

여수 연안 송어 (*Mugil cephalus*)의 연령과 성장 연구

장창익* · 박희원 · 권혁찬
부경대학교 해양생산시스템관리학부

Age and growth of the flathead grey mullet (*Mugil cephalus*) in the coastal water of Yeosu

Chang-Ik ZHANG*, Hee-won PARK and Hyeok-Chan KWON

Division of Marine Production System Management, Pukyong National University, Busan 608-737, Korea

The age and growth of flathead grey mullet, *Mugil cephalus*, were studied using samples collected from the coastal water of Yeosu from September 2009 to August 2010. Spawning season estimated from the gonadosomatic index (GSI) was from November to January. A method for increasing the readability of the otolith was described and criteria for the interpretation of otolith was provided. The annual ring was formed in September once a year. Annual ring in otolith for flathead grey mullet is validated for fish aged 1-8 using the marginal increment analysis. Using the sectioned otolith, between reader precision was 84%. Also, Within-reader agreement for sectioned otolith age readings was higher (reader 1=84%, reader 2=87%). The relationship between fork length and total weight was $TW=0.022FL^{2.818}$. The estimated von Bertalanffy growth parameters for the flathead grey mullet were $L_{\infty}=67.97\text{cm}$ $K=0.164/\text{year}$ and $t_0=-0.81\text{year}$.

Keywords: Flathead grey mullet, Otolith, Age, Growth, Between reader, Within reader

서 론

송어 (flathead grey mullet, *Mugil cephalus*)는 송어목 (Order Mugiliformes) 송어과 (Family Mugilidae)에 속하는 어종으로 우리나라 전 연안과 일본, 중국, 세계의 온대 및 열대지역에 넓게 분포한다 (NFRDI, 2004). 송어의 산란기는 지역에 따라 다소 차이가 있지만, 보통 10–2월로 알

려져 있으며, 산란장은 쿠로시오 난류의 영향을 직접 받는 외해 또는 외해에 면한 깊은 곳이다. 송어는 산란기가 되면 수심이 깊은 바다로 산란 회유를 하고, 어린 시기에는 연안이나 담수역에서 서식하다가 체장 25cm 내외로 자라면 바다로 내려간다. 송어는 성장이 빠른편으로 알려져 있으며, 바닥의 모래나 진흙속의 유기물을 섭이하고,

*Corresponding author: cizhang@pknu.ac.kr, Tel: 82-51-629-5892, Fax: 82-51-629-5886

밑물 때는 표층에서 미세조류 등을 먹는다 (NFRDI, 2004).

송어에 관한 이전 자원생태학적 연구로는 여수 연안 송망 어장에서 송어의 이동 분포에 관한 연구 (Kim et al., 2005), 한국산 가송어, *Chelodanichthys koreana*의 난 및 자치어의 형태발달에 관한 연구 (Kim et al., 2000), 한국산 송어과 어류의 분류에 관한 연구 (Lee and Joo, 1994)가 있으며, 그 외 월동기 저수온 충격에 따른 양식산 가송어의 생리화학적 반응에 관한 연구 (Kang et al., 2007), 육상 수조에서 사육된 송어의 감염에 관한 연구 (Park et al., 2006) 등이 있다. 송어의 연령에 관한 외국의 연구로는 이석을 사용한 *Mugil soioy*의 연령과 성장에 관한 연구 (Okumus and Bascinar, 1997)와 비늘을 사용한 *Liza grandisquamis*의 성장에 관한 연구 (Njoku and Ezeibekwe, 1996)가 있다. 그러나 송어의 연령과 성장에 관한 국내 연구는 전무한 실정이며, 국제적으로도 연구가 미흡한 실정이다.

본 연구에서는 송어의 연령형질로 이석을 사용하여 윤문형성시기를 확인하고 성장 파라미터를 추정하였으며, 또한 연령사정시 복수의 판독자가 다수의 판독을 통해 판독자 간의 오차를 줄일 수 있는 과학적인 방법을 제시하였다.

재료 및 방법

표본채집

본 연구에서 사용된 송어는 2009년 9월부터 2010년 8월까지 여수 금오도 연안에서 각망어업으로 채집하였다 (Fig. 1). 채집된 송어는 전량 실험실로 옮긴 후, 필요한 각종 생태학적 특성치를 구하기 위하여 체장 (fork length: FL)은 0.1mm까지 측정하였고, 전중 (total weight: TW)은 전자저울을 사용하여 0.1g까지 측정하였다. 또한 복부

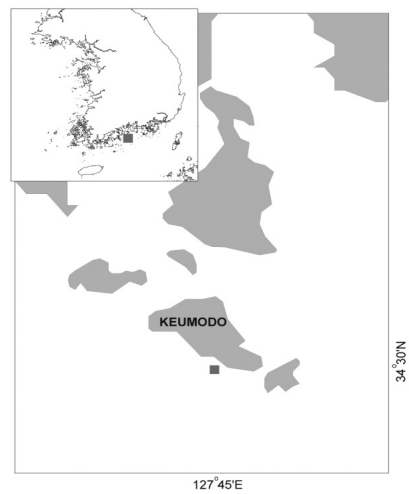


Fig. 1. Length-frequency distribution for the flathead grey mullet (*M. cephalus*) in the coastal waters of Yeosu (upper : female, down: male).

Table 1. Number of samples and range of fork length and total weight of the flathead grey mullet (*M. cephalus*) in the coastal waters of Yeosu from September 2009 to August 2010

Year	Month	No. of species	Average FL (cm)	Range of FL (cm)	Average TW (g)	Range of TW (g)
2009	9	21	37.5	28.5 - 46.5	623.4	248.0 - 1,254.3
	10	15	37.8	35.0 - 43.0	712.5	353.3 - 1,773.7
	11	27	41.9	30.0 - 49.5	959.4	575.0 - 1,900.0
	12	44	40.9	30.4 - 49.5	893.5	333.3 - 1,825.0
2010	1	36	39.4	28.0 - 52.1	712.9	236.1 - 1,875.0
	2	29	45.5	31.8 - 52.4	1,010.2	367.8 - 1,550.0
	3	27	40.5	28.8 - 53.2	778.9	251.5 - 1,550.0
	4	45	42.7	32.1 - 53.4	891.0	381.8 - 1,450.0
	5	30	40.2	30.1 - 52.2	757.1	276.3 - 1,480.0
	6	44	44.1	33.1 - 51.5	854.1	414.2 - 1,350.0
	7	41	43.7	37.6 - 48.2	965.4	636.4 - 1,370.0
	8	77	27.2	11.9 - 52.1	235.2	16.1 - 1,900.0
total		436	40.1	11.9 - 53.4	677.9	16.1 - 1,900.0

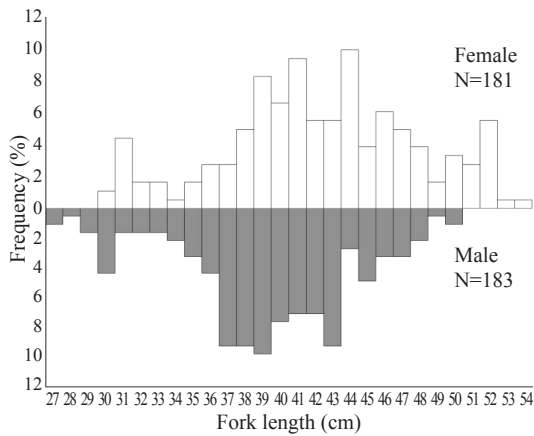


Fig. 2. Length-frequency for the flathead grey mullet (*M. cephalus*) in the coastal waters of Yeosu (upper: female, down: male).

를 절개하여 육안으로 암·수를 구분하고, 연령사정을 위하여 이석을 추출하였다.

조사기간동안 채집된 승어는 총 436개체로, 체장 (FL) 범위는 11.9–53.4cm이었고, 평균 체장은 40.1cm이었다. 또한 전중의 범위는 16.1–1,900.0g이었고, 평균 전중은 677.9g이었다 (Table 1). 총 436개체 중에서 암컷이 49.03%, 수컷이 50.97%로 암수간 큰 차이는 없었으며, 암컷의 체장 범위는 29.8–54.6cm이었고, 수컷은 27.3–53.4cm의 범위를 보였다. 평균 체장은 암컷이 42.6cm 수컷이 39.8cm으로 암컷이 약 3cm 정도 더 컸다 (Fig. 2).

생식소 속도지수

일반적으로 산란기에 가까워질수록 어미의 체내에서 생식소는 커지게 되며 생식소의 무게가 어미의 체중 혹은 체장에 어느 정도를 차지하는가에 따라 생식소의 발달 상태를 알 수 있는데, 이 발달지표로 흔히 사용되는 것이 속도 지수 (Gonadosomatic index, GSI)이다.

$$GSI = \frac{GW}{TW} \times 10^3 \quad (1)$$

여기서 GW는 생식소 무게이고, TW는 전중을 나타낸다.

이석에 의한 연령형질 관찰

연령사정을 위해 총 436개체에서 이석을 채취하였고, 분석의 통일성을 위해 오른쪽이석만을 분석에 사용하였다. 이석은 어체에서 채취하여 10% KOH용액에 하루 정도 담갔다 이물질 제거한 후 건조시켰다. 건조된 이석을 Resin과 Hardener를 5:3 비율로 하여 몰딩하였고, 몰딩된 이석을 절단기를 사용하여 0.15mm 절편으로 절단하였다. 윤문을 뚜렷하게 관찰하기 위해 절단된 이석을 5% HCl 용액에 담근 후 처리된 이석은 저배율 입체현미경에 연결된 영상분석장치로 관찰하였다.

윤문형성시기

윤문이 연령형질로 사용될 수 있는지의 여부와 확인된 윤문 중 위륜을 가려내기 위하여 각 윤문군별로 연령형질의 반경과 각 윤경과의 관계를 파악하였다. 또한 연령형질에 형성되는 윤문이 주기성을 나타내는지와 그 형성시기를 알기 위해서 연령형질 가장자리의 불투명대 성장의 월 변화를 나타내는 연역지수 (MI)를 추정하였다.

$$MI = \frac{R - R_n}{r_n - r_{n-1}} \quad (2)$$

여기서 R은 이석의 반지름, r_n 은 각 윤문까지의 거리이다.

윤문판독의 정확성

이석의 좌우 대칭성을 확인하기 위해 좌우 이석의 지름을 측정하여 t-test를 수행하였다. 그리고 윤문판독의 정확성을 판단하기 위해 두 명의 판독자가 판독을 하였고 (Robillard et al., 2009), 판독자는 각각 독립적으로 연령사정을 2회씩 수행하였다. 436개의 이석을 1차로 판독하고, 독립적으로 2차 판독을 수행하여 1차 판독과 2차 판독의 일치율을 확인하였다. 또한 제1판독자와 제2판독자간의 윤문판독을 바탕으로 그 일치율을 비교하였다.

성장식 추정

일반적으로 수산자원 생물들은 체장의 증가와 함께 체중도 증가한다. 생물의 성장 연구에서는 체중도 아주 중요한 변수로 수산자원 생물들의 체장과 체중과의 관계는 매우 중요하며, 자원 상태를 파악하는 정보로 활용한다 (Zhang, 2010). 송어의 상대성장을 확인하기 위해 체장과 전중의 관계를 식 (3)과 같이 나타내었다.

$$TW = \alpha FL^\beta \quad (3)$$

여기서 α 와 β 는 상수이다.

성장식의 추정은 판독된 연령과 연령별 체장 자료를 사용하여 어류 및 패류의 성장을 나타내는데 일반적으로 가장 널리 사용되는 von Bertalanffy (1938) 성장식의 매개변수를 추정하였다.

본 연구에서 사용된 von Bertalanffy 성장식은 식 (4)와 같다.

$$L_t = L_\infty (1 - e^{-K(t-t_0)}) \quad (4)$$

여기서 L_∞ 는 이론적 최대체장, K 는 성장계수, t_0 는 체장이 0일 때 이론적 연령이다. 그리고 추정치의 오차를 줄이기 위해 von Bertalanffy 성장식을 통해 추정된 추정치를 초기값으로 하여 컴퓨터 패키지인 EXCEL의 Solver를 사용하여 비선형회귀분석방법으로 추정하였다.

결 과

생식소 속도지수

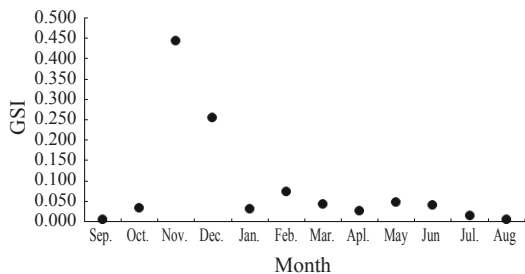


Fig. 3. Monthly changes in gonadosomatic index of the female flathead grey mullet (*M. cephalus*) in the coastal waters of Yeosu.

송어의 산란기를 확인하기 위해 분석한 결과 암컷에 대한 생식소 속도지수의 월 변화는 10월부터 GSI 값이 점차 증가하여 11월에 최고치를 나타내었고, 이후 감소하였다 (Fig. 3). 따라서 송어의 산란기는 11월에서 1월로 주산란기는 11월에서 12월로 추정된다.

이석에 의한 연령사정

송어의 이석은 가운데가 볼록하고 가장자리로 갈수록 얇았고, 등 쪽이 뾰족하고 배 쪽이 둥근 형태였다 (Fig. 4). 이석의 윤문을 명확히 판독하기 위해 단축 (vertical)과 장축 (transverse)으로

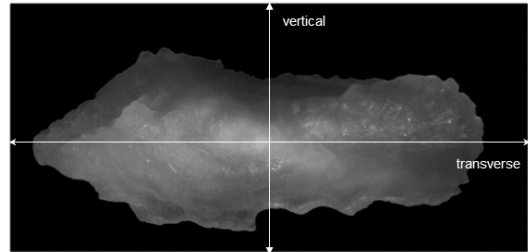


Fig. 4. Photograph of the flathead grey mullet (*M. cephalus*) by cutting dimension.

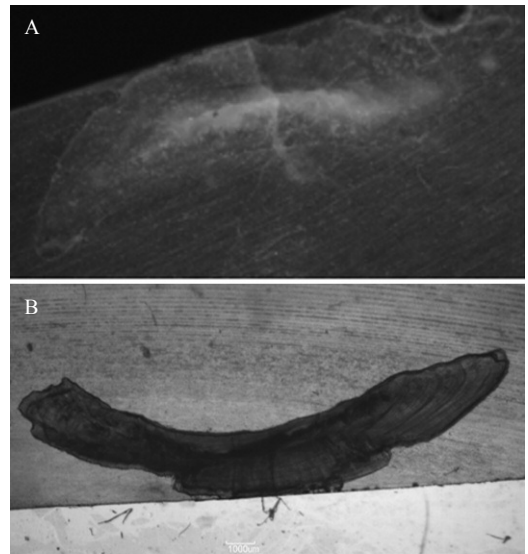


Fig. 5. Photograph of the flathead grey mullet (*M. cephalus*) by cutting dimension of vertical (A: Vertical, B: Transverse).

나누어 절단하였다 (Fig. 4). 단축으로 절단한 경우 이석의 핵을 찾기가 힘들었으며, 정확한 윤문을 판독하기가 힘들었다 (Fig. 5). 반면 장축으로 절단한 경우 이석의 핵을 찾기가 단축으로 절단

한 경우보다 쉬웠으며, 윤문이 보다 명확히 판독되었다.

현미경으로 송어의 이석을 관측한 결과 넓은 투명대와 좁은 불투명대가 교대로 나타났다 (Fig. 5). 이석의 핵은 정중앙에 위치하였으며, 특이하게 이석의 핵 부위에 세로줄이 나타났다. 이석의 핵을 중심으로 이석의 반지름을 측정하였고, 불투명대의 시작점을 기준으로 윤문의 길이를 측정하였다 (Fig. 6).



Fig. 6. Transverse view of the flathead grey mullet (*M. cephalus*) collected in the coastal waters of Yeosu (R: radius of otolith, rn: ring of age n).

윤문형성시기

윤문의 대응성과 윤문의 형성시기를 검토하

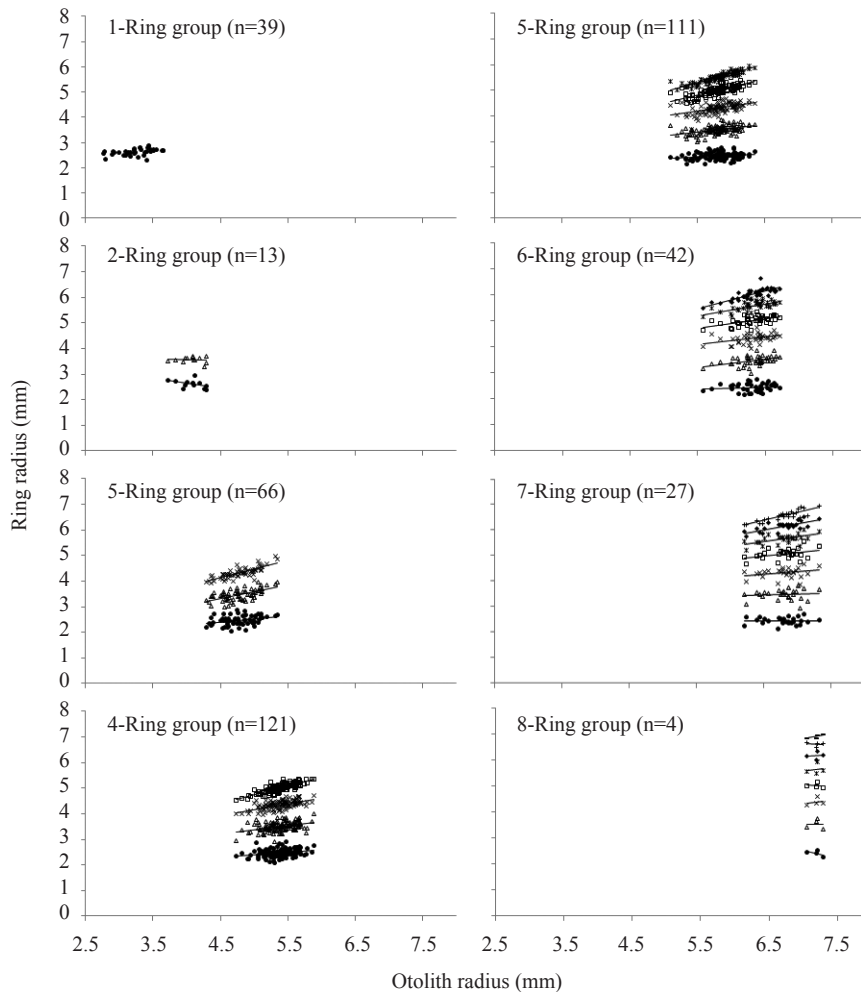


Fig. 7. Relationship between otolith radius and ring radius of the flathead grey mullet (*M. cephalus*) in the coastal waters of Yeosu.

Table 2. Mean radius on the otolith of the flathead grey mullet (*M. cephalus*) in the coastal waters of Yeosu from September 2009 to August 2010

Age	No of species	R	r ₁	r ₂	r ₃	r ₄	r ₅	r ₆	r ₇	r ₈
0	13	2.643								
1	39	3.246	2.628							
2	13	4.073	2.608	3.560						
3	66	4.767	2.477	3.461	4.312					
4	121	5.393	2.472	3.499	4.35	5.007				
5	111	5.808	2.435	3.447	4.297	4.996	5.501			
6	42	6.317	2.438	3.468	4.329	5.200	5.583	6.041		
7	27	6.795	2.427	3.455	4.311	5.052	5.639	6.143	6.546	
8	4	7.187	2.421	3.534	4.389	5.021	5.648	6.180	6.616	6.931
mean		5.448	2.488	3.489	4.331	5.055	5.593	6.121	6.581	6.931

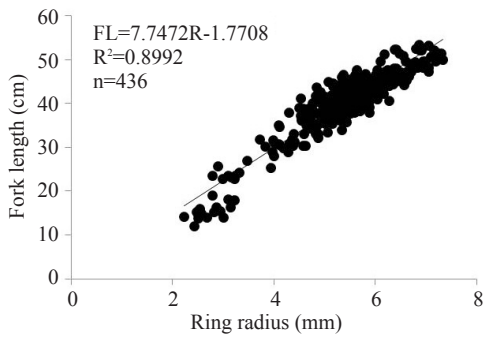


Fig. 8. Relationship between otolith radius and fork length of the flathead grey mullet (*M. cephalus*) in the coastal waters of Yeosu from September 2009 to August 2010.

기 위해 분석한 각 운문군별 체장과 윤경과의 관계는 Fig. 7과 같다. 각 운문군은 일정한 간격으로 분포하며 이석이 커짐에 따라 윤경 역시 크게 나타났다. 따라서 이석과 윤경간에 대응성이 있음을 알 수 있다.

Table 2는 운문별 평균윤경을 나타내고, 운문 형성시의 체장을 역계산하기 위하여 이석의 반지름 (R)과 체장 (FL)간의 관계를 추정한 결과, 관계식은 이었다 (Fig. 8).

운문의 형성시기 및 연간 형성횟수를 파악하기 위해 연역지수의 월 변화를 분석하였다. 연역지수 (MI)의 월 변화를 보면 (Fig. 9), 6-7월에 높은 값을 보인 후 점차 감소하여 9-10월에 낮은 값을 보였다. 따라서 운문은 9-10월에, 연 1회 형성됨을 알 수 있었다. 생식소속도지수

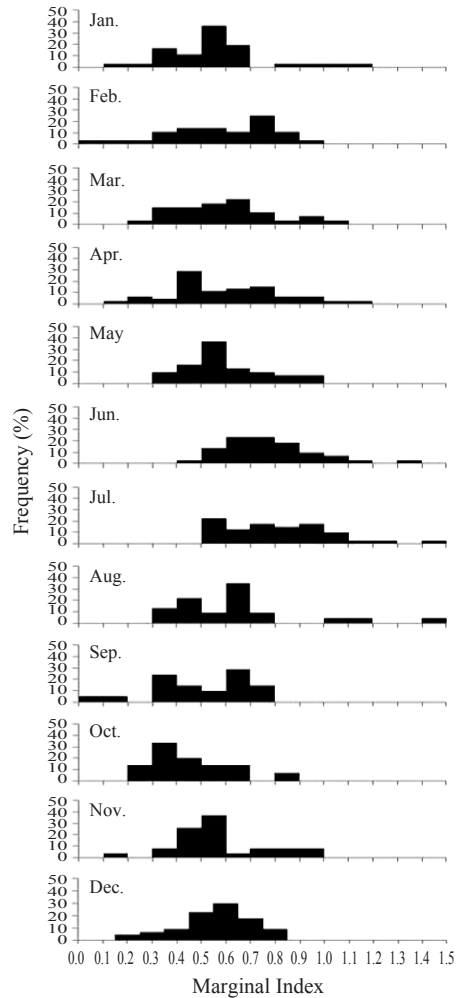


Fig. 9. Monthly changes in otolith marginal index of the flathead grey mullet (*M. cephalus*) in the coastal waters of Yeosu.

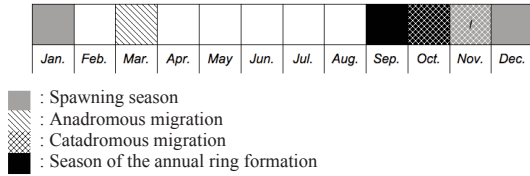


Fig. 10. Annual life cycle of the flathead grey mullet (*M. cephalus*) in the coastal waters of Yeosu.

(GSI)에 의한 승어의 산란기는 11-1월이었고, 산란기와 윤문 형성시기는 달랐다.

승어의 이동분포에 관한 연구 (Kim et al., 2005)에 의하면, 승어는 수온이 급격하게 하강하는 10월과 11월 사이에 난류의 영향을 받는 난수역으로 회유하였다가 다음해 3월에 다시 내만으로 유입된다. 따라서 본 연구에서 확인된 승어의 윤문형성시기와 산란기, 그리고 Kim et al. (2005)에 의한 이동분포를 간단히 나타내면, 승어의 생활사는 Fig. 10과 같다.

윤문판독의 정확성

승어의 연령사정에 앞서 좌우 이석의 크기를 측정하여 비교하였다. 190개체의 좌우 이석의 지름을 측정하여 비교한 결과, 좌측 이석의 지름 평균값은 11.1526mm, 표준편차는 1.0705이었고, 우측 이석의 지름 평균값은 11.1684mm, 표준편차는 1.1921이었다. 이때 Student-t값은 -0.21 (P=0.831)로 좌우 이석의 크기는 통계학적으로 유의한 차이를 보이지 않았다.

이석 절편을 사용하여 총 436개의 이석을 판독하였고, 연령사정의 정확성을 검토하기 위해 2명의 판독자가 각각 2회씩 독립적으로 연령을 판독하여 일치율을 확인하였다. 한 판독자가 2번씩 독립적으로 연령을 판독하여 일치율을 확인해 본 결과, 1판독자는 첫 번째 연령판독과 두 번째 연령판독의 일치도가 84%로 나타났고, 판독자 2의 경우 일치율이 87%로 나타났다. 승어 이석을 활용한 판독자 간의 일치율은 Table 3과 같이 70-84%의 수준으로 나타났다. Reader 1이 첫 번째 판독 결과와 Reader 2가 첫 번째 판독 결

Table 3. Agreement rate for age reading between readers

Reader 1	1st reading	2nd reading
Reader 2		
1st reading	70.9%	70.0%
2nd reading	80.0%	83.7%

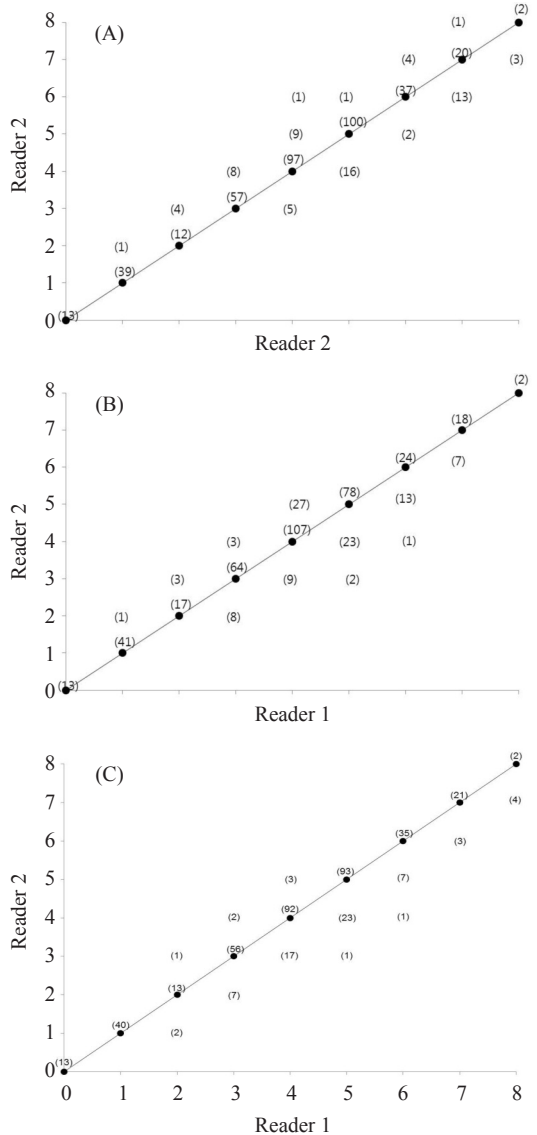


Fig. 11. Agreement plots for pair-wise comparisons between replicate annulus counts for sectioned otolith for of the flathead grey mullet (*M. cephalus*) for (A) within reader 1, (b) within reader 2, (c) between reader 1 and reader 2.

과의 일치도는 70.0%로 가장 낮게 나타났고, Reader 1의 두 번째 판독 결과와 Reader 2의 두 번째 판독 결과의 일치도는 총 436개체 중 365개체가 일치하여 83.7%로 가장 높게 나타났다 (Fig. 11). 일치하지 않은 71개체에 대해서는 제 2 판독자의 판독을 기준으로 협의를 통해 재판독을 수행하였고, 이를 바탕으로 총 436개체에 대한 연령을 판독하였다.

성장식

송어의 체장-전중간의 관계는 $TW=0.022 FL^{2.818}$

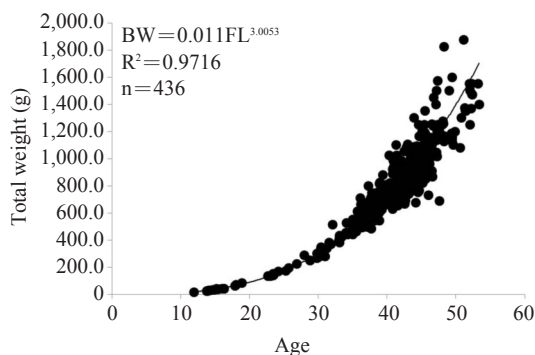


Fig. 12. Relationship between fork length and total weight of the flathead grey mullet (*M. cephalus*) in the coastal waters of Yeosu from September 2009 to August 2010.

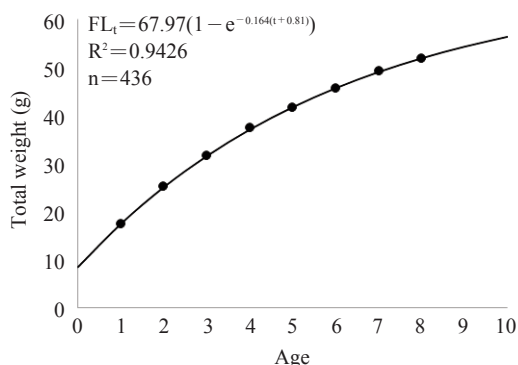


Fig. 13. The von Bertalanffy growth curve estimated from the non-linear method of the flathead grey mullet (*M. cephalus*) in the coastal waters of Yeosu from September 2009 to August 2010.

으로 나타났다 (Fig. 12). Fig. 8의 이석 반지름과 체장과의 관계식을 사용하여 추정된 연령별 윤문형성시의 역계산체장은 1세 17.41cm, 2세 25.17cm, 3세 31.69cm, 4세 37.40cm, 5세 41.59cm, 6세 45.68cm, 7세 49.22cm, 8세 51.92cm 이었다. 연령별 평균 체장으로부터 추정된 송어의 성장파라미터는 성장계수 (K)는 0.164/yr, 이론적 최대체장 (L_{∞})은 67.97cm, 체장이 0일 때의 이론적 연령 (t_0)은 $-0.81yr$ 이었으며, von Bertalanffy 성장곡선은 Fig. 13과 같다.

고찰

본 연구에서 사용된 송어는 2009년 9월부터 2010년 8월까지 여수 인근 해역에서 채집되었다. 송어는 산란기가 되면 수심이 깊은 바다로 산란회유하고 어린시기에는 연안에서부터 담수역까지 서식하는 것으로 알려져 있다 (NFRDI, 2004). 본 연구에서도 대상해역에서 채집된 송어는 27cm 미만의 소형개체가 거의 채집되지 않았다. 소형개체가 채집되지 못함에 따라 고른 체장 분포를 나타내지 못하여 연구결과에 영향을 미칠 수 있으므로 부득이하게 마지막 조사 시기인 8월에 소형개체를 따로 하였고, 또한 채집과정에서 8월과 9월에 송어의 채집이 다른 달에 비해 힘들었다.

본 연구에서는 송어의 이석을 사용하여 연령사정을 수행하였다. 연령형질로 이석을 사용하기 앞서 송어의 좌우 이석의 동일성을 검증하였는데, 좌우 이석의 지름을 분석한 결과 동일한 것으로 나타났다 ($P=0.831$). 이석을 활용하여 연령을 판독함에 있어 2명의 판독자가 각각 독립적으로 판독을 수행하여 연령판독의 일치도를 비교하였고, 또한 각각의 판독결과를 비교하여 일치도를 비교하였다. 판독자 간의 연령 일치도를 살펴보면 70-84%로 나타났으며, 각각의 판독자가 두 번째에 판독한 결과에서 일치도가 가장 높게 나타났다. 이를 통해 판독자의 숙련도가 높아질수록 정확한 윤문판독이 수행된다는 것

이 확인되었다. 또한 판독자간의 일치도를 구하여 성장식을 추정함으로써 윤문판독 과정에서 발생할 수 있는 오차를 줄였다.

일반적으로 어류에서 윤문이 형성되는 원인은 산란, 부상 혹은 불규칙적인 식이에 의해 형성된다 (Zhang, 2010). 송어는 산란을 위해 쿠로시오 난류의 영향을 받는 난수역으로 회유하는 강하성 어종 (Kim et al., 2005)으로 계절적 성장에 의한 영향 보다 산란에 의한 영향을 크게 받는다. 따라서 송어의 윤문형성시기는 성장이 둔화되는 겨울이 아닌 산란직전기와 강하성 회유시기에 형성되는 것으로 보인다. 대부분의 연령과 성장 논문에서는 윤문의 형성시기 및 횟수를 중요한 부분으로 다룬다. 일반적으로 윤문을 연륜으로 판단할 때는 이석에 나타난 투명대, 불투명대의 이행을 확인한 후 판독자의 판단에 의해 조합을 설정한다. 본 연구에서 송어의 경우 넓은 투명대와 좁은 불투명대가 반복적으로 나타남에 따라 불투명대 시작점을 윤문으로 판단하여 연령을 판독하였다. Fowler (1995)의 연구에 따르면 산호초 어류(coral reef fish)의 경우 지역별로 투명대와 불투명대가 형성되는 시기가 약간씩 차이가 있음을 밝혔고, Yosef and Casselman (1995)의 연구에서는 열대어 (tropical fish)의 윤문은 7월-8월에 형성된다고 밝혔다. 또한 *Pomacanthus arcuatus*에 관한 Steward et al. (2009)의 연구에서도 윤문의 형성시기를 5월에서 9월사이로 보고, 주 형성시기는 8월이라고 밝히고 있다.

송어의 연령사정 결과 1세에서 8세까지 나타났다. 연령별 체장은 1세 17.41cm, 2세 25.17cm, 3세 31.69cm, 4세 37.40cm, 5세 41.59cm, 6세

45.68cm, 7세 49.22cm, 8세 51.92cm이었다. Ghadirnejad (1996)의 연구에 따르면 남부 카스피해에 서식하는 *Liza aurata*의 연령별 체장은 1세 12.8cm, 2세 18.9cm, 3세 24.4cm, 4세 32.3cm, 5세 35.1cm, 6세 38.6cm, 7세 39.9cm, 8세 41.8cm, 9세 43.4cm, 10세 43.4cm, 11세 44.6cm, 12세 45.5cm으로 나타났다. 본 연구와 비교하였을 때 남부 카스피해에 서식하는 송어과 어종인 *L. aurata*에 비해 우리나라 해역에 서식하는 송어 (*M. cephalus*)가 체장이 크고, 성장이 빠른 것으로 판단된다. 연령별 평균 체장으로부터 추정된 송어의 성장파라미터는 성장계수 (K)는 0.164/yr, 이론적 최대체장 (L_{∞})은 67.97cm, 체장이 0일 때의 이론적 연령 (t_0)은 -0.81yr이었다. 동일 종에 대한 자료를 바탕으로 비교하여야 하나, 송어 (*M. cephalus*)의 성장에 관한 자료를 구할 수는 없어, *M. soiuy* (Pacific mullet)와 동일한 과에 속하는 *L. grandisquamis* (Large-scale mullet)에 대한 연구 자료를 활용하여 분석하였다.

본 연구결과를 비교해 본 결과, 흑해 (Black Sea)에 서식하는 송어과 어종에 비해 여수 해역에 서식하는 송어가 성장이 느린 것으로 판단되며, 반면 나이지리아 해역에 서식하는 송어와는 성장 속도가 유사한 것으로 판단된다. 이론적 최대 체장의 경우, 흑해 (Black sea)에 서식하는 송어과 어종이 가장 큰 것으로 나타났으며, 나이지리아 해역에 서식하는 송어가 가장 작은 것으로 나타났다.

이와 같이 본 연구를 통하여 밝혀진 여수 연안 송어의 연령과 성장자료를 이용하여 향후 송어의 자원 생태학적 특성치를 파악하고, 정확한 자원평가를 수행하여 효율적이고 합리적인 자원

Table 4. The comparison of the von Bertalanffy growth parameter for species of Mugilidae

Region	Species	L_{∞}	K	t_0	Age character	Reference
Yeosu in Korea	flathead grey mullet	67.96	0.164	-0.81	Otolith	this study
Nigerian coast	Large-scale mullet	55.2	0.186		Scale	Njoku and Ezeibekwe (1996)
Black Sea	Pacific mullet	71.9	0.26	-1.57	Scale	Okumus and Bascinar (1997)

관리방안을 마련해야 할 것이다.

결 론

2009년 9월부터 2010년 8월까지 여수 근해 해역에서 채집된 송어를 사용하여 연령과 성장에 관한 연구를 수행하였다. 본 연구에서는 속도지수 (GSI)를 활용하여 산란시기를 추정하였다. 이석을 활용하여 연령을 판독함에 있어 2명의 판독자가 각각 독립적으로 판독을 수행하여 연령판독의 일치도를 비교하였고, 또한 각각의 판독결과를 비교하여 일치도를 비교하였다. 판독자 간의 연령 일치도는 84%로 나타났다. 송어의 연령사정 결과 1세에서 8세까지 나타났다. 연령별 체장은 1세 17.41cm, 2세 25.17cm, 3세 31.69cm, 4세 37.40cm, 5세 41.59cm, 6세 45.68cm, 7세 49.22cm, 8세 51.92cm이었다. 연령별 평균 체장으로부터 추정된 송어의 성장파라미터는 성장계수 (K)는 0.164/yr, 이론적 최대체장 (L_{∞})은 67.97cm, 체장이 0일 때의 이론적 연령 (t_0)은 -0.81yr이었다.

사 사

본 연구는 부경대학교 기성회계 (한국 남해안 송어의 연령과 성장 PK-2010-114)의 지원에 의해 수행되었음.

참고문헌

- Bertalanffy, L. von, 1938. A quantitative theory of organic growth (Inquiries on growth laws. (II)). Hum. Biol., 10 (2), 181-213.
- Fowler, A.J., 1995. Recent developments in fish otolith research. Secor, D.H., J.M. Dean and S.E. Campana, ed. The Belle W. Baruch Institute for Marine Biology and Coastal Research by the University of South Carolina Press, USA, 45-63.
- Ghadirnejad, H., 1996. Population dynamics of grey mullet species (*Liza aurata*) in southern Caspian Sea. Ph.D Thesis, University of Wales, pp. 207.
- Kang, D.Y., H.W. Kang, G.H. Kim, K.C. Jo and H.C. Kim, 2007. Effect of Cold Shock on the Physiological Responses of the Cultured mullet, *Mugil haematocheilus* in Winter. J. Kor. Fish. Soc., 40 (4), 226-233.
- Kim, D.S., C.S. Joo and J.S. Park, 2005. A Study on the movement Distribution of Common Grey Mullet, *Mugil cephalus* in Funnel Net Fishing Ground of the Yeosu Coastal Sea. Bull. Korean Soc. Fish. Tech., 41 (1), 1-8.
- Kim, J.K., Y.U. Kim and S.G. Byun, 2000. Egg and larval development of *Chelon lauvergnii* from Korea. Korean Journal of Ichthyology, 12 (2), 137-145.
- Lee, C.L. and D.S. Joo, 1994. Synopsis of Family Mugilidae (Perciformes) from Korea. J. Kor. Fish. Soc., 27 (6), 814-824.
- Njoku, D.C. and I.O. Ezeibekwe, 1996. Age composition and growth of the large-scaleed mullet, *Liza grandisquamis* (pisces: Mugillidae), Valenciennes, 1836 on the New Calabar Estuary, off the Nigerian coast. Fisheries Research, 26, 67-73.
- NFRDI, 2004. Commercial fishes of the coastal & offshore waters in Korea. 77-78.
- Okumus, I. and N. Bascinar, 1997. Population structure, growth and reproduction of introduced Pacific mullet, *Mugil soiuy*, in the Black Sea. Fisheries Research, 33, 131-137.
- Park, S.W., J.H. Yu and C.H. Lee, 2006. Amyloidin sp. infestation in Mullet (*Mugil cephalus*) cultured in a pond on land. Korean J. Ichthyol., 19 (1), 7-16.
- Robillard, E., C.S. Reiss and C.M. Jones, 2009. Age-validation and growth of bluefish (*Pomatomus saltatrix*) along the east coast of the United States. Fisheries Research, 95, 65-75.
- Steward, C.A., K.D. DeMaria and J.M. Shenker, 2009. Using otolith morphometrics to quickly and inexpensively predict age in the gray angelfish (*Pomacanthus arcuatus*). Fisheries Research, 99 (2), 123-129.
- Yosef, T.G. and J.M. Casselman, 1995. Recent developments in fish otolith research. Secor, D.H., J.M. Dean and S.E. Campana, ed. The Belle W.

Baruch Institute for Marine Biology and Coastal Research by the University of South Carolina Press, USA, 247 – 269.	2011년 5월 17일 접수
Zhang, C. I., 2010. Marine Fisheries Resource Ecology. Pukyong National University Press, pp. 561.	2011년 8월 2일 1차 수정 2011년 8월 11일 2차 수정 2011년 8월 13일 수리