

찰가자미, *Microstomus achne*의 성숙과 생식소발달

변순규 · 김성연¹ · 김진도² · 이배익³ · 이종하⁴ · 한경호⁵ · 정민환^{6,*}

국립수산과학원 남동해수산연구소, ¹국립수산과학원 연구기획과, ²국립수산과학원 병리연구과, ³국립수산과학원 전략연구단, ⁴국립수산과학원 중앙내수면연구소, ⁵전남대학교 해양생산학부, ⁶국립수산과학원 양식관리과

Sexual Maturity and Gonadal Development of Slime Flounder, *Microstomus achne* by Soon Gyu Byun, Sung Yeon Kim¹, Jin Do Kim², Bae Ik Lee³, Jong Ha Lee⁴, Kyeong Ho Han⁵ and Min Hwan Jeong^{6,*} (Southeast Sea Fisheries Research Institute, NFRDI, Namhae 668-821, Korea; ¹Research and Development Planning Division, NFRDI, Busan 619-902, Korea; ²Pathology Division, NFRDI, Busan 619-902, Korea; ³New Strategy Research Center, NFRDI, Busan 619-902, Korea; ⁴Inland Fisheries Research Institute, NFRDI, 477-815, Korea; ⁵Fisheries Science Institute, Chonnam National University, Yeosu 550-749, Korea; ⁶Aquaculture Management Division, NFRDI, Busan 619-902, Korea)

ABSTRACT Slime flounder, *Microstomus achne* is distributed in the coastal waters of Korea, west sea of Japan, BoHai, Yellow sea and East china sea. They are mainly caught by bottom trawl net during winter, from December to March. Sexual maturation of slime flounder were investigated using samples collected from commercial catch in the southern coast of Korea from November, 2006 to March, 2007. The ovary of the slime flounder is a conical bag in shape and is bilateral structure develops lengthily from the posterior of the abdomen to the end of the anal fin. The testis also is bilateral in structure, usually located in small size in the abdomen. In females, the gonadosomatic index (GSI) were peaked in January (12.46), then decreased rapidly thereafter. Female GSI values plummeted to 2.72 in March just after spawning. Male GSI values were peaked in December (2.46) before in the spawning season, then decreased slowly thereafter. The reproductive cycle would be classified into three successive developmental stages : maturation stage (November to January), ripe and spawning stage (December to February), degenerative and resting stage (February to March). Relationships between the fish sizes in total length (TL) and the number of ovarian eggs (F), the body weights (BW) and the number of ovarian eggs were indicated by the exponential equation respectively: $F=29.027TL-767.8$ ($r^2=0.7686$), $F=0.3998BW+24.288$ ($r^2=0.8919$).

Key words : Slime flounder, GSI, gonadal development, sexual maturity

서 론

찰가자미, *Microstomus achne*는 가자미목 (Pleuronectiformes), 가자미과 (Pleuronectidae), 찰가자미속 (*Microstomus*)에 속하는 저서성 어류로서, 우리나라에 분포하는 찰가자미속 어류는 찰가자미 1종이 알려져 있다. 우리나라 서해에서

찰가자미는 여름에 백령도와 중국 산둥성 연안에 분포하다가 가을에 남하하여 제주도 서쪽 해역에서 월동한다. 또 대마도 서쪽 해역에서 형성된 계군은 가을과 겨울에 제주도 동남쪽 해역에서 서식하다가, 봄과 여름에는 대마도 서쪽 해역으로 북상하고, 일부는 동해안까지 이동하는 분포 특성이 있는 것으로 알려져 있다(정, 1991).

가자미류의 성숙과 연령 및 산란에 관한 연구는 참가자미, *Pseudopleuronectes herzensteini*의 연령과 성장(최 등, 1986; 이 등, 2006; 和田, 1970a; 西内, 1984), 성숙과 산란

*교신저자: 정민환 Tel: 82-51-720-2422, Fax: 82-51-720-4239, E-mail: mhjeong@nfrdi.go.kr

(차 등, 2006; 和田, 1970b), 생식주기 (장 등, 2004), 돌가자미, *Kareius bicoloratus*에 대한 생식선자극호르몬제의 이용 (高城, 1976a, b), 성성숙 (전 등, 2003), 연령과 성장 (전과 임, 2004), 돌가자미, *Eopsetta grigorjewi*에 있어서 LHRHa 펠렛을 이용한 성숙촉진 (Okumura and Sakae, 1993), 범가자미, *Verasper variegatus*의 성성숙 (김 등, 1998), 성스테로이드 호르몬 변화 (김 등, 1999), 호르몬 처리에 의한 성숙과 배란 유도 (백 등, 2000) 등 몇몇 종에 대한 보고가 있으나, 찰가자미의 번식생리학적인 연구는 보고되지 않은 실정이다. 특히, 찰가자미는 우리나라에서 산란시기인 겨울철에만 어획되는 어종으로 자원량이 많지 않은 유용 수산자원이란 특수성 때문에 아직 기초적인 생태·생리적인 연구는 찾아보기 어렵다.

따라서, 본 연구에서는 찰가자미의 번식생리학적 특성에 대한 기초자료를 제공하고, 어획이 가능한 겨울철 산란시기에 이 어종의 성성숙 및 생식소발달에 관한 전반적인 제반사항을 조사하였다.

재료 및 방법

실험에 사용한 찰가자미는 우리나라에서 어획이 가능한 시기인 2006년 11월부터 2007년 3월까지 전라남도 여수 인근해역에서 자망어업으로 어획된 것을 매월 10~20마리 내외로 채집하여 조사하였다 (Table 1). 매월 채집한 암·수 찰가자미를 대상으로 전장과 체장은 0.1 cm, 체중은 0.1 g 단위로 측정하였으며, 생식소와 간 중량은 전자저울 (PM4000)을 이용하여 0.01 g 단위로 측정하였다. 이 측정값을 토대로 생식소중량지수 {gonadosomatic index: GSI=(생식소중량/체중량)×100}, 간중량지수 {hepatosomatic index: HSI=(간중량/체중량)×100} 및 비만도 {condition factor: CF=(체중량/전

Table 1. The body size of female and male slime flounder in this experiment

Month	Sex	Number of fish	Total length (cm)	Boby weight (g)
Nov. 2006	Female	6	35.7±1.2	550.4±70.5
	Male	4	32.6±0.5	424.3±47.6
Dec.	Female	6	34.1±2.1	553.5±123.0
	Male	10	32.8±1.6	456.6±107.5
Jan. 2007	Female	16	34.9±2.1	649.2±141.3
	Male	17	32.4±1.4	441.7±58.8
Feb.	Female	5	35.7±1.7	691.3±170.6
	Male	15	36.4±1.2	609.4±61.4
Mar.	Female	8	39.3±2.5	815.6±193.1
	Male	10	31.7±1.5	385.5±47.5

Value represents a mean±S.D.

장³)×1,000}를 구하였다. 찰가자미 생식소의 조직학적 변화를 조사하기 위하여 월별로 생식소를 적출하여 난소와 정소의 일부를 Bouin액에 고정된 후, 상법에 따라 파라핀으로 포매한 다음, 조직을 5 μm의 두께로 연속절편 하였다. 이후 생식소의 구조 및 발달 상태의 조직학적 관찰을 위해 haematoxyline-eosin (H-E) 이중염색과 Mallory 삼중염색으로 표본을 만든 후 광학현미경에서 관찰하였다. 생식소 발달단계는 채집시기를 감안하여 성숙기, 완숙 및 산란기 그리고 퇴화 및 휴지기의 3단계로 구분하였다. 찰가자미 암컷의 포란수 조사는 산란기 중에 채집한 개체 중 21마리의 성숙한 개체의 난소만을 이용하였다. 난의 분리를 촉진하기 위하여 생식소 조각을 개량 Gilson액 (Love and Westphal, 1981)에 넣고 60~70°C의 온도를 유지하면서, 6일간 매 시간마다 흔들어 주었다. 분리되지 않은 난들은 해부 침으로 분리한 다음, 다시 24시간 보존하여 완전히 분리시켰다. 분리된 난들은 난경 크기별로 구분, 계수하여 난경 조성을 조사하였다. 포란수 계산은 Bagenal and Brown (1978)의 습중량법을 사용하였으며, 난경의 측정은 Image analysis program (Image-Pro Plus Version 4.0 for Windows™)을 이용하여 1 μm까지 측정하였다. 찰가자미의 GSI, HSI 및 CF의 측정값은 평균±표준오차로 나타냈으며, 유의차는 SPSS-통계패키지 (version 12.0)를 이용하여 independent samples t-test와 one-way ANOVA-test (Duncan's multiple range test)를 이용하여 검정하였다 ($P<0.05$).

결 과

1. 생식소중량지수 (GSI), 간중량지수 (HSI) 및 비만도 (CF)의 월별 변화

찰가자미의 채집이 가능했던 11월부터 익년 3월까지 이종의 GSI, HSI 및 CF의 월별 변화는 Fig. 1에서 보는 바와 같다. 암컷의 GSI는 11월에 3.80±0.44에서 지속적으로 증가하여 1월에 12.46±1.77로 유의하게 높은 값을 보인 후, 감소하여 3월에는 2.72±0.40으로 감소하였다. 수컷의 GSI는 11월에 0.44±0.20에서 12월에 2.46±1.13으로 유의하게 증가한 후, 지속적으로 감소하여 3월에는 0.40±0.28로 낮은 값을 보였다. 11월부터 2월까지 암컷의 GSI는 수컷의 GSI보다 높은 값을 보였으나 3월에는 유의한 차이를 보이지 않았다 ($P<0.05$). 암컷의 HSI는 11월부터 1월까지 1.69±0.72~1.93±0.52로 비슷한 수준을 유지하다 2월에 1.02±0.48로 낮은 값을 보인 후, 3월에 1.80±0.54로 유의하게 증가하여 이전과 비슷한 수준을 보였다. 수컷의 HSI는 11월에 1.87±0.30에서 12월에 1.20±0.40으로 유의하게 감소하여 3월까지 비슷한 수준을 유지하였다. 11월에 암컷과

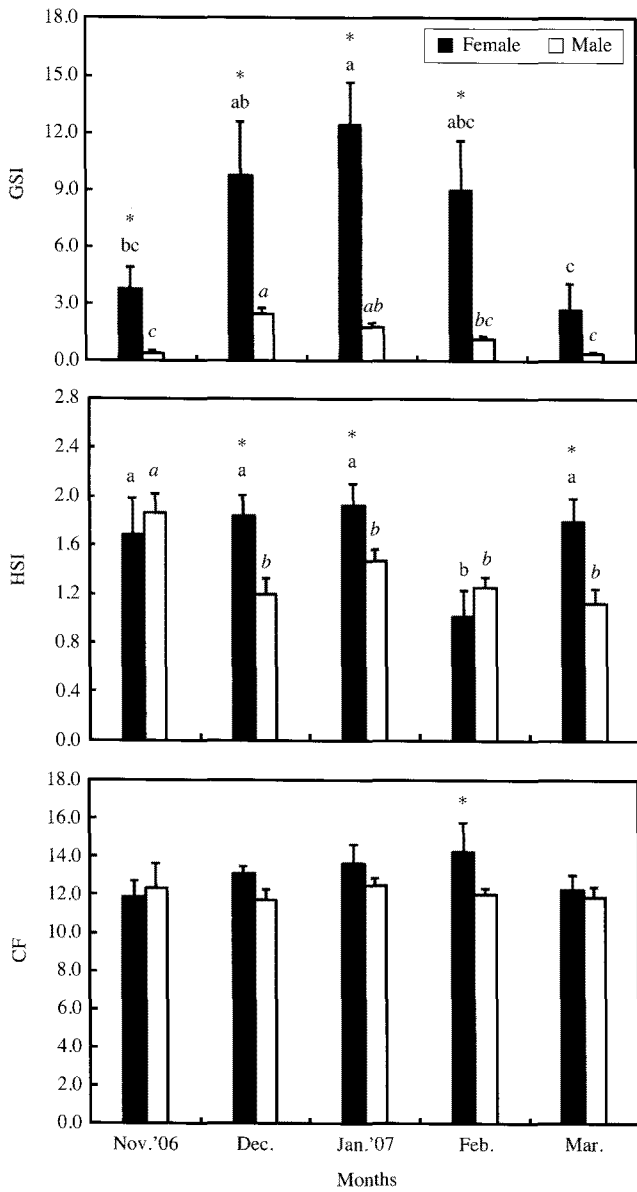


Fig. 1. Monthly changes in gonadosomatic index (GSI), hepatosomatic index (HSI) and condition factor (CF) of slime flounder from November, 2006 to March, 2007. Different small letters significant differences between months at each female and male ($P < 0.05$). Asterisk show significant differences between female and male at each months ($P < 0.05$).

수컷의 HSI는 유의한 차이를 보이지 않았으나, 12월과 1월에는 수컷의 HSI가 암컷보다 낮은 값을 보였다. 그러나 2월에 다시 암컷과 수컷의 HSI는 유의한 차이를 보이지 않다가 3월에 다시 암컷의 HSI가 수컷보다 증가하였다 ($P < 0.05$). 11월부터 3월까지 암컷의 CF는 $11.85 \pm 2.10 \sim 14.27 \pm 3.33$, 수컷의 CF는 11월부터 3월까지 $11.27 \pm 1.39 \sim 12.46 \pm 1.42$ 로 암컷과 수컷 모두 채집기간 동안 유의한 차이를 보이지 않았다. 또한 암컷과 수컷의 월별 CF 차이 역시 2월

만 제외하고 차이를 보이지 않았다 ($P < 0.05$).

2. 생식소의 조직학적 발달

찰가자미의 채집이 가능했던 11월부터 익년 3월까지 암컷과 수컷의 생식소발달은 Fig. 2와 3에서 보는 바와 같다.

난소발달

찰가자미의 성숙기 난소에는 다수의 소낭으로 구성되어 있었으며, 난소소낭 내에서 발달중인 난모세포의 난경은 $400 \mu\text{m}$ 전후로 세포질 내에는 난황물질이 축적되고 있는 난황구들이 관찰되었다. 또한 세포질 외측에는 호산성의 염색성을 보이는 방사선대가 발달하기 시작하였다 (Fig. 2A). 난소 발달이 완숙기로 접어들면서 난경이 $500 \sim 550 \mu\text{m}$ 전후로 성장하고, 난세포질에는 난황구가 가득 차게 되고 호산성의 염색성을 보이는 방사선대도 잘 관찰되었다 (Fig. 2B). 이후 난경이 $600 \mu\text{m}$ 전후에 발달하면서 일부 난황구들이 서로 융합되어 큰 난황구로 발달되고, 세포질 내에는 드물게 공포 상의 유구도 관찰되기 시작하였다. 그리고 세포질 중앙에 위치한 핵도 핵막의 붕괴와 함께 동물극으로 이동을 시작하는 완숙 난도 관찰되었다 (Fig. 2C). 배란과 방란이 일어난 난소에서는 난경 $600 \mu\text{m}$ 이상의 완숙 난들이 거의 산란되면서, 난소 내에는 잔존 여포와 소수의 미 산란된 $450 \sim 500 \mu\text{m}$ 의 성숙 난들이 관찰되었다 (Fig. 2D). 방란 이후 난소 자체가 퇴화 위축되면서 소낭 내에 잔존하던 성숙 난들의 흡수가 진행되었으며 (Fig. 2E), 퇴화 흡수가 끝나면 각 난소 소낭에는 난경 $100 \sim 170 \mu\text{m}$ 전후의 초기 난모세포들이 재배열된 상태가 관찰되었다 (Fig. 2F).

정소발달

찰가자미의 성숙기 정소에는 다수의 소엽상 구조로 구성되어 있었으며, 정소 소엽들은, 각 소엽간의 격막이 얇아진 상태이고, 간충직세포들도 대부분 소실되고 있었다. 각 소엽 내강에는 성숙된 정세포와 일부 변태된 완숙 정자들이 가득 차 있었다 (Fig. 3A). 성숙된 정소에서는 계속된 정소의 비후 발달로 각 소엽간 격막이 아주 얇아지며, 소엽내에는 변태 성숙된 완숙 정자들로 가득 차게 있었으며, 이때의 정소는 약간의 외부 압력에도 정자가 외부로 방출될 정도로 완숙된 정자들이 각 소엽내에 층만해 있었다 (Fig. 3B). 방정 이후 정소 소엽 내강과 수정관에 밀집된 완숙 정자의 수가 감소되면서 소엽 내강은 허술해진 상태가 관찰되었다 (Fig. 3C). 방정 후 각 정소 소엽내 미 방출된 정자들이 차츰 퇴화 흡수되면서, 소엽 상피 조직들도 다시 비후되고, 간충직세포들의 발달도 관찰되었으며, 정소 자체도 크게 위축되었다 (Fig. 3D). 이후 휴지기에 접어든 정소는 소엽상피가 두터워지고 소엽 내강에는 미 방출된 정자들은 모두 퇴화 흡수되어 관찰되지 않았으며, 소엽 자체도 크게 위축된 상태를

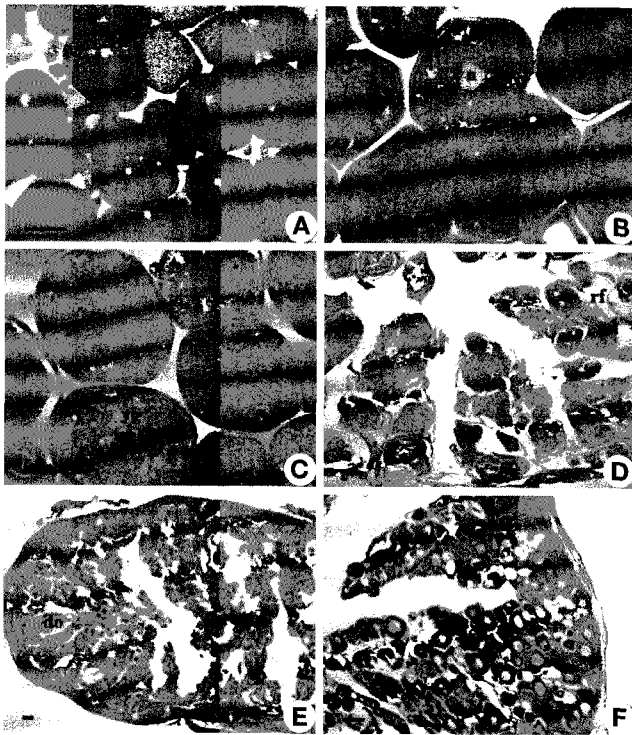


Fig. 2. Photomicrograph of ovarian development phases of slime flounder from November, 2006 to March, 2007. A: maturation stage; B~D: ripe and spawning stage; E, F: degeneration and resting stage. do: degenerating oocyte; n: nucleus; rf: residual follicle; yg: yolk granules. Scale bars=200 μ m.

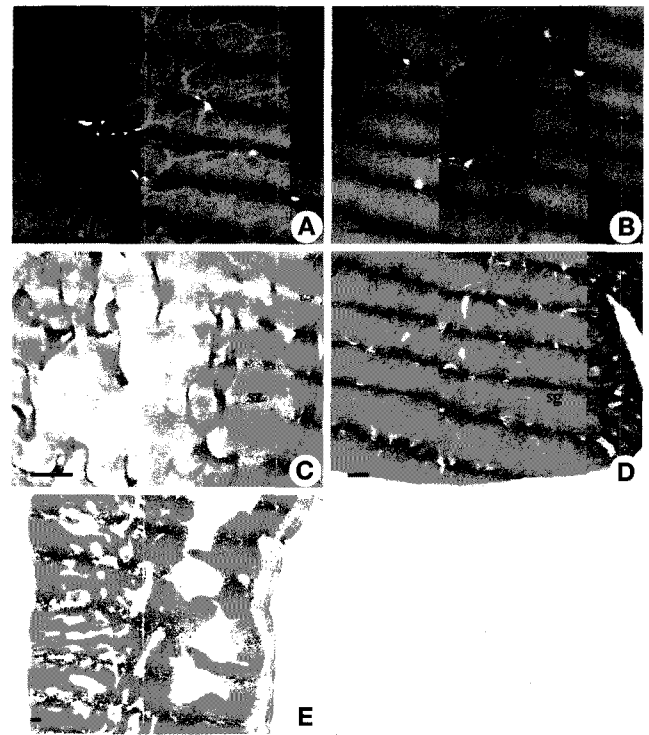


Fig. 3. Photomicrograph of testicular developmental phases of slime flounder from November, 2006 to March, 2007. A: maturation stage; B, C: ripe and spawning stage; D, E: degeneration and resting stage. sz: spermatozoa; sg: spermatogonia; st: spermatids. Scale bars=200 μ m.

유지하고 있었다(Fig. 3E).

3. 생식주기

찰가자미의 채집이 가능했던 11월부터 익년 3월까지 생식소 조직상의 발달단계를 성숙기, 완숙 및 산란기 그리고 퇴화 및 휴지기로 구분하여 Fig. 4에 나타냈다.

11월에 조사한 찰가자미 암컷과 수컷 모두 성숙기를 100%의 출현율을 보였으며, 암컷은 1월까지, 수컷은 12월까지 성숙기의 생식소를 가진 일부 개체가 관찰되었다. 12~2월까지 암컷과 수컷 모두 완숙 및 산란기로 수컷은 1월에 암컷은 2월에 100%의 출현율을 보였다. 수컷은 2월에 약 33%가 퇴화 및 휴지기로 접어들어 3월에는 암컷과 수컷 모두 퇴화 및 휴지기 상태였다.

4. 난경조성

찰가자미의 산란기간 중 방란 횟수를 추정하기 위하여 11월의 성숙기부터 3월 퇴화 및 휴지기까지 암컷 개체들을 대상으로, 월별 난모세포들의 크기별 난경조성은 Fig. 5와 같다. 11월에 GSI 5.76인 성숙기의 개체에서는 난경이 300 μ m 전후의 난모세포가 주된 mode를 형성하여 성장 중이었

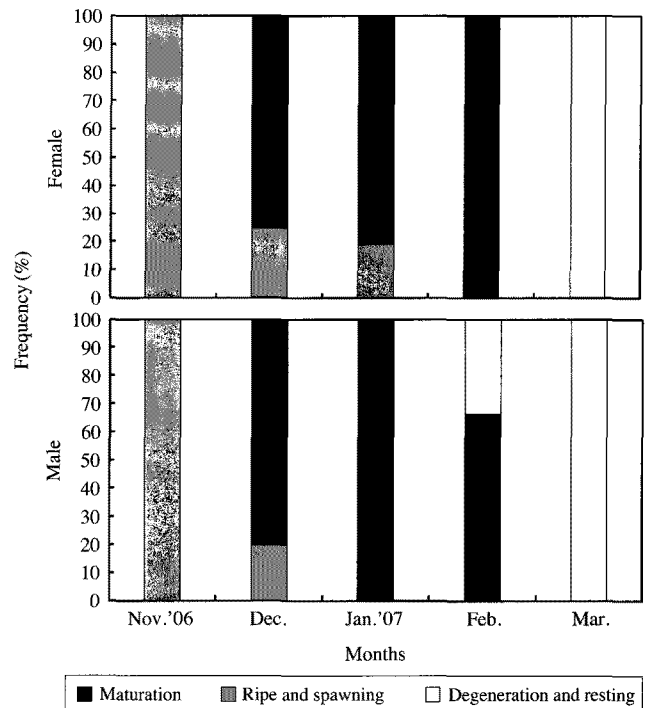


Fig. 4. Frequency of gonadal developmental phases of slime flounder from November, 2006 to March, 2007.

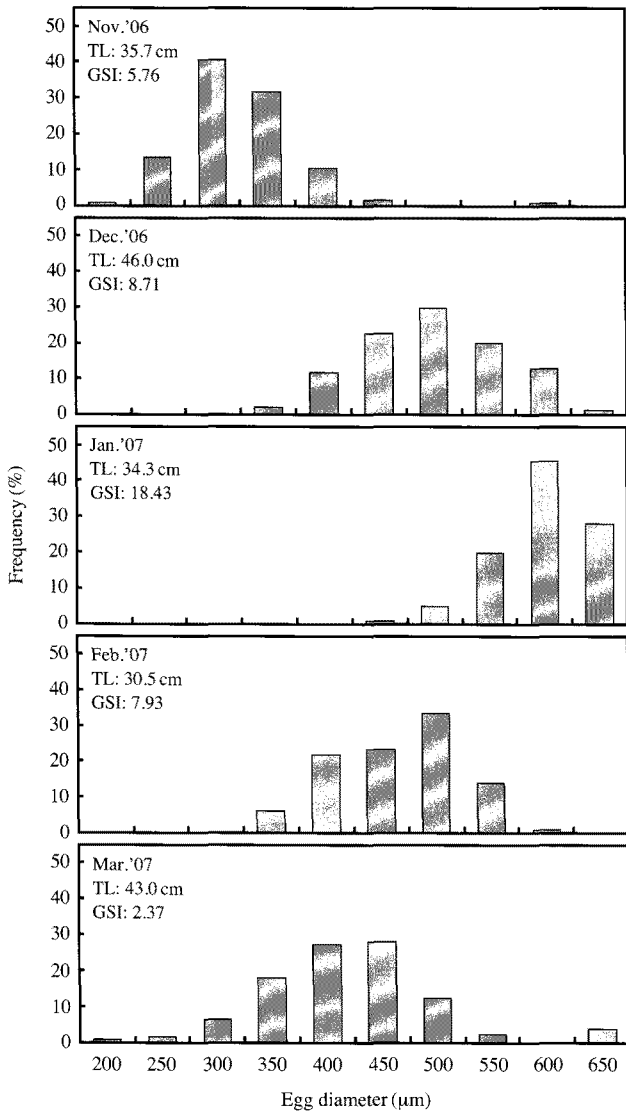


Fig. 5. Frequency distribution of egg diameter of slime flounder from November, 2006 to March, 2007.

으며, 이러한 mode는 12월에 GSI가 8.71인 개체에서 난경이 500 µm 전후의 mode로 이행하여, 성숙후기의 난모세포로 발달하였다. 이후 1월에 GSI가 18.43인 완숙 및 산란기의 개체에서는 앞서 발달한 mode가 난경 600 µm 전후가 주된 mode를 이루며 발달되었다. 2월 (GSI 7.93)에는 난소내 주된 난경 mode를 형성하였던 난경 600~650 µm 이상의 완숙 난들이 대부분 산란되면서 사라지고, 소량의 완숙 난과 성숙·발달 중이던 400~500 µm의 난모세포가 관찰되었다. 퇴화 및 휴지기인 3월에는 대부분 500 µm 이하의 난모세포만이 관찰되었다.

5. 포란수 및 균성숙도

찰가자미 개체군의 번식력을 조사하기 위하여 성숙 및 완숙된 찰가자미 암컷 21마리를 대상으로 포란수를 조사한 결과, 총 포란수는 55,926~1,050,247개 사이로 평균 295,571

Table 2. The relationship between total length and maturity of slime flounder

Total length (cm)	Female		Male	
	Number of fish	Maturity (%)	Number of fish	Maturity (%)
24.1~27.0	—	—	2	100
27.1~30.0	6	100	8	100
30.1~33.0	7	100	26	100
33.1~36.0	11	100	8	100
36.1~39.0	5	100	4	100
39.1~42.0	5	100	3	100
42.1~45.0	3	100	4	100
45.1~48.0	2	100	1	100
48.1~51.0	—	—	—	—
51.1~54.0	1	100	—	—
54.1~57.0	—	—	—	—
57.1~60.0	1	100	—	—
Total	41		56	

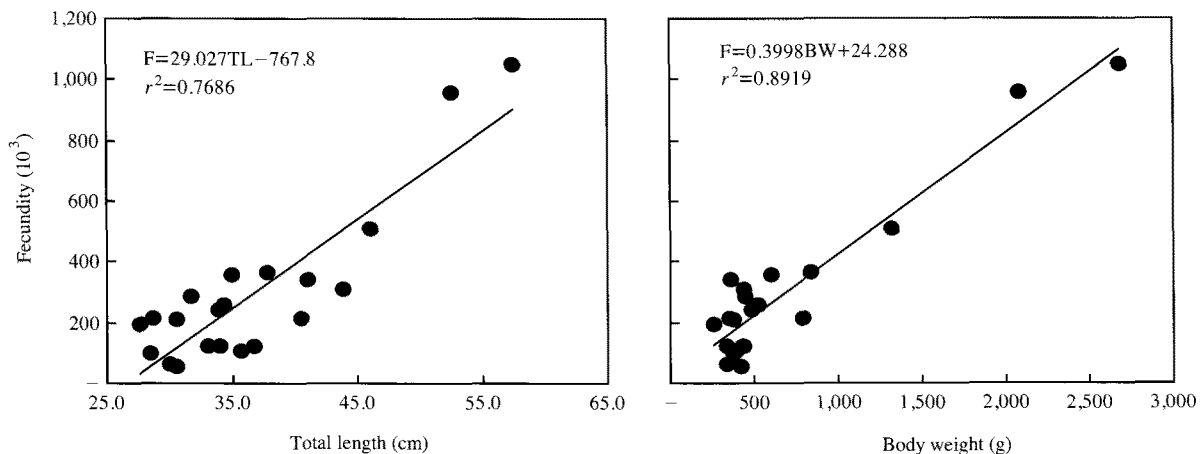


Fig. 6. Relationship between fecundity and total length, body weight of slime flounder.

개로 조사되었다. 체중 500 g 이하 개체 (n=14)에서 평균 포란수는 178,130개, 500~1,000 g (n=4)에서는 298,861개, 1,000~1,500 g (n=1)에서는 510,000개, 2,000 g 이상 (n=2)에서는 1,003,863개의 알을 가지고 있었다. 포란수(fecundity, F)와 전장(total length, TL)의 관계는 $F=29.027TL-767.8$ ($r^2=0.7686$)로 나타났고, 포란수와 체중(body weight, BW)의 관계는 $F=0.3998FW+24.288$ ($r^2=0.8919$)로 나타났다 (Fig. 6).

번식에 참여하는 찰가자미의 군성숙도를 조사하기 위하여, 성숙기에 접어드는 11월부터 산란이 끝나는 2월까지의 전장 24.1~60.0 cm 사이의 암컷 41개체, 수컷 56개체를 대상으로 생식소 표본으로 성숙 여부를 조사한 결과는 Table 2와 같다. 개체군 군성숙도 조사에 사용한 암컷의 전장범위는 27.1~60.0 cm였으며, 조사 개체들 중 가장 많이 출현한 전장 범위는 33.1~36.0 cm (n=11)였다. 수컷의 전장범위는 24.1~48.0 cm였으며, 개체수가 가장 많은 전장 범위는 30.1~33.0 cm (n=26)였다. 그리고 군성숙도 조사에 사용한 전암컷과 수컷 개체는 100% 번식에 참여하고 있는 것으로 나타났다.

고 찰

해산 경골어류의 경우 각기 정해진 시기에 성숙·산란하며 산란기를 중심으로 생식주기를 나타내고 있는데, 어류의 성숙·산란을 제어하는 환경요인으로는 빛과 수온이 깊이 관여하고 있다고 보고하고 있다 (Henderson, 1963; De Vlaming, 1972, 1975; Wootton, 1982; Lee *et al.*, 1984; 안, 1994). Aida (1991)는 수온과 빛 등의 환경요인과 관련하여 어류의 산란형을 계절적으로 6가지(춘계 산란형, 춘하계 산란형, 하계 산란형, 춘추계 산란형, 추계 산란형, 동계 산란형)로 구분하였는데, 찰가자미의 경우 생식소 발달은 일조시간이 점점 짧아지고 수온이 하강하는 11월부터 활성화되어, 단일 광주기와 저수온기인 12월부터 2월까지 산란이 이루어지는 동계 산란형에 속하였다. 따라서, 하계 산란형에 속하는 green sunfish *Lepomis cyanellus* (Kaya and Hasler, 1972), 자리돔 (이와 이, 1987) 및 파랑볼우럭, *Lepomis macrochirus* (이와 김, 1987) 처럼 고수온과 장일 광주기(14L)의 복합적인 작용으로 생식소의 활성화가 일어나는 것과는 달리 찰가자미의 생식소 성숙은 문치가자미 (이 등, 1985), 도다리, *Pleuronichthys cornutus* (전, 1993)와 같이 수온 하강과 광주기의 단일화가 직접적으로 작용하는 것으로 판단된다. 가자미목 어류의 산란기를 보면, 南 (1983)은 넙치과 어류는 봄에 산란하고, 남서대와 어류와 참서대와 어류는 여름을 중심으로 산란하고 가을까지 산란하는 반면, 가자미과 어류는 주로 겨울에 산란한다고 하였는데, 찰가자미 역시 산란

기는 12~2월 (주 산란기는 1~2월)이었다. 가자미과에 속하는 어종들의 산란기를 살펴보면, 문치가자미 (강 등, 1985; 김 등, 1991)가 11~1월, 도다리 (전, 1993)가 12~1월, 범가자미 (Takita *et al.*, 1967; 김 등, 1998)가 12~3월로 대부분의 가자미과 어류가 겨울철에 산란함을 알 수 있다.

경골어류에서 GSI와 HSI의 관계는 일반적으로 역상관관계로 문치가자미 (이 등, 1985), 돌가자미 (전 등, 2003), 강도다리 (임 등, 2007) 등에서 보고되어 있으며, 이것은 난모세포의 발달시기에 생식소에서 estradiol-17 β 가 분비되어 이 호르몬에 의해 간에서 난황전구물질인 vitellogenin이 합성, 알에 축적되기 때문이라고 보고되고 있다 (Aida *et al.*, 1973; Miller, 1989). 이와 반대로 농어, *Lateolabrax japonicus* (강 등, 2001), 바닥물절, *Sagamia geneionema* (허 등, 2006) 등 일부 어종에서는 정상관관계로 보고되어 있으며, 2년생 자주복, *Takifugu rubripes*의 경우 GSI와 HSI는 어떠한 상관관계가 없는 무상관관계라고 보고되어 있다 (양 등, 1994). 본 연구에서 번식기간 동안 찰가자미 암컷과 수컷의 GSI는 11월에 각각 3.80, 0.44에서 증가하여 암컷은 1월에 12.46, 수컷은 12월에 2.46으로 최대값을 보인 후 3월에 각각 2.72, 0.40으로 11월과 비슷한 수준으로 감소하는 리듬을 보였다. 그러나 HSI는 암컷은 2월 (HSI 1.02), 수컷은 11월 (HSI 1.87)을 제외하고 11월부터 3월까지 각각 1.69~1.93, 1.13~1.47로 비슷한 수준으로 유지되었다. 또한 찰가자미 암컷과 수컷의 CF는 11월부터 3월까지 11.71~14.27로 일정하게 유지되었다. 따라서 찰가자미의 번식기간 동안 GSI, HSI 그리고 CF의 관계는 무상관관계라고 추측된다. 하지만 본 결과는 우리나라에서 찰가자미를 어획할 수 있는 겨울철 산란시기만 조사한 자료임으로 좀 더 장기적인 조사가 이루어져야 할 것이다.

어류의 경우 일반적으로 수컷의 GSI가 암컷에 비하여 낮는데, 자리돔 (이와 이, 1987)과 그물코취치, *Rudarius ercodes* (Lee and Hanyu, 1984) 수컷의 GSI는 각각 6.1, 6.9로, 각 어종의 암컷에 비하면 비교적 낮지만 찰가자미의 수컷에 비하면 매우 높게 나타나고 있다. 그러나 덕대, *Pampus echinogaster* 및 병어, *Pampus argenteus* (이와 진, 1989) 수컷의 최대 GSI는 각각 1.98, 0.96이며, 황늘래기, *Pseudolabrus japonicus* (이 등, 1992)는 0.38, 쟁뚝어, *Boleophthalmus pectinirostris* (정 등, 1991)는 0.48로 체중에 대한 정소 중량이 차지하는 비율이 낮은 종들도 있다. 해산 경골어류 중 체외수정을 하는 어종에 있어서 이와 같이 다양한 GSI를 가지는 것은 산란 행동이 다르기 때문으로 생각되고 있다 (Billard, 1986). 즉, 수컷의 GSI가 낮은 어종들은 짝을 지어 산란 행동을 하는데 비하여, GSI가 높은 어종들은 무리를 지어 산란 행동을 한다고 가설을 제시하고 있다 (Suquet *et al.*, 1994). 그러나 찰가자미의 산란 행동을 관찰한 보고가 없기 때문에 앞서 서술한 가설과의 일치성은 차후 검토할 문제라 생각된다.

본 연구에서 전장에 따른 포란수의 관계는 $F=29.027TL - 767.8$ ($r^2=0.7686$), 체중에 따른 포란수의 관계는 $F=0.3998BW+24.288$ ($r^2=0.8919$)로 나타났으며, 최대 포란수를 가진 개체의 전장은 57.5 cm로 포란수는 1,050,247개, 최소 포란수를 가진 개체의 전장은 30.5 cm로 포란수는 55,926개였다. 전장 1cm당 상대포란수는 전장 50.1 cm 이상 개체에서는 평균 18,238~18,265개였으며, 전장 25.1~40.0 cm 범위에 속하는 개체들에서는 평균 5,748~7,836개로 나타나 전장이 커짐에 따라 상대포란수도 커지는 경향을 보였다. 또한 찰가자미 암컷과 수컷의 전장별 출현 빈도를 보면, 수컷은 전장 34 cm, 암컷은 전장 37 cm에서 높은 출현 빈도를 보여 수컷보다 암컷이 더 큰 전장에서 높은 출현 빈도를 보였고, 전장 43 cm 이후부터 암컷의 출현 빈도가 높게 나타나기 시작하였으며, 전장 49 cm 이후부터는 거의 암컷만 출현하였다. 이러한 현상에 대한 구체적인 연구는 없지만, 시간의 경과에 따른 성장 과정이 생물 자체의 내부 조건과 생물체가 처해 있는 외부적 환경 요인에 의해 좌우된다(Pianka and Parker, 1975)고 보면, 암컷이 수컷보다 더 유리한 성장 조건을 가지고 있다고 생각된다. 그러나 이 두 가지 요인이 어떻게 암수의 성장에 영향을 주는 지는 성별 섭식형태, 섭식량 및 기타 성장에 관련된 보다 구체적인 연구를 함으로써 밝혀질 것이라 본다.

요 약

찰가자미는 우리나라 연해, 일본 서해, 발해, 황해 및 동중국해에 서식하며, 겨울철인 12월에서 3월 사이에 어획된다. 채집이 가능하였던 2006년 11월부터 2007년 3월까지 찰가자미의 생체지수, 생식소발달, 생식주기, 난경 조성 및 포란수 등을 조사하였다. 찰가자미의 생식소중량지수(GSI)는, 암컷의 경우 11월에 3.8에서 12월 9.76, 1월 12.46 까지 계속 상승하다가, 2월에 9.01, 3월 2.72로 급격히 감소하였다. 수컷도 11월 0.44에서 12월 2.46로 상승한 후 1월에 1.77, 2월에 1.18로 점차 감소하여 3월에는 0.4로 감소하였다. 생식소 발달 단계는 성숙기(11~1월), 완숙 및 산란기(12~2월), 퇴화 및 휴지기(2~3월)의 연속적인 생식 주기가 관찰되었으며, 주 산란기는 1~2월이었다. 포란수(F)와 전장(TL)과의 관계는 $F=29.027TL - 767.8$ ($r^2=0.7686$)로 나타났고, F와 체중(BW)과의 관계는 $F=0.3998BW+24.288$ ($r^2=0.8919$)로 나타났다.

사 사

본 연구과제는 국립수산물연구원 (패류양식개발, RP-2011-

AQ-092)의 지원에 의해 수행되었습니다.

인 용 문 헌

강덕영 · 한형균 · 안철민. 2001. 농어, *Lateolabrax japonicus*의 생식주기. 한국어류학회지, 13: 201-209.

강용주 · 이택열 · 이병동. 1985. 문치가자미, *Limanda yokohamae*의 생식기구 및 개체군 동태 생식기구. 한국수산학회지, 18: 253-261.

김영혜 · 강용주 · 배인주. 1991. 문치가자미, *Limanda yokohamae* (GÜNTHER)의 연령과 성장. 한국어류학회지, 3: 130-139.

김 윤 · 백혜자 · 한창희 · 회전승미 · 소촌목인. 1999. 범가자미, *Verasper variegatus*의 생식소 발달단계에 따른 혈중 난황단백전구체 (vitellogenin)와 성 스테로이드호르몬 변화. 한국수산학회지, 32: 624-628.

김 윤 · 안철민 · 김경길 · 백혜자. 1998. 범가자미, *Verasper variegatus*의 성성숙. 한국어류학회지, 10: 191-199.

백혜자 · 김 윤 · 안철민 · 조기채 · 명정인 · 이남주. 2000. 호르몬 처리에 의한 범가자미, *Verasper variegatus*의 성숙과 배란유도. 한국양식학회지, 13: 47-53.

안철민. 1994. 각시붕어, *Rhodeus uyekii* (Pisces : Cyprinidae)의 생식주기 및 그 제어에 관한 연구. 부산수산대학교, 81pp.

양상근 · 이영돈 · 변충규. 1994. 자주복, *Takifugu rubripes*의 성성숙과 호르몬 처리에 의한 인공채란 연구. 한국양식학회지, 7: 189-204.

이성열 · 박기영 · 김영섭 · 박현우 · 양재형 · 최수하. 2006. 한국 동해안 참가자미, *Pleuronectes herzensteini* (Jordan et Snyder)의 연령과 성장. 한국어류학회지, 18: 355-362.

이영돈 · 안철민 · 이정재 · 이택열. 1992. 황물래기, *Pseudolabrus japonicus* (HOUTTUYN)의 생식주기와 성전환. 제주대해안해양연구소, 16: 55-66.

이영돈 · 이택열. 1987. 자리돔의 생식주기에 관한 연구. 한국수산학회지, 20: 509-519.

이택열 · 강용주 · 이병동. 1985. 문치가자미, *Limanda yokohamae*의 생식기구 및 개체군 동태 생식기구. 한국수산학회지, 18: 253-261.

이택열 · 김성연. 1987. 파랑볼우럭, *Lepomis macrochirus*의 생식주기에 관한 실험적 연구. 한국수산학회지, 20: 489-500.

이택열 · 진중주. 1989. 한국근해 병어류의 자원생물학적 연구 2. 성숙과 산란. 한국수산학회지, 22: 266-280.

임한규 · 변순규 · 이종하 · 박상언 · 김이청 · 한형균 · 민병화 · 이배익. 2007. 실내 사육한 강도다리 *Platichthys stellatus*의 성성숙과 생식주기. 한국양식학회지, 20: 212-218.

장윤정 · 이정용 · 장영진. 2004. 동해안 참가자미, *Limanda herzensteini*의 생식주기. 한국양식학회지, 17: 128-132.

전영열. 1993. 진해만에 서식하는 도다리, *Pleuronichthys cornutus*의 번식에 관한 연구. 국립수산물연구원 연구보고, 47: 71-82.

전제천 · 신두생 · 김용호 · 정의영. 2003. 한국 서해산 돌가자미, *Kareius bicoloratus*의 성 성숙. 한국어류학회지, 15: 259-271.

전제천 · 임양재. 2004. 한국 서해산 돌가자미, *Kareius bicoloratus*

- 의 연령과 성장. 한국어류학회지, 16: 173-180.
- 정분기. 1991. 한국의 어보도. 일지사, pp. 443-444.
- 정의영 · 안철민 · 이택열. 1991. 쟁둥어, *Boleophthalmus pectinirostris* (Linnaeus)의 성 성숙. 한국수산학회지, 24: 167-176.
- 차형기 · 박기영 · 이성일 · 박헌우 · 권혁찬 · 최수하. 2006. 한국 동해안 참가지미, *Pleuronectes herzensteini* (Jordan et Snyder)의 성숙과 산란. 한국어류학회지, 18: 363-367.
- 최수하 · 전영열 · 공용근 · 손송정. 1986. 참가지미, *Limanda herzensteini*의 연령, 성장 및 성숙에 관한 연구. 국립수산물학원 연구보고, 39: 43-51.
- 허상우 · 김성준 · 송영보 · 이치훈 · 임봉수 · 노 섭 · 이영돈. 2006. 바닥문질 (*Sagamia geneionema*) 암컷의 생식주기. 한국수산학회지, 39: 404-409.
- Aida, K. 1991. Environmental regulation of reproductive rhythms in teleosts. Bull. Inst. Zool., Academia Sinica, Monograph, 16: 173-187.
- Aida, K., Y. Nagahama and T. Hibiya, 1973. Physiological studies on the gonadal maturation of fish. I. Sexual difference on composition of plasma protein of ayu in relation to gonadal maturation. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., 39: 1091-1106.
- Bagenal, T.B. and E. Brown. 1978. Egg and early life history. In: Bagenal, T.B. (ed), Methods for assessment of fish production in fresh water, 3rd ed., Blackwell scientific publications LTD., Oxford., pp. 165-201.
- Billard, R. 1986. Spermatogenesis and spermatology of some teleost fish species. Reprod. Nutr. Dev., 26: 877-920.
- De Vlaming, V.L. 1972. The effects of temperature and photoperiod on reproductive cycling in estuarine gobiid fish, *Gillichthys mirabilis*. Fish. Bull., 70: 1137-1152.
- De vlaming, V.L. 1975. Effects of photoperiod and temperature on gonadal activity in the cyprinid teleost, *Notemigonus crysoleucas*. Biol. Bull., 148: 402-415.
- Henderson, N.E. 1963. Influences of light and temperature on the reproductive cycle of the eastern brook trout, *Savolinus fontinalis* (Mitchill). J. Fish. Res. Bd. Canada, 20: 859-897.
- Kaya, C.M. and A.D. Hasler. 1972. Photoperiod and temperature effects on the gonads green sunfish, *Lepomis cynaellus* (Rafinesque), during the quiescent, winter phase of its annual sexual cycle. Copeia, 101: 270-275.
- Lee, T.Y. and I. Hanyu. 1984. Reproductive cycle of small filefish, *Rudarius ercodes*. Bull. Korean Fish. Soc., 17: 423-435. (in Korean)
- Lee, T.Y., I. Hanyu and K. Furukawa. 1984. Effects of photoperiod and temperature on the gonadal activity in small filefish, *Rudarius ercodes*. Bull. Korean Fish. Soc., 17: 523-528. (in Korean)
- Love, M.S. and W.V. Westphal. 1981. Growth, reproduction, and food habits of olive rockfish, *Sebastes serranoides*, off central California. Fishery Bulletin, 79: 533-545.
- Miller, P.J. 1989. The tokology of gobioid fishes. In fish. reproduction: strategies and tactics (Potts, G.W. and R.J. Wootton, eds). Academic press., New York, pp. 118-153.
- Okumura, S. and K. Sakae. 1993. Effect of LHRH-a cholesterol pellet on ovarian maturation and spawning in roundnose flounder, *Eopsetta grigorjewi*. Suisanzoshoku, 41: 13-18.
- Pianka, E.R. and W.S. Parker. 1975. Age-specific reproductive tactics. Am. Nat'l., 109: 453-464.
- Suquet, M., R. Billard, J. Cosson, G. Dorange, L. Chauvaud, C. Mugnier and C. Fauvel. 1994. Sperm features in turbot (*Scophthalmus maximus*), a comparison with other freshwater and marine fish species. Aquat. Living Resour, 7: 283-294.
- Takita, T., S. Fujuta and Y. Dotsu. 1967. Egg development and prolarval stages of flatfish, *Verasper variegatus* (temminck et Schlegel). Fac. Fish., Nagasaki Univ., 23: 101-106. (in Japanese)
- Wootton, R.J. 1982. Environmental factors in fish reproduction. Proceeding of the international symposium on reproductive physiology of fish wageningen, the Netherlands, 210-219.
- 西内修一. 1984. 北海道北部沿岸枝幸海域におけるマガレイの成長. 北水試月報, 41: 107-118.
- 南 卓志. 1983. 海洋と生物 29, 5: 450-453.
- 高城哲男. 1976a. イシガレイからの採卵における生殖腺刺戟ホルモン剤の利用に関する検討-I. 親魚の選定とホルモン剤の効果. 水産増殖, 23: 155-160.
- 高城哲男. 1976b. イシガレイからの採卵における生殖腺刺戟ホルモン剤の利用に関する検討-II. 未成熟個体に對するシナホリンおよびゴナトロピンの効果. 水産増殖, 23: 161-167.
- 和田克彦. 1970a. 新潟縣沖合産マガレイの資源生物學的研究-I. 年齢と成長, 日本水研報告, 22: 31-43.
- 和田克彦. 1970b. 新潟縣沖合産マガレイの資源生物學的研究-II. 性熟と産卵, 日本水研報告, 22: 47-57.