

탁자볼락 (*Sebastes taczanowskii*) 자치어의 형태발달 및 성장특성

문성준 · 김진각 · 김윤하 · 권예솔 · 윤성민 · 박재민^{1,*}

경상북도 수산자원연구원, ¹경상북도 토속어류산업화센터

Development of Larvae and Juveniles and Growth Characteristics of the *Sebastes taczanowskii* by Seong-Jun Moon, Jin-Gak Kim, Yoon-Ha Kim, Ye-Sol Kwon, Seong-Min Yoon and Jae-Min Park^{1,*} (Gyeongsangbuk-Do Fisheries Resources Institute, Yeongdeok 36405, Republic of Korea; ¹Gyeongsangbuk-Do Native Fish Business Center, Uiseong 37366, Republic of Korea)

ABSTRACT The morphological development of larvae and juvenile of *Sebastes taczanowskii* were studied. The *S. taczanowskii* were caught at Goseong-gun, Gangwon-do from March in 2016. Larvae beared at water temperature of 11~12°C (mean 11.5±0.5°C). The just beared larvae were 5.25~5.96 mm (mean 5.60±0.19 mm, n=30) in total length and their mouth and anus were already opened. They began to eat rotifer and transformed to postlarvae stage. 35 days after bearing postlarvae was measured 7.16~11.4 mm (mean 9.02±1.00 mm) in total length and the tip of notochord was bent upward. 48 days after bearing juvenile was measured 9.45~18.7 mm (mean 14.4±1.75 mm) in total length with dorsal fin rays XIII, 13~15; anal fin rays III, 6~8; caudal fin rays 16.

Key words: Early life history, larva, juvenile, Scorpaenidae, *Sebastes taczanowskii*

서 론

전 세계의 솜뱅이목(Scorpaeniformes), 양볼락과(Scorpaenidae), 양볼락아과(Sebastinae) 어류는 7속 131종, 이중 볼락속(*Sebastes*) 어류는 110종으로 대부분이 북태평양 연안의 암초 주변에 서식하는 난태생 어종으로 알려져 있다(Kai *et al.*, 2003; Nelson *et al.*, 2016).

주로 볼락류는 산업적으로 주요한 종이 많은 것으로 알려져 있고, 국내에 서식하는 양볼락과 어류는 19속 102종이 분포하는 것으로 보고되었다(NIBR, 2022). 탁자볼락(*Sebastes taczanowskii*)은 우리나라 동해 북부를 비롯해 쿠릴열도 및 일본 북부 연안 등에 서식하는 아한대성 어종이다(Barsukov, 1981; Lindberg and Krasyukova, 1987; Sheiko and Fedorov, 2000; Kolpakov, 2006).

국내 양볼락과 어류의 초기생활사 연구로는 볼락(*S. inermis*)

의 생식과 체내 자어발달(Lee and Kim, 1992), 난과 자어 형태 및 골격발달(Kim and Han, 1993; Kim *et al.*, 1993), 볼락(*S. thompsoni*)과 개볼락(*S. pachycephalus*)의 자어 형태발달(Han *et al.*, 1996), 조피볼락(*S. schlegelii*)의 종묘생산에 관한 연구(Kim and Lee, 1991), 초기생활사(Kim and Han, 1991) 및 자치어 골격발달(Byun *et al.*, 2012), 황해볼락(*S. koreanus*)의 자치어 형태 및 골격발달(Park *et al.*, 2015) 등이 수행되었고, 국외 연구로는 양볼락과 어류의 자치어 발달(Moser, 1974), 조피볼락의 자치어(Hoshiai, 1977), 양볼락과 어류 3종의 자치어 발달(Richardson and Laroche, 1979), 북태평양 볼락류의 초기생활사(Kendall and Lenarz, 1986), 좀볼락(*S. minor*)의 자치어(Nagasawa, 1993), 일본산 조피볼락의 초기생활사(Nagasawa and Kobayashi, 1995), 조피볼락 자어의 골격발달(Omori *et al.*, 1996), *S. saxiocola*의 자치어 성장(Laidig and Sakuma, 1996), *S. rastrelliger*의 자치어 성장(Laidig and Sakuma, 1998), 일본산 탁자볼락의 자치어 발달(Nagasawa *et al.*, 2008) 등이 수행되었다. 그러나 지금까지 우리나라 연안에 서식하는 탁자볼락의 생태를 비롯해 초기생활사에 대한 많은 연구가 이루어지지 않은 실정이다. 최근 탁자볼락이 서식하는 동해 연안의 육상양식 대상

저자 직위: 문성준(서기관), 김진각(연구사), 김윤하(연구사), 권예솔(주무관), 윤성민(연구사), 박재민(연구사)

*Corresponding author: Jae-Min Park Tel: 82-54-830-8800, Fax: 82-54-830-8809, E-mail: jm1090@korea.kr

품종은 강도다리(*Platichthys stellatus*), 넙치(*P. olivaceus*) 등 산업적으로 이용되는 양식 가능 품종이 단조로워 경제적 부가가치가 있는 새로운 양식 대상품종 발굴이 필요하다. 따라서 본 연구에서는 탁자볼락의 자치어 형태발달 관찰과 성장특성을 조사해 초기생활사를 규명하고 그 결과를 양식대상 품종개발 및 자원조성 연구에 필요한 기초자료로 활용하고자 한다.

재료 및 방법

1. 어미 확보 및 자어 산출

연구에 사용한 탁자볼락 어미는 2016년 3월 강원도 고성에서 원형통발을 이용해 포획한 암·수 50마리를 원형수조(지름 6 m)에서 유수식으로 사육하였다. 암컷의 전장은 27~30 cm(평균 28.5 ± 1.5 cm, $n=4$)였고, 수컷은 전장 35~40 cm(평균 37.5 ± 2.5 cm, $n=4$)였다. 먹이는 냉동 생사료 MP (moisture pellet)를 2회/일 공급하였다. 산출을 위해 성숙한 암컷의 성숙상태는 매주 육안으로 관찰하였고, 2022년 4월 중순부터 산출이 임박한 어미를 선별 후 자어 사육을 위해 준비된 원형수조로 옮겼으며, 이후 산출된 자어를 확보해 사육하였다.

2. 자치어 사육관리

자치어 사육관리 수온은 산출 직후부터 10일까지 11~12°C (11.5 ± 0.5 °C), 11일부터 20일까지 12~13°C (12.5 ± 0.5 °C), 21일부터 40일까지 15~16°C (15.5 ± 0.5 °C), 41일 이후에는 16~17°C (16.5 ± 0.5 °C)로 탁자볼락 자치어의 원활한 성장관리를 위해 수조 내 사육수온을 점차 상승시키면서 관리하였다. 먹이공급은 난황 흡수가 완료되는 산출 3일째부터 공급하였고, 산출 후 25일까지 기수산 로티퍼(*Brachionus rotundiformis*)를 공급하였으며, 이후부터는 알테미아 부화유생(*Artemia* sp. nauplius)과 혼합 공급하였다. 산출 후 45일부터 50일까지는 로티퍼 공급을 중단하였고, 이후 초기사료(Love larva, Japan)을 공급하였다. 산출 후 60일 이후에는 냉동 코페포다를 초기사료와 혼합 공급하였다.

3. 자치어 형태발달 및 성장도 조사

자치어 형태발달 관찰을 위해 산출 후 1~10일 간격으로 30마리를 채취하여 광학현미경(OLIMPUS optical JP/IX50, Japan)으로 외부 형태 및 크기를 0.01 mm까지 측정하였다. 성장특성 조사를 위해 어체중은 0.01 g 단위가 측정되기 시작한 산출 후 51일부터 전자정밀저울(METTLER TOLEDO ME204, 0.0001 g, USA)를 이용하여 0.001 g까지 측정하였다.

결 과

1. 자치어 형태발달

산출 직후의 자어는 전장 5.25~5.96 mm(평균 5.60 ± 0.19 mm, $n=30$)로 입과 항문이 열려 있었고, 난황을 가지고 있었으며, 1개의 유구를 가지고 있었다. 눈은 착색되어 있었고, 눈의 후방상측에 이포와 하단부에는 한 쌍의 이석이 있었다. 흑색소포는 두정부 및 후두부에 점 또는 별 모양으로 산재해 있었고, 복부에는 별 모양으로 4~6개가 분포하였다. 복강의 상단부에는 흑색소포가 밀집되어 길게 착색된 형태를 띠었다. 꼬리부분에는 등쪽 가장자리에 별 모양으로 10~12개, 꼬리부분의 배쪽 가장자리에는 나뭇가지 모양으로 12~14개의 흑색소포가 일렬로 분포하였다. 등과 뒷, 꼬리지느러미는 분화되지 않았고, 두부에서 꼬리까지는 막상의 지느러미로 덮여 있었다. 이 시기의 근절 수는 26~28개였다(Fig. 1A).

산출 후 5일째 전기자어는 전장 5.82~6.02 mm(평균 5.92 ± 0.10 mm, $n=30$)로 난황은 모두 흡수되었고, 턱과 입이 발달하면서 먹이섭취가 확인되었으며, 산출 직후 침착된 흑색소포의 크기는 전반적으로 커졌다(Fig. 1B).

산출 후 9일째 전기자어는 전장 6.06~6.15 mm(평균 6.10 ± 0.04 mm, $n=30$)로 유구를 완전히 흡수하였다. 흑색소포는 미병부 아래 점 모양으로 침착하였다(Fig. 1C).

산출 후 14일째 전기자어는 전장 6.08~6.36 mm(평균 6.22 ± 0.14 mm, $n=30$)로 위턱보다 아래턱의 길이가 길어졌으며, 미병부에 침착되었던 흑색소포는 나뭇가지 모양으로 상부에 1개, 하부에 3~4개로 침착하였다(Fig. 1D).

산출 후 17일째 전기자어는 전장 6.37~6.45 mm(평균 6.41 ± 0.04 mm, $n=30$)로 꼬리 하단부에 침착되었던 흑색소포는 꼬리 아래쪽 방향으로 길게 발달하였다. 복부에 침착되었던 흑색소포는 범위가 점차 넓어졌고, 소화관의 형태는 나선형으로 발달하였다(Fig. 1E).

산출 후 21일째 전기자어는 전장 6.41~7.23 mm(평균 6.82 ± 0.41 mm, $n=30$)로 두부 상단부와 복부에 침착된 흑색소포는 침착 범위가 넓어졌다. 꼬리 하단부에는 기조가 발달하기 시작하였고, 침착되었던 흑색소포는 지느러미 기조의 발달 방향으로 더욱 길어졌다(Fig. 1F).

산출 후 23일째 전기자어는 전장 6.49~7.34 mm(평균 6.91 ± 0.42 mm, $n=30$)로 두부에는 황색소포가 침착하기 시작하였고, 두부 뒤편부터 시작된 막상의 지느러미는 넓이가 줄어들기 시작하였다. 아래턱에는 1개의 극이 발달하기 시작하였고, 꼬리 하단부에는 10개의 기조가 발달하였으며, 꼬리지느러미 형태는 원형으로 분화되기 시작하였다(Fig. 2G).

산출 후 27일째 중기자어는 전장 6.80~9.97 mm(평균 8.13 ± 0.75 mm, $n=30$)로 머리 쪽 후두부에는 1개의 극이 발달하였

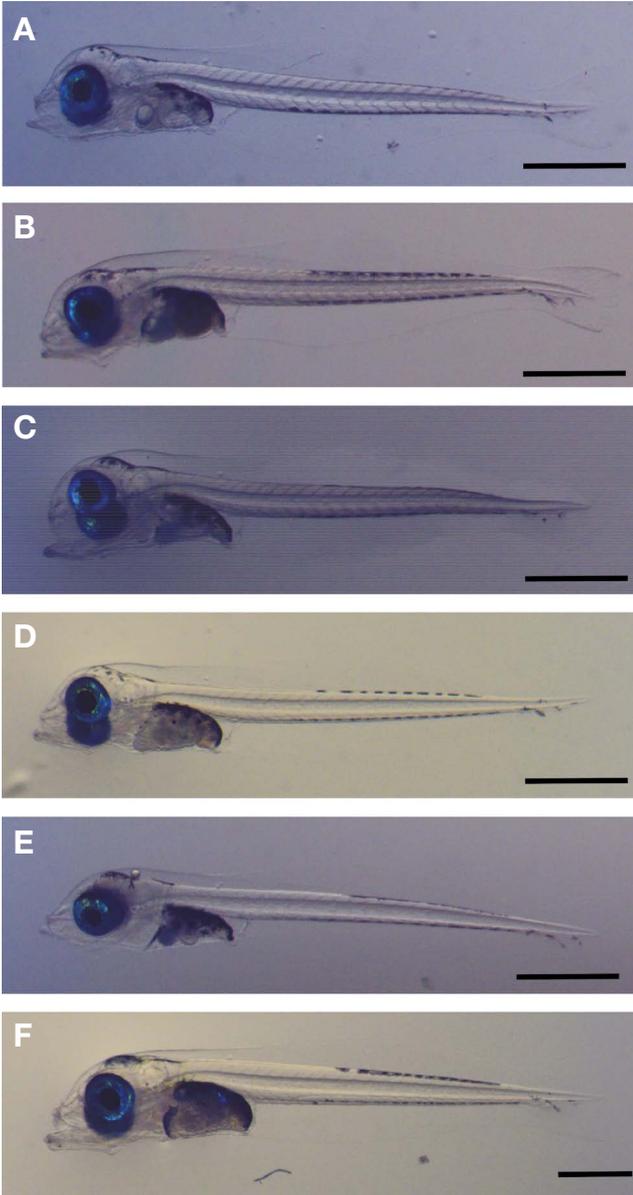


Fig. 1. Larvae development of *Sebastes taczanowskii*. A: 5.60 mm in total length (TL) just beared larvae; B: 5.92 mm in TL, days after beared (DAB) larvae; C: 6.10 mm in TL, DAB larvae; D: 6.22 mm in TL, DAB larvae; E: 6.41 mm in TL, DAB larvae; F: 6.82 mm in TL, DAB larvae. Scale bars = 1.0 mm.

다. 막상의 지느러미 상태에서 등 쪽에는 5개의 신경간극과 배 쪽에는 6개의 혈관간극이 발달하기 시작하였다. 척추 말단 끝부분은 상단으로 휘어지기 시작하였고, 꼬리지느러미의 기조 수는 15~16개 (7~8+8)로 증가하였다. 나뭇가지 모양으로 등과 배 쪽에 침착되었던 흑색소포는 선 형태로 이어졌다(Fig. 2H).

산출 후 35일째 후기자어는 전장 7.16~11.4 mm (평균 9.02 ± 1.00 mm, n=30)로 아가미 뚜껑부분에 극이 발달하기 시작하였다. 각 부위별 지느러미 기조 수는 등지느러미 11~13개, 뒷지느

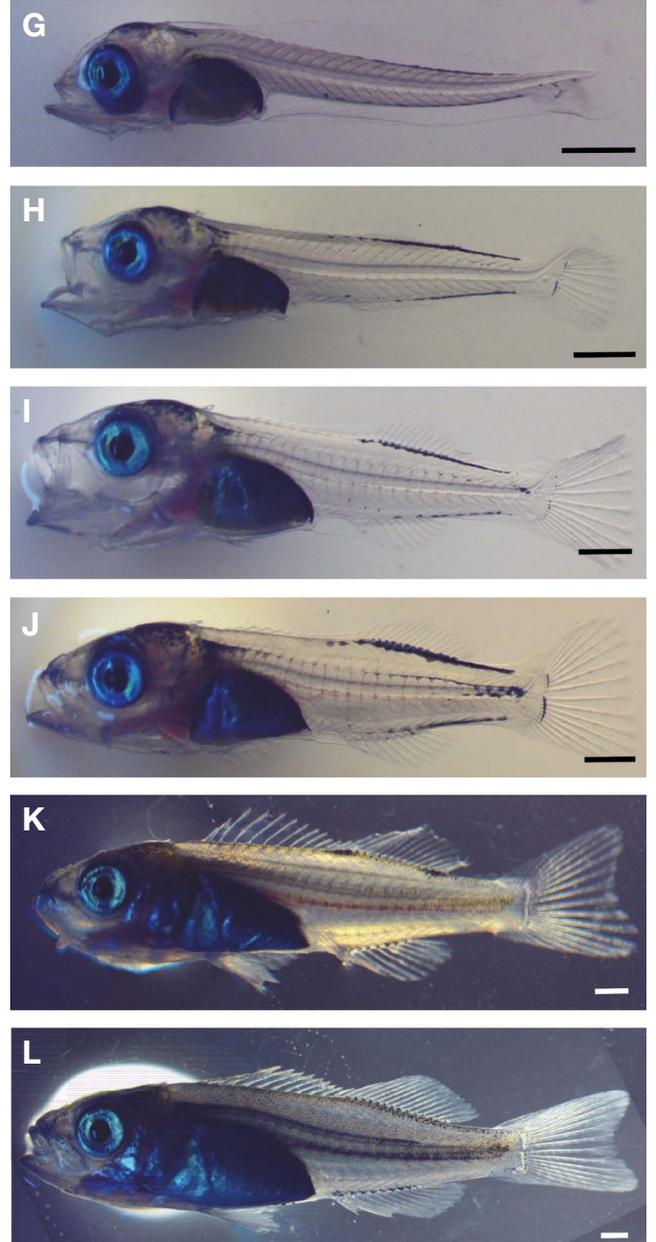


Fig. 2. Larvae and juveniles development of *Sebastes taczanowskii*. G: 6.91 mm in TL, DAB larvae; H: 8.13 mm in TL, DAB larvae; I: 9.02 mm in TL, DAB larvae; J: 9.65 mm in TL, DAB larvae; K: 14.4 mm in TL, DAB juvenile; L: 17.1 mm in TL, DAB juvenile. Scale bars = 1.0 mm.

러미 7~9개가 발달하였고, 배지느러미는 분화하기 시작하였다. 꼬리지느러미 기조 끝부분은 두 갈래로 갈라지기 시작하였다. 척추 말단 끝부분은 45°로 완전히 휘어졌고, 미부봉상골이 골화하였다. 꼬리 하단부에 침착되었던 흑색소포는 미부봉상골 쪽으로 이동하였다(Fig. 2I).

산출 후 40일째 후기자어는 전장 7.13~13.2 mm (평균 9.65 ± 1.53 mm, n=30)로 등과 뒷, 꼬리지느러미는 완전히 분리되었

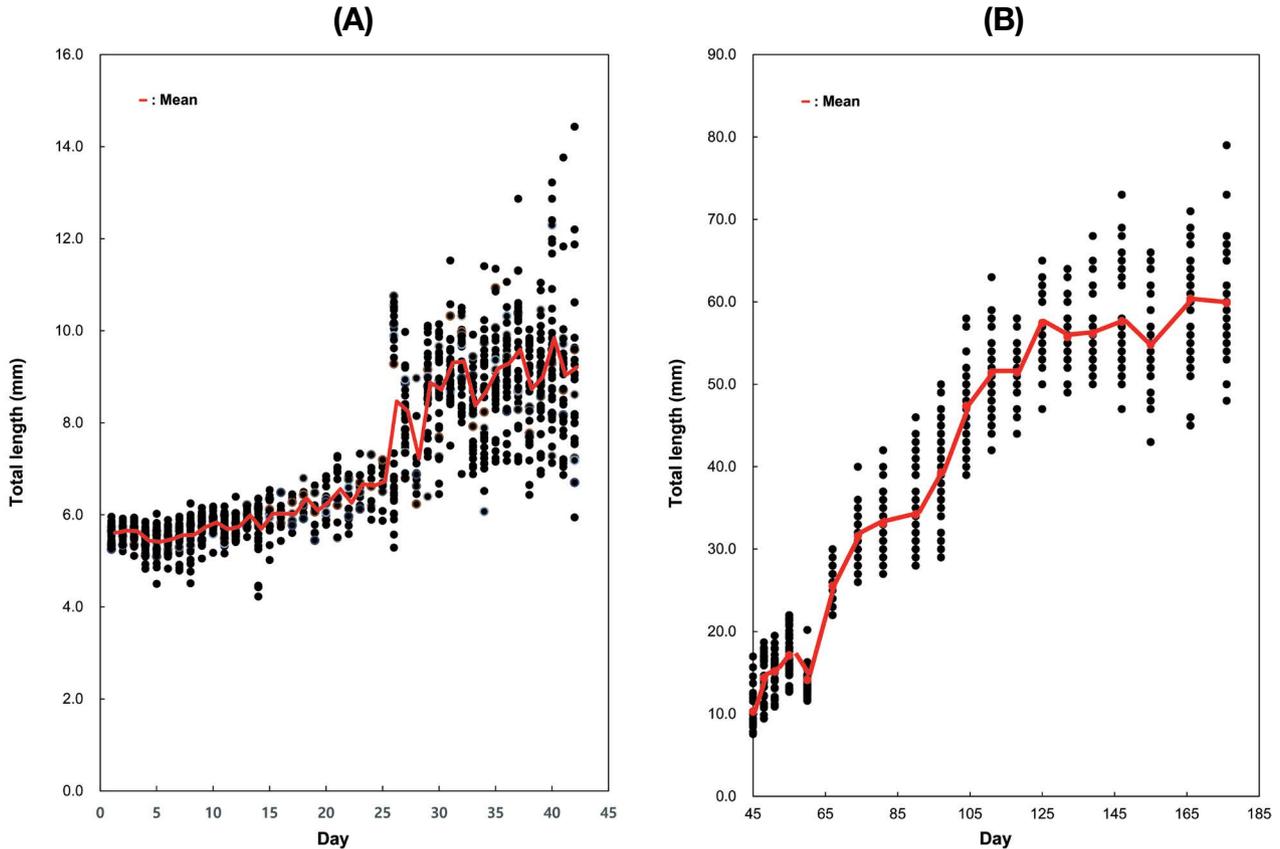


Fig. 3. Daily changes (A: 0~45 days, B: 45~185 days) in total length of larvae and juveniles *Sebastes taczanowskii*.

고, 지느러미 기조 수는 등지느러미 20~23개, 뒷지느러미 9~11개로 증가하였다. 두부에 침착되었던 황색소포 분포 범위는 넓어졌고, 비공과 위턱, 아래턱에도 흑색소포가 침착하였으며, 꼬리 방향으로 두부 끝부분에서 미부봉상골까지 흑색소포가 선 모양으로 발달하였다(Fig. 2J).

산출 후 48일째 치어는 전장 9.45~18.7 mm (평균 14.4±2.75 mm, n=30)로 각 부위별 지느러미 기조 수는 등지느러미 XIII, 13~15개, 뒷지느러미 III, 6~8개, 배지느러미 I, 5개로 증가하였다. 흑색소포는 두부와 주상악골 위쪽에 분포하였고, 등 쪽에 이어졌던 흑색소포는 등지느러미 극조와 연조 사이, 등지느러미 끝부분에 분포하였으며, 극조가 발달한 등지느러미 전반부의 막에는 점 모양의 흑색소포가 침착하였다. 뒷지느러미에는 혈관간극 쪽에 점 모양으로 분포하였다. 꼬리지느러미 끝 부분은 두 갈래로 나누어졌고, 등과 뒷지느러미 연조 끝부분이 두 갈래로 나누어졌다(Fig. 2K).

산출 후 55일째 치어는 전장 12.7~22.0 mm (평균 17.1±2.72 mm, n=30)로 두부에서부터 복부까지 비늘이 발달하기 시작하였고, 몸 전체에는 작은 반점 모양의 흑색소포가 침착하기 시작하였다(Fig. 2L).

2. 자치어 성장에 따른 전장 및 체중 변화

탁자볼락 자치어의 산출 경과 일수에 따른 전장 및 체중 변화과정을 산출 직후부터 산출 후 176일간 파악하였다(Figs. 3, 4). 전장 변화는 산출 직후 전장 5.25~5.96 mm (평균 5.60 mm, n=30)였던 자어는 산출 후 26일째 전장 5.29~13.8 mm (평균 8.33mm, n=30)로 평균전장 크기가 커지면서 빠른 성장을 보였으며, 개체 간 전장의 편차가 급격하게 발생하는 것으로 나타났다(Fig. 3A). 산출 후 67일째 전장 22.0~30.0 mm (평균 25.5 mm, n=30)로 평균전장 크기는 더욱 커졌으며, 산출 후 97일째 전장 29.0~50.0 mm (평균 39.3 mm, n=30)부터 개체 간 전장 차이가 20 mm 이상 발생하면서 급격한 성장발달 양상은 감소하였다(Fig. 3B).

체중 변화는 산출 후 51일째 0.012~0.072 g (평균 0.039 g, n=30)이었고, 산출 후 55일째부터 0.1 g 이상 차이를 보이는 개체가 관찰되었으며, 산출 후 90일째 0.230~1.09 g (평균 0.456 g, n=30)부터 1 g 이상 차이를 보이는 개체가 출현하였다. 산출 후 97일째부터 개체 간의 무게 편차가 급격하게 증가하였고, 산출 후 111일부터 2.0 g 이상 차이를 보였으며, 산출 후 176일째에는

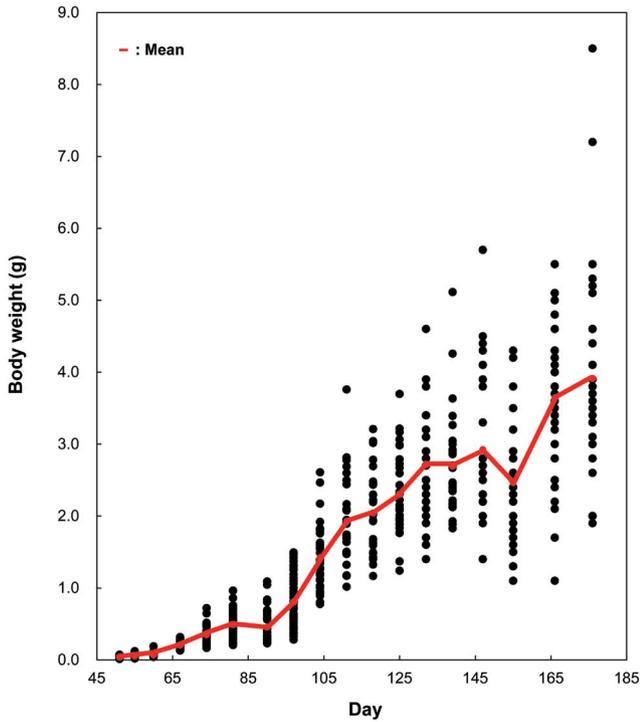


Fig. 4. Daily changes in body weight of larvae and juveniles *Sebastes taczanowskii*.

개체 간의 무게가 6.6g까지 차이를 보였다. 전장 대비 안장, 두장, 항문장, 체고가 차지하는 비율은 Fig. 5와 같았다.

고찰

탁자볼락은 볼락, 조피볼락, 황해볼락 등과 함께 수정란의 발생이 난소 내에서 진행되었고, 산란시기에 부화자어를 산출하는 난태생 어류에 속하였다(Kim and Han, 1991, 1993; Park et al., 2015). 반면, 같은 양볼락과 어류에 속하는 미역치(*Hypodytes rubripinnis*), 쭈기미(*Inimicus japonicus*) 및 주굴감펍(*Scorpaena miostoma*) 등은 산란을 하는 난생어류로 같은 과에 속하지만 생식생태에서 차이를 보인다(Kim and Han, 1993; Kim et al., 2005).

탁자볼락의 산출시기는 본 연구에서 자연산출을 유도한 결과 4월에 산출하는 것을 확인하였다. 다른 양볼락과 어류는 조피볼락, 솜뱅이 *Sebastiscus marmoratus*, 볼락, 황해볼락은 3월로 시기가 비슷하였고(Kim and Han, 1993; Han et al., 1996; Kim et al., 1997; Park et al., 2015), 개볼락은 4월(Han et al., 1996), 볼락은 1월(Kim and Han, 1993)로 차이가 있었으나 이들은 늦겨울에서 초봄 사이에 산출을 하는 것으로 보인다.

산출 직후 자어의 전장은 5.25~5.96 mm (평균 5.60 mm)로

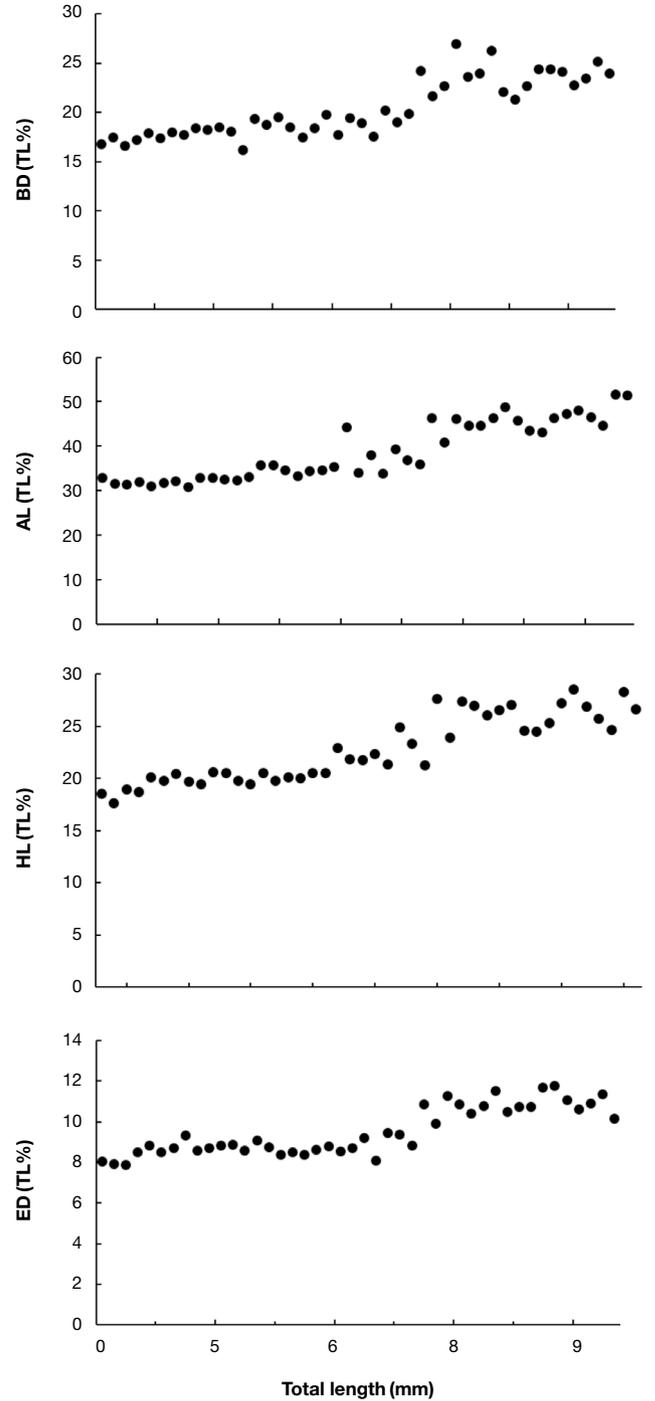


Fig. 5. Relative growth of some body portion (ED) eye diameter, (HL) head length, (AL) anal length, (BD) body depth in larvae and juveniles *Sebastes taczanowskii*.

일본산 탁자볼락과 크기 차이를 보였는데 이는 서식 해역에 따른 개체군 간의 차이로 보여 향후 자세한 연구가 필요하다. 다른 양볼락과 어류와 비교한 결과 *S. dallii* (Kendall and Lenarz, 1986) 전장 5.10 mm, *S. saxicola* (Laidig and Sakuma, 1996) 전

장 4.70 mm, *S. rastrelliger* (Laidig and Sakuma, 1998) 전장 4.60 mm, 우럭볼락 *S. hubbsi* (Shojima, 1958) 전장 4.40 mm, 쯤볼락 (Nagasawa, 1993) 전장 4.75 mm, 일본산 볼볼락 (Nagasawa and Kobayashi, 1995) 전장 4.30 mm, 볼볼락 (Han *et al.*, 1996) 3.60~4.15 mm보다 크고, 조피볼락 (Kim and Han, 1991) 전장 5.52 mm, 황점볼락 *S. oblongus* (Byun, 1994) 전장 5.53 mm, 개볼락 (Han *et al.*, 1996) 5.45~5.56 mm로 유사하였으며, 일본산 조피볼락 (Hoshiai, 1977) 전장 6.72 mm, 볼락 (Kim and Han, 1993) 5.95~6.25 mm, 황해볼락 (Park *et al.*, 2015) 6.38~6.43 mm보다 작았다 (Table 1).

산출 직후 근절 수는 26~28개로 볼볼락 (Han *et al.*, 1996)은 26~27개, 개볼락 (Han *et al.*, 1996) 26~27개, 황점볼락 (Byun, 1994) 26개, 조피볼락 (Kim and Han, 1991) 26~28개로 유사하

였고, 황해볼락 (Park *et al.*, 2015)은 24개, 볼락 (Kim and Han, 1993) 20~21개로 많았다. 산출 직후 자어는 유구를 가지고 있었으며, 탁자볼락은 1개, 개볼락 (Han *et al.*, 1996), 쯤뱅이 (Kim *et al.*, 1997), 붉은쯤뱅이 *S. tertius* (Kim *et al.*, 1999), 황해볼락 (Yu, 2015)과 같았고, 이외에 볼락 (Kim and Han, 1993) 3~4개, 볼볼락 (Han *et al.*, 1996) 2~3개로 유구의 개수에서 차이를 보였다. 해산어류의 자치어 시기에는 형태와 특징이 종마다 다양하며, 흑색소포의 형성과 형태 및 위치는 자치어 시기의 어류를 동정하는 데 중요한 역할을 한다 (Kim and Han, 1991, 1993; Byun *et al.*, 2007).

탁자볼락의 산출자어는 두정부 및 후두부, 복부 상단에 점 및 별 모양으로 흑색소포가 침착되었고, 복강 등 쪽에 밀집되어 질게 착색된 형태이며, 꼬리부분의 등과 배 쪽 가장자리에 분포한

Table 1. Comparison characters of the eggs and beared larvae characters in the species Scorpaenidae

Species	Egg size (mm)	Newly beared larvae (mm)	Time of bearing (WT)	Larvae myotomes	References
<i>Sebastes taczanowskii</i>	—	5.60	—	26~28	Present study
<i>S. koreanus</i>	—	6.41	—	24	Park <i>et al.</i> , 2015
<i>S. hubbsi</i>	—	4.40	—	—	Shojima, 1958
<i>S. inermis</i>	1.20~1.35	3.15	53 hrs (12.3°C)	20~21	Kim and Han, 1993
<i>S. thompsoni</i>	1.30	3.07	—	26~27	Han <i>et al.</i> , 1996
<i>S. thompsoni</i>	—	4.30	—	—	Nagasawa and Kobayashi, 1995
<i>S. pachycephalus</i>	1.45	4.99	—	26~27	Han <i>et al.</i> , 1996
<i>S. oblongus</i>	1.62	5.53	676 hrs (13.6°C)	26	Byun, 1994
<i>S. minor</i>	—	4.75	—	—	Nagasawa, 1993
<i>S. dallii</i>	—	5.10	—	—	Kendall and Lenarz, 1986
<i>S. saxicola</i>	—	4.70	—	—	Laidig and Sakuma, 1996
<i>S. rastrelliger</i>	—	4.60	—	—	Laidig and Sakuma, 1998
<i>S. schlegelii</i>	1.20~1.50	5.52	134 hrs (16.7°C)	26~28	Kim and Han, 1991
<i>S. schlegelii</i>	—	6.72	—	—	Hoshiai, 1977

WT: Water temperature

Table 2. Comparison of larvae melanophore distribution in Scorpaenidae fishes (present: +; absent: -)

Species	Melanophore distribution							References
	Just beared larvae (mm)	Parietal	Rectum	Occipital	Caudal	Ventral abdominal	Lateral	
<i>Sebastes taczanowskii</i>	5.60	+	+	-	+	+	-	Present study
<i>S. koreanus</i>	6.41	-	+	-	-	-	-	Park <i>et al.</i> , 2015
<i>S. hubbsi</i>	4.40	-	-	-	-	-	+	Shojima, 1958
<i>S. inermis</i>	3.15	+	+	+	+	-	-	Kim and Han, 1993
<i>S. thompsoni</i>	3.07	+	+	-	-	-	-	Han <i>et al.</i> , 1996
<i>S. pachycephalus</i>	4.99	-	+	+	+	+	-	Han <i>et al.</i> , 1996
<i>S. oblongus</i>	5.53	+	+	+	+	+	+	Byun, 1994
<i>S. schlegelii</i>	5.52	+	+	-	+	-	-	Kim and Han, 1991

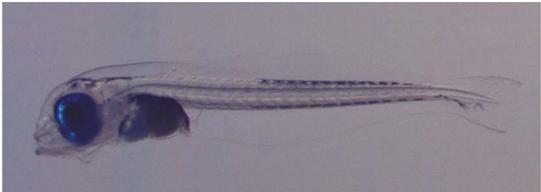
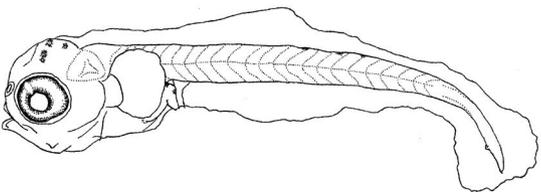
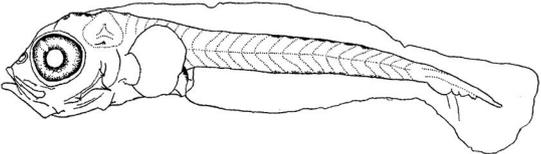
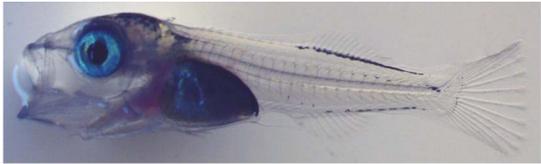
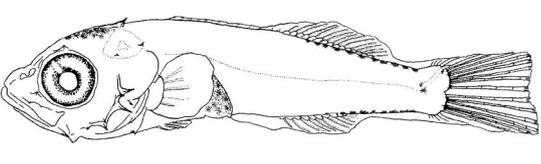
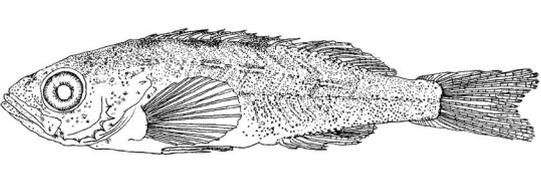
Stages	Species	
	<i>Sebastes taczanowskii</i> ¹⁾ (Goseong-gun in Korea)	<i>S. taczanowskii</i> ²⁾ (Hokkaido in Japan)
Yolk-sac larvae	 5.60 ± 0.19 mm	—
Preflexion larvae	 5.92 ± 0.10 mm	 4.7 mm
Flexion larvae	 8.13 ± 0.75 mm	 5.5 mm
Postflexion larvae	 9.02 ± 1.00 mm	 9.0 mm
Juveniles	 14.4 ± 2.75 mm	 26.9 mm

Fig. 6. Comparison of larvae and juveniles development in *Sebastes taczanowskii*. ¹⁾Present study, ²⁾Nagasawa *et al.* (2008).

다. 볼락(Kim and Han, 1993)의 산출자어는 나뭇가지 모양의 흑색소포가 두정부, 후두부, 꼬리지느러미의 등과 배 쪽 가장자리에 분포하며, 볼볼락(Han *et al.*, 1996)은 두정부, 복강의 직장, 꼬리부분의 중앙에 위치한다. 또한 황해볼락(Park *et al.*, 2015)은 소화관 위쪽에 점 모양의 흑색소포가 침착되어 있으며, 개볼락 자어(Han *et al.*, 1996)는 두정부, 가슴지느러미 위 및 복강의 직장에 분포한다. 우럭볼락(Shojima, 1958)은 체측의 전면에 침

착되었고, 조피볼락(Kim and Han, 1991)은 소화관 위쪽과 두정부, 미부중앙, 등 쪽과 배 쪽에 분포하여 양볼락과 어류에서도 종마다 흑색소포의 형태 및 위치에서 차이를 보였다(Table 2). 황해볼락(Park *et al.*, 2015)은 소화관 등 쪽에만 관찰되었고, 볼락(Kim and Han, 1993), 황점볼락(Byun, 1994), 조피볼락(Kim and Han, 1991), 볼볼락 및 개볼락(Han *et al.*, 1996)은 미부중앙, 척추 등 쪽과 배 쪽 및 소화관 위쪽의 흑색소포 분포가 동일

하였지만 탁자볼락은 두정부와 꼬리 쪽에 흑색소포가 있는 점에서 다른 종과 구분이 가능하였다.

중기자어의 탁자볼락은 두정부, 복부 위쪽, 미병부 등 쪽과 아래쪽이 선 모양으로 연결되었고, 꼬리지느러미 기조 시작점에 침착되어 있었다. 일본산 탁자볼락(Nagasawa *et al.*, 2008)의 중기자어는 두정부 위쪽, 복부 위쪽, 미병부 등 쪽에는 9개, 아래쪽에는 8개, 미부봉상골 주변에 5개, 꼬리지느러미 기조 시작점에 1개가 침착되어 있어 본 연구의 탁자볼락과 차이를 보였다.

후기자어의 탁자볼락은 두정부, 복부 위쪽, 미병부 등 쪽은 선 모양으로 연결되었고 아래쪽에는 9개, 미부봉상골 주변에는 3~4개의 흑색소포가 침착되어 있었다. 일본산 탁자볼락(Nagasawa *et al.*, 2008)은 두정부와 복부 위쪽에 흑색소포가 더욱 많이 침착하였고, 미병부 등 쪽 11개, 아래쪽 9개로 증가하였다. 미부봉상골 주변에는 3개로 감소하였고, 꼬리지느러미에는 기조 시작점을 따라 침착되어 후기자어 시기 두 개체군 간의 차이점을 확인할 수 있었다(Fig. 6).

탁자볼락 자치어의 성장은 산출 25일 이후 로티퍼와 알테미아를 혼합하여 공급하였고, 이후, 26일에 평균전장의 크기가 급격하게 증가하였으며, 개체 간 체장의 편차가 급격하게 발생하였다. 이는 산출 경과 일수에 따른 자어의 전장 및 체중의 변화가 공급한 먹이 종류의 변화와 상관있을 것으로 보인다. 냉동 코페포다를 초기사료와 혼합 공급한 산출 67일에는 평균전장이 급격하게 증가하였으며, 이후 97일부터 개체 간의 전장 차이가 20 mm 이상 발생하기 시작하였다. 체중의 경우는 산출경과 일수에 따라 급격한 증가는 관찰되지 않았으나 97일 이후부터 개체 간의 무게 편차가 급격하게 증가하였고 일령이 지날수록 작은 개체와 큰 개체의 무게 차이가 더욱 커져가는 것을 관찰할 수 있었다. 이 시기에 공급되는 먹이의 종류는 변화가 없었기 때문에 이는 개체 간의 먹이경쟁에 따른 것으로 판단된다.

본 연구는 탁자볼락의 초기생활사 연구 일환으로 자치어의 형태발달을 관찰하였다. 탁자볼락은 산출자어의 흑색소포 분포 위치와 근절 수, 유구의 수에 따라 구분할 수 있었으나 면밀한 종 동정을 위해서는 자치어 끌격발달을 관찰하여 유사종과의 명확한 구분이 필요할 것으로 생각된다. 양볼락과 어류는 서식장소에 따라 형태적 차이가 있을 수 있어 지금까지 밝혀지지 않은 세줄볼락 *S. trivittatus* 등 동해안의 깊은 수심에 서식하는 볼락류의 생식생태 및 초기생활사 규명을 위한 연구가 지속적으로 이루어져야 할 것으로 생각된다.

요 약

이 연구는 탁자볼락의 자치어 형태발달을 관찰하여 분류 및 종자생산 연구의 기초자료로 이용하고자 실시하였다. 연구에 사용된 어미는 2016년 3월 강원도 고성군 주변 해역에서 포획한

것을 이용하였다. 자어 산출을 위한 사육수온은 11~12°C(평균 11.5±0.5°C)였다. 산출 직후 자어는 전장 5.25~5.96 mm(평균 5.60±0.19 mm)로 난황을 가졌고 입과 항문은 열려 있었다. 산출 후 35일째 후기자어는 전장 7.16~11.4 mm(평균 9.02±1.00 mm, n=30)로 척추말단 끝부분이 완전히 휘어졌다. 산출 후 48일째 치어는 전장 9.45~18.7 mm(평균 14.4±1.75 mm, n=30)로 이 시기에는 등지느러미 XIII, 13~15개였고, 뒷지느러미 III, 6~8개, 꼬리지느러미 기조 수는 16개였다.

REFERENCES

- Barsukov, V.V. 1981. A brief review of the subfamily Sebastinae. J. Ichthyol., 21: 3-27.
- Byun, S.G. 1994. Egg development and morphology of larvae and juveniles of *Sebastes oblongus*. M. Sc. Nat. Fish. Busan Univ., Busan, Korea, pp. 1-20.
- Byun, S.G., B.I. Lee, J.H. Lee, H.D. Ku, S.U. Park, S.M. Yun, S.Y. Hwang, Y.C. Kim and H.G. Han. 2007. Egg development and morphological change of larvae and juveniles of the starry flounder, *Platichthys stellatus*. Korean J. Ichthyol., 19: 350-359.
- Byun, S.G., C.B. Kang, J.G. Myoung, B.S. Cha, K.H. Han and C.G. Jung. 2012. Early osteological development of the larvae and juveniles in *Sebastes oblongus* (Pisces: Scorpaenidae). Korean J. Ichthyol., 24: 67-76.
- Han, K.H., Y.U. Kim and C.M. Kim. 1996. Description of egg and larvae of two species of rockfish (Scorpaenidae: *Sebastes*) in Korean waters. Korean J. Ichthyol., 8: 1-9.
- Hoshiai, G. 1977. Larvae and juvenile of the Scorpaenid fish *Sebastes schlegeli*. Japan J. Ichthyol., 24: 35-42.
- Kai, Y., K. Nakayama and T. Nakabo. 2003. Molecular phylogenetic perspective on speciation in the genus *Sebastes* (Scorpaenidae) from the Northwest Pacific and the position of *Sebastes* within the subfamily Sebastinae. Ichthyol. Res., 50: 239-244.
- Kendall, A.W. and W.H. Lenarz. 1986. Status of early life history studies of northeast pacific rockfishes. Proc. Int. Rockfish Symp. Alaska Sea Grant Rpt., 87: 99-128.
- Kim, B.K. and J.W. Lee. 1991. Fingerling production of *Sebastes schlegelii* and its culture. J. Sonchun. Univ., 14: 847-857.
- Kim, I.S., Y. Choi, C.L. Lee, Y.J. Lee, B.J. Kim and J.H. Kim. 2005. Illustrated book of Korean fishes. Kyo-Hak Publishing Co., Seoul, Korea, pp. 210-226.
- Kim, K.S., S.K. Lim, K.H. Han, S.H. O and B.Y. Noh. 1999. Early life history of the red marbled rockfish, *Sebastes tertius* (Barsukov et Chen) 1. Egg morphology and development of larvae and juveniles. J. Aquat., 12: 15-24.
- Kim, Y.U. and K.H. Han. 1991. The early life history of rockfish *Sebastes schlegelii*. Korean J. Ichthyol., 3: 67-83.
- Kim, Y.U. and K.H. Han. 1993. The early life history of the rockfish, *Sebastes inermis* 1. Egg development and morphology of

- larvae by artificial treatment in aquarium. Bull. Korean Fish. Soc., 26: 458-464.
- Kim, Y.U., K.H. Han and S.K. Byun. 1993. The early life history of the rockfish, *Sebastes inermis* 2. Morphological and skeletal development of larvae and juveniles. Bull. Korean Fish. Soc., 26: 465-476.
- Kim, Y.U., K.H. Han, C.B. Kang, J.K. Kim and S.K. Byun. 1997. The early life history of the rockfish, *Sebastes marmoratus* 2. Morphology and skeletal development of larvae and juvenile. Korean J. Ichthyol., 9: 186-194.
- Kolpakov, N.V. 2006. On the biology of rockfishes *Sebastes minor* and *S. taczanowskii* (Sebastidae) from the coastal waters of northern primorye. J. Ichthyol., 46: 311-321.
- Laidig, T.E. and K.M. Sakuma. 1996. Description of pelagic larval and juvenile stripetail rockfish *Sebastes saxicola* (family Scorpaenidae) with an examination of larva growth. Fish Bull., 94: 289-299.
- Laidig, T.E. and K.M. Sakuma. 1998. Description of pelagic larval and juvenile grass rockfish *Sebastes rastrelliger* (family Scorpaenidae) with an examination of age and growth. Fish Bull., 96: 788-796.
- Lee, T.Y. and S.Y. Kim. 1992. Reproduction and embryonic development within the maternal body of ovoviviparous teleost, *Sebastes inermis*. Korean J. Fish. Aquat. Sci., 55: 338-344.
- Lindberg, G.U. and Z.V. Krasnyukova. 1987. Fishes of the sea of Japan and adjacent areas of the sea of okhotsk and the yellow sea. Part 5. Teleostomi, Osteichthyes, Actinopterygii. XXX. Scorpaeniformes (CLXXVI. Scorpaenidae-CXCIV. Liparididae). Zool. Inst. Akad. Nauk SSSR, Faune 150, 525pp.
- Moser, H.G. 1974. Development and distribution of larvae and juveniles of *Sebastolobus* (Pisces; Family Scorpaenidae). Fish Bull., 72: 865-884.
- Nagasawa, T. 1993. Planktonic larvae and pelagic juveniles of the rockfish *Sebastes minor* (Scorpaenidae). Japan J. Ichthyol., 40: 87-97.
- Nagasawa, T. and T. Kobayashi. 1995. The early life history of the rockfish *Sebastes thompsoni* (Scorpaenidae) in the sea of Japan. Japan J. Ichthyol., 41: 385-396.
- Nagasawa, T., R. Ishida and M. Sasaki. 2008. Development of *Sebastes taczanowskii* (Scorpaenidae) in the sea of Japan off Hokkaido with a key to species of larvae. Ichthyol. Res., 55: 124-132.
- Nelson, J.S., T.C. Grande and M.V.H. Wilson. 2016. Fishes of the world (Fifth edition). John Wiley and Sons Hoboken, New Jersey, U.S.A., pp. 468-469.
- NIBR (National Institute of Biological Resources). 2022. National list Korea. National Institute Of Biological Resources. Incheon, Korea, Accessed 11 Apr 2022 (26 Dec), <https://kbr.go.kr>.
- Omori, M., Y. Sugawara and H. Honda. 1996. Morphogenesis in hatchery reared larvae of the black rockfish *Sebastes schlegeli* and its relationship to the development of spawning and feeding functions. Japan J. Ichthyol., 43: 267-282.
- Park, J.M., J.K. Cho, H. Han and K.H. Han. 2015. Morphological and skeletal development and larvae and juvenile of *Sebastes koreanus* (Pisces: Scorpaenidae). Korean J. Ichthyol., 27: 1-9.
- Richardson, S.L. and W.A. Laroche. 1979. Development and occurrence of larvae and juveniles of the rockfishes *Sebastes crameri*, *Sebastes pinniger*, and *Sebastes helvomacuratus* (Family Scorpaenidae) off oregon. Fish Bull., 77: 1-46.
- Sheiko, B.A. and V.V. Fedorov. 2000. Chapter 1. Class cephalaspidomorphi lampreys. Class chondrichthyes cartilaginous fishes. Class holocephali chimaeras. Class osteichthyes bony fishes, in katalog pozuonochnykh zhitovnykh kamchatkii sopedel'nykh morskikh akvatorii (catalogue of vertebrates of kamchatka and adjacent marine waters), Petropavlovsk-Kamchatkii: Kamchat. Pechat. Dvor, pp. 7-69.
- Shojima, Y. 1958. Studies on the laval stage of Japanese fish Vol. 1. The Faculty of Agriculture of Kiushu Univ. Fish. Sci. class No. 2, p. 86.
- Yu, H.J. 2015. Morphological and osteological development of the larvae and juvenile of *Sebastes koreanus*. Dep. Mar. Bio. Graduate School Pukyong Natl. Univ., Busan, Korea, pp. 17-25.