

한국 제주 인근해역에 서식하는 전갱이, *Trachurus japonicus* Temminck et Schlegel의 재생산 연구 : 성숙과 산란

차형기 · 이재봉* · 강수경 · 장대수 · 최정화
국립수산과학원 자원연구과

Reproduction of the jack mackerel, *Trachurus japonicus* Temminck et Schlegel in the coastal waters around Jeju Island, Korea: Maturation and spawning

Hyung Kee CHA, Jae Bong LEE*, Sukyung KANG, Dae Soo CHANG and Jung Hwa CHOI
Fisheries Resources Research Division, National Fisheries Research and Development Institute,
Busan 619-902, Korea

Maturation and spawning of the jack mackerel, *Trachurus japonicus* was investigated based on the samples captured in the coastal waters around Jeju Island from January 2007 to December 2008. Gonadosomatic index began to increase in March, and reached a maximum between April to June. After spawning it began to decrease from August. Reproductive season was estimated to March-July, with peak in April. Fecundity was proportional to the size of the female, with the clutch size varying from 33,493 eggs in the smallest female (FL=27.0cm) to 627,061 eggs in the largest (FL=40.6cm). Size at 50% sexual maturity (FL₅₀), determined from mature females, was 26.6cm FL. Annual reproductive cycles of this species could be divided into six successive stages; immature stage (September-December), nucleolus stage (January-February), yolk vesicle stage (February-March), vitellogenic stage (March-April), ripe stage (April-July) and spent stage (July-September).

Key words : Maturation, Spawning, Annual reproductive cycle, Jack mackerel, Korean Waters

서 론
전갱이 (*Trachurus japonicus* Temminck et

Schlegel)는 농어목, 전갱이과에 속하는 어류로
한국의 동해와 큐슈 서부해역, 서해와 동중국해,

*Corresponding author: leejb@nfrdi.go.kr, Tel: 82-51-720-2296, Fax: 82-51-720-2277

그리고 동중국해 남부해역으로 크게 3개의 구분포 역으로 구분되고 있다(Ann, 1970; Nakashima, 1982). 일본 큐슈 서부 해역에 분포하는 어군은 쿠로시오 난류세력의 발달에 따라 3월경부터 북상하기 시작하여 4월 초순에 제주도 주변, 5-6월에 제주도 및 거문도 근해에서 밀집되고, 일부는 거제도 근해에 출현한다. 9-10월에는 경북근해까지 북상한 후 11월경부터 남하하기 시작한다. 동중국해 중부해역의 어군은 5-6월에 어청도 부근해역, 중국 산둥반도 부근까지 회유한 후, 가을에 남하하기 시작하고 겨울에는 동중국해 중부해역에서 월동을 한다(Lee, 1970).

우리나라에서의 전갱이는 대형선망어업에 의하여 주로 어획되며 대부분 부산항에 양육되고 있다. 전갱이는 1970년대에 1만 톤 미만의 비교적 저조한 어획상태에 있었으나 그 후 80년대에 접어들면서 1만 톤 이상의 어획을 올리기 시작했다. 1988년에는 39,745 톤으로 1970년 이후 최고치의 어획을 기록했고, 그 후 몇 년간 감소추세를 보이면서 1991년에 16,259 톤으로 떨어졌다가 다시 급증하여 1992-1993년에 약 38,000 톤 높은 어획수준을 보였다. 최근 전갱이의 어획량은 증감을 반복하며 변동하고 있으나, 전반적으로 1995년 이후 증가경향을 보이고 있으며, 2000년 19,510 톤, 2001년 17,537 톤, 2002년 26,037 톤, 2003년 20,454 톤, 2004년 25,513 톤, 2005년 42,608 톤, 2006년 23,227 톤, 2007년 19,089 톤, 2008년에는 22,752 톤을 나타내고 있다.

전갱이에 대한 연구로는 우리나라와 인접한 일본에서는 전갱이의 연령과 성장에 관하여 척추골, 비늘, 이석 등 다양한 방법을 이용하여 연구되었다(Aikawa and Kato, 1938; Murakami and Shindo, 1949; Mizuta et al, 2001). 그리고 Yamada(1958)에 의한 전갱이의 계통군에 관한 연구 등 다양한 형태의 연구와 조사가 이루어져 있다. 그러나 한국 연근해산 전갱이에 대한 연구는 Kim(1960)에 의한 전갱이의 생태에 관한 연

구, Ann(1970)에 의한 형태측정 결과에 대한 연구, Sohn(1992)에 의한 연령과 성장, 그리고 Jo(1973)에 의한 전갱이의 형태학적 차이에 바탕을 둔 계통군을 파악한 위한 연구가 이루어져 있다. 한국 주변수역의 전갱이의 생태나 계군에 관한 연구가 일부 이루어져 있으나, 성숙, 산란 등 재생산에 관한 연구가 부족한 실정이다. 본 연구는 한국 연근해에 분포하는 전갱이의 재생산에 관련된 생식생태를 밝히고자 생식소 속도지수, 포란수, 균성속도 등을 파악하여 자원의 합리적 이용 및 관리에 필요한 방안을 마련하는데 목적을 두고 있다.

재료 및 방법

본 연구에 사용된 재료는 2007년 1월부터 2008년 12월까지 우리나라 제주도 인근 해역의 대형선망어업에 어획된 전갱이를 매일 구입하여 재료로 사용 하였다. 조사기간 동안 출현한 개체 중 가장 크기가 큰 암컷은 2007년 6월의 42.8cm 이었고, 수컷은 2008년 5월의 46.2cm 이었다(Table 1). 또한 평균 체장은 암컷 24.9cm 이었고, 수컷은 26.4cm 이었다(Fig. 1). 구입된 시료는 실험실에서 전장(Total length), 가랑이체장(Fork length)은 0.1cm 단위로, 체중(Body weight)과 생식소중량(Gonad weight)은 전자저울(Sartorius, M-5500S)로 0.01g 까지 측정하였다.

생식소 속도는 생식소 크기, 색조, 난의 투명상태, 난립의 크기 등을 기준하여, 전갱이 정밀 측정 시 육안으로 관찰하여 미숙(immature), 중숙(maturing), 완숙(mature)의 3단계로 구분하였다. 생식소속도지수(Gonadosomatic index: GSI)는 아래의 식을 사용하여 계산하였다.

$$GSI = (GW \div BW) \times 100$$

여기서, GW는 생식소중량, BW는 체중이다.

완숙단계의 개체 중 조직검경으로 산란하지 않았다고 판단되는 개체를 선정하여 개량 Gilson액(Love and Westphal, 1981)에 넣어 분리

Table 1. Size distribution(Fork length, cm) of *T. japonicus* sampled monthly from January 2007 to December 2008

Year	Month	Female		Male	
		Mean	Range	Mean	Range
2007	J	22.7	17.9 - 26.9	22.5	18.2 - 27.6
	F	23.9	19.0 - 29.8	23.0	18.4 - 27.5
	M	27.7	19.1 - 32.2	27.7	20.1 - 34.0
	A	31.2	23.6 - 36.9	30.4	23.0 - 41.3
	M	19.8	18.4 - 21.2	19.9	18.0 - 23.0
	J	32.7	23.5 - 42.8	33.6	25.7 - 39.6
	J	21.0	16.2 - 26.0	21.7	18.2 - 23.5
	A	22.3	18.5 - 25.2	22.1	20.3 - 24.8
	S	25.0	21.1 - 32.2	25.6	21.8 - 31.4
	O	27.8	24.9 - 30.3	28.3	25.3 - 30.7
	N	-	-	-	-
	D	-	-	-	-
2008	J	23.0	14.4 - 37.6	25.7	17.0 - 31.4
	F	22.5	14.9 - 30.7	23.5	16.6 - 31.3
	M	23.8	16.9 - 34.2	26.9	18.1 - 33.5
	A	24.7	14.8 - 37.0	28.4	15.0 - 36.0
	M	28.0	20.2 - 40.8	31.0	20.7 - 46.2
	J	25.1	23.1 - 27.3	25.4	22.7 - 27.9
	J	20.7	18.6 - 22.3	20.6	18.7 - 21.4
	A	-	-	-	-
	S	26.9	24.4 - 30.8	28.0	23.5 - 34.4
	O	23.2	21.0 - 25.4	23.4	22.0 - 24.5
	N	22.5	20.0 - 25.0	22.0	20.0 - 24.5
	D	26.3	22.7 - 30.5	26.2	23.6 - 29.9

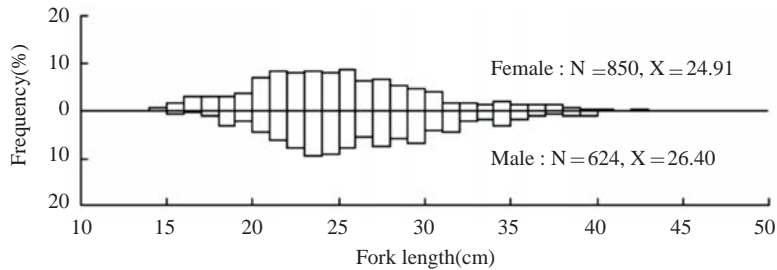


Fig. 1. Size-frequency distribution of fork length of *T. japonicus*.

한 후 포란수와 난경의 측정에 사용하였다. 포란수는 난을 미세한 칩에 의해 완전히 분리하여 해부현미경 하에서 난을 계수한 후, 습중량법을 사용하여 계산하였다. 난경의 측정은 난소내 난괴를 해부현미경으로 난의 장경을 측정하였다.

$$F_c = (GW \div GW_s) \times n_s$$

여기서, F_c 는 난소내의 전체 난의 수, GW 는 난소 중량, GW_s 는 난소의 일부 중량, n_s 는 GW_s 내의 난

의 수이다.

생식소의 내부구조와 생식소 발달의 조직학적 변화를 관찰하기 위하여 생식소를 추출한 후, Bouin's solution에 24시간 고정하였고, 이후 수세(水洗)와 탈수과정을 거쳐 paraplant에 포매 후 4-6 μ m 두께로 연속 절편하여 조직표본을 만들었다. 조직표본의 haematoxyline-eosin 염색은 조직 표본을 xylene 용액에서 파라핀을 제거한 후 알코올에서 저농도 순의 단계로 친수과정을 거

쳐 조직 내에 수분을 첨가시켰다. 그 후 진행성인 Mayer's haematoxylin에서 약4분 동안 핵 염색을 한 후, 0.5% eosin에서 약1분 동안 세포질 염색을 실시하였다. 그리고 탈수과정을 거쳐 Canada balsam으로 봉입하였다. 제작된 생식소 조직표본은 광학현미경 하에서 검경하였다. 난형성과정은 난의 형태적 특징 및 염색성, 난황축적 상태 및 난막과 여포세포의 발달정도 그리고 핵의 상태 등에 따라 미숙기(immature stage), 주변인기(nucleolus stage), 난황포기(yolk vesicle stage), 난황형성기(vitellogenic stage), 완숙기(ripe stage), 그리고 휴지기(spent stage)로 나누었다. 군성숙도는 산란기간 중 체장체급별 성숙개체의 비율을 구하여 조사하였으며, 50% 성숙체장은 logistic 식에 의해 구하였다.

결 과

전갱이 난소의 속도를 육안으로 관찰하여 3단계로 나누어 분석한 결과, 미숙상태(immature)는 난소가 왜소하고 색깔이 투명한 흰색 혹은 아주 옅은 노란색을 띠고 난립을 볼 수 없었다. 중숙상태(maturing)는 난소의 색깔이 옅은 노란색이며 난립이 육안으로 관찰되었다. 완숙상태(mature)는 난소가 최대로 커지게 되고, 색깔이 짙은 노란색 혹은 주황색이며 난소 내의 난립이 쉽게 분리되었다. 위와 같은 기준에서 2007년 1월부터 2008년 12월까지 월별 성숙도 변화는 (Fig. 2), 완숙단계의 개체가 2007년에는 1월, 3월, 4월, 6월, 7월, 8월, 9월까지 출현하였으며 매월의 완숙단계의 비율은 각각 11%, 75%, 88%, 100%, 15%, 20%, 7%를 나타내었으며, 이후 10월부터는 완숙단계의 개체가 출현하지 않았다. 2008년에는 1월부터 7월까지 완숙개체가 출현하였으며, 8월부터 12월까지 출현하지 않았다.

2007년 1월부터 2008년 12월까지 전갱이 암컷과 수컷의 생식소 속도지수의 월 변화를 분석하였다. 전갱이 암컷의 GSI 최댓값의 월 변화를 보면(Fig. 3) 2007년에는 2월에 2.3의 낮은 값을 보

였으며, 이후 3월부터 증가하기 시작하여 6월까지 8.4 - 9.5의 완숙된 개체가 출현하였으며, 이후 7월에 4.1로 감소하기 시작하여 8월부터 10월까지 낮은 값을 보이고 있다. 또한 전갱이 암컷의 월별 GSI 평균값의 변화도 GSI의 최댓값의 변화와 동일한 경향을 나타내었으며, 2008년에도 2007년과 유사한 경향을 나타내었다. 가장 높은 값을 나타낸 개체는 2008년 4월에 채집된 10.83으로 방중단계의 개체이었다. 수컷의 GSI 최댓값의 월 변화를 보면(Fig. 4), 2007년 1월과 2월에는 0.5 전후의 낮은 값을 보였지만 이후 3월부터 급격히 증가하여 6월까지 7.1 - 8.8의 높은

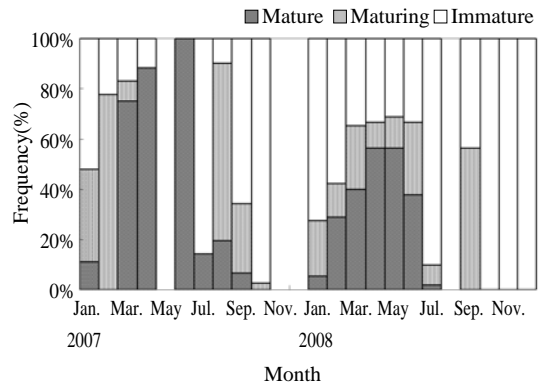


Fig. 2. Percentage of female *T. japonicus* with immature, maturing and mature ovaries within monthly sampled during January 2007-December 2008.

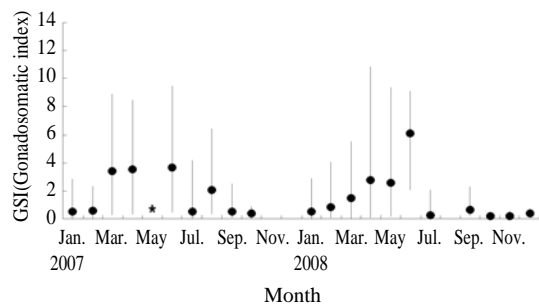


Fig. 3. Monthly changes in gonadosomatic indices(GSI) of female *T. japonicus* of females during January 2007-December 2008. Solid circles indicate mean GSI, and vertical bars indicate low and high GSI. *GSI in May 2007 is not significant due to the shortage of sample number.

값을 나타내었다. 이후 7월부터 다시 감소하기 시작하여 이듬해 2월까지 비교적 낮은 값을 보이다 다시 3월부터 증가하는 경향을 보이고 있었다. 월별 GSI 평균값의 변화도 GSI의 최댓값의 변화와 유사한 경향을 나타내었다. 따라서 월별 난소와 정소의 성숙상태와 월별 생식소 속도

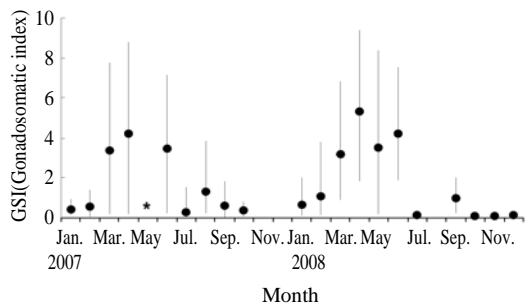


Fig. 4. Monthly changes in gonadosomatic indices(GSI) of male *T. japonicus* of males during January 2007-December 2008. Solid circles indicate mean GSI, and vertical bars indicate low and high GSI. *GSI in May 2007 is not significant due to the shortage of sample number.

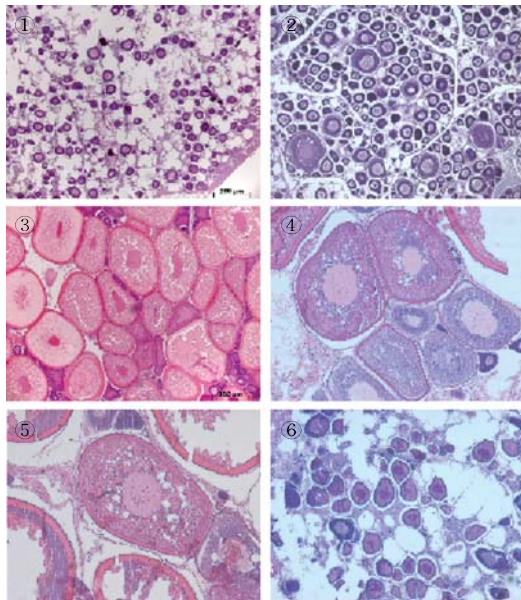


Fig. 5. Photomicrographs of the ovaries at different stage of maturity of *T. japonicus*. ①, Immature stage; ②, Nucleolus stage; ③, Yolk vesicle stage; ④, Vitellogenic stage; ⑤, Ripe stage; ⑥, Spent stage.

지수의 변화로부터 추정된 전갱이의 산란기는 3월부터 7월까지로, 산란 성기는 4월부터 6월까지 3개월간으로 추정되었다.

9-12월경에 출현한 대부분의 개체에서는 난소조직의 세포질이 극히 빈약하고 핵이 배포상으로 세포질의 대부분을 차지하고 있으며, 외관상 연회색을 나타내는 미숙기였다. 주변인기인 1-2월이 되면 난모세포는 세포질이 haematoxylin에 농염 되어 나타나며, 호염기성인 과립상의 인들이 핵막을 따라 일정하게 배열되어 난소가 팽대해지고 연한 노란색을 나타내었다. 2월부터 일부 개체에서 난소가 활성화되어 성장하기 시작하여 난소가 짙은 노란색으로 나타나는 난황포기에 속하였다. 난모세포가 직경 $200\mu\text{m}$ 이상으로 성장하면 세포질 내 난황포들이 출현하였다. 난황형성기인 3-4월경에는 난소가 비대해지기 시작하였다. 이 시기의 외부형태는 난립이 명확히 보이고 일부는 투명해지고 있으며, 연보라색을 띠고 있다. 난모세포의 난경은 $200-400\mu\text{m}$ 전후로 성장하면서 세포질의 염색성은 약한 호산성으로 변한다. 난황이 난 전체에 가득 차 있으며, 여러 개의 크고 작은 난황구를 볼 수 있으며, 이후 난황구의 축적이 일어난다. 4-7월경인 완숙기의 외부 형태는 투명한 알로 가득 차 있으며, 쉽게 난이 방출된다. 난황축적이 완료되면서 과립상의 난황구들이 치밀하게 융합하여 광학현미경 하에서는 거의 균질성을 나타내고 있다. 완숙난의 크기는 $600-800\mu\text{m}$ 에 달하며, 세포질 전체에 공포상의 난황구가 불규칙하게 분포하며 여포세포층과 난막은 더욱 뚜렷해진다. 7-9월에는 대부분의 개체가 산란을 마치고 난소는 퇴화하기 시작하여 휴지기에 접어든다. 산란이 일어나면 완숙난을 싸고 있던 여포대가 남아서 산란된 것을 알 수 있다. 산란을 마친 난소내에 잔존하는 미방출난은 핵 내의 염색질이 흩어져 소괴상을 이루다가 서서히 핵막과 함께 소실되고 곧 세포질의 붕괴가 일어나면서 퇴화 흡수된다.

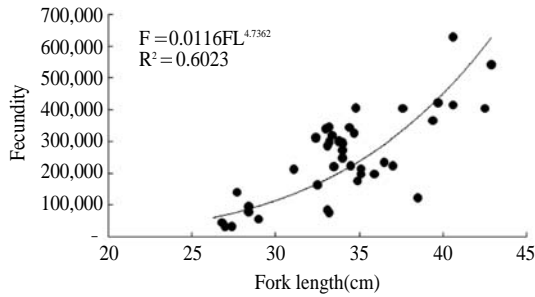


Fig. 6. Relationship between fecundity and fork length of *T. japonicus*.

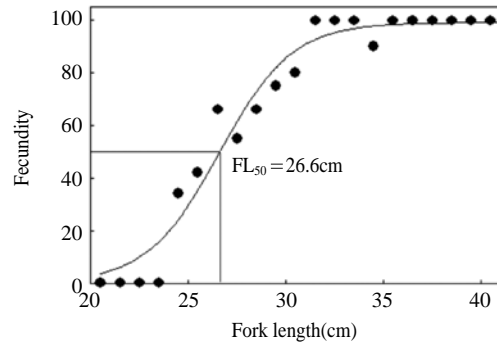


Fig. 8. Logistic functions fitting the cumulative proportion of maturing and mature female *T. japonicus*.

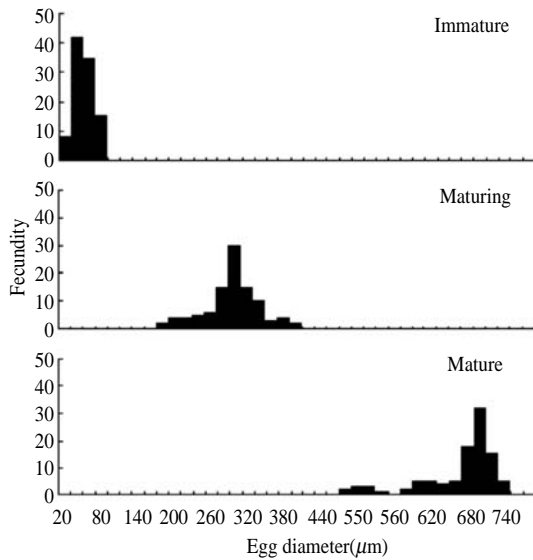


Fig. 7. Size frequency distributions of egg diameter of *T. japonicus*.

전갱이의 재생산력을 알아보기 위해 조직검경으로 산란경험이 없다고 판단되는 3-5월의 성숙된 개체 40미를 대상으로 포란수를 분석한 결과, 전갱이의 포란수는 최다 627,061개(FL 40.6cm), 최소 33,493개(FL 27.0cm)로 계측되었다. 포란수(F)와 체장(FL)의 관계식은 $F=0.0116FL^{4.7362}$ 로 나타나 체장이 증가할수록 포란수도 증가하는 경향을 나타내었다(Fig. 6). 속도별 난경조성은, 9-12월의 미숙단계에서의 난경 범위는 20-80 μm 이었으며, 3월의 중숙단계에서의 난경 범위는 180-400 μm 이었다. 4월의 완숙단계에서의 난경 범위는 480-740 μm 로 난소가

성숙함에 따라 난경이 점차 커졌으며, 분포는 1개의 모드를 중심으로 정규분포를 이루었다(Fig. 7).

재생산에 참여하는 체장을 알기 위해 주 산란기로 추정되는 4-6월간의 암컷 200미를 대상으로 체급별 중숙단계 이상의 성숙개체의 출현 비율을 나타내었다. 암컷의 경우 전장 23cm 이하에서는 성숙개체가 출현하지 않았고, 31cm 이상의 개체에서는 대부분 성숙한 개체로 판명되었다. 암컷의 50% 성숙체장은 이들 체급별 성숙개체의 출현 비율을 logistic식에 적용하여 추정된 결과, 가랑이체장 26.6cm로 산출되었다(Fig. 8).

고 찰

전갱이의 월별 성숙단계별 빈도를 보면, 완숙단계의 개체가 20% 이상 차지하는 월은 3월부터 7월까지였다. 최근의 전갱이 산란기는 Kim(1960)에 의해 보고된 1960년대와 다소 차이가 있는 것으로 생각된다. 최근의 산란기는 1960년대보다 1-2개월 빨리 시작하여 1-2개월 늦게 끝나는 것으로 추정되는데 이는 수온 등의 환경요인에 의한 차이인지 아니면 최근의 호황에 의한 생물학적인 차이인지에 대한 연구도 수행되어야 할 것으로 생각된다.

전갱이 난모세포의 성숙과정은 일반 경골어류와 유사한 경향이었으며, 난소가 2월경에 발달하기 시작하여 3-6월경 완숙기에 이르고, 이

후 산란하면 남아있는 작은 난모세포가 퇴화 흡수되고, 난경조성에서 1개의 뚜렷한 정규분포 모드가 나타나는 것으로 보아 전갱이의 산란은 일시에 이루어지는 것으로 판단된다.

또한 본 연구결과에서 우리나라 전갱이는 가랑이체장을 기준으로 성숙체장은 26.6cm(FL)이었으며, 1999 - 2000년에 조사한 성숙체장인 24.0cm 보다 2.6cm 더 큰 것으로 나타났다(NFRDI, 2005). 현재의 성숙체장이 7 - 8년 이전에 보고된 전갱이의 성숙체장보다 크다는 것은 전갱이의 자원상태가 과거보다 더 호전된 것으로 간주할 수 있다. 성숙체장 26cm일 때의 전갱이의 연령은 3.0세로(NFRDI, 2005), 다른 어종에 비하여 재생산에 참여하는 연령이 비교적 높았다. 전갱이의 자원관리, 특히 어장 및 어구의 가입에 대한 관리시에 연령이 중요한 변수로 작용할 것으로 추측된다. 2007 - 2008년 사이 조사된 전갱이를 살펴보면 어획물 중 미성숙개체가 60% 가까이 달하는 것으로 나타났으므로 전갱이의 미성숙개체에 대한 관리가 시급히 실시하여야 할 것으로 생각된다.

전갱이 암컷과 수컷의 GSI 최댓값의 월별 변화는 2007년, 2008년 모두 3월부터 6월까지 뚜렷하게 나타났지만, 성숙체장 이하의 작은 크기의 미성숙개체가 지속적으로 포함되어 최댓값의 변화가 거의 없는 것으로 나타났다.

대부분의 경골어류는 주 산란기에 암컷의 생식소가 발달하여 체중에서 차지하는 비율이 커진다. 황아귀의 생식소는 체중의 28%(Park et al., 1999), 고등어는 17%(Cha et al., 2002), 그리고 갈치는 20%(Cha and Lee, 2004)로 생식소의 무게가 매우 큰 것을 볼 수 있다. 하지만 전갱이는 2008년 4월에 최대 10.8%에 불과하였으며, 대부분의 완숙개체에서도 10% 이하의 낮은 비율을 나타내었다. 다른 어종에 비해 암컷 전갱이는 생식소의 산란력이 낮은 것으로 생각되며, 전갱이의 특이성으로 간주하여야 할 것이다.

우리나라 주변해역에서 어획된 전갱이의 포

란수와 관련된 이전 보고는 없었으며, 본 조사에서의 전갱이의 포란수는 33,493 - 627,061개의 범위였다. 난류성 경골어류인 갯장어(Kang et al., 1998), 황아귀(Park et al., 1999), 고등어(Cha et al., 2002), 갈치(Cha and Lee, 2004) 등은 체장의 증가에 따라 포란수도 증가하는 경향을 나타내었으며 전갱이 역시 이들 어종들처럼 동일한 경향을 보였다.

전갱이의 어획량이 2000년대부터 증가하고 있으며, 우리나라 제주를 포함한 남해안에서 주로 어획되고 있다. 그 중 제주 연안과 남해안의 정치망에서 어획되는 가랑이체장 15cm 내외의 작은 크기의 전갱이에 대한 자원관리가 시급한 실정이다. 전갱이 자원의 변화에 따른 이전 보고된 전갱이의 자원생물학적 파라메타가 변화할 것으로 예상되며, 해양환경 변화와 더불어 전갱이 자원의 변동에 관한 종합적 연구가 있어야 할 것으로 생각된다.

결 론

조사기간 동안 출현한 개체 중 가장 크기가 큰 전갱이 암컷은 42.8cm이었고, 수컷은 46.2cm이었고, 평균 체장은 암컷 24.9cm이었고, 수컷은 26.4cm이었다. 2007년에는 전갱이 완숙단계의 개체가 1월 - 9월까지 출현하였고, 2008년에는 1월 - 7월까지 완숙개체가 출현하였으며, 8월부터는 출현하지 않았다. 또한 전갱이 암컷과 수컷의 GSI 최댓값은 2007년과 2008년 모두 2월에 낮은 값을 보였지만 3월부터 증가하기 시작하여 6월까지 높은 값을 나타내었으며, 이후 7월부터 감소하기 시작하였으며, 평균값의 변화도 최댓값의 변화와 유사한 경향을 나타내었다. 난소의 생식주기는 미숙기(9 - 12월), 주변인기(1 - 2월), 난황포기(2 - 3월), 난황형성기(3 - 4월), 완숙 및 방란기(4 - 7월), 휴지 및 회복기(7 - 9월)로 나눌 수 있다. 따라서 월별 난소와 정소의 성숙상태와 월별 생식소 속도지수의 변화로부터 추정된 전갱이의 산란기는 3 - 7월간으로, 산란

성기는 4-6월간으로 추정되었다. 전갱이의 포란수는 최다 627,061개(FL 40.6cm), 최소 33,493개(FL 27.0cm)로 계측되었다. 포란수(F)와 체장(FL)의 관계식은 $F = 0.0116FL^{4.7362}$ 로 나타나 체장이 증가할수록 포란수도 증가하는 경향을 나타내었다. 속도별 난경 조성은 9-12월의 미숙단계에서의 난경 범위는 20-80 μ m이었으며, 3월의 중숙단계에서의 난경 범위는 180-400 μ m이었다. 4월의 완숙단계에서의 난경 범위는 480-740 μ m로 난소가 성숙함에 따라 난경이 점차 커졌으며, 분포는 1개의 모드를 중심으로 정규분포를 이루었다. 암컷의 50% 성숙체장은 이들 체급별 성숙개체의 출현 비율을 logistic식에 적용하여 추정한 결과, 전장 26.6cm로 산출되었다.

사 사

본 연구는 국립수산물학원(근해어업자원조사, RP-2009-FR-053)의 지원에 의해 수행되었습니다.

참고문헌

- Aikawa, H. and Kato, M. 1938. Age determination of fish - II. Bull. Jap. Soc. scient. Fish., 7, 89-95.
- Ann, H.B. 1970. On the morphological measurement of the Jack Mackerel, *Trachurus japonicus*. Bull. Fish. Res. Dev. Inst., 8, 63-74.
- Cha, H.K. and D.W. Lee. 2004. Reproduction of the Hairtail, *Trichiurus lepturus* Linnaeus in Korean Waters J. Korean Soc. Fish. Res., 6(2), 54-62.
- Cha, H.K., Y.M. Choi, J.H. Park, J.Y. Kim and M.H. Sohn. 2002. Maturation and spawning of the Chub mackerel, *Scomber japonicus* Houttuyn in Korean Waters. J. Korean Soc. Fish. Res., 5, 24-33.
- Jo, M.K. 1973. On the results of morphological measurement of Jack Mackerel, *Trachurus japonicus*. Bull. Fish. Res. Dev. Inst., 10, 53-71.
- Kang, Y.J., B.S. Jeon, and C.I. Zhang. 1998. A study on the stock management of the Sharp-toothed eel, *Muraenesox cinereus*(FORSKAL) in Korean Waters. 3. Maturation and spawning. J. Korean. Soc. Fish. Res., 1, 18-24.
- Kim, J.T. 1960. Ecological study in the Jack Mackerel, *Trachurus japonicus*. Bull. Fish. Res. Dev. Inst., 4, 121-131.
- Lee, B.H. 1970. Growth and spawning of horse mackerel. Bulletin of Fisheries Research and Development Agency, 8, 49-62.
- Love, M.S. and W.V. Westphal. 1981. Growth, reproduction and food habits of olive rockfish, *Sebastes serranoides*, off Central California. Fisheries Bulletin, 79, 533-543.
- Mizuta, K., K. Yamamoto and N. Suehiro. 2001. Age, growth, and reproductive characteristics of Jack Mackerel *Trachurus japonicus* in the coastal area of Goto Islands and adjacent waters. Bulletin of Nagasaki Prefectural Institute of Fisheries, 27, 1-7.
- Murakami, S. and S. Shindo. 1949. Studies on the stocks of some economically important marine fishes caught around Amakusa ? V. A consideration on the age of *Trachurus japonicus*. Bull. Jap. Soc. Scient. Fish., 15, 155-157.
- Nakashima, J. 1982. On the growth and age of three populations of jack mackerel, *Trachurus japonicus*, in the western Seas of Japan. Bulletin of Seikai Regional Fisheries Research Laboratory, 57, 47-57.
- NFRDI. 2005. Ecology and fishing ground of major commercial species in the Korean waters. National Fisheries Research and Development Institute, Ye-Moon Publsh. Co., pp. 383.
- Park, Y.C., B.Y. Cha and H.K. Cha. 1999. Maturation and spawning of the Yellow Goosefish, *Lophius litulon*(Jordan) in Korean Waters. J. Korean Soc. Fish. Res., 2, 84-91.
- Sohn, M.H. 1992. Age and growth of the Jack Mackerel, *Trachurus japonicus* caught with a set net on the coast of Shinyang, Cheju Island. M.S thesis, Cheju Nat. Univ., pp. 48.
- Yamada, T. 1958. A study on the horse mackerel. Rep. Dev. Res. Tsushima Warm Current, 4, 145-176.

2009년 10월 13일 접수

2009년 11월 12일 1차 수정

2009년 11월 24일 2차 수정

2009년 11월 24일 수리