

# 통영 주변해역에서 출현하는 별망둑(*Chaenogobius gulosus*)의 산란 특성

백근욱<sup>1,2</sup> · 정재목<sup>1</sup> · 박주면<sup>3,\*</sup> · 허성희<sup>4</sup>

<sup>1</sup>경상대학교 해양생명과학과, <sup>2</sup>해양산업연구소, <sup>3</sup>전남대학교 해양기술학부, <sup>4</sup>부경대학교 해양학과

**Reproductive Characteristic of Gluttonous goby, *Chaenogobius gulosus* in the Coastal Waters of Tongyeong, Korea by Gun Wook Baeck<sup>1,2</sup>, Jae Mook Jeong<sup>1</sup>, Joo Myun Park<sup>3,\*</sup> and Sung-Hoi Huh<sup>4</sup>** (<sup>1</sup>Department of Marine Biology & Aquaculture; <sup>2</sup>Institute of Marine Industry, College of Marine Science, Gyeongsang National University, Tongyeong 650-160, Korea; <sup>3</sup>Division of Marine Technology, Chonnam National University, Yeosu 550-749, Korea; <sup>4</sup>Department of Oceanography Pukyong National University, Busan 608-737, Korea)

**ABSTRACT** The reproductive characteristics of *Chaenogobius gulosus* was examined using 333 specimens collected monthly between October 2008 and September 2009 in the coastal waters of Tongyeong, Korea. Specimens ranged from 2.0 to 12.6 cm in standard length (SL). The gonadosomatic index (GSI) of females was highest in February and decreased until April, with the spawning season lasting from December to April. The monthly ratio of female to male did not significantly differ ( $\chi^2$ -test,  $p > 0.05$ ). The size at 50% maturity for females was 7.9 cm SL. Fecundity ranged from 1,112 to 6,059 eggs, with a mean of 3,011 eggs.

**Key words** : Spawning season, sex ratio, fecundity, *Chaenogobius gulosus*, Tongyeong

## 서 론

별망둑(*Chaenogobius gulosus*)은 농어목(Perciformes) 망둑어과(Gobiidae)에 속하며 우리나라 전 연안과 일본 동북 지방 이남 지역, 기수역과 연안지역의 조간대에 서식하는 잡식성 어류이다(김 등, 2005). 망둑어과 어류는 전 세계적으로 212속 1,875종이 출현하는 것으로 알려져 있으며, 국내에는 27속 59종이 서식하고 있다(김 등, 2005). 별망둑은 겨울에서 초봄에 산란하는 종으로(김 등, 2004), 산란기에 이르르면 등, 뒷, 꼬리지느러미의 후연에 각각 연한 녹색의 세로띠가 나타나며, 얇은 수심의 작은 돌 하면에 산란한다(김과 유, 1991).

지금까지 이루어진 별망둑에 관한 연구는 많지 않았는데, 별망둑속 어류의 난 및 자치어의 형태 비교(김과 유, 1991), 별망둑의 생식주기에 관한 연구(김 등, 2004), 일본

Aburatsubo 잘피밭에 서식하는 별망둑 치어의 식성연구(Horinouchi and Sano, 2000), 통영 주변해역에 출현하는 별망둑의 식성연구(백 등, 2010) 등이 있었다. 본 연구는 산란기, 성비, 군성속도 및 포란수를 조사하여 통영 주변해역에서 서식하는 별망둑의 기초 생태에 관한 자료를 제시하고자 한다.

## 재료 및 방법

본 연구에 사용된 별망둑 시료는 2008년 10월부터 2009년 9월까지 매월 1회 경남 통영시 인평동 하수종말처리장 주변(34° 83'N, 128° 39'E)의 조간대에서 낚시와 뜰채를 이용하여 채집하였다. 채집한 별망둑 시료는 즉시 현장에서 10% 중성 포르말린에 고정된 후, 실험실로 운반하여 각 개체의 표준체장(0.1 cm)과 체중(0.1 g)을 측정하였다. 총 333 개체의 별망둑이 채집되었으며, 이들의 체장(SL)은 2.0~12.6 cm (8.04±2.35)의 범위를 보였다. 각 개체는 간과 생

\*교신저자: 박주면 Tel: 82-10-9559-8271, Fax: 82-55-642-4509, E-mail: marbus@hanmail.net

식소를 적출하여 각각의 중량(0.01 g)을 측정하였으며, 적출한 생식소를 해부현미경 (LEICA L2) 아래에서 암수를 구별하였다. 산란기 추정을 위한 생식소중량지수 (gonadosomatic index, GSI), 간중량지수 (hepatosomatic index, HSI), 비만도지수 (condition factor, CF)를 다음의 식을 이용하여 구하였다 (King, 2007).

$$GSI = \frac{GW(g)}{BW(g)} \times 10^2$$

$$HSI = \frac{LW(g)}{BW(g)} \times 10^2$$

$$CF = \frac{BW(g)}{SL(cm)^3} \times 10^2$$

여기서 GW (gonad weight)는 생식소중량, LW (liver weight)는 간중량, BW (body weight)는 체중, SL (standard length)은 체장이다. 별망둑의 월별 암·수간 성비 차이는 chi-squ-are test를 통하여 유의성을 검증하였다 ( $\chi^2$ -test). 군성숙도 (group maturity)는 산란시기 동안 체장별 성숙개체의 비율로 logistic regression의 방법으로 추정하였다 (King, 2007).

$$P = \frac{1}{1 + e^{-r(SL - SL_{50})}}$$

여기서  $SL_{50}$ 은 50% 군성숙체장이다. 포란수는 난의 무게를 이용한 중량법 (gravimetric method)을 사용하여 산정하였다.

### 결과 및 고찰

별망둑 암컷 생식소중량지수의 월 변동양상을 살펴보면, 11월에 평균 0.55였던 것이 이후 증가하기 시작하여 2월에 평균 9.81로 연중 가장 높은 값을 보였다. 2월 이후 그 값이 서서히 감소하기 시작하여 8월에 0.33으로 연중 가장 낮은 값을 나타냈다. 이와 같은 생식소중량지수 (GSI)의 월

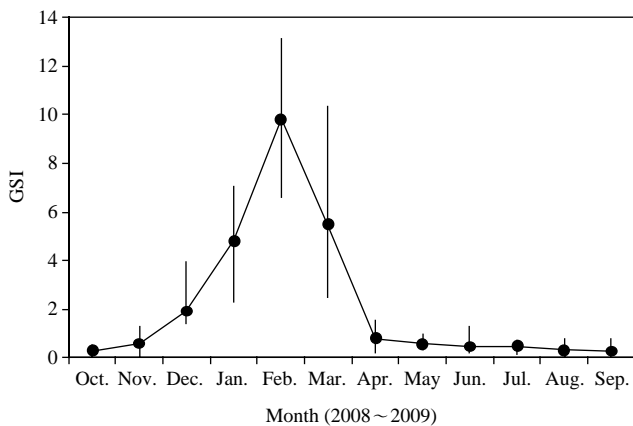


Fig. 1. Monthly change in gonadosomatic index (GSI) for female *Chaenogobius gulosus* (vertical bars are from minimum to maximum value).

변동양상을 살펴본 결과 (Fig. 1), 별망둑의 산란기는 12월에서 4월이며 산란성기는 2월에서 3월임을 유추할 수 있었다. 어류의 생식소중량지수 (GSI)는 산란과 생식의 주기성을 나타내는 지시자로 유용하게 사용된다 (Wilk *et al.*, 1990). 어류의 성숙과 산란은 빛과 수온에 의해 영향을 많이 받는데 (De Vlaming, 1972), Aida (1991)는 이러한 수온과 빛 등의 환경요인에 따라 어류의 산란유형을 춘계·산란형, 춘·하계 산란형, 하계 산란형, 춘·추계 산란형, 추계 산란형, 동계 산란형의 6가지 형태로 나누었다. 우리나라를 비롯한 온대해역에 출현하는 많은 망둑어과 어류들은 수온이 낮은 겨울철에 비하여 수온이 상승하는 봄에 산란기를 가진다 (정, 1977; Caputo *et al.*, 2000; Kovačić, 2001). 하지만 본 연구에서 별망둑의 산란기는 12월에서 4월로 나타나 동계 산란형임을 알 수 있었다. 제주 연안에 출현하는 별망둑 또한 본 연구와 유사한 산란기를 가지는 것으로 조사되었다 (김 등, 2004). 또한, 백 등 (2010)의 연구결과에서 산란기가 끝난 7월에 체장 2.0 cm 정도의 어린개체들의 가입이 확인 되었는데, 이는 동년 겨울철에 산란 후 부화된 개체로 추측되었다.

별망둑의 간중량지수와 비만도지수의 월 변동양상을 살펴보면 (Fig. 2), 간중량지수는 1월에 평균 4.58로 가장 높은 값을 보였으며 2월과 3월에 각각 3.14와 3.42로 감소하였다. 비만도지수는 1월에 평균 2.13으로 연중 가장 높은 값

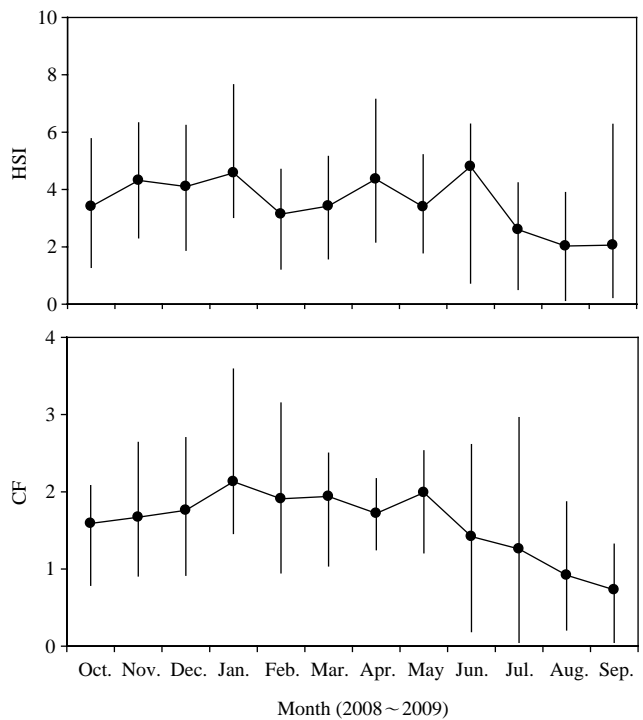
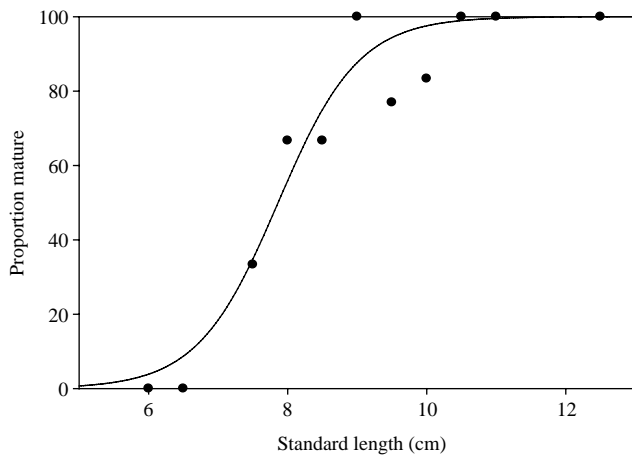


Fig. 2. Monthly change in mean value of hepatosomatic index (HSI) and condition factor (CF) for female *Chaenogobius gulosus* (vertical bars are standard error).

**Table 1.** Monthly variation in sex ratio of *Chaenogobius gulosus*

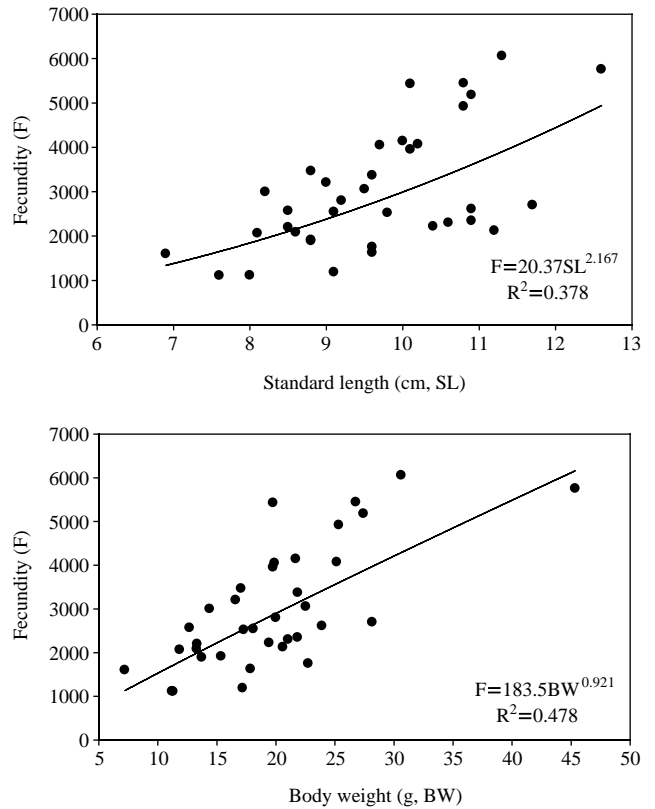
Month (2008~2009)	Male (ind.)	Female (ind.)	Total (ind.)	Sex ratio (M/F)
Oct.	20	13	33	1.54
Nov.	16	13	29	1.23
Dec.	11	16	27	0.69
Jan.	10	13	23	0.77
Feb.	5	8	13	0.63
Mar.	8	12	20	0.67
Apr.	4	4	8	1.00
May	7	8	15	0.88
Jun.	17	15	32	1.13
Jul.	32	26	58	1.23
Aug.	25	20	45	1.25
Sep.	16	14	30	1.14
Total	171	162	333	1.06



**Fig. 3.** A logistic relationship between standard length and maturation rate for female *Chaenogobius gulosus* during spawning period.

을 나타냈으며 5월까지 비교적 높은 값을 나타냈다. 간중량의 연변동은 에너지 저장과 이용의 과정을 반영하며, 이는 어류의 생식활동과 밀접한 관련이 있다(Miller, 1979). 그러나 이전의 연구에서 망둑어과 어류들의 간중량지수(HSI), 비만도지수(CF)와 생식주기의 관계를 나타낸 자료는 드물었지만, 망둑어과 어류에서 산란기 동안 간중량의 감소가 나타난다고 보고되었다(Joyeux *et al.*, 1992; Fouda *et al.*, 1993). 본 연구에서 또한 별망둑의 간중량지수는 산란성기 이전에 비교적 높은 수치를 나타냈다.

월별 별망둑 암컷과 수컷의 성비를 조사해본 결과(Table 1), 1:1.06으로 암·수간 유의한 차이를 보이지 않았다( $\chi^2$ -test,  $p > 0.05$ ). 월별 성비를 살펴보면, 10~11월, 4월, 6~9월에는 수컷의 비율이 더 높았으나, 12~3월과 5월에는 암컷의 비율이 더 높았다. 많은 망둑어과 어류들은 암·수의 성비에서 유의한 차이를 보이지 않았는데(Kovačić, 2007; Zanella *et al.*, 2011; Metinin *et al.*, 2011), 이는 대부분의 망



**Fig. 4.** Relationship between fecundity and standard length (A), body weight (B) of *Chaenogobius gulosus*.

둑어과 어류들이 수심이 얇은 조건대나 연안에 분포하며, 회유와 같은 목적성 이동을 하지 않기 때문에, 종을 보존하기 위한 생태적 특성인 것으로 생각된다. 하지만 지중해에 서식하는 *Gobius vittatus*, *G. niger*와 같은 망둑어과 어류들은 산란기에 암컷의 비율이 더 높았다(Nash, 1984; Silva and Gordo, 1997; Kovačić, 2007). Kovačić (2007)는 산란기 동안 대부분 망둑어과 어류의 수컷이 비교적 채집하기 어려운 장소에 은신하며, 산란장을 보호하여 쉽게 채집되지 않았기 때문이라고 하였다.

본 연구에서 별망둑은 체장 6.9 cm에서 성숙한 개체가 출현하기 시작하였으며, 10.8 cm 이상에서는 모든 개체가 성숙한 것으로 나타났다. 50% 균성숙체장은 logistic equation을 통하여 추정된 결과 7.9 cm로 나타났다(Fig. 3).

$$P = \frac{1}{1 + e^{-1.98(SL - 7.9)}}$$

지중해 아드리아해에 서식하는 *G. vittatus*의 균성숙체장은 3.2 cm(Kovačić, 2007), 크로아티아 Matica 강에 서식하는 *Knipowitschia croatica*의 균성숙체장은 3.8 cm(Zanella *et al.*, 2011), 한국 순천만 갯벌에 서식하는 큰벚말뚝망둑어(*Periophthalmus magnuspinnatus*)의 균성숙체장은 5.0 cm

Table 2. Comparison with reproductive character of among gobiid fishes

Species name	Spawning period	Fecundity	Maturity size (cm)	Max. oocyte diameter (mm)	Max. size (cm)	Reference
<i>Acentrogobius pflaumi</i>	Spring	3,618~9,733	4.5	0.6	7.2	Baeck <i>et al.</i> (2004)
<i>Chaenogobius gulosus</i>	Spring	277~6,059	7.9	1.1	12.6	Present study
<i>Gobius vittatus</i>	Spring	560~3,045	3.2	0.6	5.8	Marcelo (2007)
<i>Knipowitschia croatica</i>	Spring ~ Autumn	188~593	3.8	1.1	4.7	Kottelat <i>et al.</i> (2007)
<i>Periophthalmus magnuspinnatus</i>	Summer	1,316~4,768	4.9	0.7	9.1	Kim <i>et al.</i> (2008)

(김 등, 2008), 광양만에서 서식하는 줄망둑 (*Acentrogobius pflaumi*)의 군성숙체장은 4.5 cm (백 등, 2004)로 나타났다 (Table 2). 본 연구에서 별망둑은 다른 망둑어과 어류에 비하여 비교적 큰 군성숙체장을 보였는데, 이는 별망둑이 다른 망둑어과 어류에 비하여 비교적 큰 최대체장을 가지고 있기 때문에 군성숙체장 또한 크게 나타난 것으로 판단된다.

별망둑의 포란수는 1,112~6,059개 (평균 3,011개)를 보였으며, 6.0~6.9 cm 체장군에는 평균 1,601개를 보였고, 7.0~7.9 cm 체장군에서는 평균 1,112개, 8.0~8.9 cm 체장군에서는 평균 2,397개, 9.0~9.9 cm 체장군에서는 2,612개, 10~10.9 cm 체장군에서는 3,794개, 11 cm 이상의 체장군에서는 평균 3,864개를 보여 체장이 증가함에 따라 포란수 또한 증가함을 알 수 있었다 (Fig. 4). 별망둑과 같이 망둑어과에 속하는 줄망둑의 포란수는 체장 4.0~7.2 cm에서 체장이 증가함에 따라 3,618~9,733개를 보였으며 (백 등, 2004), *G. vittatus*는 전장 3.5~5.5 cm에서 560~3,045개 (Kovačić, 2007), 큰벚말뚝망둑어는 체장 4.0~10.0 cm에서 1,316~4,768개 (김 등, 2008)로 비슷한 체장군의 별망둑에 비하여 더 많은 포란수를 보였다 (Table 2). 그러나 *Knipowitschia croatica*는 전장 3.8~5.2 cm에서 188~593개 (Kottelat *et al.*, 2007)의 포란수를 보여, 별망둑과 유사하게 상대적으로 적은 포란수를 보였다 (Table 2). 또한 별망둑과 유사하게 동계에 산란을 하는 고무걱정어 (*Dasyctotus setiger*), 꼼치 (*Liparis tanakai*) 등이 비교적 큰 난을 포란하였다 (Kawasaki *et al.*, 1983; 양 등, 2007). 어류는 성숙한 난을 수용할 수 있는 복강내 용적이 제한되어 있기 때문에 대부분의 경골어류에서 난의 크기가 작을수록 더 많은 포란수를 가질 수 있다 (Sibly and Calow, 1986). 난이 클수록 상대적으로 적은 포란수를 가지지만 더 큰 자어를 산출하여 자어의 생존율을 높이며 먹이 섭식범위를 넓게 할 수 있다 (Wotton, 1990). 따라서 별망둑은 다른 망둑어과 어류에 비해 큰 난을 포란하여 부화한 자어의 생존율을 높이는 전략을 가진 것으로 판단된다.

요 약

2008년 10월에서 2009년 9월까지 통영 주변해역에서 출

현하는 별망둑 (*Chaenogobius gulosus*) 333개체를 대상으로 산란기, 성비, 군성숙체장, 포란수를 조사하였다. 별망둑의 체장 (standard length, SL)은 2.0~12.6 cm의 범위를 보였다. 별망둑 암컷 생식소중량지수 (GSI)의 월별동을 살펴보면 2월에 연중 가장 높은 값을 보였으며, 그 이후 4월까지 감소하는 양상을 나타내었다. 간중량지수 (HSI)는 1월에 4.58로 가장 높은 값을 나타내었으며, 산란성기인 2월과 3월에 각각 3.14와 3.42로 낮은 값을 보였다. 따라서 별망둑의 산란기는 12월에서 4월로 판단되었다. 별망둑의 월별 성비는 1:1.06으로 암·수간 유의한 차이를 나타내지 않았다 ( $\chi^2$ -test,  $p > 0.05$ ). 별망둑 암컷의 50% 군성숙체장은 7.9 cm로 나타났으며, 9.0 cm 이상에서는 모든 개체가 성숙하였다. 포란수는 1,112~6,059개의 범위를 보였으며, 평균 3,011개를 나타내었다.

인 용 문 헌

김삼연 · 박창범 · 강지웅 · 최영찬 · 노 섬 · 백혜자 · 김형배 · 이영돈. 2004. 별망둑 *Chasmichthys gulosus* (Guichenot)의 생식소 발달 및 생식주기. 한국어류학회지, 16: 261-270.

김용역 · 유정화. 1991. 별망둑속, genus *Chasmichthys* 어류의 난 및 자치어의 형태발달. 한국어류학회 추계총회 및 연구발표회, pp. 171-172.

김익수 · 최 윤 · 이충렬 · 이용주 · 김병직 · 김지현. 2005. 한국어류대도감. 교학사, 615pp.

김재원 · 윤양호 · 신현출 · Toru Takita · 김지형 · 박세창 · 박찬일 · 백근욱. 2008. 한국 순천만 갯벌지역 큰벚말뚝망둑어, *Periophthalmus magnuspinnatus*의 생식. 한국수산학회지, 41: 289-293.

백근욱 · 김재원 · 허성희. 2004. 광양만에서 채집된 줄망둑 (*Acentrogobius pflaumi*)의 성숙과 산란. 한국수산학회지, 37: 226-231.

백근욱 · 박찬일 · 정재목 · 김무찬 · 허성희 · 박주면. 2010. 통영 주변해역에서 출현하는 별망둑 (*Chaenogobius gulosus*)의 식성. 한국어류학회지, 22: 41-48.

양재형 · 이성일 · 황선재 · 박종화 · 권혁찬 · 박기영 · 최수화. 2007. 동해안 고무걱정어, *Dasyctotus setiger* (Bean)의 성숙과 산란. 한국어류학회지, 19: 179-184.

정문기. 1977. 한국어도보. 일지사, 727pp.

Aida, K. 1991. Environmental regulation of reproductive rhythms

- in teleosts. Bull. Inst. Zool., Academia Sinica, Monograph, 16: 173-187.
- Caputo, V., G. Candi, M. La Mesa and E. Ameri. 2000. Pattern of gonad maturation and the question of semelaparity in the Paedomorphic goby, *Aphia minuta*. J. Fish. Biol., 58: 656-669.
- De Vlaming, V.L. 1972. The effects of diurnal thermoperiod treatments on reproductive function in the estuarine gobiid fish, *Gillichthys mirabilis* Cooper. J. Exp. Mar. Biol. Ecol., 9: 155-163.
- Fouda, M.M., M.Y. Hanna and F.M. Fouda. 1993. Reproductive biology of the Red Sea goby, *Silhouettea aegyptia*, and a Mediterranean goby, *Pomatoschistus marmoratus*, in Lake Timsah, Suez Canal. J. Fish. Biol., 43: 139-151.
- Horinouchi, M. and M. Sano. 2000. Food habits of fishes in a *Zostera marina* bed at Aburatsubo, central Japan. Ichthyol. Res., 47: 163-173.
- Joyeux, J.C., J.A. Tomasini and J.L. Bouchereau. 1992. Modalites de la reproduction de *Gobius niger* (Teleostei, Gobiidae) dans une lagune Mediterranee. Vie Milieu, 42: 1-13.
- Kawasaki, T., H. Hishimoto, H. Honda and A. Otake. 1983. Selection of life histories and its adaptive significance in a snailfish *Liparis tanakai* from Sendai Bay. Bull. Japan Soc. Sci. Fish., 49: 367-377.
- King, M.G. 2007. Fisheries Biology, Assessment and Management: 2nd ed. Blackwell Publ., Oxford, 382pp.
- Kottelat, M. and J. Freyhof. 2007. Handbook of European freshwater fishes. Publications Kottelat, Cornol, Switzerland, 646pp.
- Kovačić, M. 2001. The biology of Roule's goby in the Kvarner area, northern Adriatic Sea. J. Fish Biol., 59: 795-809.
- Kovačić, M. 2007. Reproductive biology of the striped goby, *Gobius vittatus* (Gobiidae) in the northern Adriatic Sea. Scientia Marina, 71: 145-151.
- Metinin, G., A.T. İlkyaz, O. Soykan and H.T. Kinacıgil. 2011. Age, growth and reproduction of four-spotted goby, *Deltentosteus quadrimaculatus* (Valenciennes, 1837), in İmir Bay (central Aegean Sea). Turk. J. Zool., 35: 711-716.
- Miller, P.J. 1979. Adaptiveness and implications of small size in teleosts. Symp. Zool. Soc. Lond., 44: 263-306.
- Nash, R.D.M. 1984. Aspects of the biology of the black goby, *Gobius niger* in Oslofjorden, Norway. Sarsia. 69: 55-61.
- Silva, M.N. and L.S. Gordo. 1997. Age, growth and reproduction of the black goby, *Gobius niger*, from Óbidos Lagoon, Portugal. Cah. Biol. Mar., 38: 175-180.
- Sily, R.M. and P. Calow. 1986. Physiological Ecology of Animals. Blackwell, Oxford, UK, 179pp.
- Wilk, S.J., W.W. Morse and L.L. Stehlik. 1990. Annual cycles of gonadosomatic indicators of spawning activity for selected species of finfish collected from the New York Bight. Fish. Bull., 88: 775-786.
- Wotton, R.J. 1990. Ecology of Teleost Fishes. Chapman Hall, New York, USA, 404pp.
- Zanella, D., M. Markovčić, L.N. Zanella, M. Miletić, P. Mustafić, M. Čaleta and Z. Marčić. 2011. Reproductive biology of the freshwater goby *Knipowitschia croatica* Mrakovčić, Kerovec, Mišetić & Schneider 1996 (Actinopterygii, Gobiidae). J. Appl. Ichthyol., 27: 1242-1248.