

한국 서해산 참조기의 연령과 성장

鄭 相 喆

(濟州大學)

AGE AND GROWTH OF THE YELLOW CROAKER, *PSEUDOSCIAENA MANCHURICA* JORDAN ET THOMPSON, IN THE WESTERN COASTAL WATERS OF KOREA

by

Sang-Chul CHUNG

(Cheju College)

The present paper deals with the growth of yellow croaker by scale age reading. This study is based on material from 596 specimens caught by the Danish seine in the Yellow Sea during the period from June 1967 to April 1968.

Ring marks of the scale were formed from April to July, corresponding to the spawning season of the fish reported by Bae (1960).

Growth rate of each radius of the ring was approximately 0.73.

The relationship between the total length and radius of scales, and the relationship between the body weight and total length are represented by the following equations respectively:

$$L=61.350R+50.184$$

$$W=4.298L^{3.227} \times 10^{-3}$$

Maximum total length calculated by the diagram of Walford's growth transformation,

$$L_{n+1}=0.6866L_n+10.8730, \text{ was } 346.9\text{mm}.$$

Growth curve of the fish can be expressed by the following von Bertalanffy's equation:

$$L_t=346.9(1-e^{-0.376(t+0.609)})$$

서 언

참조기 *Pseudosciaena manchurica* Jordan et Thompson는 우리나라의 어업 생산고중에서 극히 큰 비중을 차지하고 있는 어종이다.

수산청 통계(1967)에 의하면 어획고상으로는 멸치, 갈치에 이어 제 3위의 어획고를 나타내고 있으며 생산금액 상으로는 단연 수위를 차지하고 있다. 또한 1966년 8월부터 한·일 어업 공동 자원 조사의 대상 어종으로 국제적으로 다루어지고 있는 어종이다.

이러한 중요 자원임에 비해서 이것에 대한 자원학적 연구의 실적은 극히 적다. 참조기의 연령과 성장에 대해서는 Bae(1960)의 연구에서 계략적으로 취급된 바 있는 반면 동지나해 및 황해의 참조기에 관해서는 Ikeda (1964)의 연구가 있다.

이상의 실정에 비추어 저자는 본종에 대한 연령과 성장과의 관계를 윤경의 측정 결과에서 보여지는 Lee의 현

상을 보정(補正)하여 자원 해석에 있어서 가장 널리 사용되고 있는 von Bertalanffy의 성장 곡선식에 적용시켜 표시하고 이미 발표된 Bae (1960), Ikeda (1964)의 연구 결과와 비교 검토하여 자원 관리를 위한 기본 자료에 기여코자 한다.

끝으로 본 연구를 해 나가는 동안 여러 가지로 지도 편달을 하여 주신 부산수산대학 김기주 교수님 및 이병돈 박사님께 깊은 감사를 드리는 바다.

자료 및 방법

우리 나라 서해안의 참조기는 주로 안강망(鰵鱈網) 및 기선저인망(機船低引網)어업에 의해서 어획되고 있다. 본 연구에서는 기선저인망에 의하여 1967년 6월부터 1968년 4월 사이에 부산어시장에 양륙된 어획물중에서 10일 간격으로 30미씩 자웅 구별없이 무작위(無作爲) 추출한 자료로써 검토하였다. 표본은 총 990미이며 각 개체에 대해서 체장(total length) 측정 및 채린(採鱗)을 하고, 체중(體重)은 국립수산진흥원에서 조사한 1967년 6월에서 1968년 5월 사이의 정밀 측정 자료를 이용하였다.

채린에 있어서는 가슴지느러미 기저부의 것을 약 10매 취하였으며 채린후 3~4%의 수산화칼리 용액에 하루 침적시켜 표면 오물을 완전히 제거한 후, 그 중에서 재생 비늘이 아닌 것을 3~4매 선정하여 프레파라트로서 보존하고 검린(檢鱗)은 만능투영기로 50배 확대 관찰하였다.

프레파라트는 각 2회씩 검린하여 윤문수(輪紋數)가 일치되는 표본 596미분을 선정하고, 1매의 프레파라트에서는 윤문(輪紋, ring marks)이 가장 뚜렷한 비늘 1매만 골라 인경(鱗徑, radius of scale) 및 윤경(輪徑, adius of ring)을 0.01 mm 단위로 측정하였다.

측정은 피부부(被覆部, basal area)의 중앙기선을 따라 초점(焦點, focus)에서 피부부의 끝까지의 거리를 인경: R로 하고, 초점에서 각 윤문까지의 거리를 윤경: r_n 으로 표시하였다(Fig.1).

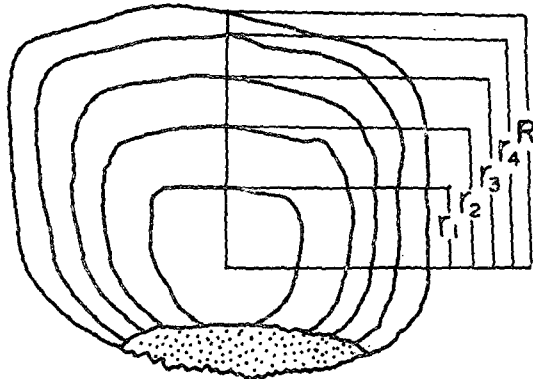


Fig.1. Schema of observed and measured scale rings. R, scale radius; r_n , ring radius.

결과 및 고찰

(1) 윤문의 성상

가슴지느러미의 기저부위에서 채취한 비늘은 약간의 원린(圓鱗, cycloid scale)이 출현하기도 하지만 대부분이 절린(楯鱗, ctenoid scale)이었다. 비늘의 피린부에는 초점을 중심으로 한 동심원상의 무수한 성장선이 배열되어 있고, 성장선의 배열은 성장선 간의 간격이 넓은 성장대(成長帶)와 좁은 휴지대(休止帶)와의 교차현상으로 인하여 교차경계면에 뚜렷한 윤문이 형성되고, 윤문의 측면면(側面域, lateral area)에서는 여러 개의 성장선이 분기 또는 합류 등의 배열 이상(異狀)이 명확히 나타나서 경계부근에 절단형(cutting over type)이 형성되고 있다(Fig. 2).

때로는 성장선의 배열이 불규칙으로 나열되어 윤문의 식별이 곤란할 경우도 나타나는데, 이는 특히 1·2윤문부근에서 심하다.

앞서 기술한 방법의 측정규정에 따라 4윤군(輪群, ring groups)의 비늘에 대하여 인경(R)과 윤경(r_n)과의 관계를 표시하면, 각 윤경 측정값은 일정한 간격을 두고 각각 양의 상관을 가지는 회귀직선으로 표시된다(Fig.3).

Fig. 3에서 보는 바와 같이 제 1·2윤(輪)에서 분산이 다소 크게 일어나는 것은, 환경에 대한 생물체의 성장

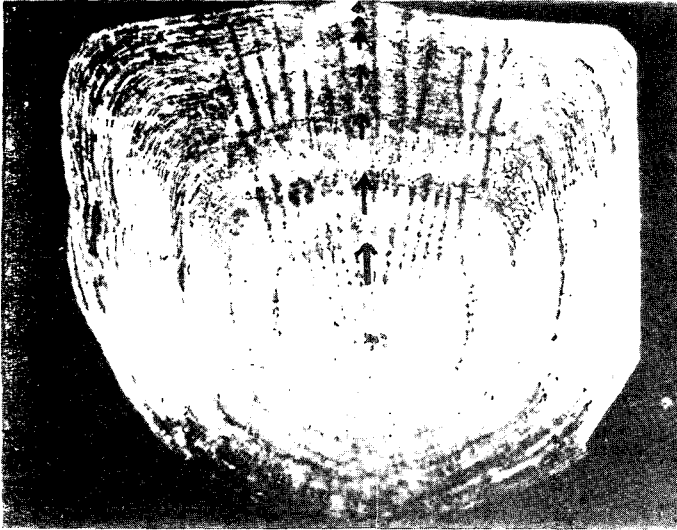


Fig. 2. Photomicrograph of the scale.

자체에서 생길 가능성도 있지만, 주로 전술한 윤독(輪讀)의 난이성(難易性)에 기인된 것이라고 생각된다.

(2) 윤문 형성기

윤문으로서 연령을 결정하는 데 있어서 윤문 형성에 주기성이 있는지 또 연간 윤문형성의 회수를 관찰하기 위하여 비늘의 연역성장율(緣域成長率, marginal increments)로서 윤문의 형성시기를 추정했다.

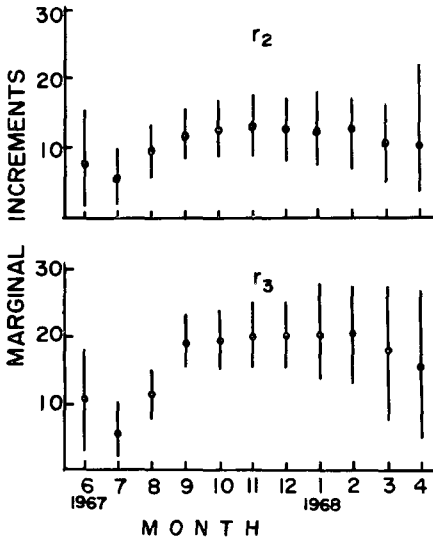


Fig. 4 Monthly changes of the means and standard deviations of the marginal increments of scales.

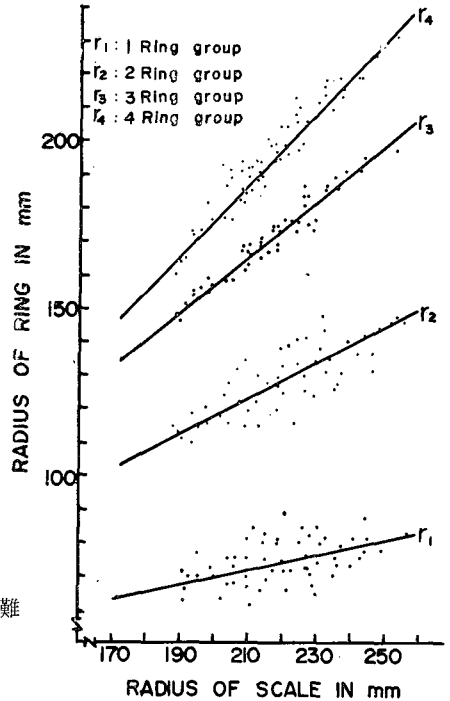


Fig. 3. The relationship between the radius of scale and the radius of ring.

여기에 이용된 연역 성장율: α 로서는 다음의 식에 따랐다.

$$\alpha = \{(R - r_n) / R\} \times 10^2$$

2윤군(輪群)과 3윤문에 대한 연역 성장율의 월별 변화를 조사한 결과, 양윤군 모두 α 평균치의 월별 변화는 거의 같은 경향을 나타내고 있었다(Fig. 4).

9월부터 이듬해의 2월에 이르기까지 각 월의 α 의 평균치는 큰 차이가 없으나 3~4월부터는 서서히 저하되어 7월에 최소값을 나타내고 8월에 다시 상승하고 있다.

그리고, 각 월에 따른 α 값의 분포범위는 5월의 조사자료가 없지만, 4, 6월에 가장 크게 나타나고 있으므로, 4~6월 사이에 가장 널리 분포하고 있는 것으로 추측된다.

이것은 새로운 윤문이, 이미 형성된 개체와 형성되지 않은 윤문이나 형성 중인 개체가 많이 혼재하고 있기 때문에 일어나는 현상이라고 사료된다.

또 Bae (1960)에 의하면 본종의 산란은 5월 상순에 시작되어 6월 상순에 거의 완료된다고 보고한 바 있다.

이상의 종합으로서 월동기의 침체 상태에 있는 참조기의 성장은 월동기가 끝나는 2월에 α 값의 평균치가 다소 최대값을 나타내다가 3, 4월에 산란 회수가 시작됨과 동시에 점차 감소되어 산란이 끝난 7월에 최소값을 나타내고, 또 4~6월에 값의 분

포 상태가 큰 것으로 미루어 보아, 이 시기에 윤문이 형성되는 직전의 것과 직후의 것이 혼재하고 있는 것이라 추정된다. 즉, 윤문은 년 1 회 4~7월에 형성되며 산란 시기와 거의 일치하는 경향을 보인다.

한편 본종에 대한 윤문은 특히 산란직후인 6월을 중심으로 5~7월에 형성된다는 Bae(1960)의 결과 및, 동지 나해 및 황해의 참조기에 있어서는 5월을 중심으로 형성된다는 Ikeda (1964)의 연구 결과와도 거의 일치되는 경향을 보인다.

(3) 윤문 형성시의 추산 체장 및 체중

각 윤군(輪群)별의 평균 윤경에서, (輪徑 Table 1) Bae(1960)가 지적한 바와 같이 Lee의 현상이 뚜렷이 나타난다. 따라서 윤군별의 각 윤경사이에서는 $(r_i - r_{i-1}) / (r_{i-1} - r_{i-2})$ 로 표시되는 성장율이 거의 일정하다는 현상을 이용한 Mitani (1964)의 방법에 따라 각 윤경을 보정하였다.

Table 1의 각 윤경값을 표시한 Fig. 5에서 보는 바와 같이 각 윤문수(輪紋數, number of ring marks)의 제 1 윤군과 7 윤군의 회귀직선 사이에는 평균 성장율 0.73(Table 2)으로 성장하는 윤문의 상태를 경사선으로 나타내었다. 즉 1 윤군(r_1) 및 7 윤군(r_7)의 회귀직선이 윤문수 0 윤의 종축과 만나는 점은 각각, $0r_1=1.78$ 과 $0r_7=5.00$ 이며, 그 사이에서 평균성장율을 0.73으로 계산하여 얻은 값은 $0r_2=2.80$, $0r_3=3.55$, $0r_4=4.09$, $0r_5=4.49$, $0r_6=4.78$, $0r_7=5.00$, $0r_8=5.15$ 이었다. 또 1 윤군의 회귀직선이 윤문수 8 윤의 종축과 만나는 점, $8r_1=1.32$ 와 8 윤군의 윤경값, $8r_8=4.60$ 사이에도 위와 같은 방법으로 구하면 $8r_2=2.32$, $8r_3=3.05$, $8r_4=3.58$, $8r_5=3.97$, $8r_6=4.25$, $8r_7=4.45$, $8r_8=4.60$ 이다. 각각의 대응하는 윤문수의 종축과의 교점을 Lee의 현상을 보정한 윤문 형성시의 윤경으로 보았다(Table 3).

Table 1. Ring Radius Mean

Ring group	No. of specimens	Radius of ring (mm)							
		r_1	r_2	r_3	r_4	r_5	r_6	r_7	r_8
1	49	1.79							
2	184	1.59	2.72						
3	180	1.63	2.65	3.41					
4	67	1.59	2.65	3.45	3.90				
5	36	1.44	2.52	3.30	3.90	4.29			
6	23	1.41	2.44	3.26	3.78	4.19	4.42		
7	13	1.33	2.40	3.14	3.66	4.05	4.32	4.51	
8	9	1.39	2.41	3.03	3.55	3.93	4.25	4.44	4.60

Table 2. Growth Rate of Ring Marks

No. of marks	Growth rate	$\frac{r_3 - r_2}{r_2 - r_1}$	$\frac{r_4 - r_3}{r_3 - r_2}$	$\frac{r_5 - r_4}{r_4 - r_3}$	$\frac{r_6 - r_5}{r_5 - r_4}$	$\frac{r_7 - r_6}{r_6 - r_5}$	$\frac{r_8 - r_7}{r_7 - r_6}$	Mean
3		0.792						0.792
4		0.747	0.598					0.673
5		0.812	0.685	0.693				0.730
6		0.737	0.709	0.683	0.749			0.720
7		0.744	0.648	0.658	0.741	0.708		0.700
8		0.711	0.740	0.751	0.850	0.756	0.893	0.784
Mean		0.757	0.676	0.696	0.780	0.732	0.893	0.733

Table 3. Calculated Radii of Scale Ring Marks

Radius of ring (mm)							
r_1	r_2	r_3	r_4	r_5	r_6	r_7	r_8
1.72	2.68	3.36	3.83	4.16	4.38	4.54	4.60

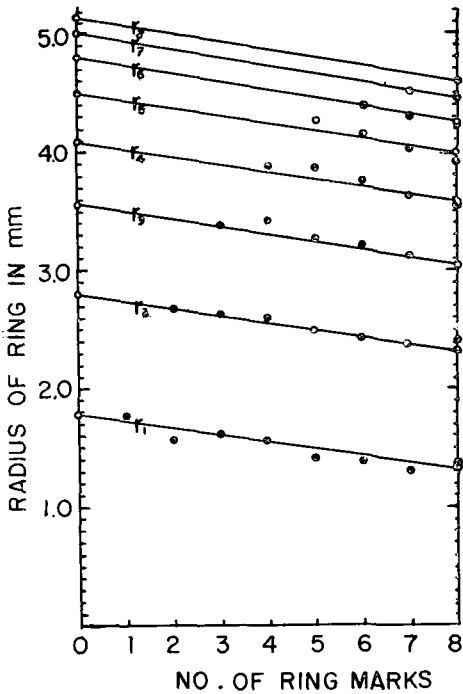


Fig. 5. Diagram showing Lee's phenomenon constructed by Mitani's method(1964).

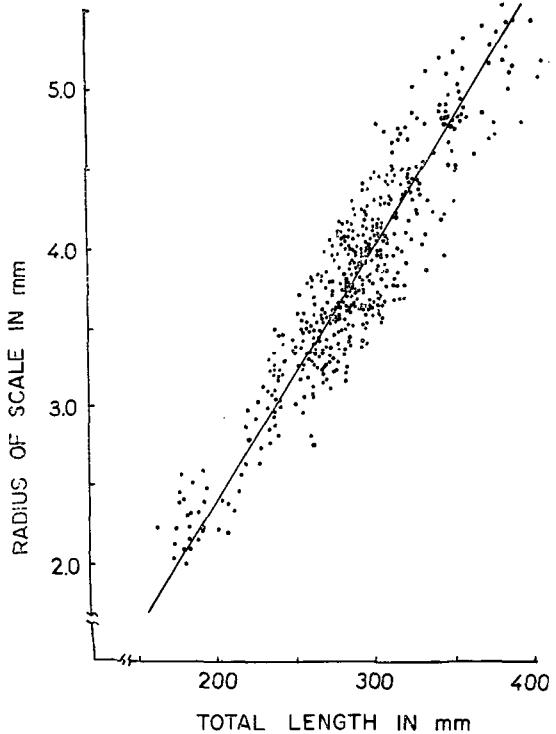


Fig. 6. The relationship between the scale radius and the total length.

다음 인경(R)과 체장(L)과의 관계를 표시한 결과 회귀직선(Fig. 6)으로 그 관계식은 다음과 같다.

$$L = 61.350 R + 50.184 \dots \dots (1)$$

또 체중(W)과 체장(L)과의 관계를 체장 2cm, 체중 10g 단위로 계산하면 Fig. 7 과 같이 포물선으로, 나타나며, 그 관계식은 다음과 같았다.

$$W = 4.298 L^{3.227} \times 10^{-3} \dots \dots (2)$$

그러므로 Table 3의 값을 윗식(1)에 대입시켜 각 윤문 형성시의 추산 체장을 구하였으며, 각 윤문 형성시의 추산 체장을 윗식(2)에 대입시켜 각 윤문 형성시의 추산 체중을 산출하였다(Table 4).

Table 4. Calculated Total Length and Body Weight during the Period

t	1	2	3	4	5	6	7	8
Lt (cm)	15.57	21.46	25.65	28.52	30.54	31.89	32.87	33.24
Wt (g)	30.26	85.18	151.09	213.29	266.09	305.80	337.31	349.55

(4) 성장 방정식

앞서 기술한 바와 같이 윤문 형성기는 산란 시기와 일치하고 연 1회 형성되므로 Table 4의 체장을 만 연령일

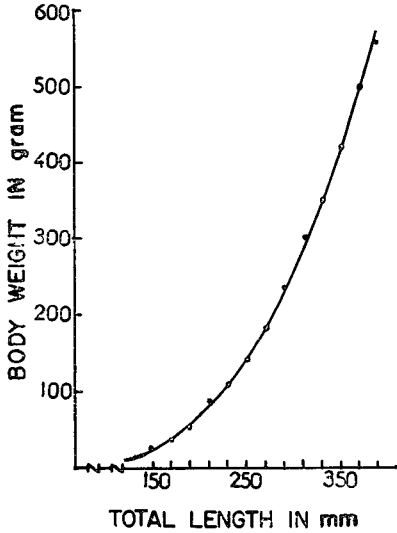


Fig. 7. The relationship between the total length and the body weight.

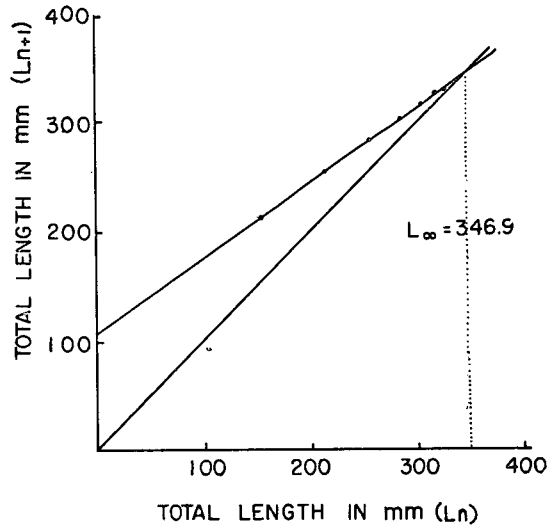


Fig. 8. Walford's plot of growth for calculated total length.

때의 체장으로서는 취급하였다. Table 4의 체장을 Walford의 정착도에 적용시킨 결과 직선에 잘 부합되며 (Fig. 8), 이 정착도의 직선 회귀의 식은,

$$L_{n+1} = 0.6866 L_n + 10.8730$$

단, L_n : n 세의 체장(mm)

L_{n+1} : $n+1$ 세의 체장(mm)

로 된다.

이 식에서 본종의 성장 계수는 0.376이고, 이론적인 최대 체장은 346.99 mm로 추산되었으며, 다음과 같은 von Bertalanffy의 성장 방정식 및 성장 곡선 (Fig. 9)이 구하여 졌다.

$$L_t = 346.9 (1 - e^{-0.376(t+0.609)})$$

본 연구에서 추정된 성장 방정식의 값을 Bae (1960) 및 Ikeda (1964)의 결과와 비교하기 위하여 표준 체장으로 발표된 Bae (1960)의 것에 대해서는 Ikeda (1964)에 의한 체장 (total length)과 표준체장 (body length)의 관계식 $T.L = \{1.2015 (\pm 0.0196) B.L\} + \{11,562 (\pm 3.268)\}$ 에 의하여 체장 (total length)으로 환산하여 비교 표시하였다 (Table 5).

본 연구에서 구한 이론적인 최대체장은 34.7cm로 Bae (1960)가 구한 최대체장 약 40cm 보다 다소 작은 값이고, Ikeda (1964)가 구한 약 31cm 보다는 큰 값인데, 실제 본 연구에서 취급한 어체의 최대 체장

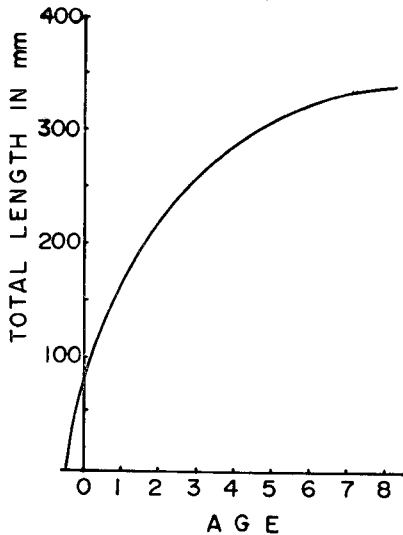


Fig. 9. Growth curve for total length.

Table 5. Comparison between the Calculated Total Lengths Obtained in the Study and the Former Results Reported by Authors

Age		1	2	3	4	5	6	7	8
Total length(cm)	Bae (1960)	16.7	22.2	26.1	29.5	32.3	34.9	37.3	39.5
	Ikeda (1964)	13.5	19.5	23.0	25.5	27.0	28.4	29.1	29.6
	Present study	15.7	22.4	25.8	28.6	30.6	31.8	32.7	33.4

鄭 相 喆

은 39.7cm 이었으며, 연령사정에서 얻은 최대연령은 11세이었다. 계산값에서 얻은 최대 체장은 실제의 어획물에 있는 최대 체장을 말하는 것이 아니고 최대 연령급에 속하는 어체들의 평균체장이므로 위에서 언급한 최대 체장 34.7cm 는 측정된 자료의 최대 체장 39.7cm 보다는 작은 값을 나타낸다.

그리고 저연령군(低年齡群)에서는 Bae (1960)의 결과와 본 연구에서 구한 성장값은 거의 일치하는 경향을 보이지만 고연령군(高年齡群)으로 갈수록 Bae(1960)의 결과에서는 매우 높은 성장률을 나타내고 있다.

이러한 차이는 연간 번이에 의해서도 일어날 수 있는 것이겠으나 자료의 처리 과정의 상이(相異)가 주원인이 되고 있는 것이 아닌가 생각된다.

한편 Ikeda(1964)의 각 연령별의 성장값에 대한 결과는 본 연구에서 나타난 결과보다 2~3cm 씩 작은 것은, Lee 현상의 파악 여부에 의한 것인지, 표본을 취한 어장이 상이(相異)한 때문에 분포 수역의 차이에서 일어나는 현상에 의한 것인지는 명확히 알 수 없다.

요 약

우리 나라 서해안의 참조기를 대상으로 1967년 6월부터 1968년 5월 사이의 자료에서 체장, 체중 및 인문(鱗紋) 조사를 실시하여 다음의 결과를 얻었다.

1. 윤문은 연 1 회 형성되고, 형성 시기는 4~7 월로, Bae(1960)가 발표한 산란기와 일치되고 있다.
2. 윤군(輪群)별 각 윤경(輪徑)의 평균 성장률은 0.73이었다.
3. 체장(total length)과 인경(鱗徑)과의 관계는 직선 회귀로, 그 관계식은 다음과 같다.

$$L=61.350R+50.184$$

4. 체중과 체장(total length)과의 관계는 지수 곡선으로 다음과 같다.

$$W=4.298L^{3.227} \times 10^{-8}$$

5. Walford의 정차도에 의하여 산출된 이론적인 최대 체장은 346.9mm 이었고, 그 관계식은 다음과 같다.

$$L_{n+1}=0.6866 L_n+10.8730$$

6. 연령과 체장(total length)과의 관계를 von Bertalanffy의 성장 방정식에 적용시킨 결과 다음과 같았다.

$$L_t=346.9(1-e^{-0.376(t+0.609)})$$

문 헌

- Bae, T. H. (1960) : The biological study on the Yellow Sea corvenia in the adjacent sea of Korea. Rept. Res. Fish. Resource 4, 1-89 (in Korean).
- Beverton, R.J.H and S.J. Holt (1957): On the dynamics of exploited fish population. U.K. Min. Agr. and Fish., Fish. Invest., Ser. 2, 19, 533 p.
- Ikeda, I. (1964): Studies on the fishery biology of the yellow croaker in the East China and the Yellow Seas. Bull. Seikai Reg. Fish. Res. Lab. 31, 1-81 (in Japanese).
- Mitani, F. and I. Etsuko (1964): A study on the growth and age of the jack mackerel in the East China Sea. Bull. Japan. Soc. Sci. Fish. 30 (12), 968-977 (in Japanese).
- Murakaki, S and K. Okada (1967): Studies on the fisheries biology of the sea bream, *Chrysophrys major* Temminck et Schlegel, in the East China and the Yellow Seas-III Age and growth. Bull. Seikai Reg. Fish. Res. Lab. 35, 23-40 (in Japanese).
- Rounsefell, G. A. and W.H. Everhart (1953): Fishery Science, Its methods and applications. John Wiley & Sons, Inc., N.Y. 444pp.
- Walford, L. A. (1964): A new graphic method of describing the growth of animals. 90 (2), 141-147.