

한국 남해안 개서대 *Cynoglossus robustus*의 연령과 성장

서영일* · 김주일 · 오택윤 · 이선길 · 김성태 · 주 현

국립수산과학원

Age and Growth of the Robust Tonguefish, *Cynoglossus robustus* in the Southern Sea of Korea

Young Il Seo*, Joo Il Kim, Taeg Yun Oh, Sun Kil Lee,
Sung Tae Kim and Hyun Joo

National Fisheries Research and Development Institute
347 Anpo-ri, Hwayang-Myeon, Yeosu 556-823, Korea

Age and growth of the robust tonguefish, *Cynoglossus robustus* were estimated using scale of 353 fish specimens from February, 2004 to December, 2005 in the Southern Sea of Korea. Marginal increment of the scale formed annual rings from October to November at the beginning of autumn season. In the relationship between total length and body weight, a multiplicative error structure was assumed because variability in growth increased as a function of the length, and the estimated equation was $BW=0.0013TL^{3.399}$ ($R^2=0.916$). The relative growth as body weight at total length has significant difference between females and males ($p<0.05$). For describing growth of the robust tonguefish, *C. robustus* a von Bertalanffy growth model was adopted. The von Bertalanffy growth curve had a additive error structure and the growth parameters estimated from Walford method were $L_{\infty}=43.77$ cm, $K=0.186$ /year and $t_0=-2.295$ year. Growth at age of females and males shows no significant difference ($P>0.05$).

Key words : robust tonguefish (*Cynoglossus robustus*), age and growth, scale, marginal index (MI), error structure

서 론

우리나라 남해안에 서식하는 개서대 (robust tonguefish, *Cynoglossus robustus*)는 가자미목 (Order Pleuronectiformes) 참서대과 (Family Cynoglossidae)에 속하는 종으로 우리나라 서남해, 일본 남부해, 황해, 동중국해 등에 분포하는 것으로 알려져 있다. 우리나라 남해안과 서

해안으로 회유해 오는 무리는 겨울철에 제주도 서방 또는 남방해역의 깊은 곳에서 월동하고, 봄이되면 연안으로 이동하여 산란 또는 서식하고, 주 산란장은 서해연안과 중국연안이며, 주산란기는 6~8월로 알려져있다 (국립수산과학원, 2004).

우리나라 연근해 서대류의 어획량은 1985년에 약 7,400톤을 기록하였으며, 이후 점차 감소하여 2002년에 약 600으로 최저를 기록한 후 최근 2006년에는 약 1,900톤으로 다소 회복된 경향을 나타냈으며, 해역별로 살펴보면 남해안에서 전체 서대류 어획량의 약 70% 이

*Corresponding author: seoyi@momaf.go.kr

상을 어획하고 있다(해양수산부) (Fig. 1). 개서대를 포함한 참서대와 어류들은 상업적으로 매우 유용한 어종임에도 불구하고 서식장소와 분류학적 유사성 등으로 인해 각 어종에 대한 어획통계가 수집되지 않고 서대류로 통합하여 통계자료를 수집하고 있는 실정이므로 각 어종에 대한 고유의 생태학적 정보 등이 축적되어야 할 것으로 보인다.

우리나라 남해안의 주요 어업자원인 서대류에 대한 자원 생태학적 연구는 참서대의 식성 및 연령과 성장(백과 허, 2002; 백과 허, 2004a), 용서대의 연령과 성장(백과 허, 2004b), 개서대의 식성에 대한 연구(백과 허, 2004c) 및 참서대와 주요 3종의 생태학적 비교 연구(Baek, 2003) 등 활발한 연구가 이루어졌다.

본 연구는 연령사정에 있어 편리성, 수집의 용이성, 그

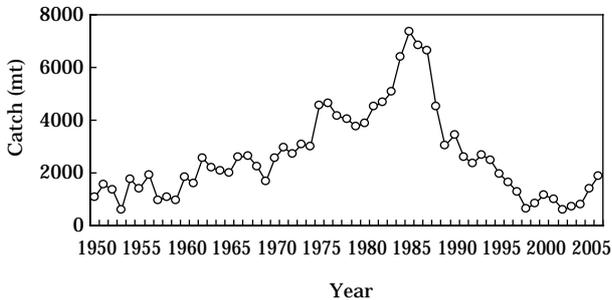


Fig. 1. Annual catch of the robust tonguefish, *C. robustus* in the Southern Sea of Korea.

리고 시간을 절약할 수 있는 장점을 가진 비늘을 이용하여, 개서대의 연령과 성장에 대한 정보를 분석, 생태학적 특성치를 추정하고, 향후 개서대의 자원평가 및 관리방안의 수립에 필요한 기초 자료를 얻고자 하였다.

재료 및 방법

1. 시료 채집

본 연구에서 사용된 개서대는 2004년 2월부터 2005년 12월까지 여수 인근해역에서 기선저인망어업에 의해 어획된 어획물 중 무작위로 표본 채집하였으며, 총 402미에 대해 정밀측정(체장, 체중, 생식소무게, 암·수 구분)을 실시하고 그 중 비늘의 부착상태 등을 고려하여 연령사정에 적합한 353미에 대해서는 비늘을 적출하여 연령사정에 사용하였다.

2. 산란기 추정

산란기와 윤문의 형성시기와의 관계를 알아보기 위해 생식소 속도지수 분석을 통한 산란기를 추정하였다. 개서대 난의 성숙도를 생식선의 크기, 색깔, 난의 투명도, 그리고 난립의 크기 등을 기준으로 육안 관찰하여 미숙(immature), 중숙(maturing), 성숙(mature), 방중(spawning), 방후(spent)의 5단계로 구분하여 월별 각 단계

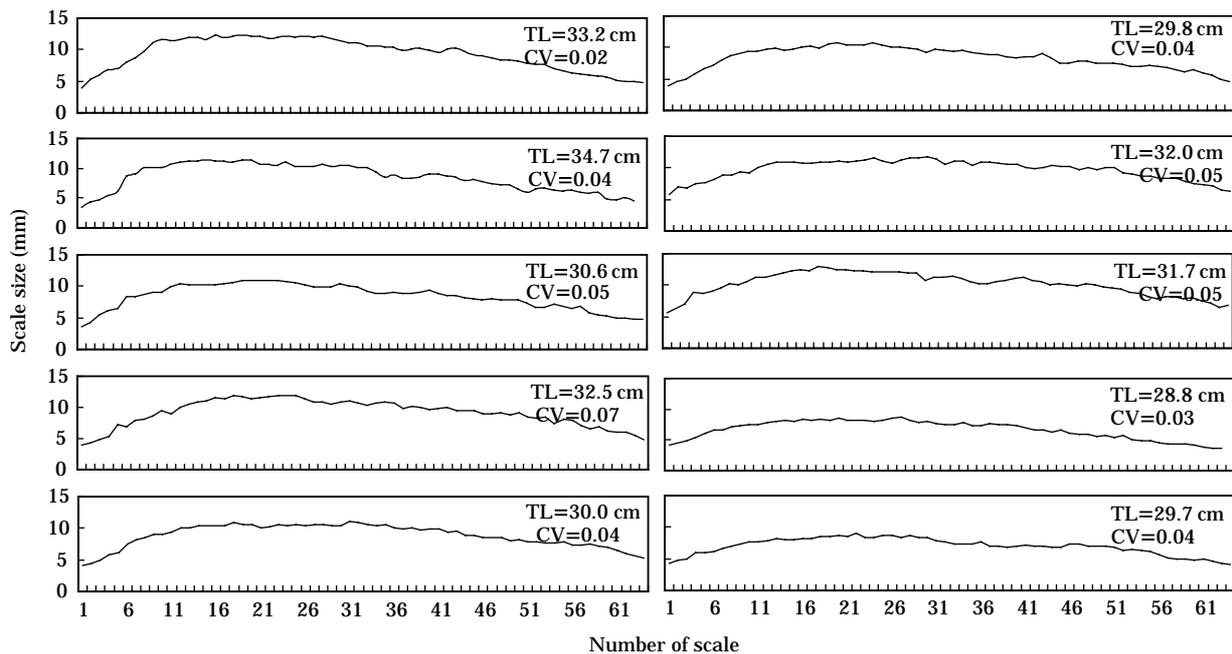


Fig. 2. Scale sizes of the robust tonguefish, *C. robustus* in the Southern Sea of Korea.

의 출현율을 관찰하였으며, 각 단계별 생식소 중량을 측정하여 생식소속도지수 (GSI)의 월 변화는 다음 식으로 구하였으며,

$$GSI = \frac{GW}{BW} \times 10^3$$

여기서, GW는 생식소 중량(습중량, g)이고, BW는 체중(습중량, g)이다.

3. 연령사정

연령사정을 위하여 비늘을 사용하였으며, 무안측 비늘 크기 변화가 가장 적은 부위(CV=0.02~0.07)인 10~30번의 비늘 중 7~8매를 채취하였다(Fig. 2). 채취한 비늘은 5% KOH 용액에 24시간 침적시킨 후, 물로 세척하면서 표본의 불순물을 제거하고, 2장의 슬라이드글라스에 끼워 영구표본으로 제작하였다. 비늘은 Image Analyzer Package (Image-Pro Plus 4.0)를 이용하여 윤경(r_n)과 인경(R)을 측정하였다(Fig. 3).

4. 윤문의 대응성

비늘에 나타나는 윤문이 연륜으로 적합한가를 확인하고, 윤문의 대응성과 윤문판독의 정확성을 검토하기 위해 각 윤문별로 윤경간의 관계를 비교하였다. 또한, 윤문의 형성시기 및 형성횟수를 추정하기 위해 연역지수 (Marginal Index, MI)의 월 변화를 아래의 식 (1)을 이용하여 계산하였다.

$$MI = \frac{R - r_n}{r_n - r_{n-1}} \tag{1}$$

여기서, R은 비늘의 중심부 초점에서 가장자리까지의 거리이고, r_n 은 초점에서 n번째 윤경까지의 거리이다.

5. 체장(TL)-체중(BW) 관계

개서대의 체장과 체중에 대한 적절한 상대성장식 모델식의 매개변수를 추정하기 위해서는 먼저 자료의 오차구조를 확인하는 것이 이상적이다. 오차구조는 함수의 독립변수에 대하여 성장의 변화가 일정하면 합의 오차구조 (additive error structure)를, 성장의 변화가 증가하면 곱의 오차구조 (multiplicative error structure)를 가지게 된다 (Quinn and Deriso, 1999). 체장에 대한 체중간의 합의 오차구조와 곱의 오차구조는 아래의 식 (2)와 (3)과 같이 추정하였다.

$$BW = \alpha TL^\beta + \epsilon_i \tag{2}$$

$$BW = \alpha TL^\beta \cdot \epsilon_i \tag{3}$$

여기서, α 와 β 는 매개변수이고, ϵ_i 는 평균이 0이고 분산이 σ^2 인 임의의 오차항이다. 매개변수 추정은 합의 오차구조일 때는 비선형최소자승법 (nonlinear least squares)을 사용하였고, 곱의 오차구조일 때는 식 (3)을 대수선형화 시킨 후 선형최소자승법 (linear least squares)으로 추정하였다.

6. 성장식 추정

개서대의 성장은 일반적으로 동물의 성장식 추정에 주로 사용되는 von Bertalanffy (1938) 성장식을 이용하여 추정하였다. von Bertalanffy 성장모델 역시 연령별 체장 측정치의 오차구조를 수반하는데 체장·체중 관계에서 처럼 합의 오차구조와 곱의 오차구조를 가지며, 각각의 오차구조를 반영한 성장 모델식은 식 (4) 및 (5)와 같다.

$$L_t = L_\infty(1 - e^{-k(t-t_0)}) + \epsilon_i \tag{4}$$

$$L_t = L_\infty(1 - e^{-k(t-t_0)}) \cdot \epsilon_i \tag{5}$$

암·수별 성장의 차이는 성장관계식의 회귀계수 및 위치차 (elevation) 검정을 통해 분석하였다.

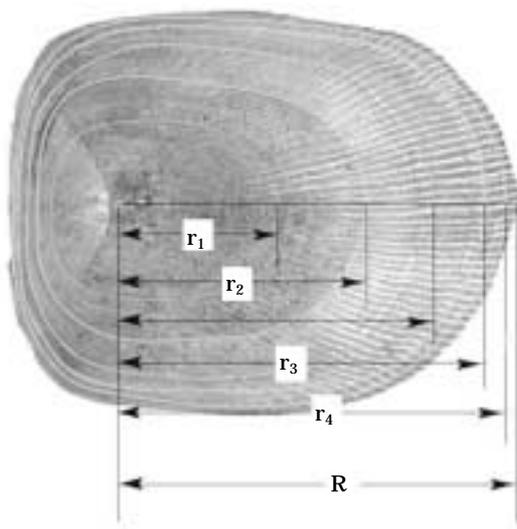


Fig. 3. Diagram showing ring radius used for age determination of the robust tonguefish, *C. robustus* in the Southern Sea of Korea.

결 과

1. 체장조성

본 논문에 이용된 개서대는 총 402마리였으며, 암컷의

전장 범위는 20.2~39.3 cm였으며, 수컷의 전장은 20.8~35.0 cm로 나타났다 (Fig. 4).

2. 생식소 속도지수 (GSI)

개서대의 생식소 속도지수는 2~5월에 낮은 값을 보이다가 6월부터 급격히 증가하여 7월까지 비교적 높은 값을 나타내었으며, 8월 이후 감소하는 경향을 보였다. 생식소 발달과정 및 GSI의 월 변화로부터 남해안에 서식하는 개서대의 산란기는 6~7월, 늦어도 8월까지로 추정할 수 있다 (Fig. 5).

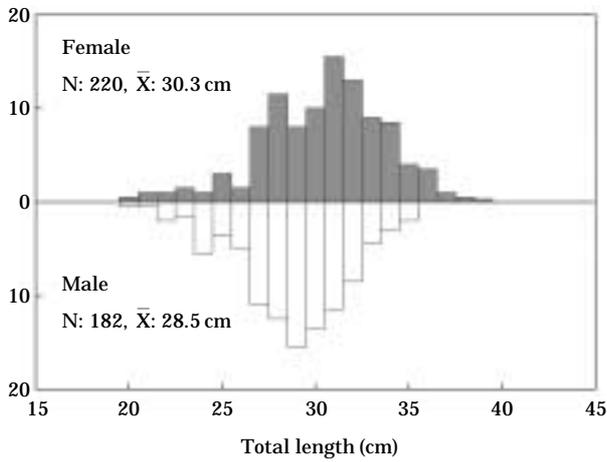


Fig. 4. Total length composition of the robust tonguefish, *C. robustus* in the Southern Sea of Korea.

3. 윤문의 대응성

개서대 비늘에 나타난 윤문이 개체간에 대응성이 존재하는가를 검토함으로써 연령사정의 적합성 여부를 파악하기 위해 각 윤문군별로 인경 (R)과 윤경 (r)과의 관계를 상호 분석하였으며, 각 윤문별로 인경이 크면 각각 대응하는 윤경이 커지는 현상을 보여 직선회귀의 관계식을 가지며, 윤경의 측정치는 일정한 폭을 가지고 분포되어 있는 것으로 나타났다 (Fig. 6).

4. 윤문의 형성시기의 추정

개서대의 비늘에 나타나는 윤문의 형성시기 및 형성

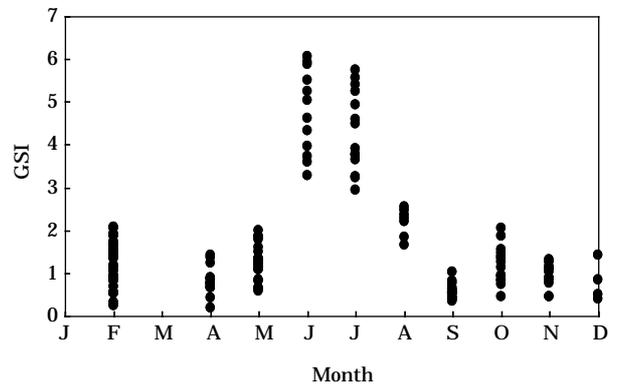


Fig. 5. Monthly changes in gonadosomatic index (GSI) of the robust tonguefish, *C. robustus* in the Southern Sea of Korea.

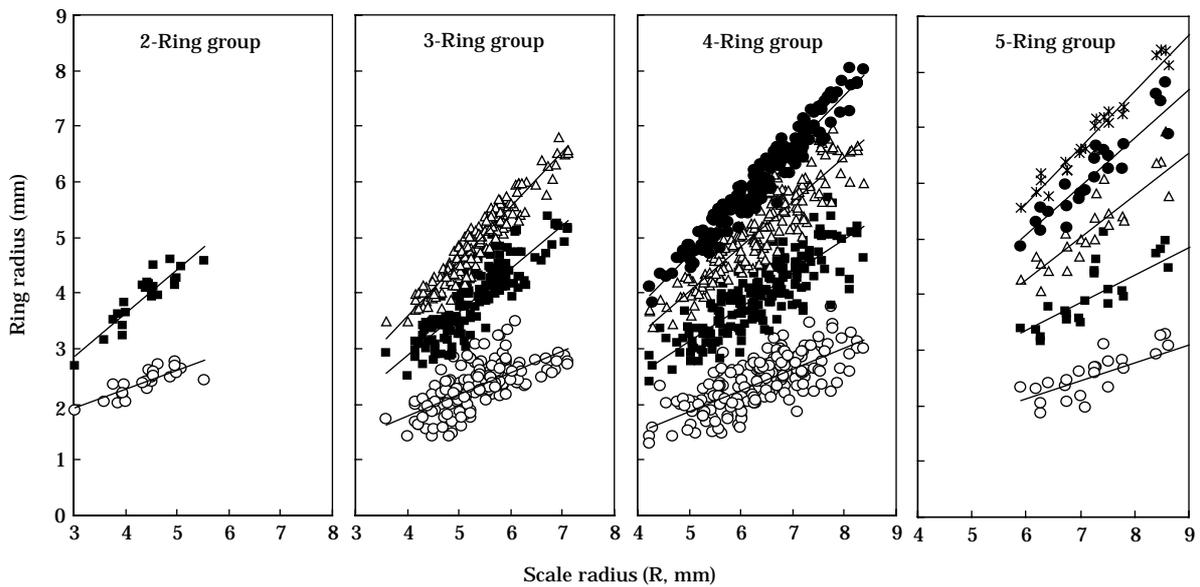


Fig. 6. Relationship between scale radius and ring radius of the robust tonguefish, *C. robustus* in the Southern Sea of Korea.

횃수를 알아보기 위해 2륜 이상의 개체에 대하여 연역 지수를 월별로 살펴본 결과 10월에 연역지수가 가장 낮게 나타났으며, 이후 증가하여 2~4월에 가장 높은 값을 보였다. 따라서 윤문은 연변부성장지수가 최소값을 보인 10~11월 전후로 년 1회 형성되는 것으로 추정되어 비늘에 나타난 윤문을 연륜으로 간주하였다 (Fig. 7).

5. 체장 (TL)-체중 (BW) 관계

오차구조를 알아보기 위해 총 353미에 대한 체장과 체중간의 관계를 그래프를 통해 알아본 결과, 체장이 커

질수록 체중의 변이가 증가하는 곱의 오차구조를 나타내고 있었다 (Fig. 8). 체장을 1 cm 단위로 구간을 나누어 그 구간에 대한 체중의 표준편차 (SD)의 변이를 살펴본 결과, 마찬가지로 암·수 모두 체장이 커질수록 표준편차의 값도 커지는 경향을 나타내었다. 따라서, 곱의 오차구조를 적용하여 추정된 체장-체중관계식은 각각 식 (6), (7) 및 (8)과 같다 (Fig. 9).

Combined : $BW=0.0013TL^{3.399} \cdot \epsilon_i$ ($R^2=0.916$) (6)

Female : $BW=0.001TL^{3.470} \cdot \epsilon_i$ ($R^2=0.909$) (7)

Male : $BW=0.0015TL^{3.356} \cdot \epsilon_i$ ($R^2=0.925$) (8)

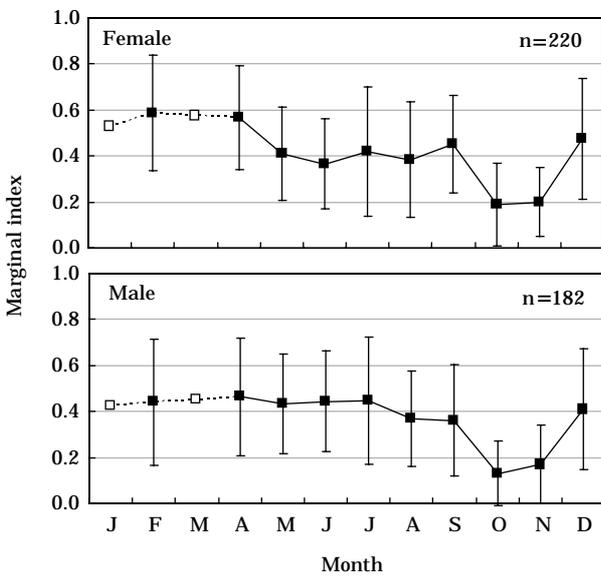


Fig. 7. Monthly change in the scale marginal index (MI) of the robust tonguefish, *C. robustus* in the Southern Sea of Korea.

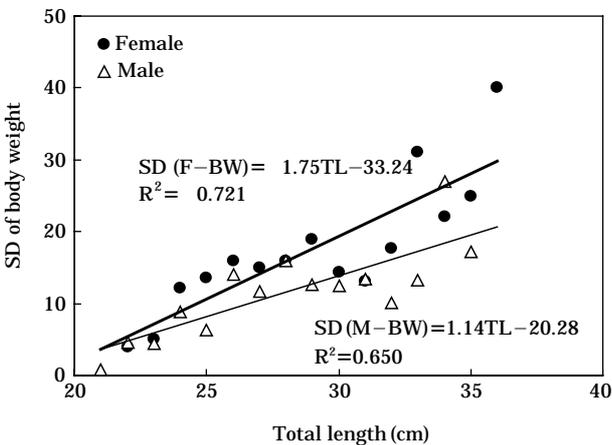


Fig. 8. Relationship between total length and standard deviation (SD) of body weight of the robust tonguefish, *C. robustus* in the Southern Sea of Korea.

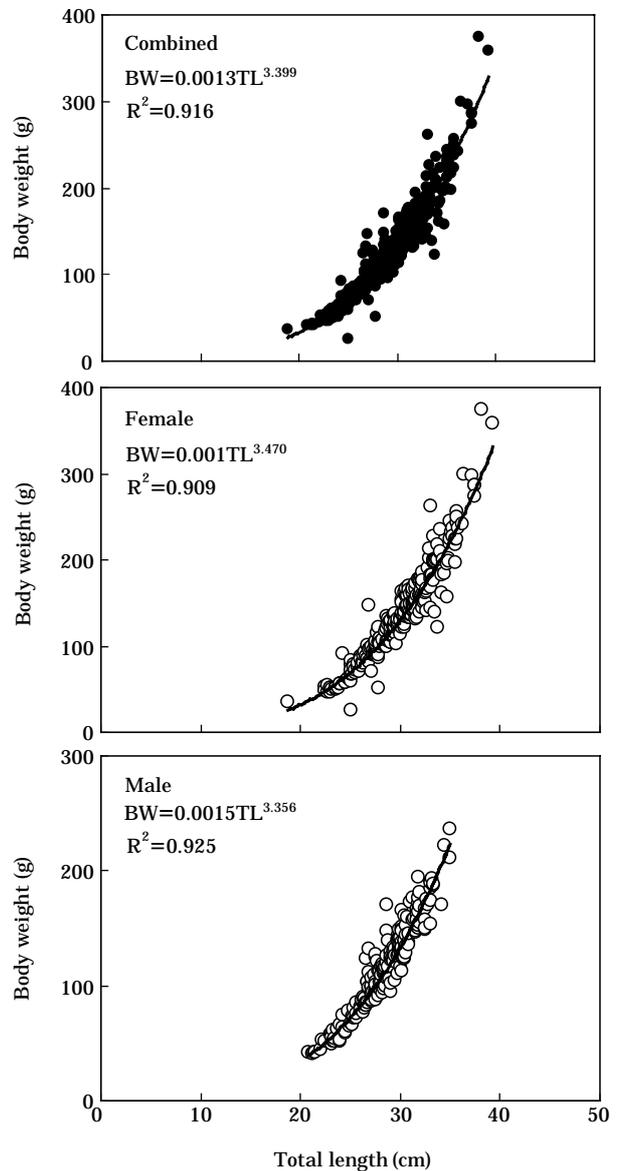


Fig. 9. Relationship between total length and body weight of the robust tonguefish, *C. robustus* in the Southern Sea of Korea.

6. 성장식의 추정

353마리의 개서대 비늘을 연령사정한 결과 각 윤문별 윤경은 Table 1과 같다. 각 연령별 첫륜의 평균 윤경을 살펴보면, 연령이 높을수록 동일 연륜군의 윤경이 커지는 역 Lee 현상을 나타냈다. 최고 연령은 암·수 모두 5세로 나타났으며, 1세 연령군은 나타나지 않았다(Table 2a). 개서대 시료의 윤경으로부터 추정된 연령조성 및 연령별 평균체장은 Table 2b와 같으며, 4세 연령군의 개체수가 47.2%로 가장 많은 비율을 차지하였다.

개서대의 성장식을 구하기 위해 앞서 사용된 자료의 오차구조를 확인한 결과 연령에 따른 체장의 변화가 거의 일정한 합의 오차구조였다. von Bertalanffy 성장식의 매

Table 1. Mean ring radius on the scale of the robust tonguefish, *C. robustus* in the Southern Sea of Korea

Ring group	R (mm)	r ₁	r ₂	r ₃	r ₄	r ₅	Inds.
1	-	-					-
2	4.39	2.39	3.93				23
3	5.35	2.32	3.93	4.91			128
4	6.38	2.41	3.98	5.16	6.02		181
5	7.17	2.54	3.98	5.19	6.14	6.86	21
Sum							353

Table 2a. Age composition of female and male of the robust tonguefish, *C. robustus* in the Southern Sea of Korea

Age	Female		Male	
	Mean TL	No.	Mean TL	No.
1				
2	24.03	10	24.01	13
3	27.21	64	27.00	64
4	30.88	102	29.64	79
5	32.91	9	31.30	12
Sum		185		168

Table 2b. Combined age of the composition robust tonguefish, *C. robustus* in the Southern Sea of Korea

Age	Mean TL (cm)	S.D. of TL	Range of TL (cm)		No.	Percentage (%)
			Min	Max		
1	-	-	-	-	-	-
2	24.03	2.04	18.8	27.8	23	6.12
3	27.13	2.21	21.5	30.9	128	37.76
4	30.43	2.60	24.0	37.5	181	47.19
5	32.46	2.19	29.8	38.2	21	8.93
Sum					353	100.0

개변수 (L_{∞} , K , t_0)를 구하기 위해 연령별 평균체장자료를 이용하여 Walford 정착도법에 의해 매개변수를 추정하였다. 추정된 개서대의 von Bertalanffy 성장식은 식 (9)와 같이 나타났으며 (Table 3, Fig. 10), 암·수별 성장식은 식 (10) 및 (11)과 같았다 (Table 3, Fig. 11).

$$\text{Combined: } L_t = 43.77(1 - e^{-0.186(t+2.295)}) + \epsilon_i \quad (R^2 = 0.976) \quad (9)$$

$$\text{Female: } L_t = 44.29(1 - e^{-0.192(t+2.077)}) + \epsilon_i \quad (R^2 = 0.958) \quad (10)$$

$$\text{Male: } L_t = 37.29(1 - e^{-0.286(t+1.890)}) + \epsilon_i \quad (R^2 = 0.991) \quad (11)$$

연령별 성장에 있어 암·수간의 차이가 있는지를 알아보기 위해 회귀계수를 검정하였으나 유의한 차이가 없었으며 ($P > 0.05$), 위치차 (elevation) 검정에서도 역시 차이가 없는 것으로 나타났다 ($P > 0.05$, Table 4). 따라서, 개서대 암·수간의 연령별 성장에는 차이가 없는 것으로 나타났다.

고찰

남해안 개서대의 연령과 성장을 파악하기 위하여 본 연구에서는 비늘을 사용하였다. 국내에서 비늘을 연령형

Table 3. Estimated parameters of von Bertalanffy growth equation of the robust tonguefish, *C. robustus* in the Southern Sea of Korea

Sex	Growth parameters				
	L_{∞}	K	t_0	n	R^2
Combined	43.77	0.186	-2.295	353	0.976
Female	44.29	0.192	-2.077	185	0.958
Male	37.29	0.266	-1.890	168	0.991

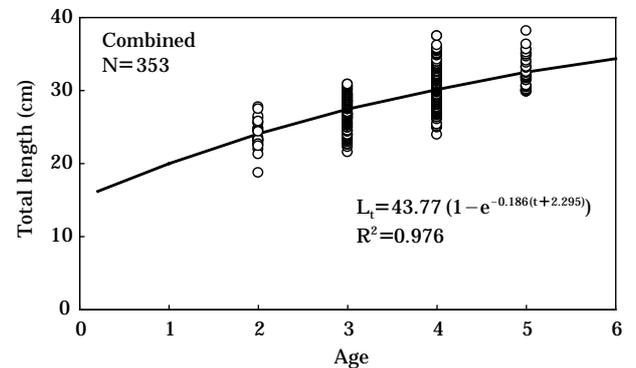


Fig. 10. The von Bertalanffy growth curve estimated by Walford method of the robust tonguefish, *C. robustus* in the Southern Sea of Korea.

Table 4. Test for the difference of regression coefficients and elevations between female and male of the robust tonguefish, *C. robustus* in the Southern Sea of Korea

Test	Statistics	Values
Regression coefficients	b_1	1.489
	b_2	1.512
	$S_{b_1-b_2}$	0.144
	v	16
	t	-0.164
	$t_{0.05(2),16}$	2.120
	P	>0.05
Elevation	Ac	19,250
	Bc	19,844
	Cc	20,752
	bc	1.030
	SSc	295.995
	DFc	17
	$t_{0.05(2),17}$	2.110
	P	>0.05

b_i : Slope of I equation, $S_{b_1-b_2}$: Standard error of the difference between regression coefficients, Ac: Sum of square of X, Bc: Sum of crossproducts, Cc: Sum of square of Y, SSc: Residual SS, v: Degrees of freedom, t: Test statistic value

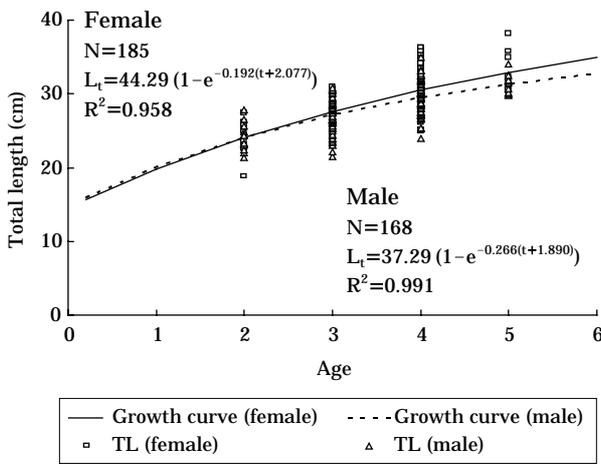


Fig. 11. The comparison of growth curve between female and male of the robust tonguefish, *C. robustus* in the Southern Sea of Korea.

질로 사용한 경우는 고등어(안, 1971), 눈볼대(박, 1971), 전갱이(안, 1973), 명태(박 등, 1978), 참조기(황과 최, 1980), 정어리(김 등, 1980; 박과 김, 1981), 민태(이와 송, 1993), 보구치(구, 1971; 권 등, 1999), 전어(오 등, 2000) 등이 있다. 비늘을 이용한 연령사정은 개체의 성장과정 중 비늘의 탈락 및 재생성, 채취부위에 따라 모양과 성장패턴을 달리 나타내는 점 등을 이유로 문제점이 제기 되어 왔지만, 개서대의 경우 같은 부위의 비늘 여러개를

채취 후 연령형질이 가장 잘 나타나는 표본을 선택하였고, 비늘에 나타난 윤문이 명료하여 연령형질로서 큰 문제점이 없었으므로 연령사정이 용이하였다. 연령과 윤경과의 관계는 연령이 커질수록 윤경이 커지는 직선관계식($t=0.938R+2.542$, $R^2=0.9973$)을 나타냈다.

개서대의 체장과 체중과의 관계는 체장이 증가할수록 체중의 변화가 커지는 곱의 오차구조(multiplicative error structure)를 가지고 있다. 선형최소자승법을 이용하여 추정된 매개변수는 95%신뢰구간이 3.303~3.494으로 상대성장모델(allometric model, $\beta \neq 3$)을 나타낼 수 있다.

본 연구에서는 일반적으로 수산생물의 성장을 나타내는데 주로 사용되는 von Bertalanffy 성장모델을 이용하여 매개변수를 추정하였다. 성장식 추정시 역계산 체장을 사용할 경우 윤경측정시의 오차와 윤경-체장간의 관계식 자체의 오차를 포함하고, 연령별 평균체장만을 사용할시 평균체장에 대한 편차가 고려되지 않으므로 실제값과 차이를 보일 수 있기 때문에(이 등, 2000) 전통적인 방법에서 연령별 평균체장자료를 그대로 사용하지 않고 모든 개체에 대한 연령별 체장자료를 사용하여 연령이 증가할수록 체장이 커지는 합의 오차구조를 먼저 밝힌 다음 성장매개변수를 추정하여 실질적인 성장 매개변수 값을 추정할 수 있다.

개서대의 주 산란기를 6~8월로 볼 때, 연륜형성시기는 10~11월이므로 부화되어 첫륜이 형성되는데 걸리는 기간은 2~4개월, 평균 3개월이 소요된다고 볼 수 있다. 본 연구에서는 첫륜은 연륜 판독시 제외했기 때문에 1륜은 1년 3개월이 경과된 것이다.

본 연구에서 밝혀진 개서대의 최대연령은 암·수 모두 5세로 추정되었다. 이 결과는 연령형질로 이식을 사용하여 조사된 암컷 6세, 수컷 4세(Baek, 2003)의 결과와는 차이가 있으나, 본 연구의 결과에서 암·수간 성장패턴의 차이가 없고, 개서대의 비늘이 다른 어종과는 달리 윤문이 뚜렷하여 연령형질로서 큰 문제점이 없는 점 등을 고려한다면, 최대연령이 동일하다는 결과는 의미있는 것으로 판단된다. 단, 동일개체에 대해서 서로 다른 연령형질을 사용하여 연령사정시 연령의 차이는 명태의 연구 결과(박 등, 1978)에서도 나타났지만 정확한 원인에 대해서는 밝혀진 것이 없으므로 향후 이러한 문제해결을 위한 비교 연구가 필요할 것으로 판단된다.

이론적최대체장(L_{∞})은 43.77 cm로 나타났으며, 암컷 44.29 cm, 수컷이 37.29 cm였다. 성장계수(K)값은 암·수 구분없이 0.186이었으며, 암컷이 0.192, 수컷이 0.266으로 다소 차이가 있었다. 이것은 체장이 상대적으로 작은 수컷의 경우 성장을 암컷보다 빨리하여 같은 서식처

에서 생존하기 위한 경쟁력을 확보하기 위한 것으로 생각되지만, 전반적으로 암·수 성장의 차이는 없으므로 나타났다. 현재까지 연구된 참서대와 어류 중 이론적 최대체장은 개서대가 암컷 42.50 cm, 수컷 35.38 cm (Baek, 2003)로 보고되어 본 연구결과와 암·수 이론적 최대체장과 큰 차이를 보이지 않았으며, 용서대가 암컷 44.54 cm, 수컷 41.52 cm (백과 허, 2004b), 참서대가 암컷 29.06 cm, 수컷 27.44 cm (백과 허, 2004a)로 보고되어 이론적 최대체장은 용서대가 가장 크고 다음이 개서대, 참서대 순으로 나타났다.

수산자원의 자원량을 추정하고 자원평가를 하기 위해서는 성숙, 산란 등 생태학적인 특성과 그 자원의 정확한 연령추정이 필수적인 요인일 것이다. 특히, 개서대는 동일 속의 용서대, 참서대와 같은 해역에서 서식하고 있으므로 생태학적 특성, 성장패턴 등의 비교연구는 지속적으로 이루어져야 할 것이며, 각 분류군별 통계적인 어획량 조사를 위한 어획량 코드의 확보도 시급히 해결해야 할 것으로 판단된다.

적 요

본 연구는 남해안 여수인근 해역의 주요 어종의 하나인 개서대의 비늘을 이용하여 개서대의 연령과 성장을 추정하였다. 분석에 사용된 개서대는 2004년 2월부터 2005년 12월까지 여수 인근해역에서 기선저인망어업에 의해 어획된 어획물 중 무작위로 표본 채집하였으며, 총 402미를 조사하였고 그 중 353미를 정밀측정 및 비늘을 적출하여 연령사정에 사용하였다.

체장의 범위는 암컷이 전장 20.2~39.3 cm였으며, 수컷의 전장은 20.8~35.0 cm로 나타났다. 개서대의 체중(BW)과 체장(TL)의 관계는 $BW=0.0013 TL^{3.399}$ ($R^2=0.916$) 이었고, 암·수별로 체장에 대한 체중의 차이가 있었다 ($P<0.05$). 개서대의 연령에 대한 체장자료의 오차구조를 확인한 결과 합의 오차구조를 가지고 있었으며, 개서대의 성장식은 von Bertalanffy 성장모델을 사용하여 추정하였다. 추정된 개서대의 성장식 $L_t=43.77(1-e^{-0.186(t+2.295)})$ ($R^2=0.976$) 이었다. 암·수간의 연령에 대한 체장의 상대성장에는 차이가 없었다 ($P>0.05$).

사 사

본 연구는 국립수산물연구원 남해수산연구소 경상과제 「남해 연안어업 자원관리 연구」 사업으로 수행되었으며, 간행물 등록번호는 RP-2007-FR-033입니다.

인 용 문 헌

- 국립수산물연구원. 2004. 한국 연근해 유용어류도감. 한글, pp. 256~257.
- 구자현. 1971. 한국 남해산 보구치의 연령과 성장. 수진연구보고, 7: 67~77.
- 권대현·강용주·이동우. 1999. 한국 연근해 보구치, *Argyrosomus argentatus* HOUTTUYN의 자원생태학적 연구 II. 연령과 성장. 한국수산자연학회지, 2: 54~60.
- 김용문·손문익·박영조. 1980. 한국 동해안에 내유하는 정어리의 연령과 성장. 수진연구보고, 25: 17~23.
- 박병하. 1971. 눈볼대의 분포, 회유 및 성장에 관한 연구. 수진연구보고, 7: 25~44.
- 박병하·허장봉·김현길. 1978. 한국 동해안 명태의 연령과 성장. 수진연구보고, 20: 33~42.
- 박영철·김진영. 1981. 한국 근해산 정어리의 연령과 성장. 수진연구보고, 27: 71~79.
- 백근욱·허성희·Hiroaki Hashimoto. 2002. 여수 연안에서 채집된 참서대 (*Cynoglossus joyneri*)의 식성. 한어지, 14(3), 234~239.
- 백근욱·허성희. 2004a. 남해 참서대 (*Cynoglossus joyneri*)의 연령과 성장. 한국수산학회지, 37(4): 307~311.
- 백근욱·허성희. 2004b. 용서대 (*Cynoglossus abbreviatus*)의 연령과 성장. 한국수산학회지, 37(1): 51~56.
- 백근욱·허성희. 2004c. 여수 주변 해역에서 채집된 개서대 (*Cynoglossus robustus*)의 식성. 한어지, 16(4), 341~347.
- 안화부. 1971. 고등어의 연령과 성장. 수진연구보고, 7: 7~24.
- 안화부. 1973. 전갱이의 연령과 성장. 수진연구보고, 10: 73~85.
- 오택윤·김주일·차병열·고정락. 2000. 한국 남해안 전어 (*Konosirus punctatus*)의 연령과 성장. 수진연구보고, 58: 10~15.
- 이만우·장창익·이장욱. 2000. 이석을 이용한 참조기의 연령사정과 성장식 추정. 한국어업기술학회지, 36(3): 222~233.
- 이원태·송해성. 1993. 민태 (*Johnius belengeri*)의 분포, 체장 및 연령조성. 한어지, 5(2): 184~193.
- 황번일·최수하. 1980. 황해 동지나해산 참조기의 연령과 성장. 수진연구보고, 23: 171~178.
- 해양수산부. 1950~2006. 해양수산부 어업생산통계.
- Baek, G.W. 2003. Comparative fisheries ecology on three tonguefish species, genus *Cynoglossus*, from Yeosu coast, Korea and the Seto Inland Sea, Japan. Ph.D Thesis, Hiroshima Univ., 129 pp.
- Bertalanffy, L. von. 1938. A quantitative theory of organic growth (Inquires on growth laws. II). Hum. Biol., 10(2): 181~213.
- Quinn II T.J. and R.B. Deriso. 1999. Quantitative Fish Dynamics. Oxford Univ. press, New York, 542 pp.

Received : June 28, 2007

Accepted : October 15, 2007