

용서대 (*Cynoglossus abbreviatus*)의 연령과 성장

백근욱* · 허성회
부경대학교 해양학과

Age and Growth of Three-lined Tonguefish (*Cynoglossus abbreviatus*) (Soleidae; Teleostei)

Gun Wook BAECK* and Sung-Hoi HUH

Department of Oceanography, Pukyong National University, Busan 608-737, Korea

Age and growth of three-lined tonguefish (*Cynoglossus abbreviatus*) were studied using samples from the waters off Yosu, Korea, from June to December, 2001. Sagittal otoliths had relatively clear annuli. Each annulus was formed once a year in April. The peak of the gonadosomatic index occurred also in April. The oldest fish observed in this study was 5 years old for females and 4 years old for males. The relationship between the otolith radius (R) and total length (L) was as follows: $L=14.921R-2.5318$ for females and $L=13.527R-0.5584$ for males. The relationship between total length and body weight (W) was as follows: $W=0.0008L^{3.54}$ for females and $W=0.0029L^{3.14}$ for males. The growth in length of the fish was expressed by the von Bertalanffy's growth equation as:

$$L_t=44.54(1-e^{-0.16(t+2.69)}) \text{ for females and } L_t=41.52(1-e^{-0.15(t+3.34)}) \text{ for males.}$$

Key words: *Cynoglossus abbreviatus*, Age, Growth, Otolith, von Bertalanffy growth equation

서 론

용서대 (*Cynoglossus abbreviatus*)는 참서대과 (*Cynoglossidae*)에 속하는 어종으로 우리나라 서해와 남해 연해, 일본 남부 연안, 동중국해 및 남중국해 등지에 분포한다 (Ochiai, 1966). 용서대는 봄에 산란을 하며, 성숙체장은 25 cm 전후이다 (Ochiai, 1959). 또한 전형적인 저서성 어류로서 모래와 펄로 구성된 해저에 주로 서식하며, 저서성 먹이생물을 섭이한다 (Ochiai, 1959; Yamada, 1986).

지금까지 연구된 참서대과 어류 대부분이 암수간에 수명과 최대 성장 크기가 달랐다 (Ochiai, 1959 and 1966; Meng and Ren, 1988; Rajaguru, 1992). *C. semilaevis* (Meng and Ren, 1988), *C. lida*와 *C. arel* (Rajaguru, 1992)은 태어난 후 첫 해의 성장 크기와 성장율이 종에 따라 각각 다르게 나타났다. 특히 일본 남부 연안에 서식하는 참서대과에 속하는 어종 중에 참서대 (*C. joyneri*)와 개서대 (*C. robustus*)는 대체적으로 용서대와 동일한 해역에서 서식하고 있기 때문에 경쟁을 피하기 위한 방법의 하나로 서로 다른 먹이습성과 산란기를 가지고 있다 (Ochiai, 1959 and 1966). 또한 용서대는 참서대과 어류들과 다른 양식의 연령과 성장을 가질 가능성이 매우 높다고 생각된다.

어류의 연령과 성장 연구는 어류자원을 효율적으로 관리하고 이용하기 위해서 필수적인 정보 중에 하나이다. 따라서 본 논문에서는 우리나라 연안에 서식하는 용서대의 자원생물학적 기초 자료를 제공할 목적으로 여수 연안에서 채집된 용서대의 연령과 성장을 연구한 결과를 보고한다.

재료 및 방법

본 연구에 사용된 용서대는 2001년 1월부터 12월까지 여수 연안에서 소형기선저인망 (otter trawl)을 이용하여 매월 채집하였다 (Fig. 1). 어구의 크기는 길이 15 m, 망폭 3 m, 높이 1.5 m였으며, 망목의 크기 (mesh size)는 1 cm였다. 약 2 km/hr의 속도로 30분간 예인하였으며, 1회 예인 면적은 3000 m² 정도였다. 채집된 시료는 어획 즉시 ice box에 보관하여 실험실로 운반하였다. 실험실에서 각 개체의 암수를 구분하고, 전장 (0.1 cm)과 체중 (0.1 g)을 측정하였으며, 연령사정을 위하여 이석 (편평석)을 추출하였다. 추출된 이석은 alcohol에 담가 표면의 유기물을 제거하였다. 용서대의 연령사정은 관찰하기 용이한 오른쪽 이석을 사용하여 실시하였다.

완전히 건조된 이석을 윤문이 나타나는 안쪽면을 따라 자른 뒤, 단면을 암시야 현미경의 투과광을 이용하여 관찰하였다. 본 어종의 이석은 초점을 중심으로 타원형의 불투명대와 투명대가 교대로 나타났다. 투명대에서 불투명대로 이행되는 경계가 비교적 명확했는데, 이 경계를 윤문으로 판독하였다. 각 이석에 대해 두 명의 관찰자가 연령사정을 실시하여 그 결과가 일치한 이석만을 연령사정에 사용하였다. 초점에서 연변부까지의 최장축을 측정기준선으로 설정하고 초점에서 연변부까지 거리를 측정하여 이석경 (R)으로 하였다 (Fig. 2). 그리고 초점에서 제 1윤문까지의 거리를 제 1윤경 (r₁), 초점에서 제 2윤문까지의 거리를 제 2윤경 (r₂) 등으로 하여 초점으로부터 각 윤문까지의 윤경 (r_n)을 0.01 mm 단위까지 측정하였다.

윤문의 형성시기와 주기성을 파악하기 위하여 연변부 성장지수 (marginal index)의 월별 변화를 조사하였다.

*Corresponding author: GWBaeck@yahoo.co.jp

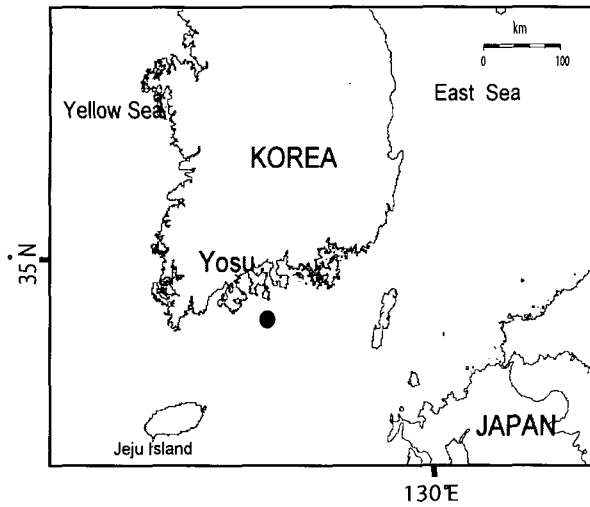


Fig. 1. Map showing the study area around Yosŭ, the southern Korea, where *Cynoglossus abbreviatus* specimens were sampled.

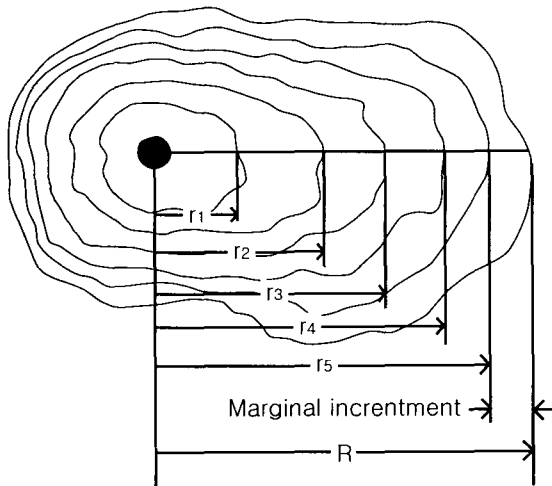


Fig. 2. Schematic diagram showing the measuring axis, marginal increment, radius (R) and ring radius (r_n) of *Cynoglossus abbreviatus* otolith.

$$MI = (R - r_n) / (r_n - r_{n-1})$$

R = 이석경

r_n = 이석의 초점에서 n번째 윤문까지의 거리

측정된 어류의 전장과 평균 이석경으로부터 윤문 형성시의 전장을 역계산하였다.

각 연령별 평균 체장으로 부터 Walford 정차도법 (Walford, 1946)을 이용하여 성장 파라메타를 추정하였고, von Bertalanffy (von Bertalanffy, 1938)의 성장식을 구하였다.

결 과

여수 연안에서 채집된 용서대 암컷의 전장은 16.2-50.8 cm였으며, 체중은 14.73-723.38 g이었다 (Table 1). 또한 수컷의 전장은 16.6-46.2 cm였으며, 체중은 16.87-488.12 g이었다. 연령사정이 비교적 용이한 이석은 총 195개체 중 178개체로서 91.28%였다.

윤문 형성시기와 주기성을 알기 위해 연변부 성장지수의 월 변화를 조사하였는데, 4월에 최소값을 보였으며, 그 이후 점진적으로 증가해 그 다음해 3월에 최대값을 나타냈다 (Fig. 3). 따라서 이석의 윤문은 연변부 성장지수가 최소값을 보인 4월 경에 연 1회 형성되는 것을 알 수 있었으며, 이석에 나타난 윤문을 연륜으로 간주할 수 있다.

용서대 암컷의 성성속도지수 (Gonadosomatic index)의 월 변화를 보면 (Fig. 4), 4월에 최고값을 보였으며, 7월에 최저치를 보였다. 따라서 산란기는 봄으로 추정되며, 주산란기는 4월임을 알 수 있었다.

연변부 성장지수와 성성속도지수의 월 변화를 비교한 결과 연륜이 형성되는 시기와 주산란기는 모두 4월로 일치하였다. 따라서 첫 번째 윤문이 형성되었을 때가 만 1세가 된다.

각 연륜별로 평균 윤경을 구해 본 결과 (Table 2), 암컷의 경우 1세부터 5세까지 존재했으며, 평균 윤경은 r_1 의 1.47 mm에서 r_5 의 2.25 mm 범위였다. 그리고 수컷의 경우 1세부터 4세까지 존재하였으며, 평균 윤경은 r_1 의 1.48 mm에서 r_4 의 2.05 mm 범위였다.

한편, 용서대의 전장 (L)과 이석경 (R) 사이의 관계를 보면 (Fig. 5), 암컷의 경우 $L = 14.921R - 2.5318$, 수컷의 경우 $L =$

Table 1. Number of individuals and size range of *Cynoglossus abbreviatus* collected monthly in the study area

Month	Female		Male	
	Number of individuals	Size range (cm)	Number of individuals	Size range (cm)
J	9	21.1-32.8	10	22.4-28.5
F	27	18.1-26.1	19	16.6-25.1
M	11	21.8-41.8	11	18.8-26.8
A	5	16.2-32.5	5	22.6-36.2
M	4	27.3-38.7	4	24.7-40.2
J	1	33.1	8	24.2-35.9
J	5	23.9-24.9	2	30.4-35.9
A	-	-	-	-
S	7	23.9-25.6	12	22.9-27.2
O	5	20.0-40.8	4	19.7-26.9
N	13	16.8-28.3	5	22.4-26.4
D	19	22.6-28.1	9	23.6-27.1

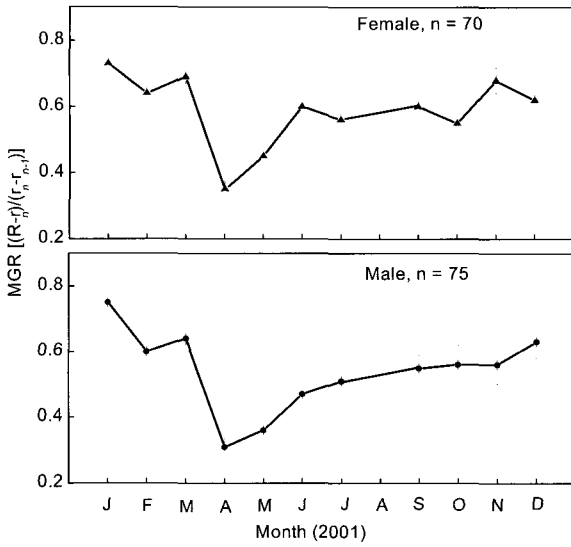


Fig. 3. Monthly changes in the marginal growth ratio (MGR), $(R-r_n)/(r_n-r_{n-1})$ of the otolith of *Cynoglossus abbreviatus* from the coastal waters off Yosu, Korea. Each plot indicates the mean and standard error.

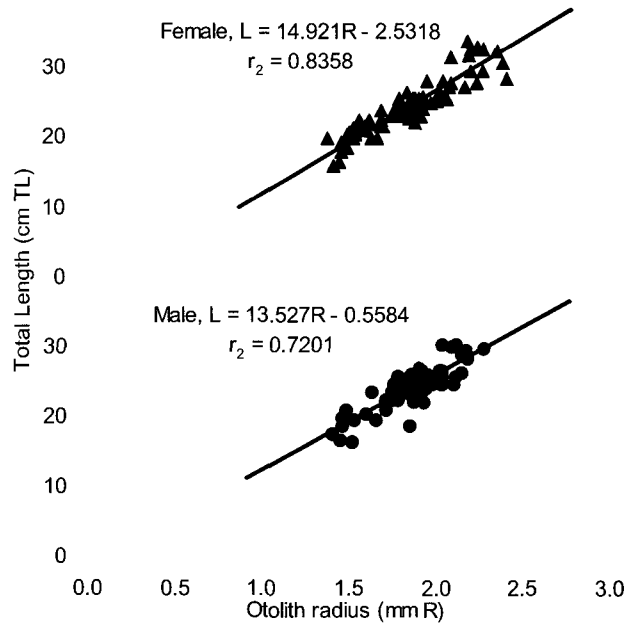


Fig. 5. The relationships between the total length (L: cm) and the otolith radius (R: mm) of *Cynoglossus abbreviatus* from the coastal waters off Yosu, Korea.

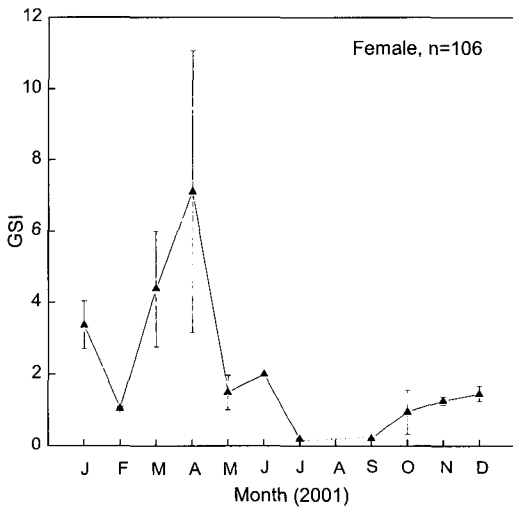


Fig. 4. Monthly changes in Gonadosomatic index (GSI) of *Cynoglossus abbreviatus* from the coastal waters off Yosu, Korea. Each plot indicates the mean and standard deviation.

13.527R-0.5584의 관계식을 보였다. Table 2에서의 연령별 평균 윤경과 Fig. 5의 전장과 이석경 사이의 관계식을 이용하여 연륜 형성시의 전장을 역계산하였는데, 그 결과는 Table 3과 같다. 암컷의 경우 $L_1=19.36$ cm에서 $L_5=30.98$ cm 범위였고, 수컷의 경우 $L_1=19.42$ cm에서 $L_4=27.19$ cm 범위를 보였다.

역추정한 연령별 전장의 평균값으로부터 von Bertalanffy의 성장식을 계산한 결과는 다음과 같다 (Fig. 6).

Females: $L_t=44.54 (1-e^{-0.16(t+2.69)})$

Males: $L_t=41.52 (1-e^{-0.15(t+3.34)})$

여기서 L_t 은 연령 t 에서의 어류의 전장이다.

전장과 체중의 관계식은 다음과 같다.

Females: $W=0.0008L^{3.54} (r^2=0.97, n=105)$

Males: $W=0.0029L^{3.14} (r^2=0.96, n=89)$

연령에 따른 체중 성장식은 다음과 같다.

Females: $W_t=549.12 (1-e^{-0.16(t+2.69)})^{3.54}$

Males: $W_t=349.73 (1-e^{-0.15(t+3.34)})^{3.14}$

여기서 W_t 는 연령 t 에서의 어류의 체중이다.

이들 식으로부터 구한 극한전장 (L_∞)은 암컷이 44.54 cm이고, 수컷이 41.52 cm이었으며, 극한체중 (W_∞)은 암컷이 549.12 g이고, 수컷이 349.73 g 이었다. 그리고 성장계수 (k)는 암컷이 0.16 yr^{-1} 이었으며, 수컷이 0.15 yr^{-1} 로 산정되었다.

고 찰

용서대의 연령사정 결과 최대 연령은 암컷이 5살로 수컷의 4살 보다 수명이 길었다. 지금까지 연구된 모든 참서대와 어류들은 암컷의 수명이 수컷보다 길다고 알려져 있다 (Zhu and Ma, 1992; Rajaguru, 1992; Meng and Ren, 1998). 일반적으로 열대성 어류의 수명은 대부분 2-3살로 짧으며, 온대성 어류의 수명은 6-30살로 열대성 어류보다 길다고 보고 되어져 있다 (Qasim, 1973; Smith and Daiber, 1977). 용서대가 속해 있는 참서대와 어류의 수명을 보면 *Cynoglossus arel*과 *C. lida*의 수명은 3년 이상이었으며 (Rajaguru, 1992), *C. dubius*는 10년

Table 2. Average ring radius on the otolith of *Cynoglossus abbreviatus* from the coastal waters off Yosu, Korea

Sex	Ring groups	n	$r_1 \pm SE$	$r_2 \pm SE$	$r_3 \pm SE$	$r_4 \pm SE$	$r_5 \pm SE$	R (mm) $\pm SE$
Female	1	26	1.40 \pm 0.01					1.52 \pm 0.02
	2	40	1.49 \pm 0.01	1.68 \pm 0.01				1.78 \pm 0.01
	3	16	1.50 \pm 0.02	1.73 \pm 0.01	1.87 \pm 0.02			1.96 \pm 0.02
	4	9	1.49 \pm 0.02	1.75 \pm 0.01	1.96 \pm 0.01	2.10 \pm 0.02		2.19 \pm 0.03
	5	5	1.49 \pm 0.02	1.76 \pm 0.03	1.95 \pm 0.02	2.12 \pm 0.03	2.25 \pm 0.04	2.32 \pm 0.05
	Total	96						
	Mean		1.47 \pm 0.01	1.71 \pm 0.01	1.91 \pm 0.01	2.11 \pm 0.01	2.25 \pm 0.04	1.81 \pm 0.03
Male	1	9	1.37 \pm 0.02					1.48 \pm 0.02
	2	41	1.48 \pm 0.01	1.69 \pm 0.01				1.80 \pm 0.01
	3	25	1.49 \pm 0.01	1.70 \pm 0.01	1.86 \pm 0.01			1.97 \pm 0.01
	4	7	1.52 \pm 0.02	1.77 \pm 0.02	1.95 \pm 0.03	2.05 \pm 0.03		2.12 \pm 0.03
	Total	82						
	Mean		1.48 \pm 0.01	1.70 \pm 0.01	1.88 \pm 0.01	2.05 \pm 0.03		1.84 \pm 0.02

R: otolith radius (mm), r: otolith ring radius (mm)

Table 3. Back-calculated total length from the ring radii on the otolith of *Cynoglossus abbreviatus* from the coastal waters off Yosu, Korea

Sex	Ring groups	n	$l_1 \pm SE$	$l_2 \pm SE$	$l_3 \pm SE$	$l_4 \pm SE$	$l_5 \pm SE$
Female	1	26	18.35 \pm 0.18				
	2	40	19.73 \pm 0.15	22.50 \pm 0.17			
	3	16	19.80 \pm 0.23	23.35 \pm 0.21	25.31 \pm 0.24		
	4	9	19.67 \pm 0.31	23.63 \pm 0.19	26.78 \pm 0.22	28.84 \pm 0.37	
	5	5	19.76 \pm 0.36	23.67 \pm 0.39	26.50 \pm 0.36	29.10 \pm 0.40	30.98 \pm 0.57
	Total	96					
	Mean		19.36 \pm 0.11	22.92 \pm 0.13	25.95 \pm 0.20	28.93 \pm 0.27	30.98 \pm 0.57
Male	1	9	17.97 \pm 0.25				
	2	41	19.50 \pm 0.13	22.28 \pm 0.14			
	3	25	19.62 \pm 0.13	22.48 \pm 0.15	24.63 \pm 0.18		
	4	7	20.06 \pm 0.23	23.37 \pm 0.19	25.76 \pm 0.38	27.19 \pm 0.37	
	Total	82					
	Mean		19.42 \pm 0.10	22.45 \pm 0.10	24.88 \pm 0.18	27.19 \pm 0.37	

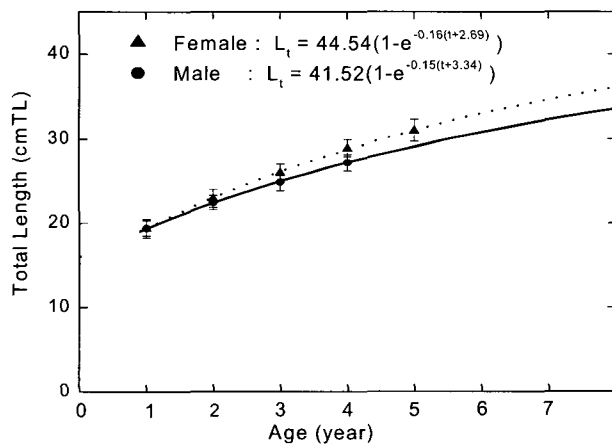


Fig. 6. von Bertalanffy growth curves of *Cynoglossus abbreviatus* from the coastal waters off Yosu, Korea. Each plot indicates the mean total length for each age group and standard error.

이었다 (Seshappa, 1976). 또한 *C. macrolepidotus* (Kutty, 1967)의 수명은 7년이었으며, *C. semilaevis*는 14년의 수명을 가졌다 (Meng and Ren, 1988). 이와같이 참서대과 어류는 3-14년 범위의 수명을 가졌는데, 본 연구의 대상인 용서대는 참서대과 어류 중에서는 비교적 수명이 짧은 편이었다.

본 조사해역 용서대의 극한전장 (L_{∞})은 암컷과 수컷이 각각 44.54 cm와 41.52 cm로 산정되어, 인도양에서 조사된 *C. lida* (암컷: 34 cm, 수컷: 33.5 cm)보다 컸고, 참서대과에서 가장 큰 종 중의 하나로 알려진 인도양의 *C. arel* (암컷: 61.5 cm, 수컷: 57 cm)보다는 작았다 (Table 4).

용서대의 성장속도는 암컷 ($k=0.16 \text{ yr}^{-1}$)이 수컷 ($k=0.15 \text{ yr}^{-1}$)보다 다소 빠른 것으로 나타났다 (Table 4). 저어류들은 암컷과 수컷의 성장에 차이를 보이는데, 암컷이 수컷보다 큰 체장을 가지며, 빠르게 성장하는 것이 일반적이다 (Quincoces et al., 1998; Maartens et al., 1999). 암컷의 성장속도 (k)가 0.26 yr^{-1} 이고, 수컷이 0.35 yr^{-1} 인 *C. semilaevis*를 제외한 대부분의

Table 4. Comparison of L_{∞} and k , parameters in von Bertalanff's equation, maximum total length (L_{max} cm), total length at one year old (L_1 cm) and first year growth rate (%) among the Cynoglossidae species

Species	L_{∞}		K		L_{max} (cm)		L_1 (cm)		First year growth rate (%)		Data source and sampling area
	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	
<i>Cynoglossus arel</i>	61.5	57.0	0.32	0.24	39.3	33.3	20.1-21.0	18.0-19.4	33-34	32-34	Rajaguru, 1992 (in Indian Ocean)
<i>C. lida</i>	34.0	33.5	0.23	0.22	21.8	21.6	15.3-15.6	15.1-15.4	45-46	45-46	Rajaguru, 1992 (in Indian Ocean)
<i>C. semilaevis</i>	-	-	0.26	0.35	63.8	31.2	19.4	14.1	-	-	Meng and Ren, 1988 (in the east coast of China)
<i>C. robustus</i>	-	-	-	-	39.3	-	13.6	-	-	-	Ochiai, 1966 (in Pacific Ocean)
<i>C. joyneri</i>	-	-	-	-	24.5	-	9.9	-	-	-	Ochiai, 1966 (in Pacific Ocean)
<i>C. abbreviatus</i>	44.5	41.5	0.16	0.15	41.8	30.6	19.4	19.4	44	47	The present study (in Korean waters)

참서대와 어류가 용서대와 마찬가지로 암컷의 성장속도가 수컷보다 빠른 것으로 조사되었다. 이상의 결과들로 보아 용서대는 대부분의 참서대와 어류들과 유사한 성장양상을 보임을 알 수 있다.

참서대와 어류 중 참서대, 개서대, 용서대가 동일한 해역에서 비교적 많이 서식하고 있다 (Yamada, 1986). 용서대의 극한 전장 (L_{∞})과 태어난 후 첫 해의 크기는 3종 중 가장 컸다.

용서대의 난소를 이용하여 성숙도 지수를 구한 결과 이들의 산란기는 봄철이며, 주산란기는 4월로 나타났다. 최초의 연륜은 산란 후 1년 만인 다음해 4월에 형성되는 것으로 나타났는데, 태어난 후 만 1세까지의 성장이 전체 성장에 대해 40% 이상을 차지 할 정도의 매우 빠른 초기 성장율을 보였다. 이와 같이 빠른 초기 성장율은 참서대와 어류의 성장 특징의 하나로 지금 까지 연구되어진 참서대와 어종의 대부분이 첫 1년 동안의 성장이 전체 성장의 40% 이상을 보였다 (Table 4). 그러나 참서대와 어류들의 성장은 1세 이후에 크게 둔화되는 것으로 나타났다.

참 고 문 헌

Kutty, M.K. 1967. Observations on the growth and mortality of the large scaled tonguefish *Cynoglossus macrolepidotus* (Bleeker). Proc. Natl. Inst. Sci. India, 33, 94-110.

Maartens, L., A.J. Booth, and B.T. Hecht. 1999. The growth of monkfish *Lophius vomerinus* in Namibian waters with a comparison of otolith and illicia methods of ageing. Fish. Res., 44, 139-148.

Meng, T. and S. Ren. 1988. Age and growth of *Cynoglossus semilaevis* Gunther in the Bohai Sea. Mar. Fish. Res.,

9, 173-183.

Ochiai, A. 1959. Morphology, Taxonomy and Ecology of the Soles of Japan. Tokyo University Press, Tokyo. pp. 236. (in Japanese)

Ochiai, A. 1966. Study about Biology and Morphology of Cynoglossidae in Japan. Misaki Marine Biological Station, Tokyo Univ. Press, Tokyo, pp. 97. (in Japanese)

Qasim, S.Z. 1973. Some implications of the problem of age and growth in marine fishes from the Indian waters. Indian J. Fish., 20, 351-371.

Quincoces, I., P. Lucio and M. Santurtun. 1998. Biology of black anglerfish (*Lophius budegassa*) in the Bay of Biscay waters, during 1996-1997. ICES CM, 47, pp. 28.

Rajaguru, A. 1992. Biology of two co-occurring tonguefishes, *Cynoglossus arel* and *C. lida* (Pleuronectiformes: Cynoglossidae), from Indian waters. Fish. Bull., 90, 328-367.

Seshappa, G. 1976. On the fishery and biology of the large tongue-sole, *Cynoglossus dubius* Day at Calicut, Kerala. Indian J. Fish. 21, 345-356.

Smith, R.W. and F.C. Daiber. 1977. Biology of the summer flounder, *Paralichthys dentatus* in Delaware Bay. Fish. Bull., 75, 823-830.

von Bertalanffy, L. 1938. A quantitative theory of organic growth. Human Biol., 10, 181-213.

Walford, L.A. 1946. A new graphic method of describing the growth of animals. Bio. Bull., 90, 141-147.

Yamada, U., M. Tagawa, S. Kishida and K. Honjo. 1986. Fishes of the East China Sea and the Yellow Sea.

- Seikai Regional Fish. Res. Lab., Kochi., pp. 501. (in Japanese)
- Zhu, X. and D. Ma. 1992. Studies on age, growth, and age class structures of the tonguefish, *Cynoglossus abbreviatus* (Day) in the Jiaozhou Bay waters. Mar. Sci., 1, 49-53.
-
- 2003년 4월 15일 접수
2004년 2월 19일 수리