions with different GSI. Numbers of specimens examined are given in brackets.

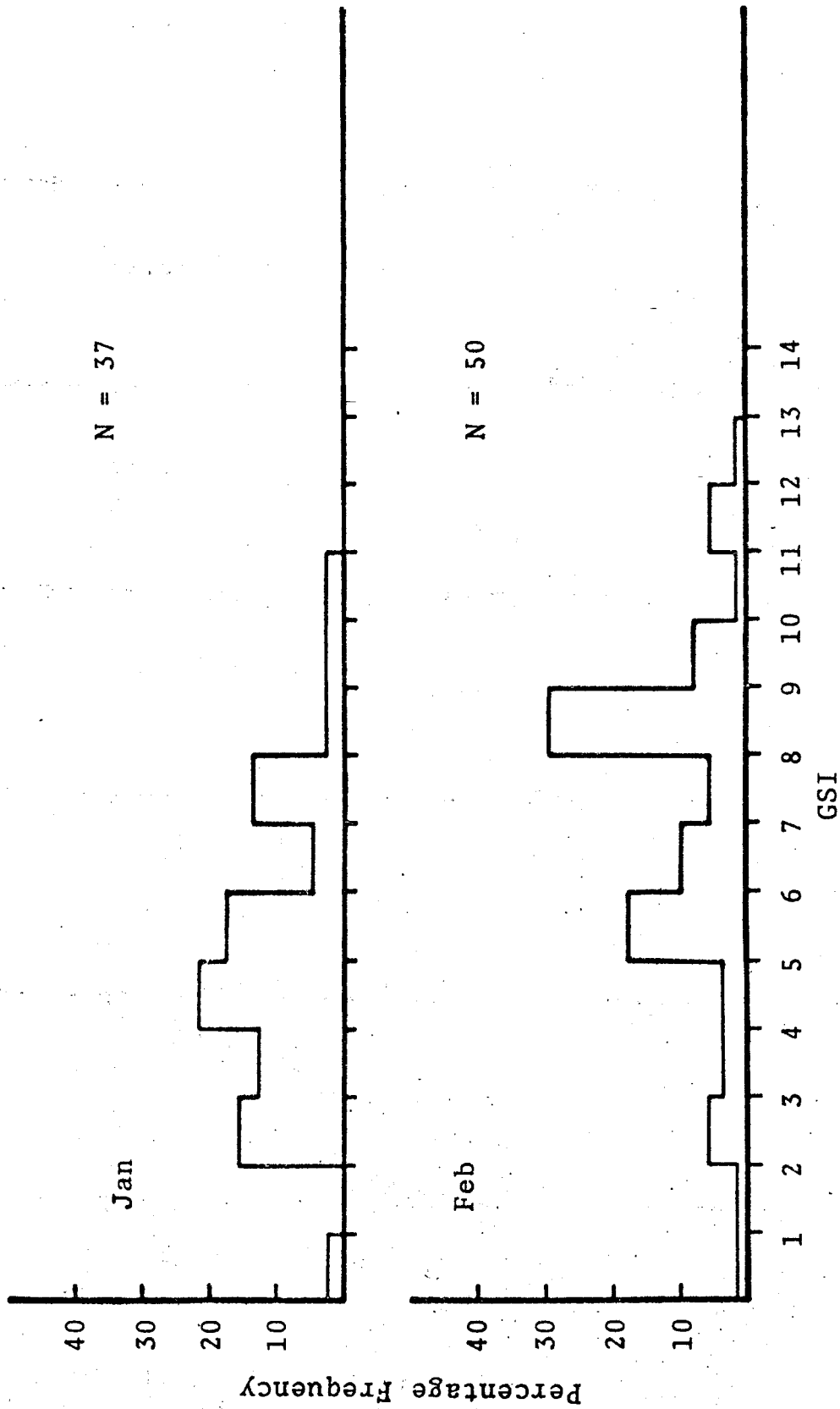


Fig. 3 Frequency distribution of GSI by month.



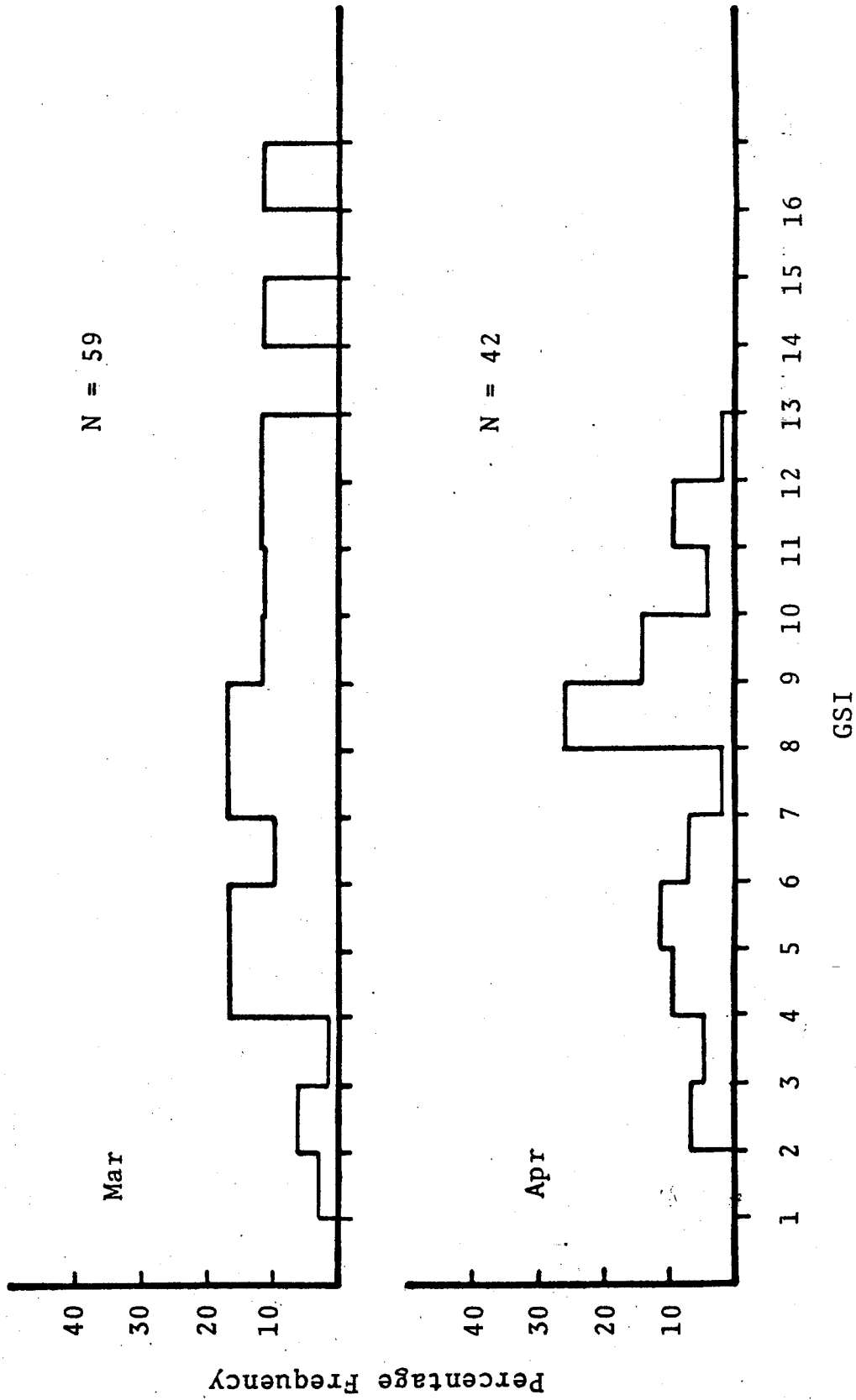


Fig. 3 Continued

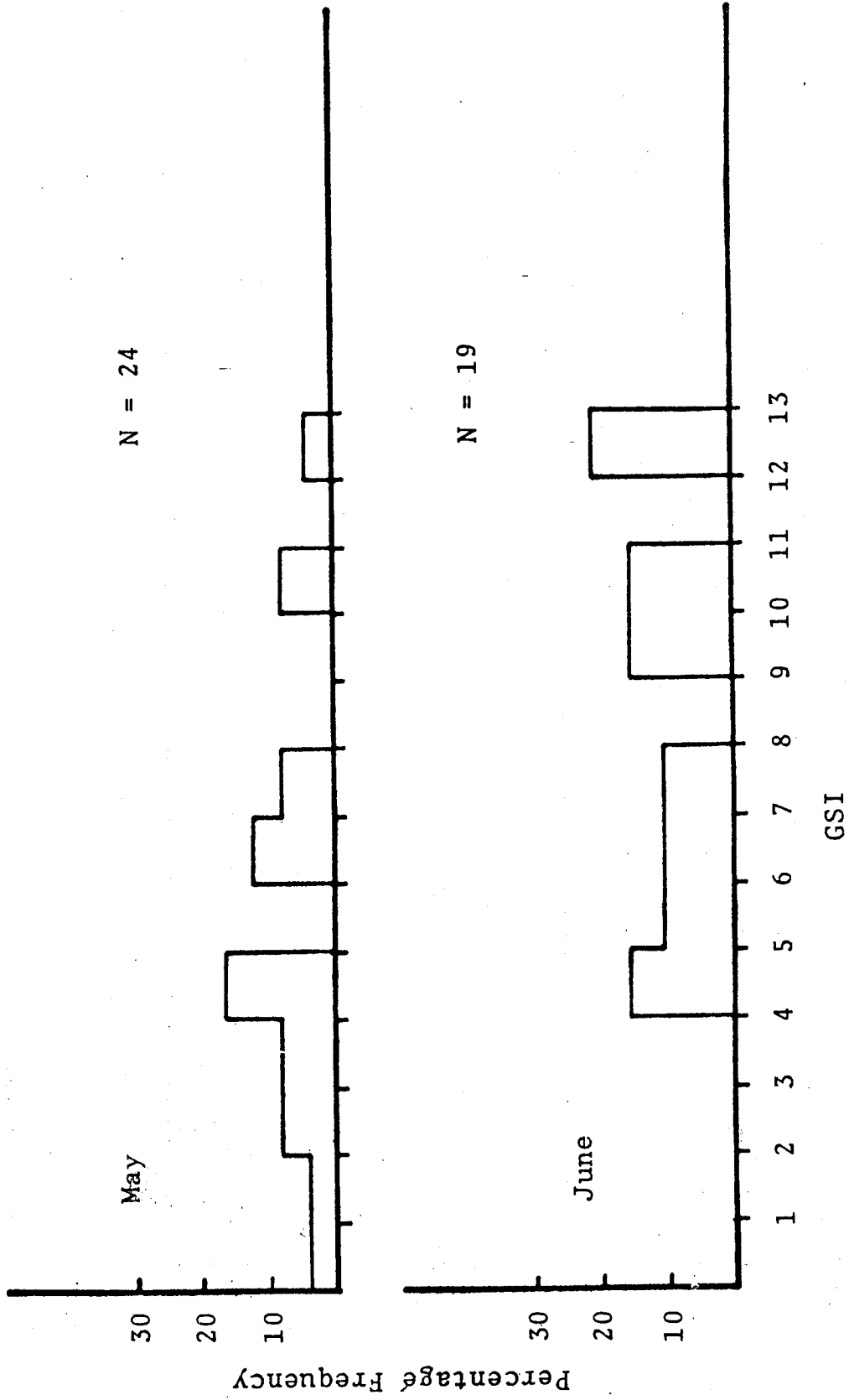


Fig. 3 Continued

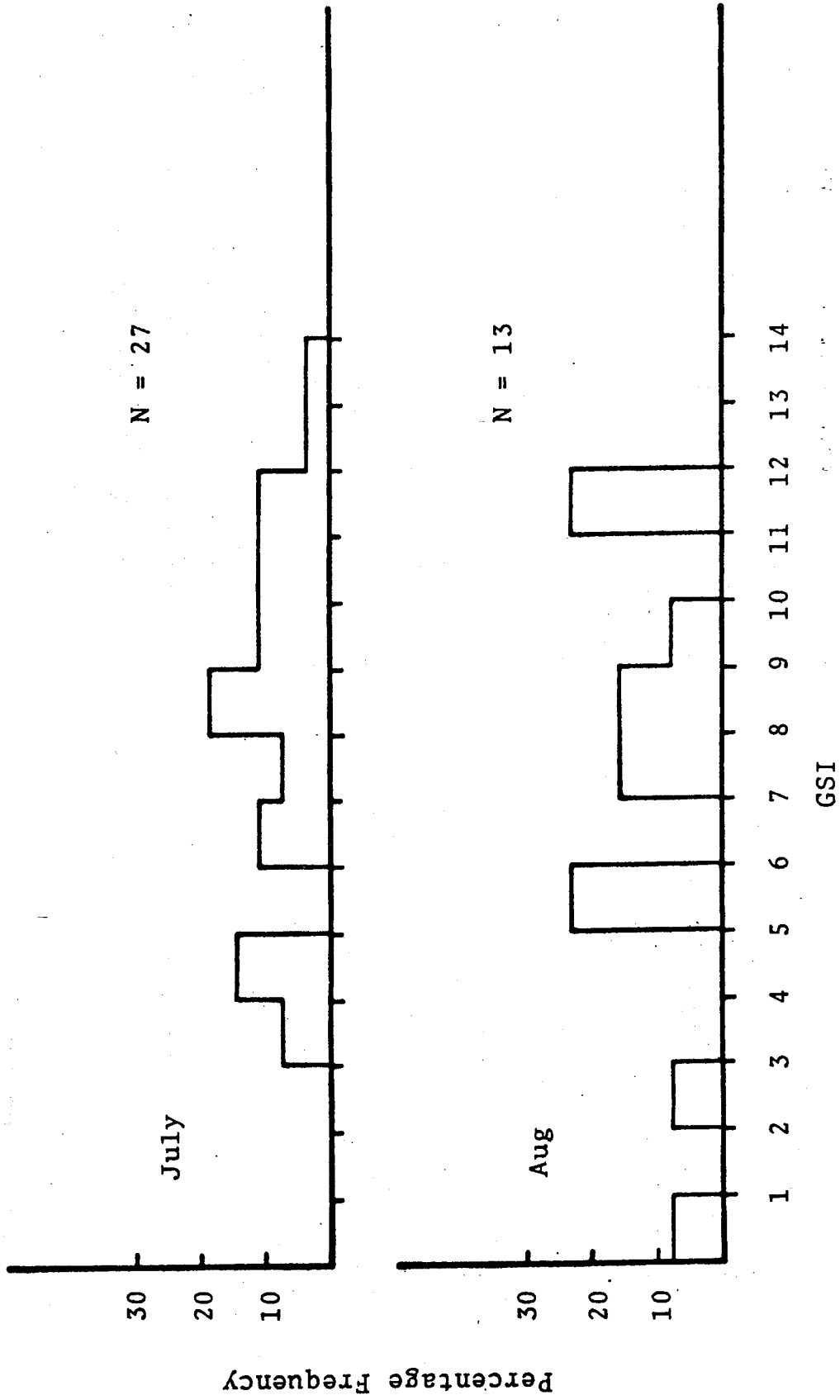


Fig. 3 Continued

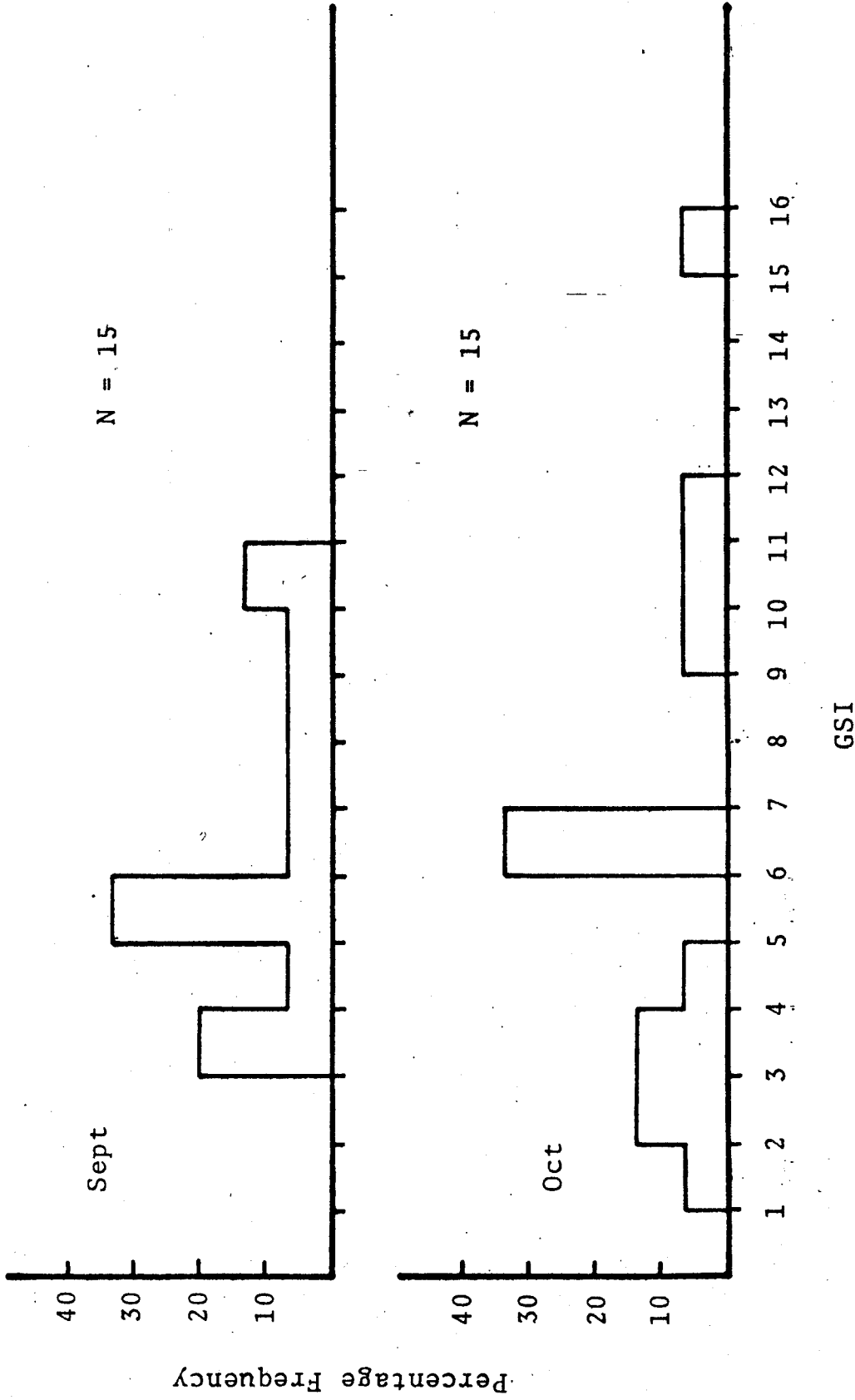


Fig. 3 Continued

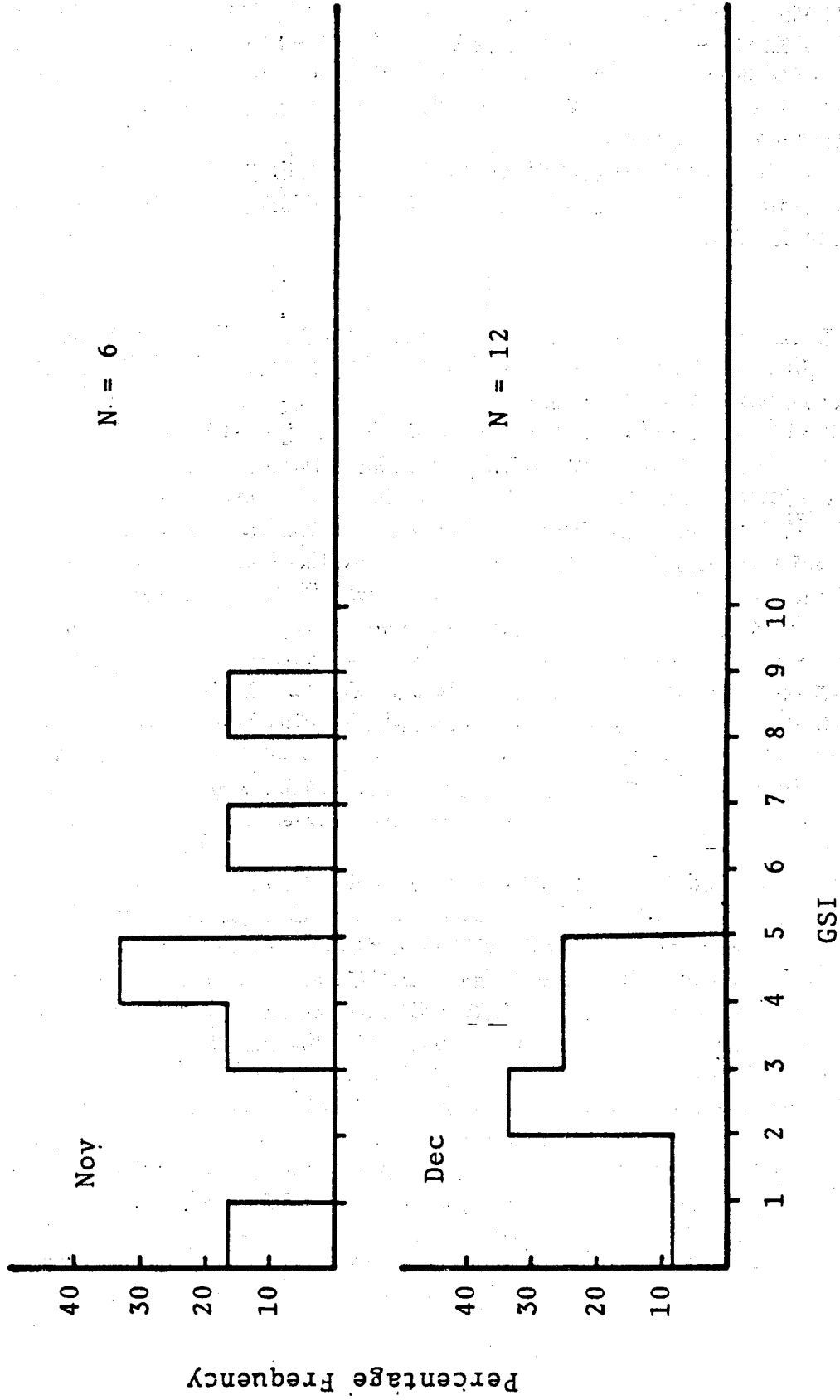


Fig. 3 Continued

峯分別位於 4~5 與 12~13，最大值位於 12~13。在 7 月，高峯分別位於 4~5 與 8~9，最大值位於 13~14。在 8 月，高峯分別位於 5~6 與 11~12，最大值位於 11~12。在 9 月，高峯分別位於 5~6 與 10~11，最大值位於 10~11。在 10 月，高峯分別位於 2~4 與 6~7，最大值位於 15~16。在 11 月，高峯位於 4~5，最大值位於 8~9。在 12 月，高峯位於 2~3，最大值位於 4~5。

由 GSI 與卵徑頻度分佈之關係得知，GSI 達 10~11 以上之雌蝦均已成熟，故綜合上述各月份之 GSI 頻度分佈情形可推知，此蝦之產卵期很長，從 1 月延至 10 月，但以 3 月，6~8 月以及 10 月為盛期。

## 討 論

本報告之研究結果顯示，熊蝦各形質之變異係數 (Table 2)，以 BL、LSD 者較大，CL、HSD、ASD、LP4、LP5 者略大，RL、ESD、LP2 者較大。在資源生物研究上，一般使用於形態測量之形質，短的形質比長的形質變異係數來得大。本報告共使用 12 個形質，其長度由大而小之順序為 BL、RL、LP3、LP5、LP4、ASD、LP2、CL、HSD、LP1、LSD、ESD。故綜合上述可歸納得知，在各形質中，LSD、CL、HSD、ASD 為較穩定之形質，為爾後從事族群構造解析之理想形質。至於雌蝦 LP1 之變異係數僅 1.7026%，但雄蝦者竟高達 6.0837% 則有待今後之進一步探討。

其次，由迴歸分析之結果 (Table 2) 顯示，各形質對全長呈高度直線關係。據 Thomas<sup>(8)</sup> 之報告，印度 Mandapam 產之熊蝦，其頭胸甲長與全長亦呈直線關係。但有關其他對蝦類之頭胸甲長與體長關係，在 *Metapenaeus ensis*<sup>(8)</sup> 以及 *Penaeus longistylus*<sup>(9)</sup> 亦均呈直線關係，但在 *Penaeus monodon*<sup>(10)</sup>、*Atyopopenaeus compressipes*<sup>(1)</sup>、*Parapenaeopsis tenella*<sup>(1)</sup>、*Metapenaeus barbata*<sup>(1)</sup>、*Trachypenaeus curvirostris*<sup>(1)</sup> 以及 *Metapenaeus joyneri*<sup>(2)</sup> 則呈拋物線關係。

再者，由形質關係之雌雄間比較結果 (Table 3) 顯示，12 個形質中，在 4 個形質，即 CL、ESD、HSD、ASD 之迴歸係數及修正平均值在雌雄間具有高度顯著性差異。此等差異亦即表示雌蝦之 CL、ESD、HSD、ASD 比雄蝦者為長。又由於此 4 個形質均為頭胸甲上之形質，故亦可說雌蝦之頭胸甲比雄蝦者為大。至於雌蝦之頭胸甲長比雄蝦者大之現象在 *M. ensis*<sup>(5)</sup>、*P. longistylus*<sup>(9)</sup>、*P. mondon*<sup>(10)</sup>、*Penaeus latissulcatus*<sup>(1)</sup> 以及 *Penaeus essulentus*<sup>(1)</sup> 等種類亦均有類似之情形。

另者，由成熟度指數之月變化情形 (Fig. 3) 可看出，東港沿岸產熊蝦之產卵期幾乎涵蓋全年，由 1 月至 10 月均可發現成熟之種蝦，但以 3 月，6~8 月以及 10 月為盛期。據 Badawi<sup>(3)</sup> 之報告，Arabian Gulf 產熊蝦，終年可產卵，但以 10 月至翌年 4 月為盛期。Thomas<sup>(4)</sup> 研究印度 Palk Bay 與 Gulf of Mannar 產熊蝦之產卵期亦指出，此蝦終年可產卵，但以 6 月至 9 月、10 月以及 1 月至 3 月為盛期。在日本方面，據前川<sup>(15)</sup> 之報告，瀨戶內海產熊蝦之產卵期為 6 月中旬至 9 月中旬。又據池末<sup>(16)</sup> 之報告，有明海產熊蝦之產卵期為 6 月至 10 月。比較上述各地此蝦之產卵期可看出，東港沿岸者與 Arabian Gulf 以及印度 Palk Bay, Gulf of Mannar 者一樣，均屬近乎終年產卵型式。但在東港沿岸，盛期為 3 月，6~8 月以及 10 月，而在 Arabian Gulf，盛期為 10 月至翌年 4 月，故兩者在時序上適相反。至於在印度 Palk Bay 與 Gulf of Mannar 之盛期，則與東港沿岸者較類似。但在日本瀨戶內海以及有明海，此蝦之產卵期則較短，僅從 6 月至 9 月、10 月，與上述各地區之終年產卵，有明顯之差別。近年來由於養蝦事業之蓬勃發展，為了確保充裕的種蝦來源，以提供人工繁殖之用，故研究蝦類之成熟機制 (Mechanism)，以期實際掌握蝦類之成熟，已成為刻不容緩之課題。就以上述所探討之熊蝦產卵期而言，為何在不同地區，產卵期會有不同，究竟是什麼因素影響此蝦的成熟與產卵，確是頗值得進一步加以探討之課題。

### 摘 要

本報告以東港至枋寮間海域之熊蝦為對象，針對其形質關係以及產卵期，加以分析探討，以期進一步蒐集此蝦之資源生物學資料，以供爾後從事資源解析以及種苗人工放流效果評估之依據。所獲得之結果如下：

1. 本報告所使用之 12 個形質與全長間均呈高度顯著之直線迴歸關係，相關係數為 0.9875 ~ 0.9997。
2. 各形質之變異係數，大多在 3.7807 % 以下，其由小而大之順序為 BL、LSD、CL、HSD、ASD、LP4、LP5、RL、ESD、LP2、LP3、LP1。
3. 雌蝦之 CL、ESD、HSD、ASD 比雄蝦者為長，此亦即表示雌蝦之頭胸甲比雄蝦者為大。
4. 全長、頭胸甲長與體重間均呈 Allometric 式關係。
5. 由成熟度指數與卵徑頻度分佈關係推知，成熟度指數在 10 ~ 11 以上之雌蝦均已達成熟。
6. 由成熟度指數之月變化情形推知，此蝦之產卵期從 1 月延至 10 月，但以 3 月，6 ~ 8 月以及 10 月為盛期。

### 謝 辭

本報告係在臺灣地區漁業發展基金管理運用委員會補助台灣省水產試驗所 東港分所進行之「東港沿岸經濟蝦類人工放流研究」計畫項下完成，特此誌之。

### 參 考 文 獻

- (1) 廖一久·陳惠彬(1972) 台灣東港近海蝦類之分類研究—I 草蝦、熊蝦、斑節蝦與白鬚蝦之鑑定，水產養殖，2(1): 1~16。
- (2) 李安定·游祥平(1977) 台灣產之對蝦類，JCRR Fisheries Series, 27, 1~110。
- (3) 廖一久(1969) 蝦類的人工繁殖，台大動物系生命學刊，1, 18~20。
- (4) 蘇茂森·廖一久東港沿岸經濟蝦類資源之評估，未發表。
- (5) 蘇茂森·廖一久(1980) 台灣經濟蝦類之生物學研究—IV 砂蝦之形質及其形質之關係，台灣地區漁業發展基金管理運用委員會研究計畫進度報告。
- (6) SNEDECOR, G. W. and W. C. COCHRAN (1967): Statistical methods, 6th ed, 593 pp. The Iowa State Univ. Press, U. S. A.
- (7) Liao, I. C. and T. L. Huang (1973): Experiments on the Propagation and Culture of Prawns in Taiwan, Coastal Aquaculture in the Indo-Pacific Region, 328~354.
- (8) Thomas, M. M. (1975): Age and growth, length-weight relationship and relative condition factor of *Penaeus semisulcatus* DE HAAN, Indian J. Fish, 22(1&2): 133~142.
- (9) Penn, J. W. (1980): Observation on length-weight relationships and distribution of the red spot king prawn, *Penaeus logistylus* Kubo, in West Australian Waters, Aust. J. Freshwater Res., 31, 547~552.
- (10) 蘇茂森·許建宗·廖一久(1976) 台灣經濟蝦類之生物學研究—I 草蝦之形質及其形質間之關係，台灣水產學會刊，5(1): 8~15。
- (11) 池末彌(1963) 有明海におけるエビ、アシ類の生活史、生態に関する研究，西海水研究報告，30, 1~124。

- (12) 池末彌 ( 1955 ) 有明海にシバエビの生活史について, 日水會誌, 20 (11): 969 ~ 978 .
- (13) Badawi, H. K. ( 1975 ) : On Maturation and Spawning in Some Penaeid Prawns of the Arabian Gulf, Marine Biology 32, 1 ~ 6 .
- (14) Thomas, M. M. ( 1974 ) : Reproduction, Fecundity and sex ratio of the Green Tiger Prawn, *Penaeus semisulcatus* DE HAAN, Indian J. Fish, 21 (1): 152 ~ 163 .
- (15) 前川兼佑 ( 1961 ) 瀬戸内海, 特に山口縣沿海における漁業の調整管理と資源培養に関する研究, 山口縣内海水産試験場調査研究業績, 11 (1): 156 ~ 204 .
- (16) 池末彌 ( 1980 ) 有明海のエビ、カニ、貝類, 海洋科學, 124, 97 ~ 104 .