

## 베도라치(*Enedrias nebulosus*)의 연령, 성장 및 산란

강용주 · 김영혜 · 김원태  
부산수산대학교 해양생물학과

### Age, Growth and Spawning of *Enedrias nebulosus*

Yong-Joo KANG, Yeong-Hye KIM and Won-Tae KIM

Department of Marine Biology, National Fisheries University of Pusan, Pusan 608-737, Korea

Age, growth and spawning period of *Enedrias nebulosus* were estimated based on otoliths taken from a total of 255 fish samples of *E. nebulosus*, which were caught in the coastal waters of Kodokto near Pusan from November 1990 to October 1991. Marginal increment analysis indicates that annuli in *E. nebulosus* are formed in December. Spawning period was estimated to be November to January, with a peak in December. The von Bertalanffy growth equations were expressed as follows:  $L_t = 33.64(1 - e^{-0.1357(1+2.6853)t})$  and  $W_t = 414.11(1 - e^{-0.1357(1+2.6853)t})^{3.9745}$ , where  $L_t$  is total length in cm,  $W_t$  is total weight in g and  $t$  is age in year.

**Key words** : age, growth, spawning, increment, von Bertalanffy growth equation

#### 서 론

베도라치는 농어목 장갱이과 베도라치屬에 속하는 어류로서 우리나라, 일본, 사할린 이남, 블라디보스톡 부근 및 북중국에 분포하고 있다 (Chyung, 1977).

베도라치류는 조수의 웅덩이나 간조선 부근의 암초 근처에서 서식하며, 밝은 곳을 피하여 밤에 활동한다. 항상 좌우의 눈을 따로 움직이면서, 주의 깊게 사방을 살피다가 작은 어류 등이 접근하면 신속히 뛰어 나가서 잡아먹는다 (Kang et al., 1992).

베도라치류에 관한 연구를 살펴보면, 서해안 베도라치류에 대해서는 치어자원 (Hur et al., 1984)과 식성 (Kim et al., 1985)에 관한 보고가 있고, 흰베도라치에 관한 보고는 분류학적 연구 (Hur and Yoo, 1983; Yatsu, 1981), 치자어의 형태 및 골격 발달 (Yoo, 1985), 초기생활사 (Hwang, 1989) 등의 연구가 있다. 그러나 현재까지 베도라치에 관한 연구는 분류학적인 연구 (Hur and Yoo, 1983; Yatsu, 1980; Yatsu, 1981)와 산란습성 (Mito, 1954; Kang et al., 1992)이 보고되어 있다.

베도라치의 성어는 상업적으로 이용되지 않으나, 치어기때 해선망에 의해 어획되어 “뱅어포”로서 상품화 되는 중이며 서해연안의 어업자원으로 매우 중요하다 (Hur et al., 1984).

본 보고는 베도라치 자원 연구에 기초되는 성장상태를 알기 위해서 이석을 이용한 연령, 성장 및 산란을 조사한 결과이다.

#### 재료 및 방법

표본은 1990년 11월부터 1991년 10월까지 부산 가덕도 연안 (Fig. 1)에서 소형정치망에 의해 어획된 어획물을 민락어시장에서 매월 1회, 총 255마리를 채집하였다.

채집한 어체를 실험실로 옮겨와 전장은 0.1 cm까지, 체중은 0.1 g까지 측정하였다. 생식선을 추출하여 성과 성숙도를 확인한 후 추출한 생식선을 정밀화학저울에서 0.01 g까지 측정하였다.

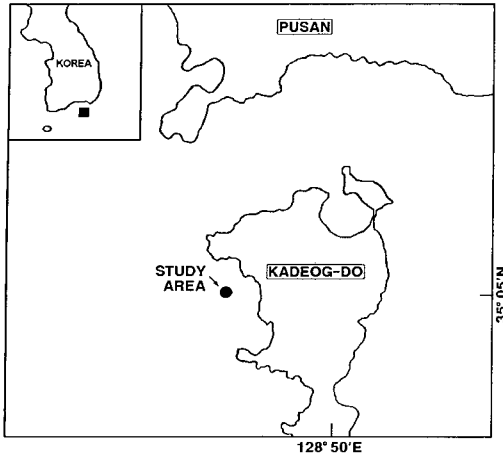


Fig. 1. Location of sampling site for this study.

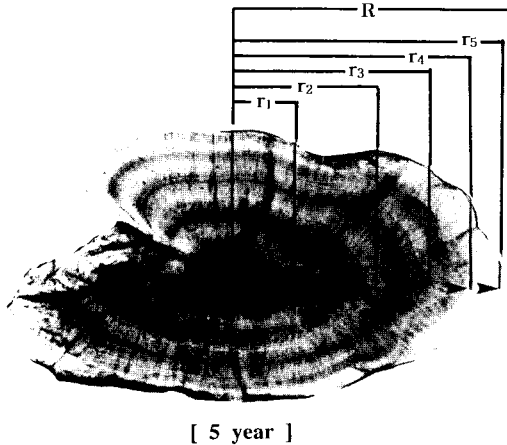


Fig. 2. Otolith radius(R) and ring radius( $r_n$ ) on the otolith of *E. nebulosus*.

연령형질로 사용한 이석은 眼窩後緣의 中央後下部骨을 절개하여 좌우 한 쌍을 꼬집어냈다. 적출한 이석은 0.4 0.5% KOH 용액에 약 24시간 침적시킨 후 물로 세척하여 표면에 붙은 오물을 완전히 제거하였다. 이석의 면을 사포 400번과 1000번에 차례로 갈아 표면을 부드럽게 하여 물로 세척한 뒤 완전히 건조시켰다. 이와 같이 처리한 이석을 슬라이드 글라스위에 나란히 놓고 캐나다 발삼용액을 떨어뜨려 커버글라스로 덮어 영구표본을 만들었다.

표본 제작된 이석의 표면은 중심부에 있는 초점을 중심으로 타원형의 불투명대와 투명대가 교대로 뚜렷이 나타났다. 투명대에서 불투명대로 이행하는 경계 보다는 불투명대에서 투명대로 이행하는 경계가 더

명확하였으므로 이를 輪紋으로 정의하였다. 각 어체마다 채취한 한쌍의 이석 중 輪紋이 뚜렷한 것을 선택하여 초점에서 이석의 연변까지의 최장축을 측정 기준선으로 설정하여 그 측정 기준선을 따라 초점에서 연변까지의 거리를 이석경 (R)으로 하였다. 윤경의 측정은 쌍안 현미경을 이용하여 마이크로메타로 측정하였다. 초점에서 제 1輪紋까지의 거리를 제 1윤경 ( $r_1$ ), 초점에서 제 2輪紋까지의 거리를 제 2윤경 ( $r_2$ )으로 하여 초점에서 각 輪紋까지의 윤경을 측정하였다 (Fig. 2).

판독한 輪紋이 연령형질로 적합한 가를 검토하기 위해 이석경과 윤경간의 대응성과 輪紋 형성시기 및 주기성을 검토하였다.

연령형질로서 확인된 輪紋이 1년에 몇 번, 어느 시기에 형성되는 지를 알기 위해 연역지수 (Marginal index:  $MI = (R - r_n) / (r_n - r_{n-1})$ )의 월별변화를 추정하였다. 여기서 R은 이석경,  $r_n$ 은 이석의 중심부에서 n 번째 輪紋까지의 거리이다. 산란기는 생식소 속도지수 (Gonadosomatic index:  $GSI = GW/W \times 10^3$ ), 비만도 (Fatness:  $f = (W/L^3) \times 10^3$ ) 및 육안판별에 의한 생식소 속도단계로서 산란기를 추정하였다. 여기에서 GW는 생식소 중량, W는 체중 그리고 L은 전장이다. 육안적 판별에 의한 생식소의 속도를 5단계로 구분하였다. 생식소의 색깔이 미백색인 것은 미숙, 미색인 것은 증숙, 난이 조금씩 보이기 시작하며 황색인 것은 성숙, 난이 짙 차서 계속 흘러내리는 것은 방란중, 난이 거의 다 빠져나가고 퇴화된 것은 방란후로 나타내었다.

초륜이 형성되는데 소요되는 기간은 산란기와 운문 형성시기로 추정하였다. 그리고 평균 윤경으로부터 輪紋 형성시의 전장을 역계산하는 데는 이석경과 전장간의 직선 회귀관계를 적용하였다. 전장과 체중간의 상대성장에 대해 포물선식을 구하고, 이 식에 역계산 전장을 대입함으로써 輪紋 형성시의 체중을 추정하였다. Walford 정차도법 (Gulland, 1969)을 사용하여 극한체장 및 성장 파라메타를 추정하였고, 성장식은 버트란피 모델로 나타내었다.

## 결 과

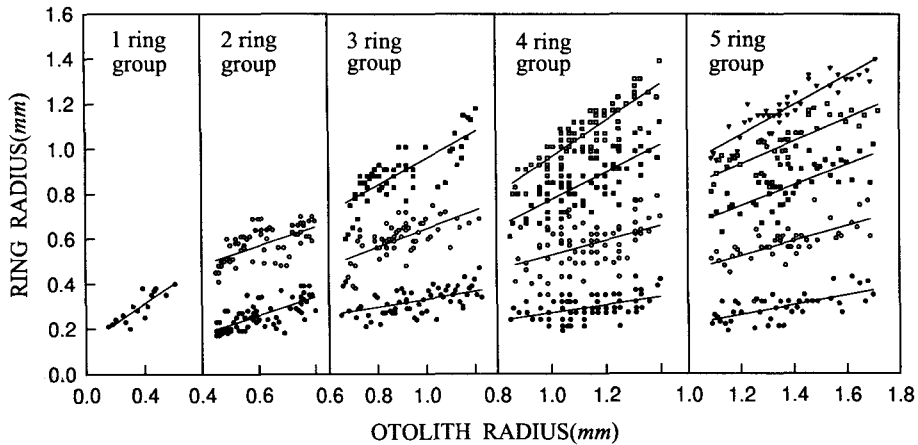


Fig. 3. Relationship between otolith radius and ring radius of *E. nebulosus*.

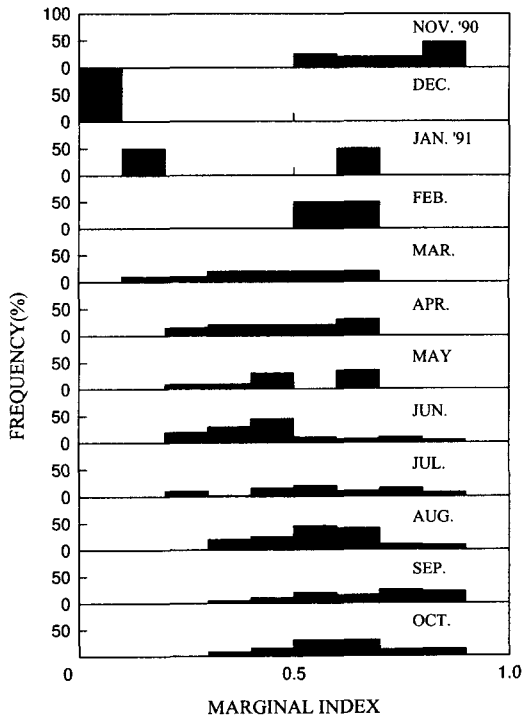


Fig. 4. Monthly changes in marginal growth rate of the otolith of *E. nebulosus*.

윤문형성시기 및 주기성: 이석에 나타나는 輪紋이 연령형질로서 적합한 가를 확인하고, 확인된 輪紋 중 위륜 및 이상형성륜을 가려내기 위해 이석경과 윤경간의 관계를 비교하였다 (Fig. 3). 각 윤경은 인접한 윤경과 서로 명확히 분리되었다. 더욱이 같은 수의 輪紋을 가지는 경우에도 이석경이 커짐에 따라 윤경

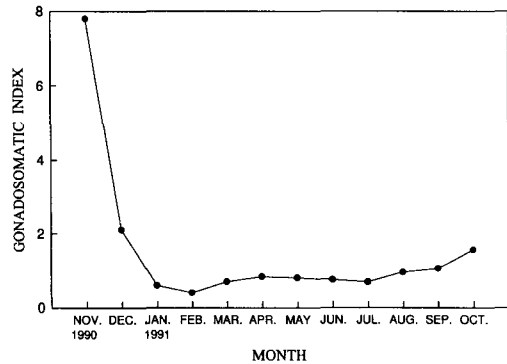


Fig. 5. Monthly changes in gonadosomatic index of *E. nebulosus*.

역시 크게 나타났다. 따라서, 이석에 나타나는 윤문을 판독한 결과 대응성과 주기성을 가지므로 이석이 동종의 연령형질로 적합하다고 판단되었다.

輪紋의 월별 분포로부터 추정된 윤문형성시기 및 주기는 年 1회 11월에서 12월에 형성되었다 (Fig. 4).

산란기 추정: 생식소 속도지수는 7월부터 서서히 증가하기 시작하여 11월에 최대값을 나타내었다. 이후 감소하기 시작하여 12월 이후 급속히 낮아졌다 (Fig. 5). 비만도는 11월에 가장 높았고 1월에 최저값을 나타내었다 (Fig. 6). 속도계급의 월별 변화에 의하면 완숙한 개체가 7월부터 나타나기 시작하여, 11월에 방란을 시작하는 것으로 추정되었고, 12월에는 방란후인 개체만 출현하였다. 이들 결과로부터 베도라치의 산란기는 11월에서 12월로 추정되었다 (Fig. 7).

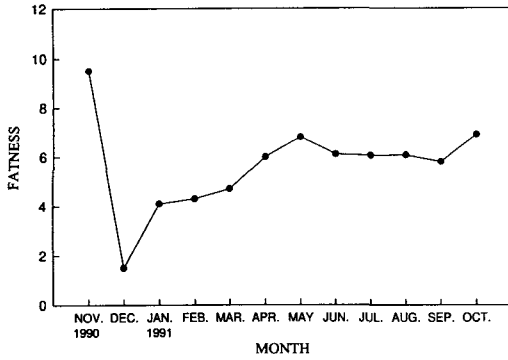


Fig. 6. Monthly changes in fatness condition of *E. nebulosus*.

성장식 추정 : 이석의 불투명대에서 투명대로 이행하는 경계가 年 1회 형성되는 주기성을 가지는 輪紋임을 확인하고, 이 輪紋을 연령으로 간주하여 각 연령의 평균 윤경을 구하였다 (Table 1). 이석의 중심부에서 각 연령까지의 평균 윤경은  $r_1=0.30$  mm에서  $r_5=1.16$  mm의 범위에 있었다.

Table 1의 각 평균 윤경 관측치로부터 輪紋 형성시의 전장을 역계산하기 위하여 이석경 (R)과 체장 (L) 간의 관계식을 추정하였다 (Fig. 8). 이석경 (R)과 전장 (L)간에는  $L=10.3098+9.8896 \times R$ 의 직선회귀 관계가 있었으며, 이때의 전장 (L)과 체중 (W)간의 관계식은  $W=3.5351 \times 10^{-4} \times L^{3.9745}$ 의 상대성장식을 구할 수 있었다 (Fig. 9). 이로부터 輪紋 형성시의 평균 전장과 평균 체중을 추정하였다 (Table 2).

따라서 Table 2에 제시된 輪紋 형성시의 전장의 역계산 추정은  $L_{1.0}=13.24$  cm,  $L_{2.0}=15.43$  cm,  $L_{3.0}=18.22$  cm,  $L_{4.0}=20.40$  cm,  $L_{5.0}=21.78$  cm이었으며, 체중은  $W_{1.0}=10.18$  g,  $W_{2.0}=18.72$  g,  $W_{3.0}=36.20$  g,  $W_{4.0}=56.67$  g,  $W_{5.0}=73.54$  g이었다.

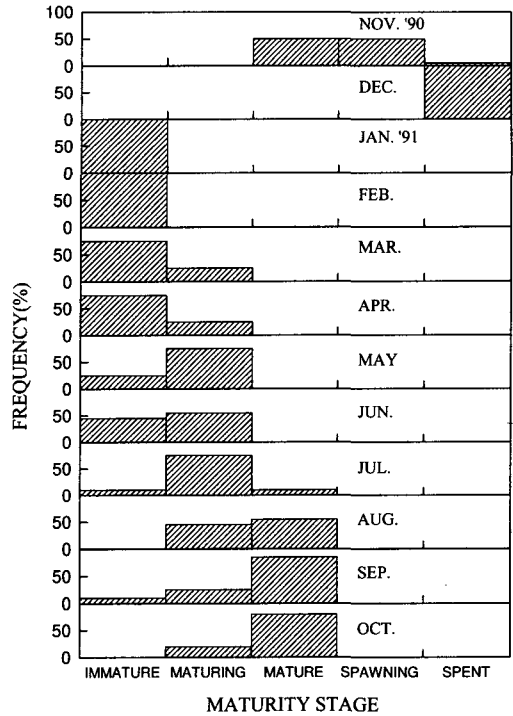


Fig. 7. Monthly changes in maturity stage for the female of *E. nebulosus*.

Walford 정차도법으로부터 추정된 극한체장 ( $L_{\infty}$ )은 33.64 cm, 성장계수 (k)는 0.1357로 추정되었고, 이들 값을 버트란피 성장식에 적용시켜 얻은 제로 연령 ( $t_0$ )일때의 값은 -2.6853으로 추정되었다 (Fig. 10). 이를 중량성장식으로 표시하면,  $W_t=414.11(1-e^{-0.1357(t+2.6853)})^{3.9745}$ 로 추정되었다.

고 찰

Table 1. Average ring radius on the otolith of *E. nebulosus*

Ring group	Number of specimen	Ring radius (mm)					R
		$r_1$	$r_2$	$r_3$	$r_4$	$r_5$	
1	16	0.28					0.56
2	77	0.27	0.50				0.84
3	59	0.29	0.51	0.80			1.02
4	60	0.30	0.49	0.78	1.00		1.20
5	43	0.34	0.57	0.82	1.04	1.16	1.32
	Mean	0.30	0.52	0.80	1.02	1.16	0.99

Table 2. Back-calculated total length and body weight at the formation of the otolith ring of *E. nebulosus*

Ring group	Ring					
	1st	2nd	3rd	4th	5th	Mean
Total length (cm)	1	13.08				15.85
	2	12.98	15.25			18.62
	3	13.18	15.35	18.22		20.40
	4	13.28	15.16	18.02	20.20	22.18
	5	13.67	15.95	18.42	20.59	21.78
Mean	13.24	15.43	18.22	20.40	21.78	20.08
Body Weight (g)	1	9.69				20.79
	2	9.40	17.84			39.44
	3	9.99	18.31	36.18		56.69
	4	10.29	17.42	34.63	54.52	79.05
	5	11.55	21.32	37.78	58.82	73.54
Mean	10.18	18.72	36.20	56.67	73.54	58.62

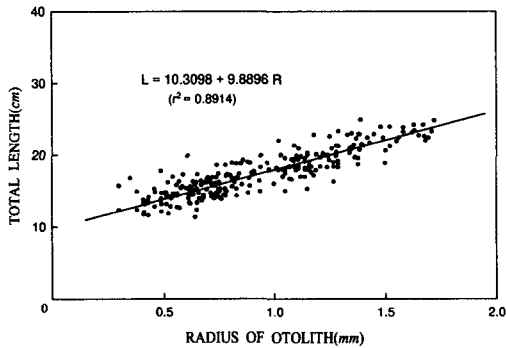


Fig. 8. Relationship between otolith radius and total length of *E. nebulosus*.

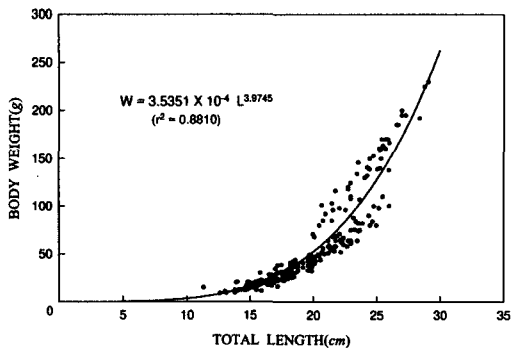


Fig. 9. Relationship between total length and body weight of *E. nebulosus*.

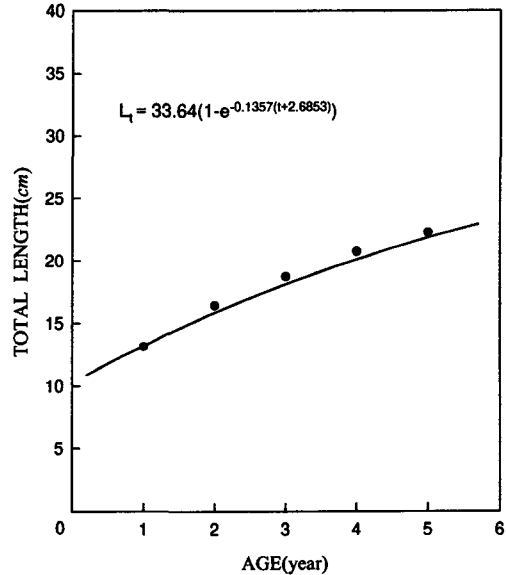


Fig. 10. von Bertalanffy length growth curve of *E. nebulosus*.

본 종은 아가미호흡과 피부호흡을 병행하는 종으로서, 피부호흡을 함으로 비늘이 퇴화되어 매우 작기 때문에 연령형질로 사용하기에는 부적당하였다. 이에 비해 이석은 채취는 어렵지만 이석낭속에 존재하므로 정확한 위치에서 적출 가능하고 輪이 잘 나타나므로

다른 연령형질보다 오차가 거의 없고 정확하기 때문에 본 연구에서 연령형질로 사용하였다. 이석의 모양은 輪紋이 하나일 때는 거의 완전한 원형에서 나이가 증가함에 따라 타원형으로 되었다.

본 연구에서 산란기는 11월에서 12월로 추정되었고, Hur et al.(1984)의 연구결과와 잘 일치하고 있다.

산란습성에 관한 연구를 보면, Kang et al.(1992)은 점착난을 낳고 수컷이 난을 지키는 것으로 보고하였고, Mito (1954)은 친어가 난을 卵塊로 만들어 몸으로 감싸서 보호하는 것으로 보고하고 있다. 이와 같이 베도라치의 산란습성에 대한 연구결과가 상반됨으로 산란습성에 관한 연구가 반드시 이루어져야 된다고 판단된다.

베도라치류에 관한 연구는 분류학적인 측면과 분포 등에 관한 것이 거의 대부분이고, 성장에 관한 연구는 Hwang (1989)이 흰베도라치의 이석의 일륜을 추정하여 초기생활사를 보고한 것 외에는 아직 연구 발표된 것이 없다. 따라서 본 연구는 베도라치의 이석에 나타난 일륜을 가지고 연령, 성장 및 산란에 관한 연구로서 베도라치의 생활사를 밝히는 데 기초 자료로 사용가능하리라 판단된다.

## 요 약

부산 가덕도 연안에서 1990년 11월부터 1991년 10월까지 채집한 베도라치의 연령, 성장 및 산란을 조사하였다. 연령형질은 이석을 사용하였고, 輪紋은 투명대에서 불투명대로 이행하는 경계로 하였다. 輪紋 형성시기는 12월이었고, 年 1회 형성되었다. 산란기는 11월에서 12월로 추정되었고, 주산란기는 12월이었다. 따라서 초륜이 형성되기까지 소요되는 기간은 1.0년으로 추정되었다. 베도라치의 성장식은  $L_t = 33.64(1 - e^{-0.1357(1 + 2.6853)t})$ ,  $W_t = 414.11(1 - e^{-0.1357(1 + 2.6853)t})^{3.9745}$  이었다.

## 참 고 문 헌

- Chyung, M. K. 1977. The Fishes of Korea. 11-JI Sa. Seoul, 426pp.
- Gulland, J. A. 1969. Manual of methods for fish stock assessment, Part I. Fish population analysis. FAO Man. Fish. Sci. 4, 1~154.
- Hur, S. B, D. Y. Kim and J. M. Yoo. 1984. Larval stock of *Enedrias* in the Yellow Sea. Bull Nat'l. Fish. Univ. Pusan. 24(1), 69~79.
- Hur, S. B. and J. M. Yoo. 1983. Notes on external morphology of *Enedrias nebulosus* and *E. fangi* in Korean waters. Bull. Korean Fish. Soc. 16(2), 97~102.
- Hwang, S. D. 1989. Early life history of the gunnel, *Enedrias fangi*; as indicated by microstructures in otolith. MS Thesis, Chung Nam Univ. 61pp.
- Kang, Y. J., C. K. Park, S. E. Moon, S. Yoon, J. W. Chung, K. C. Shin, S. S. Chae and Y. S. Chung. 1992. History and nature of Pusan. Pusan Life Shinmun Sa, 347~349.
- Kim, J. M., D. Y. Kim, J. M. Yoo and H. T. Huh. 1985. Food of the larval Gunnel, *Enedrias fangi* Bull. Korean Fish. Soc. 18(5), 484~490.
- Mito, S. 1954. Breeding habits of a blennioid fish, *Salarias enosimae*. Japan J. Ichthyol. 3(3, 4, 5), 144~152.
- Yatsu, A. 1980. Geographical variation in vertebral number in two pholidid fishes, *Enedrias nebulosus* and *E. crassispina* around Japan. Japan J. Ichthyol. 27(2), 115~121.
- Yatsu, A. 1981. A revision of the gunnel family pholididae(Pisces, Blemmioidei). Bull, Natur. Sci. Mus. Tokyo, Ser. A(4), 165~190.
- Yoo, J. M. 1985. A study on the morphological and skeletal development of larvae and juveniles of *Enedrias fangi* (Wang and Wang), MS Thesis, Nat'l. Fish. Univ. Pusan. 45pp.

1995년 4월 7일 접수

1996년 1월 27일 수리