

고리 주변 해역에 출현하는 반딧불게르치 (*Acropoma japonicum*)의 생식생태

백근욱 · 허성회¹ · 박주면^{2*}

경상대학교 해양산업연구소, ¹부경대학교 해양학과, ²전남대학교 해양기술학부

Reproductive ecology of the glowbelly, *Acropoma japonicum* (Perciformes: Acropomatidae) in the coastal waters off Gori, Korea

Gun Wook BAECK, Sun-Hoi HUH¹ and Joo Myun PARK^{2*}

Institute of Marine Industry, College of Marine Science, Gyeongsang National University, Tongyeong
650-160, Korea

¹Department of Oceanography, Pukyong National University, Busan 608-737, Korea

²Division of Marine Technology, Chonnam National University, Yeosu 550-749, Korea

The reproductive ecology of the glowbelly, *Acropoma japonicum* was examined using 637 specimens collected monthly from January to December 2006 in the coastal waters off Gori, Korea. The specimens ranged in standard length (cm, SL) from 2.9 to 11.4cm for female, 2.7 to 10.5cm for male. The gonadosomatic index (GSI) of female was highest in September and decreased until December, and the spawning season lasted from August to November. The monthly sex was not different significantly (χ^2 -test, $p > 0.05$). The size at 50% maturity was estimated at 6.0cm SL. *A. japonicum* was multiple spawner that spawn on more than one occasion in a single spawning season, and the maximum egg diameter was 0.75mm. Fecundity (F) ranged from 12,052 to 104,246 eggs, with the mean of 38,321 eggs. The relationships between fecundity and standard length (cm, SL), body weight (g, BW) were estimated as $F = 86.278SL^{2.9652}$ ($R^2 = 0.7970$) and $F = 3036BW^{1.0081}$ ($R^2 = 0.7992$), respectively.

Keywords: Glowbelly, *Acropoma japonicum*, Reproductive ecology, Coastal waters off Gori

서 론 (Perciformes) 반딧불게르치과 (Acropomatidae)
반딧불게르치 (*Acropoma japonicum*)는 농어목 에 속하는 어류로 서태평양과 인도양의 대륙붕

*Corresponding author: marbus@hanmail.net, Tel: 82-51-629-6565, Fax: 82-51-629-6568

에 서식하는 중·저층성 어류이다 (NFRDI, 2004). 반딧불게르치는 우리나라를 비롯한 북서태평양 연안 저어류 군집에서 우점종에 속하며 저인망 어업에서 어획량이 많지만 우리나라에서는 상업적으로 이용하지 않는다. 그러나 일본의 일부 지역에서는 이들을 식용으로 이용하기도 한다 (Okuda et al., 2005). 반딧불게르치과 어류는 전 세계적으로 40종이 알려져 있으며, 우리나라에서는 눈볼대 (*Deoderleinia berycoides*)와 돛돔 (*Stereolipis doederleini*)을 포함하여 총 8종이 출현하고 있다 (Kim et al., 2005). 이 중 반딧불게르치는 최대 약 20 cm까지 성장하는 소형어류로 알려져 있다 (Heemstra, 1986). 반딧불게르치는 온대해역 연안 저어류 군집에서 우점하는 종이고, 본 조사해역에서 이전에 실시된 저인망 조사에서도 우점종으로 보고되었다 (Kim, 1998; Jo, 2001; Choo, 2007). 또한 이들은 한국 남해안 연안 저층 생태계에서 많은 육식성 저어류의 먹이원으로써 중요한 역할을 하고 있다 (Cha et al., 1997; Choo, 2007; Huh et al., 2007, 2008).

반딧불게르치과에 속하는 어류 중 가장 상업적 이용이 높은 눈볼대의 경우, 분포와 회유, 성장, 산란, 식성 등 많은 연구가 이루어져 있고 (Park, 1970; Kojima, 1976; Cha et al., 2010; Huh et al., 2011), 돛돔의 경우 최근 과학적 관심이 높아지면서 많은 연구가 진행되고 있다. 그러나 반딧불게르치의 경우 연안 저어류 군집에서 우점종임에도 불구하고 이들의 생태적 연구는 매우 부족하며, Okuda et al. (2005)이 일본 중부에 출현하는 반딧불게르치의 전반적인 생태와 생활사에 관한 연구를 통하여 생식생태에 관한 내용을 보고하였지만, 단순히 생식소중량지수 (GSI), 간중량지수 (HSI), 비만도지수 (CF), 성비 (sex ratio)의 월변동만을 간단히 언급하였고, 전반적인 생식생태에 관한 내용을 설명하기에 부족함이 많았다.

반딧불게르치는 연안 저어류 군집에서 높은 출현량을 보임에도 불구하고 어획 후 폐기물

(discards)로 버려짐에 따라 이들 자원이 실질적으로 감소할 가능성이 있다. 어류의 생식생태에 관한 연구는 자원보존과 관리에 중요한 자료를 제공한다. 따라서 본 연구는 한국 동해 남부 고리 주변해역에서 저인망에 의해 채집된 반딧불게르치의 산란기, 성비, 군성숙도, 난소의 조직학적 발달단계, 난경, 포란수 등 전반적인 생식생태를 조사하였다.

재료 및 방법

본 연구에 사용된 반딧불게르치 시료는 2006년 1월부터 12월까지 동해 남부 고리 주변해역 (Fig. 1)에서 소형기선저인망을 이용하여 채집하였다. 채집된 시료는 냉장보관하여 즉시 실험실로 옮긴 뒤 각 개체의 체장 (0.1cm)과 체중 (0.01g)을 측정하였다. 본 연구에서 반딧불게르치는 3,368개체가 채집되었는데, 생식생태조사를 위하여 월별 무작위로 약 50개체, 총 637개체의 생식소를 조사하였다.

각 개체는 해부 후 간과 생식소를 추출하여 각각의 중량 (0.01g)을 측정하였고, 생식소 추출과정에서 성별을 구분하였다. 생식소중량지수 (gonadosomatic index, GSI), 간중량지수 (hepatosomatic index, HSI), 비만도지수 (condition factor, CF)를 다음의 식을 이용하여 구하였고 (King,

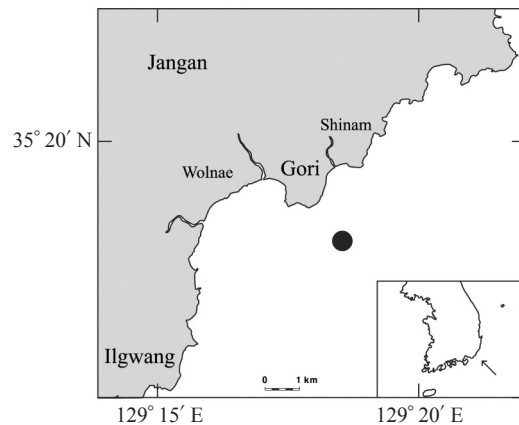


Fig. 1. Sampling area of *Acropoma japonicum* (●).

2007), 분산분석 (analysis of variance, ANOVA) 을 통하여 월별 유의성을 검증하였다.

$$GSI = GW (g) / BW (g) \times 10^2$$

$$HSI = LW (g) / BW (g) \times 10^2$$

$$CF = BW (g) / SL (cm)^3 \times 10^2$$

여기서 GW (gonad weight)는 생식소의 중량, LW (liver weight)는 간의 중량, BW (body weight)는 체중, SL (standard length)는 표준체장이다.

생식소의 조직학적 발달단계를 관찰하고 정확한 산란기를 추정하기 위하여 조직표본을 제작하였다. 추출된 생식소는 Bouin's solution에 24시간 고정된 후 수세와 탈수의 과정을 거쳤다. 이후 파라핀으로 포매한 뒤 4~6 μ m 두께로 연속 절편을 만들었다. 조직표본은 xylene 용액에서 파라핀을 제거한 후 알코올에서 저농도 순의 단계로 친수과정을 거쳐 조직내에 수분을 첨가시켰다. 그 후 Mayer's Hematoxylin에서 10분, 0.5% Eosin에서 1분 50초 동안 비교염색 하였으며, LEICA DM IL LED를 이용하여 조직표본 관찰과 사진촬영을 하였다. 반딧불게르치의 난소 발달단계는 Tuuli et al. (2011)의 기준에 따라 미성숙기 (immature stage), 성장기 (developing stage), 성숙기 (maturing stage), 완숙기 (ripe stage), 방란후기 (spent stage)의 5단계로 나누어 살펴보았다.

반딧불게르치의 월별 암·수간 성비 차이는 chi-square test를 통하여 유의성을 검증하였다 (χ^2 -test). 산란기 동안 초기 성장기 또는 난경 100 μ m 이상의 난을 가지는 암컷을 성숙한 개체로 판단하였고, 군성숙도 (group maturity)는 산란시기 동안 체장별 성숙개체의 비율로 logistic regression의 방법으로 추정하였다 (King, 2007).

$$P = \frac{1}{1 + e^{-r(SL - SL_{50})}}$$

여기서 SL은 체장, SL_{50} 은 50% 군성숙체장, r은

곡선의 기울기이다.

각 개체의 생식소를 3개 부분 (양쪽 끝부분과 가운데 부분)으로 나누어 조사한 난의 개수 (ANOVA)와 난경분포 (Kolmogorov-Smirnov test)에서 통계적으로 유의한 차이가 없었기 때문에 ($p > 0.05$), 성숙한 개체의 생식소 가운데 부분을 약 0.05g 추출하여 난경과 포란수를 측정하였다. 난의 직경은 0.05mm 단위까지 해부현미경을 이용에서 측정하였고, 포란수는 난의 무게를 이용한 중량법 (gravimetric method)을 사용하여 산정하였다.

결 과

체장분포와 성비

조사기간 동안 암컷 334개체, 수컷 303개체의 생식소를 조사하였는데, 이들의 표준체장 (standard length, SL)은 암컷 2.9~11.4cm (6.2 ± 1.6 cm), 수컷 2.7~10.5cm (5.8 ± 1.5 cm)의 범위를 보였다 (Fig. 2). 체장별 성비를 살펴보면, 6cm 미만에서는 수컷이 좀 더 많았으나, 6cm 이상에서는 암컷이 더 많이 출현하였다. 월별 암컷과 수컷의 성비를 살펴보면 (Table 1), 1:0.91로 암·수간 유의한 차이를 보이지 않았다 (χ^2 -test, $p > 0.05$).

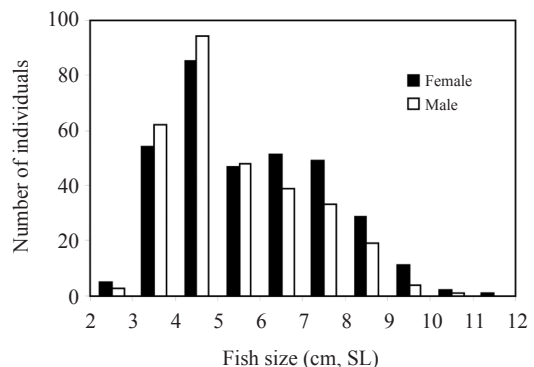


Fig. 2. Size distributions of female and male *Acropoma japonicum* collected monthly in the coastal waters off Gori in 2006.

Table 1. Monthly variation in sex ratio of *Acropoma japonicum* collected in the coastal waters off Gori

Month (2006)	Female (ind.)	Male (ind.)	Total (ind.)	Sex ratio (M/F)	χ^2
Jan.	28	25	53	0.89	0.00
Feb.	43	35	78	0.81	0.23
Mar.	30	26	56	0.87	0.03
Apr.	31	33	64	1.06	0.41
May	32	34	66	1.06	0.41
Jun.	14	10	24	0.71	0.33
Jul.	15	14	29	0.93	0.01
Aug.	20	25	45	1.25	1.15
Sep.	28	23	51	0.82	0.12
Oct.	28	27	55	0.96	0.05
Nov.	29	31	60	1.07	0.40
Dec.	36	20	56	0.56	3.15
Total	334	303	637	0.91	6.31

생식소중량지수 (GSI)의 월별 변화

반딧불게르치 암컷과 수컷 생식소중량지수의 월별동 양상을 살펴보면 (Fig. 3), 암컷 ($F=20.2$, $P<0.001$), 수컷 ($F=5.850$, $P<0.001$) 모두 월별 유의한 차이를 나타내었다. 암컷의 경우 7월에 평균 0.73이었던 것이 8월에 평균 3.09로 높아지기 시작하였으며 9월에 평균 5.90으로 연중 가장 높은 값을 나타내었다. 이후 11월에는 평균 1.05로 급격히 낮은 값을 나타내었고, 1월에는 평균

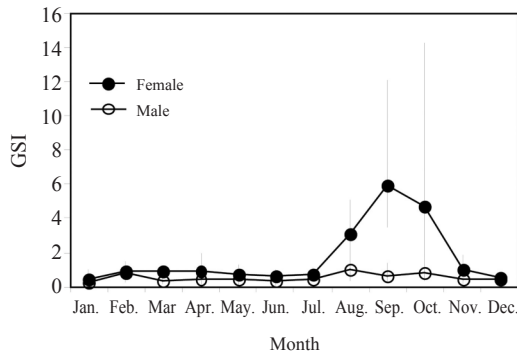


Fig. 3. Monthly changes in gonadosomatic index (GSI) for female and male *Acropoma japonicum* in the coastal waters off Gori (vertical bars represent the values from minimum to maximum value).

0.41로 연중 가장 낮은 값을 나타내었다. 수컷의 GSI는 8월에 평균 1.04로 연중 가장 높은 값을 나타내었고 그 외에는 연중 큰 변동 없이 0.25~0.82의 범위를 나타내었다. 생식소중량지수를 바탕으로 반딧불게르치의 산란기는 8~11월로 추정되었다.

간중량지수 (HSI) 및 비만도지수 (CF)의 월별 변화

반딧불게르치 암컷의 간중량지수 ($F=1.9$, $P<0.05$)와 비만도지수 ($F=5.967$, $P<0.001$)의 월별동 양상을 살펴보면 (Fig. 4), 간중량지수는 1월에서 6월까지 평균 1.69~1.88의 높은 값을 유지하다가 7월에 평균 1.15로 크게 감소하였다. 이후 증가 추세를 보였고 12월에는 평균 1.66의 값을 나타내었다. 비만도지수는 7월에 평균 3.02로 연중 가장 높은 값을 나타내었고 8월에 2.64로 감소하였으며 이후 증가하여 12월에 평균 2.95의 값을 나타내었다.

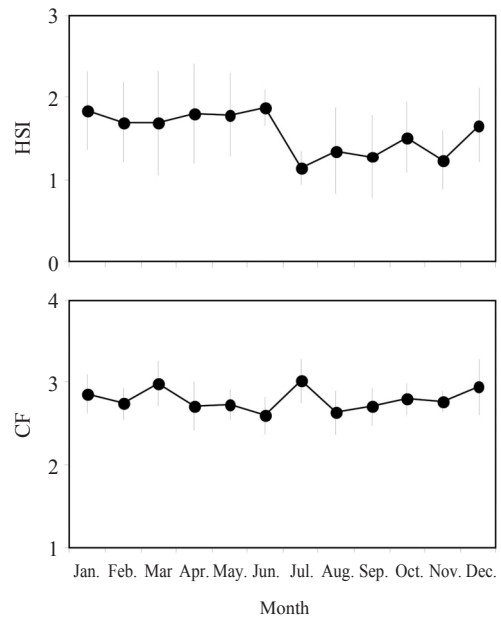


Fig. 4. Monthly changes in mean value of hepatosomatic index (HSI) and condition factor (CF) for female *Acropoma japonicum* in the coastal waters off Gori (vertical bars are standard error).

난소의 조직학적 발달단계

미성숙기 (Fig. 5A, B) 난모세포는 30~80 μ m의 크기를 보였고, 핵이 세포의 대부분을 이루고 있었다. 세포질은 hematoxylin에 강하게 염색되었고 다수의 인들이 핵막 주변에 분포하였다. 성장기에는 100~150 μ m 크기의 주변인기 난모세포들이 대부분을 차지하며, 세포막과 핵 주변으로부터 난황포가 나타나기 시작하였고, 여포세포층이 미약하게 발달하고 있었다 (Fig. 5C). 그리고 세포질의 주변으로부터 호산성의 난황구가 형성되기 시작하고, 유구가 관찰되며 난모세포의 크기는 150~300 μ m의 범위였으며, 여포세포층이 차츰 발달하게 되는 난모세포들이 우점적으로 나타났다 (Fig. 5D). 성숙기 (Fig. 5E) 난모세포에서 핵막은 불규칙하게 되고 세포질에 난황구의 수와 부피가 증가하였으며, 대소형의 유구로 채워졌다. 난모세포의 크기는 250~400

μ m의 범위를 보였다. 완숙기 (Fig. 5F) 난소의 대부분은 난경 400~700 μ m의 완숙 난모세포들이 차지하며, 난황구들이 녹아 하나의 커다란 난황덩어리를 형성하였다. 퇴화흡수기 (Fig. 5G)에는 방란을 마친 난소의 소낭내에 잔존하는 미방출난은 세포질의 붕괴가 일어나기 시작하였다.

군성숙도

반딧불게르치 암컷은 체장 (SL) 5.5cm에서 성숙한 개체가 출현하기 시작하였으며, 7.3cm 이상에서는 모든 개체가 성숙한 것으로 나타났다. 50% 군성숙체장은 logistic 방정식을 통하여 추정된 결과 6.0cm로 나타났다 (Fig. 6).

난경

반딧불게르치 암컷의 난경조성은 난소 발달 단계에 따라 미성숙기 (immature), 초기성장기

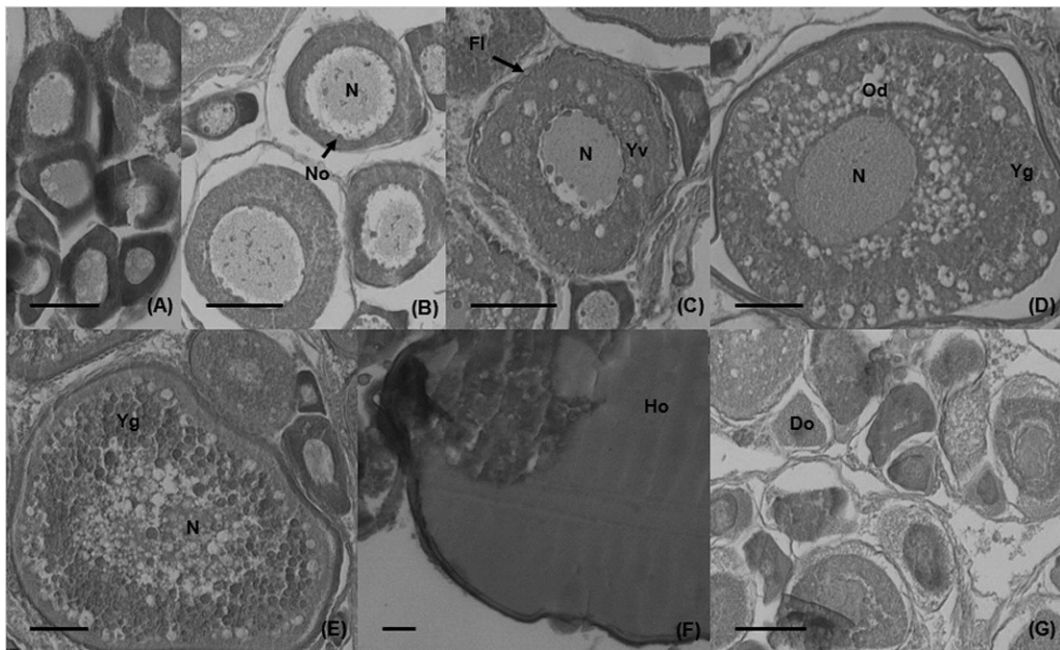


Fig. 5. Photomicrographs of oocyte developmental stage in *Acrepoma japonicum*. (A) immature stage; (B) and (C) early growing stage; (D) late growing stage; (E) and (F) maturing and hydrated stage; (G) degenerating stage: Do, degenerating oocytes; Fl, follicle layer; Ho, hydrated oocyte; N, nucleus; No, nucleolus; Od, oil droplet; Yg, yolk granule; Yv, yolk vesicle. Scale bars are 50 μ m.

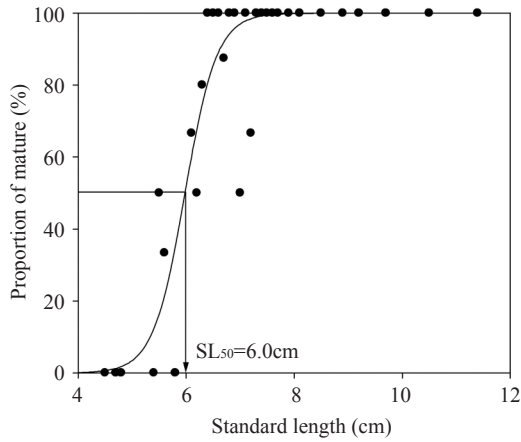


Fig. 6. A logistic relationship between standard length and maturation rate for female *Acropoma japonicum* during spawning period.

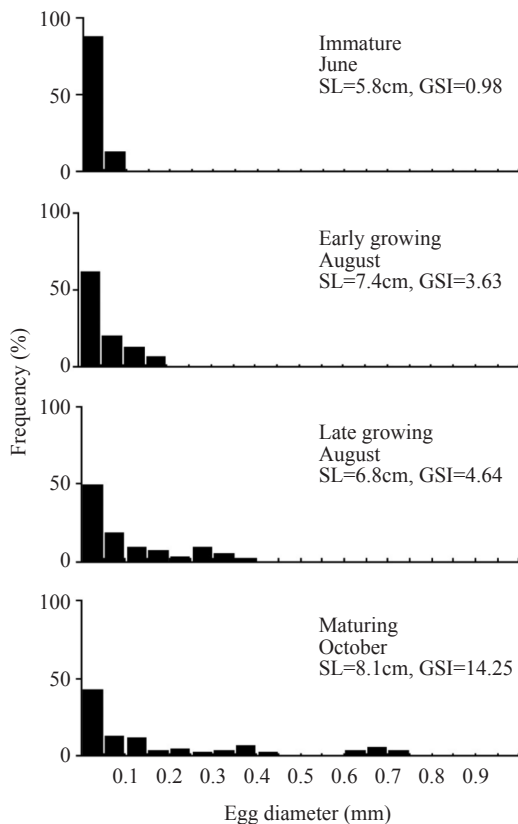


Fig. 7. Size frequency distribution of egg diameter with the progression in different mature stage of *Acropoma japonicum* during spawning period.

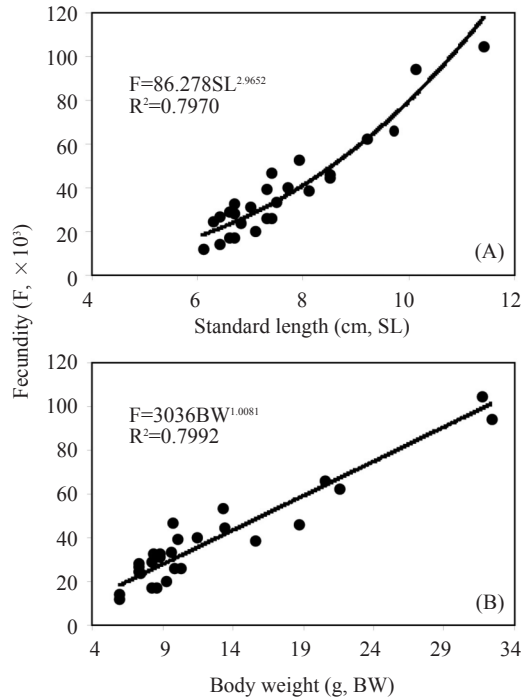


Fig. 8. Relationship between fecundity and standard length (A), body weight (B) of *Acropoma japonicum*.

(early growing), 후기성장기 (late growing), 성숙 및 완숙기 (maturing and ripe)의 4단계로 나눠 살펴보았다 (Fig. 7). 미성숙기 난은 0.0~0.10mm, 초기성장기 난은 0.0~0.20mm로 1개의 난경모드가 관찰되었다. 후기성장기 난은 0.0~0.20mm, 0.20~0.40mm의 2개의 난경모드가 관찰되었다. 성숙 및 완숙기 난은 0.0~0.20mm, 0.20~0.45mm, 0.60~0.75mm의 3개의 난경모드가 관찰되었고 10월에 0.75mm의 최대 난경을 나타내었다.

포란수

산란기동안 반딧불게르치의 개체당 절대포란수 (absolute fecundity)는 총 12,052 (6.0cm)~104,246 (11.4cm)개의 범위, 평균 38,321개였고 성숙난은 4,174~13,813개의 범위, 평균 7,550개였다 (Table 2). 산란기 동안 반딧불게르치의 표

Table 2. Mean (range) of absolute, relative and batch fecundity of *Acropoma japonicum* in the coastal waters off Gori

Size class (cm, SL)	Absolute fecundity		Relative fecundity	
	Total eggs	Mature eggs	Total eggs	Mature eggs
6~7	23,656 (12,053 – 32,817)	4,174 (2,133 – 5,834)	2,762 (2,460 – 3,327)	555 (326 – 757)
7~8	35,415 (20,247 – 53,164)	7,599 (5,292 – 11,467)	3,106 (2,043 – 3,945)	534 (430 – 603)
8~9	43,103 (38,720 – 46,004)	11,429 (10,756 – 12,386)	3,077 (2,893 – 3,289)	729 (662 – 832)
9<	81,600 (62,208 – 104,246)	13,813 (12,051 – 16,600)	3,440 (2,201 – 4,830)	736 (574 – 1,084)
Total	38,321 (12,053 – 104,246)	7,550 (2,133 – 16,600)	3,175 (2,043 – 4,830)	632 (326 – 1,084)

준체장 (SL)과 포란수 (F)의 관계식은 $F = 86.278SL^{2.9652}$ ($R^2=0.7970$)로 나타났고 (Fig. 8A), 체중 (BW)과 포란수 (F)의 관계식은 $F = 3036BW^{1.0081}$ ($R^2=0.7992$)로 나타나 (Fig. 8B), 체장과 체중 증가에 따라 포란수 또한 증가하는 경향을 나타내었다. 반딧불게르치 체중 1g 당 상대포란수 (relative fecundity)는 2,043~4,830개의 범위, 평균 3,175개를 나타내었고 체장 증가에 따라 상대포란수 또한 증가하였다.

고 찰

어류의 생식소중량지수는 산란과 생식의 주기성을 나타내는 지시자이고 많은 어종의 산란기를 추정하는데 유용하게 사용된다 (Wilk et al., 1990). 그러나 De Vlaming et al. (1982)의 연구에 의하면 생식소중량지수는 난소 발달을 나타내는데 정확성이 떨어진다고 하였고, Liu et al. (2001)은 어류의 산란기를 추정하기 위하여 4가지 방법 (난소의 현미경 관찰, 생식소중량지수, 난경 분포, 난소의 조직학적 관찰)을 사용해야 한다고 하였다. 본 연구에서 이와 같은 방법을 통하여 추정한 반딧불게르치의 산란기는 8~11월 이고 산란기는 9월에서 10월로 추정되었다. 일본 Bungo channel에 출현하는 반딧불게르치의 산란기 또한 7~10월로 추정되어 본 연구와 유사하였다 (Okuda et al., 2005).

많은 어류들은 생식활동을 위한 에너지를 주로 간과 내장에 저장하여 생식활동에 이용한다 (Diana and Mackay, 1979; Rajasilta, 1992). 따라서 에너지 저장 정도를 나타내는 어류의 간중량지수와 비만도지수의 연간 변동양상은 어류의 생식주기와 관련 있다 (Encina and Granado-Lorencio, 1997). 본 연구에서 반딧불게르치 암컷의 간중량지수는 산란기 전에 높은 값을 나타내었고, 산란기 동안 그 값이 감소하는 경향을 나타내었으나, 비만도지수는 산란기와 뚜렷한 연관성을 나타내지 않았다. 이는 반딧불게르치가 생식활동과 관련된 에너지를 간에 주로 저장하며, 산란기동안 생식활동을 위한 에너지 사용으로 간중량지수가 급격히 감소한 것으로 판단된다. 이와 같이 생식활동을 위하여 간에서 에너지 저장과 이용은 셋돔 (*Psenopsis anomala*)과 열동가리돔 (*Apogon lineatus*)에서도 발견되었다 (Wang and Chen, 1995; Baeck et al., 2010). 그러나 *Corphaena hippurus*와 같이 연중 활발한 섭식활동은 보이는 어류는 소화기관으로부터 생식활동에 필요한 에너지를 이용하기도 한다 (Wu et al., 2011).

조사기간 동안 출현한 반딧불게르치의 월별 암·수의 성비를 살펴본 결과 1:1에서에서 유의한 차이를 보이지 않았다 (χ^2 -test, $p>0.05$). 산란기동안 수컷이 산란장을 보호하는 망둥어과 어

류와 암·수간 산란장으로의 회유시기가 다른 회유성 어종의 경우, 산란기동안 성비에서 차이를 보이기도 하였다 (Lee et al., 2005; Kovačić, 2007). 그러나 반딧불게르치는 체장이 증가함에 따라 암컷의 비율이 더 높았다. 이와 같이 체장 증가에 따라 암컷의 비율이 높은 어류들은 수컷의 사망률이 더 높고 암컷의 수명이 더 길거나, 암컷의 성장률이 더 높기 때문이었다 (Fumio, 1960). 한국 남해에 출현하는 눈볼대 또한 체장 증가에 따라 암컷의 비율이 더 많았다 (Cha et al., 2010)

본 연구에서 logistic 방정식을 통하여 추정된 반딧불게르치의 군성숙체장은 6.0cm (SL)로 나타났다. logistic 곡선은 많은 어종의 성숙체장을 결정하는데 유용하게 사용된다. Okuda et al. (2005)은 일본 Bungo channel에 출현하는 반딧불게르치의 성숙연령을 생식소중량지수와 연급군 분석 (cohort analysis)을 통하여 만 1세로 추정하였다. 반딧불게르치와 같은 해역에 출현하면서 비슷한 산란기를 가지는 열동가리돔은 만 1세, 체장 5.43cm에 성숙하는 것으로 나타났다 (Kume et al., 2000; Baek et al., 2010). 이와 같이 두 종은 산란기, 성숙연령 및 체장이 유사하여 산란기 동안 어느 정도 경쟁이 존재할 것으로 생각되지만, 열동가리돔은 산란기 동안 표층으로 이동하여 산란하는 것으로 보고되어 (Baek et al., 2010) 두 종은 산란을 위한 경쟁을 피했을 것으로 생각된다.

일반적으로 어류의 난발달은 synchronous, group synchronous, asynchronous의 3가지 형태를 보인다 (Nagahama, 1983). 반딧불게르치의 난경분포와 난소 조직학적 조사결과 반딧불게르치는 난소내 여러 발달단계의 난모세포가 공존하는 asynchronous 형태를 나타내었다. 또한 반딧불게르치는 2개 이상의 뚜렷한 난경모드를 나타내어 산란기 동안 2회 이상 반복 산란하는 것을 알 수 있었다 (Fig. 6). 대만 남서부 연안에 출현하는 *Leiognathus equulus* 또한 asynchronous 난

발달 형태를 보였다 (Lee et al., 2005).

어류는 성숙한 난을 수용할 수 있는 복강 내용적이 제한되어 있기 때문에 난의 크기가 작을수록, 체장이 클수록 포란수는 많아진다 (Wotton, 1990). 반딧불게르치과에 속하고 비교적 체장이 큰 눈볼대의 경우, 전장 28.2~33.5cm에서 115,500~652,000개의 포란수를 보여 반딧불게르치보다 더 많은 포란수를 나타내었다 (Cha et al., 2010).

결론

본 연구는 2006년 1월에서 12월까지 한국 동해 남부 고리주변해역에서 채집된 반딧불게르치 637개체의 생식생태를 조사하였다. 반딧불게르치 암컷은 표준체장 2.9~11.4cm의 범위, 수컷은 2.7~10.5cm의 범위를 보였다. 반딧불게르치 암컷의 생식소중량지수 (GSI)는 7월 이후 증가하기 시작하여 9월에 가장 높은 값을 보였고 12월까지 감소하는 양상을 나타내었다. 따라서 반딧불게르치의 산란기는 8월에서 11월로 추정되었다. 반딧불게르치 암·수간 월별 성비는 1:1에서 유의한 차이를 보이지 않았다 (χ^2 -test, $p > 0.05$). 반딧불게르치 암컷의 50% 군성숙체장은 6.0cm로 추정되었다. 반딧불게르치는 산란기동안 1회 이상 산란하였고 최대 난경은 0.75mm를 보였다. 포란수는 12,052~104,246개 평균 38,321개를 보였다. 포란수 (F)와 체장 (SL), 체중 (BW)과의 관계식은 각각 $F = 86.278SL^{2.9652}$ ($R^2 = 0.7970$), $F = 3036BW^{1.0081}$ ($R^2 = 0.7992$)로 나타났다.

참고문헌

- Baek, G.W., C.I. Park, S.H. Huh and J.M. Park, 2010. Reproductive ecology of the cardinalfish *Apogon lineatus* (Perciformer: Apogonidae) in the coastal waters of Gori, Korea. *Kor. J. Ichthyol.*, 22 (3), 154 - 161.
- Cha, B.Y., B.Q. Hong, H.S. Jo, H.S. Sohn, Y.C. Park, W.S. Yang and O.I. Choi, 1997. Food habit of the Yellow Goosefish, *Lophius litulon*. *J. Kor. Fish.*

- Soc., 30 (1), 95 – 104.
- Cha, H.G., S.K. Kang, T.Y. Oh and J.H. Choi, 2010. Reproductive ecology of the blackthroat seaperch, *Doderleinia berycooides* (Hilgendorf) in South Sea of Korea waters. J. Kor. Soc. Fish. Tech., 46 (4), 368 – 375.
- Choo, H.G., 2007. Species composition and feeding ecology of fishes in the coastal waters off Kori, Korea. Ph.D. Thesis, Pukyong National. University, Korea. pp. 126.
- De Vlaming, V.L., G. Grossman and F. Chapman, 1982. On the use of the gonadosomatic index. Comp. Biochem. Physiol., 73A, 31 – 39.
- Diana, J.S. and W.C., Mackay, 1979. Timing and magnitude of energy deposition and loss in the body, liver and gonads of northern pike (*Esox lucius*). J. Fish. Res. Board Can., 36 (5), 481 – 487.
- Encina, L. and C. Granado-Lorencio, 1997. Seasonal variations in the physiological status and energy content of somatic and reproductive tissues of chub. J. Fish. Biol., 50 (3), 511 – 522.
- Fumio, M., 1960. Fishery biology of the yellowtail, *Seriola quinqueradiata*, (T. & S.), inhabiting in the waters surrounding Japan. Mem. Fac. Agr. Kinki Univ., 1, pp. 300.
- Heemstra, P.C., 1986 Acropomatidae. In Smith, M.M. and P.C. Heemstra (eds.) Smiths' sea fishes. Springer-Verlag, Berlin. pp. 561 – 563.
- Huh, S.H., H.S. Oh, J.M. Park and G.W. Baeck, 2011. Feeding habits of the blackthroat seaperch *Deoderleinia berycooides* in the Southern Sea of Korea. Kor. J. Fish. Aquat. Sci., 44 (4), 284 – 289.
- Huh, S.H., J.M. Park and G.W. Baeck, 2007. Feeding habits of bluefin searobin (*Chelidonichthys spinosus*) in the coastal waters off Busan. Kor. J. Ichthyol. 19 (1), 51 – 56.
- Huh, S.H., J.M. Park, G.M. Nam, S.C. Park, C.I. Park and G.W. Baeck, 2008. Feeding habits of *Scorpaena neglecta* in the Coastal Waters off Busan. Kor. J. Ichthyol., 20 (2), 117 – 122.
- Jo, C.O., 2001. Change in species composition of the fishes collected in the coastal waters off Kori. MS Thesis, Pukyong National. University, Korea. pp. 78.
- Kim, D.J., 1998. Seasonal variation of species composition of demersal fish off Kori. MS. Thesis, Pukyong National. University, Korea. pp. 78.
- Kim, I.S., Y. Choi, C.Y. Lee, Y.J. Lee, B.J. Kim and J.H. Kim, 2005. Illustrated Book of Korea Fishes. Kyohak Publ., Seoul, pp. 615.
- King, M.G., 2007. Fisheries Biology, Assessment and Management: 2nd ed. Blackwell Publ., Oxford, pp. 382.
- Kojima, K., 1976. Age and growth of the black-throat seaperch, *Doderleinia berycooides* (Hilgendorf), in the south-western Japan Sea. Bull. Seikai Reg. Fish. Res. Lab., 48, 93 – 111.
- Kovačić, M. 2007. Reproductive biology of the striped goby, *Gobius vittatus* (Gobiidae) in the northern Adriatic Sea. Scientia Marina, 71 (1), 145 – 151.
- Kume, G., A. Yamaguchi, I. Aoki and T. Taniuchi, 2000. Reproductive biology of the cardinalfish *Apogon lineatus* in Tokyo Bay, Japan. Fish. Sci., 66 (5), 947 – 954.
- Lee, C-F., K-M. Liu, W-C. Su and C-C. Wu, 2005. Reproductive biology of the common ponyfish *Leiognathus equulus* in the south-western waters off Taiwan. Fish. Sci., 71 (3), 551 – 562.
- Liu, K-M., K-Y. Hung and C-T. Chen, 2001. Reproductive biology of the big eye *Priacanthus macracanthus* in the north-eastern waters off Taiwan. Fish. Sci., 67 (6), 1008 – 1014.
- Nagahama, Y., 1983. The functional morphology of teleost gonads. In: Hoar WS, Randall DJ, Donaldson EM (eds). Fish Physiology. Vol. IX: Reproduction. Academic Press, New York, pp. 223 – 275.
- NFRDI, 2004. Commercial Fishes of the Coastal and Offshores Waters in Korea. Natl. Fish. Res. Dept. Ins., pp. 333.
- Okuda, N., H. Hamaoka and K. Omori, 2005. Life history and ecology of the glowbelly *Acropoma japonicum* in the Uwa Sea, Japan. Fish. Sci., 71 (5), 1042 –

- 1048.
- Park, B.H., 1970. Study on the distribution, migration and growth of sea bass, *Doderieinia berycoides* (H), in Korean Waters. MS. Thesis, Pukyong National University, Korea. pp. 39.
- Rajasilta, M., 1992. Relationship between food, fat, sexual maturation and spawning time of Baltic herring (*Clupea harengus membras*) in the Archipelago Sea, Can. J. Fish. Aquat. Sci., 49 (4), 644 – 654.
- Tuuli, C.D., Y. Sadovy de Mitcheson and M. Liu, 2011. Reproductive biology of the greyfin croaker *Pennahia anea* in the northern South China Sea. Ichthyol. Res., 58 (4), 302 – 309.
- Wang, S.B. and S.T. Chen, 1995. Reproductive biology of Japanese butterfish *Psenopsis anomala* (Stromateidae) from coastal waters of notheastern Taiwan. Fish. Res., 23 (1 – 2), 127 – 141.
- Wilk, S.J., W.W. Morse and L.L. Stehlik, 1990. Annual cycles of gonadsomatic indices as indicators of spawning activity for selected species of finfish collected from the New York Bight. Fish. Bull., 88 (4), 775 – 786.
- Wotton, R.J., 1990. Ecology of Teleost Fishes. Champman Hall, New York, pp. 404.
- Wu, C-C., W-C. Su and T. Kawasaki. 2001. Reproductive biology of the dolphin fish *Corphaena hippurus* on the east coast of Taiwan. Fish. Res., 67 (5), 784 – 793.
-
- 2012년 1월 18일 접수
2012년 3월 23일 1차 수정
2012년 4월 19일 2차 수정
2012년 4월 30일 수리