

## 한국산 가시망둑(*Pseudoblennius cottoides*)의 생식에 관한 연구

유동재 · 박재민<sup>1</sup> · 이성훈<sup>2</sup> · 한경호<sup>2\*</sup>

경상북도 수산자원연구소, <sup>1</sup>경상북도 토속어류산업화센터, <sup>2</sup>전남대학교 해양기술학부

### A Study on the Reproduction of the Sunrise Sculpin *Pseudoblennius cottoides* in Korea

Dong Jae Yoo, Jae Min Park<sup>1</sup>, Sung Hun Lee<sup>2</sup> and Kyeong Ho Han<sup>2\*</sup>

Gyeongsangbuk-Do Fisheries Resources Development Institute, Yeongdeok 36405, Korea

<sup>1</sup>Gyeongsangbuk-Do Native Fish Business Center, Uiseong 37366, Korea

<sup>2</sup>Marine Technology Undergraduate, Chonnam National University, Yeosu 59626, Korea

The ecological characteristics of *Pseudoblennius cottoides* were investigated off Dolsan Island, Yeosu, Korea, from June to December, 2001. Their habitats were the reef zone and surrounding embankment which was covered with seaweeds. Their range of total length (TL) was 6.10-8.40 cm (n=15), and the individuals (over 8.10 cm) of them accounted for in June. It was 8.60-15.7 cm (n=67), and the individuals 11.1-12.0 cm in TL accounted for in October, 2001. The female to male sex ratio was 1:0.48 (n=185). The gonads were in the shape of a rod and the ovaries were large in size. In June, the histology of the seminiferous tubules was observed. In August, the testicles appeared. In October, spermatocyte was observed in the testes, and ovaries were observed in relation to circumference popularity and oocyte.

Key words: Gonad, *Pseudoblennius cottoides*, Reproduction, Sex ratio, Sunrise sculpin

## 서론

가시망둑(*Pseudoblennius cottoides*)은 썸뱅이목(Scorpaeniformes) 독중개과(Cottidae) 돌팍망둑속(*Pseudoblennius*)에 속하는 연안성 어류로 우리나라 울릉도를 비롯한 동남부 연안과 제주도 및 일본 홋카이도 이남에 분포하며, 조수웅덩이 및 연안의 암초 사이에 서식하는 것으로 알려져 있다(Kim et al., 2005; Kim et al., 2014b). 독중개과에 속하는 어류는 전 세계에 약 70속 300여종이 보고되었고, 우리나라에는 18속 33종이 분포하는 것으로 알려져 있다(Kim et al., 2005).

가시망둑에 대한 국내연구로는 난 발생 및 자치어 형태발달(Yoo et al., 2003) 및 식성(Huh and Kwak, 1998)에 대한 연구가 있고, 국외연구로는 일본산 가시망둑의 산란(Shiogaki and Dotsu, 1974), 난 및 자치어 발달(Kimura et al., 1987) 등 초기 생활사에 대한 연구가 주로 이루어졌으며, 같은 독중개과 어류에 대한 연구로는 성적이형(Byeon, 1996), 식성(Byeon et al., 1995a; Huh et al., 2008), 분류학적 재검토 및 자어의 형태특징

(Byeon et al., 1995b) 및 독중개과 어류의 개요(Kim and Youn, 1992) 등이 이루어졌다. 가시망둑은 식용으로 잘 이용되지 않아 상업성 어종은 아니지만 우리나라 연안 해역의 암반해안 뿐만 아니라 잘피밭에서도 우점종으로 출현하고 있어 생태학적인 연구가 필요한 어종이다(Kim et al., 2014b). 어류의 생태연구를 위한 서식지 조사는 수온 및 수질 등과 같은 물리적 미세 서식지 환경 특성뿐만 아니라 동일 장소에 혼서하고 있는 어류와 수서생물에 따라 생물 상호간의 먹이, 서식지 경쟁 및 먹이연쇄 등과 같은 다양한 정보를 제공해준다.

또한 개체군 생태에 관한 연구는 종에 대한 여러 가지 특성과 습성을 파악할 수 있으며, 어류의 서식지 환경과 생태에 관한 연구는 종의 이해와 더불어 다양한 생물학적 지식을 축적할 수 있으며, 이를 토대로 어족자원의 보존과 보호 및 증식 등에 다각도로 이용될 수 있다(Song, 2000). 현재까지 별망둑 *Chasmichthys gulosus* (Kim et al., 2004), 강도다리 *Platichthys stellatus* (Lim et al., 2007), 참가자미 *Pleuronectes herzensteini* (Chang et al., 2004), 바닥문절 *Sagamia geionema* (Hur et al., 2006)

<http://dx.doi.org/10.5657/KFAS.2017.0048>



This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Korean J Fish Aquat Sci 50(1) 048-054, February 2017

Received 7 February 2017; Revised 20 February 2017; Accepted 20 February 2017

\*Corresponding author: Tel: +82. 61. 659. 7163 Fax: +82. 61. 659. 7163

E-mail address: aqua05@jnu.ac.kr

및 그물베도라치 *Dictyosoma burgeri* (Jin et al., 2007) 등 우리나라에 서식하는 다양한 어종의 생태학적 연구가 이루어져 왔으나 독중개과 어류에 대한 연구는 부족한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 우리나라 남해안에 서식하는 가시망둑의 생식소 특성, 서식환경, 전장조성 및 성비 등을 조사하여 생태학적 연구의 기초자료로 이용하고자 한다.

## 재료 및 방법

### 서식지 환경

가시망둑이 서식하고 있는 곳의 환경조사를 위해 2001년 6월부터 12월까지 매월 여수시 돌산도 무슬목(St. 1), 백포(St. 2), 율림(St. 3)에서 스쿠버 다이빙을 하여 수온 및 염분을 측정하였고, 저질 등의 상태를 관찰하였다(Fig. 1).

### 전장조성 및 성비

채집된 가시망둑은 실험실로 운반하여 Vernier calipers를 사용, 측정 후 전장조성을 구하였고, 성비를 구하기 위해 생식기관의 형태로 암, 수를 구분하였다.

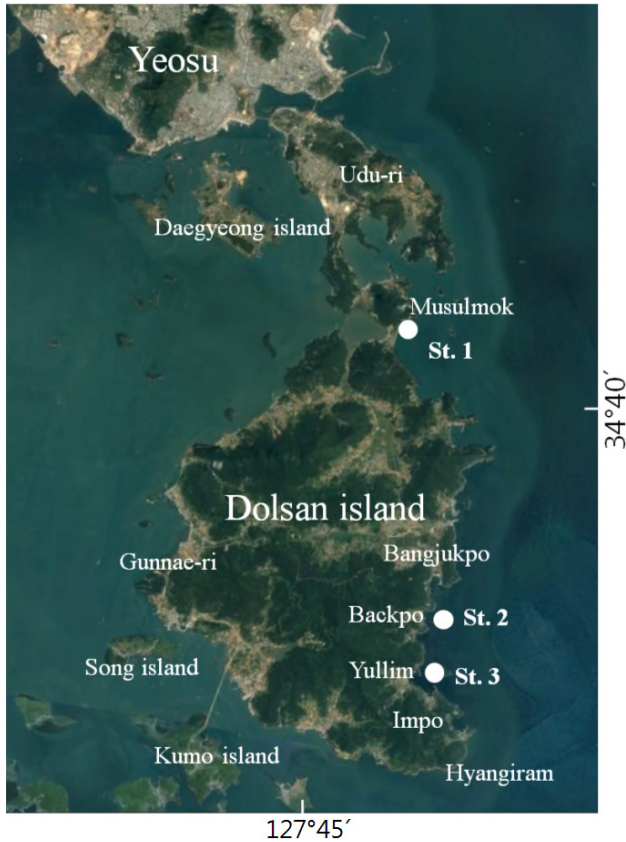


Fig. 1. Map showing the study stations off Dolsan island, Yeosu (St. 1, Musulmok; St. 2, Backpo; St. 3, Yullim).

### 생식소 특성

가시망둑의 교미시기를 조사하기 위하여 채집된 개체의 체중과 생식소 무게를 0.01 g까지 측정한 후 생식소 속도지수(GSI, gonadosomatic index=gonad weight/body weight×100)를 분석하였다. 또한 암컷과 수컷의 생식소를 적출하여 Bouin's solution에 고정시킨 다음 Paraffin법에 따라 5 μm로 연속절편 하여 조직표본을 제작하고, Delafield's hematoxylin과 Eosin으로 염색 후 광학현미경으로 검경하였다.

## 결 과

### 서식지 환경

가시망둑의 서식지는 해초가 많은 암초지대나 방파제 부근으로 수온은 2001년 12월에 13.0℃로 가장 낮았고, 8월에 26.2℃로 가장 높았다. 염분은 2001년 7월에 29.7 psu로 가장 낮았고, 9월에 33.0 psu로 가장 높았다(Fig. 2).

### 전장조성

2001년 6월부터 12월까지 조사기간 중 채집된 가시망둑은 총 185개체로 전장의 범위는 6.10-15.7 (평균 10.9±6.79) cm 였다(Fig. 3). 6월에 채집된 가시망둑의 전장 6.10-8.40 (평균 7.25±1.63) cm (n=15)로 전장 8.10 cm 이상의 개체가 53.3%를 차지하였고, 7월에는 전장 7.80-11.5 (평균 9.65±2.62) cm (n=20)로 전장 8.10-9.00 cm 개체와 10.1-11.0 cm 개체가 각각 30%를 차지하였으며, 8월에는 전장 6.20-12.7 (평균 9.45±4.60) cm (n=34)로 8.10-9.00 cm 개체가 38.2%를 차지하였다.

9월에는 전장 7.20-13.1 (평균 10.2±4.17) cm (n=14)로 9.10-10.0 cm 개체가 35.7%를 차지하였고, 10월에는 전장 8.60-15.7 (평균 12.2±5.02) cm (n=67)로 11.1-12.0 cm 개체가 33.3%를 차지하였다. 11월에는 전장 11.0-13.8 (평균 12.4±1.98) cm (n=19)로 12.1-13.0 cm 개체가 42.1%를 차지하였고, 12월에는 전장 10.8-15.3 (평균 13.1±3.18) cm (n=16)로 11.1-12.0 cm 개체와 13.1-14.0 cm 개체가 각각 26.7%를 차지하였다(Fig. 3).

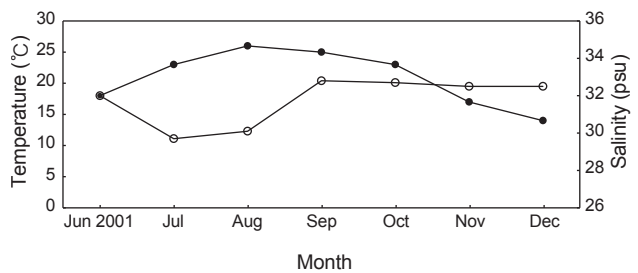


Fig. 2. Monthly changes of water temperature (●-●) and salinities (○-○) off Dolsan island, Yeosu from June to December, 2001.

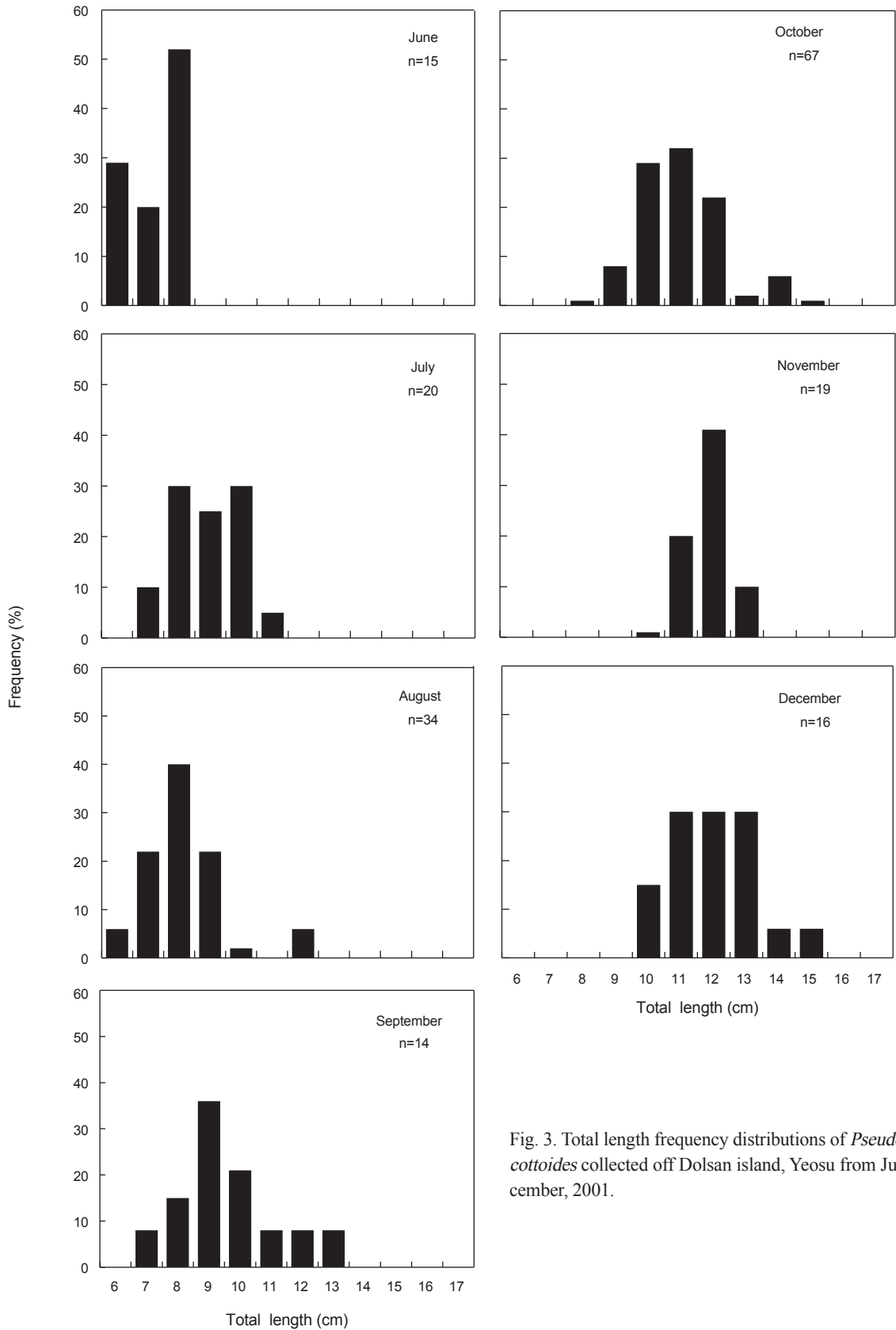


Fig. 3. Total length frequency distributions of *Pseudoblennius cottoides* collected off Dolsan island, Yeosu from June to December, 2001.

성비

가시망둑은 암, 수 체형과 체색의 차이로 구분이 어려워 생식돌기의 모양으로 구분하였다. 수컷의 생식돌기는 외부로 돌출되어 있었고, 흰색 바탕에 적갈색의 반문이 있었다. 생식돌기 끝에는 갈고리 모양의 날카로운 돌출부가 있었으며, 돌출부는 몸의 뒤쪽을 향하였다(Fig. 4A). 암컷의 경우 복부를 압박하였을 시 생식돌기가 돌출되었고, 엷은 푸른색을 띠었으며, 돌출부는 몸의 앞쪽을 향하였다(Fig. 4B).

2001년 6월부터 12월까지 채집한 가시망둑 총 185개체의 암, 수 성비를 조사한 결과 암컷이 125개체, 수컷이 60개체였고, 성비는 1:0.48로 암컷의 출현이 우세하였다. 10월 이후에는 수컷의 출현율이 낮아지기 시작하였고, 11월에는 암, 수의 성비가 1:0.19였으며, 12월에는 모두 암컷만 출현하였다(Table 1). 암, 수의 성비를 전장별로 비교해보면 전장 6.10-7.00 cm 1:1, 7.10-8.00 cm 1:1.13, 8.10-9.00 cm 1:0.59, 9.10-10.0 cm 1:0.64, 10.1-11.0 cm 1:1.88, 11.1-12.0 cm 1:0.35, 12.1-13.0 cm 1:0.08 이었고, 13.1 cm 이상의 개체는 모두 암컷이었다.

생식소 특성

생식소 외형을 관찰한 결과 난소와 정소의 모양은 Fig. 5와 같았다. 난소의 경우 외형적으로 큰 변화가 없이 성숙함에 따라 크기가 점차 비대해졌다. 정소의 경우 6월에 가는 막대모양이던 것이 8월에는 정소의 전반부가 넓어지면서 크기가 점차 비대해졌고, 10월에는 정소의 전반부가 더 커지면서 앞쪽은 엷은 푸른색, 뒤쪽은 유백색을 띠었다. 중반부는 가늘고 긴 실 모양으로 신장되었고, 후반부는 주머니 모양으로 부풀어 오르기 시작하였으며, 색깔은 짙은 황색을 띠었다. 11월에는 전반부의 크기가 작아졌고, 중반부는 가늘고 긴 실 모양이던 것이 엷은 판

Table 1. Sex ratios of *Pseudoblennius cottoides* caught off Dolsan island, Yeosu from June to December, 2001

Month	Female	Male	Sex ratio
June	9	6	1:0.67
July	9	11	1:1.22
August	21	13	1:0.61
September	8	6	1:0.75
October	46	21	1:0.45
November	16	3	1:0.19
December	16	0	1:0.00
Total	125	60	1:0.48

상으로 부풀어 올랐다. GSI의 변화는 암컷의 경우 6월, 7월, 8월에 각각  $0.07 \pm 0.03\%$ ,  $0.17 \pm 0.02\%$ ,  $0.20 \pm 0.02\%$ 였고, 10월, 11월에는 각각  $0.74 \pm 0.03\%$ ,  $2.21 \pm 0.33\%$ 로 증가하였다. 수컷의 경우 6월, 7월, 8월에 각각  $0.10 \pm 0.02\%$ ,  $0.18 \pm 0.05\%$ ,  $0.33 \pm 0.04\%$ 였고, 10월에는  $3.58 \pm 0.31\%$ 로 증가하였고, 11월에는  $4.27 \pm 0.39\%$ 에 달하였다.

생식소의 조직화적인 구조와 교미시기를 관찰한 결과 6월의 정소에는 전반부에 정자형성단계의 세정관이 관찰되었고(Fig. 6A), 연결부와 후반부에는 활발히 감수분열을 하는 세정관이 관찰되었다. 8월의 정소에는 전반부에 정자형성단계의 세정관이 형성되어 있었으며, 정모세포가 관찰되었고, 연결부와 후반부는 정자완성단계의 세정관으로 정자가 출현하였는데 세정관 내에 정자들이 불규칙적으로 배열되어 있었다. 10월 정소의 전반부는 정모세포가 관찰되었고(Fig. 6B), 연결부와 후반부에는 성숙한 정자의 꼬리가 세정관의 중앙부로 향하는 규칙성을 보였다(Fig. 6C-6D). 8월의 난소에는 주변인기의 난모세포로 구

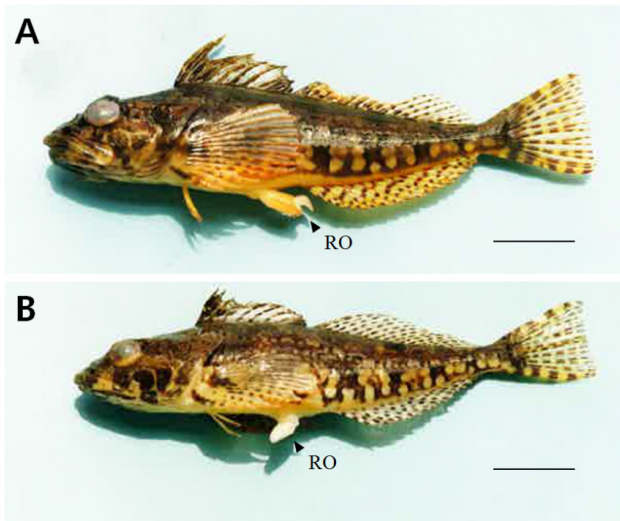


Fig. 4. *Pseudoblennius cottoides* of form of male and female reproductive organs, RO (A, Male; B, Female). Scale bars=1.0 cm.

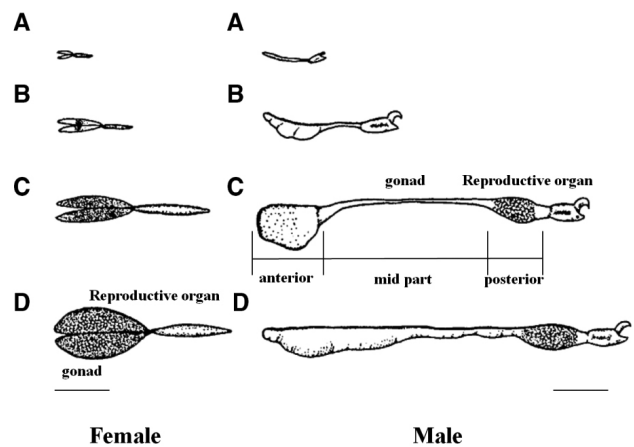


Fig. 5. Gonadal morphology of female and male of *Pseudoblennius cottoides*. A, Gonadal morphology (GM) in June; B, GM in August; C, GM in October; D, GM in November. Scale bars=1.0 cm.

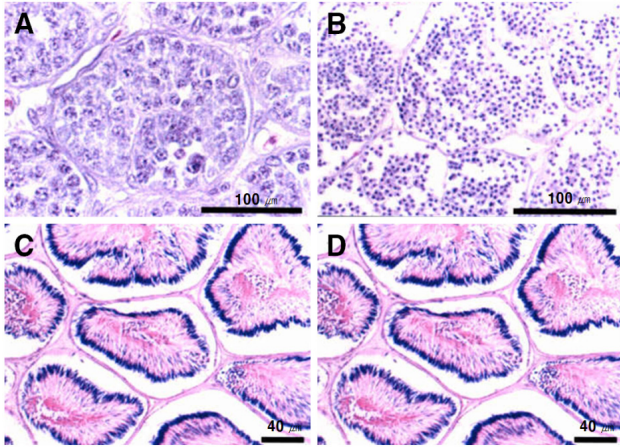


Fig. 6. Testis histologies of *Pseudoblennius cottoides* in August and October. A, Testis in August,  $\times 1,000$ ; B, Testis of anterior in October,  $\times 1,000$ ; C, Testis of mid part in October,  $\times 400$ ; D, Testis of posterior in October,  $\times 400$ .

성되어 있었으며(Fig. 7A), 10월에는 주변인기와 난황축적기의 난모세포들이 나타나기 시작하였다. 이때 난소 강 내에는 정자가 관찰되어 이미 가시망둑 암, 수의 교미가 이루어졌음을 알 수 있었다(Fig. 7B-7C).

## 고 찰

가시망둑이 서식하는 곳은 연안의 조수웅덩이와 연안 암초 사이에 서식하는 것으로 알려져 있었으나 본 연구 결과 해초가 많은 암초지대나 방파제 부근에서 주로 관찰되었고, 조수웅덩이에서는 관찰되지 않아 차이를 보였으며(Chyung, 1977; Kim et al., 2001), Kim et al. (2014b)의 연구결과 잘피밭에서 가시망둑이 우점하는 것으로 나타나 기존에 보고 된 서식지와 달리 다양한 곳에 서식하는 것으로 보여진다.

Shiogaki and Dotsu (1974)의 연구 결과에 따르면 일본산 가시망둑의 경우 자연에서 채집한 암컷 개체만을 수조에 수용한 결과 산란하는 것이 관찰되어 이는 가시망둑이 산란 전 암수가 체내수정을 하는 것으로 보고하였다. 본 연구에서도 2001년 6월부터 12월까지 매일 암수의 생식소를 조직학적으로 조사한 결과 10월에 암컷 생식소의 난소 강 내에서 성숙한 정자가 발견되어 산란시기 이전인 10월부터 교미가 이루어지는 것을 확인할 수 있었다. 이처럼 암컷의 저장낭에 수컷의 생식기로부터 체내로 유입된 정자를 저장한 후 체내수정을 하는 종은 썸뱅이목의 삼세기에서 관찰 되었으며(Park et al., 2014), 숙주를 이용한 산란을 하지 않는다는 점에서 차이를 보였다.

가시망둑은 숙주 역할을 하는 개명게(*Halocynthia hispidia*)의 체강에 산란하는 습성을 가지고 있는데 해산어류에서 실비늘치(*Aulichthys japonicus*)가 우렁쟁이(*H. roretzi*)의 위세강에 산

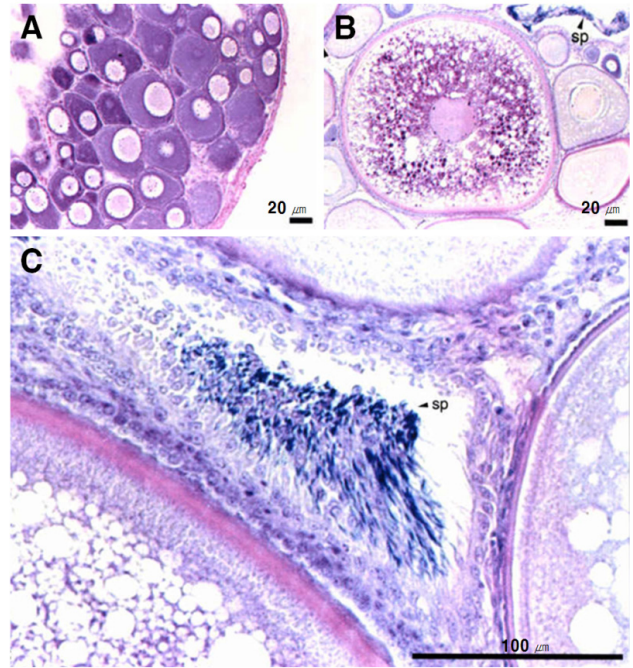


Fig. 7. Ovarian histologies of *Pseudoblennius cottoides* in August and October. A, Ovary in August,  $\times 200$ ; B, Ovary of in October,  $\times 200$ ; C, Sperm (sp) between ovarian cavity in October,  $\times 1,000$ .

란하는 것으로 알려져 있다. 이와 같이 숙주에 산란을 하는 종은 담수어류의 각시붕어(*Rhodeus uyekii*), 갈납자루(*Acheilognathus koreensis*), 큰줄납자루(*A. majusculus*), 줄납자루(*A. yamatsutae*), 흰줄납줄개(*R. ocellatus*) 및 묵납자루(*A. signifer*) 등 납자루과 어류 및 참중고기(*Sarcocheilichthys variegatus*)의 산란습성에서도 볼 수 있으며, 산란관을 길게 내어 숙주 조개의 출수공에 산란을 한다(Kim and Park, 1985; Kim and Kim, 1989; Song and Kwon, 1994; Chae, 2001; Kim et al., 2011; Kim et al., 2014a; Kim et al., 2014b). 다만 담수어류는 암수가 함께 조개에 산란과 수정을 이룬다는 점에서 암컷만 숙주에 산란하는 가시망둑과 차이를 보였다. Yoo et al. (2003)의 연구결과에 따르면 가시망둑의 난이 산란된 개명게가 채집된 시기는 2000년 10월 28일부터 2001년 2월 4일까지였고, 본 연구에서도 2001년 10월 25일부터 12월 24일까지 관찰되어 산란시기는 늦가을부터 겨울사이 인 것으로 나타났다. 가시망둑과 유사한 산란습성을 가진 실비늘치의 경우 산란시기가 여름으로 개명게의 체강이 아닌 우렁쟁이의 위세강에 산란하여 가시망둑과 차이를 보였다(Kim et al., 2005).

조사기간 동안 가시망둑의 암수 성비는 2001년 6월부터 12월까지 총 185개체를 채집하여 성비를 산출한 결과 1:0.48로 수컷보다 암컷이 우세한 것으로 나타났다. 가시망둑의 교미기로 나타나는 10월까지 암수의 성비는 6월에 1:0.67, 7월 1:1.22, 8월 1:0.61, 9월 1:0.75, 10월 1:0.45를 나타내었고, 11월에 암수성

비가 1:0.19로 수컷의 출현율이 점차 줄어들었으며, 12월에는 수컷이 전혀 출현하지 않아 정확한 원인을 규명하기 위해서는 면밀한 조사가 필요할 것으로 판단된다.

가시망둑 생식소의 조직학적인 구조와 교미시기를 관찰한 결과 8월의 정소에는 전반부에 정자형성단계의 정세포가 형성되어 있었고, 정모세포가 관찰되었으며, 연결부와 후반부는 정자완성단계의 정세포로 정자가 출현하여 이 시기에 교미가 이루어지는 것으로 보여 진다. 쏨뱅이목 어류인 조피볼락(*Sebastes schlegelii*)의 경우 교미기가 끝난 시기인 2-4월에는 수컷의 정소가 위축되어 정세포내의 생식상피 부근에 정원세포가 관찰되었으나 일부 퇴화된 정모세포만이 관찰되었고, 교미기가 다가오면 정자형성과정에 있는 정모세포들로 이루어진 포낭이 관찰되었다(Baek et al., 2000). 황점볼락(*S. oblongus*)의 경우 정소에서 정원세포가 성숙기인 9-10월을 제외하고 연중 관찰되었고, 4월부터 정세포가 소수 출현하였으며, 9월부터 다시 정자가 정소기부에 축적되기 시작하여 10월에는 정소의 50% 이상이 정자로 가득 채워진다(Chang et al., 1995). 가시망둑을 비롯한 체내수정을 하는 어종들의 경우 교미기가 다가오면 정소 내 정자의 양이 증가하고 교미기가 지나면 다시 위축되는 현상이 관찰되었고, 황점볼락은 조피볼락과 같은 쏨뱅이목에 속하는 어류이지만 연중 수컷의 정소에서 정원세포가 관찰되어 차이를 보였다.

가시망둑의 8월 난소에서는 주변인기의 난모세포로 구성되어 있었으며, 10월에는 주변인기와 난황축적기의 난모세포들이 나타나기 시작하였다. 이때 난소강 내에 정자가 관찰되어 가시망둑 암, 수의 교미가 이루어졌음을 알 수 있었다. 황점볼락의 경우 성숙기인 9-10월에 교미하여 임신기인 11-12월에 난소 내 정자가 관찰되어 성숙기에 접어든 암, 수의 교미가 이루어진 것을 알 수 있었고(Chang et al., 1995), 조피볼락은 11-12월 교미기를 거쳐 12월 이후에 난소 내 정자가 관찰되어 임신기에 접어든 것을 알 수 있었으며, 정자들은 난소의 내강 내에 덩어리로 무리지어 있었다(Baek et al., 2000). 이와 같이 조직학적 관찰은 체내수정을 하는 어류들의 성숙기, 교미기, 임신기 및 출산기 등을 규명할 수 있어 매우 중요하며, 가시망둑은 쏨뱅이목 어류인 조피볼락, 황점볼락과 같이 체내수정을 통해 생식활동을 하는 공통점을 보였으나 이들은 숙주생물에 알을 산란하는 것이 아닌 산출시기에 자어를 출산하여 가시망둑과 생태적인 차이를 보였다.

가시망둑의 생태학적 특성연구 결과 기존에 보고되었던 서식지와 달리 해초나 방파제 부근 등 다양한 곳에서 서식을 하는 것으로 나타났고, 위내용물 분석결과 어류나 갑각류를 주로 섭취하는 육식성 어류인 것으로 나타났다. 실비늘치와 같이 멧게류의 체강에 산란을 하지만 가시망둑은 개멍게, 실비늘치는 우렁쉥이의 위생강에 산란을 하여 숙주생물에서 차이를 보였으며, 숙주생물이 중복된 결과는 없으나 이들 중의 산란시기가 각기 달라 중복의 가능성은 크게 없는 것으로 판단된다. 또한 교미기

이후인 12월에 수컷이 전혀 관찰되지 않는 것은 향후 지속적인 연구를 통해 생태적 특성을 밝혀야 할 것으로 생각된다.

돌팍망둑속 어류인 돌팍망둑(*P. percoides*), 돌망둑이(*P. marmoratus*) 등 이들 2종은 가시망둑과 마찬가지로 암수가 생식돌기를 이용한 체내수정 및 숙주를 이용한 산란습성 등이 유사할 것으로 생각되나 아직까지 생태학적인 연구가 자세히 이루어져 있지 않아 생태와 산란습성을 밝히기 위해서는 향후 돌팍망둑속 어류에 대한 다양한 연구가 필요할 것으로 생각된다.

## References

- Baek JM, Han CH, Kim DJ, Park CW and Katsumi A. 2000. Reproductive cycle of a rockfish, *Sebastes schlegelii*. J Kor Fish Soc 33, 431-438.
- Byeon HK. 1996. Sexual dimorphism in a river sculpin (*Cottus poecilopus* Heckel) in Korea. Kor J Ichthyol 8, 14-21.
- Byeon HK, Sim HS, Choi JS, Son YM, Choi JK and Jeon SR. 1995a. Feeding habit of the river sculpin, *Cottus poecilopus* from the streams at mt. chiak, Korea. Kor J Ichthyol 7, 160-170.
- Byeon HK, Choi JS, Son YM and Choi JK. 1995b. Taxonomic and morphological characteristics in the juvenile *Cottos* (Cottidae) fishes from Korea. Kor J Ichthyol 7, 128-134.
- Chae BS. 2001. Elongation of the ovipositor in Korean rose bitterling, *Rhodeus uyekii* (Pisces: Cyprinidae). Kor J Ichthyol 13, 111-116.
- Chang YJ, Lim HK and Byun SG. 1995. Gonadal maturation and reproductive cycle in oblong rockfish, *Sebastes oblongus*. J Aquacult 8, 31-46.
- Chang YJ, Lee JY and Chang YJ. 2004. Reproductive cycle of the brown sole, *Limanda herzensteini* in eastern waters of Korea. J Aquacult 17, 128-132.
- Chyung MK. 1977. The fishes of Korea. Il Ji Sa publishing, Seoul, Korean, 727.
- Huh SH and Kwak SN. 1998. Feeding habits of *Pseudoblennius cottoides*. J Kor Fish Soc 31, 37-44.
- Huh SH, Kwak SN and Kim HW. 2008. Feeding habits of *Pseudoblennius percoides* (Pisces; Cottidae) in an eelgrass (*Zostera marina*) bed of Dongdae bay. Kor J Ichthyol 20, 45-53.
- Hur SW, Kim SJ, Song YB, Lee CH, Lim BS, Rho S, Baek HJ, Kim HB and Lee YD. 2006. Reproductive cycle of female hairychin goby *Sagamia geneionema*. J Kor Fish Soc 39, 404-409.
- Jin YS, Han JI, Park CB, Lee CH, Kim BH, Baek HJ, Kim HB and Lee YD. 2007. Reproductive cycle of ribbed gunnel *Dictyosoma burgeri*. Kor J Ichthyol 19, 8-15.
- Kim CH, Lee WO, Lee JH and Beak JM. 2011. Reproduction study of Korean endemic species *Acheilognathus korensis*. Kor J Ichthyol 23, 150-157.
- Kim CH, Choi WS, Kim DH and Beak JM. 2014a. Egg development and early life history of Korean endemic species,

- Acheilognathus majusculus* (Acheilognathinae). Kor J Ichthyol 26, 17-24.
- Kim HW, Huh SH, Kwak SN and Lee IC. 2014b. Growth and production of *Pseudoblennius cottoides* in an eelgrass (*Zostera marina*) bed of dongdae bay, Korea. J Kor Soc Mar Envir Saf 20, 461-467. <http://dx.doi.org/10.7837/kosomes.2014.20.5.461>.
- Kim HS, Yoon JD, Yang H and Park JY. 2014. Host mussel utilization for spawning of the oily shinner, *Sarcocheilichthys variegatus wakiyae* (Pisces: Cyprinidae), inhabiting the Dalcheon, Namhangang (river) from Korea. Kor J Ichthyol 26, 288-294.
- Kim IS and Youn CH. 1992. Synopsis of the family Cottidae (Pisces: Scorpaeniformes) from Korea. Kor J Ichthyol 4, 54-79.
- Kim IS, Choi Y, Lee CL, Lee YJ, Kim BJ and Kim JH. 2005. Illustrated Book of Korean Fishes. Kyo Hak Publishing, Seoul, Korean, 200-254.
- Kim IS and Kim CH. 1989. A study on the egg development and taxonomy of two bitterling, *Acheilognathus limbata* and *A. signifer* (Pisces, Cyprinidae) from Korea. Kor J Zool 32, 22-33.
- Kim YU and Park YS. 1985. Egg development and larvae of the rose bitterling *Rhodeus ocellatus*. Bull Kor Fish Soc 18, 586-593.
- Kim SY, Park CB, Kang JW, Choi YC, Rho S, Baek HJ, Kim HB and Lee YD. 2004. Gonadal development and reproductive cycle of gluttonous goby *Chasmichthys gulosus* (Guichenot). Kor J Ichthyol 16, 261-270.
- Kimura S, Tsumoto K and Mori K. 1987. Development of eggs, larvae of the cottid fish, *Pseudoblennius cottoides*, reared in laboratory. Japan J Ichthyol 34, 346-350.
- Kim YU, Kim YM and Kim YS. 1994. Commercial fish of the coastal and offshore water in Korea. Nat Fish Res Dev Agency, 299.
- Lim HK, Byun SG, Lee JH, Park SU, Kim YC, Han HK, Min BH and Lee BY. 2007. Sexual maturity and reproductive cycle of starry flounder *Platichthys stellatus* cultured in indoor tank. J Aquacult 20, 212-218.
- Nelson JS. 1994. Fishes of the world. 3rd Ed. John Wiley and Sons, 600.
- Park AJ, Han KH, Lee SH, Kim HJ, Kim SY and Lim IH. 2014. Embryonic development of eggs, larvae and juveniles of the *Hemitripterus villosus*. Kor J Ichthyol 26, 34-41.
- Shiogaki M and Dotsu Y. 1974. The spawning of the sea sculpin, *Pseudoblennius cottoides*. Bull Fac Fish Nagasaki univ 38, 71-76.
- Song HB. 2000. Population ecology of fat minnow, *Rhynchocypris kumgangensis* (Cyprinidae) in Korea. Kor J Ichthyol 12, 101-110.
- Song HB and Kwon OK. 1994. Spawning of the bitterling, *Acheilognathus yamatsutae* (Cyprinidae) into the mussel. Kor J Ichthyol 6, 39-50.
- Yoo DJ, Han KH, Beak SR, Kim KS, Ha SC, Zang HC and Lee GS. 2003. Morphological development of eggs, larvae and juvenile of the sunrise sculpin, *Pseudoblennius cottoides* (Teleostei: Cottidae). J Kor Fish Soc 36, 263-269.