

전남 연안해역 멸치(*Engraulis japonica*)의 연령과 초기 성장

車 聖 植

전남대학교 해양학과

Age and Growth of Anchovy (*Engraulis japonica*) Juvenile in the Coastal Waters of Chonnam, Korea

Seong Sig CHA

Department of Oceanography, Chonnam National University,
Kwangju, 500-575, Korea

Age and growth in length of anchovy juveniles were analysed from the samples collected from the coastal waters of Chonnam, Korea, in 1988 and 1989. Ages in days were determined by counting growth increments in otolith from 248 individuals.

Growth in length versus age in days was well represented by Gompertz curve:

$$L = 5.76 \times \text{Exp}(1.66 \times (1 - \text{Exp}(-0.443 t))),$$

$$\text{or } L = 3.7 \times \text{Exp}(1.99 \times (1 - \text{Exp}(-0.0614 t))).$$

The mean growth rate was 0.38 mm/day from 20 days to 40 days. Growth rate was maximum at 10 days, and then decreased gradually. The growth of anchovy juvenile were nearly constant inspite of the sampling dates or stations.

서 론

멸치는 최근 5년간의 어획량 자료에 의하면 매년 13만톤 이상이 어획되어 우리나라 연근해 어류 총 생산량의 11% 이상을 차지하는 경제적으로 중요한 어류 가운데 하나이며(농림수산부, 1985~1989), 이들의 대부분은 경상남도과 전라남도에서 주로 어획되고 있어서 남해안이 멸치의 주요 어장을 이루고 있다.

멸치는 연안 회유성 어류로서 남해 외해에서 월동한 후, 봄이 되어 수온이 상승하면 남해안에서 산란을 시작하며 동해와 황해로 퍼져 나가면서 산란하는 것으로 알려져 있다(張 等, 1980). 멸치는 우리나라 연안역에서 여름철 부유성 난 자치어의 대부분을 차지하고 있다(車, 1986). 부화 후 1개월 이내부터 어획되기 시작하고 성어보다는 체장이 3 cm 미만인 소멸이 상품가치가 우수하여 비싼 값으로 팔리고 있다.

여러 종류의 어류에서 이석에 나타나는 미세 성장선이 하루 주기의 일일 성장선임이 확인되었는데(Pannella, 1971, 1974; Brothers *et al.*, 1976; Methot and Kramer, 1979; Watabe *et al.*, 1982; Matsumiya *et al.*, 1985), 이석의 일륜은 어종에 따라 약간의 차이가 있으나 부화직후 또는 늦어도 후기자어기로 이행한 후 수일 후부터 형성되는 것으로 알려져 있다(Brothers *et al.*, 1976; Marshall and Parker, 1982; Matsumiya *et al.*, 1985). 멸치의 경우 이석의 일륜은 전기자어기에서 후기자어기로 이행하는 시기부터 주기적으로 형성된다(Tsuji and Aoyama, 1984). 그러므로 멸치 이석의 미세 성장선수는 후기자어기로부터 채집전날까지의 성장일수로 볼 수 있어 각 개체에서 관찰된 일륜수로부터 초기 생활사를 추정할 수 있다.

지금까지 멸치 자치어의 분포와 출현량에 관한 연구는 활발히 이루어져 왔으며(林·玉, 1977; 金, 1983; 金·崔, 1988), 멸치의 성장에 대한 연구로는

남해 동부 해역에서 성장하는 멸치의 산란시기별 성장속도의 차이에 관한 연구가 있다(金·金, 1986).

전남연안역은 수심이 낮고 많은 섬과 복잡한 해안선을 지니고 있기 때문에 대마난류가 통과하는 남해 동부해역과는 환경특성이 다르고, 멸치의 초기 생활사도 이 두 해역에서 차이가 있을 것으로 예상된다. 金·金(1986)는 체장이 2~8cm인 개체에 대하여 연구하였으나, 멸치는 어획 가능 체장이 3cm 미만에 이르기 때문에 부화후 체장이 3cm 정도에 이르는 시기까지의 초기 생활사에 대한 연구는 어장에 가입된 이후의 성장보다도 중요한 면을 가질 수 있다.

본 연구에서는 전남 연안역에서 어획되는 멸치의 초기 생활사를 연구하기 위하여 이석에 나타나는 미세 성장선 수가 하루주기를 보이는 성장선 50개 이하의 멸치에 대하여(Tsujii and Aoyama, 1984) 이석의 미세 구조를 관찰하였고, 체장과 이석반경과의 관계를 조사하였으며, 이석에 나타난 미세 성장선으로부터 멸치의 나이를 추정하여 전남연안역에 출현하는 멸치의 초기 성장에 대하여 연구하였다.

재료 및 방법

본 연구를 위하여 전남 연안역에서 3개 정점을 선정하여 정치망에 어획되는 멸치 치어를 채집하였다. 정점 1은 영광에서 서쪽으로 30km정도 떨어져 있는 안마군도의 석만도 부근에 위치하며, 정점 2는 진도 동편의 금호도 부근에, 정점 3은 순천만 입구의 낭도 부근에 위치하고 있다(Fig. 1).

멸치 치어의 채집은 1988년과 1989년에 각 조사 정점에서 멸치가 정치망에 어획되는 기간동안 매일 실시되었다. 멸치 치어가 정치망에 어획되는 시기는 멸치가 회유하면서 산란하고 부화된 개체가 어느 정도 성장한 후에 어획되기 때문에 정점별로 차이를 보였다. 멸치 치어의 어획시기는 가장 북쪽에 위치한 석만도에서는 7월과 8월이었으며, 금호도에서는 5월부터 9월 사이, 낭도에서는 5월부터 9월 사이이었다. 정점별 채집일과 분석에 사용된 표본의 수는 Table 1과 같다.

조사 해역의 수온은 채집지역 부근에 위치한 영광, 진도, 여수에서 매일 측정된 수산진흥원의 표층 수온 자료를 이용하였다. 채집된 치어는 80% alcohol에 고정하였다. 본 연구에서는 멸치의 초기 성

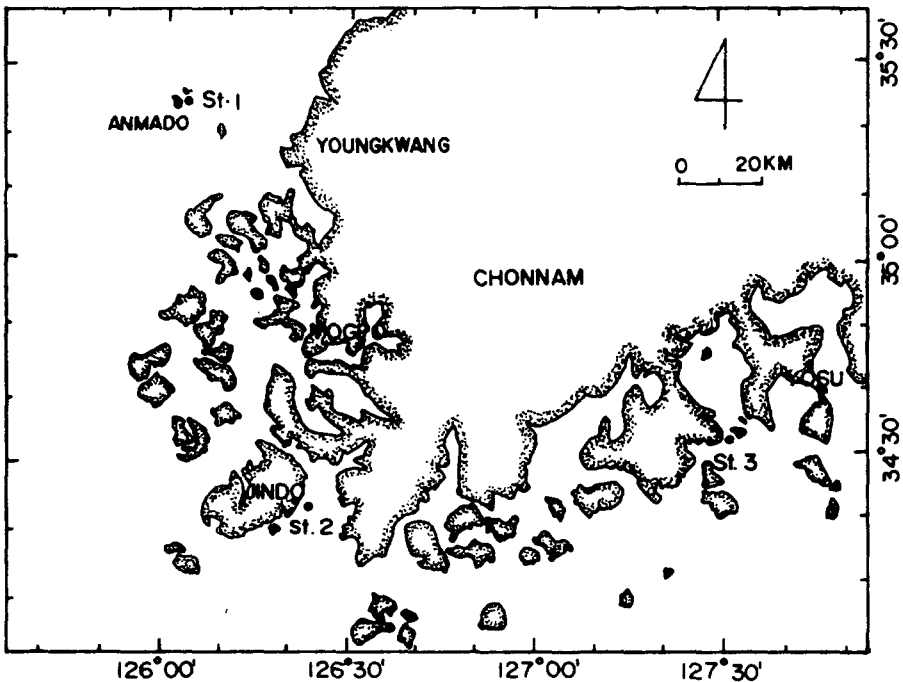


Fig. 1. Map showing sampling stations.

Table 1. Age, length and estimated hatching date of *Engraulis japonica*.

Station	Collection date	No. aged	Age(days)	Length range (mm)	Hatching date (estimated)
1	Jul. 14, 1988	13	31~43	19.2~24.4	May 27~Jun. 8
	Aug. 12, 1988	15	21~42	16.6~22.8	Jun. 26~Jul. 17
	Aug. 13, 1989	16	22~38	15.1~21.0	Jun. 30~Jul. 16
2	Jun. 15, 1988	10	32~44	20.2~25.2	Apr. 27~May 9
	Jul. 10, 1988	16	17~38	13.5~23.0	May 28~Jun. 18
	Aug. 10, 1988	16	20~36	16.0~22.5	Jun. 30~Jul. 16
	Sep. 8, 1988	16	17~32	15.0~20.9	Aug. 2~Aug. 17
	May 11, 1989	10	27~50	17.7~24.4	Mar. 17~Apr. 9
	Jun. 25, 1989	16	18~41	15.5~22.2	May 10~Jun. 2
	Jul. 10, 1989	17	20~41	14.9~23.8	May 25~Jun. 15
3	May 27, 1988	12	20~49	17.1~26.0	Apr. 5~Apr. 28
	Jun. 14, 1988	16	21~41	15.0~24.2	Apr. 29~May 19
	Jul. 13, 1988	16	14~41	11.2~21.8	May 27~Jun. 25
	Aug. 10, 1988	16	17~35	13.3~21.3	Jul. 2~Jul. 20
	Jun. 21, 1989	11	15~40	13.2~23.4	Jun. 5~Jul. 1
	Jul. 12, 1989	15	15~31	13.3~19.4	Jun. 6~Jun. 22
	Aug. 11, 1989	17	18~36	13.3~22.5	Jul. 1~Jul. 19
	Total		248	14~50	11.2~26.0

장을 추정하는 것이 목적이기 때문에 체장 26mm 이하의 개체만을 택하여 체장(body length)을 버어니어 캘리퍼를 사용하여 0.05mm까지 측정하였고, 耳石(otolith)을 채취하였다. 채취된 이석은 0.2% 트립신 용액에 두시간 정도 담가 이석 표면의 유기물을 제거하였으며, 해부현미경 하에서 가는 붓을 사용하여 증류수로 세척하였다. 이석을 slide glass 위에 오목한 쪽이 아래로 향하도록 옮겨 놓고, 벤젠으로 희석한(70%) Canada balsam을 한 방울 떨어뜨린 후, cover glass를 덮어 1~2주일 동안 방치하여, Canada balsam이 굳은 다음 cover glass의 가장자리를 밀봉하여 영구 표본을 만들었다.

이석의 반경은 광학현미경 아래에서 대안 측미계(ocular micrometer)를 이용하여 후단부의 장축 반경을 측정하였다. 이석의 미세성장선 수는 400배의 배율로 drawing tube를 이용하여 미세 성장선을 종이 위에 그리고 이를 계수하였다.

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

$$L_t = L_0 \times \text{Exp}(G \times (1 - \text{Exp}(-gt)))$$

여기서 t = 나이(일수)

L_t = 나이 t일 때의 체장

L_0 = t가 0일 때의 체장

G, g = 상수이다.

자료의 처리에는 Saila et al.(1988)의 program "FISHPRAM"을 이용하였다.

결과 및 고찰

1. 수 온

조사 해역의 수온은 조사가 시작된 4월 초부터 계속 상승하여 8월 중에 최고 수온을 보인 후 다시 하강하였다(Fig. 2). 4월초의 수온은 석탄도에서는 1988년에 9.2℃, 1989년에 10.6℃를 보였고, 금호도에서는 1988년에 9.5℃, 1989년에 11.5℃를, 남도에서는 1988년에 9.1℃, 1989년에 11.5℃를 보였다. 최고 수온은 석탄도에서는 1988년 27.3℃, 1989년에 27.1℃를 보였고, 금호도에서는 1988년에 26.7℃, 1989년에 25.2℃를, 남도에서는 1988년에 27.4℃, 1989년에 25.8℃를 보였다.

수온은 정점 간에는 별 차이가 없어 전남 연안역의 수온은 거의 균일한 것으로 나타났다. 년도별로는 3개 정점 모두 1989년에는 1988년에 비하여 봄철에는 수온이 약 2℃ 정도 높았고, 여름철에는 1988년보다 1~2℃ 가량 낮았다. 4월에서 8월 사이의 수온 상승폭은 1988년과 1989년에 서로 약간의 차이가 있으나 대체로 매달 4℃ 정도 상승하였다.

2. 이석의 형태와 구조

멸치의 이석은 초기에는 거의 원형에 가까우며, 외측은 볼록하고 내측은 약간 오목하였다. 이석의 성장은 전단부(anterior)와 후단부(posterior)에서 빨라, 성장함에 따라 전체적인 모양이 원형에서 타

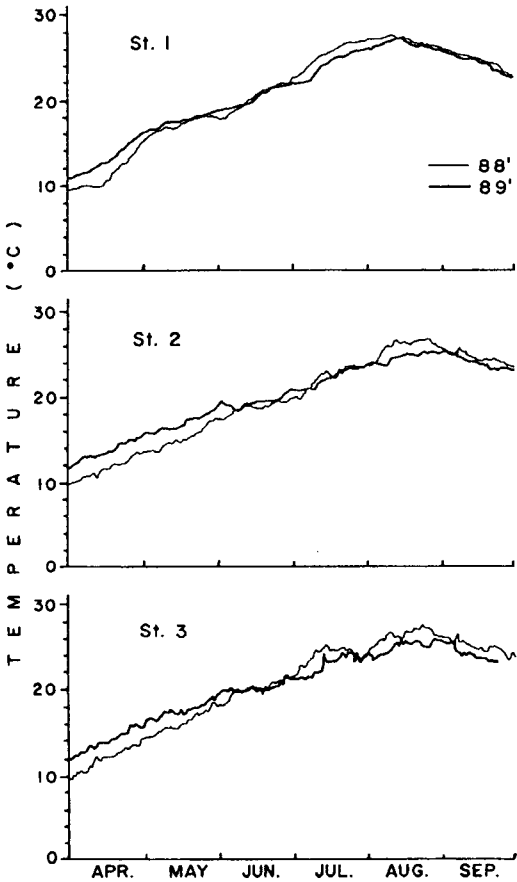


Fig. 2. Fluctuations of water temperature from April through September in 1988 and 1989.

원형으로 변화하였다(Plate I). 이석의 전단부는 뾰족한 편이고, 후단부는 전단부보다 성장 속도가 더 빠르고 둥근 편으로 후단부에서 이석의 미세 성장선 관찰이 용이하였다.

이석의 중앙에는 반경 2~4 μm 범위의 불투명한 핵이 존재하였다. Tsuji and Aoyama(1984)에 의하면 멸치는 수온 20 $^{\circ}\text{C}$ 에서 부화후 2~3일 후에 난황흡수를 완료하며, 3~4일 후에는 먹이를 먹기 시작하는데 이석에 일륜이 형성되기 시작하는 시기는 먹이를 먹기 시작하는 시기인 전기자어기에서 후기자어기로 이행하는 시기에 최초로 형성된다고 한다. 핵으로부터 동심원상으로 성장선이 배열되어 있으며, 이 성장선은 하루 주기성인 일륜으로 50일 정도까지는 하루에 하나씩 형성되어 성장일수와 성장선수가 잘 일치하는 것으로 알려져 있다(Tsuji and Aoyama, 1984). 본 연구에서는 위의 결과를 토대로 핵으로부터 가장자리까지의 성장선수를 이석 형성 후 성장한 날 수로 하였다.

3. 체장과 이석 반경과의 관계

본 연구에서 분석된 멸치 치어는 총 248개체로 체장은 11~26mm이었으며, 이석 장반경은 52~213 μm 이었다. 체장과 이석 장반경과의 사이에는 대체로 직선관계를 보이고 있다(Fig. 3). 이를 최소자승법(least square method)에 의하여 회귀 분석하면 다음과 같은 관계식이 성립하였다.

$$\text{OR} = 10.58 \text{ BL} - 75.98$$

$$(r^2 = 0.79, n = 248)$$

$$\text{OR} = \text{멸치 치어의 이석 장반경}(\mu\text{m})$$

$$\text{BL} = \text{멸치 치어의 체장}(mm)$$

이석의 성장이 체장에 비례하여 성장하는 현상은 이미 여러 어류에서 확인되었으며(Ricker, 1975), 이석 반경으로부터 체장을 추정함으로써 개체의 성장을 역추정하는데 널리 쓰이고 있다. 그러나 본 연구에서 절편값 즉 이론적인 이석형성시의 체장이 9.76mm로 실제 이석 형성시인 후기자어기로 이행하는 시기의 체장 3.7mm(鄭, 1977)와는 차이가 있었다. 이는 본 연구가 11mm 이하의 개체에 대해서는 실시되지 않았기 때문으로 생각된다.

4. 산란시기

본 연구에서 관찰된 이석에 나타난 일일 성장선수는 14~50개의 범위이었다. 이는 본 연구에서 분석된 멸치는 이석 형성 이후 14~50일간 성장한 개체들로 구성되어 있음을 의미한다.

멸치 난은 15~21 $^{\circ}\text{C}$ 의 수온에서 1~3일 만에 부화되고(Zweifel and Lasker, 1976), 부화 후 3~4일 후에 이석이 형성되므로(Tsuji and Aoyama, 1984) 멸치의 나이는 이석에 나타난 성장선수에 4~7을 더한 값이 될 것이다. 본 연구에서는 金·金(1986)에서와 같이 산란후 6일 만에 이석이 형성되는 것으로 계산하여 산란일을 추정하였다.

전남연안역에 출현하는 멸치 치어의 산란은 3월 중순에서 8월 중순 사이에 이루어 졌던 것으로 나타났다(Table 1). 해역별로는 북쪽의 석만도 부근에 출현하는 치어는 5월 말에서 7월 중순 사이에, 금호도 부근의 치어는 3월 중순에서 8월 중순 사이에, 동쪽의 낭도 부근의 치어는 4월 초순부터 7월 중순 사이에 산란되었던 것으로 추정된다. 북쪽의 정점 1에서 출현하는 치어는 산란기간이 2개월 정도이나 정점 2와 3의 치어는 4개월 정도를 보임으로써 전남연안역에서 출현하는 치어는 북쪽 연안역에 출현하는 치어에 비하여 남쪽 연안역에 출현하는 치어의 가입기간이 더 긴 것으로 나타났다.

1988년과 1989년에 산란 기간이 차이를 보이는 것은 해황에 따라 회유 경로와 시기가 변화를 보

이며, 산란시기가 달라져서 멸치 치어가 어장에 가입되는 시기가 차이를 보이기 때문에 판단된다.

본 연구에서는 멸치 치어의 채집은 멸치가 효율적으로 어획되는 시기에만 이루어 졌으며, 채집된 멸치 중 체장이 26mm 이하인 개체에 대하여 분석이 이루어졌기 때문에 전남 연안역에 출현하는 멸치 치어의 출현기간을 볼때 멸치의 산란은 본 연구의 결과보다 좀 더 일찍 시작되었을 것으로 추정되나, 주산란기는 본 연구의 결과를 받아 들여도 관계없을 것으로 판단된다.

5. 멸치의 성장속도

이석을 관찰한 248개체의 나이와 체장 자료를 이용하여 Gompertz의 성장식을 구하면 다음과 같으며, Fig. 4에 나이 체장 자료와 함께 도시하였다.

$$L = 5.76 \times \text{Exp}(1.66 \times (1 - \text{Exp}(-0.0443 t)))$$

이때 결정계수는 0.94로 위의 성장식은 자료의 94%의 정보를 포함하고 있다고 볼 수 있다. 즉 성장속도는 여러가지 요인에 의하여 영향을 받게 되나 멸치의 경우 성장은 성장일수 이외의 요인이 미치는 영향이 6% 이하임을 알 수 있다. 더구나 개체에 따라 성장 속도에 차이가 있음을 감안하면 채집시기에 관계없이 성장 환경이 매우 균일하여 멸치의 초기 성장은 성장일수 이외의 요인이 미치

는 영향이 무척 작았던 것으로 나타났다.

위 식으로부터 연령별 체장과 일일성장율을 계산하면, 난황 흡수후 10일 경에는 체장이 10.5mm에 달하고 일일성장율은 0.50mm/day로 가장 높은 값을 보였다. 20일 경에는 체장 15.3mm, 일일성장율은 0.46mm/day를 보였고, 30일 경에는 체장 19.6mm, 일일성장율 0.38mm/day, 40일 경에는 체장 22.9mm, 일일성장율 0.28mm/day, 50일 경에는 체장 25.4mm, 일일성장율 0.20mm/day이었다. 즉, 일일성장율은 체장이 증가함에 따라 서서히 감소하는 것으로 나타났으며, 20일부터 40일 사이의 평균 일일성장율은 0.38mm/day이었다.

위 식에서 이석형성시의 체장(L₀)은 5.76mm로 후기자어로 이행하는 시기의 실제 체장 3.7mm보다 (鄭, 1977) 큰 값으로 계산되었다. 이 차이는 성장식 추정에 이용한 어류의 나이가 14일 이하의 어린 개체들이 포함되지 않은데 기인된 것으로 판단된다.

Gompertz의 성장식에 이석형성시의 실제 체장 3.7mm를 적용하면 성장식은

$$L = 3.7 \times \text{Exp}(1.99 \times (1 - \text{Exp}(-0.0614 t)))$$

로 표시된다.

위 식으로부터 연령별 체장과 일일성장율을 계산하면, 난황 흡수후 10일 경에는 체장이 9.2mm에

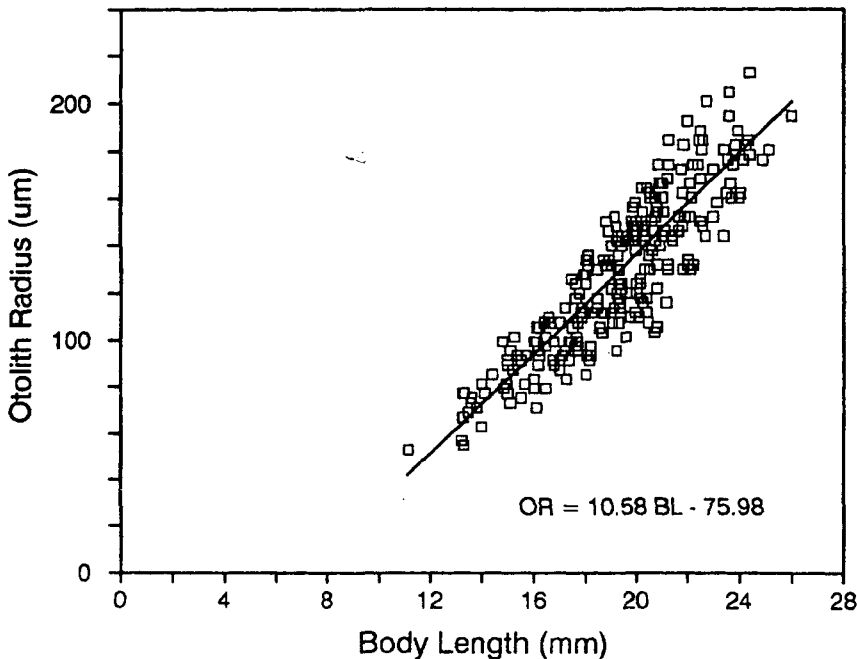


Fig. 3. The relationship between otolith radius and body length of anchovy juveniles collected in the coastal waters of Chonnam.

달하고 일일성장율은 0.61mm/day로 가장 높은 값을 보였다. 20일 경에는 체장 15.1mm, 일일성장율은 0.53mm/day로 나타났고, 30일 경에는 체장 19.7mm, 일일성장율 0.37mm/day, 40일 경에는 체장 22.8mm, 일일성장율 0.23mm/day, 50일 경에는 체장 24.7mm, 일일성장율 0.13mm/day로 나타났다. 즉 20일부터 40일 사이의 평균 일일성장율은 이석 형성시의 체장에 관계없이 0.38mm/day로 일치하였으나, 이석형성시의 체장을 3.7mm로 하면 5.76mm 때보다 초기에는 일일성장율이 더 크게 나타나며, 성장함에 따라 성장율과 체장이 비슷해졌다가 성장율과 체장이 작아지는 것으로 나타났다.

실험실에서 사육한 경우 멸치는 부화후 8일에 5.21mm, 18일에 9.82mm, 29일에 14.69mm, 40일에 19.19mm, 51일에 24.54mm에 달하였다(Fukuhara, 1983). 이때 전사육기간 동안의 일일성장율은 0.43mm/day이었으나 부화후 25일부터 44일 사이의 일일성장율은 0.386mm/day로 성장일수에 따른 체장 및 일일성장율이 본 연구 결과와 거의 일치하였다. Hattori(1966)에 의하면 자연상태에서 3.6mm때 먹이를 먹기 시작하며, 10mm에는 41일에 20mm에는 68일만에 도달하여 자연상태보다 사육시 먹이 공급이 원활하여 사육시의 성장이 더 빠른 것으로 추정하고 있다.

같은 속에 속하는 *E. mordax*은 수온 15℃에서 0.37mm/day의 일일성장율을 보여(Methot and Kramer, 1979) 본 종과 유사한 성장율을 보였다. 다른 종보다 수온이 높은 해역에 서식하는 지중해의 *E. encrasicolus*의 일일성장율은 수온 20℃에서 체장 8mm일때 0.96mm/day로 멸치속 중에서 가장 빠른 성장속도를 보였다(Palomera et al., 1988).

우리나라 연안역에 서식하는 흰배도라치(*Enedrius fangi*) 치어의 일일성장율은 0.33mm/day이며(황, 1989), 미끈날망둑(*Chaenogobius laevis*)의 일일성장율은 50일 경에는 0.40mm/day이며, 100일 경에는 0.85mm/day로, 자라면서 성장율이 증가하는 양상을 보여 멸치와는 성장양상이 대조적이었다(李·許, 1989).

일반적으로 어류의 성장속도에는 여러가지 요인이 영향을 미치며 그 중에서 수온의 영향이 가장 큰 것으로 알려져 있다(Campana and Neilson, 1985). 채집 기간 동안에 채집 해역의 수온이 계속 상승하고 있었기 때문에, 채집시기에 따라 성장율이 차이가 있는지를 검사하기 위하여 본 연구에서 분석된 248개체를 채집 시기별로 나누어 Gompertz의 성장식을 구하여 체장을 추정해 본 결과 채집시기에 따른 차이를 보이지 않았다(Table 2). 이는 채집 해역의 수온이 매월 4℃ 정도 상승하고 있음

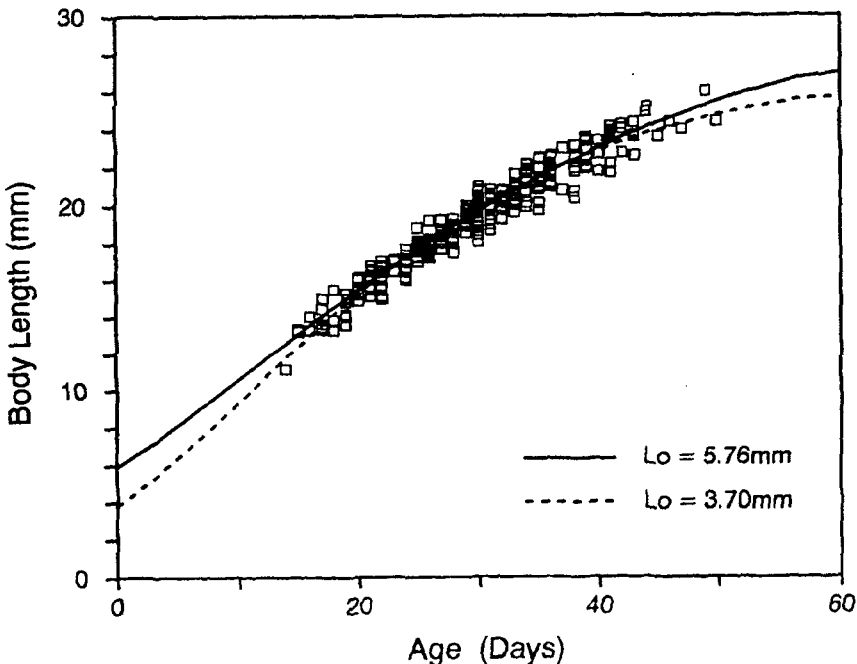


Fig. 4. Scattered diagram between age and body length for anchovy juveniles, collected in the coastal waters of Chonnam. The curve represents a least square fit of the Gompertz growth curve.

Table 2. Body Length calculated by Gompertz growth curve at each month. (mm)

Age (days)	Month					
	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	All
10	11.1	10.9	10.0	9.8	11.9	10.5
15	13.4	13.2	12.7	12.6	14.1	12.9
20	15.7	15.4	15.2	15.2	16.1	15.3
25	17.7	17.5	17.6	17.6	18.0	17.6
30	19.6	19.5	19.7	19.6	19.7	19.6
35	21.3	21.2	21.5	21.2	21.3	21.4
40	22.7	22.8	23.0	22.5	22.6	22.9
45	24.0	24.2	24.3	23.6	23.7	24.3
50	25.1	25.5	25.4	24.4	24.7	25.4
N	22	53	77	80	16	248

에도 불구하고 멸치의 초기 성장이 산란 시기에 관계없이 일정하여 채집 해역의 수온의 영향을 받고 있지 않는 것으로 나타났다.

金·金(1986)은 부산과 진해 부근의 동남연안역에서 산란후 30일이 경과한 치어의 체장은 산란시기에 따라 차이가 있어서 수온이 높은 여름철 산란군의 성장이 가장 양호한 것으로 보고하였다.

그러나 본 연구에서 멸치의 초기 성장이 산란시기에 관계없이 일정하게 나타난 것은 멸치의 성장이 수온의 영향을 받지 않기 때문에 나타나는 현상이기보다는 전남 연안역에 출현하는 멸치 치어가 일정한 범위의 수온대에서 산란되어 성장하면서 조사해역으로 이동하여 오기 때문에 나타나는 현상으로 판단된다.

따라서 전남연안역에 출현하는 치어의 산란장이나 치어의 이동과 같은 초기 생활사는 동남연안역에서와는 상당한 차이가 있는 것으로 추정되며, 앞으로 전남 연안역의 멸치의 초기 생활사에 대한 연구는 부화에서 어장에 가입되기까지의 전과정에 대한 조사가 요구된다 하겠다.

요 약

전남 연안역에 출현하는 멸치 치어의 성장을 연구하기 위하여 전남 연안역의 3개 정점에서 1988년 5월부터 1989년 8월 사이에 정치망으로 멸치를 채집하였으며, 멸치의 연령은 이석에 나타난 성장선 수로부터 결정하였다.

체장의 성장은 Gompertz의 성장식으로 표현하면 $L=5.76 \times \text{Exp}(1.66 \times (1 - \text{Exp}(-0.0443 t)))$, 또는 $L=3.7 \times \text{Exp}(1.99 \times (1 - \text{Exp}(-0.0614 t)))$

로 표시된다.

20일부터 40일 사이의 평균 일일성장율은 0.38 mm/day였으며, 일일성장율은 10일경에 최대를 보인후 서서히 감소하는 것으로 나타났다. 멸치의 성장은 채집시기나 채집장소에 관계없이 거의 일정한 것으로 나타났다.

謝 辭

본 연구는 1988, 1989년도 한국과학재단 연구비 지원에 의하여 수행되었다(과제번호: 883-0404-004-2). 시료의 채집과 분석을 도와준 전남대 해양학과 정균태 군에게 고마움을 표하며, 원고의 작성과 수정에 조언을 아끼지 않으신 충남대 해양학과 이태원 교수님과 본 연구의 문제점들을 예리한 안목으로 지적하여 주신 심사위원님들께 감사드립니다.

文 獻

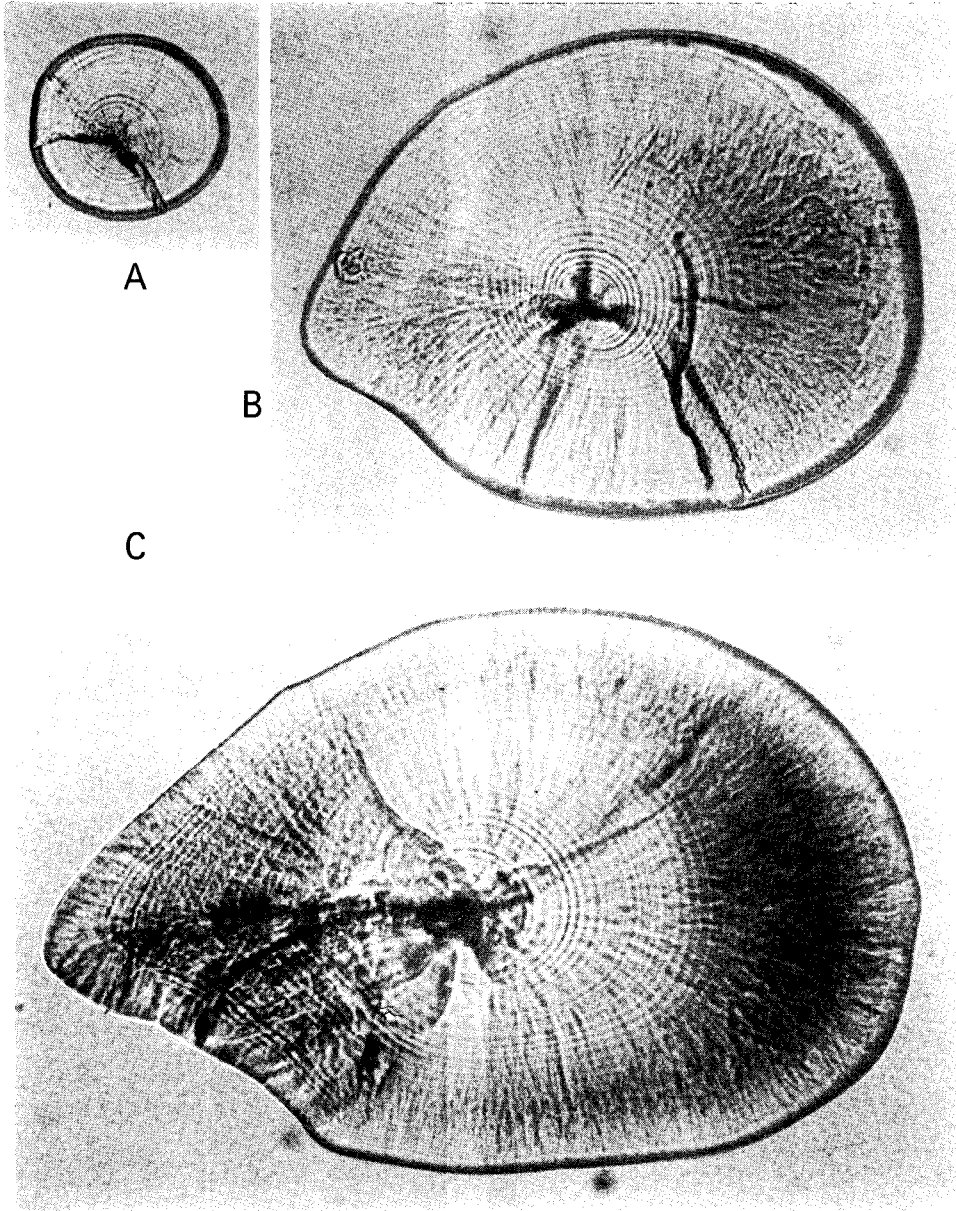
- 金鎮瑛. 1983. 韓國 南海 및 西海 沿岸海域에 分布하는 稚魚에 關한 研究. 수진원 연구보고 30: 65~71.
- 金鎮瑛·金容文. 1986. 멸치의 初期成長에 關한 研究—耳石에 나타나는 日輪의 觀察에 依하여. 수진원 연구보고 37: 151~156.
- 金鎮瑛·崔映玟. 1988. 멸치, *Engraulis japonica*, 卵稚魚의 鉛直 分布. 韓水誌 21(3): 139~144.
- 농림수산부. 1985~1988. 농림수산통계연보.
- 李泰源·許成會. 1989. 海産動物의 初期生活史에 關한 研究 2. 미끈날망둑, *Chaenogobius laevis* (Steindachner)의 仔稚魚期의 年齡, 成長 및 食性. 韓水誌 22(5): 332~341.
- 林注烈·玉仁淑. 1977. 韓國近海에 있어서 멸치 卵仔稚魚의 出現分布에 關한 研究. 수진원 연구보고 25: 73~85.
- 張善德·洪性潤·朴清吉·陳平·李澤烈·李秉騎·姜龍柱·孔泳. 1980. 멸치 資源의 회유에 關한 研究. 釜山水大 海研報 12: 1~38.
- 鄭文基. 1977. 韓國魚圖誌. 一志社, 서울. 727p.
- 車聖植. 1986. 黃海 中東部 沿岸域의 浮游性 卵仔稚魚 群集에 關한 研究. 서울대학교 이학박사 학위논문. 144p.
- 황선도. 1989. 이석의 미세구조를 이용한 흰베도라치(*Enedrias fangi*)의 초기 생활사. 충남대학교

- 이학석사 학위논문. 61p.
- Brothers, E. B., C. P. Mathews and R. Lasker. 1976. Daily growth increments in otoliths from larval and adult fishes. *Fish. Bull. U. S.* 74 : 1~8.
- Campana, S. E. and J. D. Neilson. 1985. Microstructure of fish otolith. *Ibid.* 42 : 1014~1032.
- Fukuhara, O. 1983. Development and growth of laboratory reared *Engraulis japonica* (Houttuyn) larvae. *J. Fish Biol.* 23 : 641~652.
- Hattori, S. 1986. On the fluctuations of spawning and fisheries situation. *J. Fish. Ocean Res.* 8 : 54~60.
- Marshall, S. L. and S. S. Parker. 1982. Pattern identification in the microstructure of sockeye salmon (*Oncorhynchus merka*) otoliths. *Can. J. Fish. & Aquatic Sci.* 39 : 542~547.
- Matsumiya, Y., H. Masumoto and M. Tanaka. 1985. Ecology of ascending larval and early juvenile Japanese sea bass in the Chikugo Estuary. *Bull. Japan Soc. Sci. Fish.* 51(12) : 1955~1961.
- Methot, R. D. and D. Kramer. 1979. Growth of Northern anchovy, *Engraulis mordax*, larvae in the sea. *Fish. Bull. U. S.* 77(2) : 413~423.
- Palomera, I., B. Moralies-Nin and J. Leonart. 1988. Larval growth of anchovy, *Engraulis encrasicolus*, in the Western Mediterranean Sea. *Marine Biol.* 99 : 283~291.
- Pannella, G. 1971. Fish otoliths: Daily growth layers and periodical patterns. *Science N. Y.* 173 : 1124~1127.
- Pannella G. 1974. Otolith growth patterns: An aid in determination in temperate and tropical fishes. In T. B. Bagenal (ed.), *The ageing of fish.* pp. 28~39. Union Brothers Ltd., Surrey. Engl. 234p.
- Ricker, W. E. 1975. Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. *Bull. Fish. Bd. Canada* 191. 382p.
- Saila, S. B., C. W. Recksiek, H. H. Prager. 1988. *Basic fishery science programs.* Elsevier, N. Y. 230p.
- Tsuji, S. and T. Aoyama. 1984. Daily growth increments in otoliths of Japanese anchovy larvae *Engraulis japonica*. *Bull. Japan. Soc. Sci. Fish.* 50(7) : 1105~1108.
- Watabe, N., K. Tanka and J. Yamada. 1982. Scanning electron microscope observation of the organic matrix in the otolith of the Teleost fish *Fundulus heterolitus* (Linnaeus) and *Tilapia nilotica* (Linnaeus). *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 58 : 127~134.
- Zweifel, J. R. and R. Lasker. 1976. Prehatch and posthatch growth of fishes-a general model. *Fish. Bull. U. S.* 74(3) : 609~621.

1990년 7월 24일 접수

1990년 11월 6일 수리

PLATE



Morphology of otolith. $\times 100$

- A. Body Length: 14.2mm, Otolith Radius: 66 μ m
- B. Body Length: 26.2mm, Otolith Radius: 164 μ m
- C. Body Length: 31.2mm, Otolith Radius: 246 μ m