

한국산 날망둑屬 3種 (망둑어科)의 연령과 성장

김 영 자 · 김 종 만*

상명대학교 생물학과, *한국해양연구원 해양자원연구본부

Age and Growth of Three Species of Genus *Gymnogobius* from Korea

Young-Ja Kim and Jong-Man Kim*

Dept. of Biology, Sang Myung University, Seoul 110-743, Korea,

*Korea Ocean Research & Development Institute, 425-600, Korea.

Three species, *Gymnogobius urotaenia*, *G. sp. 1* and *G. sp. 2*, which were collected at Hosan-river, Hosan-ri, Samcheock-si, Gangwon-do, Korea, were examined for study of the age and growth. There was no differences between sexes in growth ($p > 0.05$) except in age 0 of *G. urotaenia*. However, there were differences among the three species ($p < 0.0001$). namely, *G. sp. 1* was longer by about 5~10 mm (SL) than the other two species in each age group, while *G. sp. 2* was shortest in each age group: *G. urotaenia*, at age 0 was less than 45 mm, at age 1 to be 45~60 mm, at age 2 to be 60~80 mm, at age 3 to be over 80 mm, and its maximum size was 105.0 mm. *G. sp. 1*, at age 0 was less than 55 mm, at age 1 55~65 mm, at age 2 65~85 mm, at age 3 over 85 mm and its maximum size was 105.3 mm. *G. sp. 2*, 0 age was less than 40 mm, at age 1 40~55 mm, at age 2 55~75 mm, at age 3 over 75 mm and its maximum size was 85 mm.

Changes of body parts with increasing of body length were examined and analyzed. Covariance analysis showed interspecies differences in the following characters: body depth, head length, caudal peduncle depth, upper jaw length and pelvic fin ray length. *G. urotaenia* had the highest K-value (the relative growth coefficient) in head length and pelvic fin ray length, and *G. sp. 1* had the highest in body depth, caudal peduncle depth and upper jaw length. However, *G. sp. 2* had the lowest K-value in these 5 characters.

Key words : age, growth, *Gymnogobius*

서 론

날망둑屬에 속하는 꼭저구 *Gymnogobius urotaenia* (Hilgendorf, 1879)는 Sahalin을 북한(北限)으로 Siberia 남부, 중국대륙 동북부, 한반도 및 일본열도의 남부 (Amamioshima)까지로, Asia에 분포하는 망둑어과 어류 중에서 가장 북쪽까지 분포하고 있는 어류이다 (김,

1997; 전, 1997; 김과 전, 2000; 김과 김, 2001). 날망둑屬의 속명은 Stevenson (2000)에 의하여 기존의 *Chaenogobius*에서 *Gymnogobius*로 수정되었고, 일본에서는 현재 날망둑屬 3種인 담수형, 기수형, 중류형에 *Gymnogobius urotaenia* (Hilgendorf, 1879), *G. sp. 1*, *G. sp. 2*로 각각 적용하고 있다 (Akihito *et al.*, 2000). 한편 한반도산 날망둑屬 3種은 꼭저구, 검정꼭저구, 무늬꼭저구의 신한 국명이 제창된 바 있고 (김과 전, 1996; 김, 1997; 전,

1997; 김과 전, 2000), 일본에서와 같이 각각 *Gymnogobius urotaenia* (Hilgendorf, 1879), *G. sp. 1*, *G. sp. 2*로 보고하였다(김과 김, 2001).

이들 3종은 한반도에서는 거의 전국적으로 넓게 분포하고 있으나 각각 분포상의 특징을 갖고 있는데, 즉 검정꼭저구는 갯벌이 발달되고 유속이 느리며 비교적 수온이 높은 서남해에 집중적으로 분포하고 있고, 꼭저구는 검정꼭저구보다 비교적 수온이 낮은 동해로 유입되는 하천에서 주로 발견되며, 무늬꼭저구는 경상북도의 울진군 평해 남대천 이북의 동해로 유입되는 하천에서만 서식이 확인되는 등의 분포상의 특징을 나타내고 있고 이러한 특징은 일본의 경우와 유사한 특징이다(전, 1997). 또한 3종의 혼서수계에서는 미소서식처와 산란기의 차이로 각각 경쟁을 완화하면서 공존할 수 있는 생태적 특징이 있고(김, 1997), 특히 이들의 형태적 특징은 이러한 서식환경에서의 적응형질로 나타난 결과이며 種間 유의적 차이가 인정된다고 보고된 바 있다(김과 전, 2000). 이와 같이 이들 3종은 외부형태와 생태적 습성이 비슷하지만 각기 독특한 특징을 나타내고 있으므로 좀 더 다양한 형태학적, 생태학적 연구가 요구되고 있다. 따라서 본 연구에서는 김과 전(1996, 2000)의 형태적 특징에 관한 보고에 이어서, 이들 3종의 연령을 추정하고, 연령별 체장의 성장을 비교하였으며, 또한 체장의 증가에 따른 몸 부위의 형태적 변화를 비교·분석하여 그 결과를 보고하는 바이다.

재료 및 방법

한국산 꼭저구, 검정꼭저구, 무늬꼭저구의 성장과 연령을 조사하기 위하여 강원도 삼척시 호산리 호산천(Fig. 1)에서 1999년 1월부터 12월까지 죽대(망목 5 mm × 5 mm)를 이용하여 채집된 표본들을 사용하였다. 채집된 표본은 채집 즉시 현장에서 10% 포르말린용액으로 고정하였고, Petersen method (Bagenal and Tesch, 1978)에 의한 월별 체장 빈도 분포도를 작성하여 연령을 추정하였다. 연령별 암수간의 성장과 3종의 성장차는 student's t-test와 anova test를 사용하여 검증하였다. 성장에 따른 형태적 변화를 살펴보기 위하여 측정된 형질을 Huxley (Martin, 1949)의 상대성장식으로 구한 다음 t-test로 검증한 결과 유의적 차이가 인정된 형질은 체장(Standard length, SL), 체고(Body depth, BD), 두장(Head length, HL), 미병고(Caudal peduncle depth, CPD) 상악장(Upper jaw length, UJL), 배지느러미 길이(Pelvic fin ray length, P₂-L)이었다. 이들 형질들의 성장



Fig. 1. Map showing the study area at Hosan-river, Gangwon-do.

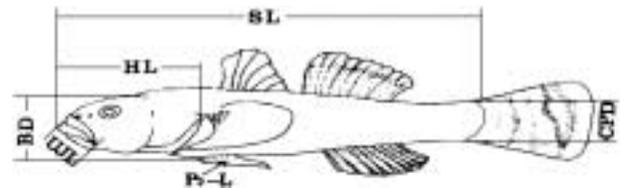


Fig. 2. Meristic characters of genus *Gymnogobius*.

SL: Standard length; BD: Body depth; CPD: Caudal peduncle depth; HD: Head depth; HL: Head length; P₂-L: Pelvic fin ray length

에 관한 種間차이는 공분산 분석으로 검증하였다. 상기 모든 형질은 1/20 mm caliper (Mitutoyo)로 측정되었고, 암수의 성구별시 체장 50 mm 이상의 성어는 외부생식기와 상악장으로 구분이 가능했으며, 체장 50 mm 이하의 개체들은 생식소를 적출하여 쌍안해부현미경(Nikon, YS2-T)으로 관찰하였다. 배지느러미 길이는 연조(軟條)의 최대길이를 측정하였다.

결과 및 고찰

1. 연령 추정

1999년 1월부터 12월까지의 월별 체장 빈도 분포도(Figs. 3~5)를 작성하여 암수 및 種間 성장조사(Figs. 6~7)를 실시하였다. 어류의 성장 및 연령 추정 방법에는 직접관찰법, 표식재포획법, 연령형질 이용법, 월별체장분포에 의한 방법 등 여러 가지가 있으나 본 날망독屬 3종은 1년에 1회의 짧은 기간에 산란하고, 빨리 성장을 하므로 Petersen method (Bagenal and Tesch,

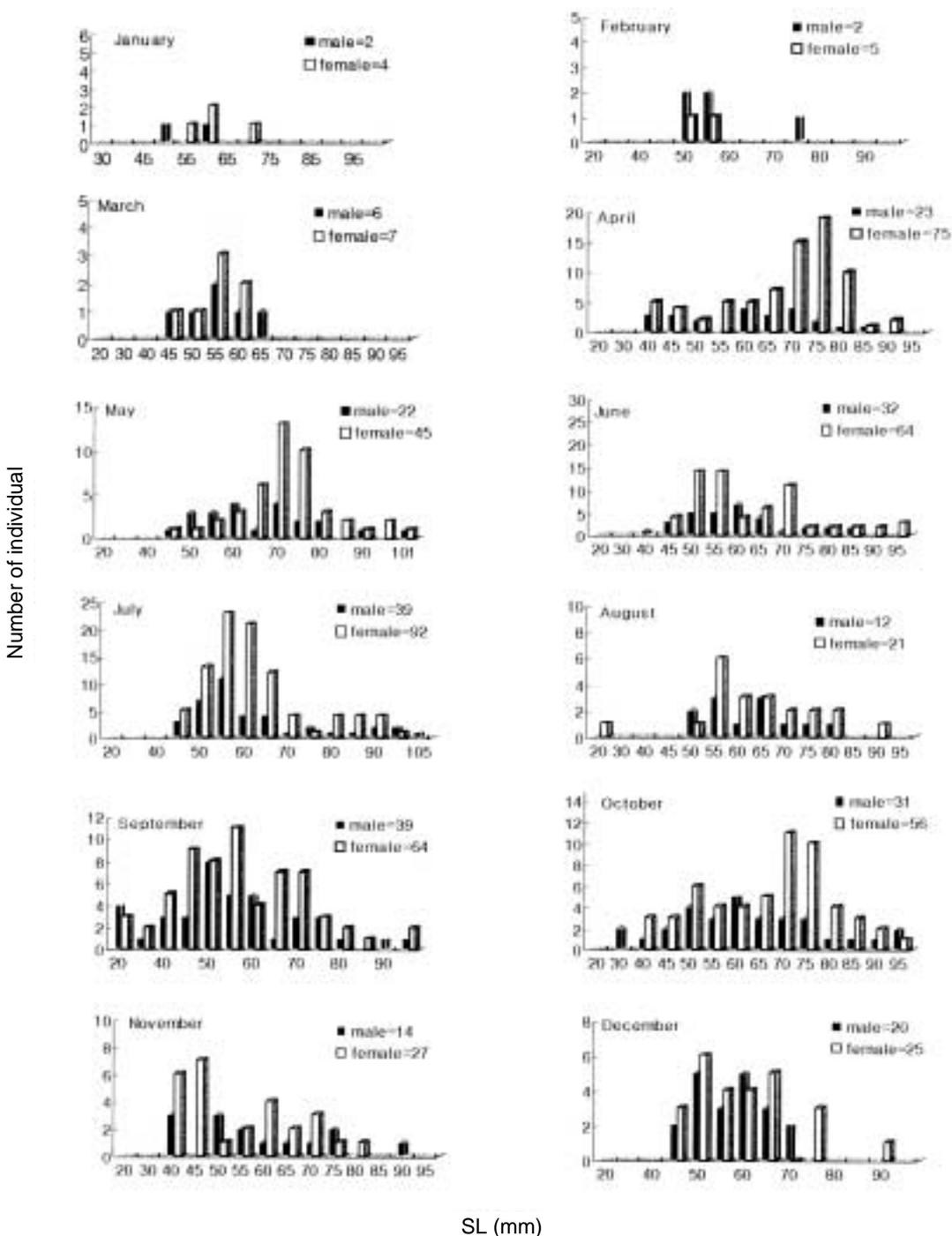


Fig. 3. Distribution of standard length of the *Gymnogobius urotaenia*.

1978)를 이용하였으며, 산란성기인 4월과 5월을 중심으로 연령별 성장을 추정하였다. 꼭지거리는 체장 45 mm 미만의 당년생, 45~60 mm 집단의 1년생, 60~80 mm 집단의 2년생, 80 mm 이상은 3년생으로 추정되며 이들의 최대체장은 105.0 mm이었다. 무늬꼭지거리는 40 mm 미만의 당년생, 40~55 mm 집단의 1년생, 55~75 mm 집단의 2

년생, 75 mm 이상의 집단은 3년생으로 추정되며, 이들의 최대체장은 85 mm로써 그 이상을 넘지 않았다. 검정꼭지거리는 체장 55 mm 미만의 당년생, 55~65 mm 집단의 1년생, 65~85 mm 집단의 2년생, 85 mm 이상은 3년생으로 추정되며 이들의 최대체장은 105.3 mm이었다. 본 조사에서 3種 모두 4년생 이상 되는 개체는 채집되지 않

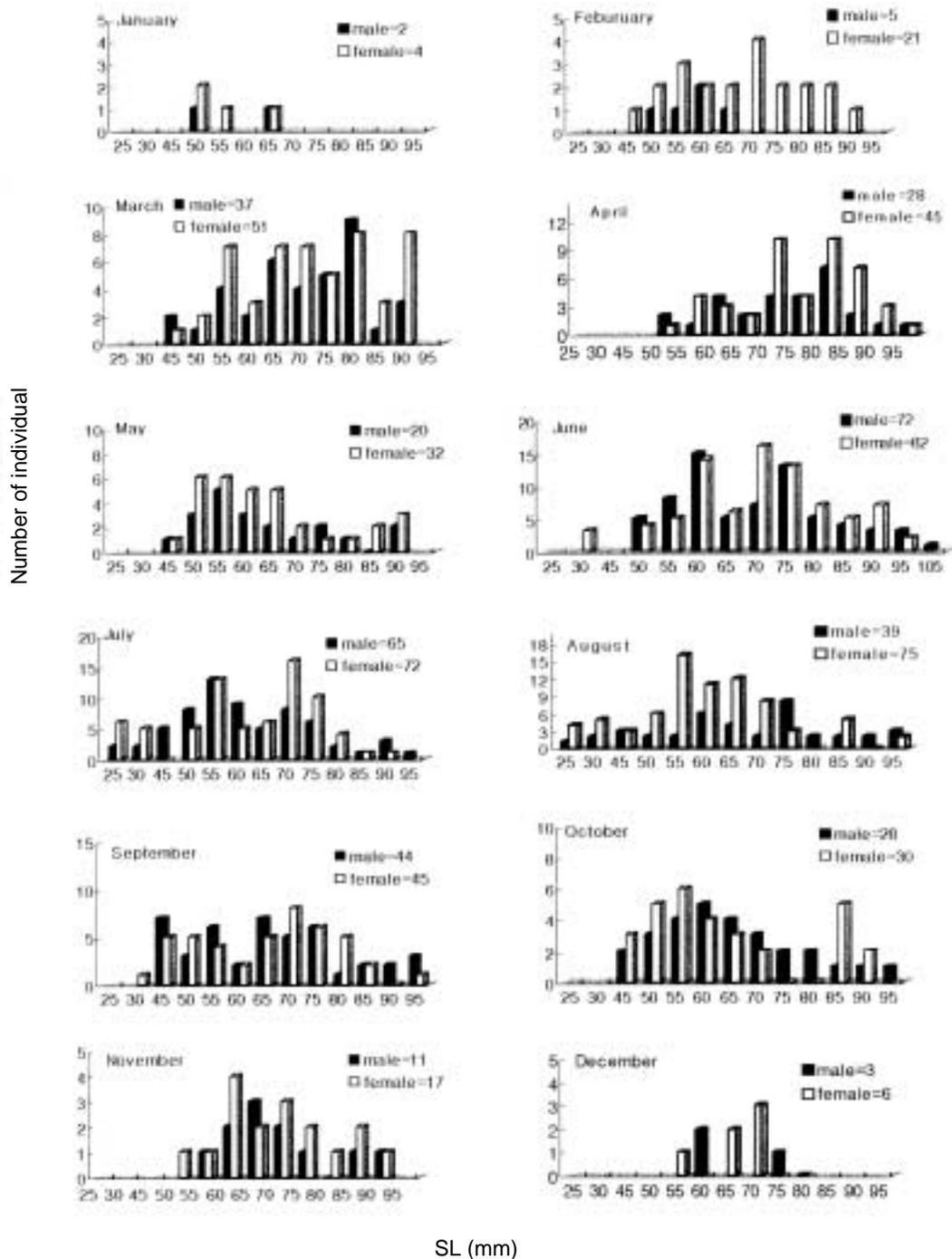


Fig. 4. Distribution of standard length of the *Gymnogobius* sp. 1.

았다. 각 種의 암컷과 수컷의 연령별 성장을 비교한 결과, 당년생의 꼭저구에서만 수컷이 암컷보다 성장이 빨랐으나 ($p < 0.05$, Fig. 6), 검정꼭저구와 무늬꼭저구의 암컷과 수컷의 성장차는 모든 연령에서 유의하지 않았으며 ($p > 0.05$, Fig. 7), 이는 Ishino (1986)가 보고한 일본산의 경우와 일치하는 점이었다.

한편, 種間비교에서는 모든 연령에서는 검정꼭저구의 성장이 가장 빨랐고, 무늬꼭저구는 성장이 가장 느렸으며 ($p < 0.0001$), 무늬꼭저구의 최대체장 또한 가장 작은 것으로 나타났다. 이는 검정꼭저구와 꼭저구의 주서식처가 안정되고 숨을 장소가 많은 양 가장자리였고, 반면 무늬꼭저구는 상대적으로 먹이생물이 부족하고 불안정

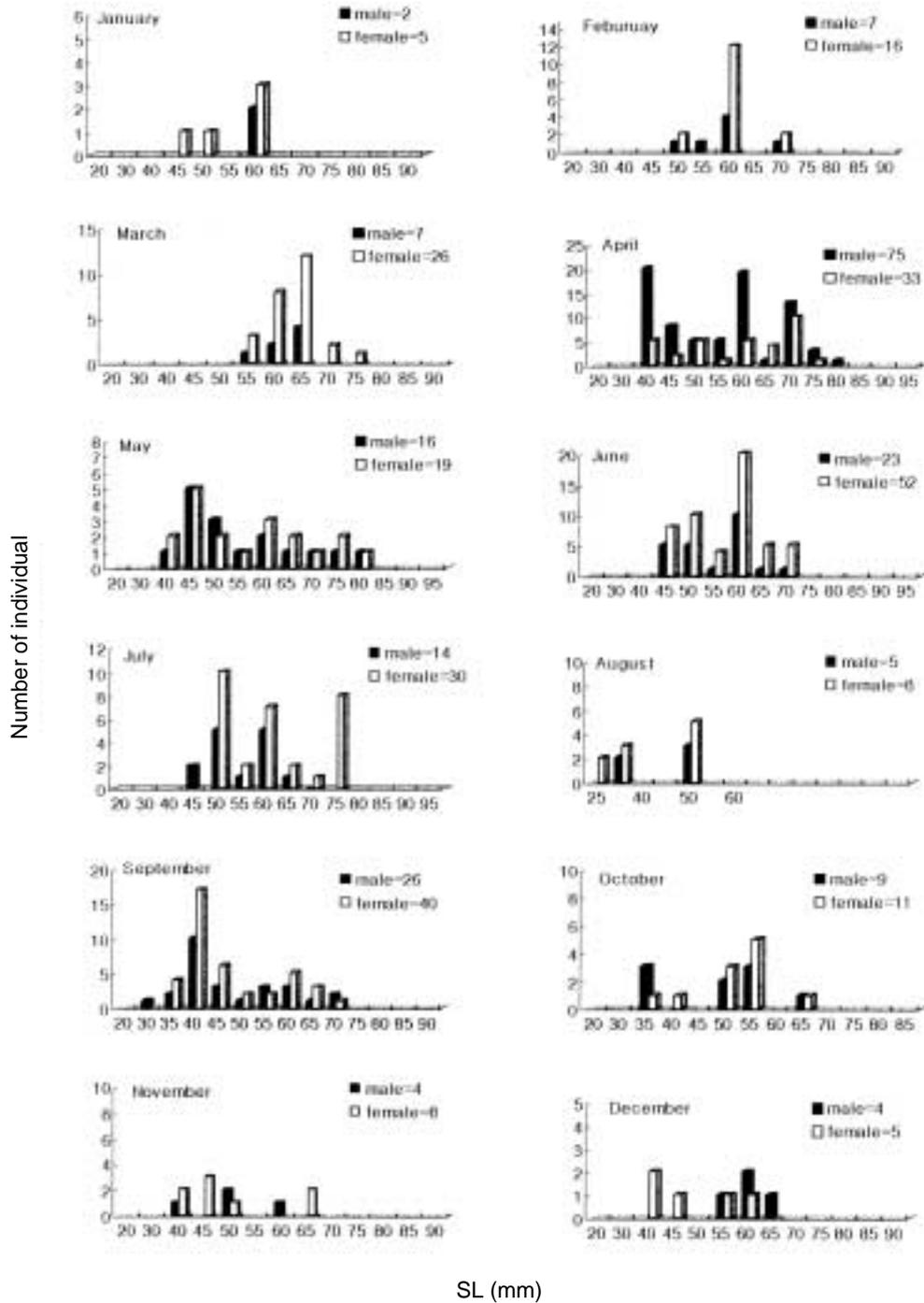


Fig. 5. Distribution of standard length of the *Gymnogobius* sp. 2.

하며 경쟁자로부터 노출이 쉬운 유심부에 주로 서식하는데, 이러한 서식환경의 특징으로부터 추정하면, 검정꼭저구와 꼭저구가 무늬꼭저구보다 채식(foraging)에 대한 기회의 폭이 넓기 때문에 연령별 몸의 크기나 최대체장이 큰 것으로 사료되며, 특히 3種 중 검정꼭저구가 연령별 체장이 가장 컸던 원인은 검정꼭저구의 산란기(3월

말~4월)가 다른 2種(5월~6월초)보다 빠른 이유와도 관련이 있다고 생각된다.

2. 성장에 따른 형태변화

성장에 따른 형태변화를 조사하기 위해 사용된 표본

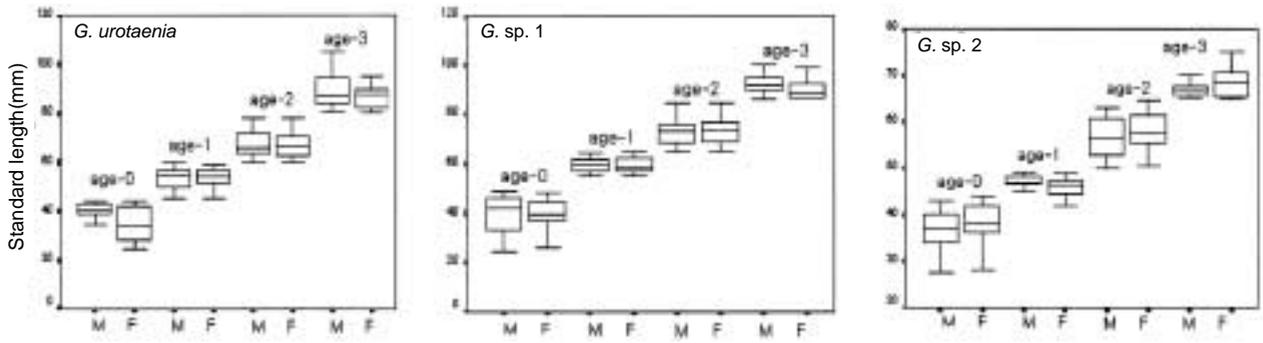


Fig. 6. Comparison of growth between male and female of three species of *Gymnogobius*. M: Male, F: Female.

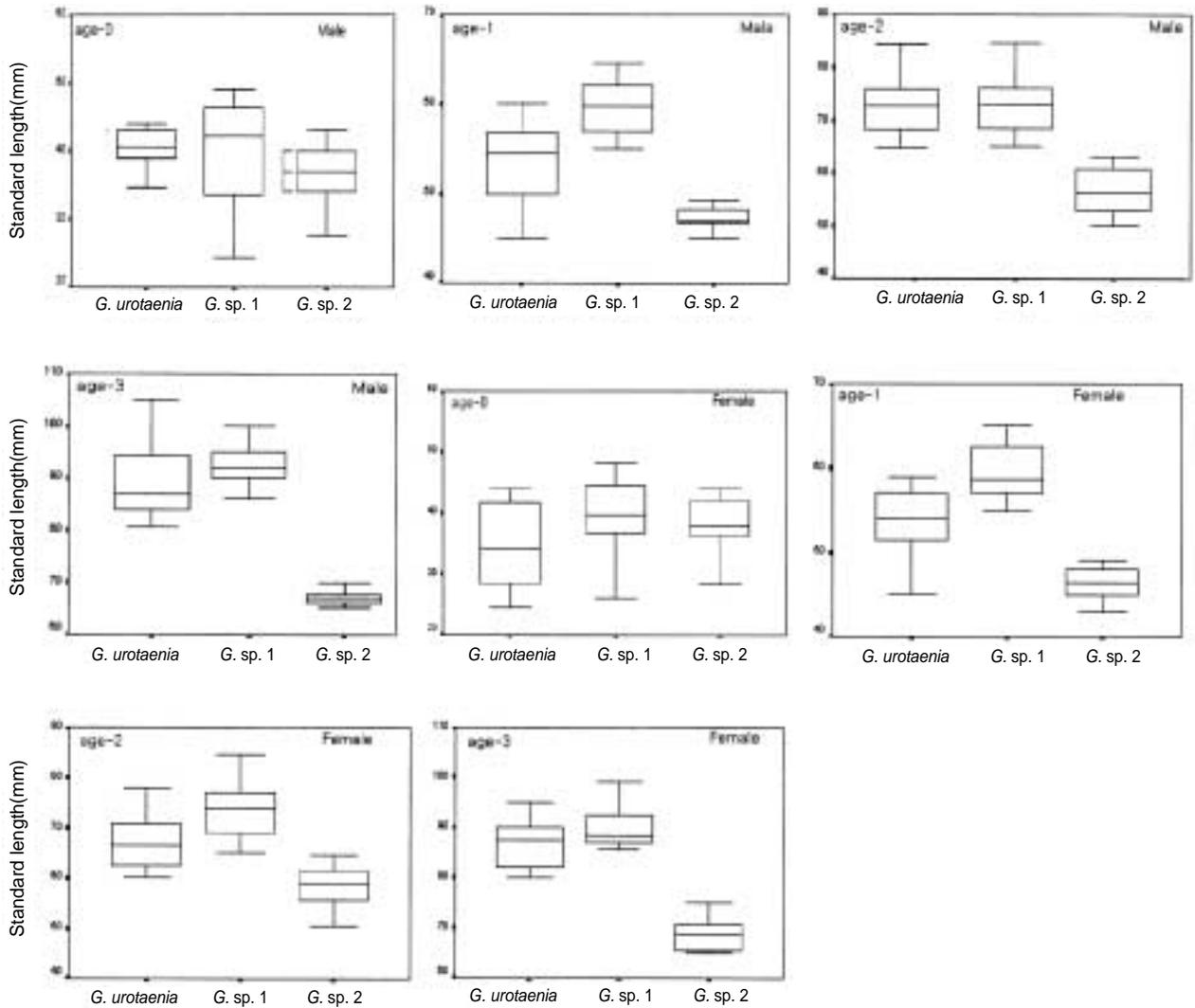


Fig. 7. Comparison of growth among three species of genus *Gymnogobius* in each male and female.

의 체장은 꼭져구가 28.2~105.0 mm (n = 301), 무늬꼭져구가 27.5~75.0 mm (n = 342), 검정꼭져구가 24.4~105.3

mm (n = 365)의 범위의 개체들을 대상으로 실시하였다. 체장의 증가에 대한 몸부위의 성장을 알아보고자

Table 1. Growth inflection of body parts in three species of the genus *Gymnogobius*

Body part	<i>Gymnogobius urotaenia</i> (n = 301)			<i>Gymnogobius</i> sp. 1 (n = 365)			<i>Gymnogobius</i> sp. 2 (n = 342)		
	K	df	t value	K	df	t value	K	df	t value
BD	1.03**	300	55.02	1.18**	364	76.52	1.06**	341	47.01
HL	1.07**	300	90.09	1.06**	364	103.35	1.04**	341	81.56
CPD	0.97**	300	67.50	1.01**	364	73.44	0.97**	341	71.35
UJL	1.32**	300	56.52	1.51**	364	56.73	1.47**	341	41.67
P ₂ -L	0.88**	300	71.05	0.81**	364	67.11	0.77**	341	55.71

** : Significant at 0.1% level

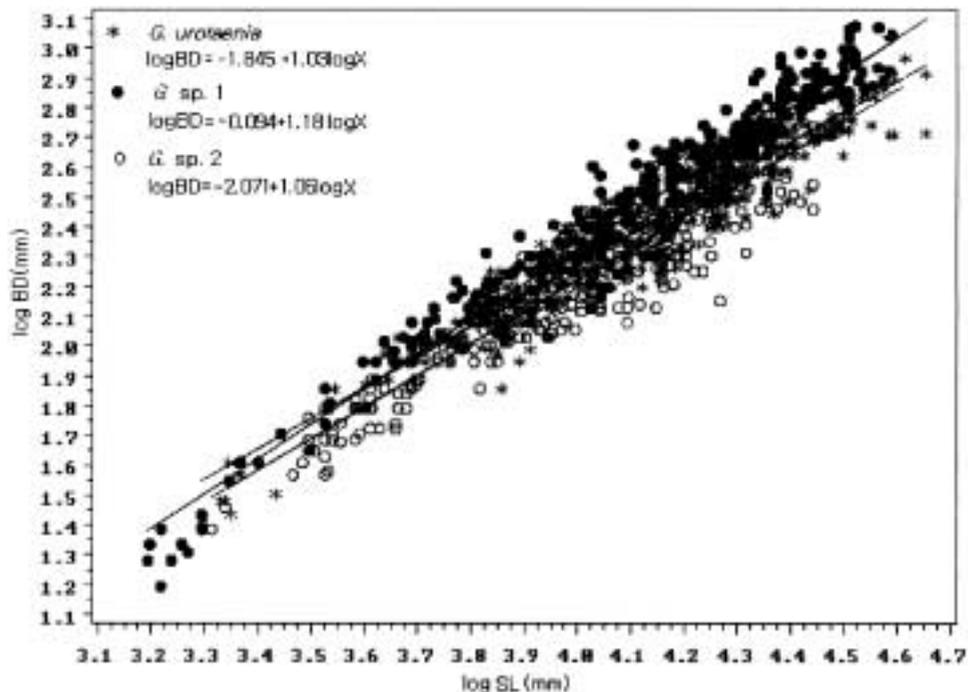
Table 2. Analysis of covariance of three species of the genus *Gymnogobius*

Items	<i>Gymnogobius urotaenia</i>	<i>Gymnogobius</i> sp. 1	<i>Gymnogobius</i> sp. 2	Test of slope	Test of elevation
BD	BD = 0.158X ^{1.03}	BD = 0.093X ^{1.18}	BD = 0.126X ^{1.06}	F _(2,1002) = 18.81***	F _(2,1002) = 13.42***
HL	HL = 0.239X ^{1.06}	HL = 0.260X ^{1.07}	HL = 0.245X ^{1.04}	F _(2,1002) = 2.53*	F _(2,1002) = 0.79*
CPD	CPD = 0.127X ^{0.97}	CPD = 0.121X ^{1.01}	CPD = 0.122X ^{0.97}	F _(2,1002) = 3.70*	F _(2,1002) = 0.22*
UJL	UJL = 0.039X ^{1.32}	UJL = 0.018X ^{1.51}	UJL = 0.020X ^{1.47}	F _(2,1002) = 12.06***	F _(2,1002) = 11.52***
P ₂ -L	P ₂ -L = 0.288X ^{0.88}	P ₂ -L = 0.289X ^{0.81}	P ₂ -L = 0.414X ^{0.77}	F _(2,1002) = 17.41***	F _(2,1002) = 14.23***

* : Significant at 5% level

** : Significant at 1% level

*** : Significant at 0.1% level

**Fig. 8.** The relationship between body depth and standard length of three species of genus *Gymnogobius*.

Huxley (Martin, 1949)의 상대성장식으로 검토한 결과, 종간 차이가 인정된 형질은 체고, 두장, 미병고, 상악장, 배지느러미 길이였고 (Table 1), 종간 차이를 파악하기 위하여 공분산분석을 실시한 결과는 Table 2 및 Figs. 8~12에 나타내었다.

3. 체장-체고

체장과 체고에 대한 꼭저구, 검정꼭저구, 무늬꼭저구의 상대성장계수 K값은 각각 1.03 (t = 55.02, p < 0.001), 1.18 (t = 76.52, p < 0.001), 1.06 (t = 47.01, p < 0.001)로 부

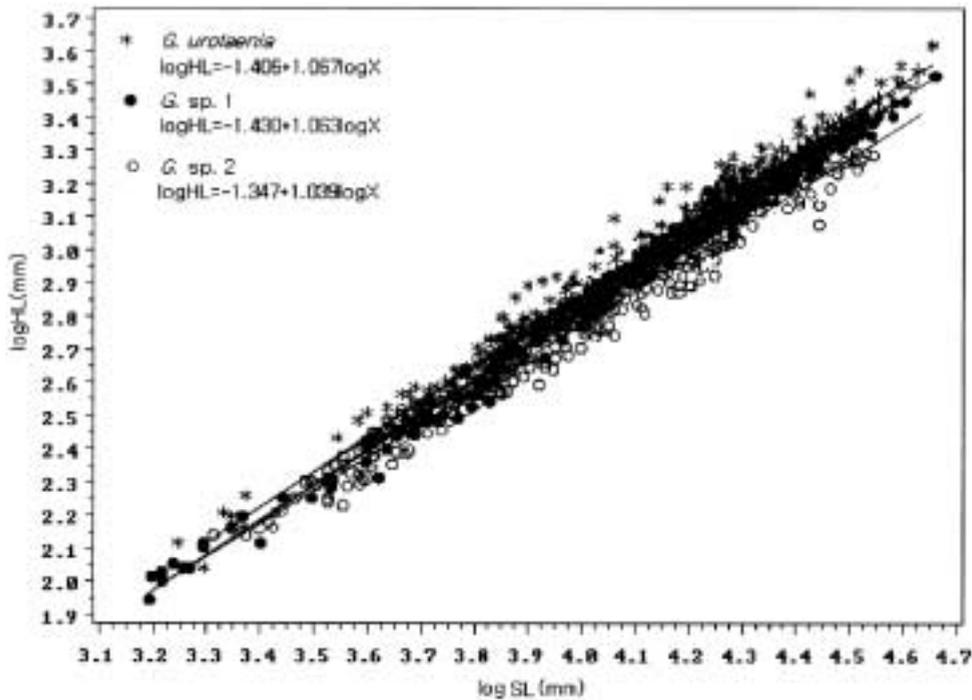


Fig. 9. The relationship between Head length and standard length of three species of genus *Gymnogobius*.

등성장을 하였다 (Fig. 8). 한편 3種間의 상대성장식에서는 꼭저구 $BD = 0.158X^{1.03}$, 검정꼭저구 $BD = 0.093X^{1.18}$, 무늬꼭저구 $BD = 0.126X^{1.06}$ 으로 경사에서 유의한 차이를 나타내었고 ($p < 0.001$), 검정꼭저구의 체고가 다른 2種보다 체장이 증가함에 따라 더 빠른 성장을 하는 것으로 나타났다.

4. 체장-두장

체장과 두장에 대한 꼭저구, 검정꼭저구, 무늬꼭저구의 상대성장계수 K값은 각각 1.07 ($t = 90.09$, $p < 0.001$), 1.06 ($t = 103.35$, $p < 0.001$), 1.04 ($t = 81.56$, $p < 0.001$)로 부등성장을 하였다 (Fig. 9). 한편 3種間의 상대성장식에서는 꼭저구 $HL = 0.245X^{1.07}$, 검정꼭저구 $HL = 0.239X^{1.06}$, 무늬꼭저구 $HL = 0.260X^{1.04}$ 로 경사에서 유의한 차이를 나타내었고 ($p < 0.05$), 꼭저구의 두장이 다른 2種보다 체장이 증가함에 따라 더 빠른 성장을 하는 것으로 나타났다.

5. 체장-미병고

체장과 미병고에 대한 상대성장계수 K값은 꼭저구 0.97 ($t = 67.50$, $p < 0.001$), 검정꼭저구 1.01 ($t = 73.44$, $p < 0.001$), 무늬꼭저구 0.97 ($t = 71.35$, $p < 0.001$)로 부등성장을 하였으며, 3種間의 상대성장식에서는 꼭저구

$CPD = 0.127X^{0.97}$, 검정꼭저구 $CPD = 0.121X^{1.01}$, 무늬꼭저구 $CPD = 0.122X^{0.97}$ 로 경사에서 유의한 차이를 나타내었고 ($p < 0.05$), 검정꼭저구의 미병고가 다른 2種보다 빠른 성장을 하는 것으로 나타났다 (Fig. 10).

6. 체장-상악장

체장과 상악장에 대한 꼭저구, 검정꼭저구, 무늬꼭저구의 상대성장계수 K값은 각각 1.32 ($t = 56.52$, $p < 0.001$), 1.51 ($t = 56.73$, $p < 0.001$), 1.47 ($t = 41.67$, $p < 0.001$)로 체장의 성장에 따라 상악장이 부등성장을 하였다 (Fig. 11). 3種間의 상대성장식에서는 꼭저구 $UJL = 0.039X^{1.32}$, 검정꼭저구 $UJL = 0.018X^{1.51}$, 무늬꼭저구 $UJL = 0.020X^{1.47}$ 로 경사에서 유의한 차이를 나타내었으며 ($p < 0.001$), 검정꼭저구와 무늬꼭저구가 꼭저구보다 더 빠른 성장을 나타내었다.

7. 체장-배지느러미 길이

체장과 배지느러미 길이에 대한 꼭저구, 검정꼭저구, 무늬꼭저구의 상대성장계수 K값은 각각 0.88 ($t = 71.05$, $p < 0.001$), 0.81 ($t = 67.11$, $p < 0.001$), 0.77 ($t = 55.71$, $p < 0.001$)로 체장의 성장에 따라 배지느러미 길이는 부등성장을 하였다 (Fig. 12). 3種間의 상대성장식에서는 꼭저구 $P_2-L = 0.288X^{0.88}$, 검정꼭저구 $P_2-L = 0.289X^{0.81}$, 무

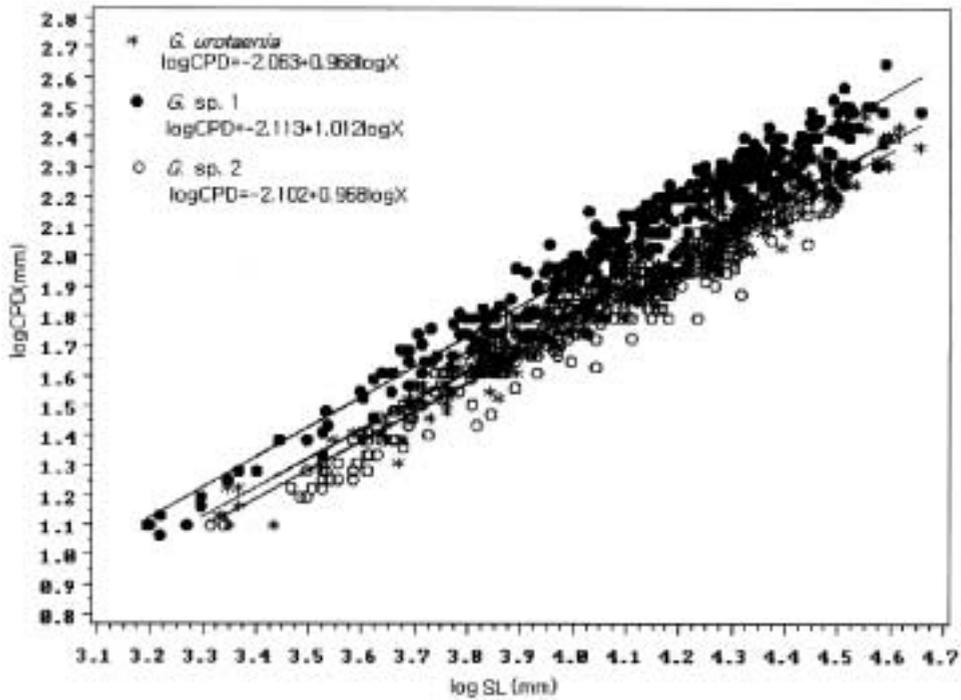


Fig. 10. The relationship between caudal peduncle depth and standard length of three species of genus *Gymnogobius*.

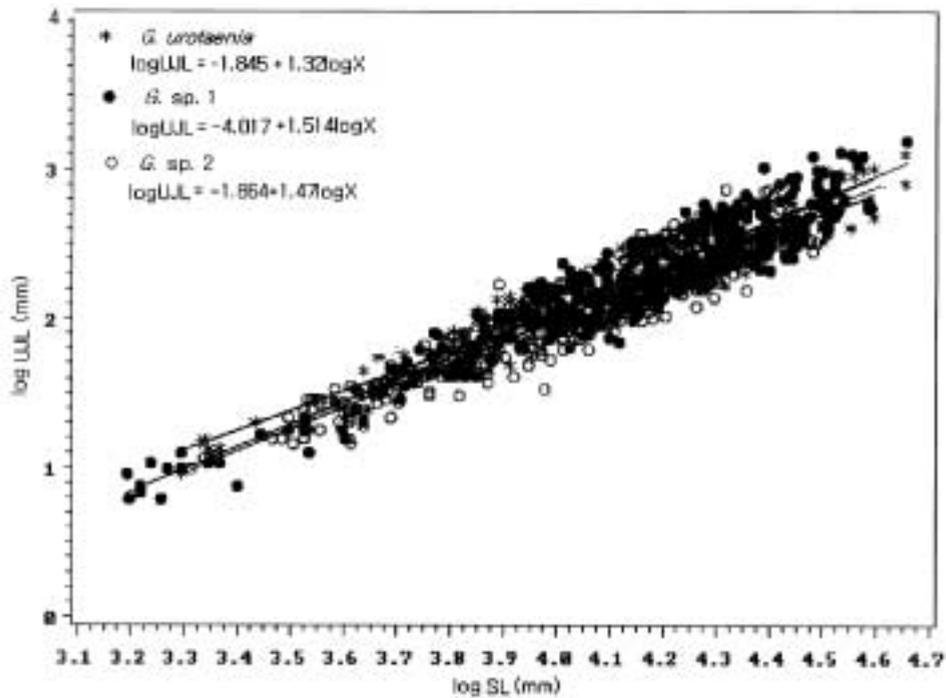


Fig. 11. The relationship between upper jaw length and standard length of three species of genus *Gymnogobius*.

늑꼭저구 $P_2-L = 0.414X^{0.77}$ 로 경사에서 모두 유의한 차이를 나타내었고 ($p < 0.001$) 꼭저구가 가장 높게 나타났고, 무늬꼭저구가 가장 낮은 값을 나타내었다.

이상의 결과를 종합해보면, 상대성장에서 種間 차이가 인정된 형질은 체고, 두장, 미병고, 상악장, 배지느러미의 길이였다. 꼭저구의 두장과 배지느러미 길이의 성장

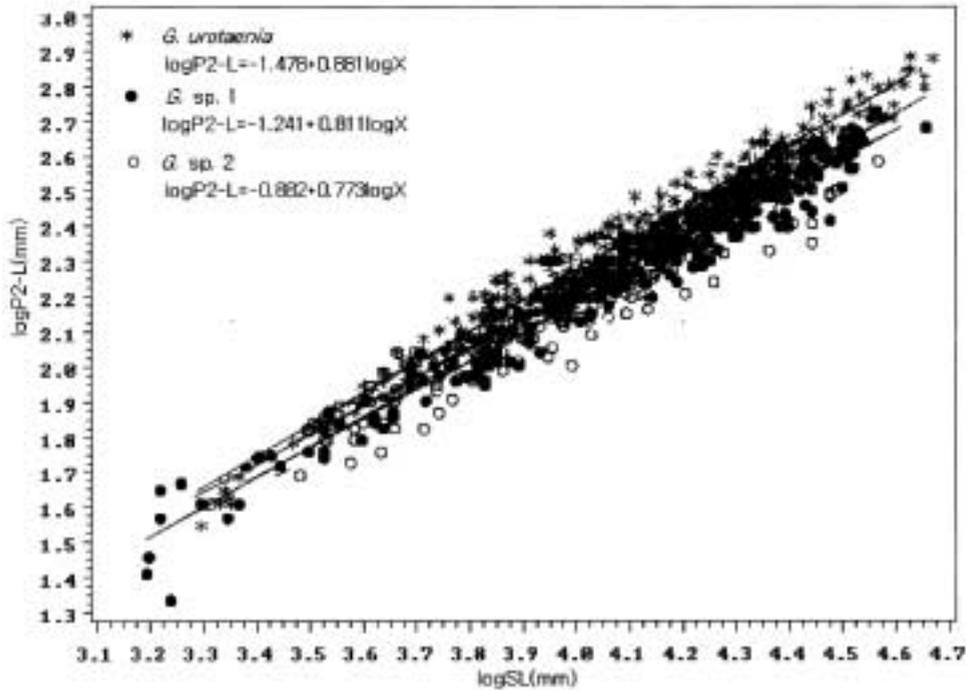


Fig. 12. The relationship between pelvic fin ray length and standard length of three species of genus *Gymnogobius*.

은 모든 연령에서 3種 중 가장 빠른 성장을 나타내었다. 검정꼭저구는 체고, 미병고 및 상악장의 성장이 연령이 증가할수록 성장속도가 3種 중 가장 빠른 경향을 나타내었다. 또한 무늬꼭저구는 이러한 형질의 성장 속도가 성장할수록 감소하여 3種 중 가장 느린 성장을 하였다. 이들 3種의 체장의 증가에 따른 몸 부위의 성장 속도의 차이는 형태적 특징(김, 1997; 김과 전, 2000)에 관한 결과와도 일치하고 있었다. 본 種과 근연종인 갈문망둑 (*Rhinogobius giurinus*)과 밀어 (*Rhinogobius brunneus*)의 경우 배지느러미의 길이에서 차이가 나타나는데, 이는 각각 유속이 느린 곳과 빠른 곳에서 서식하기 때문에 나타나는 특징이라고 보고된 바 있다 (Miyadi *et al.*, 1976). 또한 유속이 느린 지수역(止水域)에 서식하는 어류는 두장이 더 길다고 보고되고 있는데 (Hubbs, 1940; Ishino, 1986), 본 연구결과에서도 주로 하천의 양 가장 자리에 서식하고 있는 꼭저구(전 등, 1997)의 두장과 배지느러미 길이의 성장이 다른 2種보다 가장 빨랐는데 이는 성별 형태적 특징(김과 전, 2000)에서도 상대적으로 유심부를 더 선호하는 무늬꼭저구보다 꼭저구의 두장과 배지느러미 길이가 더 길다는 보고와도 잘 일치하고 있다. 특히, 김과 김(2000)은 이들 3種의 성별 차이를 나타낸 형질 중 상악장은 연령이 증가할수록 암수간에 현저한 차이가 나타난다고 보고한바 있는데, 이는 결국 수컷의 상악장이 연령이 증가할수록 암컷보다 빠르게

성장하기 때문에 성별 구별이 쉬운 것으로 판단되었다.

본 연구대상인 날망둑屬 3種의 체고, 두장, 미병고, 상악장, 배지느러미 길이 등의 5형질은 種間 차이가 인정된 형질로써 이들 3種間에 중요한 형질이라고 판단된다.

적 요

강원도 삼척시 호산리 호산천에서 채집된 꼭저구, 검정꼭저구, 무늬꼭저구 3種의 연령과 성장에 관하여 조사하였다. 체장 빈도 분포 조사에 의한 성별 성장조사에서 꼭저구의 당년생 수컷이 암컷보다 컸던 경우를 제외하고는 차이가 없었으나, 種間비교에서는 차이를 나타내었다. 즉, 꼭저구는 체장 45 mm 미만 집단이 당년생, 45~60 mm 집단이 1년생, 체장 60~80 mm 집단은 2년생, 80 mm 이상 집단은 3년생으로 추정되며 최대 체장은 105.0 mm였다. 검정꼭저구는 체장 55 mm 미만 집단이 당년생, 55~65 mm 집단은 1년생, 65~85 mm 집단은 2년생, 85 mm 이상 집단은 3년생으로 추정되며 최대 체장은 105.3 mm였다. 무늬꼭저구는 체장 40 mm 미만 집단이 당년생, 40~55 mm 집단은 1년생, 체장 55~75 mm 집단은 2년생, 체장 75 mm 이상은 3년생으로 추정되며 최대 체장은 85 mm를 넘지 않았다. 본 조사에서 만 4년

생 이상되는 개체는 채집되지 않았고 암수간에 성장은 비슷하였다. 3種 중 검정꼭저구가 모든 연령에서 다른 2종보다 성장이 약 5~10 mm 더 빨랐던 반면, 무늬꼭저구는 가장 느린 성장을 나타내었다 ($p < 0.0001$).

체장의 성장에 따른 몸 부위의 형태적 변화를 공분산 분석으로 비교검토해 본 결과, 種間 차이가 인정된 형질은 체고, 두장, 미병고, 상악장, 배지느러미의 길이였다. 즉, 꼭저구는 두장과 배지느러 길이에서 연령이 증가할수록 가장 빠른 성장을 나타내었고 검정꼭저구는 체고, 미병고, 상악장의 형질에서 가장 빠른 성장을 한 반면, 무늬꼭저구는 5개의 형질 모두 가장 느린 성장을 하였다.

인 용 문 헌

- Akihito, K. Sakamoto, Y. Ikeda and A. Iwata. 2000. Suborder Gobioidae In: The Fishes of Japan with Pictorial Keys to the Species. 2nd ed., Nakabo, T. (ed.), Tokai Univ. Press, Tokyo, p. 1197. (in Japanese)
- Bagenal, T.B. and F.W. Tesch. 1978. Age and growth. In: T.B. Bagenal, (ed.), Methods for assessment of fish production in fresh waters. Blackwell Scientific Publ., Oxford. pp. 101-136.
- Hilgendorf, F.M. 1879. Einige Beiträge zur Ichthyologie Japan's. Sitzuer. Nat. Freunde, Berlin, (5) : 107~108.
- Hubbs, C.L. 1940. Speciation of fishes. Amer. Nat., 74 : 198~211.
- Ishino, K. 1986. Studies on the morphological and ecological characteristics of three types of *Chaenogobius annularis* Gill (1859). Especially discussion on differentiation and adaptation of three types of *Chaenogobius annularis* Gill (1859). Ph. D. Thesis. Fac. Fish. Hokkaido Univ, pp. 192~196 (in Japanese).
- Martin, W.R. 1949. The mechanics of environmental control of body form in fishes, Univ. Toronto Studies, Biol., 58, Pub. Ont. Fish. Res. Lab., 70 : 1~91.
- Miyadi, D., H. Kawanabe and N. Mizuno. 1976. Colored Illustrations of the freshwater fishes of Japan. New Ed. Completely revised. Hoikusha, Osaka., pp. 348~351.
- Stevenson, D.E. 2000. Discovery of the holotype of *Chaenogobius annularis* Gill (Perciformes: Gobiidae) and its taxonomic consequences. Copeia, 3 : 835~840.
- 김영자. 1997. 호산천산 꼭저구속 3종의 형태적 특징과 미세분포에 관하여. 상명대학교 석사학위논문. pp. 1~35.
- 김영자 · 김종만, 2001. 한국산 날망둑속 3종 (망둑어과)의 성적이형. 한국어류학회지, 13(2) : 177~122.
- 김영자 · 전상린. 1996. 한국산 꼭저구 (망둑어과) 3형의 형태적 특징. 상명대학교 자연과학논문집, 3 : 1~21.
- 김영자 · 전상린. 2000. 한국산 꼭저구속 (망둑어과) 3종의 형태적 특징. 환생지, 18(4) : 387~394.
- 전상린. 1997. 한국산 꼭저구 (망둑어과) 3종의 검색과 분포. 상명대학교 기초과학논문집, 10 : 205~237.
- 전상린 · 변화근 · 김영자. 1997. 호산천산 꼭저구 (망둑어과) 3종의 미세분포에 관하여. 한국육수학회지. 30(1) : 21~27.

Received : October 8, 2001

Accetped : December 3, 2001