

제비날치(*Cypselurus hiraii*) 자어의 형태기재

박재민 · 박종연¹ · 조재권¹ · 김나리² · 한경호^{3,*}

경상북도 토속어류산업화센터, ¹국립수산과학원 양식관리과, ²울주군 축수산과, ³전남대학교 양식생물학전공

Morphological Description of Flying Fish, *Cypselurus hiraii* Larvae (Pisces: Exocoetidae) by Jae Min Park, Jong Youn Park¹, Jae Kwon Cho¹, Na Ri Kim² and Kyeong Ho Han^{3,*} (Gyeongsangbuk-Do Native Fish Business Center, Uiseong 37366, Korea; ¹Aquaculture Management Division, Aquaculture Research Institute, NIFS, Busan 46083, Korea; ²Ulju-gun Metropolitan City Livestock and Marine Industry Division, Ulju 44663, Korea; ³Chonnam National University, Department of Aqualife Science, Yeosu 59626, Korea)

ABSTRACT This study was conducted in order to investigate the growth and morphological development of *Cypselurus hiraii* larvae and to obtain basic data for taxonomic research. Specimens for this study were collected using a scoop net (aperture ϕ 60 cm) at the Geomun Island in Yeosu-si, Jollanam-do in July and August of 2013, and the mean water temperature was $20.6 \pm 1.84^\circ\text{C}$ and the mean salinity was $32.1 \pm 0.46\text{‰}$ during the collection. In post-larvae of total length 9.58~9.69 mm (average 9.63 ± 0.04 mm, $n=5$), the mouth was opened, and the maxilla was shorter than the mandible. The length of the dorsal fin did not exceed that of the ventral fin, and the dorsal fin was on the same line as that of the ventral fin. In post-larvae of total length 18.0~18.5 mm (average 18.2 ± 0.22 mm, $n=5$), with the growth accelerated, the pectoral fin was developed broadly and their caudal fin was differentiated into the heterocercal tail. These characteristics suggest the development of swimming ability and resultant active feeding activities. In post-larvae of total length 22.4~23.0 mm (average 22.7 ± 0.21 mm, $n=5$), striped melanophores deposited in the pectoral fin, and small spot-like melanophores expanded in the processes formed on the mandible. The dorsal and anal fins were on the same line, and the anal fin was situated behind the dorsal fin.

Key words: *Cypselurus hiraii*, flying fish, larvae, juvenile

서 론

제비날치(*Cypselurus hiraii*)는 동갈치목(Belonidae) 날치과(Exocoetidae)에 속하는 어류로 우리나라에는 제비날치를 포함한 날치(*C. agoo*), 기점날치(*C. cyanopterus*), 전력날치(*C. heterurus doederleini*), 태안큰날치(*C. pinnatibarbatus japonicus*) 및 새날치(*C. poecilopterus*) 등 5속 11종이 국내에 서식하는 것으로 보고되어 있다(Kim *et al.*, 2005). 제비날치는 형태가 날치와 비슷하나 가슴지느러미 위쪽의 불분지 연조 1개와 배의 아래쪽 측선이 나타나는 점에서 날치와 차이를 보인다(Kim *et al.*, 2005).

날치류에 대한 국내 연구로는 자치어의 형태발달(Park and Kim, 1987a), 자치어의 골격발달(Park and Kim, 1987b) 및 분류학적 재검토(Kim *et al.*, 2001) 등이 수행되었고, 국외 연구로는 *Hirundichthys affinis*의 초기발달(Evans, 1961), *H. coromandelensis*의 난 발생 및 자어발달(Vijayaraghavan, 1973), 멘토황날치의 척추골 및 미골 발달(Dasilao and Ymaoka, 1998), 전력날치의 초기발달(Dasilao *et al.*, 1998), *Cheilopogon xenopterus*의 초기생활사(Watson, 1999), 멕시코 북동부 날치의 자연산란(Stevens *et al.*, 2003), 미토콘드리아 DNA 서열(Nagase *et al.*, 2005), 가는매날치의 난 형태와 산란시기(Ichimarui *et al.*, 2006), *H. affinis*와 *Cheilopogon* sp.의 초기생활단계(Castro *et al.*, 2008), *C. simus*와 *C. callopterus*의 초기생활사(Shakhovskoy and Shtaut, 2008) 및 분류학적 재검토

*Corresponding author: Kyeong Ho Han Tel: 82-61-659-7163,
Fax: 82-61-659-7169, E-mail: gost016803@naver.com

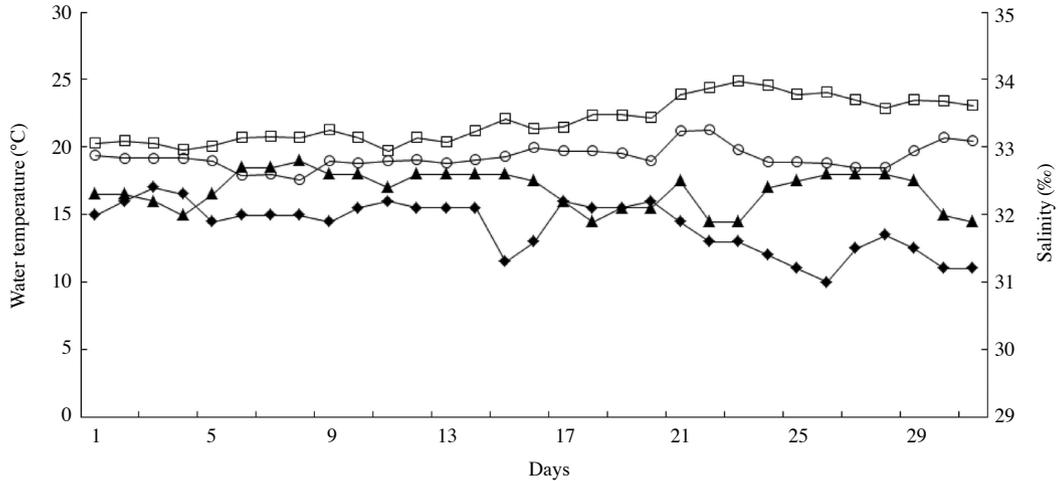


Fig. 1. Monthly change of water temperature (July ○; August □) and salinity (July ▲; August ◆) off goemun island from July to August.

(Shakhovskoy and Parin, 2013a, b) 등이 수행되었다.

날치류는 유어시기에 일시적으로 나타나는 아래턱 돌기의 유무 및 형태를 가지고 분류형질로 삼고 있으며 (Hubbs and Lagler, 1946; Kim *et al.*, 2001), 흑색소포의 위치 및 형태변화가 종마다 다양하게 나타나 자치어 시기의 어류를 동정하는데 중요한 형질로 이용될 것으로 보고 있다 (Kim and Han, 1991).

우리나라에서는 현재까지 날치류의 자치어 시기에 나타나는 흑색소포 변화 및 형태발달에 대한 연구는 날치 (Park and Kim, 1987a)에서 일부 진행되었을 뿐 다른 날치과 어류에서는 연구가 이루어지지 않은 실정이다.

따라서 본 연구에서는 채집된 제비날치 자어의 형태적 특징을 조사하여 종 동정을 위한 분류학적 연구의 기초자료로 이용하고자 한다.

재료 및 방법

시료는 2013년 7월부터 8월까지 전남 여수시 거문도 해역의 해상 가두리 주변과 모자반 군락지에서 뜰채 (망목 Ø60 cm)를 이용하여 채집하였다. 조사기간 동안 총 채집한 자어는 25개 체로 종 동정을 위하여 10% 중성포르말린에 고정하였고, 실체현미경 (Nikon JP SMZ800, Japan) 하에서 1~40배율로 관찰하였다. 어체 측정을 위해 만능투영기 (Nikon JP V-12B, Japan)를 이용하여 각 부위마다 0.01 mm까지 측정하였고, 조사기간 동안 수온 및 염분은 수온연속측정기 (HOBO ware)와 수질측정기 (YSI 556)를 이용하여 수심 1 m 깊이의 표층에서 오전 10시를 기준으로 1회/일 측정하였으며, 자어의 형태는 Kendall *et al.* (1984)에 따랐다.

결 과

1. 서식장소

채집한 자어는 2013년 7월부터 8월까지 전남 여수시 거문도 해역의 해상 가두리 주변과 모자반 군락지에서 채집하였다. 채집지역의 수온범위는 17.6~24.9°C (평균 20.6±1.84°C)였고, 염분은 31.0~32.8‰ (평균 32.1±0.46‰)이었다 (Fig. 1). 채집장소는 수심 10~15 m로 바닥에 자갈과 니질이 섞여 있었고, 모자반 (*Sargassum fulvellum*)이 번식하고 있었으며, 모자반 주변에는 조피볼락 (*Sebastes schlegeli*), 개베도라치 (*Petroscirtes variabilis*), 청베도라치 (*Parablennius yatabei*), 승어 (*Mugil cephalus*), 그물코 쥐치 (*Rudarius ercodes*) 및 전갱이 (*Trachurus japonicus*) 등의 어류가 낚시와 통발에 의해 채집되었으나, 본 종의 성어는 채집되지 않았다.

2. 분류

본 종을 동정하기 위하여 채집한 자어의 체형과 계수형질 및 흑색소포 분포위치를 관찰한 결과 Okiyama (1988)가 보고한 결과와 유사하였는데 관찰 결과에 따르면 제비날치의 자어가 전장 8.0 mm일 때 복부에 검은색의 색소가 침착하였고, 13.0 mm 이상일 때 아래턱 하단에 돌기가 형성되었으며, 13.4 mm 이상일 때 흑색소포의 분포위치는 머리에서 꼬리 부분까지 6마디의 색소포가 침착되었다. 전장 23.0 mm일 때 각 부위별 지느러미 줄기 수는 등지느러미 13~14개, 뒷지느러미 7~10개, 가슴지느러미 15~16개로 본 연구에서 채집한 자어와 유사하여 제비날치의 후기자어로 동정하였다.

3. 자어의 외부형태

채집한 개체 중 가장 작은 자어의 외부형태 특징을 관찰한

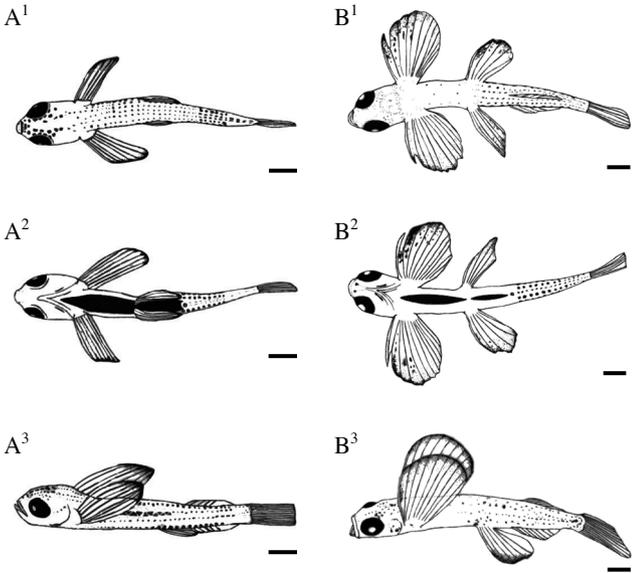


Fig. 2. Morphological of larvae of the *Cypselurus hiraii* (A¹, B¹: dorsal view; A², B²: ventral view; A³, B³: lateral view). A: 9.63±0.04 mm in Total length (TL); B: 12.8±0.11 mm in TL. Scale bars=1.0 mm.

결과 다음 Fig. 2, 3과 같았다. 전장 9.58~9.69 mm(9.63±0.04 mm)의 후기자어는 입이 열려 있었고, 위턱이 아래턱보다 짧았다. 등지느러미의 길이는 배지느러미를 넘어서지 않았고, 등지느러미는 배지느러미와 같은 선에 위치하였다. 흑색소포는 나뭇가지 모양으로 되어 있었고, 주둥이 끝에서부터 꼬리자루까지 세로로 줄지어 형성되어 있었다. 가슴지느러미와 배지느러미의 끝부분에는 흑색소포가 짙게 침착되어 있었고, 몸통에는 뒷지느러미가 시작되는 부분부터 꼬리자루까지 나뭇가지 모양의 흑색소포가 형성되어 있었다. 각 부위별 지느러미의 줄기 수는 가슴지느러미에 불분지 연조 1개, 분지한 연조 7개, 등지느러미 5개, 배지느러미 4개, 뒷지느러미 5개, 꼬리지느러미 14개로 형성되어 있었다(Fig. 2A¹, A², A³).

전장 12.6~12.9 mm(12.8±0.11 mm)의 후기자어는 머리 아래 부분의 새조골 위에 흑색소포가 침착되어 있었고, 복부에는 2개의 타원형 모양으로 침착되어 있었으며, 가슴지느러미와 배지느러미에는 나뭇가지 모양의 흑색소포가 증가한 것이 관찰되었다. 가슴지느러미의 줄기 수는 분지한 연조가 12개로 증가하였고, 등지느러미 7개, 배지느러미 6개, 뒷지느러미 9개, 꼬리지느러미가 15개로 증가하였다. 가슴지느러미는 부채꼴 모양이었고, 첫 번째 불분지 연조 1개는 지느러미 막으로 연결되어 있었으나, 나머지 줄기들로부터 분리되어 있었다(Fig. 2B¹, B², B³).

전장 18.0~18.5 mm(18.2±0.22 mm)의 후기자어는 머리 윗부분에 침착되었던 흑색소포가 가슴지느러미까지 넓게 확장되어 있었고, 가슴과 배지느러미 아래 부분에도 확장되어 있

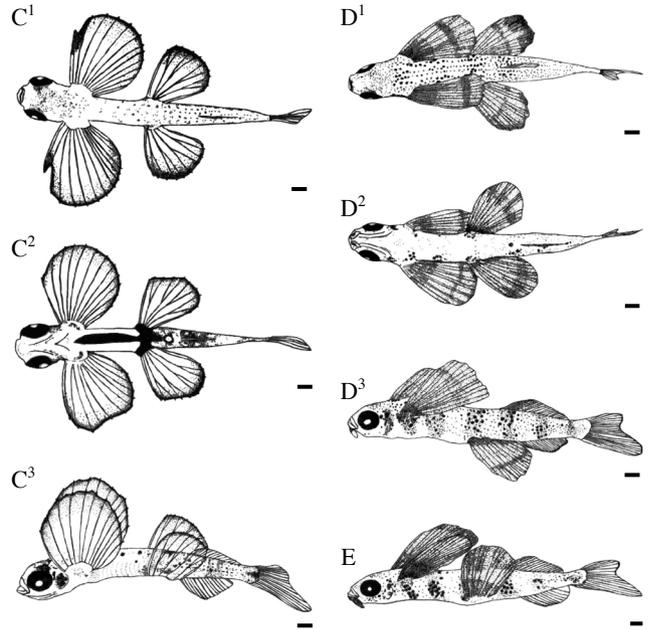


Fig. 3. Continued (C¹, D¹: dorsal view; C², D²: ventral view; C³, D³, E: lateral view). C: 18.2±0.22 mm in TL; D: 20.7±0.22 mm in TL; E: 22.7±0.21 mm in TL. Scale bars = 1.0 mm.

었다. 가슴지느러미가 시작되는 부분부터 꼬리자루 끝부분까지는 옆줄 아래쪽으로 흑색소포가 침착되어 있었고, 2개의 흑색 가로띠 줄무늬가 희미하게 나타나 있었다. 부채꼴 모양의 가슴지느러미는 점차 넓어졌고, 분리되어 있던 첫 번째 불분지 연조 1개는 막으로 연결되어 있었다. 배지느러미의 줄기 수는 불분지 연조 6개 중 3개가 끝 부분이 두 갈래로 나누어졌고, 분지한 연조가 4개로 증가하였다. 뒷지느러미의 줄기 수는 10개로 증가하였으며, 등지느러미 줄기 수는 11개로 증가하였다. 정미 형태를 보였던 꼬리지느러미는 위쪽보다 아래쪽이 더 길어지면서 부정미의 형태로 나타났다(Fig. 3C¹, C², C³).

전장 20.5~20.9 mm(20.7±0.22 mm)의 후기자어는 아가미 뚜껑부터 꼬리자루 끝까지 7개의 흑갈색 가로 줄무늬가 형성되어 있었고, 가슴과 배지느러미에는 반점모양의 흑색소포가 골고루 침착되어 있었으며, 등지느러미 앞쪽에도 일부 침착되어 있었다. 아래턱에는 작은 막대 모양의 돌기가 형성되어 있었고, 돌기가 시작되는 부분에 흑색소포가 침착되어 있었다. 가슴지느러미 줄기 수는 14개로 증가하였고, 등지느러미의 줄기 수는 12개로 증가하였으며, 꼬리지느러미의 줄기 수는 18개로 증가하였다(Fig. 3D¹, D², D³).

전장 22.4~23.0 mm(22.7±0.21 mm)의 후기자어는 가슴지느러미에 줄무늬 형태의 흑색소포가 침착되어 있었고, 배지느러미에는 전반적으로 흑색소포가 확장되어 있었으며, 아래턱에 형성된 돌기에는 작은 반점 모양의 흑색소포가 확장되어 있었다. 등지느러미의 줄기 수는 14개로 증가하였고, 같은 선

Table 1. Comparison of larvae melanophore distribution in Exocoetidae fishes (present: +; absent: -)

Species	Melanophore distribution								
	Total length (mm)	Snout	Otocystic	Occipital	Isthmus	Pectoral fin	Ventral fin	Dorsal fin	Ventral abdominal
<i>Cypselurus hiraii</i> (Present study)	22.7	+	+	-	+	+	+	+	+
<i>Cypselurus agoo</i> (Park and Kim, 1987a)	11.97	-	+	+	+	+	+	+	+
<i>Cypselurus simus</i> (Shakhovskoy and Shtaut, 2008)	17.5	-	-	-	+	+	+	+	-
<i>Cypselurus collopterus</i> (Shakhovskoy and Shtaut, 2008)	8.60	-	+	+	+	+	+	-	+
<i>Cypselurus heterurus doederleini</i> (Dasilao <i>et al.</i> , 1998)	12.04	-	+	+	+	+	+	+	+
<i>Cheilopogon xenopterus</i> (Watson, 1999)	12.5	-	-	+	+	+	+	+	+
<i>Hirundichthys affinis</i> (Castro <i>et al.</i> , 2008)	14.0	-	-	-	+	+	+	-	+
<i>Hirundichthys coromandelensis</i> (Vijayaraghavan, 1973)	5.07	+	+	+	+	+	-	-	+

에 위치한 등과 뒷지느러미는 뒷지느러미가 등지느러미보다 뒤쪽으로 위치하였다(Fig. 3E).

고 찰

어류의 체형은 성장함에 따라 또는 종의 특성에 따라 여러 가지 형태로 변화되는 것을 볼 수 있다(Kim *et al.*, 1992). 특히 날치과 어류는 날치속(Genus *Cypselurus*), 황날치속(Genus *Parexocoetus*), 상날치속(Genus *Exocoetus*) 등이 있는데 이 속에는 많은 유사한 종이 있어 분류뿐만 아니라 초기생활사를 밝히기 위한 자치어기의 형태조사가 필요하다(Park and Kim, 1987a).

날치는 4~10월까지 산란기를 가지는 것으로 알려져 있고(Park and Kim, 1987a; Kim *et al.*, 2005), 본 연구에서는 제비날치 자어의 출현시기가 7~8월인 것으로 보아 제비날치의 산란시기가 날치와 유사한 것으로 판단되며, 산란행동 및 장소 등이 정확히 밝혀지지 않아 향후 생태학적인 조사와 연구가 필요할 것으로 생각된다.

제비날치 자어의 형태적 특징과 차이점을 다른 날치과 어류와 비교해 보았다. 꼬리지느러미가 두 갈래로 나누어지는 시기를 비교해보면 제비날치의 경우, 전장 20.7±0.22 mm일 때 꼬리지느러미 정중앙이 안쪽으로 들어가면서 두 갈래로 나누어진 것이 관찰되었고, 아래쪽이 위쪽보다 길게 발달하였다. 날치(Park and Kim, 1987a)는 부화 후 17일째 전장 17.6 mm일 때 발달하였고, 전력날치는 부화 후 11일째 전장 12.0 mm

로 제비날치보다 길이가 짧을 때 발달하였으며(Dasilao *et al.*, 1998), *C. xenopterus*는 전장 36.4 mm로 제비날치보다 길었을 때(Watson, 1999), 발달하는 것으로 나타나 종마다 발달시기에 차이를 보였다.

날치과 어류의 자어는 흑색소포 형성시기와 형태가 종을 분류하는 형질로서 중요한 역할을 한다. 흑색소포의 형성시기와 분포 형태를 비교해보면 제비날치는 전장 9.63±0.04 mm일 때 주둥이 끝에서부터 꼬리자루까지 세로로 줄지어 형성되어 있었고, 가슴지느러미와 배지느러미의 끝부분 및 몸통의 뒷지느러미가 시작되는 부분부터 꼬리자루까지 나타났다. 날치(Park and Kim, 1987a)는 부화 직후 전장 5.06 mm일 때 몸 전체에 나뭇가지 모양의 흑색소포가 고루 분포하였고, 꼬리지느러미 연조 위에도 반점의 흑색소포가 분포하였다. 전력날치(Dasilao *et al.*, 1998)는 부화 직후 몸 전체에 반점모양의 흑색소포가 침착하였고, 각 부위별 지느러미에는 침착되어 있지 않았다. 부화 후 11일째에는 몸에 4개의 가로 줄무늬가 형성되었고, 가슴과 배, 등지느러미에 침착하였다. *H. coromandelensis*(Vijayaraghavan, 1973)는 부화 직후 전장 4.23 mm일 때 난황 주위와 꼬리 기저부분에 나뭇가지 모양의 흑색소포가 착색되었고, 전장 5.07 mm일 때는 몸 전체가 골고루 착색되었다. *C. xenopterus*(Watson, 1999)는 전장 12.5 mm일 때 머리 윗부분과 아래턱의 돌기를 비롯한 가슴, 배지느러미에 전반적으로 나뭇가지 모양의 흑색소포가 침착되어 있었으며, *H. affinis*(Castro *et al.*, 2008)는 전장 9.0 mm일 때 아래턱과 몸 전체에 걸쳐 작은 반점 모양의 흑색소포가 침착하였다. *C. simus*(Shakhovskoy and Shtaut, 2008)는 전장 15.5 mm

일 때 머리에서부터 등 부분을 따라 꼬리자루 끝부분까지 나뭇가지 모양의 흑색소포가 침착되어 있었고, 전장 17.5 mm 일 때 측선 아래쪽으로 흑색소포가 진하게 착색되었다. *C. callopterus* (Shakhovskoy and Shtaut, 2008)는 체장 8.60 mm 일 때 후두골과 가슴, 배지느러미 쪽에 짙은 흑색소포가 착색되어 있었고, 머리 윗부분에서부터 꼬리자루 끝까지 몸 전체에 나뭇가지 모양의 흑색소포가 일렬로 착색되어 있었다. 날치과 어류는 주로 유어시기에 흑색소포가 침착되어 있었고, 대부분의 종이 동일하게 나뭇가지 모양의 색소포를 나타내었다(Table 1). 흑색소포의 분포위치는 종에 따라 차이가 있었지만 제비날치는 유어시기에 5개의 가로 줄무늬가 나타나는데 반해 가로줄무늬의 형태가 유사한 *C. xenopterus* (Watson, 1999)는 6개의 가로줄무늬가 나타났고, 전력날치(Dasilao *et al.*, 1998)는 4개의 가로줄무늬가 나타나 제비날치와 차이를 보였다.

치어기로 이행하는 시기를 비교해보면 제비날치 자어는 전장 22.7 ± 0.21 mm 일 때까지 치어로 이행하지 않았고, 날치(Park and Kim, 1987a)는 부화 후 10일째 전장 11.9 mm에 치어기로 이행하는 것으로 보아 날치는 제비날치보다 전장이 짧을 때 치어기에 달하는 것으로 보인다.

날치과 어류는 자어시기에 일시적으로 아래턱 돌기가 형성되는데 종마다 돌기의 유무와 형태가 다양하며, 이를 속 간의 분류형질로 삼고 있다. 제비날치는 전장 20.7 ± 0.22 mm 일 때 아래턱 돌기가 관찰되었고, *C. xenopterus*는 전장 12.5 mm 일 때 돌기를 가졌다(Watson, 1999). 그러나 날치, *H. affinis*, 전력날치, *H. coromandelensis*, *C. simus*는 자어시기에 돌기가 형성되지 않아 제비날치의 자어와 형태적인 차이를 보였다(Vijayaraghavan, 1973; Park and Kim, 1987a; Dasilao *et al.*, 1998; Castro *et al.*, 2008; Shakhovskoy and Shtaut, 2008).

날치과 어류는 분류형질이 학자마다 다른 점에서 상당히 어려운 분류군으로 알려져 있다(Kim *et al.*, 2001). 현재까지 우리나라에서 보고된 날치류 자치어에 대한 분류체계는 확립되어 있지 않은 상태이고, 명확한 조사를 위해서는 표본 확보와 수정란 및 자치어를 채집하여 성어까지 사육을 통해 초기생활사를 밝히고 정확한 분류체계 확립을 위한 조사가 필요할 것으로 생각된다.

요 약

본 연구는 제비날치 자어의 크기에 따라 형태발달을 조사하여 분류학적 연구의 기초자료로 이용하고자 실시하였다. 시료 확보를 위해 2013년 7월부터 8월까지 전남 여수시 거문도에서 뜰채(망목 Ø60 cm)를 이용하여 채집하였고, 채집당시 평균 수온은 $20.6 \pm 1.84^\circ\text{C}$ 였으며, 평균 염분은 $32.1 \pm 0.46\text{‰}$ 이

었다. 전장 9.58~9.69 mm (평균 9.63 ± 0.04 mm, $n=5$)의 후기 자어는 입이 열려 있었고, 위턱이 아래턱보다 짧았다. 등지느러미의 길이는 배지느러미를 넘어서지 않았고, 등지느러미는 배지느러미와 같은 선에 위치하였다. 전장 18.0~18.5 mm (평균 18.2 ± 0.22 mm, $n=5$)의 후기자어는 성장함에 따라 가슴지느러미의 폭이 넓게 발달하였고, 꼬리지느러미가 부정미로 분화하는 것으로 보아 유영능력의 발달로 인해 먹이 섭취활동이 활발해진 것으로 보인다. 전장 22.4~23.0 mm (평균 22.7 ± 0.21 mm, $n=5$)의 후기자어는 가슴지느러미에 줄무늬 형태의 흑색소포가 침착되었고, 아래턱에 형성된 돌기에는 작은 반점 모양의 흑색소포가 확장되었다. 같은 선에 위치한 등과 뒷지느러미는 뒷지느러미가 등지느러미보다 뒤쪽으로 위치하였다.

REFERENCES

- Castro, M.F., T.N. Medeiros, E.J. Franca and W. Severi. 2008. Occurrence of early life stages of *Hirundichthys affinis* (Gunther, 1866) and *Cheilopogon* sp. (Beloniformes, Exocoetidae) in a tropical estuary northeastern Brazil. *Zoociencias*, 10: 139-143.
- Dasilao, J.C. and K. Yamaoka. 1998. Development of the vertebral column and caudal complex in a flyingfish, *Parexocoetis mento mento* (Teleostei: Exocoetidae). *Japan J. Ichthyol.*, 45: 303-308.
- Dasilao, J.C., S. Umeda and K. Yamaoka. 1998. Early morphogenesis of flyingfish, *Cypselurus heterurus doederleini* (Teleostei: Exocoetidae). *Bull. Mar. Sci. Fish. Kochi Univ.*, 18: 1-11.
- Evans, J.W. 1961. Normal stages of the early development of the flyingfish, *Hirundichthys affinis* (Gunther). *Bull. Mar. Sci. Gulf and Caribbean*, 11: 483-502.
- Hubbs, C.L. and K.F. Lagler. 1946. The early stages (egg, prelarva & juvenile) & the classification of the California flyingfish. *Copeia*, 4: 188-218.
- Ichimaru, T., K. Mizuta and A. Nakazono. 2006. Studies on the egg morphology and spawning season in the mirror-finned flying fish *Hirundichthys oxycephalus* in the waters near Kyushu, Japan. *Nippon Suisan Gakkaishi*, 72: 21-26.
- Kendall, A.W. Jr., E.H. Ahlstrom and H.G. Moser. 1984. Early life history stages of fishes and their characters. In: Moser, H.G. *et al.* (eds.). *Ontogeny and Systematics of Fishes*. Am. Soc. Ichthyol. Herpetol., Spec. Publ., 1: 11-22, Allen Press, Lawrence, KS.
- 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 Seoul Korean, pp. 276-286. (in Korean)
- Kim, J.K., J.H. Ryu, S.H. Cho, J.K. Myoung, C.B. Kang, Y.U. Kim, and J.M. Kim. 2001. Taxonomic review of the five flying-

- fishes (Beloniformes, Exocoetidae) from Korea. Kor. J. Ichthyol., 13: 100-110. (in Korean)
- Kim, Y.U., J.K. Myeong, K.H. Han and C.B. Kang. 1992. Morphological of larvae, egg development and spawning behavior of the blennioid fish, *Pictiblennius yatabei*. Kor. J. Ichthyol., 4: 44-54. (in Korean)
- Nagase, M., T. Aimi, K. Suginaka, Y. Kitamoto and T. Morinaga. 2005. Complete mitochondrial DNA sequence of the Japanese flying fish *Cypselurus hiraii*. Fish. Sci., 71: 914-923.
- Okiyama, M. 1988. An atlas of early stage fishes in japan. Tokai Univ. Press Tokyo, pp. 280-281.
- Park, Y.S. and Y.U. Kim. 1987a. Studies on the larvae and juveniles of flying fish, *Prognichthys agoo* (Temminck et Schlegel) (Pisces, Exocoetidae) I. Development of eggs, larvae and juveniles. Bull. Kor. Fish. Soc., 20: 308-316. (in Korean)
- Park, Y.S. and Y.U. Kim. 1987b. Studies on the larvae and juveniles of flying fish, *Prognichthys agoo* (Temminck et Schlegel) (Pisces, Exocoetidae) II. Osteological development of larvae and juveniles. Bull. Kor. Fish. Soc., 20: 447-456. (in Korean)
- Shakhovskoy, I.B. and M.I. Shtaut. 2008. The early life history stages of flying fishes *Cypselurus simus* and *C. collopterus* (Beloniformes, Exocoetidae). J. Ichthyol., 48: 391-401.
- Shakhovskoy, I.B. and N.V. Parin. 2013a. A review of flying fishes of the subgenus *Hirundichthys* (genus *Hirundichthys*, Exocoetidae). 1. Oceanic species: *H. speculiger*, *H. indicus* sp. nova. J. Ichthyol., 53: 117-145.
- Shakhovskoy, I.B. and N.V. Parin. 2013b. A review of flying fishes of the subgenus *Hirundichthys* (genus *Hirundichthys*, Exocoetidae). Part 2. Nerito-oceanic species: *H. oxycephalus*, *H. affinis*. J. Ichthyol., 53: 509-540.
- Stevens, P.W., C.K. Bennett and J.J. Berg. 2003. Flyingfish spawning (*Parexocoetus brachypterus*) in the northeastern Gulf of Mexico. Environ. Biol. Fish., 67: 71-76.
- Vijayaraghavan, P. 1973. Studies on fish eggs and larvae from indian waters I. Development of eggs and larvae of *Hirundichthys coromandelensis*. Indian J. of Fish., 20: 108-137.
- Walker, M.B. and C.B. Kimmel. 2007. A two-color acid-free cartilage and bone stain for zebrafish larvae. Biotechnic and Histochemistry, 82: 23-28.
- Watson, W. 1999. Early life history stages of the whitetip flyingfish, *Cheilopogon xenopterus* (Gilbert, 1890) (Pisces: Exocoetidae). Fish. Bull., 97: 1031-1042.