

한국 남해에 서식하는 물가자미, *Eopsetta grigorjewi* (Herzenstein)의 재생산 연구

차형기 · 강수경* · 최정화¹ · 오택윤¹ · 서영일

국립수산과학원 남서해수산연구소 자원환경과, ¹국립수산과학원 자원연구과

Reproduction of the Shotted halibut in the southern Korean waters

Hyung Kee CHA, Su Kyung KANG^{1*}, Jung Hwa CHOI¹, Taeg Yun OH¹ and Young Il SEO

*Fisheries Resources and Environment Division, Southwest sea Fisheries Research Institute,
NFRDI, Yosu 556-823, Korea*

¹Fisheries Resources Management Division, NFRDI, Busan 691-705, Korea

Maturation and spawning of the Shotted halibut, *Eopsetta grigorjewi* was investigated based on the samples captured in South Korean waters from January 2008 to December 2009. Gonadosomatic index began to increase in December, and reached maximum between January to March. After spawning it began to decrease from May. Reproductive season was estimated to January-April, with peak in February. Fecundity was proportional to the size of the female, with the clutch size varying from 170,000 eggs in the smallest female (total length, 28.9cm) to 1,300,000 eggs in the largest (total length, 41.5cm). Size at 50% sexual maturity (TL50), determined from mature females, was 28.8cm. Annual reproductive cycles of this species could be divided into six successive stages; immature stage (May-October), nucleolus stage (November-January), yolk vesicle stage (January-February), vitellogenic and ripe stage (January-April) and spent stage (April-May).

Keywords: Maturation, Spawning, Annual reproductive cycle, Shotted halibut, Southern Korean waters

서 론

물가자미 (*Eopsetta grigorjewi*)는 가자미목, 가자미과에 속하는 어류로, 한국의 연근해, 일본 연안, 발해만, 동중국해, 대만 등지에 주로 분포하

고 있다 (NFRDI, 2004).

가자미류는 외끌이대형저인망어업의 전체 어획량 중 10% 전후를 차지하는 상업적으로 매우 중요한 종이며, 물가자미는 전체 가자미류 중 10

*Corresponding author: kangsk@nfrdi.go.kr, Tel: 82-51-720-2287, Fax: 82-51-720-2277

-25%의 어획을 차지하고 있으며, 물가자미 어획량은 최근 10년간 (2000-2009년) 100-300톤 정도이다 (NFRDI, 2010). 물가자미를 어획하는 어업은 쌍끌이대형저인망, 외끌이대형저인망, 외끌이중형기선저인망, 연안유자망 등이며, 최근의 어획량은 감소추세에 있는 것으로 판단된다. 우리나라에서의 분포범위는 포항 이남의 전연근해역과 대마도 서방해역에 주로 분포하는 것으로 알려져 있으며, 주로 수온 10-20°C, 수심 200m 이하의 바닥이 모래나 펄질인 곳에 서식하며, 먹이로는 소형 갑각류 (새우·게류)와 오징어류, 소형 어류 등이다 (NFRDI, 2010).

우리나라 해역에서의 물가자미 산란장은 알려져 있지 않으나, 성숙된 암컷의 어획이 제주도 주변해역인 233, 234, 243해구와 대마도 주변해역인 100, 105해구로 조사되어 산란장은 동해남부 및 제주도 인근해역으로 추정하고 있다 (NFRDI, 2010).

한국 해역에서의 물가자미에 대한 연구는 자치어에 대한 에너지수지 (Lee et al., 2003) 및 정자의 미세구조 (An et al., 1999) 등에 관한 연구만이 있으며, 일반 재생산과 관련된 연구는 전무한 상태이다. 본 연구는 한국 연근해역에 분포하는 물가자미의 재생산에 관련된 생식소속도지수, 월별 성숙비율, 포란수, 성숙체장 등을 구명하여 자원을 진단하는데 필요한 항목으로 사용되어 자원의 합리적 이용 및 관리에 필요한 방안을 마련하는데 목적을 두고 있다.

재료 및 방법

본 연구에 사용된 재료는 2008년 1월부터 2009년 12월까지 우리나라 제주도 및 동해 남부해역에서 외끌이대형저인망어업에 어획된 물가자미를 매월 크기별로 부산공동 어시장에서 구입하여 재료로 사용하였다.

어획된 물가자미는 실험실에서 전장 (total length)은 측정판으로 0.1cm 단위로, 체중 (total weight)과 생식소중량 (gonad weight)은 전자저울

(Sartorius, M-5500S)로 0.01g 까지 측정하였다.

2008년에 조사된 물가자미 암컷의 평균체장은 29.58cm, 수컷은 26.52cm이었고, 2009년에는 각각 30.61cm, 26.56cm이었다 (Fig. 1). 또한 어획된 개체 중 가장 크기가 큰 암컷은 2008년 3월의 전장 46.5cm이었고, 수컷은 2009년 3월의 37.0cm이었다 (Table 1).

생식소 속도는 물가자미 정밀측정 시 생식소 크기, 색조, 난의 투명상태, 난립의 분리 상태 등을 기준하여 육안관찰로서 미숙 (immature), 중숙 (maturing), 완숙 (mature), 방후 (spent)의 4단계로 구분하였다. 생식소속도지수 (gonadosomatic index: GSI)는 아래의 식으로 계산하였으며, 생물학적 성숙체장은 산란기 중 체장별로 성숙개체의 비율을 구하여 조사하였으며, 50% 성숙체장은 logistic 식에 의해 구하였다.

$$GSI = (GW/TW) \times 100$$

여기서 GW는 생식소무게, TW는 체중을 나타낸다.

포란수 (F)는 완숙단계의 개체 중 조직검경으로 산란하지 않았다고 판단되는 개체를 선정하여, 미세한 침에 의해 완전히 분리하여 해부현미경하에서 계수한 후, 아래의 습중량법을 이용하여 계산하였다.

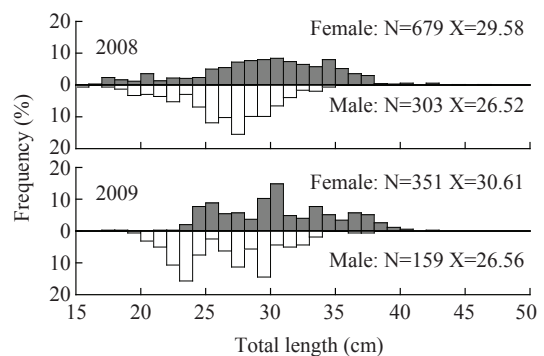


Fig. 1. Size frequency distribution of *E. grigorjewi* within monthly sampled during January 2008-December 2009. N and X indicate sample number and mean total length, respectively.

$$F = (w/W) \times w'$$

여기서 w는 난소의 일부중량, W는 난소중량, w'는 난소의 일부중량의 난수를 나타낸다.

생식소의 내부구조와 생식소 발달의 조직학적 변화를 관찰하기 위하여 생식소를 추출한 후, Bouin's solution에 24시간 고정하였고, 이후 수세(水洗)와 탈수과정을 거쳐 paraplast에 포매후 5 μ m 두께로 연속 절편하여 조직표본을 만들었다. 조직표본의 haematoxyline-eosin 염색은 조직표본을 xylene 용액에서 파라핀을 제거한 후 알코올에서 저농도 순의 단계로 친수과정을 거쳐 조직내에 수분을 첨가시켰다. 그 후 진행성인 Mayer's haematoxylin에서 약 4-5분 동안 핵 염색을 한 후, 0.5% eosin에서 세포질 염색을 실시하였다. 그리고 탈수과정을 거쳐 Canada balsam으로 봉입하였다. 제작된 생식소 조직표본은 광학현미경 하에서 관찰하였다.

결 과

산란기의 추정

성숙도의 월 변화

물가자미 난소의 속도를 육안 관찰로서 4단계로 나누어 분석한 결과, 미숙상태 (immature)는 난소가 빈약하고 색깔이 투명한 흰색을 나타내었고 난립은 육안으로 구분되지 않았다. 중숙상태 (maturing)의 난소는 색깔이 옅은 노란색이었으며 난립이 육안으로 구분되었다. 완숙상태 (mature)는 난소가 비대하였고, 색깔은 짙은 노란색이며 난립이 완전히 분리되었다. 방후단계 (spent)의 난소는 산란을 마친 후 왜소하였으며, 산란흔적이 남아있는 상태였다.

위의 육안판별법 기준에 의한 2008년 1월부터 2009년 12월까지 월별 성숙도 변화는 (Fig. 2), 2008년에 완숙단계의 개체는 1월부터 3월까지 출현율이 높았으며, 중숙, 완숙과 방후의 출현율은 1월부터 5월까지 각각 79%, 100%, 91%, 97%, 38%

Table 1. Size distribution (total length, cm) of *E. grigorjewi* sampled monthly from January 2008 to December 2009

Year	Month	Female		Male	
		Mean	Range	Mean	Range
2008	J	30.7	19.6-37.2	26.6	20.0-34.8
	F	33.2	26.0-37.5	29.7	25.2-34.1
	M	34.2	26.3-46.5	29.1	26.1-33.6
	A	35.1	28.1-41.5	28.4	21.3-33.7
	M	27.8	16.5-42.0	23.2	15.9-30.5
	J	28.1	18.6-35.4	24.9	19.1-27.7
	J	27.8	20.0-38.6	24.5	20.7-30.9
	A	28.8	23.7-36.8	27.0	22.5-33.4
	S	29.8	25.1-34.0	26.8	24.7-30.1
	O	30.0	20.1-40.6	23.1	19.0-28.5
	N	33.1	29.6-42.1	31.5	29.3-33.3
	D	25.8	25.2-26.1	26.8	24.9-29.0
2009	J	32.6	27.7-38.6	30.5	26.4-36.4
	F	34.4	22.5-42.0	25.8	20.7-31.6
	M	32.2	17.5-39.4	26.2	19.5-37.0
	A	33.9	23.5-45.7	29.0	23.7-35.1
	M	29.1	23.5-38.9	24.6	22.8-27.0
	J	27.6	18.5-37.8	24.2	18.3-32.9
	J	30.5	20.2-42.5	25.3	18.3-32.3
	A	31.5	22.6-36.7	27.6	22.2-35.4
	S	31.8	23.0-41.6	27.9	22.0-34.8
	O	30.7	21.5-41.3	24.2	18.0-28.3
	N	30.7	21.5-38.9	25.9	23.6-28.4
	D	30.1	20.8-39.6	26.3	22.6-32.1

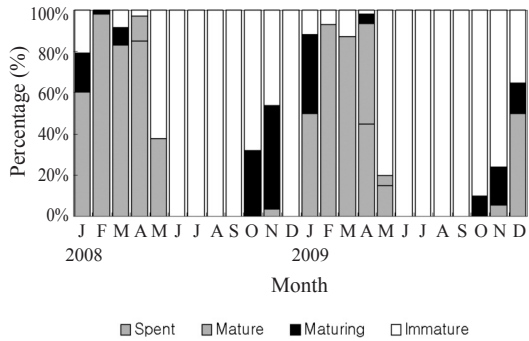


Fig. 2. Percentage of female *E. grigorjewi* with immature, maturing, mature and spent ovaries within monthly sampled during January 2008-December 2009.

로 높았다. 방후 개체의 출현은 4월과 5월에 각각 85%, 38%를 나타내었고, 이후 6월부터 10월까지 대부분 미숙 단계의 개체만 출현하였다. 2009년에도 1월부터 3월까지 완숙개체의 출현비율이 높았으며, 2008년과 유사한 경향을 나타내었다.

생식소 속도지수의 월 변화

물가자미 암컷의 생식소속도지수 (GSI) 월 변화를 살펴보면, 암컷의 월별 GSI 최대값은 2008년 1월부터 4월까지 각각 17.0, 22.1, 17.0, 9.3으로 높은 값을 보였으며, 이후 5월부터 감소하기 시작하여 9월까지 1.0-2.3의 낮은 값을 나타내었다. 이후 10월부터 다시 증가하는 경향을 보였다. 2009년에도 1월부터 4월까지 9.7-22.8의 높은 값을 나타내었으며, 이후 5월부터 다시 감소하였다가 이후 10월부터 다시 증가하였다. 또한 암컷의 월별 GSI 평균값의 변화도 GSI 최대값의 변화와 동일한 경향을 나타내었다. 암컷의 GSI 값 중 가장 높은 값을 나타낸 개체는 2009년 4월에 어획된 22.8로 완숙단계의 개체이었다 (Fig. 3).

물가자미 수컷의 GSI 최대값의 월 변화를 보면, 2008년 1월부터 4월까지 각각 3.3, 7.7, 2.7, 1.5로 비교적 높은 값을 보였으며, 이후 5월부터 감소하기 시작하여 11월까지 0.2-0.8의 매우 낮은 값을 나타내었다. 이후 12월부터 이듬해 4월까지 각각 1.5, 4.9, 4.5, 4.0, 3.4로 증가하였고, 이

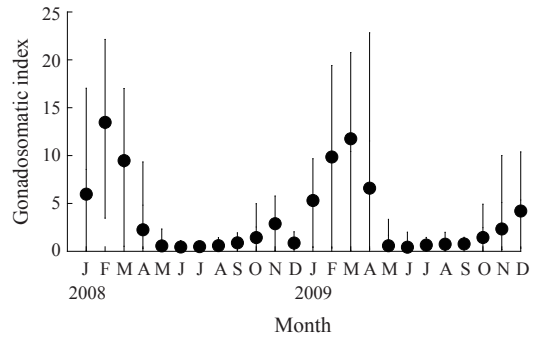


Fig. 3. Monthly changes in gonadosomatic indices (GSI) of female *E. grigorjewi* during January 2008-December 2009. Solid circles indicate mean GSI, and vertical bars indicate low and high GSI.

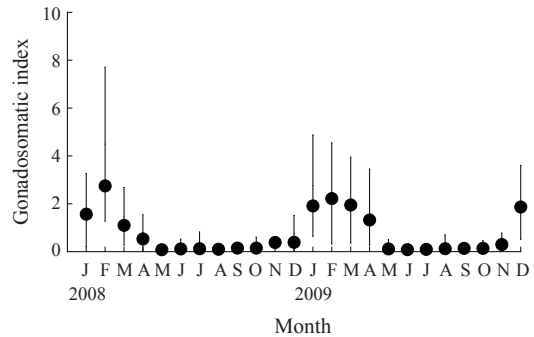


Fig. 4. Monthly changes in gonadosomatic indices (GSI) of male *E. grigorjewi* during January 2008-December 2009. Solid circles indicate mean GSI, and vertical bars indicate low and high GSI.

후 5월부터 감소하였다가 12월에 다시 증가하는 경향을 나타내었다. 또한 수컷의 월별 GSI 평균값의 변화도 GSI 최대값의 변화와 동일한 형태를 보였다. 수컷의 GSI 값 중 가장 높은 값을 나타낸 개체는 2008년 2월에 어획된 7.7로 완숙단계의 개체이었다 (Fig. 4).

따라서 월별 성숙상태와 생식소 속도지수의 변화로부터 추정된 물가자미의 산란기는 1-4월로 추정되었다.

난소 발달의 조직학적 변화 및 생식주기

난 형성과정은 난의 형태적 특징, 염색성, 난황축적 상태, 난막과 여포세포의 발달정도 그리

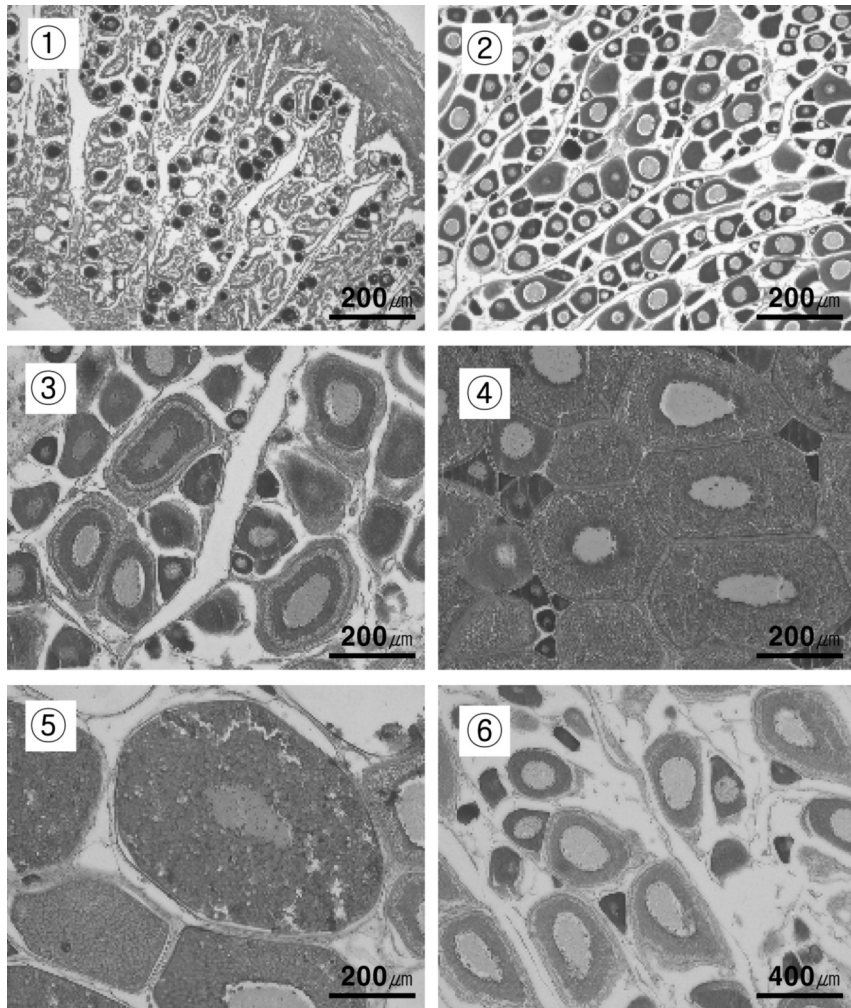


Fig. 5. Photomicrographs of the ovaries at different stage of maturity of *E. grigorjewi* :

① Immature stage, ② Nucleolus stage, ③ Yolk vesicle stage, ④ Vitellogenic stage, ⑤ Ripe stage, ⑥ Spent stage.

고 핵의 상태 등에 따라 다음과 같이 6단계로 나누었다 (Fig. 5).

미숙기 (immature stage)

5월부터 10월까지 출현한 대부분의 물가자미에서는 난소가 극히 빈약하며 외관상 투명한 흰색을 나타내었다. 이 시기의 난소조직은 세포질이 극히 빈약하며, 핵은 배포상으로 세포질의 대부분을 차지하고 있었다.

주변인기 (nucleolus stage)

11월부터 이듬해 1월경에 어획된 개체의 난소는 팽대해지고 연한 노란색을 나타내었다. 주변인기의 난모세포는 세포질이 haematoxylin에 염색되어 나타나며, 호염기성인 과립상의 인들이 핵막을 따라 일정하게 배열되어 나타나고 있었다.

난황포기 (yolk vesicle stage)

1월부터 2월경까지의 난소는 짙은 노란색으로 나타나며, 성숙체장 이상의 개체에서 난소가

활성화되어 성장하기 시작하였다. 난모세포가 직경 200–300 μm 범위로 성장하면 세포질 내 난황포들이 출현하였다. 이후 난모세포들은 성장하면서 난황포들은 그 수가 증가하면서 확산되어 있었다.

난황형성기 (vitellogenic stage)

1–3월경이 되면 난소가 비대해지기 시작하며, 이 시기의 난소 외부형태는 난립이 명확하게 구분되고, 짙은 황색을 띠고 있다. 난모세포의 난경은 300–400 μm 전후로 성장하면서 세포질의 염색은 약한 호산성으로 변한다. 난황이 난 전체에 가득 차 있으며, 여러 개의 크고 작은 난황구를 볼 수 있으며, 이후 난황구의 축적이 일어난다.

완숙기 (ripe stage)

1–4월경이 되면 시기의 외부 형태는 투명한 알로 가득 차 있으며, 쉽게 난이 방출된다. 난황 축적이 완료되면서 과립상의 난황구들이 치밀하게 융합하여 광학현미경 하에서는 거의 균질성을 나타내고 있다. 완숙난의 크기는 500–700 μm 에 달하며, 세포질 전체에 공포상의 난황구가 불규칙하게 분포하며 여포세포층과 난막은 더욱 뚜렷해진다.

휴지기 (spent stage)

4–5월에 접어들면 대부분의 개체가 산란을 마치고 난소는 퇴화하기 시작한다. 산란이 일어나면 완숙난을 싸고 있던 여포대가 남아서 산란된 것을 알 수 있다. 산란을 마친 난소내 잔존하는 미방출난은 핵내 염색질이 흩어져 소괴상을 이루다가 서서히 핵막과 함께 소실되고 곧 세포질의 붕괴가 일어나면서 퇴화 흡수된다. 이후 새로운 난원세포가 재배치된다.

포란수

물가자미의 재생산력을 알아보기 위해 조직 검경으로 산란경험이 없다고 판단되는 2–3월

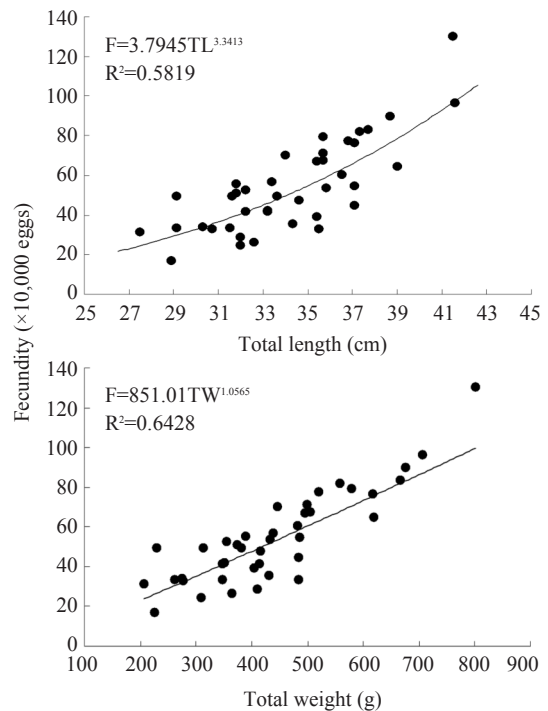


Fig. 6. Relationship between fecundity and total length(upper), total weight(lower) of *E. grigorjewi*.

의 성숙된 암컷개체 39미를 대상으로 포란수를 분석한 결과, 물가자미의 포란수는 최다 1,300,000개 (TL 41.5cm), 최소 170,000개 (TL 28.9cm)로 계산되었다. 포란수와 체장 (TL)의 관계식은 $F=3.7945TL^{3.3413}$ 이며, 체중과의 관계식은 $F=851.01TW^{1.0565}$ 로 나타나 체장과 체중이 증가할수록 포란수도 증가하는 경향을 나타내었다 (Fig. 6).

성숙체장

재생산에 참여하는 성숙체장을 파악하기 위하여 주 산란기로 추정되는 2–3월 사이에 암컷을 대상으로 체장별 (1cm 단위) 중숙단계 이상의 성숙개체의 출현 비율을 나타내었다 (Fig. 7). 암컷 전장 27cm 이하의 개체에서는 성숙한 개체가 출현하지 않았고, 30cm 이상의 개체에서는 대부분 성숙한 개체로 판명되었다. 암컷의 50%

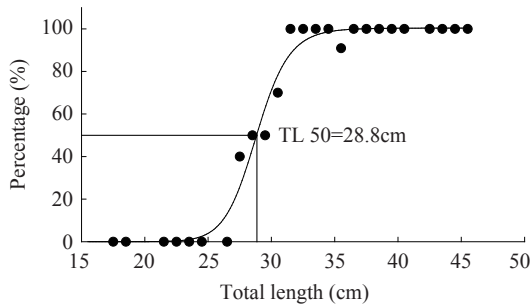


Fig. 7. Logistic functions fitting the cumulative proportion of maturing and mature female *E. grigorjewi*.

성숙체장은 이들 체급별 성숙개체의 출현 비율을 logistic식에 적용하여 추정된 결과, 전장 28.8cm로 계산되었다.

고 찰

물가자미의 월별 성숙단계별 빈도와, GSI 변화를 보면, 완숙단계의 개체는 조사기간 중 1-4월까지 주로 출현하고, GSI값도 이 시기에 최대값과 평균값이 높은 것으로 나타났다. 2008년 12월의 GSI 값은 표본이 작은개체가 대부분으로 성숙도를 판정하는데 적합하지 않았지만 2009년 12월의 값으로 추측할 수 있었다. 한편 일본 동해북부해역(三陸北部海域)에서의 물가자미 산란기인 5-6월과는 분명히 차이가 있다. 또한 이 해역에서의 물가자미 완숙난의 크기가 최대 1,000 μ m에 이르는 것은 본 연구결과인 500-700 μ m와 다소의 차이가 나타났다 (Ishito, 1982). 이는 서식 해역차이, 즉 수온 등의 해양환경 요인에 의한 차이로 추정된다.

물가자미 난모세포의 성숙과정은 일반 경골어류와 유사한 경향이었으며, 난소가 1월경에 발달하기 시작하여 2-3월경 완숙기에 이르고, 이 후 산란하면 남아있는 작은 난모세포가 퇴화 흡수되는 경향과 조직학적 관찰에 의한 난경의 분포로 보아 산란은 일시에 이루어지는 것으로 판단된다. 우리나라에 분포하는 보통의 경골어류의 산란기는 춘계로 알려져 있고, 일반적으로

가자미류는 서식해역에 따라 동계산란종 혹은 춘계산란종 등의 다양한 형태를 보이고 있다. 우리나라 남해역에 서식하는 물가자미는 동계 산란종으로 판단되며, 우리나라 해역별로 분포하는 가자미류에 대한 전반적인 생식·생태연구가 필요하리라 생각된다.

주 산란기로 추정되는 2-3월 사이에 물가자미의 어획은 주로 제주해역 (232, 233, 234, 243해구)과 동해남부해역 (100, 105, 111해구)에 한정되어 있으며 (NFRDI, 2010), 이 시기의 물가자미 생식소가 조직학적 관찰에 의하면 발달되어 있는 것으로 미루어, 산란장은 우리나라 제주도와 동해남부해역으로 추정되며, 분포해역에서의 서식수층은 80-100m로 산란은 빛과 수온에 의한 영향 이외의 다른 요인에 영향을 받을 가능성이 있는 것으로 판단된다.

또한 본 연구결과에서 우리나라 물가자미의 성숙체장은 전장 28.8cm으로 나타나 인근 일본 동해북부해역(三陸北部海域)에서의 23cm 보다 다소 큰 것으로 나타났다 (Ishito, 1982). 이러한 동일종에서의 성숙체장의 차이는 서식처에 따른 해양환경요인에 의한 차이라고 생각되며, 분포수심 또한 하나의 요인이라 추정된다.

대부분의 난류성 경골어류에서 산란기의 체중에 대한 암컷의 최대 생식소의 무게는 황아귀 28% (Park et al., 1999), 고등어 17% (Cha et al., 2002), 갈치 20% (Cha and Lee, 2004)로 큰 종과 눈볼대의 9% (Cha et al., 2010), 전갱이 11% (Cha et al., 2009)로 작은 종이 있다. 본 연구 대상어종인 물가자미는 23%로 매우 큰 편이며, 이는 재생산력이 높은 것으로 생각되며, 자원을 관리하는 주요한 요인으로 작용할 수 있을 것이다.

우리나라 제주도와 남해 인근해역에서 물가자미에 대한 포란수는 본 연구에서 170,000-1,300,000개의 범위였으며 일반 경골어류처럼 체장의 증가에 따라 포란수도 증가하는 경향을 보였다. 이러한 경향은 눈볼대 (Cha et al., 2010), 전갱이 (Cha et al., 2009), 황아귀 (Park et al., 1999),

고등어 (Cha et al., 2002), 갈치 (Cha and Lee., 2004) 등의 난류성 경골어류와 동일한 형태를 보이고 있다. Ishito(1982)에 의한 일본 동해북부해역 (三陸北部海域)의 물가자미 포란수는 전장 20cm에서 100,000개, 25cm에서 300,000개, 30cm에서 700,000개, 34cm에서 1,200,000만개로 본 연구에서 조사한 결과와 다소의 차이를 보이고 있다.

우리나라 남해안에서 물가자미 어획량은 1980년대 이후 감소하다 2000년대에는 100-300톤으로 증감을 반복하고 있으며, 성숙체장으로 구멍된 전장 28.8cm 이하의 어린개체를 2008년 66.5%, 2009년에 68.1%를 어획하고 있는 현실로 미루어 미성숙 단계의 물가자미에 대한 자원관리가 시급한 실정이다. 또한 물가자미 자원의 풍흉에 따른 자원생물학적 파라메타의 변화가 예상되므로 해양환경 변화와 더불어 종합적 연구가 있어야 할 것으로 생각된다.

결 론

조사기간 동안 어획된 물가자미 중 가장 크기가 큰 암컷은 전장 46.5cm이었고, 수컷은 37.0cm이었다. 완숙단계의 개체는 1-3월에 주로 출현하였고, 방후 개체는 4-5월에, 미숙단계의 개체는 6-10월에 높은 출현 경향을 보였다. 월별 GSI 최대값 및 평균값의 변동은 1-4월까지 높은 값을 보였으며, 이후 5-9월까지 낮은 값을 나타내었다. 난소의 생식주기는 미숙기, 주변인기, 난황포기, 난황형성기, 완숙기 및 휴지기로 나눌 수 있었다. 위의 결과들로 추정된 물가자미의 산란기는 1-4월이었다. 포란수는 최대 1,300,000개 (TL 41.5cm), 최소 170,000개 (TL 28.9cm)이었고, 포란수와 전장의 관계식은 $F = 3.7945TL^{3.3413}$ 이며, 체중과의 관계식은 $F = 851.01TW^{1.0565}$ 로 나타나 체장과 체중이 증가할수록 포란수도 증가하는 경향을 나타내었다. 암컷 전장 27cm 이하의 개체에서는 성숙한 개체가 출현하지 않았고, 30cm 이상의 개체에서는 대부분 성숙한 개체로 구멍되었다. 암컷의 50% 성숙체

장은 전장 28.8cm이었다.

사 사

본 논문은 국립수산물과학원 (남서해연안어업 자원조사 RP-2011-FR-009)의 지원으로 수행되었습니다. 본 논문의 구성과 논문의 완성도를 높여주신 심사위원들께 감사드립니다.

참 고 문 헌

- An, C.M., J.S. Lee and S.H. Huh, 1999. Spermiogenesis and Spermatozoal Ultrastructure of the Roundnose Flounder, *Eopsetta grigorjewi* (Teleostei: Pleuronectidae). J.Kor.Fish. Soc., 32(6), 730-736.
- Cha, H.K. and D.W. Lee, 2004. Reproduction of the Hairtail, *Trichiurus lepturus* Linnaeus in Korean Waters J.Kor.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. Kor.Soc.Fish. Res., 5, 24-33.
- Cha, H.K., J.B. Lee, S.K. Kang, D.S. Chang and J.H. Choi, 2009. Reproduction of the jack mackerel, *Trachurus japonicus* Temminck et Schlegel in the coastal waters around Jeju Island, Korean. J. Kor. Soc. Fish. Tech., 45 (4), 243-250.
- Cha, H.K., S.K. Kang, T.Y. Oh and J.H. Choi, 2010. Reproductive ecology of the blackthroat seaperch, *Doderleinia berycoidea* (Hilgendorf) in South Sea of Korean waters. J. Kor. Soc. Fish. Tech., 46 (4), 368-375.
- Ishito, Y., 1982. Maturation and spawning of the Roundnose flounder (*Eopsetta grigorjewi* Herzenstein) off the Northeastern coast of Japan. Bull. Tohoku Reg. Fish. Res. Lab., 45, 33-44
- Lee, S.S., K.N. Han and W.D. Yoon, 2003. Energy Budget of Shotted Halibut Juvenile, *Eopsetta grigorjewi* with Two Different Prey Items. J. Kor.Fish.Soc., 36 (4), 358-364.
- NFRDI, 2004. Commercial Fishes of the coastal & offshore waters in Korea. National Fisheries Research and Development Institute. Han-Geul

- Publish. Co., pp. 333.
- NFRDI, 2010. Ecology and fishing ground of major commercial species in the Korean waters. National Fisheries Research and Development Institute. Ye-Moon Publish. Co., pp. 405.
- 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. Kor. Soc. Fish. Res., 2, 84–91.

2011년 3월 3일 접수
2011년 5월 11일 1차 수정
2011년 5월 17일 2차 수정
2011년 5월 25일 수리