

새만금호 유어기 돌가자미 (*Kareius bicoloratus*)의 성장과 서식환경

최 윤

군산대학교 해양생명과학부

Growth and Habitat Conditions of Young Stage Right Eye Flounder (*Kareius bicoloratus*) in the Saemangeum Reservoir

Youn Choi

Faculty of Marine Life Science, Kunsan National University, Gunsan 573-701, Korea

Abstract – This study was to investigate the habitat conditions and growth of right eye flounder (*Kareius bicoloratus*) in the Saemangeum Reservoir during 1995~2007. The planktonic larvae of *K. bicoloratus* appeared in early March, and then the juveniles started the benthic life in the tide-pools inside the reservoir, being 1.5~2.5 cm in total length in early April and 6.0~7.2 cm in mid-July. This species was not collected in the tide-pools after July, indicating that the juveniles began to move to outer seas for growing. When the tide barrier of Saemangeum was constructed, the juveniles of *K. bicoloratus* decreased as the tidal pools were covered continuously, then they could not be collected after 2005. Thus, it is concluded that the environmental change has taken important influence on distribution and spawning of *K. bicoloratus* since the reservoir was constructed.

Key word : *Kareius bicoloratus*, young stage, growth, Saemangeum Reservoir

서 론

돌가자미 *Kareius bicoloratus* (Basilewsky)는 가자미목 (Pleuronectiformes) 가자미과 (Pleuronectidae)에 속하는 어류로 우리나라의 전 연안을 비롯하여 중국과 일본에 분포하며 (김 등 2005), 참서대과의 참서대와 박대 그리고 양태과의 양태 등과 함께 군산연안에서 출현하는 대표적인 저서성 어류이다 (유와 최 1993). 우리나라의 서해안에 서식하는 돌가자미는 여름철에 백령도에서 압록강에 이르는 연근해에 서식하다가 수온이 하강하는

가을부터 남하하여 백령도이남 해역에서 월동하고, 다시 북상하여 회유하는 특성이 있는 것으로 알려져 있다 (국립수산진흥원 1994). 돌가자미는 산업적 가치가 높아서 세계적으로 생태와 자원관리에 관한 많은 연구들이 이루어졌으며 (Mori *et al.* 1986; Kimoto *et al.* 1991), 국내에서는 서해산 돌가자미의 성숙과 연령 및 성장에 관한 연구가 있다 (전 등 2003; 전과 임 2004).

한편 1995년부터 새만금 방조제 건설에 따른 새만금호의 어류상 변동 과정을 연구하는 과정에서 부화 후 저서생활을 시작한 돌가자미의 유어들이 새만금 내측 조수웅덩이에서 성장하는 하는 것이 확인되었다. 본 해역은 새만금 사업에 따른 방조제가 축조되기 시작하여 현재 가력도의 배수갑문 2개 구간을 제외하고 물막이

* Corresponding author: Youn Choi, Tel. 063-469-4596,
Fax. 063-465-3917, E-mail. choi@kunsan.ac.kr

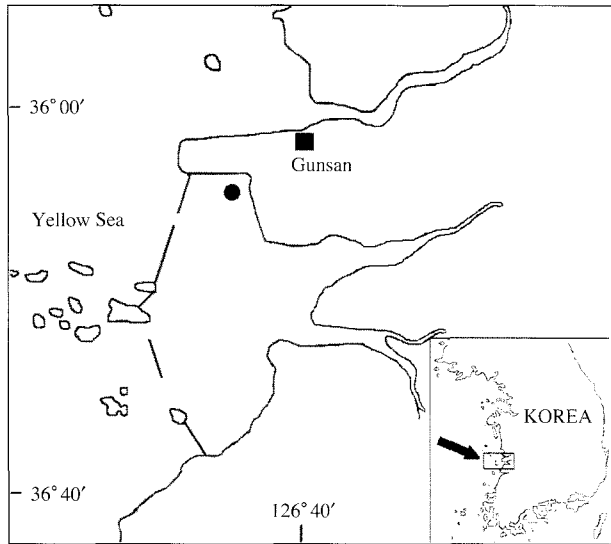


Fig. 1. Map showing the sampling area (●).

공사가 완료되면서 해양 환경이 크게 달라진 상태이며, 이러한 환경변화는 저서성 어류인 돌가자미의 성장에 영향을 미칠 것으로 예상된다.

본 연구에서는 1995년부터 2007년까지 새만금 방조제 내측의 조수웅덩이에서 성장하는 유어의 돌가자미를 채집하여 돌가자미의 성장과 새만금 방조제 공사 이후 환경변화에 따른 돌가자미의 서식현황을 밝히고자 하였다.

재료 및 방법

1995년부터 2007년까지 새만금 방조제 내측의 전북 군산시 내초도 연안에서 돌가자미의 유어를 채집하였다. 채집위치는 신시도와 비응도를 잇는 방조제 북동쪽의 내측이다(Fig. 1). 채집은 최 간조시를 이용하여 조수웅덩이에서 약 3시간씩 채집하였으며, 채집도구는 족대(meshsize, 3×3 mm)와 투망(5×5 mm)을 이용하였다. 채집된 표본은 실험실로 운반하여 동정하였고, 전장범위(total length, mm)를 측정하였다.

결과 및 고찰

1. 서식환경

돌가자미의 유어들이 채집된 곳은 돌가자미 외에도 농어(*Lateolabrax japonicus*)와 감성돔(*Acanthopagrus schlegelii*)의 유어들이 성장하는 곳이다(최 1996; 최 등

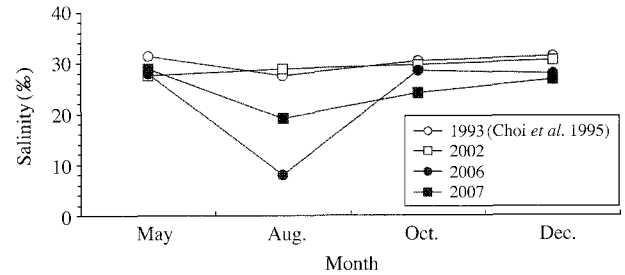


Fig. 2. Seasonal fluctuation of salinity in the Saemangeum Reservoir.

1998). 그러나 농어와 감성돔의 유어들이 조수 웅덩이의 바위 주변의 사니질에서 주로 서식하는 것과 달리 돌가자미의 유어는 좀 더 얕은 깊이 30 cm 미만인 웅덩이의 모래 바닥에서 성장하는 것으로 조사되었다. 이 해역은 방조제 축조 이전에는 금강 하구에 인접하여 있으며 염분농도는 30‰ 전후를 유지하였고(최 등 1995), 방조제 축조 이후에는 만경강의 영향권에 있으면서 강우량에 따른 염분 변화의 영향을 더 크게 받고 있다. 조사해역에서 방조제 물막이 공사가 완료된 이후인 2006년과 2007년에 계절별로 측정된 염분 농도는 방조제 건설 이전인 1993년과 방조제 축조중인 2002년의 계절별 염분 농도에 비해 변화의 폭이 매우 큰 것으로 조사되었다(Fig. 2). 1993년 방조제가 건설되기 전 4계절 평균 염분 농도는 30.2‰로서(최 등 1995), 방조제 건설 중 물막이 공사가 완료되기 전인 2002년과 큰 차이가 없었다. 그러나 가력도 부근의 배수갑문을 제외하고 모든 구간의 물막이 공사가 완료된 2006년과 2007년의 조사지점 염분 농도는 4계절 평균 23.1‰와 24.8‰로 크게 떨어졌다. 특히 동진강과 만경강으로부터 담수의 영향을 받는 풍수기에 염분농도는 2006년 8월 8.0‰, 2007년 8월 19.2‰로 매우 낮았다. 방조제 물막이 공사가 완료되면서 나타난 또 하나의 환경변화는 조수 영향력이 크게 감소되면서 조수웅덩이에 펄이 쌓이게 된 점이다. 특히 돌가자미의 유어들이 주로 서식했던 천해역의 웅덩이는 비응도와 신시도를 잇는 방조제 4공구 물막이 공사가 완료된 2005년 이후에 모두 펄로 메워진 상태이다. 방조제 축조가 시작되기 이전에 본 연구해역의 저질은 모래 위에 세립 퇴적물이 쌓여 있는 상태로서 직경 0.42~2 mm의 모래입자와 0.005~0.074 mm의 실트분이 혼합되어 있었으나(정 등 1990), 2006년에는 대부분의 저질이 직경 0.005 mm 이하의 실트성분이었다.

2. 유어의 성장과 출현량

1995년부터 조사해역의 조수웅덩이에서 채집된 어류

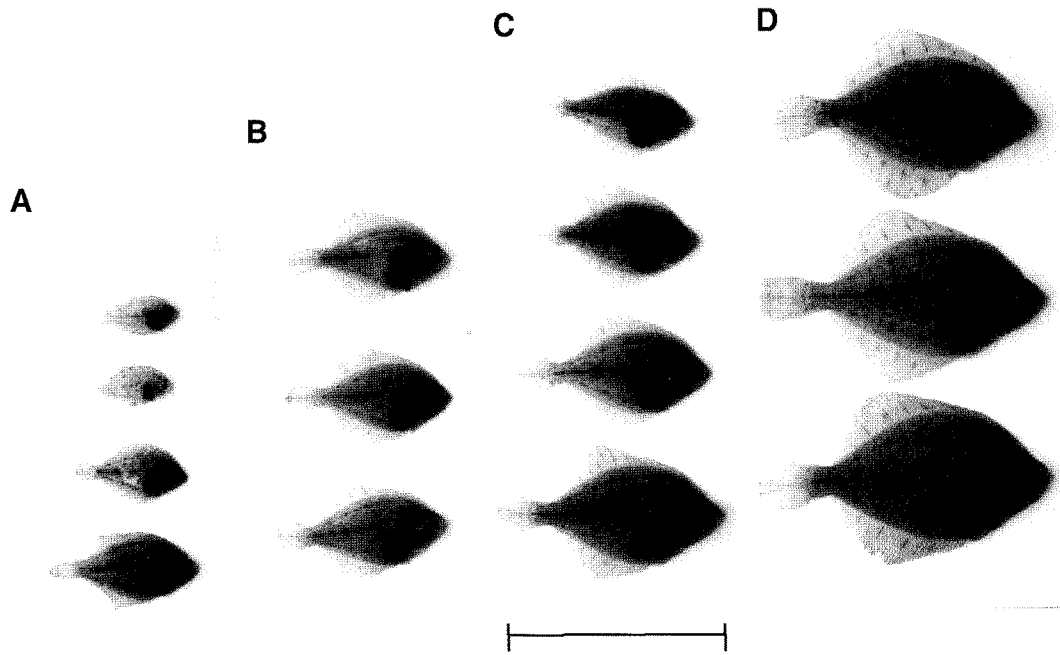


Fig. 3. Photograph showing the growth of *Kareius bicoloratus* collected in the tidal pool of Saemangeum Reservoir from April to July, 1995 (Bar indicates 5 cm). Collection dates : A, April 15; B, May 20; C, June 12; D, July 11.

들 가운데, 돌가자미의 유어는 4월 중순에 부유성 자어기 (juvenile stage)를 마치고 저서생활을 시작한 전장 1.5~2.5 cm의 개체들이 처음 채집되었다. 따라서 겨울철에 산란한 돌가자미 자어들이 부유생활을 마치고 저서생활에 들어가는 시기는 본 조사결과로 볼 때 4월 초순 전후임을 알 수 있다. 이후 돌가자미는 빠르게 성장하여 5월 중순에 전장 2.8~3.5 cm, 6월 중순에 3.0~5.5 cm, 7월 중순에는 6.0~7.2 cm에 달했다 (Fig. 3). 8월 이후에 조수웅덩이에서 돌가자미는 채집되지 않았으며, 인근 해역인 고군산군도에서 조업하는 낭장망에 전장 10 cm 전후의 돌가자미들이 8월 이후에 어획되는 것을 볼 때, 이 시기부터는 어린 돌가자미들이 새만금 방조제의 바깥으로 이동하여 성장하는 것으로 사료된다. 한편 종전의 연구 결과에 의하면 본 연구해역에서 돌가자미의 산란기는 1월에서 2월 무렵으로 보고된 바 있다 (최 등 1996). 인근 해역에서 돌가자미의 부유성 치어는 2월 말에 금강하구의 실뱀장어 잡이 그물에서 채집되었으며, 이 때 전장은 약 0.8 cm이었다. 따라서 이 해역에서 돌가자미의 부유성 치어들이 저서생활을 시작하는 시기는 전장 1 cm가 넘는 시점으로 본 연구에서 4월 중순에 처음 저서생활을 시작한 어린 유어들이 채집된 것과 잘 일치된다. 그러나 새만금 방조제의 축조가 진행되면서 돌가자미 유어의 출현량은 지속적으로 감소하였다. 1995년부터 2007년까지 채집된 돌가자미 유어의 수는 매

년 감소하여, 2005년 이후에는 1개체도 채집되지 않았으며, 돌가자미의 유어의 연도별 채집 개체수는 1995년 27개체를 비롯하여 1997년 17개체, 1999년 9개체, 2001년 5개체, 2003년 3개체였으며 2005년 이후에는 채집되지 않았다. 2004년 비응도와 신시도를 잇는 방조제의 물막이공사가 완료된 이후, 조사 해역의 염분도 변화와 모래위에 쌓인 펄의 영향이 돌가자미 유어의 서식환경에 영향을 미친 것으로 생각된다 (임 2005). 방조제가 축조되고 물막이공사가 완료된 2005년 이후 돌가자미 채집 해역의 계절별 염분농도는 방조제 축조 이전에 비해 약 5‰ 이상 낮아졌고, 돌가자미 유어들이 주로 채집된 장소가 주로 모래바닥이었기 때문이다. 특히 2006년 8월에 방조제 내측의 염분농도가 8‰까지 급격히 떨어진 것을 볼 때 방조제 축조 이후 염분농도의 계절별 격차가 심해진 것을 알 수 있다 (Fig. 2). 또 여름철 집중강우에 의한 담수의 유입은 방조제 안쪽의 염분 농도를 큰 폭으로 떨어뜨릴 수 있다. 민물에 적응할 수 있는 풀망둑 등의 광염성 어류 외에 돌가자미와 같은 해산어류, 특히 유영능력이 떨어지는 저서성 어류와 주거종인 경우는 체내의 삼투압 문제를 해결해야 하기 때문에 이처럼 큰 폭의 염분 농도의 변화 과정에서 서식하는 것이 불가능하다.

한편 돌가자미의 유어뿐만 아니라, 이 해역에서 잡히는 성어의 출현량도 크게 감소하였다. 본 해역에서 저인

망으로 조사된 결과에 따르면, 돌가자미는 아귀를 비롯하여 참서대, 박대와 함께 저서어류의 생체량에 큰 영향을 미치고 있는 어종으로 겨울철 조사된 저서어류 전체 생체량의 약 5% 이상을 차지하였던 어류이다(유 등 1993). 한편 황(1998)은 본 연구해역에서 어획된 전체 53종의 어류 가운데 돌가자미의 생체량이 0.1%인 것으로 보고하였는데, 조사방법이 낭장망에 의한 것으로 어망의 특성상 멸치와 까나리 등의 부유성 어류들이 절대적인 양을 차지하는 것을 감안하면 돌가자미의 출현량이 적은 편은 아니다. 조사방법이 다르기 때문에 유 등(1993)의 결과와 직접적인 비교는 불가능하여도, 적어도 1990년대 후반까지는 새만금 주변 해역에 돌가자미들이 비교적 많은 양이 서식하고 있었음을 알 수 있다. 그러나 최근에 새만금 방조제 안쪽에서 자망과 펌프선에 의한 채집 결과, 돌가자미는 전체 어류의 0.01% 미만에 불과하였다(농어촌공사 2006).

돌가자미의 유어들이 사라지고, 이어서 성어의 출현량이 이 해역에서 크게 감소한 것은 본 조사에서 돌가자미의 유어들이 채집된 장소가 주로 모래바닥이었던 점을 고려해볼 때, 방조제 축조 이후 가속화된 펄의 퇴적 역시 영향을 미친 것으로 생각된다. 또 돌가자미는 여름철에 외해로 이동하고 겨울철에 내만으로 와서 산란하는 것으로 알려져 있다(유와 최 1993). 그러나 방조제가 돌가자미의 산란을 위해 외해로부터 내만으로 들어오는 회유로를 차단함으로써, 새만금호에서 돌가자미의 출현량이 감소하게 된 또 다른 원인으로 생각된다. 결론적으로 일부 개체들이 아직까지 해수유통이 이루어지고 있는 배수갑문을 통해 내만으로 들어와 산란에 참여한다 하더라도 방조제 축조 이후 크게 낮아진 염분도와 저질 변화, 조수 영향의 약화에 따른 펄의 축적 등 다양한 환경변화로 인하여 어린 돌가자미의 산란과 성장이 어려워진 것으로 판단된다. 한편 돌가자미 외에도 이 해역에서 5월과 6월 사이에 채집되던 농어와 감성돔의 유어들도 2000년 이후에는 자취를 감추었는데, 이 또한 돌가자미의 감소 원인과 같은 이유 때문인 것으로 생각된다.

적 요

1995년부터 2007년까지 군산연안의 조수웅덩이에 서식하는 돌가자미 *Kareius bicoloratus* (Basilewsky) 유어의 성장과 서식환경에 대해 조사하였다. 돌가자미의 부유성 치어는 3월 초순에 새만금 호 주변에서 출현하였고, 4월 중순에 군산 내초도 연안의 조수웅덩이에서 유어들이 저서생활을 시작하여 7월까지 성장하였다. 돌가자미의

유어들이 처음 조수웅덩이에 출현하는 4월 중순에 전장은 1.5~2.5 cm(평균 2.1 cm)이었고, 5월 중순에 2.8~3.5 cm(3.3 cm), 6월 중순에 3.0~5.5 cm(4.7 cm), 7월 중순에는 6.0~7.2 cm(6.7 cm)이었다. 그러나 돌가자미의 유어는 새만금 방조제의 축조 이후 출현량이 감소하였고, 2005년 이후에는 채집이 되지 않았다. 새만금 방조제 축조 이후 염분도와 저질 변화 등의 환경변화가 새만금 호 주변의 돌가자미의 산란과 성장에 영향을 미친 것으로 판단된다.

사 사

본 연구는 한국농촌공사의 “새만금수역 및 간척지의 생태변화 연구”과제에 따른 군산대학교 새만금환경연구센터의 연구비 지원에 의해 수행되었습니다.

참 고 문 헌

- 국립수산진흥원, 1994. 한국연근해 유영어류도감. 예문사. 220pp.
- 김익수, 최 윤, 이충렬, 이용주, 김병직, 김지현, 2005. 한국어류도감. 교학사. 615pp.
- 농어촌공사, 2006. 새만금 수역 생태변화 연구.
- 정의영, 김익수, 최 윤, 1990. 내초도 조간대에 출현하는 망둑어과(Gobiidae) 어류의 저질별 분포양상 및 먹이생물에 관한 연구. 군산대학교 해양개발연구소 논문집. 1:19-35.
- 유봉석, 최 윤, 1993. 군산 연안 어류의 군집 변동. 한국어류학회지. 5:194-207.
- 임환철, 2005. 새만금해역의 어류 군집 변동. 군산대학교 박사학위 청구논문. 99pp.
- 전제천, 심두생, 김용호, 정의영, 2003. 한국 서해산 돌가자미, *Kareius bicoloratus*의 성숙. 한국어류학회지. 15:257-271.
- 전제천, 임양재, 2004. 한국 서해산 돌가자미 *Kareius bicoloratus*의 연령과 성장. 한국어류학회지. 16:173-180.
- 최 윤, 김익수, 유봉석, 정의영, 박종영, 1995. 한국 서해연안 참서대 *Cynoglossus joyneri* Günther의 생태. 한국어류학회지. 7:56-63.
- 최 윤, 1996. 군산연안 유어기 감성돔의 성장. 한국어류학회지. 8:9-13.
- 최 윤, 김중래, 정의영, 김형섭, 1996. 군산연안 조하대의 유용 자원동물에 관하여. 군산대학교해양개발연구소 논문집. 8:59-67.
- 최 윤, 김형섭, 유봉석, 1998. 군산연안 유어기 농어(*Lateolabrax japonicus*)의 성장과 위 내용물 분석. 군산대학교 수산과학연구소 논문집. 14:227-234.

황선도. 1998. 서해 고군산군도 연안 낭장망 어획 수산생물의 종조성 및 주야·계절변동. 한국어류학회지. 10:155-163.

Kimoto HS, HT Arai and H Ogawa. 1991. Stock management scheme flounder in Suo-Nada. Nippon Suisan Gakkishi. 57: 1009-1017. (in Japanese)

Mori KS, KT Tojima and K. Tashiro. 1986. Growth and maturity of stone flounder *Kareius bicoloratus* in Ise Bay. Bull. Fac. Fish. Mie Univ. 13:151-161. (in Japanese)

Manuscript Received: November 7, 2008

Revision Accepted: December 1, 2008

Responsible Editor: Kwang-Guk An