

# 통영 연안에서 채집된 감성돔(*Acanthopagrus schlegelii*)의 산란시기와 성전환

이해원 · 정재묵 · 유효재 · 황강석 · 오시은 · 송세현<sup>1,\*</sup>

국립수산과학원 수산자원연구센터, <sup>1</sup>국립수산과학원 연근해자원과

**Spawning Period and Sex Inversion of Black Seabream *Acanthopagrus schlegelii* Collected off the Coast of Tongyeong, Korea** by Hae Won Lee, Jae Mook Jeong, Hyo Jae Yu, Kang Seok Hwang, Si Eun Oh and Se Hyun Song<sup>1,\*</sup> (Fisheries Resources Research Center, National Institute of Fisheries Science, Tongyeong 53064, Republic of Korea; <sup>1</sup>Fisheries Resources Management Division, National Institute of Fisheries Science, Busan 46083, Republic of Korea)

**ABSTRACT** This study sought to reveal spawning period and sex inversion of black seabream, *Acanthopagrus schlegelii* collected off the coast of Tongyeong, Korea. The monthly gonadosomatic index (GSI) showed the same pattern of between both sexes, and it was estimated that black seabream spawned once a year (between April and May). Histological examination revealed the transition from male to female sex, size of fork length bisexual gonad with ovarian (primary hermaphrodite; progress from male to female, MF) was seen at 20.5 to 39.6 cm and bisexual gonad with testicular (post hermaphrodite; female development and Male degeneration, FM) was seen at 26.4 to 50.2 cm. The egg diameters was in the range of 0.02 to 0.60 mm, with the smallest average egg diameter of 0.09 mm in February, the highest average egg diameters of 0.43 mm in August, and the range of fecundity was number of eggs 277,148 (33.9 cm) to 2,772,421 (34.1 cm).

**Key words:** Black seabream, *Acanthopagrus schlegelii*, gonadal development, sex inversion, spawning period

## 서 론

감성돔(*Acanthopagrus schlegelii*)은 농어목(Perciforme) 도미과(Sparidae)에 속하는 어류로 우리나라 전 연안, 일본 홋카이도 이남, 타이완에 분포하며, 성육장은 모래질로 이루어진 수심 1 m 미만의 천해역이며, 치어는 내만이나 연안의 바위 지역에 서식하고 강 하구에도 올라오며, 수온의 변화와 저층부의 환경에 잘 적응한다(Choi, 1996; Kim *et al.*, 2005).

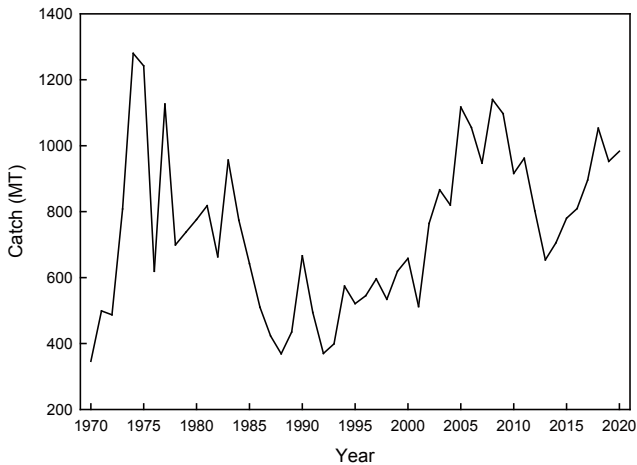
감성돔은 수심 50 m 이내, 바닥이 해조류가 있는 모래질이거나 암초지대인 연안에 주로 서식하며, 내만성 어종으로 큰 이동은 없으며, 겨울철 깊은 곳으로 이동하며, 수컷에서 암수 한몸인 시기를 거쳐서 암컷으로 성전환하는 자웅동체형의 응성선숙어이다. 감성돔은 1980년대 후반부터 양식대상종으로 각광받았으며,

2002년도에 시작된 전남다도해형 바다목장에서 대상종으로 관심을 받았다(Kwon *et al.*, 2009).

국내 감성돔에 대한 연구는 여수 해역에서 동계행동 특성(Kang and Shin, 2008), 성분화(Lee *et al.*, 1994), 유어의 생태(Choi, 1996), 치어의 생태연구(Yoo *et al.*, 2003; Ji *et al.*, 2008), 성숙 및 산란(Kwon *et al.*, 2009) 그리고 음향산란강도(Chio *et al.*, 2018) 등의 연구들이 수행되어 왔고, 국외에서는 자치어의 섭식생태(Tony *et al.*, 2003), 생식세포의 발달단계(Lee *et al.*, 2008), 연령성장(Law *et al.*, 2017) 그리고 재생산연구(Law *et al.*, 2017)가 이루어졌다.

감성돔의 어획량(KOSIS, 2020)은 1974년 1,242톤으로 가장 많았으며, 이후 감소하다가 1988년 369톤으로 가장 낮았고, 다시 지속적으로 증가하다가 2005년 어획량은 1,117톤으로 증가하였고, 다시 감소해 2013년 654톤이었고 다시 증가하는 추세를 보이며 최근 5년간 평균 어획량은 939톤으로 어획되었다(Fig. 1). 양식생산량은 2010년에 2,254톤으로 가장 높았으며,

저자 직위: 이해원(해양수산연구소), 정재묵(해양수산연구소), 유효재(해양수산연구소), 황강석(해양수산연구소), 오시은(연구원), 송세현(해양수산연구소)  
\*Corresponding author: Se Hyun Song Tel: 82-51-720-2295, Fax: 82-51-720-2277, E-mail: limboss@korea.kr



**Fig. 1.** Annual catch (mt) of black seabream *Acanthopagrus schlegelii* in the Korean waters.

2017년에 1,725톤으로 일시적으로 증가하였다가 2020년에는 611톤이었고, 감성돔은 연안자망어업과 연안복합어업에서 70% 이상이 어획되고 있다(KOSIS, 2020).

Choi (1996)는 군산 연안에서 감성돔 유어를 통해 산란시기를 5월 초로 추정했으며, Kwon *et al.* (2009)은 여수(전남 바다목장해역)에서 주산란시기는 5~6월로 추정했다.

본 연구에서는 연안에 서식하는 감성돔의 산란생태학적 연구를 위해 통영 연안에서 어획한 시료를 대상으로 월별 생식소숙도지수(GSI), 산란시기의 난경과 포란수 등을 측정하고 현미경을 통한 생식소의 조직학적 발달단계를 통해 수컷에서 암컷으로 전환되는 과정을 구명하였다.

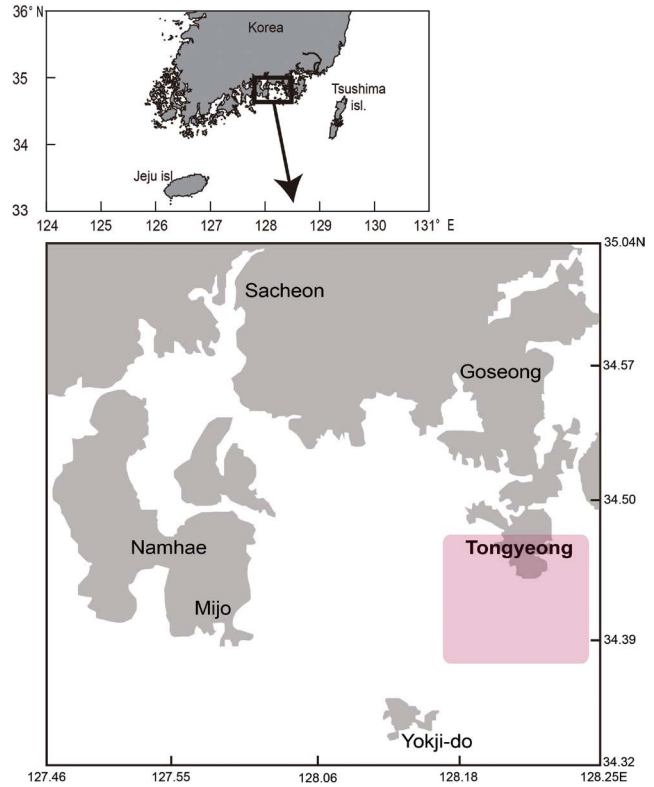
## 재료 및 방법

본 연구에 사용된 감성돔의 시료는 2019년 12월부터 2021년 1월까지 경상남도 통영 연안에서 어획된 것을 사용하였다(Fig. 2). 시료는 각 개체의 체장(0.1 cm)과 체중(0.01 g)을 측정하였고, 체장은 어체의 맨 앞부분에서 꼬리지느러미가 갈라지는 지점까지의 길이인 가랑이체장(fork length, FL)이다.

본 연구에서 활어상태의 감성돔 470개체를 사용하였고, 산란생태 연구를 위해 생식소가 일부 훼손된 개체를 제외한 467개체를 대상으로 생식소를 적출하여 각각의 중량(0.01 g)을 측정하였다. 생식소의 무게를 통해 성숙상태를 확인하기 위해 생식소숙도지수(gonadosomatic index, GSI)는 다음의 식을 이용하여 구하였다.

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

여기서 GW(gonad weight)는 생식소의 중량, BW(body weight)



**Fig. 2.** Sampling area of the black seabream *Acanthopagrus schlegelii* collected off the coast of Tongyeong, Korea.

는 체중이다.

성전환 어류의 생식소를 육안으로 성별을 구분하기 위해, 정소만 있는 경우를 수컷(M), 난소만 있는 경우를 암컷(F), 정소가 난소보다 더 발달한 경우는 전기자웅동체(MF), 난소가 더 발달한 것은 후기자웅동체(FM)로 구분하였다.

생식소의 내부 구조와 생식소 발달의 조직학적 변화를 관찰하기 위하여 조직표본을 제작하였다. 적출한 생식소는 Bouin's solution에 24시간 고정된 후 수세와 탈수의 과정을 거쳤다. 이후 파라핀으로 포매한 뒤 6 μm 두께로 연속 절편을 만들었다. 조직표본은 xylene 용액에서 파라핀을 제거한 후 알코올에서 저농도 순의 단계로 친수과정을 거쳐 조직 내에 수분을 첨가시켰다. 그 후 HARRIS Hematoxylin과 0.5% Eosin Y solution으로 비교염색을 하였으며, Malinol 용액을 이용하여 슬라이드 절편을 고정하였다. 고정된 슬라이드는 OLYMPUS SZX16 (Olympus Corp., Tokyo, Japan)을 이용하여 조직표본을 관찰하였고 isolation lite를 이용하여 검경하였다.

생식소의 발달단계는 미숙(immature stage), 중숙(maturing stage), 성숙(mature stage), 완숙(ripe stage)의 4단계로 구분하였다.

주 산란시기와 산란횟수를 확인하기 위해 중숙 이상의 암컷을 선별하여 난소 중앙 부위의 일부를 Gilson's solution에 2~3

**Table 1.** Number of samples, ratio of sex, fork length of black seabream *Acanthopagrus schlegelii* caught in Tongyeong coasts from February 2020 to January 2021

Year	Month	Number of samples		Ratio of sex		Fork length (cm)					
		Female	Male	Female	Male	Female			Male		
						Mean	Min.	Max.	Mean	Min.	Max.
2020	Feb.	27	23	0.54	0.46	37.1	30.8	43.5	36.5	32.3	43.9
	Mar.	25	31	0.45	0.55	36.2	29.4	41.9	32.4	20.5	41.6
	Apr.	15	25	0.38	0.63	36.8	32.4	41.8	37.9	34.0	42.1
	May	28	33	0.46	0.54	37.2	33.7	41.5	35.0	30.1	40.4
	Jun.	38	31	0.55	0.45	38.1	32.6	44.2	37.0	31.7	42.7
	Jul.	33	22	0.60	0.40	38.6	32.0	50.2	35.9	32.0	48.3
	Aug.	28	16	0.64	0.36	39.0	35.6	42.7	38.9	36.5	43.6
	Dec.	15	32	0.32	0.68	37.7	31.0	42.0	35.6	28.4	46.0
2021	Jan.	20	28	0.42	0.58	34.0	26.4	40.7	34.6	24.5	41.1

일 침적하여 고정시킨 후 OLYMPUS SZX10 (Olympus Corp., Tokyo, Japan)과 isolution lite를 이용하여 난경을 측정하였다.

포란수는 난을 분리 후 해부현미경으로 계수하여 다음과 같이 구했다.

$$Fc = \frac{GW}{GW_s} \times n_s$$

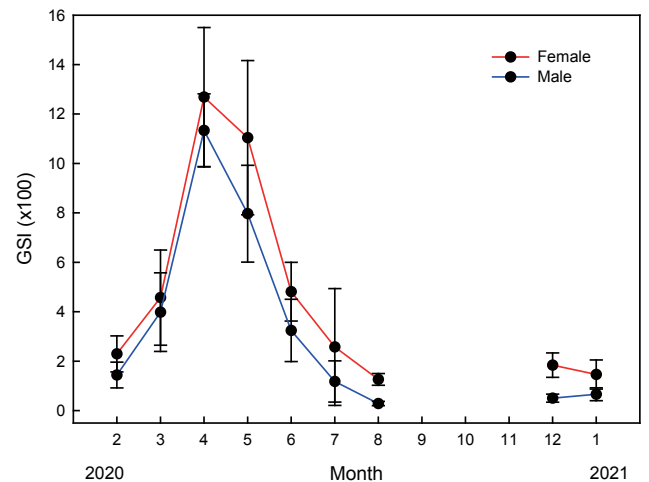
여기서 Fc (Fecundity)는 난소 내 전체난수, GW는 생식소 중량 (g), GWs는 난소의 일부(sample) 중량, ns는 GWs 내의 난수이다.

### 결 과

감성돔의 산란생태를 연구하기 위해 매월 30마리 이상을 확보하고자 했으며, 2020년 2월~8월까지, 12월부터 2021년 1월까지 9개월간 확보한 감성돔은 470개체였다. 월별 평균가랑이체장 변화를 살펴보면, 암컷은 34.0~39.0 cm (Min. 26.4; Max. 50.2) 였고, 수컷은 34.6~38.9 cm (Min. 20.5; Max. 48.3) 였다. 평균체장은 암·수 모두 8월이 가장 높았으며, 암컷은 1월이 가장 작았으며 수컷은 3월이 가장 작았고 다음으로 1월이 작았다 (Table 1).

감성돔의 월별 성비를 확인하기 위해 MF는 수컷으로 판별하였고 FM는 암컷으로 판별하였다. 전체 암컷과 수컷의 성비는 0.48 : 0.52로 수컷의 성비가 다소 높았으며 (Table 1), 4월과 12월은 수컷의 성비가 암컷보다 다소 높았으며, 전체 암컷과 수컷의 성비는 90% 수준에서 통계적으로 유의한 차이를 보였다 ( $\chi^2$  test,  $P < 0.1$ ).

감성돔의 암컷과 수컷 생식소속도지수 (GSI)의 월 변화를 살펴보면 (Fig. 3), 암컷의 GSI는 2월에 2.29였고 지속적으로 증가하기 시작하여 4월에 12.69로 가장 높았고 5월까지 11.04로 높았으며 6월에는 4.81로 급격히 감소하였고 8월에는 가장 낮

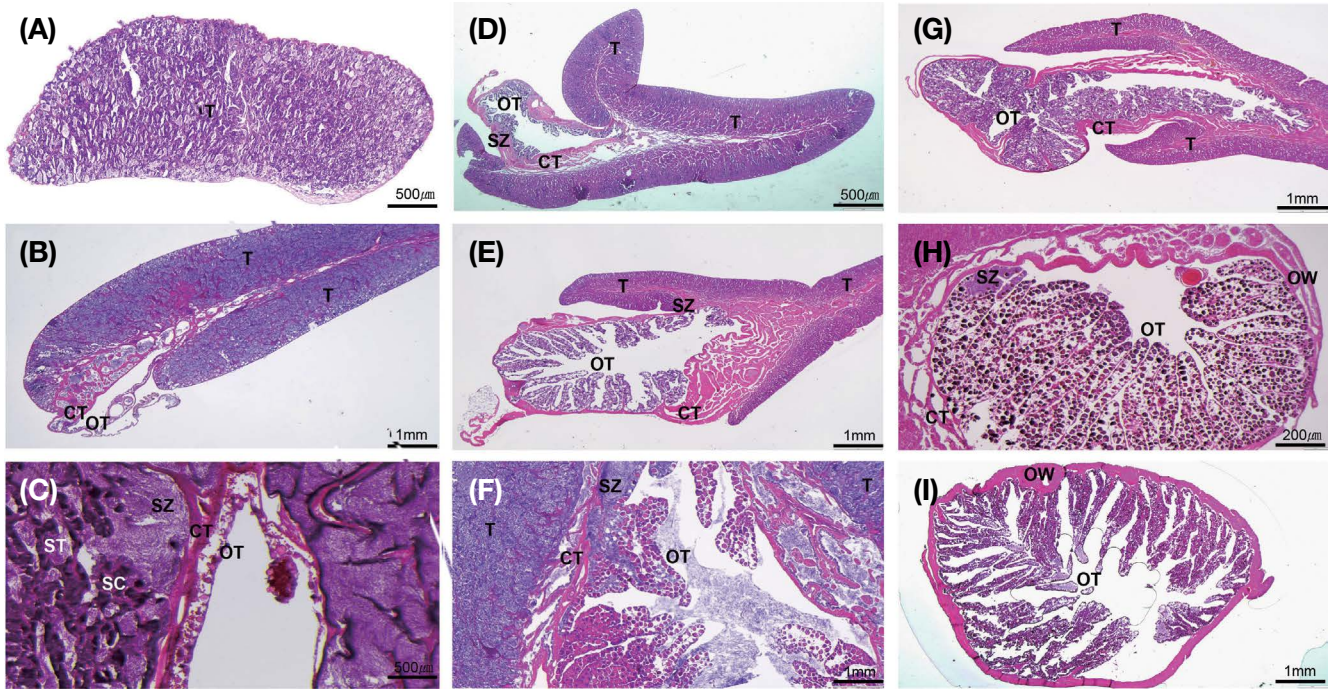


**Fig. 3.** Monthly changes in the gonadosomatic index (GSI) of black seabream *Acanthopagrus schlegelii* caught in Tongyeong coast from February 2020 to January 2021.

은 1.26이었다. 수컷의 GSI는 2월에 1.44에서 증가하면서 4월 11.34로 가장 높았으며 5월에도 7.97로 높은 값을 보이다가 6월에는 3.24로 급격히 감소해 8월에는 가장 낮은 0.29로 나타나, 암·수 간의 월별 유사한 경향을 보였다. 월별 생식소속도지수의 변화를 통해 주 산란시기는 4~5월로 추정하였다.

감성돔의 생식소의 형태는 좌우 한쌍이 대칭으로 복강 내에서 엽상 형태로 발달하고 있었다. 조직학적 검경을 통해, 수컷 생식소에서 전기자웅동체와 후기자웅동체 시기를 지나 암컷으로 전환되는 과정을 확인하였다 (Fig. 4).

웅성선숙인 감성돔의 수컷 정소의 조직학적 검경을 위해 통영 연안 정치망에서 4월에 채집된 가랑이체장 15.4 cm의 어린 개체를 추가 사용하였다 (Fig. 4A). 어체의 크기가 성장하면서 점차 전기자웅동체가 나타나면서 정소 사이에서 정소역과 난소



**Fig. 4.** Photomicrographs of developmental stages of *Acanthopagrus schlegelii* based on histological observation. (A) Male. (B), (C) Appearance of a germ cell near the lateral side of the blood vessel on the inner wall of the central cavity. (D) The central cavity was compressed to the edge of the gonad with the development of mature testicular tissues which were filled with spermatozoa and ovary tissues. (E)~(G) Testicular tissues as the main tissue during the early post-spawning period. (H) Ovarian tissue as the main tissue during the post-spawning and intersex periods. (I) Ovary in the spawning periods (CT, connective tissue; OT, ovary tissue; OW, ovary wall; SC, spermatocytes; ST, spermatids; SZ, spermatozoa; T, testis).

역이 격막으로 구분되면서 가늘고 길게 나타나기 시작하며 난소세포가 미세하게 나타나기 시작하였다(Fig. 4B, C). 전기자웅동체에서 후기자웅동체로 진행하면서 정소역과 난소역의 분리된 모습은 육안으로도 구분이 가능하였고 조직학적 검정으로 명확히 하였다(Fig. 4D). 후기자웅동체 시기에서 정소역은 점차 작아지고 난소역은 점점 난소강을 중심으로 외측에서 내측으로 점진적으로 발달되며 난소역의 부피가 갈수록 커졌다(Fig. 4E~G). 정소역은 갈수록 퇴화되면서 난소역의 부피는 커졌고 온전한 난소의 모습을 나타냈다(Fig. 4H, I).

감성돔의 암컷의 생식소를 조직학적으로 관찰하여 성숙도를 미숙, 중숙, 성숙, 완숙의 단계로 구분하였다(Fig. 5). 암컷은 미숙단계에서 난소소엽을 따라 초기 성장 중인 난모세포들이 내강 쪽으로 성장하고 있었고(Fig. 5A), 난모세포들은 구형으로 발달하고 있었다. 중숙단계에서는 핵이 있는 난모세포들이 쉽게 관찰되었으며, 난황물질의 축적과 함께 계속 성장 발달해 갔다(Fig. 5B). 성숙단계에서는 난소의 발달이 급격히 진행되어 다량의 난황을 가진 난모세포들이 출현하였으며, 각 난모세포의 크기도 점차 증가하였으며, 난모세포들이 크게 성장 발달하였고 난황구들은 지속적인 축적과 함께 균질화가 진행되어갔다(Fig. 5C). 완숙단계에서는 대형의 유구를 갖는 완숙 난모세포들이 주로 차지하고 있었으며, 완숙난과 미성숙된 난모세포들이 동시에

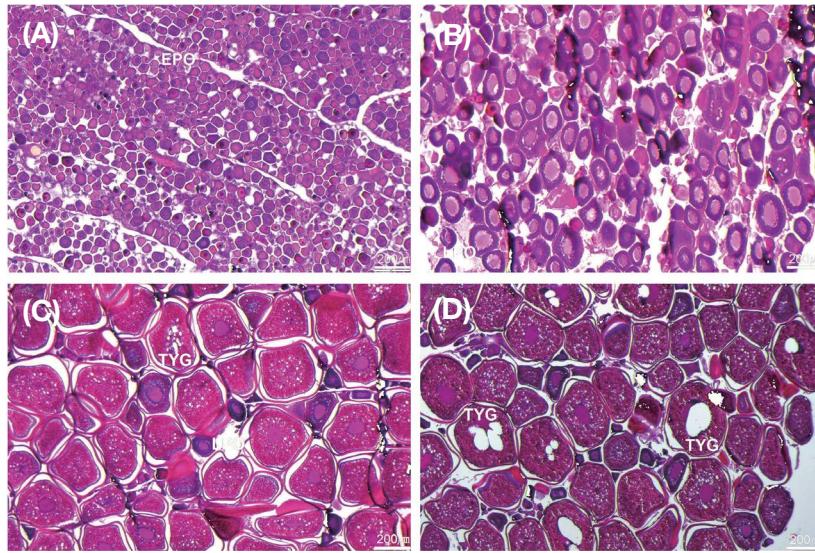
**Table 2.** Fork length and fecundity of black seabream *Acanthopagrus schlegelii* caught in Tongyeong coast from February 2020 to January 2021

Month	Mean fork length (cm)	Number of samples	Fecundity (Number of eggs)		
			Mean	Min.	Max.
Mar.	33.6	2	292,012	277,148	306,876
Apr.	33.6	4	1,427,340	265,473	2,772,421
May	34.4	7	1,748,820	1,172,364	2,723,886
Jun.	34.6	2	2,400,164	2,142,966	2,657,363

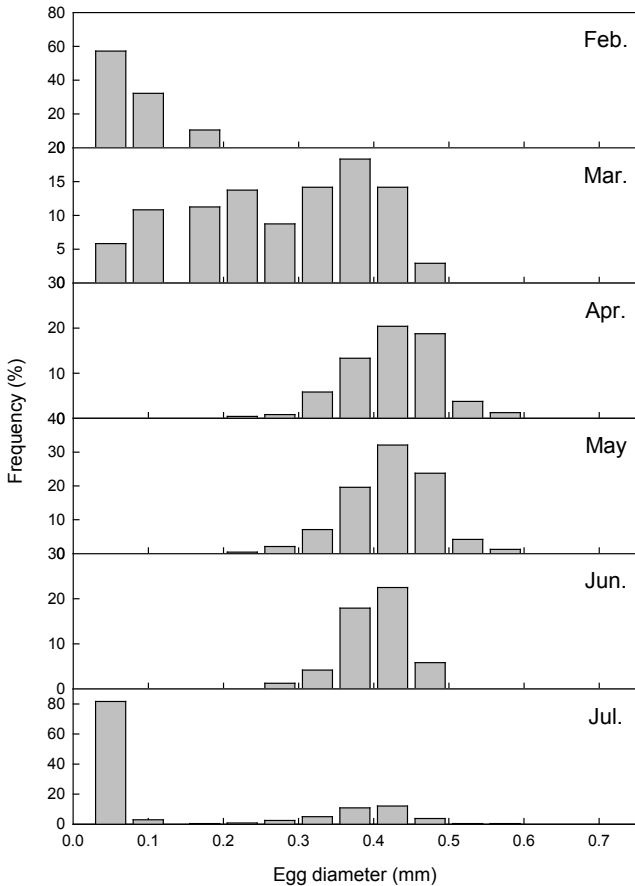
존재하였다(Fig. 5D).

암컷의 난경 변화를 살펴보면(Fig. 6), 2월부터 7월까지 0.02~0.60 mm의 난경이 관찰되었으며, 2월에 평균 난경은 0.09 mm로 가장 작았고, 8월에 평균 난경은 0.43 mm 가장 높았다. 난경 조성을 통하여 감성돔의 주 산란시기는 4~5월이었고, 월별 난경변화를 통해 감성돔은 연간 1회 산란하는 것으로 확인되었다.

재생산력을 확인하기 위해, 육안으로 판별된 완숙 이상의 개체를 대상으로 포란수를 계수하였고 포란수는 277,148 (33.9 cm)~2,772,421 (34.1 cm)립의 범위를 보였다(Table 2).



**Fig. 5.** Gonad transverse sections showing different maturity stages of *Acanthopagrus schlegelii* ovaries (A), immature stage; (B), maturing stage; (C), mature stage; (D), ripe stage (EPO, early perinucleolar oocyte; LPO, late perinucleolar oocyte; TYG, tertiary yolk granule). Scale bars are 200  $\mu$ m.



**Fig. 6.** Size frequency distribution of egg diameter with the progression in different mature stage of black seabream *Acanthopagrus schlegelii* caught in Tongyeong coast from February 2020 to January 2021.

## 고 찰

본 연구해역인 통영연안에 서식하는 감성돔의 산란시기는 4~5월이고 암·수 간의 생식소 발달단계는 유사한 것으로 나타났다, 연간 1회 산란하며, 전기자용동체는 20.5~39.6 cm에서 확인되었고, 후기자용동체는 26.4~50.2 cm에서 확인되었다.

국내에서 Kwon *et al.* (2009)은 여수 바다목장해역에서 방류한 감성돔을 대상으로 확인한 결과 산란시기는 5~6월이었고, 가랑이체장 17.2 cm에서는 성 전환 개체는 없었고, 38.4 cm 이상에서는 전 개체가 성 전환한 것으로 판명하였고, 50% 성 전환 체장은 26.7 cm로 구명하였다. 국외에서 Law and Mitcheson (2017)은 홍콩 인접 남중국해에서 서식하는 감성돔의 산란시기는 11월에서 다음해 3월로 추정하였고, 50% 성 전환 체장 (Standard length)은 29.1 cm로 확인하였다.

본 연구결과의 산란시기가 국내 연구(Kwon *et al.*, 2009)의 결과보다 빠른 이유가 해역 간의 차이인지, 바다목장해역에 방류한 개체의 특성 차이인지는 향후 면밀한 연구가 추가되어야 할 것이다. 또한 국외 연구해역(Law and Mitcheson, 2017)의 산란시기 수온은 16.9~23.4°C로 해역별 수온 차이에 대한 연구가 요구되며, 성 전환체장이 국외 연구에서 높게 나타난 이유가 연령별 성장의 차이인지, 생식소 발달단계의 시기별 차이인지 지속적 연구가 필요하다.

또한 Huang *et al.* (2002)은 감성돔의 정소 발달단계를 확인하면서 2~3월은 산란시기(Spawning period), 4~5월은 후기 산란시기(post Spawning period), 6~9월은 성 전환시기(intersex period) 그리고 10~12월은 전기 산란시기(pre Spawning period)

로 추정하고 있어, 음성선속종인 본 종의 산란시기가 길게 이어지고 있음을 밝혔다.

본 연구에서 재생산력을 확인하기 위해 포란수를 계수하고, 체장별 상관관계를 확인하고자 하였으나, 개체별 포란수는 산란이 시작되는 3월이 가장 적었고, 6월이 가장 많았으며, 이는 성전환시기의 차이로 추정되며, 체장별 뚜렷한 관계는 나타나지 않았다. 향후 암컷 개체수의 추가확보를 통해 체장별 상관관계를 재확인할 필요가 있다.

국내에서는 감성돔의 자원관리를 위해 금지체장을 25 cm 이하로 규정하고 있으며, 2021년부터 금어기를 신설하였다(5.1.~5.31.). 최근 감성돔의 어획량은 1,000톤 정도이며, 주요 어류양식 대상으로 양식환경 변화를 통한 호르몬 조절 등으로 성전환시기를 조절하기도 한다(Jeong *et al.*, 2010).

본 연구에서는 자연상태의 감성돔을 확보하여 생식소 조직검정으로 성전환시기를 확인함으로써 성전환어종의 자원관리를 위한 기초자료로 제공하고자 한다.

## 요 약

본 연구는 연안에 서식하는 감성돔의 산란생태학적 연구를 위해 2020년 2월부터 2021년 1월까지 통영 연안에서 어획된 시료 총 470개체(가랑이체장 20.5~50.2 cm)를 대상으로 하였다. 통영에 서식하는 감성돔의 월별 생식소속도지수(GSI) 변화를 통해 암수 모두 동일한 양상을 보이며 4~5월이 산란시기로 추정되었고, 연 1회 산란하는 것으로 확인되었다. 조직학적 검경을 통해 수컷에서 암컷으로 성전환하는 과정을 확인하였으며, 전기자용동체(MF)는 20.5~39.6 cm에서 보였고, 후기자용동체(FM)는 26.4~50.2 cm에서 보였다. 난경은 0.02~0.60 mm 범위였으며, 2월에 평균 난경은 0.09 mm로 가장 작았고, 8월에 평균 난경은 0.43 mm 가장 높았고, 포란수는 277,148 (33.9 cm)~2,772,421 (34.1 cm)립의 범위를 보였다.

## 사 사

이 논문은 2021년도 국립수산물과학원 근해어업자원조사(R2021027)의 지원을 받아 수행된 연구입니다.

## REFERENCES

- Choi, J.H., W.S. Oh, E. Yoon, Y.J. Im and K. Lee. 2018. Target strength according to tilt angle and length of black seabream *Acanthopagrus schlegeli* at 200 kHz-frequency. Korean J. Fish. Aquat. Sci., 51: 566-570.
- Choi, Y. 1996. On the growth of young stage *Acanthopagrus schlegelii* in Kunsan Coast, Korea. Korean J. Ichthyol., 8: 9-13.
- Huang, J.D., M.F. Lee and C.F. Chang. 2002. The morphology of gonadal tissue and male germ cells in the protandrous black porgy, *Acanthopagrus schlegeli*. Zool. Stud., 41: 216-227.
- Jeong, M.H., H.K. Lim, Y.S. Kim, S.Y. Kim and Y.J. Chang. 2010. Sperm collection time, sex steroid hormones, and gonadal development of black porgy, *Acanthopagrus schlegeli*, acclimated in freshwater. Korean J. Fish. Aquat. Sci., 43: 474-481. <https://doi.org/10.5657/kfas.2010.43.5.474>.
- Ji, S.C., S.W. Lee, Y.S. Kim, G.S. Jeong, J.H. Yoo, N.J. Choi and J.G. Myeong. 2008. Changes in feeding habit and body composition of black seabream *Acanthopagrus schlegeli* released in eelgrass *zostera marina* bed. J. Aquaculture, 21: 278-284.
- Kang, K.M. and H.O. Shin. 2008. Behavioral characteristics of black seabream *Acanthopagrus schlegeli* in Yeosu waters during winter. Korean J. Fish. Aquat. Sci., 41: 48-53. <https://doi.org/10.5657/kfas.2008.41.1.048>.
- Kim, I.S., Y. Choi, C.Y. Lee, Y.J. Lee, B.J. Kim and J.H. Kim. 2005. Illustrated Book of Korean Fishes. Kyohak Publishing Co. Ltd., Seoul, Korea, p. 478.
- KOSIS. 2020. Korean Statistical Information Service, Statistic Database for Fisheries Production. Retrieved from <http://kosis.kr/index/index.do>.
- Kwon, H.C., C.I. Zhang, Y.J. Shin, K.H. Kim, J.I. Kim and Y.I. Seo. 2009. Maturation and spawning of black seabream *Acanthopagrus schlegeli* in the Southern Sea of Korea. Korean J. Ichthyol., 21: 93-99.
- Law, C.S.W. and Y.S. Mitcheson. 2018. Age and growth of black seabream *Acanthopagrus schlegelii* (Sparidae) in Hong Kong and adjacent waters of the northern South China Sea. J. Fish Biol., 93: 382-390. <https://doi.org/10.1111/jfb.13774>.
- Law, S.W.C. and Y.S. Mitcheson. 2017. Reproductive biology of black seabream *Acanthopagrus schlegelii*, threadfin porgy *Evynnis cardinalis* and red pargo *Pagrus major* in the northern South China sea with consideration of fishery status and management needs. J. Fish Biol., 91: 101-125. <https://doi.org/10.1111/jfb.13331>.
- Lee, M.F., J.D. Huang and C.F. Chang. 2008. Development of ovarian tissue and female germ cells in the protandrous black porgy, *Acanthopagrus schlegeli* (Perciformes, Sparidae). Zool. Stud., 47: 302-316.
- Lee, Y.D., B.S. Kang and J.J. Lee. 1994. Sex differentiation of the black sea bream, *Acanthopagrus schlegeli* (Bleeker). Korean J. Ichthyol., 6: 237-243.
- Tony, H.M., W.Y. Ho and C.K. Wong. 2003. Feeding ecology of larval and juvenile black seabream (*Acanthopagrus schlegelii*) and Japanese seaperch (*Lateolabrax japonicus*) in Tolo harbour, Hong Kong. Environ. Biol. Fishes, 66: 197-209. <https://doi.org/10.1023/A:1023611207492>.
- Yoo, K.H., D.J. Hwang, Y.H. Yoon, G.S. Jeong and H.J. Go. 2003. Initial adaptation of released black sea bream, *Acanthopagrus schlegeli* in Gamak Bay, Southern Coast in Korea. J. Kor. Fish. Sco., 36: 365-371. <https://doi.org/10.5657/kfas.2003.36.4.365>.