

韓國近海 병어類의 資源生物學的 研究*

3. 동지나해산 덕대의 年齡과 成長

姜龍柱** · 李東雨 · 洪炳圭 · 金英燮

國立水產振興院

**釜山水產大學 資源生物學科

Studies on the Fishery Biology of Pomfrets, *Pampus* spp. in the Korean Waters*

3. Age and Growth of Korean Pomfret, *Pampus echinogaster*, from the East China Sea

Yong Joo KANG**, Dong Woo LEE, Byung Que HONG
and Young Sub KIM

National Fisheries Research and Development Agency

Yongsan-gun, Kyongsangnam-do, 629-900 Korea

**Department of Marine Biology, National Fisheries University of Pusan

Pusan 608-737, Korea

Growth of the Korean pomfret, *Pampus echinogaster*, captured in the East China Sea from January to December 1987, was estimated by annual rings on the vertebral centrum. The time of annual ring formation was approximately during September and October. Von Bertalanffy growth equations derived from the mean back-calculated fork length (cm) at each age were as follows: for females, $L_t = 29.17(1 - \exp(-0.3213(t + 0.7601)))$, for males, $L_t = 28.21(1 - \exp(-0.3169(t + 0.8284)))$, and for sexes combined, $L_t = 29.00(1 - \exp(-0.3228(t + 0.7361)))$.

Seasonal growth equations derived from the mean observed fork length (cm) at age by month were as follows: for females, $L_t = 29.2(1 - \exp(-0.3458(t + 0.8182) + (0.3458/2\pi) \sin 2\pi(t + 0.027)))$, and for males, $L_t = 28.2(1 - \exp(-0.2789(t + 1.5913) + (0.2789/2\pi) \sin 2\pi(t - 0.1062)))$.

서 론

덕대(*Pampus echinogaster*)는 병어과(Family Pamphidae)에 속하는 어류로서 병어(*Pampus argenteus*)와 형태적으로 매우 유사한 종이다. 이 종은

황해, 동지나해 및 우리나라 남해, 서해안일대에 분포하며, 동지나해에서는 대형기선저인망, 황해에서는 근해안강망에 의해 주로 어획되고 있고, 우리나라의 남해안과 서해안의 연안 어장에서도 어획되고 있다.

*부산수산대학 해양과학연구소 업적번호 제230호 (Contribution No. 230 of Institute of Marine Sciences, National Fisheries University of Pusan). 이 논문은 1986년도 문교부 대학부설 연구소지원 학술연구 조성비에 의하여 연구되었음.

덕대와 병어는 그 외부 형태가 매우 흡사하여 두 종을 따로 식별하기가 쉽지 않은 탓으로 우리나라 및 일본의 수산통계상에서는 “병어”로 일괄 취급되고 있다. 따라서 덕대의 정확한 연간어획량은 알 수 없다. 우리나라 수산통계연보상에 기재된 “병어”의 연간어획량은 1975년 24,191톤으로 최고의 어획을 보였다가, 최근 들어서는 약 1만톤 수준으로 줄어들었고, 1987년의 연간총어획량은 11,804톤으로 집계되고 있다.

덕대에 관한 자원학적 연구는 전무하며, Basilewsky(1852), Abe and Kosaki(1964), Yamata(1976), Haedrich(1967), Higashikawa et al(1984), Yoo et al(1985)에 의한 형태학적 연구가 있을 따름이다.

본 연구는 동지나해에서 어획된 덕대의 연령과 성장에 관한 자원학적 기초정보를 알기 위한 것이다.

재료 및 방법

1. 어체구입 및 측정

본 연구에 사용한 어체는 1987년 1월부터 12월에 걸쳐 스코트라를 중심으로 하는 동지나해 중부어장(Fig. 1)에서 대형기저쌍끌이어선에 의해 어획된 덕대로서, 매일 부산공동어시장에서 상자구분별(대, 중, 소 및 세)로 1상자씩 구입한 것이다.

구입된 어체는 체중, 미차체장(fork length: FL), 전장(total length: TL)등을, 체중은 0.1g까지 전자자동저울로, 체장은 0.1cm까지 버니어캘리퍼로 재었다.

연령사정을 위하여 비늘, 이석 및 척추골을 추출하였으며, 비늘은 가슴지느러미기저 부근의 것을, 척추골은 21~23번째의 미추골을 택하였다.

2. 연령사정

연령사정을 위하여 비늘, 이석, 척추골 중에서 연령을 판독하기가 가장 좋은 것으로 판단되는 척추골을 택하였다. 추출된 척추골은 끓는 물에 5~10분간 삶은 후 육질 및 기타 이물질 제거하고 수세하여 95% 에틸알콜에 1일 이상 넣어 두었다가 실온에서 수시간 건조시켰다. 완전히 건조된 척추골은 연령사정시 추체의 윤문이 나타나는 안쪽에 메틸렌블루 염색액으로 농염시킨 후 5~10분간 실온에 건조시켰으며, 윤경은 만능투영기로 반사광을 이용하여 관찰하였다.

윤경의 측정은 만능투영기용 디지털측기기를 사

용하여, 추체의 초점으로부터 최외연부까지의 거리가 가장 긴 축을 측정기준선으로 정하고, 이 기준선상에 나타나는 각각의 윤문까지의 거리를 0.001 mm까지 재었다(Fig. 2).

윤문의 형성시기와 연간형성회수를 확인하기 위하여, 추체의 연역지수(Marginal Index: MI)의 계절변동을 추적하였다. 연역지수, $MI = \{(R - r_m) / (r_m - r_{m-1})\} \times 10$ (R: 추체경, r_m : 최외측 윤경)으로 하였다.

3. 성장식의 추정

년성장: 성장식은, 윤경이 측정한 표본을 암수별로 구분하여 윤문형성시의 체장을 역계산하고, Tomlinson and Abramson(1961)에 따라 버틀란피성장식을 추정하였다. 성장식의 상수(L_∞ , K, t_0) 및 상수간의 분산-공분산행렬은 Abramson(1971)의 컴퓨터 프로그램(FORTRAN)을 BASIC 언어로 번역하여 이로써 구하였다. 암수간 성장식의 비교는 Bernard(1981)의 방법에 따라 검토하였다.

계절성장: 암수별로 각 표본의 연령별 실측체장을 월별평균값으로 나타내어, Pauly and Gaschutz(1979) 방법에 따라 주기변동 버틀란피성장식으로 계절성장을 표현하였으며, 성장식에 나타나는 각각의 상수는 컴퓨터 프로그램(BASIC)을 작성하여 구하였다.

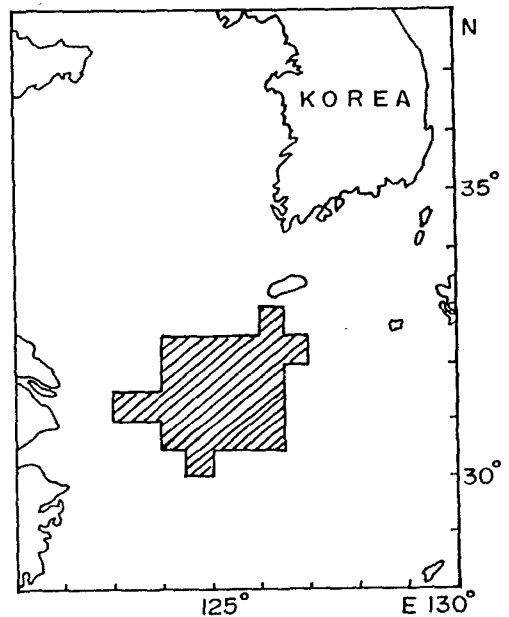


Fig. 1. Map showing the sampling area.

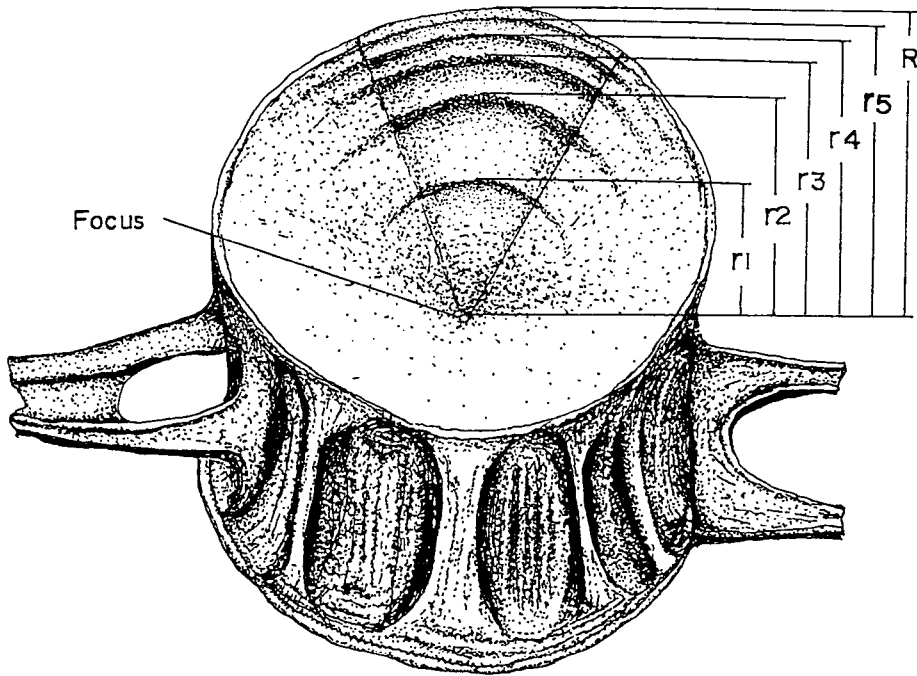


Fig. 2. Schematic diagram of the vertebra used for age determination of the Korean pomfret. R: centrum radius; r: ring radius.

결 과

1. 연 령

덕대의 추체내면에 보이는 윤문은 초점을 중심으로 하여 동심원상으로 나타나는 용기선이다(Fig. 3).

추체경과 윤경간에는 대체로 정상관의 관계를 가지고 있으며(Fig. 4), 2륵군이상에서 각 윤경은 인접한 윤경과 서로 명확히 구분되어진다. 또 같은 수의 윤문을 가지는 경우에도 추체경이 굵에 따라 윤경 역시 평균적으로 크게 나타났다.

윤문형성시기 및 형성회수를 알기 위하여 2륵군의 추체경에 대한 연역지수(MI)의 월별분포를 보면(Fig. 5), 9~10월이 타 시기에 비해 낮은 연역지수를 가지므로 덕대의 추체에 나타나는 윤문은 9~10월에 그리고 年 1회 형성된다고 할 수 있다. 따라서, 추체에 나타나는 윤문을 年輪으로 판독하였다.

2. 성장식의 추정

年성장: 암컷과 수컷에 대한 추체경(R)과 미차체장(FL)간의 관계(Fig. 6)를 상대성장식으로 나타

내면,

$$\text{암컷; } FL = 8.8262R^{0.7709}$$

$$\text{수컷; } FL = 8.9676R^{0.7276}$$

$$\text{전체; } FL = 8.7883R^{0.7681}$$

과 같다. 암컷과 수컷에 대한 두 회귀식의 비교(Zar, 1984)에서 위치의 차가 인정되어($p < 0.01$) 회귀식은 서로 다른 것으로 간주하였다.

암수에 대한 체장(FL)과 체중(BW)간의 관계(Fig. 7)는

$$\text{암컷; } BW = 0.0093FL^{3.3795}$$

$$\text{수컷; } BW = 0.0081FL^{3.4153}$$

$$\text{전체; } BW = 0.0084FL^{3.4125}$$

으로 나타났으며, 암수에 대한 회귀식의 비교에서 위치의 차가 있으므로($p < 0.01$) 암컷과 수컷의 체장에 대한 체중의 성장은 서로 다르게 나타났다.

덕대의 추체에서 관찰된 최고 연륵수는 암컷이 5개, 수컷이 3개였다.

추체에 나타나는 연륵의 평균윤경을 연륵별로 보면(Table 1), 암컷은 1.51mm(r_1), 2.38mm(r_2), 2.99mm(r_3), 3.40mm(r_4) 및 3.77mm(r_5)로, 수컷은 1.53mm(r_1), 2.36mm(r_2) 및 2.98mm(r_3)로 나타났다.

그리고 각 年輪群의 제1윤경을 보면, 암컷에서 1.

59mm(1윤군), 1.51mm(2윤군), 1.48mm(3윤군), 1.45mm(4윤군), 1.46mm(5윤군)이고, 수컷에서 1.55mm(1윤군), 1.52mm(2윤군), 1.49mm(3윤군)로서 암수 다같이 대체로 연륜이 많을 수록 제1윤경이 작아지는 Lee현상을 나타내었다.

암수 전체에 대한 연륜별 평균윤경은 1.51mm(r_1), 2.37mm(r_2), 2.99mm(r_3), 3.40mm(r_4) 및 3.77mm(r_5)였다.

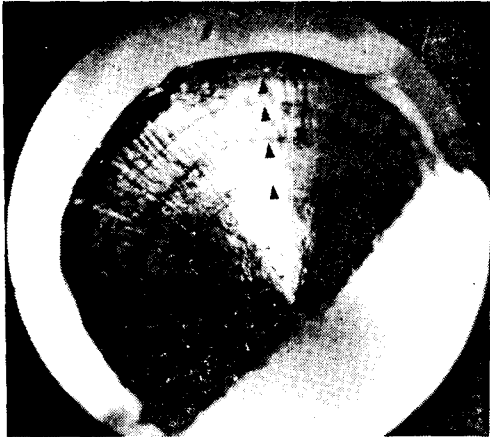


Fig. 3. Typical ring formation on a vertebral centrum of the Korean pomfret caught in the East China Sea, 1987.

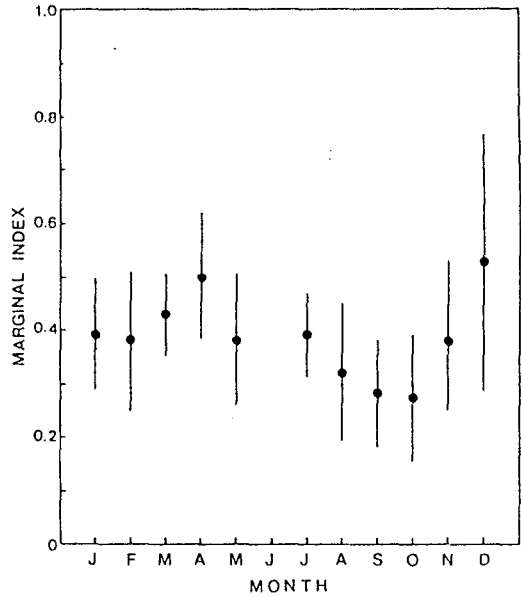


Fig. 5. Monthly change of marginal index of 2-ring group of Korean pomfret caught in the East China Sea, 1987. Vertical lines represent standard deviations of the mean.

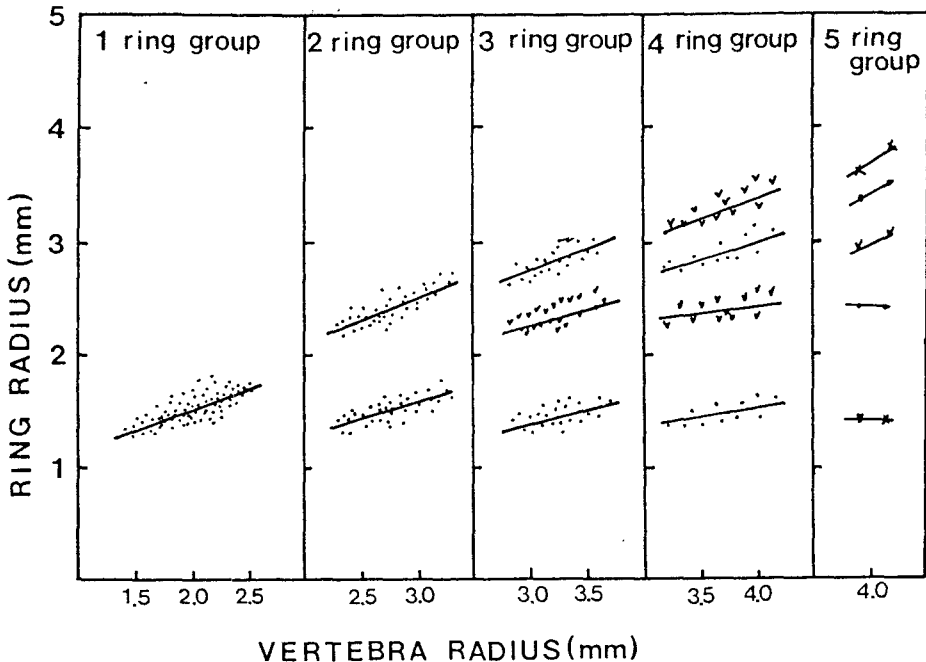


Fig. 4. Relationship between centrum radius and ring radii of Korean pomfret caught in the East China Sea, 1987.

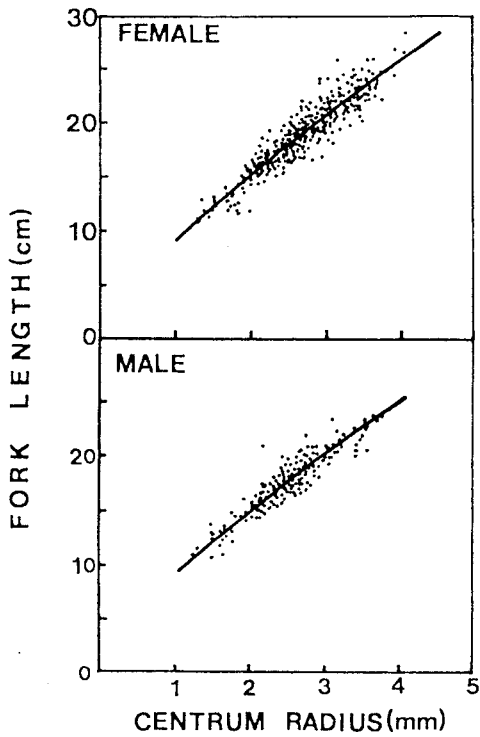


Fig. 6. Relationship between centrum radius and fork length of the female and male Korean pomfret caught in the East China Sea, 1987.

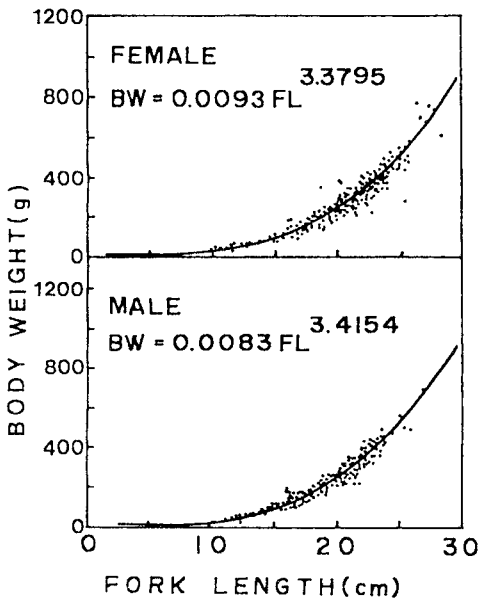


Fig. 7. Relationship between fork length and body weights of the female, male and pooled Korean pomfret caught in the East China Sea, 1987.

한편, 연령별로 윤문형성시의 평균체장을 역계산 하면 (Table 2), 암컷은 12.1cm(l_1), 17.2cm(l_2), 20.5cm(l_3), 22.6cm(l_4) 및 24.5cm(l_5)였고, 수컷은 12.2cm(l_1), 16.8cm(l_2) 및 19.8cm(l_3)로 나타났으며, 암수 전체에서는 12.1cm(l_1), 17.1cm(l_2), 20.4cm(l_3), 22.5cm(l_4) 및 24.4cm(l_5)로 나타났다.

연령과 평균역계산체장과의 관계 (Fig. 8)를 버틀란피 성장식에 적용시켜 연령-체장성장식을 구하면,

$$\text{암컷; } L_t = 29.17(1 - \exp(-0.3213(t + 0.7601)))$$

$$\text{수컷; } L_t = 28.21(1 - \exp(-0.3169(t + 0.8284)))$$

$$\text{전체; } L_t = 29.00(1 - \exp(-0.3228(t + 0.7361)))$$

와 같다. 암수의 추정극한체장값(암컷: 29.17cm, 수컷: 28.21cm)은 실제 관찰된 최대체장값(암컷: 28.9cm, 수컷: 24.5cm)과 거의 부합되고 있다. 추정성장계수 k 값은 암컷이 0.3213yr^{-1} , 수컷이 0.3169yr^{-1} 로써 암컷이 수컷보다 약간 높았으며, 암수 다같이 대체로 빠른 성장을 하는 것으로 보인다.

암수의 두 버틀란피 성장식에 대한 다변량분석 결과 두 성장식은 서로 다른 것으로 판단되었고 (Hottelling's $T^2 = 1.836$; $p < 0.01$), 각 상수에 대한 Roy-Bose 동시 신뢰구간검정에서 L_∞ k 값은 차이가 없었으나 t_0 ($p < 0.01$)는 서로 달랐다.

암수 및 전체에 대한 연령-체중관계 (Fig. 9)를 버틀란피 성장식으로 나타내면,

$$\text{암컷; } W_t = 829.4(1 - \exp(-0.3213(t + 0.7601)))^{3.3795}$$

$$\text{수컷; } W_t = 747.6(1 - \exp(-0.3169(t + 0.8284)))^{3.4154}$$

$$\text{전체; } W_t = 816.8(1 - \exp(-0.3228(t + 0.7361)))^{3.4125}$$

과 같다. 암컷의 연령별 이론적 계산체중값은 48.6g (1세), 137.9g (2세), 250.0g (3세), 363.4g (4세) 및 460.5g (5세)이고, 수컷은 45.2g (1세), 124.7g (2세), 225.1g (3세) 및 324.9g (4세)이다.

계절성장: 연령별, 월별 체장분포 (Fig. 10)에서 0세군의 출현이 암컷은 2월에 수컷은 3월에 처음 나타나기 시작하여, 암수 다같이 7월까지 관찰되었다가 8월부터는 나타나지 않았다.

전체적인 체장분포를 보면, 암수 다같이 7~9월에 걸쳐 빠른 성장을 보이고, 1~3월에는 성장을 거의 멈추는 것으로 보인다.

월별 연령별 평균체장을 암수별로 구하여, 연령과 체장관계를 주기변동 버틀란피 성장식으로 나타내면 (Fig. 11),

$$\text{암컷; } L_t = 29.2(1 - \exp(-0.3458(t + 0.8182) + (0.3458/2\pi)\sin 2\pi(t + 0.027)))$$

Table 1. Mean vertebral centrum ring radii of the female, male and pooled Korean pomfret caught in the East China Sea, 1987

Female								
Age	Sample size	FL	R	r ₁	r ₂	r ₃	r ₄	r ₅
1	70	15.9	2.17	1.59				
2	161	18.9	2.68	1.51	2.36			
3	127	22.0	3.26	1.48	2.40	2.99		
4	12	24.7	3.61	1.45	2.34	2.98	3.39	
5	2	27.6	4.02	1.46	2.37	2.98	3.44	3.77
Total	372	weighted mean		1.51	2.38	2.99	3.40	3.77

Male								
Age	Sample size	FL	R	r ₁	r ₂	r ₃	r ₄	r ₅
1	48	15.2	2.06	1.55				
2	78	18.3	2.65	1.52	2.35			
3	19	21.2	3.27	1.49	2.43	2.98		
Total	145	weighted mean		1.53	2.36	2.98	-	-

Pooled								
Age	Sample size	FL	R	r ₁	r ₂	r ₃	r ₄	r ₅
1	118	15.6	2.12	1.58				
2	239	18.7	2.67	1.51	2.36			
3	146	21.9	3.27	1.48	2.40	2.99		
4	12	24.7	3.61	1.45	2.34	2.98	3.39	
5	2	27.6	4.02	1.46	2.37	2.98	3.44	3.77
Total	517	weighted mean		1.51	2.37	2.99	3.40	3.77

FL: fork length(cm); R: centrum radius(mm); r: centrum ring radius(mm)

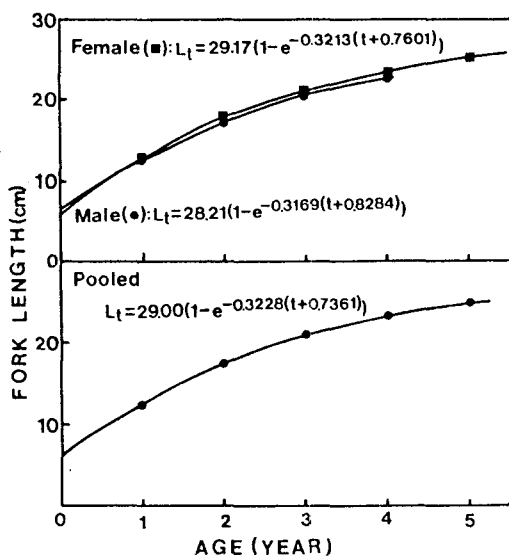


Fig. 8. Theoretical von Bertalanffy length growth curves for the female, male and pooled Korean pomfret caught in the East China Sea, 1987.

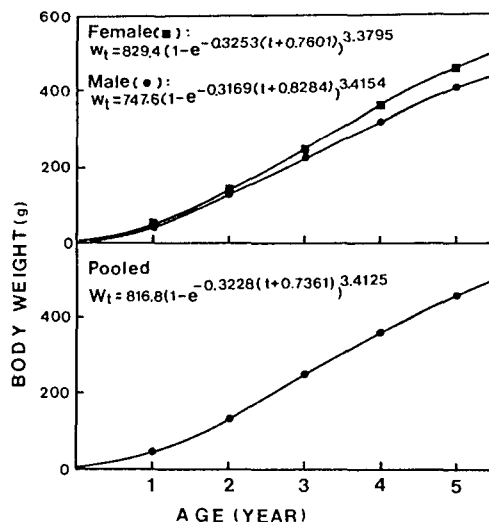


Fig. 9. Theoretical von Bertalanffy weight growth curves for the female, male and pooled Korean pomfret caught in the East China Sea, 1987.

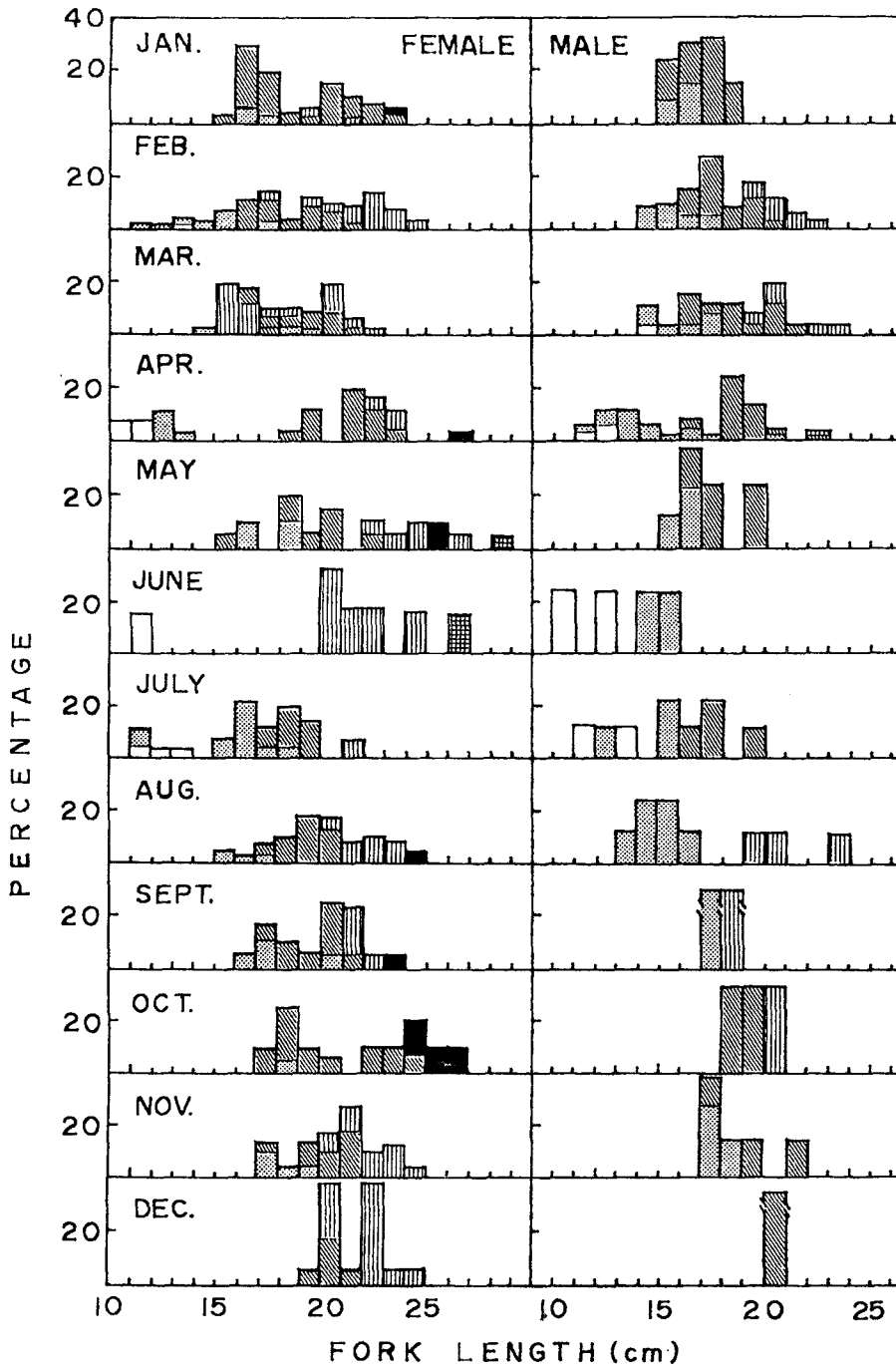


Fig. 10. Monthly change of fork length by age of the female and male of the Korean pomfret caught in the East China Sea, 1987.

□: age 0, ▨: age 1, ▩: age 2, ■: age 3, ▒: age 4, ▤: age 5

Table 2. Back-calculated and empirical fork length(cm) of the female, male and pooled Korean pomfret caught in the East China sea, 1987

Female								
Age	Sample size	FL	FL	l_1	l_2	l_3	l_4	l_5
1	70	15.9	16.0	12.6				
2	161	18.9	18.9	12.1	17.1			
3	127	22.0	21.9	11.9	17.3	20.5		
4	12	24.7	23.7	11.7	17.0	20.5	22.6	
5	2	27.6	25.8	11.8	17.1	20.5	22.8	24.5
Total	372	weighted mean		12.1	17.2	20.5	22.6	24.5

Male								
Age	Sample size	FL	FL	l_1	l_2	l_3	l_4	l_5
1	48	15.2	15.2	12.4				
2	78	18.3	18.2	12.2	16.7			
3	19	21.2	21.2	12.1	17.1	19.8	-	-
Total	145	weighted mean		12.2	16.8	19.8	-	-

Pooled								
Age	Sample size	FL	FL	l_1	l_2	l_3	l_4	l_5
1	118	15.6	15.7	12.5				
2	239	18.7	18.7	12.1	17.0			
3	146	21.9	21.8	11.9	17.2	20.4		
4	12	24.7	23.6	11.7	16.9	20.3	22.5	
5	2	27.6	25.6	11.7	17.0	20.3	22.7	24.4
Total	517	weighted mean		12.1	17.1	20.4	22.5	24.4

FL: mean empirical length; FL: back calculated length from centrum radius.

수컷; $L_t = 28.2(1 - \exp(-0.2789(t + 1.5913) + (0.2789/2\pi)\sin 2\pi(t - 0.1062)))$
 와 같다. 여기서 체장의 증가가 거의 멈추는 시기를 뜻하는 $t_s + 0.5$ 의 값은 암컷이 0.477년, 수컷이 0.606년으로서, 암컷은 생후 6개월째에 수컷은 7개월째에 체장의 증가가 거의 정지된다고 할 수 있다. 덕대의 산란기가 4~7월인 것을 감안하면, 생후 6, 7개월째의 시기는 12월과 1월이 된다.

고 찰

어류의 연륜은 비늘, 이석 및 추체를 비롯한 기타 뼈조직에서 볼 수 있다. 덕대에서 연륜을 확인할 수 있었던 형질은 비늘, 이석 및 추체였다. 비늘은 체표로부터 탈락이 심하여 몸체의 일정부위에서 채

취하기가 힘들 뿐만 아니라, 그 크기가 큰 것이 직경 1.5mm 정도여서 확인할 수 있는 윤문의 수는 1~2개이며 그 이상은 확인하기 어려웠다. 이석은 그 가장자리가 얇은 鋸齒像으로 되어 있어 이석을 채취하기 위한 두부절취와 윤문을 확인하기 위한 처리과정에서 파손되는 것이 많았다.

그러나 추체는 비늘, 이석에 비하여 표본의 채취가 안전할 뿐만 아니라 윤문형성상태가 더 명료하였다.

추체에 대한 연령사정방법은 여러 연구자들(Aikawa, 1937; Van Utrecht and Schenkkan, 1972; Stevens, 1975; Jones and Geen, 1977; Rossouw, 1984; Waring, 1984)에 의해 개발되었지만, 본 연구에서는 알코올처리와 염색으로써 윤문을 명확히 확인할 수 있었다. 그러나 이러한 처리과정에 소요되는 시간이 비늘이나 이석보다 더 많은 것이 하

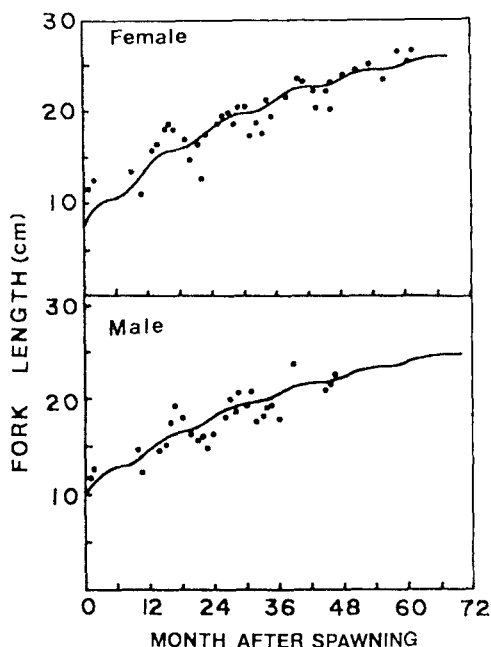


Fig. 11. Seasonal growth of the female and male of the Korean pomfret caught in the East China Sea, 1987.

나의 단점이라고 생각되며, 추체를 어체로부터 추출한 즉시 윤문을 판독할 수 있는 방법을 앞으로 더 연구해야 될 것으로 본다.

덕대의 추체에 나타나는 윤문의 형태를 일반적으로 온대산어류에서 볼 수 있는 투명대와 불투명대의 연속(Bagenal and Tesch, 1978)으로 나타나는 것이 아니라 용기선으로 나타나는 것은 일반어류와 다른 하나의 특징이라 할 수 있다.

덕대의 추체에 나타나는 연륜의 형성시기를 9월로 보고 산란기를 6월로 간주하면, 산란된 난이 부화, 성장하여 최초의 연륜을 만들기까지의 경과시간은 3개월이러기보다는 약 1년3개월인 것으로 판단된다. 이는 암수에 있어서 초륜의 길이가 1.51, 1.53mm로서 제2륜까지의 성장량 0.87, 0.83mm에 비하여 약 2배 가까이 되는 것을 보아도 알 수 있다. 따라서 산란후 제1~5륜이 형성되기까지의 경과시간은 각각 1.25년, 2.25년, 3.25년, 4.25년 및 5.25년으로 추정할 수 있다.

덕대의 연령별 성장에서 암컷이 수컷에 비하여 더 큰 것으로 나타났다. 이러한 현상에 대한 구체적인 연구는 없지만, 시간의 경과에 따른 성장과정이 생물자체의 내부조건과 생물체가 처해있는 외부적 환경요인에 의해 좌우된다(Pianka and Par-

ker, 1975)고 보면, 암컷이 수컷보다 더 유리한 성장조건을 가지고 있다고 생각된다. 그러나 이 두가지 요인이 어떻게 암수의 성장에 영향을 주는지는 성별 섭이형태, 섭이량 및 기타 성장에 관련된 보다 구체적인 연구를 함으로써 밝혀질 것이라 본다. 계절별로 본 어류의 성장은 온도가 높은 계절에 성장이 빠르고, 온도가 낮은 계절에 성장이 정체된다(Levinton, 1982). 덕대의 계절별성장에서도 온도가 낮은 12~2월에 성장이 거의 멈추었다가 온도가 상승하는 6~9월에 성장이 빠른 것을 볼 수 있었다. 이는 온도가 높은 시기에 보다 많은 먹이를 얻을 수 있다는 것과 온도가 상승함으로써 먹이활동을 더 왕성하게 하는 결과로 생각된다.

요 약

1987년 1~2월에 걸쳐 동지나해에서 대형기저쌍끌이어업에 의해 어획된 덕대를 대상으로 연령, 성장에 관하여 조사하였다.

연령사정은 추체로 하였으며, 추체경에 대한 연역지수에 의한 윤문의 형성은 9~10월에 걸쳐 1회 형성되었다.

추체경(R)에 대한 체장(FL)과의 관계는

$$\text{암컷; } FL = 8.8262R^{0.7709}$$

$$\text{수컷; } FL = 8.9676R^{0.7276}$$

$$\text{전체; } FL = 8.7883R^{0.7681}$$

과 같다.

체장(FL)에 대한 체중(BW)과의 관계는

$$\text{암컷; } BW = 0.0093FL^{3.3795}$$

$$\text{수컷; } BW = 0.0081FL^{3.4153}$$

$$\text{전체; } BW = 0.0084FL^{3.4125}$$

와 같다.

연령(t)에 대한 체장(L_t)의 버틀란피 성장식은

$$\text{암컷; } L_t = 29.17(1 - \exp(-0.3213(t + 0.7601)))$$

$$\text{수컷; } L_t = 28.21(1 - \exp(-0.3169(t + 0.8284)))$$

$$\text{전체; } L_t = 29.00(1 - \exp(-0.3228(t + 0.7361)))$$

와 같다.

연령(t)에 대한 체중(W_t)의 버틀란피 성장식은

$$\text{암컷; } W_t = 829.4(1 - \exp(-0.3213(t + 0.7601)))^{3.3795}$$

$$\text{수컷; } W_t = 747.6(1 - \exp(-0.3169(t + 0.8284)))^{3.4154}$$

$$\text{전체; } W_t = 816.8(1 - \exp(-0.3228(t + 0.7361)))^{3.4125}$$

와 같다.

월별 연령별 평균체장(L_t)에 대한 주기변동 버틀

란피 성장식은

$$\text{암컷; } L_t = 29.2(1 - \exp(-0.3458(t + 0.8182) + (0.3458/2\pi)\sin 2\pi(t + 0.027)))$$

$$\text{수컷; } L_t = 28.2(1 - \exp(-0.2789(t + 1.5193) + (0.2789/2\pi)\sin 2\pi(t - 0.1062)))$$

와 같다.

문 헌

- Abe, T. and T. Kosaki. 1964. Notes on an economically important but scientifically little known silver pomfret, *Pampus echinogaster* (Pampidae, Teleostei). Jap. J. Ichthyol., 12, 29~31.
- Abramson, N. J. 1971. Computer programs for fish stock assessment. FAO Fisheries Tech. No. 101, 2(-), 1, 1~8.
- Aikawa, H. 1937. Age determination in the chub-mackerel *Scomber japonicus* (Houttyn). Bull. Jap. Soc. Scient. Fish., 6, 9~12.
- Bagenal, T. B. and F. W. Tesch. 1978. Age and Growth. In Methods for Assessment of Fish Production in Fresh Waters, 101~136 (Ed. T. B. Bagenal). Blackwell Scientific Publications Ltd. Osney Mead, Oxford, p. 365.
- Basilewsky, S. 1852. Ichthyographia Chinae Borealis, Nouveaux memoires. T. X. Pekin, pp. 215~264, 9 Pls.
- Bernard, D. R. 1981. Multivariate analysis as a means of comparing growth in fish. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 38, 233~266.
- Haedrich, R. L. 1967. The stromateid fishes: Systematics and a classification. Bull. Mus. Comp. Zool. Harv. 135(2), 31~139.
- Higashikawa, S., T. Nish, S. Arima, S. Masumitsu and M. Utiyama. 1984. Deformities found in the pomfret, *Pampus argenteus* (Euphrasen) and *Pampus echinogaster* (Basilewsky) from the East China Sea. Mem. Fac. Fish. Kagoshima Univ. 33(1), 23~31.
- Jones, B. C. and G. H. Geen. 1977. Age determination of an elasmobranch (*Squalus acanthias*) by X-ray spectrometry. J. Fish. Res. Bd. Can. 34, 44~48.
- Levinton, J. S. 1982. Marine Ecology. Prentice-Hall Inc., Englewood Cliffs, N. J. p. 526.
- Pauly, D. and G. Gaschütz. 1979. A simple method for fitting oscillation length data with a program for pocket calculators. Coun. Meet. ICES, G24(mimeo)
- Pianka, E. R. and W. S. Parker. 1975. Age-specific reproductive tactics. Am. Nat. 109, 453~464.
- Rossouw, G. J. 1984. Age and growth of the sand shark, *Rhinobatos annulatus*, in Algoa Bay, South Africa. J. Fish. Biol. 25, 213~222.
- Stevens, J. D. 1975. Vertebral rings as a method of age determination in the blue shark (*Prionace glauca* L.). J. Mar. Biol. Ass. U. K. 55, 657~665.
- Tomlinson, P. D. and N. J. Abramson. 1961. Fitting a von Bertalanffy growth curve by least squares. Calif. Dip. Game Fish. Bull. 116, p. 19.
- Van Utrecht, W. L. and E. J. Schenckan. 1972. On the analysis of the periodicity in the growth of scales, vertebrae and other hard structures in a teleost. Aquaculture, 1, 293~316.
- Waring, G. T. 1984. Age, growth and mortality of the little skate off the Northeast Coast of the United States. Trans. Am. Fish. Soc. 113, 314~321.
- Yamata, U. 1976. On young stages of *Pampus echinogaster* from the East China Sea. Uo. 27, 1~26.
- Yoo, J. M., M. Kim and H. T. Huh. 1985. A study on early development of morphology and vertebral column of Korean pomfret, *Pampus echinogaster* (Basilewsky). Oceano. Res. Korea 7, 11~18.
- Zar, J. H. 1984. Biostatistical Analysis. Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, N. J. 07632. 2nd ed., pp. 292~302.

1989년 10월 27일 접수

1989년 12월 8일 수리