

台灣產馬加鱈 *Scomberomorus niphonius* (C. & V.)

年齡、成長、生殖腺成熟度

和產卵 初步研究

陳 宗 雄

Studies on the age, growth, maturity, and spawning
of Japanese Mackerel *Scomberomorus niphonius* (C. & V.)
in Taiwan Strait

by

Tzong-shyong Chen

Abstract

Connecting with the study of age, growth, maturity and spawning of Japanese Mackerel, *Scomberomorus niphonius*(C. & V.), sampling fishes were caught by trawl net in north west of Taiwan fishing ground from Oct. 1972 to Jun. 1973.

The result of age determination summarized as follows:

Female L_1 :36.1 cm, L_2 :51.6 cm, L_3 :65.9 cm, L_4 :78.1 cm, L_5 :91.8 cm

Male L_1 : 36.8 cm, L_2 :49.6 cm, L_3 :62.6 cm, L_4 :77.7 cm

The growth curve expressed with Von Bertalanffy Curve as follows:

$$L_t = 195 (1 - e^{-0.105 (t + 0.688)})$$

From monthly change of maturity factor suggested that the spawning season be in spring and the biological minimum 50 cm fork length in female and 45 cm fork length in male. According to fishing effort suggested the fish migrated from north coast of China to north west of Taiwan strait in winter and spawning there in spring.

引言

鯖魚為台灣西部及澎湖近海重要漁業之一，每年入秋以後沿海漁民便視此為重要收入而從事於此漁業，由於近年來產量逐漸減少使此魚的價格飛漲至每公斤為新台幣50餘元之高額。本所自民國五十八年秋以來得農復會補助以後便在台灣西部沿海及澎湖設立十餘處速報站，以最效最迅速的方法報導魚群動態，以便引導作業漁船能迅速尋及漁群；此外本所還以土托鯖 *Scomberomous commersoni* (Lacépède) 為標本材料研究出其年齡成長，生殖腺成熟度、產卵 (陳, 1973)、肥滿度 (陳, 1973)、食性 (胡, 1973) 等生態情形；本報告是繼續以馬加鯖 *Scomberomorus nipponius* (C. & V) 為標本材料以研討此種魚的年齡、成長、生殖腺成熟度和產卵等生態情形。

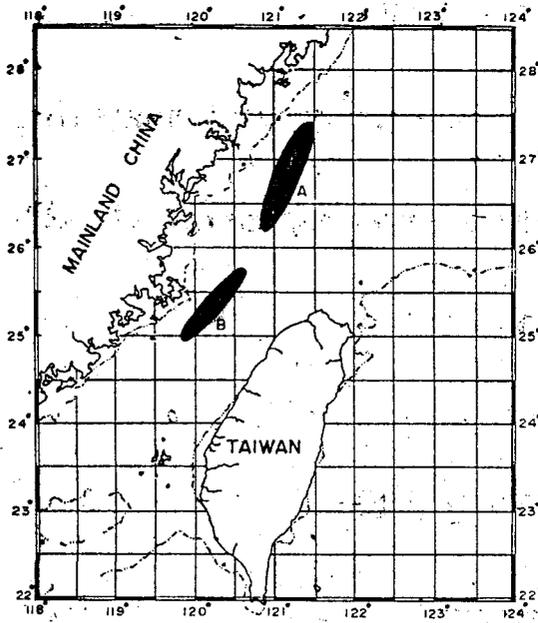


Fig.1 Sampling regions of Japanese Mackerel

材料與方法

本報告標本來源是自1972年10月至1973年6月，基隆拖網漁船在台灣北部海區作業所捕獲如圖一所示，11月份以前所捕獲是在A區，翌年3月以後所捕獲是在B區。本報告共收集到標本578尾如表所示；標本於現場做各部位測定後便冷藏帶回實驗室解剖取耳石及生殖腺，耳石取出後便保存於75%之酒精溶液裡；生殖腺取出後保存於5%的福麻林液裡。

年齡鑑定和生殖腺成熟度的判定：

年齡鑑定和生殖腺成熟度的判定均與陳 (1972) 所用的方法相同，年齡鑑定採用耳石為準，生殖腺成熟度是以成熟係數表示，因為生殖腺成熟指數GI與生殖腺成熟係數MF有很大的相關性如圖2，表2所示。

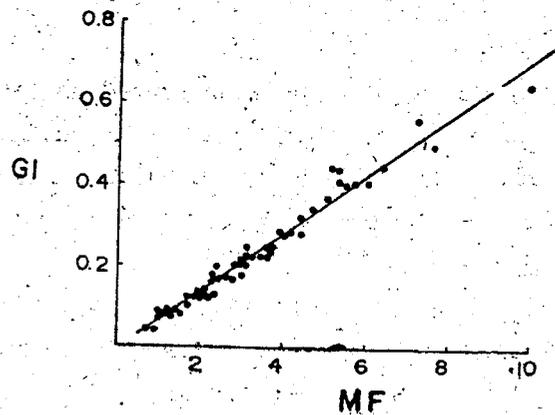


Fig.2 Relationship between maturity factor and gonad index.

抱卵數測定：

抱卵數測定是取成熟係數 $MF > 3$ 的卵巢分別於左右葉前中後的部位各取 0.5 克的卵塊以靈敏天秤 Microwa swiss 秤之後略加甘油使其解離，再以 Colonic counter 計算卵粒數，抱卵數 = 左右葉前中後部位所含卵粒總數 × $\frac{\text{浸過 5\% 的福麻林液生殖腺重}}{\text{各部位所取卵塊之重}}$

結 果

I 年齡：

在研究年齡之前必先瞭解所鑒定耳石輪紋是否正確，由於輪紋的記號種類很多有產卵記號，洄游記號，以及其他種種記號如食物缺乏或驚嚇所形成種種不同記號，因此欲知所鑒定的輪紋是否正確必須做輪紋的對應關係測定如圖三所示是取相同年齡不同個體之標本測定的結果，因為很有對應關係所以所鑒定的輪紋是正確。

耳石半徑和體長的關係：

如圖四是日本馬加鱈耳石半徑與體長的關係，本實驗是分別以雌雄為標本材料求出雌雄與體長的關係結果如下

$$\begin{aligned} \text{雌 } R &= 0.0679L^{0.677} & \gamma &= 0.86 \dots \dots \dots (1) \\ \text{雄 } R &= 0.0335L^{0.788} & \gamma &= 0.81 \dots \dots \dots (2) \end{aligned}$$

其中 R 為耳石半徑，L 為體長， γ 為相關係數

此二方程式的迴歸顯著值測定結果如表(3)(4)，均很顯著表示此二方程式有意義；再以互變分析法比較二方程式的異同如表(5)所示，因二方程式的 F_b 值為 12.23449 經查表結果為有顯著，表示此二方程式在斜度值有差異，也就是雌雄魚耳石對體長相對成長有差異。

邊緣成長率：

如圖五為各月份邊緣成長率的情形，是以 $\frac{R - r_n}{r_n - r_{n-1}}$ 所求出的結果，其中 R 表輪長 r_n 表第 n 個輪徑之長 r_{n-1} 表第 n-1 個輪徑的長度，由於在圖裡所顯示 $\frac{R - r_n}{r_n - r_{n-1}}$ 之值在 10 月份為最低，然後隨月份變化而加大的現象至五六月為最高峯，此種變化可判定輪紋約在九月前形成且為一年有一輪輪形成。

輪紋形成時的體長：

如表 6(a) (b) 為雌雄各輪紋實測值之平均值和標準偏差，由於雄性的年齡標本最多輪紋只發現四輪，故本報告只採用以雌標本為準做為年齡與體長的研判，因此將表 6(a) 雌性各年齡輪徑之值以 Walford 成長變化圖表示如圖六，其與 45° 線交點是在 11.5mm 處即表最大耳石為 11.5mm。再分別表 6(a) (b) 之輪紋平均值代入 I II 式所得之值如表 7(a) (b)，也就是雌雄紋形成體長之計算值。

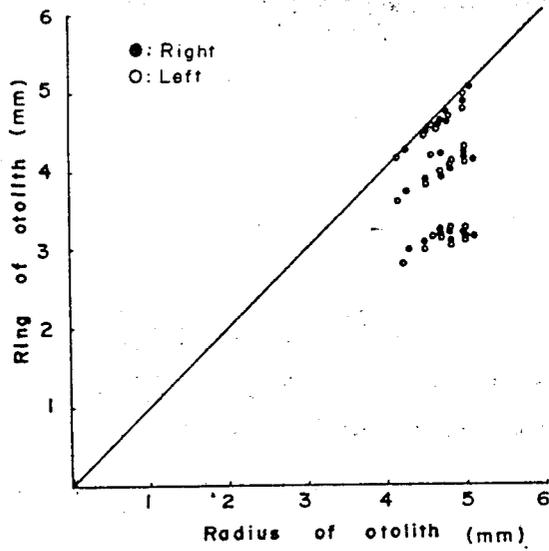


Fig.3 Similarity of the ring of otoliths.

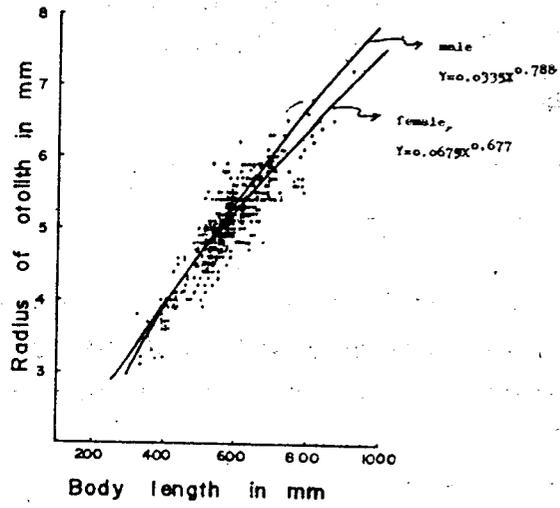


Fig.4 Relationship between fork length and radius of otolith.

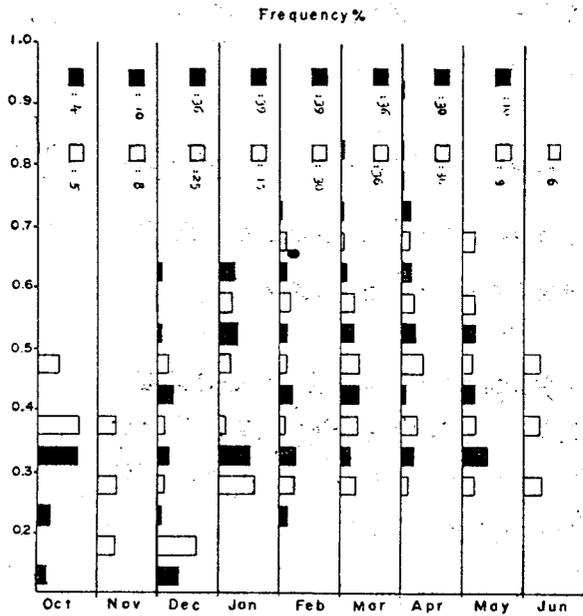


Fig.5 Monthly changes of maginal growth rate

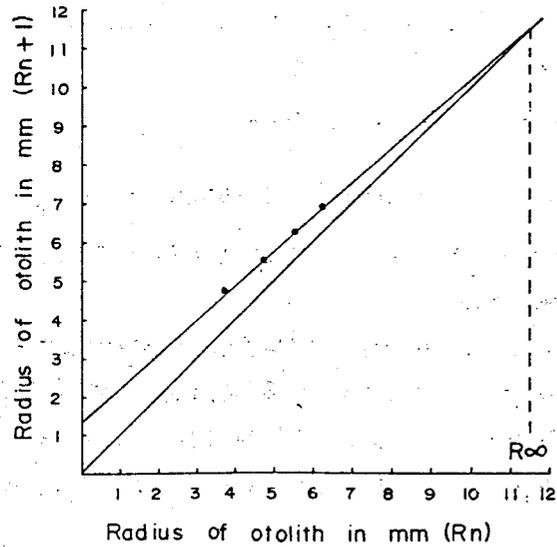


Fig.6 Walford's plot of the growth of otolith.

成長曲線

將表 7 之雌性各輪紋形成體長之平均值以 Walford 成長變化圖測定之結果如圖七最大體長值為 195 公分，與從座標交點為 20 亦即截距為 20，故得此方程式為 $l_{n+1} = 0.90 l_{n+20}$ 相關係數 k 為 0.9，故 l_{nk} 為 0.105 並求出其成長曲線方程式為 $L_t = 195 [1 - l^{-0.105(t+0.683)}]$ 如圖八所示；一足歲之體長為 30 公分左右，二足歲體長為 50 公分左右，三足歲體長為 65 公分左右，四足歲體長為 75 公分，五足歲體長將近 90 公分。表 8 為所有標本年齡與體長實測值；圖九為各年齡耳石相片。

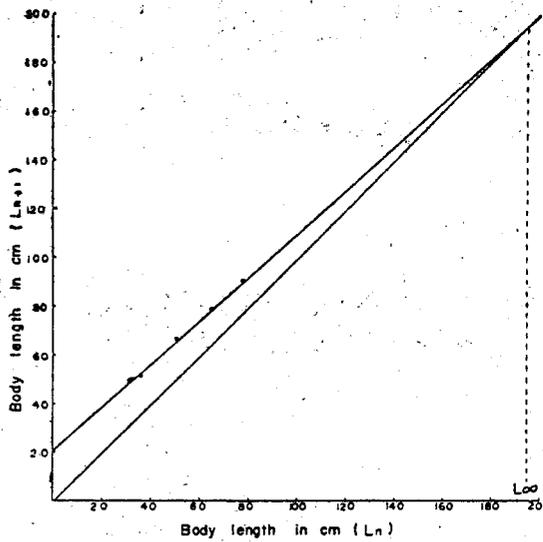


Fig. 7 Walford's growth transformation of total length.

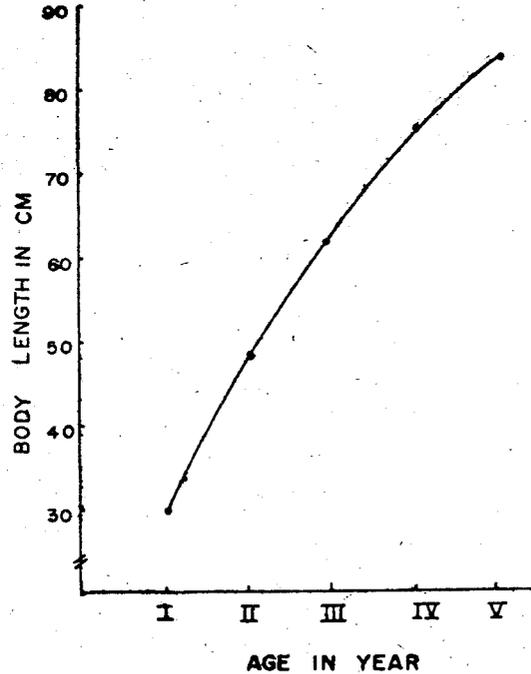


Fig. 8 Growth curve of body length.

II 產卵：

卵巢內部構造：

本實驗是取體長相近似而成熟係數不同的生殖巢三幅分別於卵巢之前中後三段各取 20 個大型卵粒測其平均卵徑，再以二向積分法 Two Way Analysis of Variance 測得各部位卵徑的異同，結果如表 9 (a) (b) 所示因為各部位的差異值在 5% 水準裡，即表示各部位卵徑的分佈不同如圖十、十一、十二，由此種情形可看出接近排卵口之卵粒成熟較早。卵巢成熟卵粒變化如圖十三像片是各月分選出體長相近似而卵巢成熟度不同所區分出來的七種階段；此種鑑定法是根據(陳1973)生殖巢的鑑定法相同。第一階段 Type A 生殖巢細小，卵徑在 0.1mm 以下；Type B 在細密的卵粒裡呈現出較大卵粒；最大卵徑為 0.3mm；Type D 大型卵粒逐漸呈透明現象，最大卵徑為 0.7mm；Type E 大型卵粒逐漸透明且與小型卵粒分離，最大卵徑為 0.8mm；Type F 大型卵粒透明極易分離，最大卵徑為 1.0mm 即將排卵階段，Type G 大型卵粒消失卵巢萎縮即排完卵階段；參考圖十四大型卵粒在各月份的變化情形。

生殖腺成熟月變化：

研究生殖腺成熟月變化之前必先要瞭解生殖腺成熟與體長有無關係如無關係才可將各月份合併一起討論，因本報告裡曾做成熟係數和體長之關係測定如圖十五表 10 結果並沒有相關性存在故可將各月份合併一起討論。如圖十六為各月份卵巢成熟變化圖，在圖裡顯示三、四月為成熟係數最高峯的季節亦就是生殖腺成熟的季節，但到五、六月以後成熟係數劇降，這表示五、六月已產完卵。

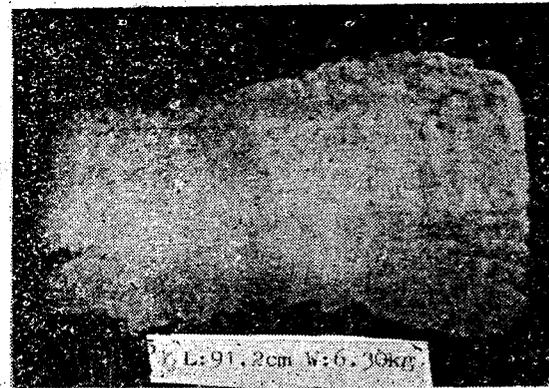
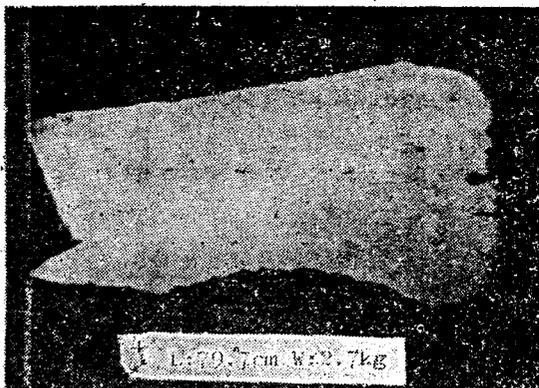
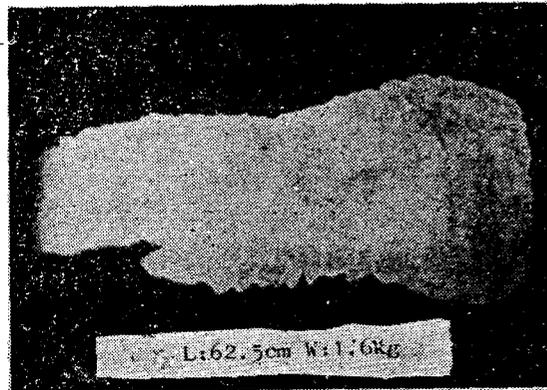
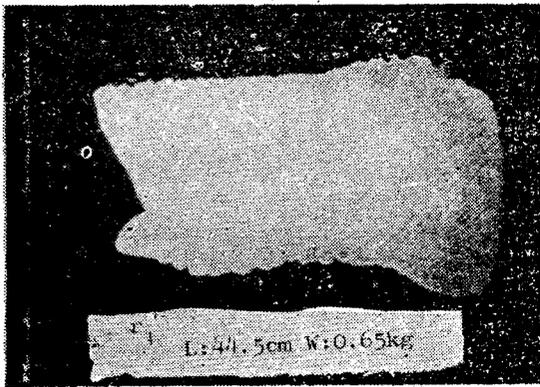
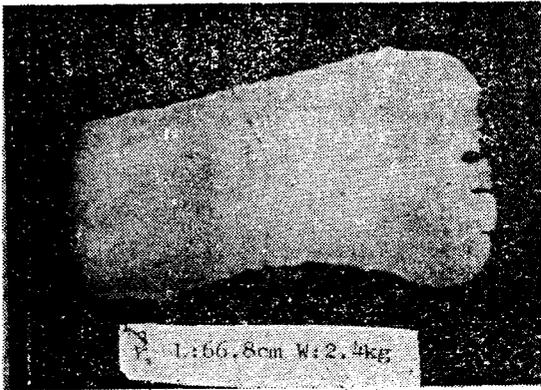


Fig.9 Photography of the ring group otolith.

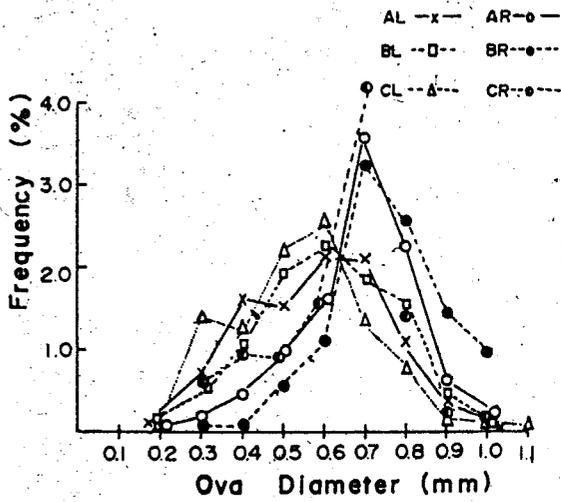


Fig.10 Comparison between three position of left and right ovary in the frequency distribution of egg diameter.

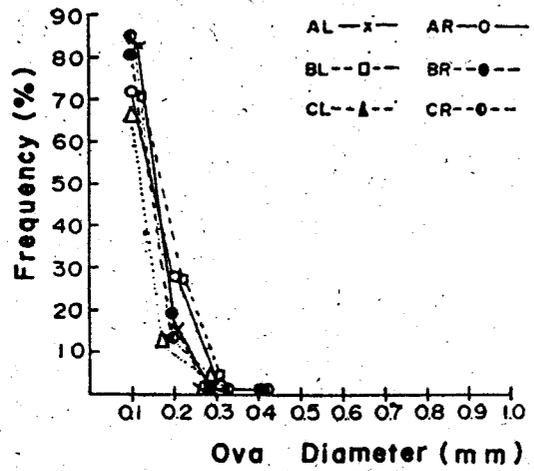


Fig.11 Comparison between three position of left and right ovary in the frequency distribution of egg diameter.

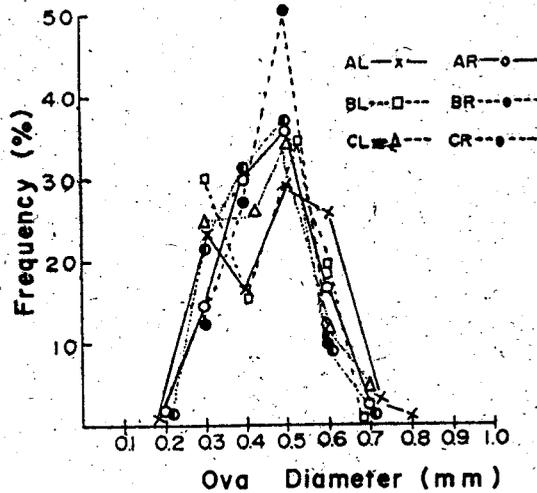


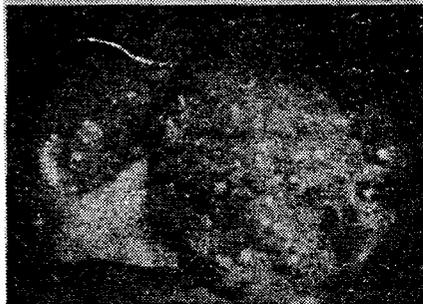
Fig.12 Comparison between three position of left and right ovary in the frequency distribution of egg diameter.



61.3.3
L: 5.1cm. W: 1.04g.
GW: 7.99.
Type A larger egg diameter 0.9mm.



61.3.2
L: 8.9cm. W: 1.65kg.
GW: 17g.
Type D larger egg diameter 0.5mm.



61.3.4
L: 61.5cm. W: 1.69kg.
GW: 24g.
Type C larger egg diameter 0.5mm.



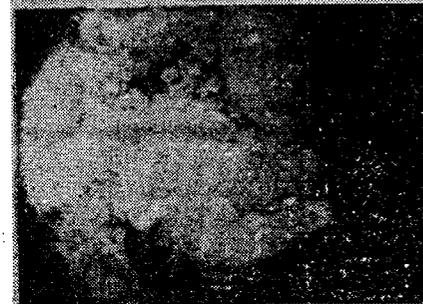
61.2.1
L: 7.8cm. W: 3.94g.
GW: 13.2g.
Type B larger egg diameter 0.5mm.



61.3.17
L: 0.3cm. W: 1.75kg.
GW: 40g.
Type E larger egg diameter 0.5mm.



61.3.9
L: 66.8cm. W: 1.29g.
GW: 47g.
Type F larger egg diameter 1.0mm.



61.5.29
L: 68.6cm. W: 1.28kg.
GW: 21.8g.
Type G larger egg diameter 0.5mm.

Fig.13 Photography of the intra-ovarian eggs.

生物最小型：

如圖十七是將各月分雌生殖腺成熟係數資料按各種不同體長分成三組，即體長45公分以下為一組，46—55公分為一組，55公分以上為一組；結果發現45公分以下這一組的生殖腺成熟係數在各月分均無變化，而46—55公分這一組至四月分即產卵季節就有顯著的變化，這顯然雌性馬加鱈生物最小型為體長50公分左右。同樣將雄性生殖腺成熟係數的資料按不同體長區分為三組即體長40公分以上為一組，41—50公分為一組，51公分以上為一組；結果發現體長40公分以下這一組生殖腺在各月分均無變化而41—50公分這一組在四月分時其生殖腺成熟係數就有顯著的變化如圖十八這顯然雄性馬加鱈生物最小型為體長45公分左右。

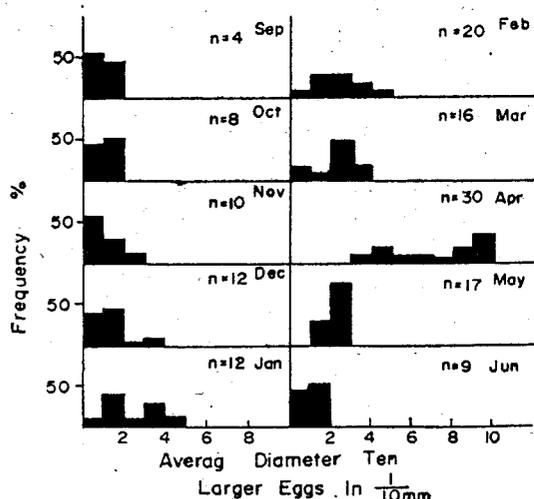


Fig. 14 Monthly changes of the frequency distribution of mean values of ten large eggs.

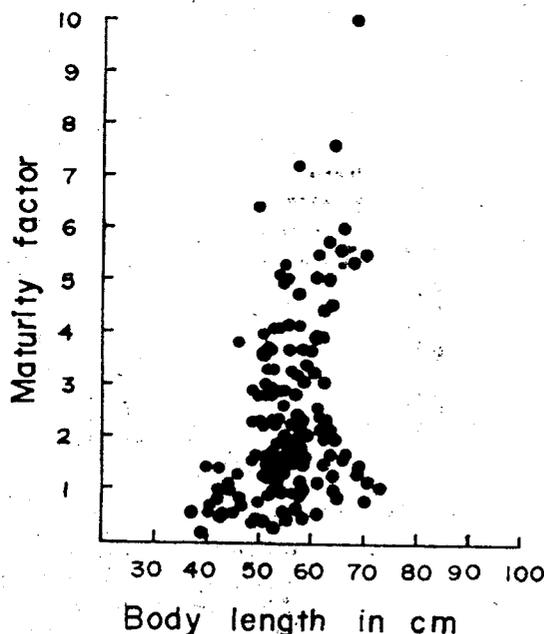


Fig. 15 Relationship between body length and maturity factor.

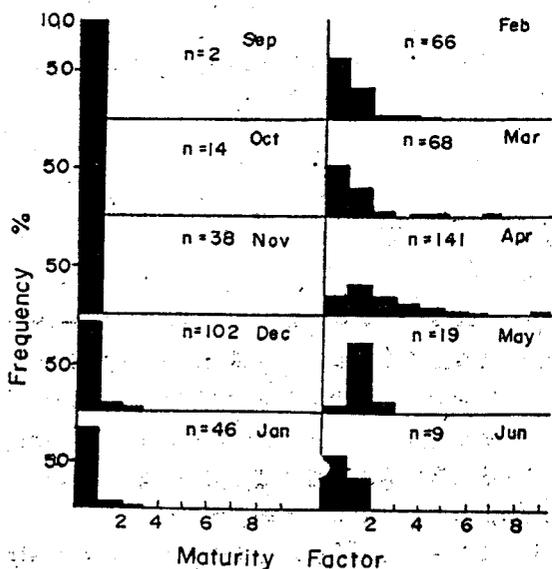


Fig. 16 Monthly changes in the frequency distribution of maturity factor.

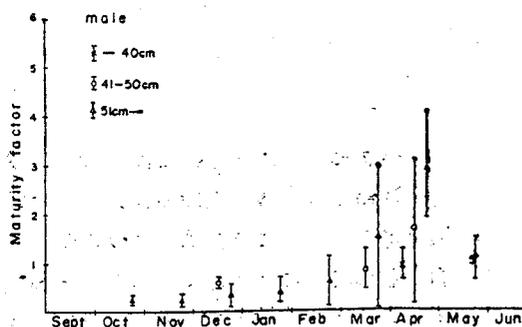


Fig. 17 Monthly change of average maturity factor vertical line show the standard deviation ($\pm S.D$)

抱卵數：

如圖十九是取四月份已成熟的卵巢25幅，其成熟係數均大於3；於每幅卵巢分別於左右葉之前中後三段部位分別取0.1克的卵塊所計算出來的抱卵數與體長的關係，所求出來的直線迴歸方程式為： $y = 0.329x + 50.55$ ，相關係數為0.9，Y表抱卵數單位為 10^4 粒，X為體長單位為公分，此方程式之迴歸顯著值測定如表11，為很顯著，即表示此方程式有意義，由此方程式可看出馬加鱈的抱卵數有隨體長而增加的現象。

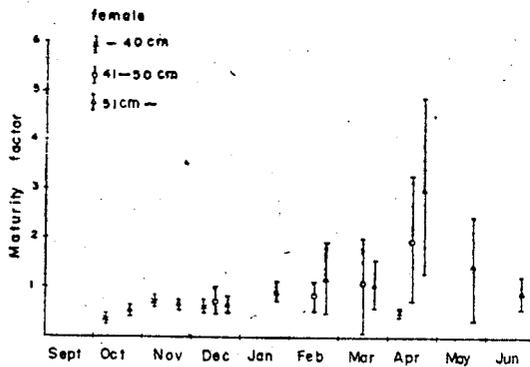


Fig.18 Monthly change of average maturity factor vertical line show the stand deviation (\pm S.D)

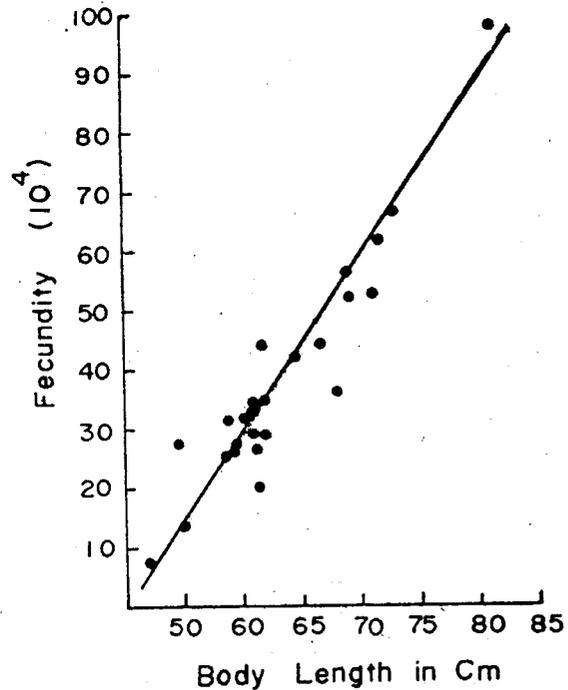


Fig.19 Relationship between fork length to fecundity.

討 論

鱈魚為一種強掠食性魚類（胡，1973）其游泳力甚強，在台灣西部及澎湖均可用流刺網捕獲，主要是以土托鱈、潤腹鱈、白腹鱈等為主，而在台灣北部海區因並非拖網漁船作業對象故漁獲量並不多，主要以馬加鱈為主；根據漁船漁獲資料顯示在11月份以前所捕的馬加鱈均在A區或A區以北，而次年3月以後其漁獲量均集中在B區如圖一所示；很顯然的馬加鱈有洄游的現象；根據本報告生殖腺成熟的變化二月份便有逐漸增大的現象，而以三、四月為最高峯到五月份以後又逐漸下降，顯然產卵季節在四、五月而此時漁獲量是在B區也就是東引馬祖列島附近，故馬加鱈是由北方洄游至此區產卵的。

根據本報告馬加鱈雌雄生物最小型略有不同，雌性馬加鱈生物最小型為50公分左右，而雄性馬加鱈生物最小型為45公分左右；再由雌雄各年輪長度值所求之雌雄各年齡體長也發現同年齡之雌性馬加鱈都要比雄性大一些如表7a、7b，顯然的馬加鱈雌魚要比雄魚大一些。

謝 辭

本報告能順利完成全得力於農復會袁技正伯偉的全力支持，及本所鄧所長火土，生物系主任曾文陽的鼓勵及本系同仁陳貴香小姐、崔燕青小姐、許秀惠小姐的協助整理標本，統計和作圖，謹此謝忱。

參 考 文 獻

1. 戈定邦 (1953) 臺灣經濟魚類，中國水產11：5—13。
2. 田上室隆、倉田洋二、德洋留二郎 (1960) ニニサバの海域別産卵期考察，日本會誌26 (3)，277—283。
3. Kesteven, G.E. (1960) Manual of Field Method in fisheries biology, FAO Mam. Sci. No. 1. P. 152。
4. Johnson, J.E. (1971) Maturity and fecandity of threadfin shad *Dorosona Pefense* (Giinther) in general Arizona Reserroirs Trans. Amer. Fish. Soc., 100:74—85。
5. 陳宗雄 (1973) 臺灣產土托鱈 *Scomberomorus commersoni* (Lacepede)，年齡、成長、生殖腺、成熟度和產卵初步研究，臺灣省水產試驗報告22：103—118。
6. 陳春暉 (1973)，臺灣產土托鱈 *Scomberomorus commersoni* (Lacepede) 體長與體重之關係之研究，臺灣省水產試驗所報告，22：119—129。
7. 胡興華 (1973)，土托鱈及馬加鱈食性之研究 (英文)，臺灣省水產試驗所水產生物系研究報告24：45—57。

摘 要

馬加鱈 *Scomberomous niphonius* (C. & V.) 之年齡成長生殖腺成熟度和產卵研究，標本是在1972年10月—1973年6月由拖網魚船在台灣北部海區作業所捕獲。

年齡鑒定是以耳石為標本材料，年齡鑒定結果如下：

雌：L₁：36.1 cm, L₂：51.6 cm, L₃：65.9 cm, L₄：78.1 cm, L₅：91.8 cm。

雄：L₁：36.8 cm, L₂：49.6 cm, L₃：62.6 cm, L₄：77.7 cm。

成長曲線以Von Bertalanffy 成長曲線表示如下：

$$L_t = 195[1 - e^{-0.105(t+0.6832)}]$$

由生殖腺成熟度月變化顯示其產卵季節是在3~4月而生物最小型雄雌畧有不同雌為體長50公分，雄為45公分。

根據漁獲資料顯示此魚在冬季由中國大陸北方沿著大陸沿海洄游至馬祖東引附近，並在早春於此區產卵。

Table 1. Monthly samples listed according to fork length.

Month Length	Oct.	Nov.	Dec.	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.
0-30									
31-40	3	11	2				20		
41-50	2	8	22	4	3	7	32		
51-60	2	8	62	19	29	33	95	1	1
61-70	7	6	33	11	31	30	25	12	3
71-80		4	7	9	9	3	2	4	4
81-90			2	4	2	1		2	1
91-100				1	1				
Total	14	37	128	48	75	74	174	19	9

Table 2. Test of significance maturity factor and gonad index regression.

Source variation	df.	S. S.	MS.	F.
Regression	1	55.62	55.6200	55.9968**
Residual	55	54.63	0.9932	
Total	56	110.25	1.9687	

** Significant at 1% level.

Table 3. Test of significance of L-R regression (female)

Source variation	df.	SS.	MS.	F.
Regression	1	0.56273	0.56273	
Residual	244	0.19715	0.00081	694.728**
Total	245	0.75988	0.00311	

** Significant at 1% level.

Table. 4. Test of significance of L-R regression (male)

Source variation	df.	SS.	MS.	F.
Regression	1	0.36507	0.36507	285.21094**
Residual	142	0.18178	0.00128	
Total	143	0.54685	0.00385	

** Significant at 1% level

Table. 5. Comparison of L-R regression between male and female.

Source variation	df	Σx^2	Σxy	Σy^2	bxy	df	d^2yx	s^2yx	F	
female	245	1.14356	0.80220	0.75988	0.70149	244	0.19175	0.00081		
male	143	0.65971	0.49075	0.54685	0.74389	142	0.18178	0.00128	0.35885 (1.386)	
pooled	388	1.80327	1.29295	1.30673	0.71700	386	0.37893	0.00209		
		Difference between slope					1	0.00075	0.00075	12.23469* (1.387)
between	1	0.31166	0.22076	0.16834						
Total	389	2.11493	1.51371	1.47507		388	0.39167	0.00101		

* Significant at 5% level

Table. 6a. Calculated radius of each ring group of Japanese Mackerel. (Female)

Ring group	N	r_1	r_2	r_3	r_4	r_5
1	20	3.69 ± 0.18				
2	121	3.65 ± 0.15	4.66 ± 0.22			
3	92	3.67 ± 0.18	4.63 ± 0.19	5.43 ± 0.13		
4	10	3.71 ± 0.70	4.71 ± 0.12	5.53 ± 0.14	6.26 ± 0.13	
5	1	3.68 ± 0	4.78 ± 0	5.65 ± 0	6.31 ± 0	6.93 ± 0
Total	244					
Average		3.68	4.69	5.53	6.24	6.93

Table. 6b. Calculated radius of each ring group of Japanese Mackerel. (Male)

Ring group	N	r ₁	r ₂	r ₃	r ₄
1	29	3.59 ± 0.19			
2	85	3.55 ± 0.23	4.48 ± 0.28		
3	26	3.53 ± 0.14	4.46 ± 0.23	5.34 ± 0.16	
4	2	3.48 ± 0.14	4.49 ± 0.12	5.41 ± 0	6.33 ± 0.29
Total	142				
Average		3.54	4.48	5.38	6.33

Table. 7a. Mean calculated body length at the time of ring formation. Female

Body length Ring group	L ₁	L ₂	L ₃	L ₄	L ₅
1	362.5mm				
2	356.7mm	511.6mm			
3	359.6mm	506.7mm	641.1mm		
4	365.4mm	518.2mm	658.6mm	762.2mm	
5	361.1mm	531.2mm	679.8mm	800.1mm	918.8mm
Average	361.06mm	516.93mm	659.83mm	781.15mm	918.8mm

Table. 7b. Mean calculated body length at the time of ring formation. (male)

Body length Ring group	L ₁	L ₂	L ₃	L ₄
1	375.2mm			
2	369.9mm	496.9mm		
3	367.3mm	494.1mm	620.9mm	
4	360.7mm	498.3mm	631.2mm	785.8mm
Average	368.28mm	496.44mm	626.05mm	785.8mm

Table. 9. The result of age determination.

L(cm)	r ₀	r ₁	r ₂	r ₃	r ₄	r ₅
0—30						
31—40		21				
41—50		25	30	11		
51—60		17	147	70	4	
61—70			33	16	5	
71—80				1	3	
81—90						1
91—100						2

Table. 9a. Analysis of variance of a two way classification.

positions	Ar	Br	Cr	AL	BL	CL	Total	Mean
	1.17	1.04	1.02	0.93	0.88	0.84	5.88	0.98
	0.92	0.97	0.87	0.86	0.89	0.84	5.35	0.89
	0.76	0.73	0.81	0.84	0.84	0.82	4.80	0.80
	0.82	0.82	0.76	0.76	0.75	0.80	4.71	0.79
	0.62	0.58	0.57	0.65	0.61	0.59	3.62	0.60
	0.25	0.22	0.25	0.24	0.24	0.26	1.46	0.24
Total	4.54	4.36	4.28	4.28	4.21	4.15	85.82	

Table. 9b. Two-way analysis of variance for testing the homogeneity of ova diameter among six position of ovary from six individual with different maturity factors.

Source of variation	df	S. S.	M. S.	F.
Position	5	0.01910	0.00383	64.65**
Individual	5	2.09450	0.41890	12.24496**
Error	25	0.17105	0.006484	
Total	35	2.28485		

** Significant at 1% level

Table. 10. Results of significant test for the correction coefficient between maturity factor and for length.

N=sample number. r=correlation coefficient

 $r = r/n - 1$

ns=none significant

N	r	r
57	0.237	0.03167 ns

Table 11. Test of significance of body length and fecundity regression.

Source of variation	df	S. S.	M. S.	F.
Regression	1	7321.78	7321.78	136.70**
Residual	23	1231.60	53.55	
Total	24	8553.38	356.39	

** Significant at 1% level