

海産動物의 初期生活史에 관한 研究*

2. 미끈날망둑, *Chaenogobius laevis*(Steindachner)의 仔稚魚期の 年齡, 成長 및 食性

李泰源** · 許成會***

**忠南大學校 海洋學科

***釜山水産大學 海洋學科

Early Life History of the Marine Animals*

2. Age, Growth and Food of *Chaenogobius laevis* (Steindachner) Larvae and Juveniles

Tae Won LEE** and Sung Hoi HUH***

**Department of Oceanography, Chungnam National University
Taejeon 302-764, Korea

***Department of Oceanography, National Fisheries University of Pusan
Pusan 608-737, Korea

Stomach contents and microstructures in otolith of *Chaenogobius laevis* were analyzed for the determination of age, growth and food. By comparing structural similarity in a series of growth increments from three samples collected in a two-week interval, daily deposition of growth increments in otolith can be validated. Growth in length as daily basis was well represented by Gompertz curve:

$$L = 5.73 \cdot e^{15.06(1 - e^{-0.0015t})}$$
 for the fish age of 46~102 days.

Mean growth rate increased from 0.40 mm/day for the age of 50~60 days to 0.85 mm/day for the age of 80~100 days.

Chaenogobius laevis showed a carnivorous feeding behavior and its major food items were polychaetes, amphipods and copepods. Small individuals (15~30 mm SL) preyed heavily on copepods as well as polychaetes. However, the portion of copepods in stomach contents was decreased with increasing fish size, and this decrease was compensated by an increased consumption of amphipods.

서 론

미끈날망둑(*Chaenogobius laevis*)은 망둑어과(Family Gobiidae)에 속하는 어종으로 아직까지 국내에서는 본종에 대한 연구가 시도된바 없어 본종의

생활사가 거의 밝혀져 있지 않다. 본 연구는 미끈날망둑의 생활사를 밝히기 위한 연구의 일환으로 김·한(1989)의 자치어기의 형태연구와 더불어 자치어기동안의 나이, 성장 및 식성을 조사하였다. 어류의 이석은 망상의 유기물과 탄산칼슘으로 된

*부산수산대학 해양과학연구소 업적번호 제234호 (Contribution No. 234 of Institute of Marine Sciences, National Fisheries University of Pusan). 본 연구는 1988년도 문교부 기초과학육성연구비에 의해 수행되었음.

aragonite로 구성되어 있으며, 축적된 유기물 함량의 차이에 따라 투명대와 불투명대가 형성된다 (Degens *et al.*, 1969; Pannella, 1971). Pannella(1971) 이후 많은 어류의 이석에서 하류주기 성장선이 밝혀지고, 이론상 어류의 이석에는 부화 이후 생활 리듬이 기록되기 때문에 비교적 이의 판독이 쉬운 자치어를 대상으로 초기 생활사를 밝히는데에 널리 이용되어 오고 있다. Campana and Neilson(1985)과 Jones(1986)는 이석을 이용한 나이 추정 문제점과 그 활용 가능성에 대하여 그때까지 발표된 문헌을 종합하여 자세히 서술하였다. 이석의 미세성장선으로부터 어류의 나이를 추정하기 위하여는 하루주기로 미세성장선이 형성되는 시기와 성장선에 대한 하루주기성의 중점이 선행되어야 한다. 지금까지의 연구결과를 살펴보면, 주기적으로 일련이 형성되는 시기는 부화 직후부터, 혹은 난황을 흡수한 직후부터 형성되는 어류가 대부분이었다(Jones, 1986).

미끈날망둑의 미세성장선의 주기성은 아직 밝혀져 있지 않기 때문에 본 연구에서는 먼저 일정한 간격으로 표본을 수집하고 채집일을 감안하여 이석 미세성장선의 성장 양상의 공통성을 비교하여 성장선의 주기성을 파악하였고, 이를 기반으로 관찰한 개체의 나이와 체장을 이용하여 성장식과 하루성장율을 추정하였다. 또한, 미끈날망둑의 성장에 따른 식성변화 양상을 파악하기 위해 어류의 크기군(size class)별로 위내용물을 분석하였다.

재료 및 방법

본 연구에서 사용된 어류표본은 경상남도 일광 연안의 기수역에서 1989년 5월 26일, 6월 10일 그리고 6월 27일의 3회에 걸쳐 채집하였다. 어류 채집은 망목 1 mm인 높이 30 cm, 너비 1 m로 제작한 치어망을 이용하였다. 채집된 어류는 돌로 분리하여 연령 및 성장 분석을 위한 어류는 90% 알콜에, 위 내용물을 조사할 어류는 10% 중성 포르말린으로 현장에서 고정하였다.

나이와 성장 추정을 하기 위하여 이석을 추출할 표본은 각 채집시기에 채집된 어류 가운데에서 각 체장의 개체가 포함되도록 15~20개 정도의 개체를 선정하였다(Table 1). 이석은 유기물 함량이 많아 직접 관찰할 수 없었기 때문에 Lee and Lee(1989)의 방법에 따라 박편을 제작하여 암시야 반사광과 투사현미경을 이용하여 미세성장선을 관찰

하였다. 핵주위 유기물의 함량이 많은 부분은 투사광을, 이를 둘러싸고 있는 유기물 함량이 상대적으로 적은 부분은 암시야 반사광을 이용할 때 미세성장선 분석이 용이하였다.

성장식은 Zweifel and Lasker(1976)가 제시한 다음과 같은 Gompertz의 비선형식을 이용하였다.

$$L_t = L_\infty e^{G(1 - e^{-gt})}$$

여기서, t = 나이(일수)

L_t = 나이 t 일 때의 체장

L_∞ = t 가 0일 때의 체장(본 연구에서는 부화 때의 체장)

G, g = 상수이다.

자료처리에는 Saila *et al.*(1988)의 program "FISHPARM"을 이용하였다. 한편, 식성조사를 위해 실험실에 운반된 어류는 실험실에서 표준체장(standard length=SL)을 기준으로 10 mm 간격의 크기군으로 나눈 뒤, 어체에서 위를 분리하였다.

분리된 위의 내용물은 해부현미경하에서 먹이항목별로 분리되고 동정되었다. 먹이생물중 Copepoda는 가능한 한 종까지 분류하였지만, 그외 먹이생물은 대분류하였다. 먹이 항목 중 전혀 동정할 수 없는 아주 작은 유기물질은 detritus 항목에 두었으며, 분해과정에 있는 식물잔해는 debris 항목에 포함시켰다.

본 연구에서는 식성을 나타내는데 있어 주로 동물플랑크톤을 섭이하는 어류의 식성조사에서 흔히 사용하는 먹이생물의 개체수를 기준으로 한 먹이 조성을 구하지 않고, 어류 크기군별로 전체 위내용물에 대한 각 먹이생물의 건조중량비로 나타내었다. 그 이유는 본 어류의 주된 먹이는 polychaetes로 대부분이 소화가 많이 진행되어 있어 정확히 개체수를 세기 어려웠다. 또한, 먹이생물 사이에 크기가 너무 큰 차이를 보이고 있어 개체수로 나타내면 copepods와 같이 매우 작은 먹이생물은 과대평가 되기 쉽고, polychaetes와 같이 copepods에 비해 몸체가 훨씬 큰 생물체의 경우 과소평가 되기 쉽기 때문에 먹이조성에 있어 중요도가 왜곡되는 경향이 있다. 그러나 건조중량비로 표시하면 건조중량을 측정하는데 있어 다소 어려움이 있으나, 본 어종의 먹이조성을 비교적 정확히 나타낼 수 있으리라 생각했다. 각 먹이생물의 건조중량을 용이하게 측정하기 위해 같은 크기군에 속하는 10~20개체의 위내용물을 한곳에 모아 함께 분석하여 하였다. 건조중량은 80 °C 건조기에서 24 시간동안 건조시킨 뒤 정밀한 화학저울을 이용하여 측정하였다.

Table 1. age, length and estimated hatching date of *Chaenogobius laevis*

Collection date	No. aged	Age(days)	length range (mm)	hatching date (estimated)
May 26	15	46~ 75	16.8~35.4	Mar. 12~Apr. 10
June 10	20	58~ 92	22.5~39.7	Mar. 10~Apr. 13
June 27	19	57~102	18.3~60.3	Mar. 17~May 1

결 과

1. 체장조성

5월 26일 채집된 어류의 체장 범위는 17~39 mm의 범위로 체장급수 21~23 mm에서 최빈값을 보였다(Fig. 1). 6월 10일 채집된 어류는 체장 범위 22~42 mm로, 체장급수 29~31 mm에서 최빈값을 나타내었다. 6월 27일에는 체장범위가 17~53 mm로 앞의 채집시기보다 체장범위가 넓었고, 두 무리로 나눌 수 있었다. 6월 27일의 체장 41~43 mm에서 최빈값을 보이는 무리는 5월 26일과 6월 10일의 자료와 비교하면 한 산란무리가 성장하여 가는 양상을 관찰할 수 있다. 그러나, 6월 27일의 작은 무리는 그 이전의 시료에는 채집되지 않아 부화 이후 초기 치어기에는 자어들과는 서식처가 다른 것으로 추정되나 본 연구 결과만으로는 이를 증명할 수 없었다.

2. 연령 및 성장

미끈날망둑의 이석 박편은 암시야 반사판 밑에서 관찰하였을 때 핵을 중심으로 한 장반경 300 μm 내외(범위 260~350 μm)의 불투명대와 이를 둘러싼 투명대로 구성되어 있었다(Fig. 2a). 이석의 불투명대와 투명대는 상대적인 유기물 함량에 의하여 결정되기 때문에 성장초기에 유기물이 상대적으로 많이 축적되어 불투명대가 형성된 것으로 판단된다. 이석의 중심에는 과일모양의 입자로 구성된 부분과 이를 둘러싼 성장선이 명확히 구분되지 않는 직경 약 30 μm 핵이 관찰된다. 이 부분은 다른 어류 이석의 분석 결과와 비교하면 부화되었을 때 형성된 것으로 판단된다. 이 핵으로부터 처음 7개 내외의 폭이 좁은 성장선이 동심원 상으로 배열되어 있으며, 이 부분은 그 외부보다 상대적으로 투명하고 그 가장자리는 명확히 구분된다(Fig. 2b). 명태(*Theragra chalcogramma*)의 이석에서도 핵으로부터 7개 내외의 성장선이 그 이후 형성된 부분과 분리되며 이는 부화 이후 난황을 가지고 있는 자어기에 형성된 것으로 알려져 있다(K, Bailry, NMFS, NOAA, Seattle, pers. comm.). 미끈날망둑의

난황은 부화 약 7일후 흡수됨이 관찰되어(김·한, 1989) 이석의 핵 주위 7개 내외의 비교적 명확히 구분되는 성장선이 자어기에 형성된 것으로 판단된다. 그 이후 성장선은 상대적으로 불투명하며 동심원상으로 배열되어 있으나 이석이 성장함에 따라 방향에 따라 성장 속도가 달라져 이석의 가장자리는 불규칙한 모양을 이룬다. 불투명대의 후반 부위에서 개체에 따라 하나 혹은 여러개의 이차성장 중심이 생겨 이곳으로부터 이석의 성장 속도가 다른 곳보다 빨라져 이 부분의 성장선은 부채꼴모양으로 배열되어 있었다.

자연상태에서 채집된 어류 이석의 가장자리 성장선은 어류가 채집된 때에 형성된 것으로 볼 수 있다. 본 연구에서는 서로 다른 시기에 채집된 개체들의 이석 가장자리에서 부터 채집일을 감안하고 성장선의 배열의 공통성을 비교하여 미세성장선의 주기성을 추정하였다. 그러나, 이석의 성장은 환경변화에 영향을 받을뿐 아니라 크기, 즉 부화 이후 경과한 날에 따라 그 성장 양상이 달라질 수도 있다. 이 성장단계에 따른 영향을 제거하기 위하여 부화일이 유사할 것으로 판단되며, 가장자리 성장선의 구분이 비교적 용이한 각 채집시기의 체장이 큰 개체들을 대상으로 이석의 성장선 배열을 비교하였다.

6월 27일 채집된 크기 40~50 mm인 거의 대부분의 개체 이석은 가장자리로 부터 23번째 성장선부터 상대적으로 투명한 8개의 성장선이 명확히 구분되어지고, 그 안쪽, 즉 이석 가장자리로부터 32~33번째 성장선은 두 성장선이 잘 구분되지 않는 상대적으로 불투명한 성장선으로 되어있었다(Fig. 2d). 이 32~33번째 성장선의 안쪽 성장선은 3개씩 성장선이 무리를 이루어 5개가 있고, 마지막 5번째의 3성장선은 상대적으로 불투명하며 성장선의 구분이 비교적 불분명한 편이고, 그 안쪽에 두 개의 성장선이 명확히 구분되어 진다. 6월 10일, 즉 6월 27일보다 17일전 채집된 체장 35~43 mm인 거의 대부분의 개체 이석은 위에서 살펴본 6월 27일 채집된 이석의 가장자리로 부터 17개의 성장선을 제외시키고 6월 10일 채집된 이석에 겹쳐 놓으

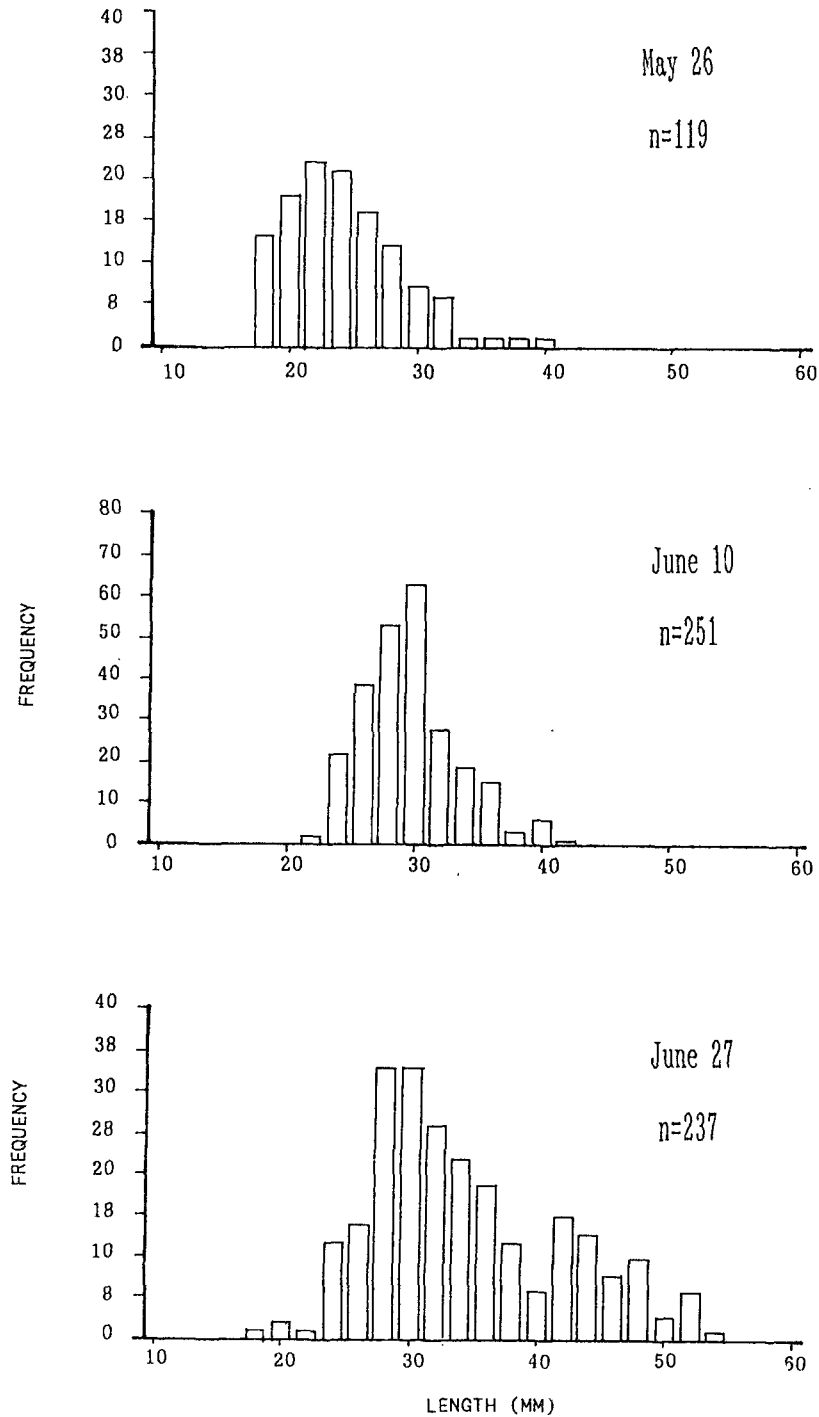


Fig. 1. Length-frequency distributions of *Chaenogobius laevis* collected from an estuary in Ilkwang from May to June, 1989.

면 성장선의 배열이 거의 같음을 알 수 있다(Fig. 2c, d). 5월 26일 채집된 이석의 불투명대 가장자리는 명확히 구분되는 성장 정지선이 관찰되고 그 외부투명대에 17~18개의 성장선이 관찰된다(Fig. 2a). 이 결과는 6월 10일 관찰된 불투명대의 34~35개의 성장선, 6월 27일 관찰된 51~53개의 성장선과 비교하면 이 3채집시기의 경과한 날과 일치한다. 자연상태에서 채집된 이석에 나타나는 성장선의 주기성을 직접 증명할 수는 없지만, 위의 관찰 비교 결과는 간접적으로 미세 성장선이 하루 주기를 증명하여 준다.

각 조사시기에 채집된 이석의 미세성장선의 수는 비교적 넓은 범위를 보이고 있다(Table 1). 5월 26일 채집된 이석의 미세성장선 수는 46~75개의 범위로 29개의 차를, 6월 10일과 27일 채집된 재료는 각각 58~92, 57~102개의 범위로 34개와 45개의 차이를 보였다. 이것은 미끈날망둑의 산란기가 비교적 긴것을 의미한다. 부화 이후 이석의 미세성장선의 수는 이 어류가 부화한 이후 채집일까지 경과한 날 수와 같다. 따라서, 채집일에서 미세성장선의 수를 빼면 부화한 날을 추정할 수 있다. 이와 같은 방법으로 부화일을 추정하면, 이 어류가 부화된 날은 3월 중순에서 5월 초순으로 추정된다(Table 1). 그러나, 이석을 관찰한 개체는 채집된 개체 전수를 대상으로 하지 않았기 때문에, 이석으로 나이를 관찰한 개체의 나이-체장 분포로부터 채집 개체 전체(Fig. 1)의 나이-체장 분포를 추정하면 약 70%. 개체의 부화일이 3월 하순에서 4월 초순이었다.

이석을 관찰한 54개의 나이-체장 자료를 이용하여 Gompertz의 성장식을 구하면 다음과 같으며, Fig. 3에 나이-체장 관찰치와 함께 도시하였다.

$$L = 5.73e^{15.06(1 - e^{-0.0015x})}$$

위 식으로부터 추정된 부화때의 체장(L_0)은 5.73 mm로, 김·한(1989)이 본 연구수역에서 성어의 난을 채집하여 인공 부화하였을 때 자어의 체장 8 mm보다 작은 값이 관찰되었다. 이 차이는 성장식 추정에 이용한 어류의 나이 범위가 46~102일로, 어린개체들이 포함되지 않은데에 기인된 것으로 생각된다.

위 식으로부터 관찰된 나이 범위 50~100일 사이의 일일성장율을 계산하면, 50~60일 사이는 0.40 mm/day이며, 자라면서 계속 증가하여 90~100일에 이르면 0.85 mm/day로 빠른 성장율을 나타내었다(Table 2).

3. 식 성

식성조사에 사용된 어류는 표준체장 15~60 mm 사이에 속하는 총 457마리였는데, 이 중 위에 전혀 내용물이 없었던 개체는 80마리로 전체의 17.5%를 차지하였다.

분석된 377마리의 미끈날망둑의 가장 중요한 먹이는 polychaetes였는데, 위속에 있는 대부분의 polychaetes는 소화가 많이 진행되어 있어 정확히 동정하기 어려웠으나, Nephtyidae에 속하는 *Nephtys* spp.와 Lumbrineridae에 속하는 *Lumbrineris* spp.가 많았으며, Spionidae와 Opheliidae에 속하는 종들도 발견되었다.

그 다음으로 amphipods, copepods, nemertineans 등이 중요한 먹이로 나타났는데, 섭이된 amphipods는 거의 대부분의 Gammaridae에 속하였으며, Caprellidae는 별로 많지 않았다. 한편 섭이는 copepods는 거의 대부분이 기수성인 *Eucyclops serrulatus*에 속하였다.

그외 ostracods, cladocerns, isopods, cumaceans, decapods 등의 갑각류와 dipteran larvae, veligers, debris, detritus, algae, sand grains도 위내용물속에 포함되어 있으나 이들은 전체 먹이 중 차지하는 비율이 매우 작았다.

따라서 미끈날망둑은 polychaetes와 갑각류를 주로 섭이하는 전형적인 저서성, 육식성어류라고 말할 수 있다.

Table 3은 미끈날망둑의 성장에 따른 식성의 변동을 보여준다. 조사된 가장 작은 크기군인 15~20 mm 크기군의 경우 polychaetes가 가장 많이 섭이되어 전체 위내용물의 46.4%를 차지하였고, 그 다음으로 copepods가 28.5%를 차지하였다. 또한 nemertineans도 10% 정도로 비교적 많이 섭이되었다. 반면에 amphipods는 6% 이하에 불과하였으며, ostracods와 cladocerns 역시 소량 섭이되었다.

20~30 mm 크기군에서는 polychaetes와 amphipods는 다소 증가하고, copepods 및 nemertineans는 다소 감소하였지만, 전체적으로 보아 15~20 mm 크기군과 비슷한 위내용물 조성을 보였다.

반면, 30~40 mm 크기군의 경우 30 mm 이하 크기군과 비교해 볼때 먹이선택에 있어서 비교적 큰 변동을 보였는데, copepods가 전체 위내용물의 5% 이하로 크게 감소한 반면, amphipods는 23% 정도로 크게 증가하였다. 또한, polychaetes의 섭이가 다소 증가하였으나, nemertineans는 감소하였으며, ostracods와 cladocerns는 거의 섭이되지 않았다.

한편, amphipods의 섭이는 40~50 mm 크기군에서 더욱 증가하여 전체 위내용물의 27.1%를 차지하였으며, copepods는 거의 섭이되지 않았다. poly-

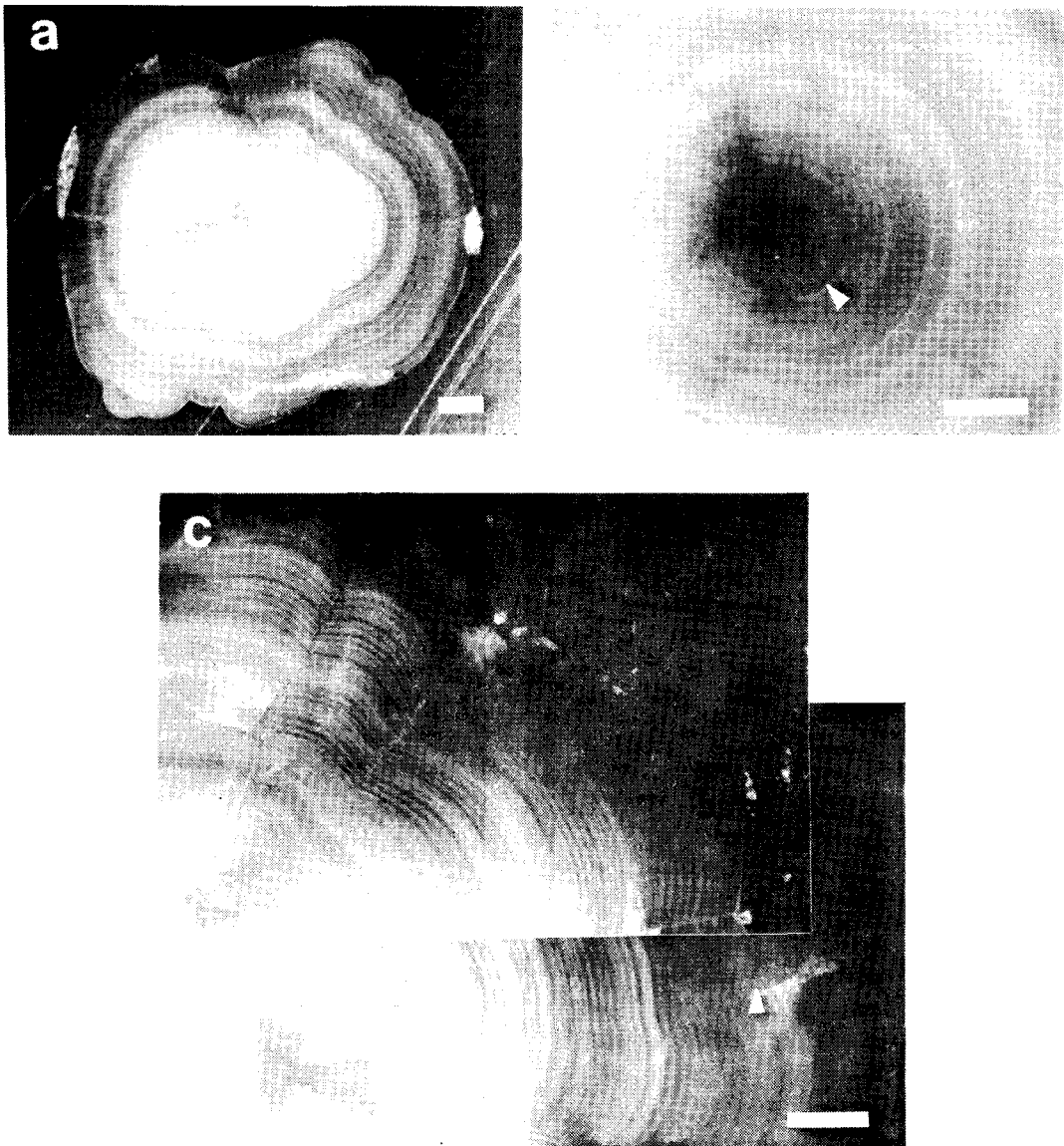


Fig. 2. Microstructural features and growth increments in otolith of *Chaenogobius laevis* viewed under dark field. Scale bars: a, c, d, 100 μm ; b, 50 μm . a) This sectioned fish otolith (collected on May 26) showed the inner opaque and surrounding relatively translucent outer zone. b) High magnification of the nucleus area. Presumed yolk sac absorption mark (arrow) is distinct. c, d) The overlap of otoliths collected on June 10 (c) and June 27 (d) shows a similar sequence of growth increments excluding outside 17 increments (from arrow) in otolith of June 27.

chaetes는 이 크기군에서도 여전히 위내용물의 60% 이상을 차지하여 가장 선호된 먹이생물로 나타났다. 50~60 mm 크기군에서는 amphipods의 섭이가 다소 감소된 반면, polychaetes의 섭이는 더욱 증가하는 양상을 보였다.

Table 2. Observed and calculated lengths, and growth rate (mm/day) of *Chaenogobius laevis* for age classes from 50 through 100 days estimated from the Gompertz growth model fit

Age (days)	Observed length	Calculated length	Growth rate (mm/day)
50	17.4~18.2	17.2	0.40
60	16.8~22.8	21.2	0.49
70	21.0~30.7	26.2	0.59
80	21.9~35.4	31.9	0.71
90	25.8~45.6	38.9	0.85
100	31.8~51.1	47.4	
	47.1~60.3		

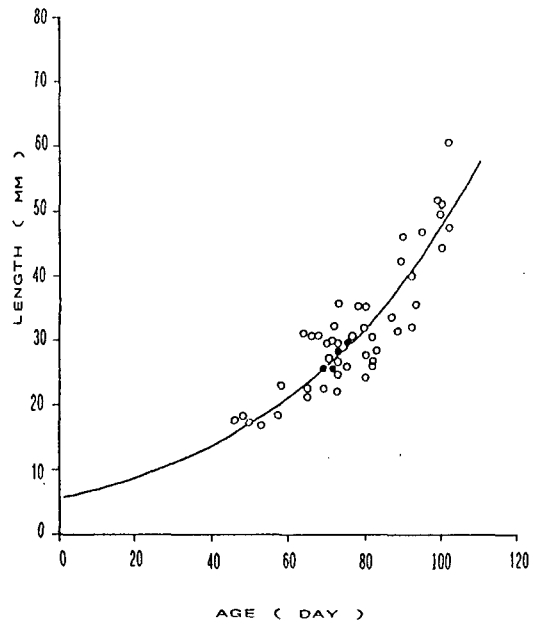


Fig. 3. Scattered diagram between age and length for *Chaenogobius laevis*. The curve represents a least square fit of the Laird-Gompertz model. Solid circles represent duplicated data points.

Table 3. Composition of the stomach contents of *Chaenogobius laevis* by dry weight.

Food item	Fish size (mm SL)				
	15~20	20~30	30~40	40~50	50~60
Copepoda	28.5%	21.4%	4.2%	1.1%	Tr
Amphipoda	5.3	9.7	22.8	27.1	17.4%
Ostracoda	1.6	1.2	-	-	Tr
Cladocera	2.5	1.9	Tr	-	-
Isopoda	-	Tr	Tr	-	-
Cumacea	-	-	-	-	Tr
Decapoda	-	-	Tr	Tr	1.4
Dipteran larvae	Tr	-	Tr	Tr	-
Polychaeta	46.4	51.1	61.5	62.8	71.6
Nemertinea	10.3	8.4	4.8	1.4	3.2
Veligers	Tr	-	-	-	-
Mollusca siphon tips	-	Tr	-	Tr	Tr
Algae	-	Tr	Tr	Tr	1.2
Debris	-	Tr	-	Tr	-
Detritus	2.9	2.6	2.4	2.7	2.1
Sand grains	1.8	1.9	Tr	2.3	1.6

Tr: less than 1%

고 찰

이석의 미세성장선으로부터 어류의 나이(날수)를 추정하기 위하여는 이석의 미세성장선의 수와 어류의 나이가 같아야 한다. 이 사실을 증명하기 위하여 가장 널리 쓰이는 방법은 실험실에서 난을 부화 시켜 사육하면서 부화일 이후 경과 일수를 알고 있는 자치어를 주기적으로 채집하여 미세성장선의 수와 비교하는 방법이다. 이 방법에 의하면 대부분의 대상 어류에서 부화 이후 혹은 난황을 흡수한 이후부터 이석의 성장선이 일일주기형으로 형성되는 것으로 알려졌다(Campana and Neilson, 1985; Jones, 1986).

나이를 알고 있는 어류표본을 구하는 다른 방법은 실험수조나 자연상태에서 oxytetracycline hydrochloride와 같이 탄산칼슘 대사과정에서 이석에 축적되는 화학물질을 이용하여 이석에 표지하여, 표지 이후 경과한 날수를 알고 있는 개체로부터 성장선의 주기성을 증명하는 방법이다(Wild and Foreman, 1980; Campana and Neilson, 1982).

위의 방법들은 이석 일륜 증명의 좋은 방법이지만 하나, 실험수조의 환경 조건이 자연상태와 다를 수 있고, 어류의 취급과정에서 어류가 자극을 받아 이석의 성장이 자연 상태와 달라질 수 있어 오차가 생길 수도 있다. 본 연구에서는 간접적으로 약 2주일 간격으로 어류를 채집하여 채집일을 감안하여 각 성장선이 생성되었을 것으로 추정되는 날의 성장선 배열 유사성을 비교하여 일륜을 증명하였다. 이것은 연구 대상해역이 반폐쇄된 좁은 수역으로 대부분의 개체가 유사한 환경 조건하에서 성장하였을 것으로 판단되기 때문에 가능하였던 것으로 보인다. 이석의 성장은 광주기, 수온, 먹이섭취 등의 요인의 복합 작용에 의하여 영향을 받는 것으로 보고되고 있다(Campana and Neilson, 1985). 비교적 제한된 좁은 수역내의 환경은 유사할 것으로 기대되기 때문에 이석성장을 결정하는 어류 체내의 생리기작도 개체에 따라 차이가 적어 비슷한 시기에 태어난 개체들의 성장선은 유사한 성장 양상을 나타낸 것으로 보인다.

이석에는 부화 이후 개체의 신진대사 리듬이 aragonite의 크기와 유기물 함량의 차이로 기록된다. 암시야 반사광 밑에서 관찰하였을 때 이석의 하루성장은 투명대와 불투명대로 형성되어 있었다. 투사광이나 주사전자현미경으로 관찰하면 각 일륜의 폭 만을 관찰할 수 있으나, 암시야 반사광을 이용함으로써 상대적 일륜의 투명도, 즉 유기물 함량까지 관찰할 수 있어 본 연구에서 서로 다른 시기

에 채집된 이석의 미세구조를 비교할 때 추가의 정보를 제공하여 비교가 용이하였다. 본 연구에서 이용한 방법은 어류의 서식처가 좁거나 서식처가 넓더라도 유사한 환경속에서 대부분의 개체가 자란 경우 이용될 수 있을 것으로 판단된다. 특히, 수조사육이 어려운 어류나 이미 채집된 어류의 미세성장선을 분석할 경우 유용할 것으로 생각된다.

미끈날망둑의 이석은 핵을 중심으로 처음 50개 내외의 성장선까지는 유기물의 함량이 많아 불투명하고 상대적으로 미세성장선의 폭도 좁은 반면, 그 이후는 상대적으로 투명하고 성장선의 폭도 넓었다. 전반적으로 일륜의 폭은 핵으로부터 멀어질수록 넓어지는 경향이 관찰되었다. 일반적인 일륜의 폭은 체장의 일일성장율과 비례하기 때문에 개체의 성장율이 계속 커짐을 의미한다. 관찰한 일륜 수와 체장은 Gompertz의 성장식으로 유의하게 나타낼 수 있었다. Gompertz식은 하루를 단위로한 어류의 초기 성장을 나타내는데에 가장 널리 이용되어 오고 있다(Methot and Kramer, 1979; Warlen and Chester, 1985; Palomera *et al.*, 1988; Yoklavich and Bailey, 1989; Bolz and Lough, 1988). 어류의 성장은 일반적으로 적응 범위 내의 수온과 이용 가능한 먹이 양과 관계가 있다. 위에 인용된 연구 가운데 Warlen and Chester(1985)를 제외한 다른 연구대상 어류는 수온이 상승하는 계절에 상승하는 어류이기 때문에 부화 이후 관찰 범위 내에서 성장율이 증가하였다. 이에 비하여 Warlen and Chester(1985)가 연구한 *Leiostomus xanthurus*는 겨울 산란된 종이나 따뜻한 Gulf Stream에서 산란된 후 차가운 연안 해역으로 회유하는 종으로 Gompertz의 식으로는 표시되나 초기 성장은 직선에 가깝고 부화후 약 40일 경에 변곡점(최대성장점)이 관찰되었다. 본 연구 대상인 미끈날망둑의 추정산란기는 3월 초순에서 4월 하순으로 수온이 상승하는 시기이기 때문에 관찰 범위에서 변곡점이 관찰되지 않는 Gompertz의 식으로 유의하게 표시될 수 있었던 것으로 판단된다.

미끈날망둑은 전형적인 육식성 어종으로 주된 먹이는 polychaetes, copepods, amphipods였으며, nemertineans도 비교적 많이 섭이되었다. 그외에 ostracoda, cladocerans, isopods, cumacens, crabs, shrimps 등의 갑각류와 dipteran larvae, veligers, detritus 및 sand grains 등도 위내용물속에 포함되어 있었으나 전체먹이중 차지하는 비율이 대부분 3% 미만의 소량에 불과해 먹이로서 기여하는 정도가 크지 않은 것으로 나타났다. 그리고, 식물성인 algae나 debris가 일부 개체의 위내용물에서 매우

소량 발견되는데 이것은 다른 먹이와 함께 우연히 섭취된 것으로 생각된다.

성장에 따른 식성의 변화를 살펴보면, polychaetes가 조사된 모든 크기군(15~60 mm)에 걸쳐 가장 선호된 반면, 소형 갑각류인 copepods는 15~30 mm 크기군에서 비교적 많이 섭취되었으나 성장함에 따라 섭취정도가 점차 감소하였으며, 그대신 copepods보다 큰 갑각류인 amphipods의 섭취가 증가하였다. 이와같이 성장함에 따라 copepods에서 amphipods로 선호도가 바뀌는 현상은 갑각류를 주된 먹이로 하는 다른 어종에서도 흔히 발견된다 (Huh, 1986). 한편 15 mm 이하의 크기군에 대해서는 현장에서 채집된 개체가 없었으므로 식성조사가 어려웠으나 상기의 성장에 따른 식성변화 양상으로 보아 copepods가 위내용물중 차지하는 비율이 매우 컸으리라 추측된다.

이와같은 성장에 따른 식성의 변화는 동일시기, 동일장소에서 채집된 유사종인 날망둑(*Chaenogobius castanea*)과 상당히 다른 변화양상을 보이는 것인데, 날망둑의 경우는 성장함에 따라 polychaetes나 amphipods 등의 동물성 먹이생물의 섭취가 점차 감소하는 반면, algae의 섭취가 점차 증가하여 40 mm 이상의 크기군에서 algae가 전체 위 내용물의 50% 이상을 차지하는 잡식성의 먹이습성을 보였다.

요 약

경상남도 일광 연안으로 흘러내리는 하천의 하구 기수역에서 미끈날망둑을 채집하여 이석과 위 내용물을 분석하여, 자치어기의 나이, 성장을 및 식성을 추정하였다. 이석 미세성장선의 하루주기성은 약 15일 간격으로 연속하여 채집된 어류 이석을 각 채집일을 감안하여 성장선 배열의 공통성을 비교분석하여 증명하였다. 체장의 성장은 Gompertz의 식으로 유의하게 표시되었다.

$$L = 5.73e^{15.06(1 - e^{-0.0015t})}$$

관찰 범위에서 체장의 일일성장율은 부화 후 50~60일 사이에는 0.40 mm/day로 작았으나 자라면서 빨라져 90~100일 사이에는 0.85 mm/day로 증가하였다.

위내용물 분석 결과, 미끈날망둑은 전형적인 육식성 어종으로 밝혀졌는데, 주된 먹이생물은 polychaetes, amphipods, copepods 였으며 이들은 위내용물의 대부분을 차지하였다. 미끈날망둑은 성장에 따라 다소 먹이 선택에 있어 변화를 보이는데, 15~

30 mm 크기군에서는 copepods가 비교적 많이 섭취되었지만, 성장함에 따라 amphipods의 섭취가 증가되었다. 한편 polychaetes의 선호도는 모든 크기군에 걸쳐 가장 높았다.

사 사

본 연구는 문교부 기초과학 연구비에 의해 수행되었습니다. 본 연구과정에서 재료수집과 자료처리에 수고하여준 충남대학교 대학원 해양학과 황선도, 변중신 그리고 부산수산대학 대학원 황선재, 차병렬, 전철욱, 이성미, 강영실, 광석남에게 감사의 뜻을 표합니다.

참 고 문 헌

- Bolz, G. R. and R. G. Lough. 1988. Growth through the first six months of Atlantic cod, *Gadus morhua*, and haddock, *Melanogrammos aeglefinis*, based on daily otolith increments. Fish. Bull. U. S. 86, 223~235.
- Campana, S. E. and J. D. Neilson. 1982. Daily growth increments in otoliths of starry flounder (*Platichthys stellatus*) and the influence of some environmental variables in their production. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 39, 937~942.
- Campana, S. E. and J. E. Neilson. 1985. Microstructure of fish otolith. *Ibid.* 42, 1014~1032.
- Degens, E. T., W. G. Deuser and R. L. Haedrich. 1969. Moleculare structure and composition of fish otoliths. Mar. Biol. 2, 105~113.
- Huh, S. H. 1986. Ontogenetic food habits of four common fish species in seagrass meadows. J. Oceanol. Soc. Korea. 21(1), 105~113.
- Jones, C. 1986. Determining age of larval fish with the otolith increment technique. Fish. Bull. U. S. 84, 91~103.
- Lee, T. W. and K. W. Lee. 1989. Daily growth increments and lunar pattern in otolith of the eel, *Anguilla japonica*, in the freshwater. Bull. Korean Fish. Soc. 22, 36~40.
- Methot, R. D., Jr. and D. Kramer. 1979. Growth of northern anchovy, *Engraulis mordax*, and northern lampfish, *Stenobranchius leucopsarus*. Rapp. P. r. Renn. Int. Explor. Mer. 178, 424~

- 431.
- Plomera, I. B., Morsles-Nin and J. Llenonart. 1988. Larval growth of anchovy, *Engraulis encrasicolus*, in the western Mediterranean Sea. Mar. Biol. 99, 283~291.
- Pannella, G. 1971. Fish otoliths: daily growth layers and periodical patterns. Science(Wash., DC). 173, 1124~1127.
- Saila, S. B., C. W. Recksiek and M. H. Prager. 1988. Basic fishery science programs. Elsevier, N. Y. 230pp.
- Warlen, S. M. and A. J. Chester. 1985. Age, and growth and distribution of larval spot, *Leiostomus xanthurus*, off North Carolina. Fish. Bull., U. S. 83, 587~599.
- Wild, A. and T. J. Foreman. 1980. The relationship between otolith increments and time for yellowfin and skipjack tuna marked with tetracycline. Inter-Am. Trop. Tuna Comm. 17, 509~541.
- Yoklavich, M. M. and K. Bailey. 1989. Growth of larval and juvenile walleye pollock from Shelikof Strait, Gulf of Alaska, as determined from daily growth increments in otoliths. Proc. Int. Symp. Biol. Mgmt. Walleye Pollock. Nov. 1988, Anchorage, Alaska. 241~251.
- Zweifel, J. R. Lasker. 1976. Prehatch and post-hatch growth of fishes-A general model. Fish. Bull. U. S. 74, 609~621.
- 김용억 · 한경호. 1989. 해산동물의 초기생활사에 관한 연구
1. 미끈날망둑(*Chaenogobius laevis*)의 초기생활사. 한수지 22(5), 228~242.
-
- 1989년 11월 7일 접수
1989년 12월 12일 수리