동해 임연수어, *Pleurogrammus azonus* (Jordan and Metz)의 성숙과 산란

이성일·양재형*·윤상철·전영열·김종빈·차형기¹·장대수¹·김재원²
국립수산물과학원 동해수산연구소 자원환경과, ¹국립수산물과학원 자원연구과,
²강원도립대학 해양생명과학과

Maturity and Spawning of the Atka Mackerel, *Pleurogrammus azonus* (Jordan and Metz) in the East Sea

Sung Il Lee, Jae Hyeong Yang*, Sang Chul Yoon, Young Yull Chun,
Jong Bin Kim, Hyung Kee Cha¹, Dae Soo Chang¹ and Jae Won Kim²
Fisheries Resources and Environment Division, East Sea
Fisheries Research Institute, NFRDI, Gangneung 210-861, Korea
¹Fisheries Resources Research Division, NFRDI, Busan 619-705, Korea
²Marine Life-Science, Gangwon Provincial College, Gangneung 210-804, Korea

Maturity and spawning of the atka mackerel, *Pleurogrammus azonus*, was investigated based on the samples collected by gill net and set net in the East Sea from January 2006 to March 2009. Gonadosomatic index (*GSI*) began to increase in October, and reached a maximum between November and December. After spawning *GSI* began to decrease from January. The spawning period was from October to January, and main spawning period was from November to December. Annual reproductive cycles of this species could be divided into five successive stages in females; early growing stage (June), late growing stage (July to August), mature stage (September to October), ripe and spent stage (November to January), and recovery and resting stage (January to May). Males showed four successive stages: growing stage (June to August), mature stage (September to October), ripe and spent stage (October to December), and recovery and resting stage (January to May). *P. azonus* could be one of polycyclic species spawning two times or more during one spawning season. Number of total and mature eggs in the fecundity were proportional to fork length. The fork length at 50% group maturity was estimated to be 26.9 cm.

Key words : *Pleurogrammus azonus*, Atka mackerel, Maturity, Spawning, East Sea

서 론

임연수어, *Pleurogrammus azonus*는 쏨뱅이목 (Order Scorpaeniformes), 쥐노래미과 (Family Hexagrammidae)에 속하는 어종으로, 우리나라 동해, 일본 대마도 이북, 오후츠크해 등에 분포한다 (NFRDI, 2004). 임연수어는 수심 150~200m 되는 암초지대에 주로 서식하는 정착성 어종으로서, 산란시기 가 되면 연안 가까이로 이동하여 수심 6~30m되는 암초지대의 바위틈에 알을 낳아 덩어리를 형성하며, 수컷이 알을 보호한다 (NFRDI, 2004).

임연수어의 성숙과 산란에 관하여 국외에서는 Fadeev (2005), Novikov et al. (2002) 등이 일본 북부해역 및 러시아 연해주 연안의 임연수어에 대해 보고하였고, Lee (1985), Levada (1979), Gorbunova (1962)는 북태평양 단기임연수어의 성숙과 산란에 관한 연구를 수행하였다. 국내에서는 쥐노래미과에 속하는 노래미 (Chung and Kim, 1994) 및 쥐노래미 (Kang et al., 2004) 등의 성숙과 산란에 대한 보고는 있으나 임연수어

에 대한 연구는 미흡한 실정이다.

임연수어는 우리나라 동해안에서 자망 및 정치망어업 등에서 주로 어획되며, 과거 1980~1990년대에는 2천톤 이상이 어획되었으나 최근 어획량은 약 1천톤으로 낮은 어획수준을 보이고 있다. 감소된 임연수어 자원을 지속적이고 합리적으로 이용하기 위해서는 과학적인 자원평가를 통해 효율적인 자원 관리가 이루어져야 한다. 이러한 자원평가 및 관리를 위해서는 임연수어에 대한 성숙과 산란 및 성장 등에 관한 생태학적 구명이 선행되어야 할 것이다.

본 연구는 우리나라 동해안 임연수어의 성숙과 산란에 관한 것으로 2006년 1월부터 2009년 3월까지 생식소 발달과정 및 생식소 숙도지수의 월 변화, 포란수, 성숙체장 등을 파악하여 임연수어의 재생산력과 관련된 생식생태를 밝히고자 한다.

재료 및 방법

본 연구에서 사용한 임연수어 시료는 2006년 1월부터 2009년 3월까지 우리나라 강원도 강릉시 주문진 연안에서 자망

*Corresponding author: yjh159@nfrdi.go.kr

Fig. 1. Sampling area of *P. azonus* caught by gill net and set net in the East Sea.

및 정치망어업에 의해 어획된 것이다 (Fig. 1). 채집된 시료는 실험실에서 암·수 구분하여 가랑이체장 (FL)은 0.1 cm까지, 체중 (BW)은 0.1 g까지, 그리고 생식소중량 (GW)은 0.01 g까지 측정하였다.

임연수어의 생식소 발달과정을 알아보기 위하여 생식소 크기, 색조, 난의 투명상태, 난립의 크기 등을 기준하여 생식소 속도를 육안관찰하였으며, 성숙단계는 성장 (early and late growing), 성숙 (mature), 완숙 (ripe), 방후 (spent)의 4단계로 구분하였다.

생식소 속도지수 (GSI)의 월 변화는 다음 식으로 구하였으며,

$$GSI = \frac{GW}{BW} \times 10^3$$

여기서, GW 는 생식소중량 (g)을, 그리고 BW 는 체중 (g)을 나타낸다.

생식소의 내부구조와 생식소 발달의 조직학적 변화는 2008년 1~12월간 채집된 시료를 대상으로 표본추출하여 관찰하였다. 생식소를 추출한 후 Bouin's solution에 24시간 고정하였고, 이후 수세와 탈수과정을 거쳐 paraplant에 포매 후 4~6 μm 두께로 연속 절편하여 조직표본을 만들었다. 조직표본의 haematoxyline-eosin 염색을 위하여 조직표본을 xylene 용액에서 파라핀을 제거한 후 알코올에서 저농도 순의 단계로 함수과정을 거쳐 조직 내에 수분을 첨가시켰다. 그 후 진행성인 Mayer's haematoxylin에서 약 4분 동안 핵 염색을 한 후, 0.5% eosin에서 약 1분 동안 세포질 염색을 실시하였다. 그리고 탈수과정을 거쳐 Marinol로 봉입하였다. 제작된 생식소 조직표본은 광학현미경을 이용하여 검경하였다.

포란수 (F)는 완숙단계의 개체 중 현미경으로 관찰한 결과, 산란하지 않았다고 판단되는 개체를 선정하여 미세한 침에 의해 완전히 분리하여 해부현미경으로 계수한 후, 습중량법으로 구하였다.

$$F = \frac{A-B}{C} \times e$$

여기서, A 는 난소의 중량, B 는 난소 껍질의 중량, C 는 난소 일부의 중량, 그리고 e 는 C 의 난 수이다.

난경은 난소 내 난포를 개량 Gilson액 (Love and Westphal, 1981)에 넣어 분리한 후, 해부현미경으로 난의 장경을 측정하였다.

군성숙도는 산란기로 추정되는 시기에 성숙 이상의 개체를 당해연도 산란가능군으로 보고 성숙개체의 비율로써 구하였으며, 50% 성숙체장은 logistic식 (Zhang, 1991)에 의해 추정하였다.

$$P_i = \frac{1}{1 + e^{(b_1 - b_2 FL_i)}}$$

여기서, P_i 는 i 체장계급에서의 군성숙비율, FL_i 는 i 체장계급의 가랑이체장, 그리고 b_1 , b_2 는 상수이다.

결 과

체장조성

본 연구에 사용된 체장범위는 암컷은 18.7~56.0 cm이었고, 수컷은 19.8~42.0 cm이었으며, 평균체장은 암·수 각각 29.3 cm, 28.6 cm이었다 (Fig. 2).

Fig. 2. Length-frequency distribution of *P. azonus* in the East Sea, January 2006~March 2009.

성숙도의 월 변화

어체측정시 육안관찰로써 난소의 속도를 4단계로 구분하여 분석한 결과, 성장상태 (early and late growing)는 난소가 왜소하고, 육안으로 관찰하기 힘든 유백색의 난들이 존재하였다. 성숙상태 (mature)의 난소는 점차 비대해지기 시작하였고, 투명한 열은 푸른색의 난들과 유백색의 난들이 공존하였다. 완숙상태 (ripe)는 난소가 최대로 비대되고, 난들이 쉽게 분리되며, 난경크기가 중·소형인 투명한 열은 푸른색의 난들과 유백색의 난들은 생식소의 상부에 자리를 잡았고, 난경크기가 대형인 열은 푸른색의 난들은 생식소의 하부에 자리 잡고 있었다. 방후상태 (spent)는 난소가 수축되고 늘어서 산란흔적

Fig. 3. Monthly changes of maturity stages of female *P. azonus* in the East Sea, January 2006~March 2009.

Fig. 4. Monthly changes of gonadosomatic indices (GSI) of female and male *P. azonus* in the East Sea, January 2006~March 2009. Solid circles indicate mean GSI, and vertical bars indicate low and high GSI.

을 볼 수 있었고, 작은 유백색의 난들이 일부 관찰되었다. 임연수어의 월별 성숙도 변화를 살펴보면 (Fig. 3), 완숙상태의 개체가 2006년에는 10~12월에 23~97%가 출현하였고, 2007년에는 11월부터 이듬해 1월까지 3~57%가 출현하였으

며, 2008년에는 11~12월에 27~64%가 출현하여 완숙상태의 개체는 주로 11~12월 사이에 높은 출현율을 보였다. 방후상태의 개체는 12월부터 나타나기 시작하여 이듬해 1월까지 출현하였다.

Fig. 5. Phtomicrographs of ovarian developmental phases of *P. azonus*. A, Early growing stage: Note the oogonia and perinucleolus in the cytoplasm; B, Late growing stage: Note the oocyte with yolk vesicle in the cytoplasm; C, Mature stage: Note the oocyte in nucleus migratory; D, Ripe stage: Note the ripe eggs containing homogenized yolk materials and oil globules in the cytoplasm and well developed zona radiata; E, Spent stage: Note the residual follicles after ovulation; F, Recovery and resting stage: Note the degenerating oocytes and residual immature oocytes. Abbreviation; C, chromatin; Do, degenerating oocyte; Og, oil globule; Onm, oocyte in the migratory nucleus; Yv, yok vesicle; Pn, perinucleolus; Rf, residual follicle; Zr, zona radiata.

Fig. 6. Photomicrographs to testicular developmental phases of *P. azonus*. A, Note the testicular lobule; B, Growing stage: Note the numerous small spermatogonia and spermatocyte; C, Mature stage: Note the cyst composed of spermatogonia, spermatocytes, spermatid and spermatozoa; D, Ripe stage: Note increasing spermatozoa in the cyst; E, Spent stage: Note the undischarged spermatozoon; F, Recovery and resting stage: Note the withering and undischarged spermatozoa existing in the lumen of the lobules. Abbreviation; Sc, spermatocyte; Sg, spermatogonium; St, spermatid; Sz, spermatozoon; Tl, testicular lobule; Usz, undischarged spermatozoon.

생식소 속도지수의 월 변화

임연수어 암컷의 *GSI*의 월 변화를 살펴보면 (Fig. 4A), 최대 *GSI*가 2006년에는 10월에 크게 증가하여 12월까지 13.2~14.8의 높은 값을 보였고, 2007년에는 11월에서 이듬해 1월까지, 그리고 2008년에는 11~12월에 *GSI*가 13 이상의 높은 값을 보였으며, 이 이후에는 *GSI*가 급격히 감소하여 낮은 값을 보였다. 최대 *GSI*가 10 이상의 높은 값을 나타내는 기간에는 완숙 상태의 개체가 출현하였다. 평균 *GSI*의 변화도 최대 *GSI*의 변화와 유사한 경향을 나타내었다.

수컷의 *GSI*의 월 변화를 보면 (Fig. 4B), 2006년에는 9~12월에 높은 값을 보였고, 2007년에는 11~12월에, 그리고 2008년에는 10~12월에 높은 값을 보였다. 수컷의 *GSI*의 월 변화는 암컷과 유사한 경향을 나타내었다.

생식소 발달의 조직학적 변화

난소

초기성장기 (early growing stage)

6월의 개체들에서는 난소가 활성화되기 시작하여 초기성장기의 난소소엽 내에는 직경 5~10 μm 의 난원세포, 직경 10~20 μm 의 초기 난모세포 및 직경 20~200 μm 의 주변인기 난모세포들이 출현하였다 (Fig. 5A).

후기성장기 (late growing stage)

7~8월에 접어들면 대부분의 개체가 후기성장기의 난소를 갖는데, 난소 내에서는 난황포기 및 난황과립을 갖는 직경 450~800 μm 의 난모세포들이 난소소엽을 채웠다 (Fig. 5B).

성숙기 (mature stage)

9~10월에는 난소의 발달이 급격히 진행되어 대부분의 난소 내에는 다량의 난황이 축적된 직경 600~700 μm 의 난모세포들과 배포이동기에 속하는 직경 1,400~1,800 μm 의 성숙난모세포들이 출현한다 (Fig. 5C).

완숙 및 산란기 (ripe and spent stage)

11월과 1월에는 완숙기의 난소가 출현하였고, 이때 암컷의 난소소엽 내에는 직경 1,700~2,400 μm 전후의 완숙난으로 가득 채워지며 (Fig. 5D), 배란흔적을 보이는 난소도 출현하는 것을 볼 수 있었다 (Fig. 5E).

회복 및 휴지기 (recovery and resting stage)

1월 이후 방란이 끝난 암컷개체들의 난소소엽 내에는 미방출된 난모세포들과 잔존여포들이 회복·흡수되었으며 난소소엽은 위축되었고, 5월까지 회복 및 휴지기 상태의 개체들이 관찰되었다 (Fig. 5F).

정소

성장기 (growing stage)

6~8월에 비후된 정소소엽 상피 (Fig. 6A) 내에는 정원세포들이 활발하게 분열증식하였고, 정모세포들이 출현하였다 (Fig. 6B).

성숙기 (mature stage)

9~10월에 정소소엽의 포낭 내에는 소수의 정원세포를 비롯

하여 성숙분열중인 정모세포군과 변태중인 정세포군들과 정자들의 출현을 볼 수 있었다 (Fig. 6C).

완숙 및 방정기 (ripe and spent stage)

10~12월에 정소소엽과 수정세관 내에는 변태를 마친 정자들이 밀집되어 있었으며 (Fig. 6D), 정자의 방정이 일어났다 (Fig. 6E).

회복 및 휴지기 (recovery and resting stage)

방정을 마친 개체들은 정자들을 자체 회복·흡수하면서 생식소가 위축되어 있으며 회복기로 접어들었다. 정소소엽상피 위에는 소수의 정원세포들이 출현·배열된 후 계속하여 1~5월까지 장기간에 걸쳐 휴지기 상태의 개체들이 관찰되었다 (Fig. 6F).

따라서 생식소 발달과정 및 생식소 속도지수의 월 변화로부터 임연수어의 산란기는 10~1월로, 주 산란기는 11~12월로 추정된다.

난경

난경크기의 월 변화를 살펴보면 (Fig. 7), 9월에 채집된 개체 (*GSI*=1.25)의 난경은 500~600 μm 전후의 1개의 모드를 형성하고 있었고, 10월에 채집된 개체 (*GSI*=7.93)에서는 600~700 μm 전후와 2,100~2,200 μm 전후의 2개 모드와 일부 1,000 μm 전후로 발달된 난들이 관찰되었다. 11월에 채집된 개체 (*GSI*=10.69)의 난경은 난소가 성숙함에 따라 더욱 발달하여 800~900 μm 전후, 1,700 μm 전후, 그리고 2,300~2,400 μm 전후의

Fig. 7. Size frequency distributions of egg diameter of *P. azonus* in the East Sea.

3개의 모드가 존재하였고, 2,000 μm 이상 되는 대형 난모세포군은 배란된 상태로 관찰되었다. 12월에 채집된 개체 ($GSI=11.73$)에서는 2,000 μm 이상인 대형 난모세포가 주된 군을 형성하고 있었고, 이후 1월에 채집된 개체 ($GSI=0.03$)에서는 1,000 μm 이상의 난모세포군은 사라지고 100 μm 전후의 난모세포군이 존재하는 것으로 나타났다. 이러한 산란기 개체의 난경조성 모드를 기준으로 보면, 임연수어 1개체는 산란기간에 적어도 2회 이상 다회 산란하는 것으로 추정된다.

포란수

조직검정에 의해 산란경험이 없다고 판단되는 성숙 개체 49마리를 대상으로 총포란수와 난경크기가 2,000 μm 이상되는 배란직전의 성숙란수를 분석한 결과는 Table 1과 같다. 임연수어의 총포란수는 최소 3,312개 (FL 30.5 cm)에서 최다 74,933개 (FL 56.4 cm)로 계수되었고, 성숙란수는 최소 758개 (FL 29.9 cm)에서 최다 30,471개 (FL 52.3 cm)로 계수되었다 (Table 1). 체장에 따른 절대포란수와 상대포란수는 체장이 커질수록 증가하는 것으로 나타났으며, 가랑이체장 (FL)과 총포란수 (F_{total})와의 관계식은 $F_{\text{total}}=0.086FL^{3.491}$ ($R^2=0.491$)이었고, 가랑이체장 (FL)과 성숙란수 (F_{mature})와의 관계식은 $F_{\text{mature}}=0.001FL^{4.209}$ ($R^2=0.494$)이었다 (Fig. 8).

Table 1. Absolute and relative fecundities according to fork length of *P. azonus* in the East Sea

Fork length (cm)	Absolute fecundity		Relative fecundity (cm^{-1})		n
	Total eggs	Mature eggs	Total eggs	Mature eggs	
25.0~29.9	5,303	758	177	25	1
30.0~34.9	3,312~29,568 (14,295)	849~8,265 (3,454)	106~924 (438)	28~247 (105)	29
35.0~39.9	7,805~43,123 (24,699)	1,239~11,116 (3,918)	220~1,215 (671)	35~279 (104)	11
40.0~44.9	34,095~52,505 (43,223)	1,646~10,683 (6,763)	804~1,188 (1,030)	41~247 (159)	5
45.0~49.9	36,299	7,027	738	143	1
50.0~54.9	39,488	30,471	755	583	1
55.0~59.9	74,933	30,439	1,329	540	1

Fig. 8. Relationship between fork length and fecundity of *P. azonus* in the East Sea. Solid and open circles represent the number of total and mature fecundities.

Fig. 9. Relationship between fork length and group maturity of female *P. azonus* in the East Sea.

군성숙체장

재생산에 참여하는 체장을 알아보기 위해 10~12월간 채집된 암컷 448마리를 대상으로 성숙상태 이상의 개체가 당해연도 산란에 참여하는 것으로 간주하여 체급별 성숙개체의 출현율을 조사하였다 (Fig. 9). 체장 26 cm (FL) 이하에서는 성숙개체가 출현하지 않았고, 39 cm (FL) 이상에서는 전 개체가 성숙한 것으로 확인되었다. 따라서 체급별 성숙개체의 출현율을 logistic 식에 적용시킨 결과, 임연수어 암컷의 50% 성숙체장은 26.9 cm (FL)로 추정되었다.

고찰

임연수어의 성숙도의 월 변화를 보면, 완숙상태의 개체가 주로 10월부터 12월까지 출현하였고, 방후상태의 개체는 12월부터 이듬해 1월까지 출현하였다. 생식소 속도지수의 월 변화에서는 GSI 가 10월에서 12월에 높은 값을 나타내어 임연수어의 산란기는 10~1월, 주 산란기는 11~12월로 추정되었다. 조사기간동안 완숙상태의 개체가 출현한 시기를 살펴보면, 2006년에는 10월부터, 그리고 2007~2008년에는 11월부터 출현하여 연도별로 다소 차이가 있었다. 본 조사해역에 대한 연안정지관측자료 (NFRDI, 2007~2009)를 사용하여 2006~2008년 10~12월간의 월별 평균수온 변화를 살펴보면 (Fig. 10), 2006년에는 10월 하순에 수온이 급격히 하강하여 18°C 이하를 나타내었으나 2007~2008년에는 11월 이후부터 수온이 18°C 이하로 떨어진 것으로 나타났다. 따라서 임연수어는 겨울철에 수온이 18°C 이하로 하강하면서 완숙상태의 개체가 출현하는 것으로 보여 임연수어의 성숙과 수온은 밀접한 관계가 있는 것으로 추측된다.

우리나라 인근해역들에 대한 임연수어의 산란기 추정 연구 결과들을 살펴보면, 일본 북부해역 임연수어의 산란기는 8~11월 (Fadeev, 2005), 러시아 연해주 연안 임연수어는 9~11월 (Novikov et al., 2002)로 보고하여, 일본 북부해역 및 러시아 연해주 연안 임연수어가 우리나라에 서식하는 임연수어 보다 산란시기가 약 1~2개월 정도 빠른 것으로 보인다. 이러한 원인은 러시아가 우리나라 보다 고위도 해역으로 이러한 서식

Fig. 10. Monthly variation of sea temperature in the coast of Jumunjin, October 2006~December 2008.

및 해양환경 차이에 기인한 것으로 추정되나 이에 대해서는 보다 종합적인 연구가 필요하다. Lee (1985)는 북태평양 단기임연수어 (*P. monopterygius*)의 산란기를 7~9월로 제시하였으나, Lee (1985)가 조사한 북태평양 단기임연수어는 우리나라 강원도 고성군 대진연안에서 처음으로 발견되어 Youn and Kim (2000)에 의해 단기임연수어 (국명)라 명명된 어종으로, 본 연구에서 조사한 임연수어 (*P. azonus*)와는 다른 종이다. 따라서 우리나라에는 2종의 임연수어 (*P. azonus*, *P. monopterygius*)가 서식하고 있는 것으로 보이며, 단기임연수어에 대한 생태학적 연구도 필요할 것으로 생각된다. 우리나라에 서식하는 쥐노래미과 어종들에 대한 산란시기를 살펴보면, 노래미 (*Hexagrammos agrammus*)의 산란기는 11~12월 (Chung and Kim, 1994), 쥐노래미 (*H. otakii*)의 산란기는 9~12월 (Kang et al., 2004)로 같은 과 (Family)에 속하는 임연수어의 산란시기와 유사한 경향을 보였다.

임연수어 난모세포의 성숙과정은 난소가 10월경부터 발달하기 시작하여 11~12월에 완숙기에 이르고, 1월 이후 산란하면 남아있는 작은 난모세포가 퇴화·흡수되었다. 난경은 최대 2,600 μm 까지 성장하면서 3개의 모드를 나타내어 임연수어는 산란시기에 2회 이상 다회 산란하는 것으로 보이는데, 쥐노래미과에 속하는 단기임연수어 (Lee, 1985)와 노래미 (Chung and Kim, 1994), 그리고 쥐노래미 (Kang et al., 2004)에서도 이러한 결과를 나타내었다. 어류의 생식활동은 대개 계절적이거나 정해진 주기를 가지는데, 어류의 생식활동에 영향을 미치는 요인으로는 호르몬의 분비, 외부의 환경조건, 어미의 영양상태 등을 들 수 있다 (Kim and Zhang, 1994). 또한 같은 종이라도 서식지역에 따라 산란시기 및 횟수가 다르기도 하다. 임연수어와 같이 2회 이상 분할 산란하는 어종은 처음에는 난군이 단일모드를 나타내지만, 이후 그 중에서 일부가 더욱 성숙하여 완숙난군이 되며 난경분포는 2개의 모드를 형성한다. 제1모드의 완숙난군이 배란하게 되면 제2모드의 난군이 다시 성숙하여 완숙 후 배란하게 된다. 이와 같은 2회 이상 분할 산란형은 먹이조건을 포함한 외부환경에 따라 1차와 2차의 산란수를 적절히 조정하며, 그 산란간격도 조정하는

것으로 알려져 있다 (Kim, 1997). 이러한 산란형은 일시산란형에 비해 자치어의 생존율을 높이는 데 보다 효과적인 것으로 보인다.

본 조사결과에 의하면, 우리나라 동해안 임연수어의 50% 성숙체장은 26.9 cm (FL)로서 남쿠릴해역 임연수어의 성숙체장 26~27 cm (Fadeev, 2005)와 비슷하였다. 그리고 북태평양 단기임연수어의 성숙체장은 33.7 cm (Lee, 1985), 33~35 cm (Gorbunova, 1962), 26~28 cm (Levada, 1979), 그리고 우리나라 노래미는 약 11 cm (Chung and Kim, 1994), 쥐노래미는 19.1 cm (Kang et al., 2004)로 보고하여 임연수어의 성숙체장이 노래미와 쥐노래미 보다는 크고 단기임연수어 보다는 작은 것으로 보인다.

임연수어의 총포란수 범위는 3,312~74,933개이었고, 성숙란수는 758~30,471개이었고, 노래미의 총포란수는 3,349~18,618개, 성숙란수는 1,081~9,434개이었으며 (Chung and Kim, 1994), 쥐노래미의 총포란수는 3,522~69,808개, 성숙란수는 2,049~14,891개로 (Kang et al., 2004), 임연수어가 노래미 및 쥐노래미 보다 많은 포란수를 나타내었다. 그리고 일반 경골어류처럼 임연수어도 체장이 증가함에 따라 포란수가 기하급수적으로 증가하는 경향을 보였다.

사 사

이 연구는 국립수산물과학원(동해연안어업자원조사, RP-2009-FR-017)의 지원에 의해 수행되었습니다.

참고문헌

- Chung EY and Kim SY. 1994. On the maturity and spawning of the greenling, *Hexagrammos agrammus* (Temminck et Schlegel). Korean J Ichthyol 6, 222-236.
- Fadeev NS. 2005. Guide to biology and fisheries of fishes of the North Pacific Ocean. TINRO-Center, Vladivostok, Russia, pp. 366.
- Gorbunova NN. 1962. Spawning and development of greenlings (family Hexagrammidae). In: Greenlings: taxonomy, biology, interoceanic translocation. Rass TS, ed. 121-185. (Transl. from Razmnozhenie I razvitie ryb semeisva terpugovykh Hexagrammidae. Akad. Nauk SSSR, Trudy Inst Okeanol 59, 118-182, by Israel Prog Sci Transl 1970).
- Kang HW, Chung EY and Kim JH. 2004. Sexual maturation and spawning characteristics in greenling, *Hexagrammos otakii* of the west coast in Korea. J Aquaculture 17, 30-38.
- Kim YS. 1997. Fisheries Resources Ecology. Shinheung Publ. Co., Busan, Korea, 68-70.
- Kim S and Zhang CI. 1994. Fish Ecology. Seoul Press, Seoul, Korea, pp. 23-69.
- Lee JU. 1985. Studies on the fishery biology of the

- atka mackerel *Pleurogrammus monopterygius* (Pallas) in the North Pacific Ocean. Bull Fish Res Dev Agency 24, 65-125.
- Levada TP. 1979. Some data on biology and catch of atka mackerel. TINRO-Center, Vladivostok, Russia, pp. 13.
- Love MS and Westphal WV. 1981. Growth, reproduction and food habits of olive rockfish, *Sebastes serranoides*, off Central California. Fish Bull 79, 533-543.
- National Fisheries Research and Development Institute (NFRDI). 2004. Commercial fishes of the coastal and offshore waters in Korea (2nd ed.). Hangeul graphics, Busan, Korea, pp. 121.
- National Fisheries Research and Development Institute (NFRDI). 2007. Oceanographic information of the Korean waters in 2006. NFRDI report, 1-211.
- National Fisheries Research and Development Institute (NFRDI). 2008. Oceanographic information of the Korean waters in 2007. NFRDI report, 1-259.
- National Fisheries Research and Development Institute (NFRDI). 2009. Oceanographic information of the Korean waters in 2008. NFRDI report, 1-271.
- Novikov NP, Sokolovsky AS, Sokolovskaya TG and Yakovlev YM. 2002. The fishes of Primorye. Far Eastern State Tech. Univ., Vladivostok, Russia, pp. 552.
- Youn CH and Kim BJ. 2000. First record of the atka mackerel, *Pleurogrammus monopterygius* (Hexagrammidae: Scorpaeniformes) from Korea. Korean J Ichthyol 12, 250-253.
- Zhang CI. 1991. Fisheries Resources Ecology. Woosung Publ. Co., Seoul, Korea, pp. 46-51.

2009년 7월 16일 접수
2009년 9월 7일 수정
2009년 11월 30일 수리