

Article

동중국해에 출현한 대서양날개멸(*Bregmaceros atlanticus* Goode et Bean) 자치어의 형태 발달

이은경^{1*} · 유재명¹ · 김 성¹ · 이태원² · 공용학¹

¹한국해양연구원 해양생물자원연구본부
(425-600) 경기도 안산시 안산우체국 사서함 29호
²충남대학교 해양학과
(305-764) 대전시 유성구 궁동 220

Morphological Development of Larvae and Juveniles of Codlets, *Bregmaceros atlanticus* in the East China Sea

Eun Kyung Lee^{1*}, Jae Myung Yoo¹, Sung Kim¹, Tae-Won Lee², and Yong Hak Gong¹

¹Marine Living Resources Research Division, KORDI
Ansan P.O. Box 29, Seoul 425-600, Korea

²Department of Oceanography, Chungnam National University
Daejeon 305-764, Korea

Abstract : The study focuses on the morphology of larval and juvenile codlets, *Bregmaceros atlanticus*, collected from the East China Sea in May 2001 and September 2002. A total of 47 individuals were collected by using an IKMT, and the range of their body lengths was 2.41~17.18 mm. Specimens can be categorized into two groups: larvae and juvenile. The first group, in which the yolk is completely absorbed, had a body length of 2.41 mm. They had big heads, and large and thick melanophores were sparsely scattered about the head, bottom of the pectoral fins, rear parts of the trunk and ends of the notochords. The specimens had a body length of 2.54 mm and over, and thin and elongated body trunks. Their heads were significantly smaller, including the body depth, and melanophores were coarsely developed all over their bodies. Occipital rays, the first and unique-ray dorsal fin, were observed on individuals of body length greater than 4.01 mm, and the rays grew proportionally with body length, but didn't reach the root of the second dorsal fin. The second group, juveniles, had an body length of 9.82 mm and over, and their fin rays satisfied the completed numbers of rays and vertebrae for adults. Melanophores were densely scattered all over the body, where thick colors were observed on the rear parts of the dorsal and anal fins and front part of the caudal fin.

Key words : 날개멸과(*Bregmacerotidae*), 대서양날개멸(*Bregmaceros atlanticus*), 자어(larva), 치어(juvenile), 후두골줄기(occipital ray), 흑색소포(melanophore), 형태(morphology)

1. 서 론

대서양날개멸은 대구목(Gadiformes) 날개멸과(*Bregmacerotidae*) 날개멸속(*Bregmaceros*)에 속하는 소형어류

로 동중국해, 태평양, 대서양의 열대와 온대해역에 분포한다(Okiyama 1988; Nakabo 2002). 날개멸과 어류는 전 세계적으로 1속 12종이 알려져 있다(Nelson 1994; Houde 1984; Masuda *et al.* 1986; Cohen *et al.* 1990; Shen and Wang 1991). 이 중에서 일본 연근해에는 6종이 알려져 있으나(Okiyama 1988; Nakabo 2002), 우리나라에서는 유

*Corresponding author. E-mail : eklee@kordi.re.kr

등(1992)이 제주도 주변해역에서 날개멸(*Bregmaceros japonicus*), 대서양날개멸(*B. atlanticus*), 태평양날개멸(*B. nectabanus*), 은날개멸(*B. neonectabanus*) 등 총 4종의 자치어 출현을 보고하였다. 이들 자치어는 우리나라 주변 해역에서 대마난류의 영향을 받는 제주도 인근해역과 대한해협에서 주로 출현하였다(김 1984; 유 등 1990; 김과 유 1999).

지금까지 날개멸과 어류에 대해서는 일본, 대만, 멕시코, 한국, 브라질, 베네수엘라, 지중해 등의 주변해역에서 *Bregmaceros maclellandi*, *B. cantori*, *B. houdei*, *B. japonicus*, *B. nectabanus*, *B. neonectabanus* 등에 대한 분포(Jinnie et al. 1992; Reghu et al. 1996; Lopes et al. 2000), 성장과 사망률 및 먹이습성(Zavala and Flores, 1994; Parulekar and Bal, 1971), 형태 및 골격(Akihisa et al. 2002; 유 등, 1992), 종의 멸종(Landini and Menesini, 1988)에 관한 연구가 있다. 대서양날개멸도 자치어 형태에 관해서는 단편적인 보고(Okiyama 1988; Houde 1984; 유 등 1992)가 있으나 초기성장단계의 형태발달에 대한 연구는 부족하다.

어류의 자치어는 발생초기에 체형의 변이가 심하여 초기생활사에 대한 연구와 종 동정을 위해 발육단계별 형태 변화에 대한 많은 정보가 필요하다(김과 유 2000a; 김과 유 2000b). 특히, 날개멸과 어류는 흑색소포의 유형변화가 크고 지느러미의 발달이 완전히 않은 자치어 단계(3.0~6.0 mm)의 경우 동정이 매우 어렵다(Houde 1984). 따라서 본 연구에서는 동중국해에서 출현하는 대서양날개멸 자치어의 초기생활사 연구와 동정에 필요한 정보를 얻기 위해 발육단계에 따른 외부형태변화를 관찰하였다.

2. 재료 및 방법

대서양날개멸 자치어는 동중국해에서 2001년 5월(정점 M1~M12)과 2002년 9월(정점 S1~S11)에 중층트롤넷(IKMT: Issacs-Kidd Midwater Trawl, 입구면적 8.76 m², 망목 417 μ m)를 이용하여 경사채집하였다(Fig. 1). 채집 수심은 5월에는 대륙붕과 대륙사면, 외해의 심해지역을 일부 포함하는 101~304 m, 9월에는 대부분 대륙붕 지역으로서 97~155 m였다. 채집수심은 각 정점의 수온약층 상부로 제한하였다. 채집된 표본의 수는 2001년 5월에 15개

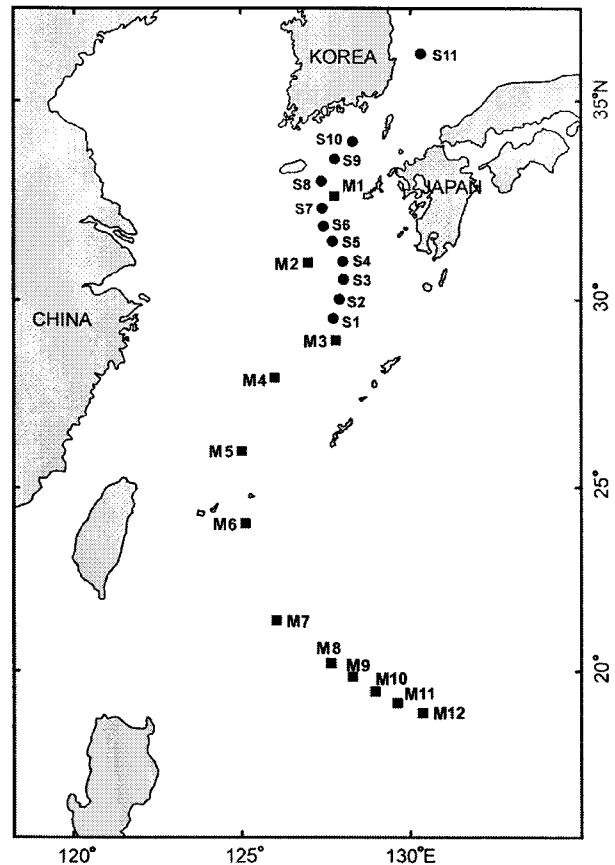


Fig. 1. Map showing the sampling stations in the East China Sea.

체, 2002년 9월에 32개체로 모두 47개체였다(Table 1). 채집된 표본은 선상에서 중성포르말린(최종 농도 7%)으로 고정하였고 실험실에서 동정한 후 75% 에탄올에 보관하였다. 채집당시의 환경특성을 파악하기 위해 수온과 염분은 CTD(SBE 911)를 이용하여 측정하였다.

자치어 동정은 Okiyama(1988), Nakabo(2002), Houde (1984) 등의 자료를 참고하였고, 발육단계는 Russell(1976)을 따랐다. 동정된 자치어의 체장(Body length, BL), 항문 전체장(Pre-anal length, PAL), 눈의 직경(Eye diameter, ED), 체고(Body depth, BD), 두부의 길이(Head length, HL) 및 제1등지느러미인 후두골줄기의 길이(Occipital ray length, ORL)와 제1, 2 등지느러미 간격(Length between

Table 1. Number of specimen of *Bregmaceros atlanticus* individuals per haul at each station in the East China Sea in May 2001 and in September 2002.

Sampling time	May, 2001	Station	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	Total
		No. of individuals	9	0	2	0	2	0	0	0	0	0	2	0	0
September, 2002	Station	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11			Total
		No. of individuals	1	3	7	0	1	0	8	0	10	0	2		

occipital ray and second dorsal fin, LORSDF)은 현미경 (Zeiss Stemi-2000C)에 부착된 Digital camera(Axiocam)를 이용하여 촬영 후 이미지 분석 프로그램을 이용하여 0.01 mm 단위까지 측정하였다. 체장에 따른 항문전체장과 눈의 직경, 체고, 두부 길이의 비율 증감 분석은 통계프로그램(Sigmaplot 6.0)을 이용하여 1차 회귀분석을 실시하였다.

3. 결과 및 고찰

조사해역의 수온·염분

봄철(2001년 5월)에 채집수심내의 정점별 평균수온은 15.4~25.9°C, 평균염분은 34.0~34.8‰ 범위였다(Fig. 2). 조사해역 중 동중국해 대륙붕 지역에 속하는 정점 M5에서 수온과 염분이 가장 낮게 나타났고, 필리핀 해역인 정점 M15에서 가장 높았다. 가을철(2002년 9월)에 채집수심내의 정점별 평균수온은 19.8~22.9°C, 평균염분은 33.6~34.5‰ 범위였다(Fig. 2). 수온은 정점 S4에서 가장 높고 S6에서 가장 낮게 나타났고, 염분은 정점 S4에서 가장 높고 동해에 위치한 정점 S11에서 가장 낮게 나타났다.

체장조성

47개체의 대서양날개멸 자치어 중 봄철에 채집된 표본

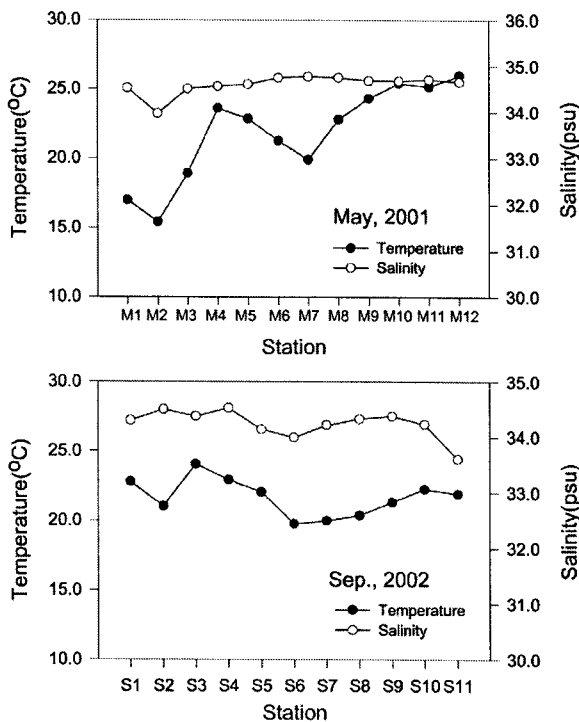


Fig. 2. The water temperature and the salinity variations at each station.

의 체장범위는 2.66~8.13 mm(n=15)로 체장빈도는 3~4 mm 크기의 개체가 전체의 27%를 차지하여 가장 많았다. 가을철에 채집된 자치어는 2.41~17.18 mm(n=32)로 봄철에 비해 체장범위가 넓었다. 이 중에서 5~6 mm 크기의 개체가 15%를 차지하여 가장 많았다(Fig. 3).

체형

체장

체장에 대한 각 부분별 비율을 보면, 항문전체장은 0.350~0.535, 눈의 직경은 0.036~0.127, 두부의 길이는 0.180~0.380이었다. 이들은 체장증가에 따라 통계적으로 유의하게 감소하는 것으로 나타났다(p<0.001). 반면 체장에 대한 체고의 비율은 0.119~0.199로 통계적으로 유의한 감소는 나타나지 않았다(p>0.05). 이와같이 발생단계별 체형변화는 체장에 대해 항문전체장, 안경, 두장, 체고의 비율 변화 중 두장의 변화가 가장 크고, 체고에 대한 변화가 가장 적었다(Fig. 4).

지느러미

지느러미는 체장 2.52 mm 이하의 경우 거의 막지느러미 상태였다. 체장 2.54 mm에서 꼬리지느러미부터 지느러미 줄기가 분화하기 시작하였고, 체장 9.82 mm에 이르러서는 모든 지느러미의 줄기수가 정수에 달하였다. 목 밑에 위치한 배지느러미는 3.52 mm부터 관찰되어 후두골줄기보다 먼저 발달하기 시작하였고, 성장함에 따라 바깥쪽의 줄기 세 개는 길게 자라났다(Fig. 5).

지느러미 줄기수가 정수에 달하는 치어기 이상의 날개멸과 어류는 제2등지느러미와 뒷지느러미가 시작되는 위치가 중구분의 중요한 형질의 하나로서, 뒷지느러미 시작부분이 제2등지느러미 시작부분보다 앞에 위치한 종은 날개멸(*B. japonicus*), 태평양날개멸(*B. nectabanus*), *B. arabicus*이고, 뒷지느러미의 시작부분이 제2등지느러미 시작부분보다 뒤에 위치한 종은 *B. macclllandii*, 은날개

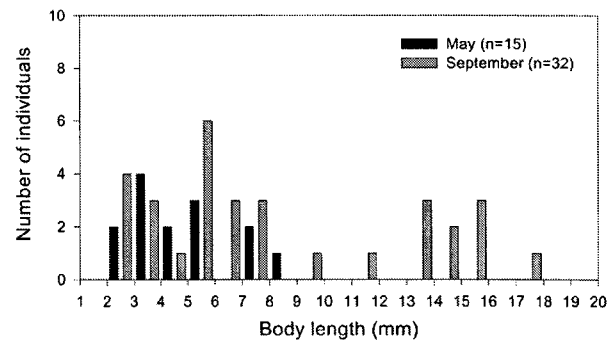


Fig. 3. The frequency of the body length of *Bregmaceros atlanticus* collected in the East China Sea in May 2001 and September 2002.

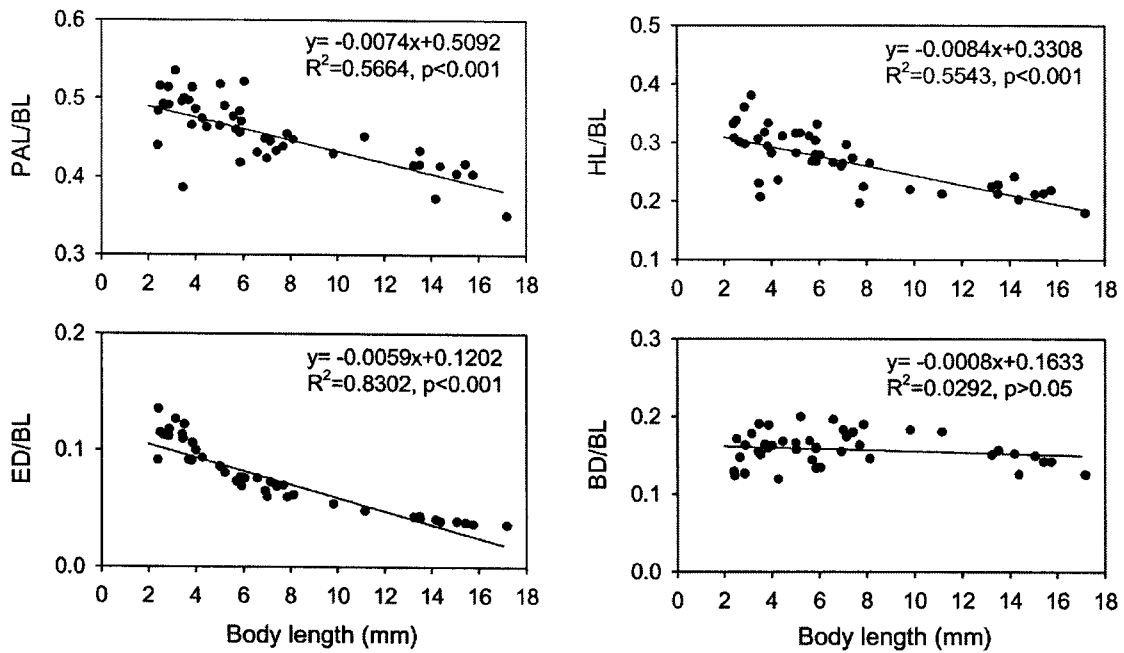


Fig. 4. The changes in the pre-anal length (PAL), the eye diameter (ED), the head length (HL) and the body depth (BD) to the body length (BL) of *Bregmaceros atlanticus* larvae captured in the East China Sea.

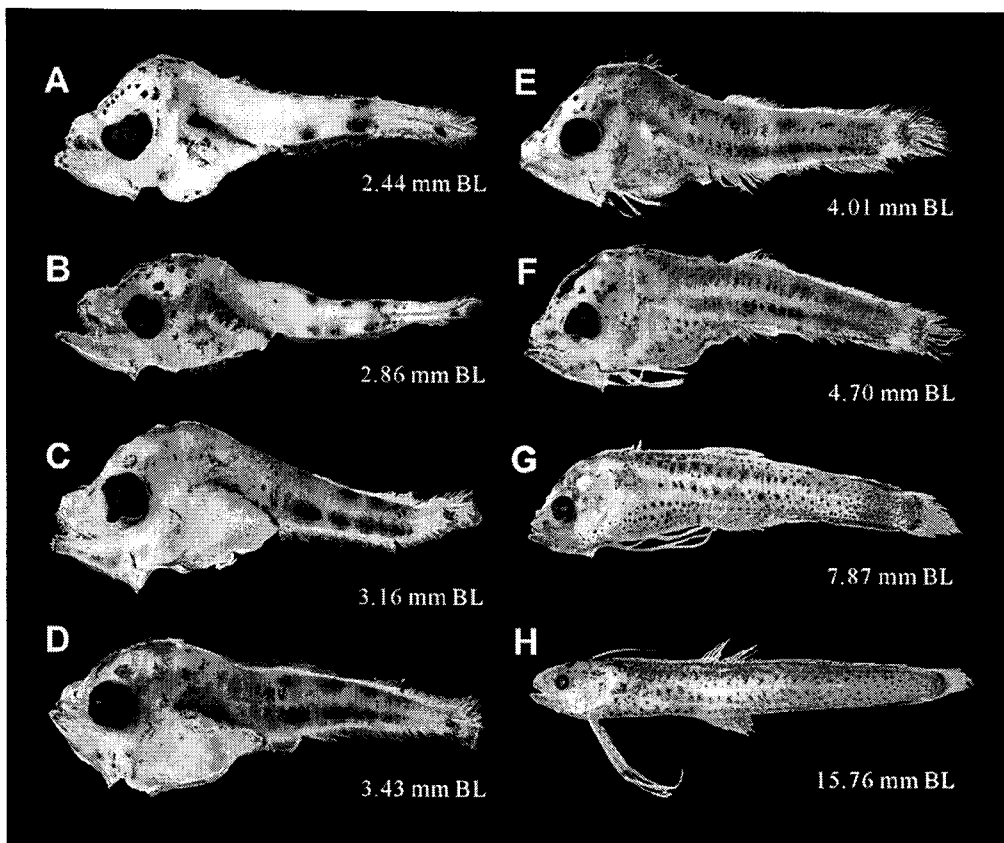


Fig. 5. External features of larvae and juvenile of *Bregmaceros atlanticus*.

멸(*B. neonectabanus*), 대서양날개멸(*B. atlanticus*)이며 (Nakabo 2002), 본 표본 역시 뒷지느러미의 연조가 나타나기 시작하는 체장 4.00 mm 이상의 크기부터 뒷지느러미가 제2등지느러미의 약간 뒤쪽에서 시작되었다(Fig. 5).

후두골줄기

후두골줄기(제1등지느러미)는 4.01 mm 크기부터 관찰되었고, 체장이 커짐에 따라 유의하게 증가하였다 ($p < 0.001$) (Fig. 6). 후두골줄기의 길이를 후두골줄기에서 제2등지느러미기저부분까지의 길이에 대한 백분율로 표시해 보면, 4.00~6.00 mm 크기에서는 30% 미만이었으나, 6.00~10.00 mm 크기에서는 약 30~50%를 차지하였고, 10.00~15.00 mm 크기에서는 약 50~70%를 차지하였으며, 17.00 mm 이상의 개체에서는 약 90%에 달했다.

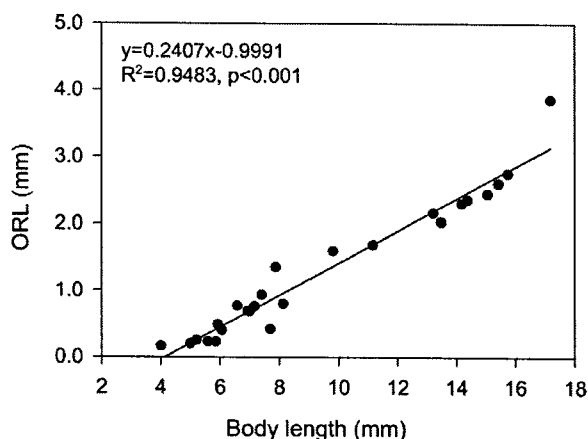


Fig. 6. Changes in occipital ray length (ORL) with growth of *Bregmaceros atlanticus*.

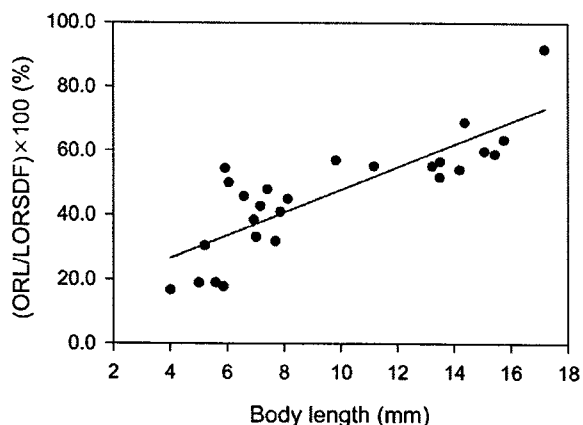


Fig. 7. Changes in proportions of occipital ray length (ORL) to the length between the occipital ray and the second dorsal fin rays (LORSDF) with growth of *Bregmaceros atlanticus*.

즉, 자어기에서 치어기로 성장함에 따라 점점 제2등지느러미에 가까이 자라나지만 제2등지느러미에 이르지 못했다(Fig. 7).

날개별과에 속하는 어류들은 후두골줄기의 형성시기와 길이가 종에 따라 차이가 있는데, 종별 후두골줄기의 형성시기를 보면 *B. maccllellandii*는 체장 2.0~2.5 mm에 형성되는 종으로 가장 빠르다. 그 밖에 다른 종들은 대개 5.0~7.5 mm에 형성되기 시작하고 보통 약 6.5 mm에 형성된다(Houde 1984). 대서양날개멸은 체장 5.0~5.5 mm에서 후두골줄기가 형성되는 것으로 알려져 있고(Houde 1984), 본 표본에서는 4.01 mm부터 관찰되었으며, 가고시마만 표본(Jinnie *et al.* 1992)에서는 4.4 mm부터 관찰되었다. 후두골줄기의 길이도 종에 따라 차이가 있는데, *B. maccllellandii*가 제2등지느러미 중앙부분까지 연장되어 가장 길고, 다른 종들은 제2등지느러미까지 미치지 못한다(Okiyama 1988). 본 시료에서도 체장이 커짐에 따라 후두골줄기도 같이 성장하는 양상을 나타내었으며(Figs. 6, 7) 치어기인 15.80 mm에서는 후두골줄기 시작부분에서 제2등지느러미 시작부분까지 길이의 63.4%를 차지하였고, 17.18 mm에서는 91.7%를 차지할 정도로 자랐지만, 제2등지느러미의 시작부분에는 미치지 못했다(Fig. 5).

흑색소포

성장에 따른 흑색소포의 변화양상을 보면, 자어기 중 체장 2.41~2.52 mm($n=3$)에서는 흑색소포의 숫자가 적은 반면 크기가 컸고, 체장 2.54~8.13 mm($n=33$)를 거쳐 치어기(9.82~17.18 mm BL, $n=11$)로 성장하면서 흑색소포의 크기는 작아지고, 개수는 많아지면서 몸 전체에 조밀하게 분포하였다.

몸통의 흑색소포는 자어기 일부 개체(Fig. 5A-D)에서 몸통 옆부분에 별모양의 큰 흑색소포가 근육 중에 매몰되어 나타났다. 자어기 초기에 형성되기 시작한 굵은 가로띠는 성장할수록 그 수가 증가하면서 몸통 안쪽으로 들어오다가 체장 4.01 mm부터 두 줄의 세로띠 형태로 변하였고, 7.87 mm부터는 미세한 세로띠가 더 생기면서 몸 전체에 흑색소포가 산재하는 형태로 나타났다(Fig. 5).

지느러미 줄기의 흑색소포는 체장 4.01 mm부터 각 지느러미 줄기에 착색되기 시작하여 7.00 mm 이상의 개체에서는 전체 지느러미 줄기에 분포하였고, 성장하면서 등지느러미와 뒷지느러미 뒷부분, 그리고 꼬리지느러미 시작부분에 진하게 착색되었다(Fig. 5).

꼬리지느러미의 흑색소포는 체장 2.41~2.89 mm에서 꼬리지느러미 아래쪽에 덩어리진 형태로 나타났다(Fig. 5 A,B) 3.16~3.52 mm에서는 여러 개의 흑색소포가 모여 있는 형태로 바뀌었고(Fig. 5 C,D), 4.01~6.06 mm에서는 꼬리지느러미 기저부 전체에 산재하여 나타났다(Fig. 5

E,F). 6.59 mm부터는 꼬리지느러미 뒤쪽으로 더 넓게 퍼졌다(Fig. 5G,H).

가슴지느러미 기저부분의 흑색소포는 체장 2.41~2.86 mm에서는 넓은 부위를 차지하며 진하게 분포했으나(Fig. 5A,B) 3.16 mm부터는 직선상으로 분포하였고(Fig. 5C,D) 4.01 mm부터는 점차 작은 나뭇가지 모양으로 변화하였다(Fig. 5E~G).

두부 등쪽의 흑색소포는 체장 2.41~2.86 mm에서 크고 진한 별모양이었다가, 성장할수록 그 크기가 작아지고 나뭇가지 혹은 점모양으로 바뀌었다. 위, 아래 입술 끝부분에 위치한 흑색소포는 점차 아래턱 전체에 직선상으로 퍼지다가 치어기에 이르러서는 뚜렷한 점모양으로 바뀌었다. 아래턱관절부에 위치한 일자모양의 흑색소포는 모든 개체에서 일관되게 관찰되었다(Fig. 5).

동정

어류의 체형은 발생초기에 성장에 따라 형태변화와 흑색소포의 변화가 심하여 종 구분이 어렵지만, 발생단계별 변화는 종에 따라 차이가 있고 흑색소포의 분포 유형은 날개멸과 자치어의 종구분에 중요한 형질로 이용될 수 있으므로(Houde 1984) 성장단계별로 형태학적인 정보가 누적되면 종 구분이 한층 더 용이해진다.

Okiyama(1988)는 대서양날개멸과 날개멸, *B. arabicus*, *B. maccllellandii* 등의 종 구분에 종별 척추골수, 제2등지느러미와 뒷지느러미 연조수, 후두골줄기(제1등지느러미)의 길이, 흑색소포의 분포유형 등을 이용하였다. 즉, 대서양날개멸은 *B. arabicus*와는 계수형질이 매우 유사하지만 흑색소포의 분포양식이 크게 다른 것으로 구분되고, 날개멸보다는 척추골수가 더 적다. 또한 *B. maccllellandii* 보다는 제2등지느러미, 뒷지느러미 연조수가 적고, 제1등지느러미 연조가 짧으며 *B. maccllellandii*는 대서양날개멸보다 몸통 옆 근육 중에 매몰된 흑색소포가 더 뚜렷하다.

날개멸과 어류는 자치어 시기부터 흑색소포의 분포 유형이 종마다 달라서 분류형질로 이용되는데, 일반적으로 원양성 어종(*B. maccllellandii*와 *B. atlanticus*)은 흑색소포가 온몸에 진하게 착색되는데 반해 연안어종은 흑색소포의 발현이 미약하다(Houde 1984). 종별로 흑색소포 분포 유형의 차이를 보면, 날개멸의 경우 치어기에는 흑색소포가 거의 몸 전체에 산재하여 분포하지만 대서양날개멸과 달리 아가미 뚜껑부분과 복부는 매우 빈약하다. *B. maccllellandii*는 대서양날개멸과 비슷한 흑색소포 분포를 나타내지만 몸 전체적으로 조밀하게 분포하지는 않고, 특히 꼬리지느러미쪽에는 형성되지 않는다(유 등 1992). *B. arabicus*와 은날개멸도 태평양날개멸과 비슷하게 두부와 몸통 중앙부, 꼬리지느러미에 몇 개씩 분포하는 정도로 이들 세 종은 흑색소포의 분포형태만으로도 대서양날개멸과

의 구분이 가능하다.

따라서 본 연구표본은 날개멸과 자치어를 동정하는데 이용되는 후두골줄기의 형성시기와 길이, 제2등지느러미와 뒷지느러미 시작부분의 위치 비교, 흑색소포의 형태 및 분포양상, 근절수 차이 등의 형질과 발생단계별 점진적인 체형변화를 이용하여 대서양날개멸(*Bregmaceros atlanticus*)로 동정하였다.

4. 요 약

본 연구는 2001년 5월과 2002년 9월에 동중국해에서 채집한 대서양날개멸(*Bregmaceros atlanticus*) 자치어의 형태를 관찰하였다. 채집된 대서양날개멸 자치어는 총 47 개체로 체장은 2.41~17.18 mm였다.

채집된 표본은 발육단계별로 자어기와 치어기로 나눌 수 있었다. 체장 2.41 mm 자어는 난황이 완전히 흡수되어 있고, 두부가 크며 흑색소포는 두정부와 가슴지느러미 기저부, 몸통 뒷부분과 척색 말단의 밑부분에 크고 진하게 분포하였다. 체장 2.54 mm 이상의 자어는 몸이 가늘고 길게 측편되었다. 5.00 mm 이상에서 두부의 크기가 현저히 작아지고, 체고도 낮아졌으며, 흑색소포는 몸 전체에 분포하였다. 제1등지느러미(후두골줄기)는 4.01 mm부터 관찰되었고, 체장이 커짐에 따라 제1등지느러미도 성장하였으나 제2등지느러미의 시작부분에는 미치지 못했다. 체장 9.82 mm 이상의 개체들은 모든 지느러미 줄기가 정수에 달하여 치어기로 이행하였다. 흑색소포가 몸 전체에 조밀하게 분포하였으며, 등지느러미와 뒷지느러미 뒷부분 그리고 꼬리지느러미 시작부분이 진하게 착색되었다.

사 사

본 연구는 한국해양연구원의 기본연구사업인 '서태평양 종합대양연구(PE81800)', '연안역 통합 관리를 위한 해양 환경변화 특성 규명-천수만유역(PE87100)'과, 국가연구개발사업인 '동, 서, 제주 바다목장 기반조성(1차년도) 연구용역(PM30600)'의 일환으로 수행되었다. 이 논문을 심사하고 많은 조언을 주신 전남대학교 차성식 교수님과 여수대학교 한경호 교수님께 감사드립니다.

참고문헌

- 김 성, 유제명. 1999. 여름철 대한해협의 전선구조에 따른 자치어의 분포 특성. *한국어류학회지*, 11(1), 72-85.
- 김 성, 유제명. 2000a. 짧은수염대구(*Laemonema nana* Taki; 국명신칭) 자치어의 형태발달. *한국어류학회지*, 12(1), 33-37.

- 김 성, 유재명. 2000b. 푸령통구멍 *Gnathagnus elongatus* 자치어의 형태발달. *한국어류학회지*, 12(2), 124-128.
- 김용익. 1984. 대한해협외 치자어 분포상. *한국수산학회지*, 17(3), 230-243.
- 유재명, 김종만, 김용익, 차성식. 1990. 여름철 제주도 연안역의 치자어 분포. *해양연구*, 12(2), 73-85.
- 유재명, 이은경, 오봉세. 1992. 한국남해에 출현하는 날개벌과 치자어의 분류에 관한 연구. *해양연구*, 14(1), 1-10.
- Akihisa, T., A.S. Harold, T. Ozawa, and Y. Iwatsuki. 2002. Redescription of *Bregmaceros mccllellandi* Thompson, 1840 (Gadiformes: Bregmacerotidae). *Ichthyol. Res.*, 50, 129-139.
- Cohen, D.M., T. Inada, T. Iwamoto, and N. Scialabba. 1990. FAO species catalogue. Vol 10. Gadiform fishes of the world (Order Gadiformes). FAO Fish. Synop. (125) Vol. 10. 442 p.
- Houde, E.D. 1984. Bregmacerotidae: development and relationships. p. 300-308. In: *Ontogeny and systematics of fishes*. eds. by H.G. Moser et al. Am. Soc. Ichthyol. and Herp. Spec. Pub. No. 1.
- Jinnie R.M., T. Ozawa, and Y. Masuda. 1992. Occurrence and abundance of Bregmacerotid larvae in Kagoshima Bay, Southern Japan, with descriptions of Ontogenetic larval characters. *Jap. J. Ichthyol.*, 39(1), 49-58.
- Landini, W. and E. Menesini. 1988. The *Bregmaceros* (teleost fish) extinction in the Mediterranean Basin. *Modern Geol.*, 13(2), 149-158.
- Lopes, P.R.D., J.T. De Oliveria-Silva, and O.F. De Souza Alves. 2000. Record of *Bregmaceros* sp. (Actinopterygii: Bregmacerotidae) in the Todos os Santos Bay and adjacent continental shelf (Bahia, Brazil). *BIOS*, 8(8), 33-38.
- Masuda, S., T. Ozawa, and O. Tabeta. 1986. *Bregmaceros neonectabanus*, a new species of the family Bregmacerotidae, Gadiformes. *Jap. J. Ichthyol.*, 32(4), 392-399.
- Nakabo, T. (ed). 2002. Fishes of Japan with pictorial keys to the species. English edition. Tokai Univ. Press. 1749 p.
- Nelson, J.S. 1994. Fishes of the world (3rd ed.). John Wiley and Sons. 600 p.
- Okiyama, M. 1988. An atlas of the early stage fishes in Japan. Tokai Univ. Press, 1154 p.
- Parulekar, A. and D.V. Bal. 1971. Observations on food and feeding habits of *Bregmaceros mccllellandi* Thompson. *J. Zool. Soc. India*, 23(2), 81-88.
- Reghu, R., K. Balachandran, N.G. Menon, E. Vivekanandan, S.K. Chakraborty, and P. Devadoss. 1996. Distribution, abundance and biology of unicorn cod, *Bregmaceros mccllellandi* in the deep scattering layers of Indian Exclusive Economic Zone. p. 411-418. In: *Proceedings of the second workshop on scientific results of Forv Sagar Sampada*, Dept. of Ocean Develop., New Delhi, India.
- Russell, F.S. 1976. The eggs and planktonic stages of British marine fishes. Academic Press, London. 524 p.
- Shen, S.C. and S.W. Wang. 1991. Systematic revision of codlet (Bregmacerotidae) with designations of the neotypes for *Bregmaceros pescadorus* and *Bregmaceros lanceolatus*. *Bull. Inst. Zol. Acad. Sin. (Taipei)*, 30(2), 63-71.
- Zavala G.F. and C.C. Flores. 1994. Growth, mortality and feeding habits of *Bregmaceros cantori* larvae and juveniles from the southern Gulf of Mexico. *Trop. Ecol.*, 35(2), 185-198.

Received May 12, 2004

Accepted Sep. 6, 2004