

진해만에 산란회유한 대구 *Gadus macrocephalus*의 포란수

곽우석*

국립경상대학교 해양생물교육연구센터 해양산업연구소

Fecundity of Pacific Cod *Gadus macrocephalus* in Jinhae Bay During Spawning Period by Woo Seok Gwak* (Marine Bio-Education & Research Center, The Institute of Marine Industry, Gyeongsang National University, Tongyeong 650-160, Korea)

ABSTRACT To investigate the relationship between total length and fecundity of Pacific cod *Gadus macrocephalus* in Jinhae Bay, 45 individuals were sampled during the spawning period from Dec 2008 to Feb 2009. Fecundity ranged from 560,000 to 5,200,000 eggs for fish ranging from 64.0 cm to 74.0 cm in total length. The relationship between total length (TL) and fecundity (F) was $F=103,273TL-5,124,302$ and fecundity in Pacific cod from this study was correlated with total length. Average fecundity decreased from 2,620,000 eggs in early-spawning period to 1,650,000 eggs in late-spawning period. The wide range of relative fecundity at the same body size indicates that the timing of the spawning migration of Pacific cod in Jinhae Bay could be related to fecundity.

Key words : Pacific cod, *Gadus macrocephalus*, fecundity, relative fecundity, Jinhae Bay

서 론

대구 *Gadus macrocephalus*는 대구목(Gadiformes) 대구과(Gadidae) 대구속(*Gadus*)에 속하는 어류로 우리나라 서해 북부와 동해, 북쪽으로는 오호츠크해, 베링해, 북동 태평양 쪽으로는 알래스카만을 따라 남쪽으로 북미 캘리포니아 연안까지 북태평양의 아한대해역에서 극해에 이르는 광범위한 해역에 분포하는 냉수성 저서어류로 우리나라를 포함한 태평양 연안국 수산업에 있어서 중요한 위치를 차지하고 있다(Westheim, 1996). 우리나라 연안 해역에 분포하는 대구는 동해와 서해 2개의 집단으로 구분되고(공 등, 1991; Gwak, 2007), 동해 집단은 시베리아 연안에서 함경남도 및 함경북도, 강원도, 경상북도 연근해에 분포한다(정, 1977). 한편 Gwak(2007)의 msDNA를 이용한 대구 집단분석에서 동해에는 유전적으로 서로 다른 3개의 집단이 있으며 특히, 진해만에 산란회유하는 대구는 한 개의 고유집단임을 보고하였다. 진해만은 우리나라에서 가장 큰 대구 산란장으로 알려져 있으며 12월부터 그 다음해 2월까지 산란기 동안 진해만으

로 산란을 위한 회유를 한다(곽, 2009). 이와 같이 산란회유하는 대구의 생태적 특징을 이용하여 산란기 동안 진해만에서 어획이 이루어져 왔고 진해만 연안 어민들의 겨울철 주 소득원이 되어왔다. 유전학적으로 독립된 집단으로 분류된 진해만 대구자원을 과학적인 자원관리를 통해 지속적으로 이용하기 위해서는 산란기 진해만에 회유하는 대구의 번식특성에 관한 연구가 절실한 실정이다.

대구의 번식 특성에 관한 연구는 Thompson(1962)이 캐나다 서해안의 개체군에 대하여, Moiseev(1953)가 극동해역의 개체군에 대하여 보고하였다. 또한 일본 주변해역의 대구 개체군에 대하여 宮崎(1942)와 山本과 西岡(1952)의 보고가 있다. 그러나 이들의 보고는 난의 비중과 크기로 추정된 것으로 성장에 따른 포란수 변화 및 체중과 포란수의 관계를 명확히 할 수 없었다. 이를 명확히 하기 위하여 Hattori *et al.*(1995)은 山本과 西岡(1952)이 조사한 해역과 동일해역이며 일본에서 대구 산란장으로 잘 알려져 있는 Mutsu 만에서 다양한 크기의 시료를 채집하여 연구 결과를 보고하였다. 한편 우리나라 연안 해역에 서식하는 대구의 번식특성에 관한 연구는 이 등(2005)의 동해안 대구의 성숙과 산란에 관한 연구가 1편 보고되어 있으나 진해만에 산란회유

*교신저자: 곽우석 Tel: 82-55-640-3102, Fax: 82-55-642-4509,
E-mail: wsgwak@gsnu.ac.kr

한 대구에 대한 연구는 전무한 실정이다.

본 연구에서는 우리나라에서 가장 큰 대구 산란장인 진해만에 산란회유한 대구 친어의 전장에 따른 포란수를 조사하여 대구 번식 특성을 이해하는데 중요한 요인인 전장-포란수 관계를 명확히 하고자 한다.

재료 및 방법

대구 시료는 산란기인 2008년 12월부터 2009년 2월까지 매월 경상남도 거제시 이수도 부근 해역에서 호망에 의해 어획된 것을 거제시 장목면 외포리 거제수협 외포 위판장에서 3회에 걸쳐 채집하였다. 시료 채집은 김 등(2007)이 보고한 진해만 대구 산란기인 12~2월을 산란전기(12월 18일), 산란중기(1월 14일), 산란후기(2월 3일)로 나누어 각 시기별로 30개체를 채집하여 실험실로 운반 후 계측하였다. 산란시기에 대한 구분은 Uchida(1936)가 진해만 대구 산란기를 산란초기, 중기, 종기로 나누었을 때 각 시기별 채집된 어체 크기가 다르다는 것에 근거하여 구분하였다. 시료 채집은 전장에 관계없이 당해년 산란 경험이 없는 친어를 대상으로 무작위로 하였으며, ice box에 보관하여 즉시 실험실로 운반한 뒤 각 개체의 전장, 체장, 체중을 측정하였으며, 어체 해부 후 떼어낸 생식소를 0.1g까지 측정하였다. 포란수 계수를 위해 산란전기, 중기, 후기에 채집된 대구 친어 중 각각 16개체, 15개체 그리고 14개체를 이용하였다. 포란수(F)는 완숙된 개체의 난소의 일부를 표본하여 Bagenal and Brown(1978)의 습중량법에 따라 계수하였다.

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

(F: 포란수, A: 난소 중량, B: 난소껍질의 중량, C: 난소 일부의 표본중량, e: 일부표본 난소의 난의 개수)

결과 및 고찰

조사기간 동안 채집된 진해만 대구 90개체의 전장(Total Length, TL) 범위는 57.0~89.0 cm (70.0±5.4 cm)였다. 산란기간별로는 산란전기 62.0~89.0 cm (70.5±5.8 cm), 산란중기 62.0~77.0 cm (68.6±3.3 cm), 산란후기 57.0~78.0 cm (68.8±4.6 cm)로 산란기 동안 진해만으로 회유하는 대구의 전장은 크게 차이가 없는 것으로 나타났다. 落合와 田中(1986)은 대구 암컷이 4세부터 성숙하고 성숙한 최소체장이 40cm이며, 최 등(2007)은 진해만 대구에 대해 체장과 이석을 분석한 결과, 체장 범위 45~72cm가 5~6세로 보고한 것에 근거하여 본 연구에서 채집된 대구는 5세 이상의

성숙한 것으로 추측된다. 또한 Uchida(1936)가 1929년부터 1931년까지 3년간 대구 산란기 중 진해만에 산란회유한 대구 친어 430개체에 대해 전장범위가 54.5~87.8cm이고 시기별로 12월 평균전장 72.0cm, 1월 평균전장 69.7cm로 보고한 것과 비교하면 전체 및 산란기간별 전장범위와 평균전장 모두 유사한 것으로 나타났다. 본 연구에서 채집된 시료와 80여년전 진해만에서 채집된 시료의 전장범위와 평균값이 유사한 것은 진해만에 산란회유하는 대구의 전장이 변하지 않았다는 것과 본 연구의 시료 채집이 연구목적에 맞게 이루어졌음을 시사한다. 服部(1995)는 일본 동북해역의 대구 개체군 구성이 과도한 어획강도로 인해 과거보다 작은 체장과 낮은 연령의 어류로 바뀌었고 그에 따라 성숙연령도 낮아진 것을 보고하였다. 체장과 성숙연령의 변화가 개체군 산란수에 영향을 미치는 요인으로 자원의 효율적 관리를 위해 필요한 정보라는 것을 고려할 때, 진해만에 산란회유하는 대구의 어체 크기가 과거와 유사하다는 것은 개체군의 번식특성도 변화가 없다는 것을 시사한다. 한편 이 등(2005)이 동해안 대구의 주 산란기간으로 추정된 1월과 2월에 채집한 대구 전장범위는 38.1~98.6cm로 본 연구결과인 57.0~89.0cm와는 차이가 있었다. 동해안 대구 최소 성숙 전장이 암컷 59.8cm, 수컷 48.8cm인 것을 고려하면 동해안의 경우, 산란기 동안 성숙되지 않은 개체도 산란장에서 어획된 것을 알 수 있다. 그러나 진해만의 경우, 분석에 이용한 암컷 친어 90개체 모두 포란하고 있었던 것과 본 연구에서 채집된 시료의 전장과 80년 전 진해만에 산란회유한 대구의 전장이 유사한 것으로 판단된다. Uchida(1936)는 진해만 인근해역으로 산란회유한 대구의 경우 초기에는 생식소가 충분히 성숙해 있지 않으므로 1개월 정도 기다렸다가 산란을 시작한다고 하였다. 진해만에서 채집된 대구의 경우, 포란한 개체가 많은 것은 이와 같은 과정을 거쳐 산란을 위한 준비가 된 성숙한 친어가 주로 산란회유하기 때문인 것으로 사료된다.

포란수 분석을 위한 45개체의 전장범위와 평균값은 90개체의 분석결과와 유사한 결과를 나타냈다(Table 1, Fig. 1). 산란기 동안 최대 포란수는 520만개(TL 74.0cm), 최소 포란수는 56만개(TL 64.0cm), 평균 포란수는 212만개였다. 이 등(2005)이 동해안 주문진과 양양 연안에서 산란기 동안 채집한 대구 최대 포란수 940만개(TL 98.6cm), 최소 포란수 130만개(TL 74.3cm)와 비교하면 차이가 있으나 이와 같은 결과는 전장 차이에 기인한 것으로 판단된다. 한편 전장범위별 비교에서는 전장 66~70cm에서 평균 포란수 169만개, 전장 71~75cm에서 평균 포란수 260만개로 증가하였는데(Table 1), 이는 Hattori *et al.*(1995)의 결과와 잘 일치하였다. 또한 대구 전장과 포란수의 관계는 $F=103,273TL-5,124,302$ (F: 포란수, $r^2=0.718$)의 직선회귀식으로 표시되

Table 1. Absolute and relative fecundity of *Gadus macrocephalus* in the Jinhae Bay during spawning period

Total length (cm)	No. of specimens	Absolute fecundity (eggs)		Relative fecundity (eggs/cm)	
		Mean	Range	Mean	Range
56~60	2	952,900	859,160~1,046,640	413	400~425
66~70	22	1,696,186	556,803~3,589,890	423	193~701
71~75	19	2,605,106	1,323,133~5,196,613	508	350~930
76~80	1	1,608,907	-	316	-
86~90	1	4,184,700	-	408	-

Table 2. Comparison of absolute and relative fecundity of *Gadus macrocephalus* in the Jinhae Bay during each spawning period

Spawning period	Total length (cm)	No. of specimens	Absolute fecundity (eggs)		Relative fecundity (eggs/cm)	
			Mean	Range	Mean	Range
Early-	61~70	7	2,093,551	1,314,300~3,589,890	481	304~701
	71~80	8	2,881,394	1,323,133~5,196,613	545	346~935
Mid-	61~70	7	1,589,987	1,107,753~1,876,357	430	320~508
	71~80	8	2,289,325	1,608,907~2,859,107	467	316~621
Late-	61~70	8	1,441,408	556,803~2,157,887	367	297~473
	71~80	4	2,435,043	1,689,220~3,176,313	469	390~540

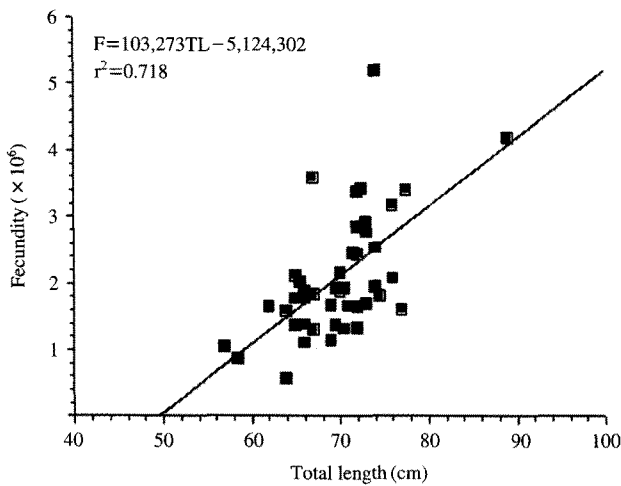


Fig. 1. Relationship between total length and fecundity of *Gadus macrocephalus* in the Jinhae Bay during spawning period.

있고 전장과 포란수 사이에는 높은 상관관계가 있는 것으로 나타났다 (Fig. 1). 그러나 이 등 (2005)은 전장 65~70 cm 인 4개체의 평균 포란수가 227만개, 전장범위 70~75 cm 인 2개체의 평균 포란수가 171만개로 전장 증가에 따라 포란수가 감소한다고 보고 하였고 그 원인에 대해 조사된 개체수가 적은 것에 기인한다고 고찰하였으므로 추가 연구를 통한 비교가 필요하다고 판단된다. 유사한 전장범위에서 진해만과 동해안 대구의 포란수를 비교해 보면 전장 66~70 cm의 경우, 진해만 55~350만개, 동해안 167~270만개였고

전장 71~75 cm의 경우, 진해만 132~519만개, 동해안 132~216만개로 진해만 대구의 포란수 범위가 넓은 것으로 나타났다. 한편 일본 Mutsu 만의 대구 포란수와 체장 범위도 152 (체장 59 cm)~382만개 (체장 76 cm)로 진해만의 56 (체장 50 cm)~520만개 (체장 81 cm) 보다 좁은 것으로 나타났으나, 체장 60 cm의 포란수를 비교한 결과 두 해역 모두 180만개로 유사하게 나타났다.

산란기별로는 산란전기 최대 포란수 520만개 (TL 74.0 cm), 최소 포란수 132만개 (TL 70.5 cm), 평균 포란수 262만개였다 (Table 2). 산란중기는 최대 포란수 285만개 (TL 72.0 cm), 최소 포란수 110만개 (TL 66.0 cm), 평균 포란수 196만개였다. 산란후기는 최대 포란수 318만개 (TL 76.0 cm), 최소 포란수 55만개 (TL 64.0 cm), 평균 포란수 165만개였다. 평균 포란수는 산란전기에서 후기로 갈수록 감소하는 경향을 나타냈고, 체중 1g에 포함된 난수로 표시한 상대포란수 또한 산란전기 509개, 산란중기 450개, 산란후기 402개로 감소하는 경향을 나타내어 산란기간 중 평균 포란수 변화와 잘 일치하였다 (Table 2). 어류의 포란수를 결정하는 요인은 친어 개체당 먹이 량과 질, 수온 및 물리적 환경요인, 서식밀도 등 다양한 요인에 의해 결정된다 (Simpson, 1951). 김 등 (2007)은 진해만에서 대구 산란 최성기인 1월에 부화 적수온이 형성되므로 수온이 대구의 난 발생 뿐 만 아니라 산란 회유와도 밀접한 관련이 있을 것으로 보고하였다. 그러므로 본 연구에서 나타난 산란기간별 포란수 차이도 수온과 관련이 있을 것으로 추측되나 이에 대해서는 추가적인 연구가 필요하다고 판단된다. 또한 산란기간 중 전기, 중기, 후기 각

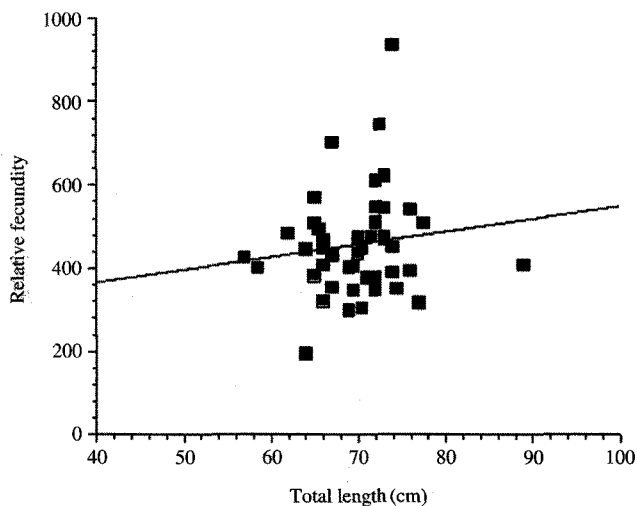


Fig. 2. Relationship between total length and relative fecundity of *Gadus macrocephalus* in the Jinhae Bay during spawning period.

각에서 전장이 커질수록 포란수도 증가하는 경향을 나타냈다. 그리고 산란기간별 유사한 크기의 시료에 대해 포란수를 비교한 결과, 전장 61~70 cm에서 평균 포란수는 산란전기에서 후기로 갈수록 감소하였고, 71~80 cm에서는 산란중기까지 감소하고 후기에 다시 증가하였다. 상대포란수도 2개의 전장그룹에서 유사한 변화 경향을 나타냈는데 산란후기의 경우 조사에 이용한 시료수가 4개체이므로 추가 조사가 필요한 것으로 판단된다. 상대포란수는 어류의 경우, 일반적으로 체장에 관계없이 일정하거나 (Bagenal, 1969), 체장 증가에 따라 감소한다고 하였다 (久保과 吉原, 1981). 진해만 대구의 경우도 상대포란수와 전장과의 상관관계는 적은 것으로 나타나 Hattori *et al.* (1995)의 Mutsu 만 대구와 유사한 경향을 나타냈다 (Fig. 2). 전장에 따른 상대포란수가 일정한 것으로 대구가 재생산에 투자하는 에너지 (난수)는 전장에 의해 결정되는 것으로 사료된다. 또한 진해만 대구의 경우, 같은 전장에서 상대포란수가 316~935개로 폭넓게 나타난 것으로 보아 같은 크기라도 산란회유하는 시기에 따라 포란수가 달라질 수 있는 것으로 추측된다.

요 약

진해만에 산란회유한 대구 친어의 체장에 따른 포란수를 조사하기 위하여 거제수협 외포 위판장에서 산란기인 2008년 12월부터 2009년 2월까지 채집한 45개체의 대구 전장과 포란수를 조사하였다. 산란기 동안 최대 포란수는 520만개 (TL 74.0 cm), 최소 포란수 56만개 (TL 64.0 cm), 평균 포란수 212만개였다. 어체 전장범위별 비교에서는 전장 66~70 cm에서 평균 포란수 169만개, 71~75 cm에서 평균 포란수

260만개로 증가하였다. 진해만 대구는 전장 증가에 따라 포란수도 증가하는 것으로 나타났다. 산란기간 중 전기, 중기, 후기의 평균 포란수는 262만개, 196만개, 165만개로 전기에서 후기로 갈수록 감소하는 경향을 나타냈다. 또한 상대포란수도 포란수와 유사한 경향을 나타냈다. 한편 상대포란수와 체장과의 상관관계는 적은 것으로 나타났고 같은 전장에서 상대포란수가 316~935개로 폭넓게 나타난 것으로 보아 같은 어체 크기라도 진해만으로 산란회유하는 시기에 따라 포란수가 달라질 수 있음을 시사하고 있다.

사 사

본 조사기간 동안 시료 채집 및 자료 정리에 많은 도움을 준 경상대학교 해양생명과학과 어류학 연구실 학생들에게 진심으로 감사드립니다.

인 용 문 헌

- 공 영 · 박영철 · 김순송. 1991. 유전적 방법에 의한 어업자원생물의 관리단위의 연구 1. 북태평양 대구의 유전적 유연관계. 수진연구보고. 45: 47-61.
- 광우석. 2009. 대구, *Gadus macrocephalus*는 왜 진해만으로 회유하는가? 한국수산과학총연합회 공동학술대회 발표요지집. 부산, 11월 12일 2009, pp. 178.
- 김태진 · 김병기 · 박충열 · 최병언 · 주형운 · 지환성 · 신상용 · 이소광 · 광우석. 2007. 진해만에 산란회유하는 대구 (*Gadus macrocephalus*)의 특성-I 위판장 조사. 한국수산과학총연합회 공동학술대회 발표요지집. 전남대학교, 11월 9일 2007, pp. 389.
- 이채성 · 허영희 · 이정용 · 김완기 · 홍승현 · 황선재 · 최수하. 2005. 한국 동해안 대구 (*Gadus macrocephalus*)의 성숙과 산란. 한국수산학회지, 38: 245-250.
- 정문기. 1977. 한국어도보. 일지사, 서울, 727pp.
- 최병언 · 김태진 · 광우석. 2007. 진해만에 산란회유하는 대구 (*Gadus macrocephalus*)의 특성-II 이석과 비늘을 이용한 연령사정. 한국수산과학총연합회 공동학술대회 발표요지집. 전남대학교, 11월 9일 2007, pp. 56.
- Bagenal, T.B. 1969. The relationship between food supply and fecundity in brown trout *Salmo trutta* L. J. Fish Biol., 1: 167-182.
- Bagenal, T.B. and E. Brown. 1978. Eggs and early life history. In: Methods for Assessment of Fish Production in Fresh Waters. Bagenal, T. (ed.), Blackwell Scientific Publications Ltd., Oxford, pp. 165-201.
- Gwak, W.S. 2007. Genetic approach for the assessment of a stock enhancement of Pacific cod (*Gadus macrocephalus*). PICES 16th Annual Meeting, Vancouver, Canada, Oct. 13-Nov. 5 2007, pp. 178.

- Hattori, T., Y. Sakurai and K. Shimazaki. 1995. Fecundity of spawning Pacific cod (*Gadus macrocephalus*) in Mutsu Bay, Japan. Bull. Tohoku Natl. Fish. Res. Inst. Tohoku Suiken Ho, 57: 1-5.
- Moiseev, P.A. 1953. Cod and flounders of far-eastern seas. Izvestiya TINRO, Proc. Pacific Science Research Institute of Marine Fisheries and Oceanogr. 40: 1-287. (Fish. Res. Board Can. Transl. Ser. No. 119)
- Simpson, A.C. 1951. The fecundity of plaice. Fish. Invest. Minis. Agr. Fish. Ser. II, 12: 3-27.
- Thompson, J.A. 1962. On the fecundity of Pacific cod (*Gadus macrocephalus* Tilesius) from Hecate Strait, British Columbia. J. Fish. Res. Bd. Can., 19: 497-500.
- Uchida, K. 1936. On the Pacific cod of adjacent waters to Korea. Chousen no Suisan, 130: 24-39.
- Westrheim, S.J. 1996. On the Pacific cod (*Gadus macrocephalus*) in British Columbia waters, and a comparison with Pacific cod elsewhere, and Atlantic cod (*G. morhua*). Can. Tech. Res. Fish. Aquat. Sci., 2092, pp. 390.
- 宮崎 一老. 1942. 鱈の話. 海洋漁業, 7: 40-69.
- 山本 護太郎・西岡 丑三. 1952. マダラの発生及びに孵化幼生の飼育. 日本海区水産研究所創立三周年記念論文集, pp. 301-308.
- 服部 努. 1995. マダラの成長, 成熟および繁殖生体に関する研究. 東北水産研報, 12: 34-41
- 落合 明・田中 克. 1986. 魚類学(下). 恒星社恒星閣, pp. 1140.
- 久保 尹津男・吉原 友吉. 1981. 水産資源学. 共立出版, pp. 482.