

## 동해안 고무꺼정어, *Dasycottus setiger* (Bean)의 성숙과 산란

양재형 · 이성일\* · 황선재<sup>1</sup> · 박종화<sup>1</sup> · 권혁찬 · 박기영<sup>2</sup> · 최수하<sup>2</sup>

국립수산과학원 동해수산연구소, <sup>1</sup>국립수산과학원,  
<sup>2</sup>강릉대학교 해양생명공학부

## Maturity and Spawning of Spinyhead Sculpin, *Dasycottus setiger* (Bean) in the East Sea, Korea

Jae Hyeong Yang, Sung Il Lee\*, Seon Jae Hwang<sup>1</sup>, Jong Hwa Park<sup>1</sup>,  
Hyeok Chan Kwon, Kie Young Park<sup>2</sup> and Soo Ha Choi<sup>2</sup>

East Sea Fisheries Research Institute, National Fisheries Research  
& Development Institute, Gangnung 210-861, Korea

<sup>1</sup>National Fisheries Research & Development Institute, Busan 619-705, Korea

<sup>2</sup>Faculty of Marine Bioscience & Technology, Kangnung National University,  
Gangnung 210-702, Korea

Maturity and spawning of spinyhead sculpin, *Dasycottus setiger* were investigated using samples collected by the eastern sea danish seine and gillnet in the East Sea of Korea from January to December 2004. We analyzed monthly changes in maturity stages, gonadosomatic index (GSI), egg diameter, fecundity, total length at 50% group maturity, and sex ratio. GSI began to increase in August, reached a maximum between September and November, and decreased in December. The spawning period was August to December, and the main spawning period was September to November. The fecundity ranged from 6,210 eggs at 22.3 cm (TL) to 15,898 eggs at 32.2 cm (TL). The relationship between total length (TL) and fecundity (F) was  $F=25.475TL^{1.818}$  ( $R^2=0.761$ ), and F increased with TL. The TL at 50% group maturity was estimated to be 23.4 cm. The sex ratio was 1 : 1.3 (female : male), indicating the male population was seem to be slightly predominant.

**Key words** : *Dasycottus setiger*, spinyhead sculpin, maturity, spawning, East Sea

### 서 론

고무꺼정어 (*Dasycottus setiger*)는 썸뱀이목 물수배기과에 속하는 어종으로 우리나라 동해 중부해역과 일본 북부, 오호츠크해 및 알래스카 해역에 분포한다(최 등, 2003). 고무꺼정어는 비교적 찬물을 좋아하는 냉수성 어

종으로서 수심 20~800 m의 바닥에 서식하며(최 등, 2003), 주로 갑각류 등 저서성 동물을 포식하는 것으로 알려져 있다(국립수산과학원, 2004).

고무꺼정어의 생태에 관한 연구는 국내에서는 거의 전무하나, 국외에서는 고무꺼정어의 성장, 먹이생물 및 유생 발달 등에 대한 연구가 수행된 바 있다. Tokranov and Orlov (2001)에 의하면, 캄차카반도와 쿠릴열도 근해에 서식하는 고무꺼정어의 최대크기는 전장 45 cm, 중량

\*Corresponding author: silee@momaf.go.kr

1,550 g으로 수명은 약 11세이며, 주로 어린 계류, 새우류, 문어류 및 어류 등을 섭식한다고 하였고, Matarese *et al.* (1989)은 고무క్క정이가 체장(SL) 12 mm 정도 크기가 되면 모든 지느러미가 발달한다고 하였다.

고무క్క정이는 우리나라 동해안에서 주로 저인망, 트롤 및 자망어업 등에 의해 어획되는데, 그 상업적 가치는 높지 않으나, 국립수산물과학원 동해수산연구소에서 수행한 어업자원조사 결과(국립수산물과학원, 2005a, b)에 의하면, 최근 동해안에 고무క్క정이의 분포밀도가 높은 것으로 나타나 이 종에 대한 생태학적 연구가 필요한 것으로 생각된다.

또한, 우리나라 동해는 수심이 깊어 아직 미개발된 많은 심해성 어종들이 분포하고 있는 것으로 알려져 있고, 심해생태계에 대한 관심도가 높아짐에 따라 고무క్క정이와 같은 심해성 어종에 대한 생태학적 연구가 요구되고 있다.

따라서 본 연구는 우리나라 동해안에 분포하는 고무క్క정이의 자원생태학적인 정보를 얻기 위한 기초 연구로서, 고무క్క정이의 생식주기 및 재생산력을 알아보기 위해 성숙과 산란에 관한 조사를 수행하였다.

재료 및 방법

본 연구에 사용된 고무క్క정이 (*D. setiger*) 시료는 2004년 1월부터 12월까지 우리나라 동해안에서 동해구 기선 저인망 및 자망어업에 의해 어획된 것으로, 강원도 동해시 묵호항에서 매월 구입한 것이다 (Fig. 1, Table 1). 구입한 시료는 실험실에서 암·수 구분하여 체장은 0.1 cm, 체중은 0.1 g, 그리고 생식소중량은 0.01 g까지 측정하였다.

고무క్క정이의 생식소 성숙상태를 알아보기 위해 생식소 크기, 색조, 난의 투명상태, 그리고 난립의 크기 등을 기준으로 육안관찰하였으며, 성숙단계는 미숙 (immature), 중숙 (maturing), 완숙 (mature), 방란 후 (spent)의 4단계로 구분하여 각 단계의 월별 출현율을 관찰하였다.

생식소중량지수 (GSI)의 월 변화는 다음 식으로 구하였으며,

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

여기서, GW는 생식소중량 (습중량, g)이고, BW는 체중 (습중량, g)을 나타낸다.

난경조성의 월 변화를 알아보기 위해 난소 내 난피를

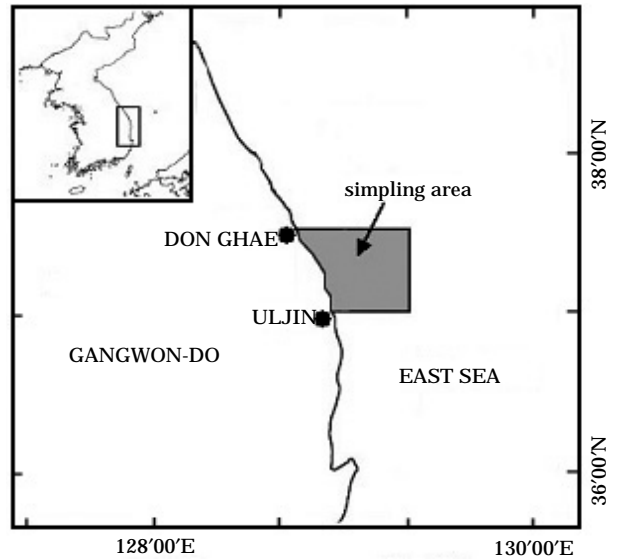


Fig. 1. Sampling area of spinyhead sculpin, *Dasycottus setiger* caught by the eastern sea danish seine and gillnet in the East Sea, Korea.

Table 1. Monthly number of samples and sex ratio of spinyhead sculpin, *Dasycottus setiger* in the East Sea, Korea

Month	Number (Ratio)		$\chi^2$
	Female	Male	
Jan.	19 (1)	11 (0.6)	2.13
Feb.	28 (1)	29 (1.0)	0.02
Mar.	18 (1)	40 (2.2)	8.34*
Apr.	15 (1)	27 (1.8)	3.43
May	22 (1)	23 (1.0)	0.02
Jun.	22 (1)	19 (0.9)	0.22
Jul.	22 (1)	28 (1.3)	0.72
Aug.	19 (1)	31 (1.6)	2.88
Sep.	14 (1)	39 (2.8)	11.79*
Oct.	33 (1)	25 (0.8)	1.10
Nov.	23 (1)	24 (1.0)	0.02
Dec.	24 (1)	36 (1.5)	2.40
Total	259 (1)	332 (1.3)	9.02*

\*Significant at the 1% level.

임의 추출하여 Gilson용액에 2~3일간 고정시켜 난을 분리한 후, 1개체당 50립씩 형상투영기 (Nicon, V-16E)로 난의 장경을 측정하였다.

포란수 (F)는 완숙단계의 개체 중 조직검경으로 산란하지 않았다고 판단되는 개체를 선정하여 습중량법 (Bagenal and Brown, 1978)으로 구하였다.

$$F = \frac{A - B}{C} \times e$$

여기서, A는 난소의 중량, B는 난소겉질의 중량, C는 난소 일부의 중량, 그리고 e는 C의 난 수이다.

군성숙체장은 산란기로 추정되는 월에 대해 체장크기별로 중숙이상의 속도를 가지는 개체의 비율을 구하여 logistic식에 적용시켜 50% 군성숙체장을 구하였다.

성비는 조사기간 동안 어체를 측정할 전 개체에 대해 월별 암·수비가 1:1인지 아닌지를 알아보기 위해  $\chi^2$ 검정을 이용하여 분석하였다.

$$\chi^2 = \frac{(n_1 - n_1')^2}{n_1} + \frac{(n_2 - n_2')^2}{n_2}$$

여기서,  $n_1$ 과  $n_2$ 는 각각 암컷과 수컷의 개체수이고,  $n_1'$ 과  $n_2'$ 는 각각  $n_1$ 과  $n_2$ 의 기대치이다.

### 결 과

조사기간 동안 총 591마리의 고무꺼정이 중에서 암컷이 42.8%, 수컷이 57.2%로 수컷의 비율이 높았다 (Table 1). 암컷의 체장범위는 전장 11~34 cm이었고, 수컷은 전장 18~39 cm의 범위를 보였으며, 평균체장은 암컷이 27.4 cm, 수컷은 28.8 cm이었다 (Fig. 2).

고무꺼정이 난소의 성숙상태를 육안관찰한 결과, 단계별 특성은 다음과 같다. 미숙상태 (immature)의 난소는 왜소하고 색깔이 투명하면서 엷은 분홍색을 띠며, 난소의 표피가 얇고 난립의 육안관찰이 거의 불가능하였다. 중숙상태 (maturing)의 난소는 색깔이 주황색으로 소혈관이 산재되어 있었고, 난립이 점차 분리되어 육안으로 관찰되었다. 완숙상태 (mature)의 난소는 진한 주황색을 띠며 최대로 비대해졌고, 난소 내의 난립이 쉽게 분리되었다. 방란 후 상태 (spent)의 난소는 색깔이 엷은 분홍빛으로 수축되어 있었고, 산란흔적을 볼 수 있었으며, 난 겹질이 무른 상태이었다.

고무꺼정이 암컷의 월별 생식소 발달과정을 분석한 결과는 Fig. 3과 같다. 중숙상태의 개체가 5~8월에 33~95%로 높은 출현율을 보였으며, 완숙상태의 개체는 5월부터 출현하기 시작하여 8월에 26%로 증가하였고, 9~11월에 각각 50%, 42%, 65%로 높게 나타났다. 방란 후 상태의 개체는 9월부터 12월까지 출현하였으며, 10월에 52%로 가장 높았고, 그 이후 점차 감소하였다. 미숙상태의 개체는 1~4월에 60% 이상으로 높은 출현율을 보였고, 이후 감소하였다가 12월에 71%로 다시 증가하였다. 따라서, 1~4월에는 미숙상태와 중숙상태의 개체만이 출현하였고, 5월부터 완숙상태의 개체가 출현하기 시작하여 9~11월에 높은 출현율을 보였으며, 9~11

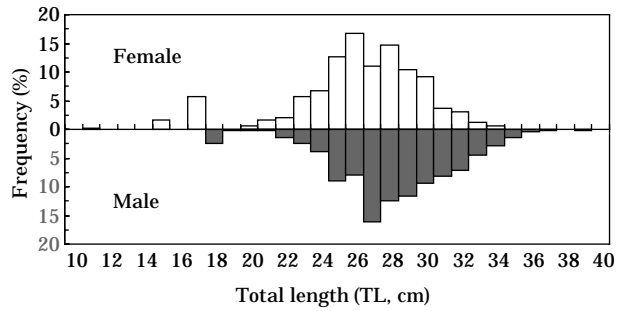


Fig. 2. Frequency-TL distribution of male and female spinyhead sculpin, *Dasycottus setiger* in the East Sea, Korea.

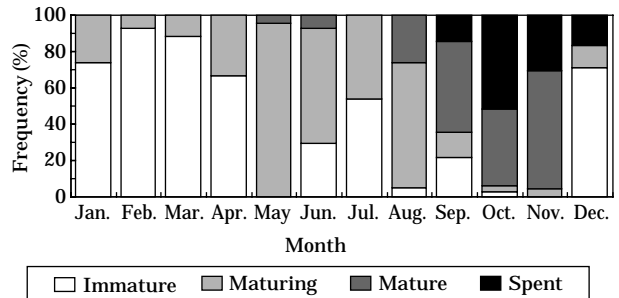


Fig. 3. Monthly changes in maturity stages of female spinyhead sculpin, *Dasycottus setiger* in the East Sea, Korea.

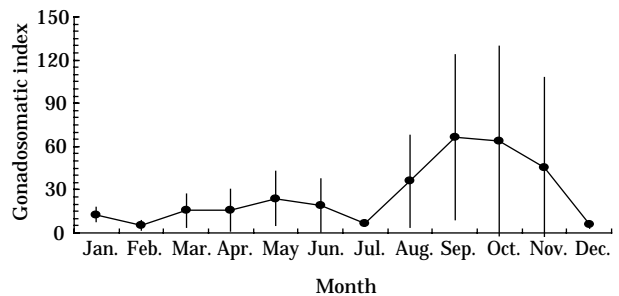


Fig. 4. Monthly changes in GSI of female spinyhead sculpin, *Dasycottus setiger* in the East Sea, Korea.

월에는 완숙상태와 방란 후 상태의 개체가 대부분을 차지하였고, 12월에 다시 미숙상태의 개체가 높은 출현율을 보였다.

생식소중량지수 (GSI)의 월 변화를 보면 (Fig. 4), GSI가 1~7월에는 낮은 값을 보이다가 8월부터 증가하기 시작하여 9~11월에 현저히 높았고, 12월 이후 다시 낮은 값을 나타내었다. 따라서 생식소 발달과정 및 GSI의 월 변화로부터 고무꺼정이의 산란기는 8~12월, 주 산란

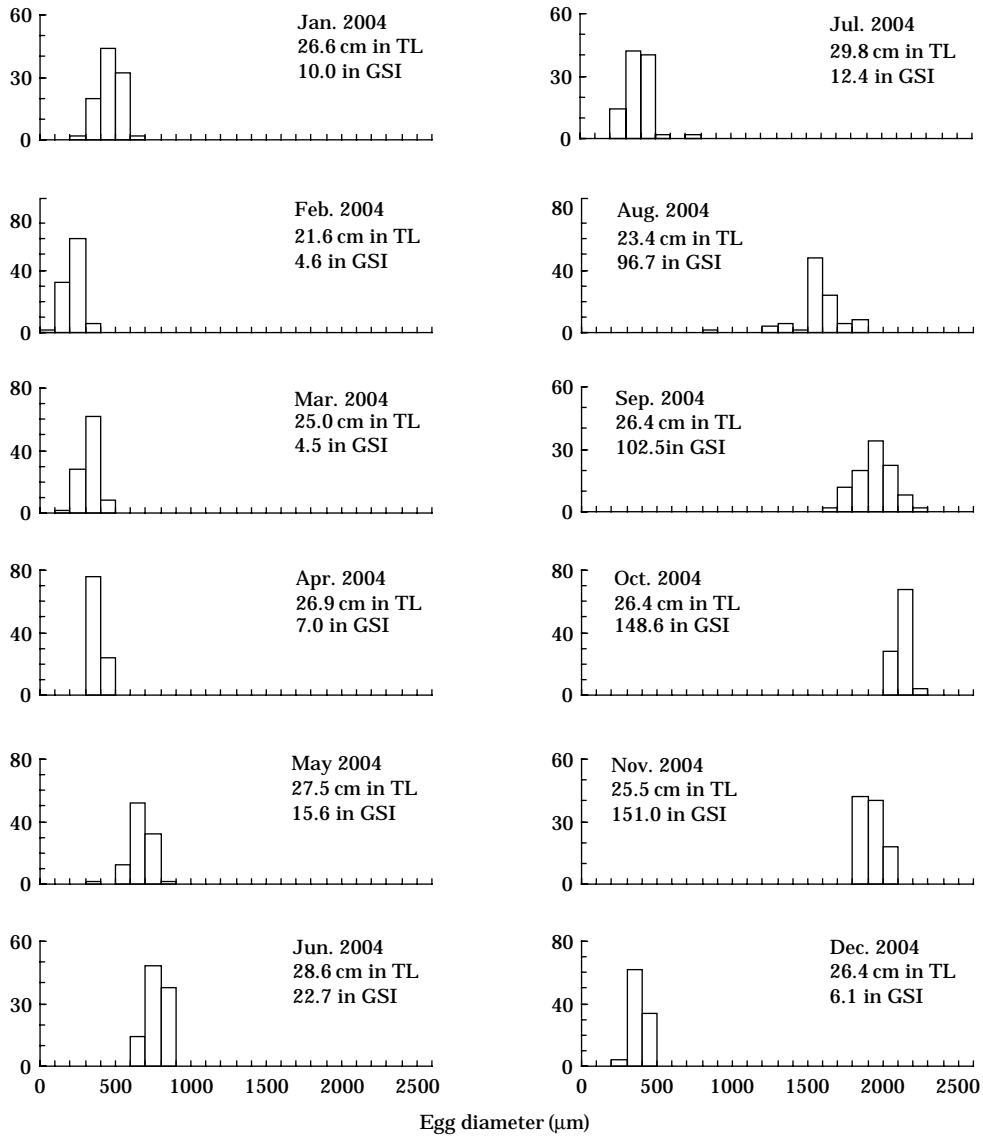


Fig. 5. Monthly changes in egg diameter of spinyhead sculpin, *Dasycottus setiger* in the East Sea, Korea.

기는 9~11월로 추정된다.

산란기 동안의 방란횟수 및 난소의 성숙발달에 따른 난경크기 변화를 알아보기 위해 난소 내 난경조성의 월 변화를 조사한 결과는 Fig. 5와 같다. 1~7월에는 1,000  $\mu\text{m}$  이하의 작은 난이었으나 8월부터 1,000  $\mu\text{m}$  이상의 크기로 성장하기 시작하여 9~11월에는 난 크기가 1,800~2,100  $\mu\text{m}$  전후로 최대이었고, 12월에 다시 1,000  $\mu\text{m}$  이하의 크기로 급격히 감소하였다.

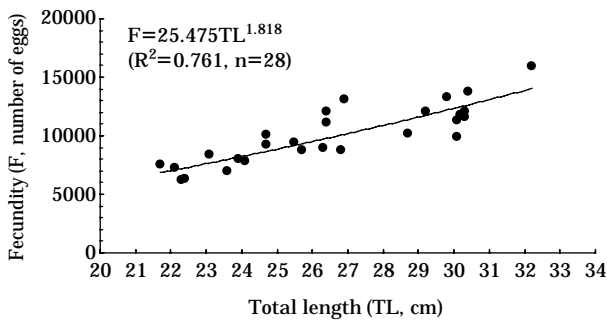
고무꺼정이의 재생산력을 알아보기 위해 주 산란기로 추정되는 9~11월의 성숙개체를 대상으로 조직검검에 의해 산란경험이 없다고 판단되는 개체에 대해 포란수를 조사한 결과 (Table 2), 최소 6,210개 (전장 22.3 cm)에서 최대 15,898개 (전장 32.2 cm)로 계수되어 전장 (TL)

과 포란수 (F)간의 관계식은  $F=25.475TL$  ( $R^2=0.761$ )이었다 (Fig. 6). 체장에 따른 절대포란수는 전장 21.0~22.9 cm에서 평균 6,831개로 가장 작았고, 전장 31.0~32.9 cm에서 평균 15,898개로 가장 많았다. 포란수는 연령과 크기와 영양상태에 따라 다르므로 (김과 장, 1994), 체장에 따른 상대포란수를 살펴보면 전장 21.0~22.9 cm에서 평균 309개로 가장 작았으며, 상대포란수 역시 체장이 커질수록 증가하여 전장 31.0~32.9 cm에서 평균 494개로 가장 많았다.

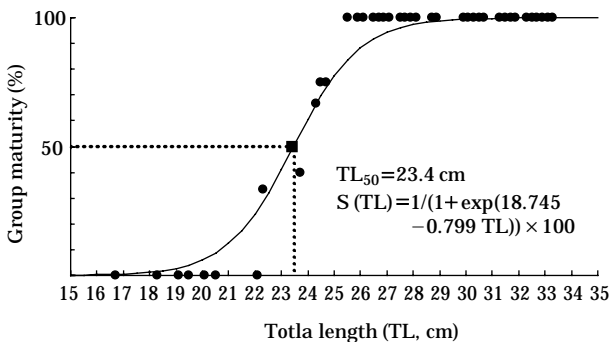
고무꺼정이가 산란에 참여하는 군성숙체장을 알아보기 위해 산란기간 동안에 중숙상태 이상의 개체는 당해 연도에 산란에 참여하는 것으로 간주하여 체장크기별 성숙개체의 출현율을 조사한 결과는 Fig. 7과 같다. 전장

**Table 2.** Absolute and relative fecundities according to total length of spinyhead sculpin, *Dasycottus setiger* in the East Sea, Korea.

Total length (cm)	Absolute fecundity (eggs)		Relative fecundity (eggs/cm)		n
	Range	Mean	Range	Mean	
21.0~22.9	6,210~7,521	6,831	278~347	309	4
23.0~24.9	6,935~10,095	8,421	293~409	350	6
25.0~26.9	8,726~13,066	10,318	326~486	387	8
27.0~28.9	10,161	10,161	415	415	1
29.0~30.9	9,916~13,781	11,997	329~453	399	8
31.0~32.9	15,898	15,898	494	494	1



**Fig. 6.** Relationship between total length and fecundity of spinyhead sculpin, *Dasycottus setiger* in the East Sea, Korea.



**Fig. 7.** Relationship between total length and group maturity of female spinyhead sculpin, *Dasycottus setiger* in the East Sea, Korea.

21 cm 이하에서는 산란에 참여하는 개체가 없었으며, 22 cm에서는 33%, 23 cm에서는 40%, 24 cm에서는 72%, 25 cm 이상에서는 100%로 전 개체가 산란에 참여하는 것으로 나타났다. 따라서 logistic식에 의한 고무걱정어 암컷의 50% 군성숙체장은 전장 23.4 cm로 추정되었다.

2004년 1월부터 12월까지 채집된 표본을 대상으로 고무걱정어의 월별 암·수간 성비를 분석한 결과는 Table 1과 같다. 조사기간 전체에 대한 성비(암 : 수)는 1 : 1.3으로 수컷이 암컷보다 우세한 것으로 나타났으며, 특히 3월과 9월에 높은 출현율을 보였다 ( $P < 0.01$ ).

## 고찰

고무걱정어의 특성이 찬물을 좋아하는 냉수성이고 또한 비교적 깊은 바다에서 서식하는데, 그 상업적 이용도나 가치가 낮아 이 종에 대한 연구 관심도가 그리 높지 않았다. 고무걱정어에 대한 연구는 단지 종분류 및 형태 발달, 그리고 어업자원조사에 의한 분포밀도 등과 관련한 연구만이 수행되어졌을 뿐, 성숙과 산란 등과 같은 생태학적 연구는 우리나라 뿐만 아니라 외국에서도 거의 없는 실정이다. 최근 수산자원의 관리 체제에서 생태학적 변화를 고려한 자원관리의 필요성이 대두되면서 생태계 모니터링 및 폐기량 (discards)에 대한 정보수집의 중요성을 강조하고 있다 (Zhang, 2002). 따라서 고무걱정어와 같이 상업적 가치는 낮지만 그 대상생태계에 중요한 영향을 미치는 종들에 대한 정보수집은 필수적이며, 또한 최근 우리나라 동해안에서 고무걱정어의 우점도가 높아짐에 따라 (국립수산과학원, 2005a, b) 그 연구의 필요성이 보다 절실한 것으로 생각된다.

본 연구에서 고무걱정어 암컷의 생식소 발달과정의 월 변화를 보면, 8월부터 완숙상태의 개체 출현율이 증가하기 시작하여 9~11월에는 대부분의 출현개체가 완숙상태 및 방란 후 상태이었고, 생식소중량지수 (GSI)의 월 변화에서도 GSI가 8월부터 증가하기 시작하여 9~11월에 현저히 높은 값을 나타내어 고무걱정어의 산란기는 8~12월, 주 산란기는 9~11월로 추정된다. 고무걱정어와 유사한 어종으로 캄차카 연안에 서식하는 올걱정어 (*Myoxocephalus jaok*)의 주 산란기는 12~1월로, 살걱정어 (*Myoxocephalus polyacanthocephalus*)는 1~2월로 보고하고 있어 (Tokranov, 1984, 1988), 우리나라 동해안 고무걱정어의 산란시기가 더 빠른 것으로 나타났다. 그러나 올걱정어와 살걱정어는 썸뱅이목 독중개과에 속하는 어종이며, 고무걱정어는 몰수배기과에 속하여 분류학적 차이가 있을 뿐만 아니라, 일반적으로 저위도 서식어가 고위도 서식어보다 산란시기가 빠르고 산란기

간이 긴 것으로 알려져 있어(김과 장, 1994), 지역에 따른 산란시기의 차이와도 관련이 있을 것으로 생각된다.

Aida (1991)는 어류의 생식주기를 수온이나 광주기 등과 같은 환경적인 요인과 관련하여 춘계산란형 (spring spawner), 춘하계산란형 (spring to summer spawner), 하계산란형 (summer spawner), 춘추계산란형 (spring to autumn spawner), 추계산란형 (autumn spawner) 및 동계산란형 (winter spawner)의 6가지 유형으로 구분하였다. 따라서 우리나라 동해안에 서식하는 고무걱정이는 주 산란기가 9~11월이므로 추계산란형인 것으로 보인다.

어류의 산란형태는 난경조성을 통해 나타내는 모드의 수와 산란기 동안의 산란하는 횟수로부터 그 형태를 추측해 볼 수 있는데(김, 1997), 고무걱정이의 경우 완속난의 난경이 1,800~2,100  $\mu\text{m}$ 로 단일모드이며 1회 산란하는 것으로 확인되어 단봉 1회 산란형인 것으로 보인다.

본 연구에서 고무걱정이의 포란수는 최소 6,210개에서 최대 15,898개로 계수되었으며, 전장(TL)과 포란수(F)간의 관계식은  $F=25.475TL^{1.818}$  ( $R^2=0.761$ )으로, 전장이 커질수록 포란수도 증가하는 것으로 나타나 일반 경골어류와 유사한 경향을 보였다(김과 장, 1994).

고무걱정이 암컷의 50% 군성숙체장은 전장 23.4 cm이었으며, 고무걱정이의 연령과 성장에 관한 연구가 수행되지 않아 이 때의 성숙연령은 알 수 없었다.

현재 고무걱정리와 관련한 생태학적 정보 수준은 미진한 상태로, 이후 본 연구결과를 바탕으로 고무걱정리의 연령과 성장에 관한 연구를 실시하여 고무걱정리에 대한 보다 종합적인 생태 연구가 필요할 것으로 생각된다.

## 적 요

본 연구는 우리나라 동해안에 서식하는 고무걱정이의 성숙과 산란에 관한 연구로, 2004년 1월부터 12월까지 동해구 기선저인망 및 자망어업에 의해 어획된 시료를 구입하여 수행하였다.

암컷의 생식소 발달과정 및 생식소중량지수의 월 변화로부터 고무걱정이의 산란기는 8~12월, 주 산란기는 9~11월로 추정되었다. 포란수는 최소 6,210개(전장 22.3 cm)에서 최대 15,898개(전장 32.2 cm)로 계수되었으며, 전장(TL)과 포란수(F)간의 관계식은  $F=25.475TL^{1.818}$  ( $R^2=0.761$ )으로, 전장이 커질수록 포란수도 증가하는 경향을 보였다. 산란에 참여하는 50% 군성숙체장은 23.4 cm이었고, 전 조사기간에 대한 성비(암:수

는 1:1.3으로 수컷이 암컷보다 우세하였다.

## 사 사

이 연구는 국립수산과학원(동해연안어업자원관리연구, RP-2006-FR-016)의 지원에 의해 운영되었습니다.

## 인 용 문 헌

- 국립수산과학원. 2004. 한국연근해 유용어류도감. 제2판. 한글출판사, 부산, 333 pp.
- 국립수산과학원. 2005a. 1995~2003년 배타적경제수역 어업자원조사 보고서. 어업자원조사보고, 1: 1~345.
- 국립수산과학원. 2005b. 2004년 배타적경제수역 어업자원조사 보고서. 어업자원조사보고, 2: 1~266.
- 김수암 · 장창익. 1994. 어류 생태학. 서울프레스, 서울, 273 pp.
- 김용술. 1997. 수산자원학. 신흥출판사, 부산, 291 pp.
- 최윤 · 김지현 · 박종영. 2003. 한국의 바닷물고기. 2판. 교학사, 서울, 646 pp.
- Aida, K. 1991. Environmental regulation of reproductive rhythms in teleosts. Bull. Inst. Zool., Acad. Sinica Monogr., 16: 173~187.
- Bagenal, T.B. and E. Brown. 1978. Eggs and early life history. In: Bagenal, T.B. (ed.), Methods for assessment of fish production in fresh waters, 3rd ed., Blackwell scientific publications Ltd., Oxford, pp. 165~201.
- Matarese, A.C., A.W. Kendall, D.M. Blood and M.V. Vinter. 1989. Laboratory guide to early life history stages of Northeast Pacific fishes. NOAA Tech. Rep. NMFS, 80: 1~652.
- Tokranov, A.M. 1984. Reproduction of great sculpin, *Myoxocephalus polyacanthocephalus* (Cottidae), in Kamchatka waters. J. Ichthyol., 24: 119~127.
- Tokranov, A.M. 1988. Breeding habits of mass species of sculpin in the coast waters of Kamchatka. Biol. Morya, 4: 28~32.
- Tokranov, A.M. and A.M. Orlov. 2001. Some biological features of Psychrolutidae in the Pacific waters off southeastern Kamchatka and northern Kuril Islands: communication 2. Size-age and sex composition and feeding. J. Ichthyol. 41: 575~583.
- Zhang, C.I. 2002. Prospect of ecosystem-based fisheries resources management. J. Korean Soc. Fish. Res., 5: 73~90.

Received : March 26, 2007

Accepted : September 4, 2007