

여수 연안산 꼼치 (*Liparis tanakae*)의 난발생 및 자치어 형태발달

정경애 · 전나영 · 차상훈 · 이성훈¹ · 유태식² · 한경호*

전남대학교 수산과학과, ¹전남대학교 수산해양산업관광레저융합학과, ²전남대학교 수산과학연구소

Egg Development and Morphology of Larva and Juvenile of *Liparis tanakae* in the Coastal Waters off Yeosu by Kyung-Ae Jung, Na-Young Jeon, Sang-Hun Cha, Sung-Hoon Lee¹, Tae-Sik Yu² and Keong-Ho Han*

(Department of Fisheries Sciences, Chonnam National University, Yeosu 59626, Republic of Korea; ¹Department of Fishery, Marine, Industry, Tourism, and Leisure, Chonnam National University, Yeosu 59626, Republic of Korea; ²Fisheries Science Institute, Chonnam National University, Yeosu 59626, Republic of Korea)

ABSTRACT This study aims to contribute to the research on resource recovery for the rapidly declining population of *Liparis tanakae* by observing the larval development process and the morphology of juveniles based on their growth. Natural spawning eggs collected in Yeosu were used for observing the process of egg development and larval morphology. The water temperature during the rearing process was maintained at 12.3~13.5°C (average 12.7°C). The fertilized eggs had an egg diameter ranging from 1.57 to 1.79 mm (average 1.71 mm) and were spherical and adhesive. Within 4 hours 35 minutes after fertilization, they reached the two-cell stage, and after 74 hours 10 minutes, the formation of the yolk sac began. At 106 hours post-fertilization, a caudal fin appeared at the tail tip. Hatching began at 526 hours, and the larvae developed with the yolk sac positioned just behind the eyes. The newly hatched larvae had both the mouth and anus open. Melanophores appeared inside the lower jaw and around the tail on the third day after hatching. By the 16th day after hatching, most of the yolk was absorbed, and melanophores were visible in the head region. Finally, on the 63rd day after hatching, the head region significantly developed, and the body shape and mouth were similar to those of an adult fish, signifying the transition to the juvenile stage. This study will serve as valuable data for aquaculture techniques related to the conservation and restoration of fish species based on the hatching and juvenile morphology of *Liparis tanakae*.

Key words: *Liparis tanakae*, egg development, early life history, larva, juvenile

서 론

꼼치 (*Liparis tanakae*)는 썸뱅이목 (Scorpaeniformes) 꼼치과 (Liparidae)에 속하는 어류로, 우리나라 전 연안, 일본, 동중국해 등 수심 50~120 m에 서식하는 저서성 어류이며, 산란기는 겨울철로 주로 하구역과 같은 얇은 연안역에서 산란이 이루어지는 것으로 알려져 있다 (Chyung, 1977). 주로 갑각류와 어류를 먹으며 갑각류 중에서 십각류에 속하는 새우류가 가장 중요한 먹이

생물이다 (Huh, 1997). 꼼치는 우리나라에서 대표적인 상업성 어종으로 매년 12월부터 다음해 1월까지의 어획량이 연간 어획량의 60%를 차지하고 있으나, 2015년 이후로 어획량이 감소하여 가격이 지속적으로 상승하고 있다 (Song *et al.*, 2021). 감소하고 있는 자원이 손실되기 이전에 종자생산 기술을 확보함으로써 자원량 확대가 필요한 실정이다.

꼼치에 관한 연구로는 난발생과 부화자어의 형태 (Kim *et al.*, 1986b), 형태 및 분자 특징에 의한 집단 구조 (Myoung *et al.*, 2016), 위내용물 조성 (Huh, 1997; Choi *et al.*, 2015), 생식생태와 어업경영에 관한 연구 (Song *et al.*, 2021) 등이 있지만, 어획량이 감소하고 있는 꼼치의 상업적 가치가 높아짐에도 초기생활사에 대한 연구가 부족한 실정이다.

저자 직위: 정경애 (연구원), 전나영 (대학원생), 차상훈 (대학원생), 이성훈 (교수), 유태식 (연구교수), 한경호 (교수)

*Corresponding author: Kyeong-Ho Han Tel: 82-61-659-7163, E-mail: aqua05@jnu.ac.kr

어류의 초기생활사 연구는 난의 특성을 비롯하여, 수정란부터 성장 과정을 거치면서 각종에 따른 고유적 형질들과 발달 과정, 성장도 등의 많은 정보를 제공해 준다. 따라서 종의 이해와 더불어, 다양한 분류학적, 생태학적 지식 등을 얻을 수 있으며, 이를 토대로 자원의 보존과 보호, 증식뿐만 아니라, 실험 및 시험 어류 등 다양한 연구에 이용할 수 있다(Song and Choi, 2000).

해산어류의 경우 생산기술을 확립하고 자연 상태에서의 자원을 파악하기 위해서 대상 종들의 초기 발육 과정을 우선으로 알아야 한다. 더불어 자연에서 채집한 난과 자치어는 종을 동정하는 데 어려움이 많기에 실내에서 수정된 난과 자치어의 발육 단계를 관찰하고 다른 종과 비교하는 것이 중요하다(Byun *et al.*, 2009). 따라서 이 연구는 우리나라의 대표적인 상업성 어종인 꼼치의 자원 보존을 위해 난의 형태와 발생 과정 및 자치어 성장단계별 형태에 대한 연구를 수행하여 근연종들과의 형태학적 비교, 분류와 종 보존에 기초자료로 이용되는 초기생활사를 구명하고자 한다.

재료 및 방법

1. 어미 채집

이 연구에 사용한 어미는 2020년 12월부터 2022년 2월까지 여수시 돌산 인근 해역에서 각망을 이용해 채집하였다. 각망의 규격은 원통 부분 85 m, 길그물(장등)의 길이는 150 m 전후이다. 그물의 한쪽 입구는 5 m, 양 입구의 넓이는 10 m였으며, 원통의 측방부분과 바닥부분은 NYTd210 32합사 43.3 mm, 어포부분은 NYTd210 32합사 30.3 mm, 길그물은 NYTd210 32합사 50.5 mm 망지를 사용하였고 사개줄 고정에는 닻을 이용하였다. 난발생과 자치어 형태발달 관찰은 채집한 어미가 자연 산란한 난을 대상으로 하였다.

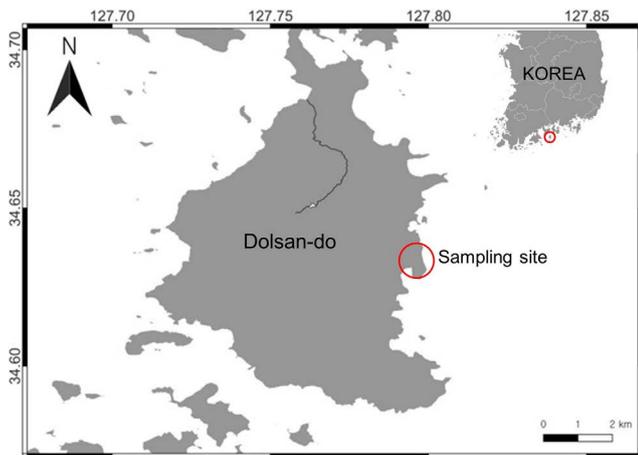


Fig. 1. Map showing the sampling area of Dolsan-do, Korea.

2. 수정란 및 자치어 사육

수정란과 자치어를 투명 유리 수조(30×40×90 cm)에 수용하여 실내 사육하면서 발생 과정을 관찰하였다. 난발생과 자치어 관찰 시 수온은 12.3~13.5°C(평균 12.7°C)를 유지하였고, 난발생 과정 중 사육수는 매일 2회 1/2씩 환수하며 사육 및 관리하였다. 부화자치어의 먹이는 농축 클로렐라(*Chlorella* sp.)로 사육수를 안정시킨 후 로티퍼(*Brachionus plicatilis*), *Artemia* sp. 및 배합 사료를 순차적으로 공급하였다.

3. 난발생 및 자치어 관찰

수정란과 부화 직후부터 치어기까지의 크기는 매시간 1일 평균 20마리씩 추출하여 얼음으로 마취시킨 후 각 부위를 만능투영기(Nikon Profile Projector V-12B)를 통하여 0.01 mm까지 측정하였고, 입체 해부현미경(Nikon SMZ-u)을 통하여 난발생 과정과 자치어의 몸 각 부위를 관찰, 스케치하였다. 자치어의 형태 발달 과정은 전기자치어, 중기자치어, 후기자치어와 치어기로 구분하였으며, 자치어의 발육단계는 Russell(1976)에 따랐다.

결 과

1. 난발생 과정

난은 구형이었으며 침성점착난이었다. 난황은 담황색을 나타내었고 유구는 주홍색을 띠었다. 난경은 1.57~1.79 mm(평균 1.71 mm, n=100)이고 난막에는 육각형 무늬가 있었으며, 15~28개의 크고 작은 유구를 가지고 있었다(Fig. 2A).

수정 2시간 21분 후 배반이 동물극에 형성되기 시작하였고(Fig. 2B), 수정 4시간 35분 후에 난황이 관찰되어 2세포기가 형성되었다(Fig. 2C). 4세포기는 수정 7시간 30분 후에 형성되었고, 8세포기는 수정 9시간 55분 후에, 16세포기는 수정 11시간 20분 후에 형성되었다(Fig. 2D~F). 수정 13시간 10분 후에 32세포기가 형성되었고, 64세포기는 수정 15시간 18분 후에 형성되었다(Fig. 2G, H). 발생이 계속 진행되면서 상발기는 수정 20시간 25분 후에 형성되었고, 수정 38시간 10분 후에 포배기가 형성되었다(Fig. 2I, J). 수정 56시간 50분 후에 배반이 2/5 정도 내려오면서 낭배기가 형성되었으며, 이후 난황의 한쪽 끝에서 조금씩 없어지고, 배순이 자라 오르면서 수정 후 74시간 10분에는 배체가 형성되기 시작하였다(Fig. 2K, L). 수정 85시간 20분 후에는 배반이 난황의 2/3 정도를 덮고 있으며, 배체의 머리 부분에 안포가 형성되었고, 수정 106시간 후에는 배체가 완성되는 단계로 꼬리 끝부분에 쿠퍼씨포가 생겼으며, 5~9개의 근절이 나타났다(Fig. 2M, N). 수정 115시간 후에는 근절이 15~16개로 증가하였으며, 원구가 개폐되었고, 눈의 렌즈가 뚜렷이 나타났다. 수정

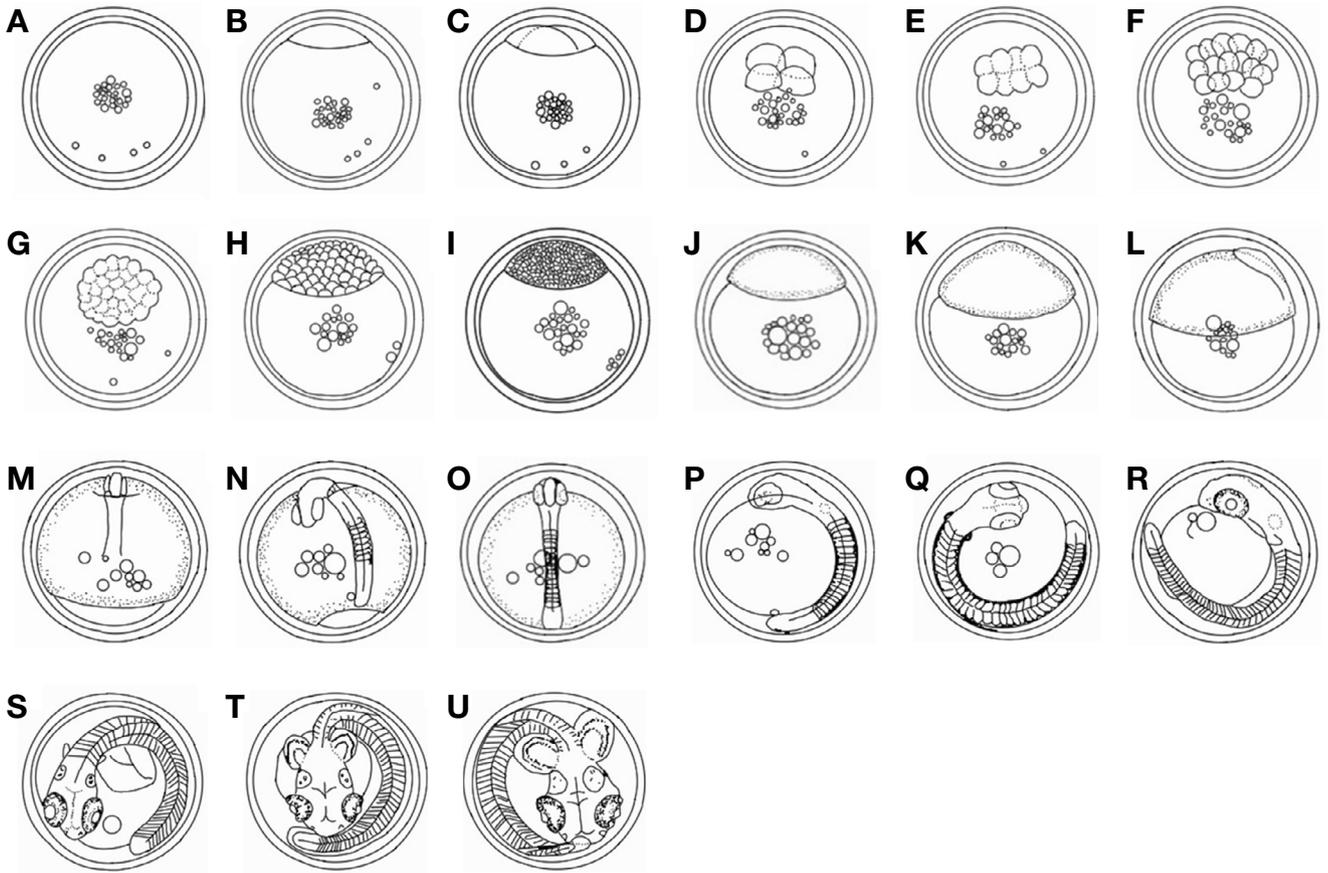


Fig. 2. Egg development of *Liparis tanakae*. A, fertilized egg; B, formation of blastodisc, 2 hrs 21 mins; C, 2 cells stage, 4 hrs 35 mins; D, 4 cells stage, 7 hrs 30 mins; E, 8 cells stage, 9 hrs 55 mins; F, 16 cells stage, 11 hrs 20 mins; G, 32 cells stage, 13 hrs 10 mins; H, 64 cells stage, 15 hrs 18 mins; I, morula stage, 20 hrs 25 mins; J, blastula stage, 38 hrs 10 mins; K, gastrula stage, 56 hrs 50 mins; L, formation of body stage, 74 hrs 10 mins; M, formation of optic vesicle stage, 85 hrs 20 mins; N, formation of Kupffer's vesicle and myotome stage, 106 hrs; O, fifteen myotome stage, blastopore closed, 115 hrs; P, formation of eye lens stage, 140 hrs; Q, formation of the pectoral fin and nostril, 176 hrs; R, appearance of melanophore stage, 201 hrs; S, the eyes have darkened completely, appearance of melanophores on the pectoral fin, 268 hrs; T, envelopment of membranous fin, 381 hrs; U, The embryo just before hatching, 526 hrs.

후 140시간이 지나니 근절 수는 18개로 증가하였고, 머리의 뒷부분에 이포가 형성되었다(Fig. 2O, P). 수정 후 176시간에 심장이 뛰기 시작하였으며 뇌의 분화가 관찰되었고, 쿠퍼씨포는 소실되었다. 꼬리가 난황에서 분리하였고, 유구는 4~5개로 감소하였다. 수정 201시간 후부터는 눈의 가장자리에 작은 흑색소포가 침착되기 시작하였으며, 콧구멍이 형성되었고, 가슴지느러미의 윗기가 나타났다(Fig. 2Q, R). 수정 268시간 후에는 이포의 안쪽에 이석이 생겼으며, 난황 위에 혈관이 나타났고, 25~27번째 근절부터는 난황으로부터 분리되었다. 소화관 위에 작은 흑색소포가 나타나기 시작해, 수정 후 381시간에는 가슴지느러미에 작은 흑색소포 띠가 형성되었고, 난황에 별 모양의 흑색소포가 여러 곳에 흩어져 몸통부터 꼬리 방향으로 13~15개의 흑색소포가 줄지어 나타났다(Fig. 2S, T). 수정 후 526시간에 부화가 시작하였으며, 이포가 발달되어 눈의 바로 뒤쪽에 위치하였고, 눈의 홍채 부분에 구아닌색소가 침착되기 시작하여 은색을 띠었다(Fig. 2U).

2. 자치어 형태발달

1) 전기자어

부화 직후의 자어는 전장 5.70~6.24 mm (평균 5.98 mm, n=20)로 입과 항문이 열려 있었으며, 난황을 달고 있었고, 표층에서 활발히 유영을 하였다. 머리가 크고 둥글며, 꼬리는 길고 측편되어 있었다. 근절 수는 6~8+36=42~44개였으며, 흑색소포는 가슴지느러미와 복부에 밀집되어 있었고, 가슴지느러미의 가장자리와 가슴지느러미로 덮이는 배 부분에는 흑색소포가 없었다(Fig. 3A).

부화 후 3일째 자어는 전장 5.89~6.42 mm (평균 6.13 mm, n=20)로 난황이 많이 흡수되어 복부의 약 1/3을 차지하고 있으며, 유구도 작아져 있었다. 꼬리의 배 쪽 가장자리의 3번째, 7~10번째 근절에 4~5개의 흑색소포가 새로 나타났으며, 꼬리의 24번째 근절의 체측 중앙선에 별 모양의 흑색소포가 나타났고,

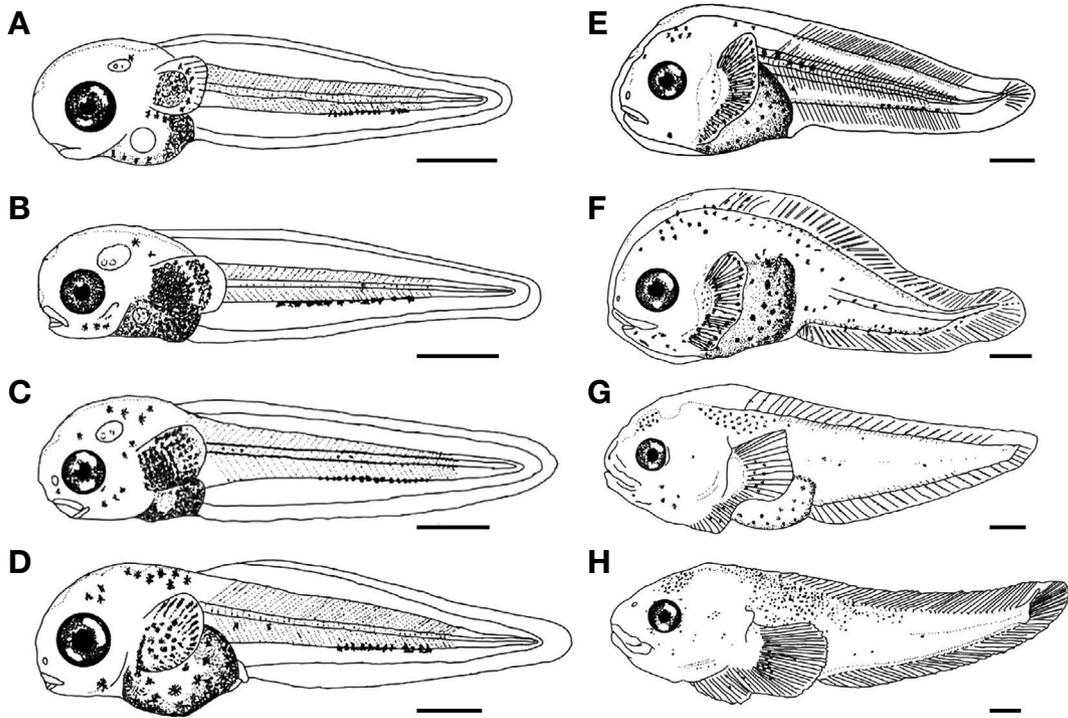


Fig. 3. Morphological development of larvae and juvenile of *Liparis tanakae*. A, Newly hatched larvae, 5.70~6.24 mm (mean 5.98 mm, n=20) TL; B, 3 days after 5.89~6.42 mm (mean 6.13 mm, n=20) TL; C, 16 days after 6.43~7.38 mm (mean 7.13 mm, n=20) TL; D, 24 days after hatching, 7.80~8.42 mm (mean 8.26 mm, n=20) TL; E, 32 days after hatching, 9.42~9.72 mm (mean 9.52 mm, n=20) TL; F, 44 days after hatching, 9.63~10.25 mm (mean 10.03 mm, n=20) TL; G, 63 days after hatching, 11.95~13.02 mm (mean 12.16 mm, n=20) TL; H, 80 days after hatching, 14.32~14.86 mm (mean 14.63 mm, n=20) TL. Scale bars = 1.00 mm.

아래턱의 안쪽에 3~4개의 흑색소포가 나타났다(Fig. 3B).

2) 중기자어

부화 후 16일째 자어는 전장 6.43~7.38 mm (평균 7.13 mm, n=20)로 난황과 유구가 대부분 흡수되면서 후기자어에 달하였고, 근절 수는 8~9+38=46~47개였다. 흑색소포가 머리 부분 후두부에 2개, 후뇌 아래 면에 2~3개, 이포 위에 1개, 콧구멍 아래쪽 주둥이에 1개와 아래턱에 2개가 나타났다(Fig. 3C).

부화 후 24일째 자어는 전장 7.80~8.42 mm (평균 8.26 mm, n=20)로 배지느러미와 뒷지느러미의 줄기 원기가 나타났고, 각 지느러미의 줄기 수가 증가하였다. 근절 수는 9~11+40=49~51개였으며, 흑색소포는 체측을 따라 길게 산재하였고, 머리 부분에도 흑색소포가 산재하고 있었다(Fig. 3D).

3) 후기자어

부화 후 32일째 자어는 전장 9.42~9.72 mm (평균 9.52 mm, n=20)로 근절 수가 8~9+47=55~56개였다. 배지느러미 줄기가 3개로 나타났으며, 뒷지느러미 줄기도 4~6개로 증가하였고, 척색말단이 굽어지기 시작하였다(Fig. 3E).

부화 후 44일째 자어는 전장 9.63~10.25 mm (평균 10.03 mm,

n=20)로 가슴지느러미와 막지느러미에 줄기가 생겼고, 흑색소포가 머리와 등 쪽과 체측면에 따라 길게 산재하며 발달하였다. 척색말단은 완전하게 위로 45°로 굽어져 있으며, 체고가 높아져 체형이 변화되었다(Fig. 3F).

4) 치어기

부화 후 63일째 치어는 전장 11.95~13.02 mm (평균 12.16 mm, n=20)로 각각의 지느러미가 D. 42~44; A. 34~35; P1. 39~45; C. 10으로 정수에 달하였으며, 머리 부분이 현저히 발달하였고, 체형이나 반문이 성어와 닮아 있어 치어기로 이행하였다(Fig. 3G).

부화 후 80일째 치어는 전장 14.32~14.86 mm (평균 14.63 mm, n=20)로 몸의 등 쪽에 흑색소포가 길게 산재하였다(Fig. 3H).

고 찰

폼치는 분류학상 썸뱅이목, 폼치과에 속하는 저서성 어류로 깊은 곳에 서식하다 산란기에 연안으로 회유하여 산란하는 종이다

(Knudsen *et al.*, 2007).

선행 연구된 꼼치(Kim *et al.*, 1986b)의 수정란 난경은 1.68~1.78 mm (평균 1.72 mm, n=30)로 이 연구에서의 꼼치와 비슷한 크기를 보였으며, 꼼치와 같은 꼼치과에 속하는 미거지(Kim *et al.*, 1986a)의 수정란 난경은 1.55~1.65 mm (평균 1.59 mm, n=28)로 꼼치의 난경보다 작은 모습이었다. 같은 썸뱅이목에서 노래미(Kim and Myoung, 1983)는 1.92~2.12 mm (평균 2.02 mm, n=30), 쥐노래미(Kim *et al.*, 1993)는 2.00~2.15 mm (평균 2.06 mm, n=20), 삼세기(Park *et al.*, 2014)는 4.01~4.48 mm (평균 4.1 mm)로 꼼치보다 난경이 큰 것을 볼 수 있었다. 양태(Yun *et al.*, 2022)는 1.03~1.12 mm (평균 1.08 mm, n=50)로 작은 모습이었다. 수정란의 크기는 부화 시간이나 포란 수와도 직접적인 관련이 있으며, 부화자어의 크기와 직접적으로 비례하기 때문에 수정란이 작은 종은 부화자어의 크기도 작은 것으로 나타났다(Lee *et al.*, 2013).

부화 직후 자어의 크기는 전장 5.70~6.24 mm (평균 5.98 mm, n=20)로 평균 수정란의 크기는 비슷하였지만, 수정란의 크기가 더 컸던 꼼치(Kim *et al.*, 1986b) 부화자어의 전장은 5.70~6.41 mm (평균 6.10±3.21 mm)로 다소 크다는 것을 볼 수 있었으며, 수정란의 크기가 작았던 미거지 부화자어의 크기는 4.40~4.85 mm (Kim *et al.*, 1986a)로 꼼치보다 작았으며, 노래미 부화자어의 크기는 전장 6.55~8.22 mm (Kim and Myoung, 1983), 쥐노래미 부화자어의 크기는 전장 7.48~8.25 mm (Kim *et al.*, 1993), 삼세기 부화자어의 크기는 전장 12.99~15.46 mm (평균 14.16±0.65 mm, n=32) (Park *et al.*, 2014)로 꼼치보다 큰 모습을 나타내었다. 다른 어종에 비해 수정란의 크기가 작았던 양태 부화자

어의 크기는 전장 2.72~3.04 mm (평균 2.93±0.21 mm, n=50) (Yun *et al.*, 2022)로 작았다. 이를 통해 부화자어 크기와 수정란의 크기가 비례한다는 것을 알 수 있었다.

부화 시간에 있어서는 수정란의 크기뿐만 아니라 수온도 관련이 있다. 수온은 어류의 종묘 생산과정에서 난발생 및 자치어의 성장과 생존율에 영향을 미치는 주요한 환경요인 중의 하나로(Hokanson *et al.*, 1973; Gunnes, 1979; Herzig and Winkler, 1986), 일반적으로 어류는 수온이 낮으면 발생 속도가 느리고, 높은 수온에서는 발생 속도가 빨라진다(Han and Cho, 2007). 꼼치의 경우 수온 12.3~13.5°C에서 526시간, 선행 연구되었던 꼼치는 수온 8.1~11.8°C에서 포배기+494시간(Kim *et al.*, 1986b)으로 환경에 따라 부화 시간에서 차이가 나타났지만, 이 연구에서의 사육 수온이 겨울철 자연 상태에서 부화하는 수온에 비해 높아 시간에 있어 큰 차이가 나타난 것으로 생각된다. 또한 미거지는 수온 7.09~10.99°C에서 747시간(Kim *et al.*, 1986a), 삼세기는 수온 8.2~14.9°C에서 1,488시간(Park *et al.*, 2014), 노래미는 수온 11.8~17.9°C에서 463시간(Kim and Myoung, 1983), 쥐노래미는 수온 10.0~14.5°C에서 477시간(Kim *et al.*, 1993) 만에 부화가 시작되었다. 사육수온이 20°C로 다른 어종들에 비해 높았던 양태는 50시간 30분(Yun *et al.*, 2022)으로 가장 빠른 부화 시간이 나타났다. 미거지의 수정란이 꼼치의 수정란보다 작지만 낮은 수온의 미거지가 늦게 부화한 것과 수정란의 크기는 꼼치보다 크지만 높은 수온의 노래미와 쥐노래미가 더 빨리 부화한 것을 보아 부화 시간에 있어서는 수정란의 크기보다 수온이 미치는 영향이 더 큰 것으로 생각된다. 더불어 연구 결과에서 수온 차가 있었기에 꼼치과 어류의 자원 회복을 위해 향후

Table 1. Comparison of egg and larvae characteristics in Scorpaeniformes fishes

Species	Fertilized egg size (mm)	Time for hatching (water temperature)	Newly hatched larval size (mm)
<i>Liparis tanakae</i> (Present study)	1.57~1.79	526 hrs (12.3~13.5°C)	5.70~6.24 mean 5.98
<i>Liparis tanakae</i> (Kim <i>et al.</i> , 1986b)	1.68~1.78	blastula stage + 494 hrs (8.1~11.8°C)	5.70~6.41 mean 6.10±3.21
<i>Liparis ingens</i> (Kim <i>et al.</i> , 1986a)	1.55~1.65	747 hrs (7.09~10.99°C)	4.40~4.85
<i>Hexagrammos agrammus</i> (Kim and Myoung, 1983)	1.92~2.12	463 hrs (11.8~17.9°C)	6.55~8.22
<i>Hexagrammos otakii</i> (Kim <i>et al.</i> , 1993)	2.00~2.15	477 hrs (10.0~14.5°C)	7.48~8.25
<i>Hemitripteris villosus</i> (Park <i>et al.</i> , 2014)	4.01~4.48	1488 hrs (8.2~14.9°C)	12.99~15.46 mean 14.16±0.65
<i>Platycephalus indicus</i> (Yun <i>et al.</i> , 2022)	1.03~1.12	50 hrs 30 min (20.0±0.5°C)	2.72~3.04 mean = 2.93±0.21

Table 2. Comparison of morphology characteristics in Liparidae fishes

Species	Larvae myotomes
<i>Liparis tanakae</i> (Present study)	6~8 + 36 = 42~44
<i>Liparis tanakae</i> (Kim <i>et al.</i> , 1986b)	7~9 + 36 = 43~45
<i>Liparis ingens</i> (Kim <i>et al.</i> , 1986a)	12~13 + 40 = 52~53

폼치와 미거지의 동일 수온에서 연구도 필요하다고 생각한다.

난발생 과정에서 흑색소포는 폼치의 경우 수정 201시간 후부터 눈의 가장자리에 작은 흑색소포가 침착되기 시작하였으며, 선행 연구되었던 폼치(Kim *et al.*, 1986b)도 눈의 가장자리에 흑색소포부터 침착되었고, 미거지(Kim *et al.*, 1986a)는 수정 316시간 후 눈가에 흑색소포가 약간 착색되기 시작하였다. 삼세기(Park *et al.*, 2014)는 수정 456시간 후 눈에 흑색소포 착색, 양태(Yun *et al.*, 2022)는 수정 43시간 10분 후 눈에 흑색소포가 나타나기 시작했다. 처음 흑색소포가 나타나는 곳이 모두 눈이라는 공통점을 볼 수 있었으며, 이는 심장 박동 후 나타났다. 해산어류의 자치어 시기에는 형태와 특징이 종마다 다양하며, 흑색소포의 형성과 형태 및 위치는 자치어 시기의 어류를 동정하는 데 중요한 역할을 한다(Kim and Han, 1993; Moon *et al.*, 2023).

부화 직후 흑색소포를 보면 선행 연구되었던 폼치(Kim *et al.*, 1986b)는 가슴지느러미와 복부에 밀집되어 있었으며, 가슴지느러미의 가장자리와 가슴지느러미로 덮이는 배 부분에는 흑색소포가 없는 것이 동일하게 나타났다. 미거지(Kim *et al.*, 1986a)는 가슴지느러미 부분에 흑색소포가 밀집되어 있는 점은 폼치와 비슷하게 나타났지만, 폼치와는 다르게 아래턱, 난황의 등 쪽, 배 쪽에 흑색소포가 발달하였으며, 꼬리 부분이 배 쪽 막 지느러미와 경계상의 흑색소포가 일렬로 병행하여 나타났다. 삼세기(Park *et al.*, 2014)의 흑갈색소포는 머리부터 몸 전체의 2/3까지 분포하였고, 특이하게도 꼬리 부분에는 전혀 분포하지 않아 마치 꼬리가 없는 것처럼 보였으며, 양태(Yun *et al.*, 2022)의 흑색소포는 몸통과 머리 부분에 나타났다. 같은 과에 속하는 미거지와는 흑색소포 분포에 있어 비슷한 점도 보였지만 차이가 나타나는 것을 볼 수 있었으며 다른 어종들과 있어서는 확실한 차이가 나타났다.

부화 직후 폼치 모습은 머리가 크고 둥글며, 꼬리는 길고 측편되어 있었으며, 근절 수는 6~8 + 36 = 42~44개였다. 선행 연구되었던 폼치(Kim *et al.*, 1986b) 또한 같은 모습이었으며, 근절 수는 7~9 + 36 = 43~45로 유사하였고, 같은 과인 미거지(Kim *et al.*, 1986a)는 몸이 가늘고 측편되어 있다는 점이 비슷하게 나타났으며, 근절 수는 12~13 + 40 = 52~53개로 차이를 볼 수 있었다.

난황이 모두 흡수되며 후기자어에 달하기까지는 수온 12.3~13.5°C(평균 12.7°C)에서 부화 후 16일(전장 6.43~7.38 mm(평균 7.13 mm, n = 20))로 난황과 유구가 대부분 흡수되었

고, 그 후 척색말단이 굽어지는 것을 볼 수 있었다. 삼세기는 수온 9.2~12.7°C에서 부화 후 5~7일째 유구가 먼저 흡수되었으며, 부화 후 8~10일째(전장 15.23~15.54 mm(평균 15.39 ± 0.22 mm, n = 5)) 난황이 완전히 흡수되었고(Park *et al.*, 2014), 양태는 수온 20.0 ± 0.5°C에서 부화 5일 후(전장 3.88~4.42 mm(평균 4.11 ± 0.31 mm, n = 15)) 난황이 모두 흡수되었다(Yun *et al.*, 2022). 부화 후 난황이 완전히 흡수되는 시기는 수온의 영향을 받게 된다(Park *et al.*, 2014). 그러나 수온이 낮은 폼치와 삼세기보다 양태와 삼세기의 난황이 모두 흡수되는 시기가 비슷해 이에 대한 연구가 더 필요할 것으로 생각된다.

치어기로 이행하는 시기까지의 기간은 폼치가 부화 후 63일, 삼세기는 부화 후 75~80일(Park *et al.*, 2014), 양태는 부화 후 39일이 걸렸다(Yun *et al.*, 2022). 사육 시 수온 차가 있었지만, 폼치와 삼세기에 비해 높은 수온에서 성장한 양태는 치어기에 달하기까지도 빠른 성장이 나타났으며, 삼세기의 후기자어기에 달하기까지의 기간은 양태와 비슷하였고, 폼치보다 빨랐지만, 치어기 이행까지의 시간은 가장 느린 모습을 보였다.

이 연구는 폼치의 초기생활사 연구로 난발생과 자치어의 형태 발달을 관찰하였다. 이를 통해 같은 목 어류와 비교해 수정란의 크기와 수온에 따른 초기 발생 과정에서 차이가 있다는 것을 확인할 수 있었다. 폼치는 최근 동해안에서 자원량 감소로 어획량이 급감해 품귀현상을 보여 최근 그 가치가 상승하고 있다(Choi *et al.*, 2015). 이러한 자원을 보존하기 위해 폼치류의 초기 발생 과정 특징에 대해 더 정확한 규명이 필요하기에 현재까지 연구되지 않은 폼치류의 초기생활사 연구가 추가로 필요할 것으로 생각된다.

요 약

이 연구는 폼치(*Liparis tanakae*)의 난발생 과정, 자치어의 발육에 따른 형태를 관찰하여 어획량이 급격히 감소하고 있는 폼치의 자원 회복을 위한 연구에 도움이 되고자 한다. 여수시 돌산 인근 해역에서 채집된 어미로부터 자연 산란시킨 난을 대상으로 난발생 및 자치어 형태발달을 관찰하였고, 사육 과정 중 수온은 12.3~13.5°C(평균 12.7°C)를 유지하였다. 수정란의 난경은 1.57~1.79 mm(평균 1.71 mm, n = 100)이었고 형태는 구형이었으며, 침성점착난이었다. 수정 후 4시간 35분에 2세포기에 달하였고, 수정 후 74시간 10분에는 배체가 형성되기 시작하였다. 수정 후 106시간에 꼬리 끝부분에 쿠퍼씨포가 생겼으며, 수정 후 176시간에는 쿠퍼씨포가 소실되었다. 수정 후 526시간에 부화가 시작하였고 이포가 발달되어 눈 바로 뒤쪽에 위치하였다. 부화 직후의 전기자어(전장 5.70~6.24 mm(평균 5.98 mm, n = 20))는 입과 항문이 열려 있었고, 부화 후 3일째 자어(전장 5.89~6.42 mm(평균 6.13 mm, n = 20))는 아래턱 안쪽과 꼬리에 흑색소포가 나타났다. 부화 후 16일째 자어(전장 6.43~7.38 mm

(평균 7.13 mm, n = 20))는 난황과 유구가 대부분 흡수되었고, 머리 부분에 흑색소포가 나타났으며, 부화 후 63일째 치어(전장 11.95~13.02 mm(평균 12.16 mm, n = 20))는 머리 부분이 현저히 발달하였고, 체형이나 반문이 성어와 닮아 있어 치어기로 이행하였다. 이 연구는 꼼치의 난발생 및 자치어 형태를 통해 어류의 종 보존 및 복원을 위한 양식 기술 확보 자료로 사용될 것이다.

REFERENCES

- Byun, S.G., S.H. Lee, J.H. Hwang, K.H. Han, K.W. Kang, J.D. Kim, Y.C. Kim and B.I. Lee. 2009. Embryonic and larva development of slime flounder, *Microstomus achne*. *Dev. Reprod.*, 13: 281-289.
- Choi, H.C., S.H. Huh, J.M. Park, G.W. Baeck and Y.S. Suh. 2015. Feeding habits of larval *Liparis tanakae* from the Nakdong River estuary, Korea. *Korean J. Fish. Aquat. Sci.*, 48: 368-376.
- Chyung, M.K. 1977. The fishes of Korea. Ilji-sa, Seoul, Korea, pp. 1-727.
- Gunnes, K. 1979. Survival and development of Atlantic salmon eggs and fry at three different temperatures. *Aquaculture*, 16: 211-218. [https://doi.org/10.1016/0044-8486\(79\)90109-1](https://doi.org/10.1016/0044-8486(79)90109-1).
- Han, K.H. and J.K. Cho. 2007. Effect of water temperature on the embryo-nic development of panther puffer *Takifugu pardalis*. *J. Aquac.*, 20: 265-269.
- Herzig, A. and H. Winkler. 1986. The influence of temperature on the embryonic development of three cyprinid fishes. *J. Fish Biol.*, 28: 171-181. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.1986.tb05155.x>.
- Hokanson, K.E.F., J.H. McCormick and B.R. Jones. 1973. Temperature requirements for embryos and larvae of the northern pike, *Esox lucius* (Linnaeus). *Trans. Am. Fish. Soc.*, 102: 89-100. [https://doi.org/10.1577/1548-8659\(1973\)102<89:TRFEAL>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1577/1548-8659(1973)102<89:TRFEAL>2.0.CO;2).
- Huh, S.H. 1997. Feeding habits of snailfish, *Liparis tanakai*. *Korean J. Ichthyol.*, 9: 71-78.
- Kim, Y.U. and J.G. Myoung. 1983. Eggs development and larvae of rock-trout, *Agrammus agrammus* (Temminck et Schlegel). *Korean J. Fish. Aquat. Sci.*, 16: 395-400.
- Kim, Y.U., J.G. Myoung and Y.S. Park. 1986a. Egg development and larvae of snailfish, *Liparis ingens* (Gibert et Burke). *Korean J. Fish. Aquat. Sci.*, 19: 368-374.
- 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. *Korean J. Fish. Aquat. Sci.*, 26: 458-464.
- Kim, Y.U., K.H. Han and B.H. Kim. 1993. The embryonic and larval development of the Greenling, *Hexagrammos otakii* Jordan et Starks. *Korean J. Ichthyol.*, 5: 151-159.
- Kim, Y.U., Y.S. Park and J.G. Myoung. 1986b. Egg development and larvae of the snailfish, *Liparis tanakai* (Gilbert et Burke). *Korean J. Fish. Aquat. Sci.*, 19: 380-386.
- Knudsen, S.W., P.R. Moller and P. Gravlund. 2007. Phylogeny of the snailfishes (Teleostei: Liparidae) based on molecular and morphological data. *Mol. Phyl. Evol.*, 44: 649-666. <https://doi.org/10.1016/j.ympev.2007.04.005>.
- Lee, W.O., K.H. Kim, J.M. Back and M.Y. Song. 2013. Egg development and early life history of *Zacco koreanus* (Pisces: Cyprinidae). *Korean J. Ichthyol.*, 25: 200-207.
- Moon, S.J., J.G. Kim, Y.H. Kim, Y.S. Kwon, S.M. Yoon and J.M. Park. 2023. Development of larvae and juveniles and growth characteristics of the *Sebastes taczanowskii*. *Korean J. Ichthyol.*, 35: 1-9. <https://doi.org/10.35399/ISK.35.1.1>.
- Myoung, S.H., T.W. Ban and J.K. Kim. 2016. Population structure of *Liparis tanakae* (PISCES, Liparidae) from Korea based on morphological and molecular traits. *Korean J. Fish. Aquat. Sci.*, 49: 198-207. <https://doi.org/10.5657/KFAS.2016.0198>.
- Park, A.J., K.H. Han, S.H. Lee, H.J. Kim, S.Y. Kim and I.H. Lim. 2014. Embryonic development of eggs, larvae and juveniles of the *Hemirhamphus villosus*. *Korean J. Ichthyol.*, 26: 34-41.
- Russell, F.S. 1976. The eggs and planktonic stages of British marine fishes. Academic Press, Inc., London., 524pp.
- Song, H.B. and S.S. Choi. 2000. Reproductive ecology and early life history of paradise fish, *Macropodus chinensis* (Pisces: Belontiidae) in aquarium. *Korean J. Limnol.*, 33: 282-294.
- Song, S.H., H.W. Lee, B.S. Jeon, H.J. Kim, J.M. Jung and T.Y. Oh. 2021. A study on change of reproductive biology and fishing business of snailfish, *Liparis tanakae* in Korea. *J. Korean Soc. Fish. Ocean Technol.*, 57: 78-91. <https://doi.org/10.3796/KSFOT.2021.57.1.078>.
- Yun, J.W., K.H. Han, T.S. Yu, J. Lee, S.H. Lee, J.M. Park and J.H. Seo. 2022. Morphological development of eggs, larvae and juveniles of *Platycephalus indicus* caught from Yeosu. *Korean J. Ichthyol.*, 34: 96-101. <https://doi.org/10.35399/ISK.34.2.3>.