

새만금 해역 조수 웅덩이의 어류

최 윤* · 임환철 · 라혜강 · 양재삼¹ · 최강원²

군산대학교 해양생명과학부, ¹해양정보과학과, ²농업기반공사 농어촌연구원

Tide-pool Fishes from Saemangeum Waters

Youn Choi*, Hwan-Cheol Lim, Hye-Kang Ra,
Jae-Sam Yang¹ and Kang Won Choi²

Faculty of Marine Life Science, and ¹Department of Marine Science,
Kunsan University, Gunsan 573-701, Korea

²Rural Research Institute, KARICO, Sadong 1031, Sangrog-gu, Ansan-si,
Gyeonggi-do 426-170, Korea

To research changes in the fish community of intertidal zones in relation to the construction of the Saemangeum tidal embankment, fishes were collected in the tide pools of Naechodo, Gunsan-si, and of Haechang, Buan-gun in Jeollabuk-do, every month from December 2002 to October 2004. Based on the fishes collected and data from previous studies show that in the tide pools of Haechang, the number of species decreased, and the dominant species is *Tridentiger trignocephalus*, as before. However, in the tide pools of Naechodo, the number of species decreased, and the dominant species changed from *T. trignocephalus* to *Synechogobius hasta*. *Favonigobius gymnauchen*, which inhabits sand-beds, decreased remarkably. Meanwhile, in the intertidal zone of Haechang, young black porgy were caught in large quantities, while in the intertidal zone of Naechodo, young *Acanthopagrus schlegelii* and *Lateolabrax japonicus*, which had been caught in a large amounts between 1994 and 2000, were not caught.

The results are thought to show that the intertidal zone of Naechodo, Gunsan-si, had more deposits by tide flats than that of Haechang, Buan-gun, which drastically changed the habitat of its fish community.

Key words : Tide pool fishes, Saemangeum waters

서 론

군산과 부안을 비롯한 전라북도 연안은 간조시 개펄로 이루어진 넓은 조간대를 이루고, 조수웅덩이가 다양하게 형성되는 곳으로 많은 망둑어과 어류와 기타 저서 어류들이 서식하고 있다. 그러나 공장폐수와 생활하수의

증가 등 주변지역의 환경변화로 인하여 출현어종과 개체수가 지속적으로 감소하여 왔으며, 최근에는 새만금 방조제 축조공사로 인하여 어류의 생태변화가 예상되고 있다. 이에 대해서 방조제가 건설될 경우 외부의 조석이 약해져 토사가 쌓일 가능성이 이미 보고된 바 있었고 (Choi and Kang, 1990), 이러한 환경변화가 지속되면 어류상도 변할 것으로 예측된 바 있었다 (Sim and Lee, 1999). 본 조사해역의 조간대에서 이루어진 어류상에 대한 연구로서 부안 백천 하구의 어류 서식현황 (김, 1997)

*Corresponding author: choi@kunsan.ac.kr

과 군산시 내초도에서 출현하는 망둑어과 어류(정 등, 1990)가 있다. 특히 내초도는 사리 때 드러나는 조간대의 거리가 2 km 이상이고, 넓이가 70 ha에 달하는 곳으로(김 등, 1985) 다양한 조간대 어류들이 분포하고 있는 곳이며, 정 등(1990)은 이곳에서 11종의 망둑어과 어류가 서식하는 것으로 보고한 바 있다. 그러나 새만금 공사가 진행되고, 모래 위에 펄이 축적되면서 웅덩이들이 없어지는 등, 저서 어류의 서식처 환경이 당시에 비해 크게 변하였다. 본 연구에서는 조수웅덩이가 잘 발달되어 망둑어과 어류를 비롯한 저서어류들이 많이 서식하고 있는 전북 부안군 해창과 군산시 내초도 조간대에 형성된 조수웅덩이를 대상으로 2002년부터 2004년까지 어류를 채집하였으며, 그 결과를 토대로 기존에 조사된 자료와 비교 검토함으로써 이곳에 서식하는 어류의 변동과정을 파악하고, 현재 진행 중인 새만금 방조제 축조에 따른 조간대 어류의 변화정도를 알아보기 위한 기초 자료를 마련하고자 하였다.

재료 및 방법

새만금 방조제 안쪽의 조간대에 2개의 조사정점을 설정하고, 간조시에 투망과 족대를 이용하여 매일 1회, 2시간씩 채집하였다. 조사 위치는 백천의 하구에 위치한 전북 부안군 하서면 백련리 해창과(Fig. 1, St. 1) 만경강의 하구에 위치한 전북 군산시 내초도동의 조간대이다(Fig. 1, St. 2). 채집된 어류 표본은 실험실로 운반하여 김 등(2005)에 따라 동정하였고, 종의 배열은 Nelson(1994)의 체계에 따랐다.

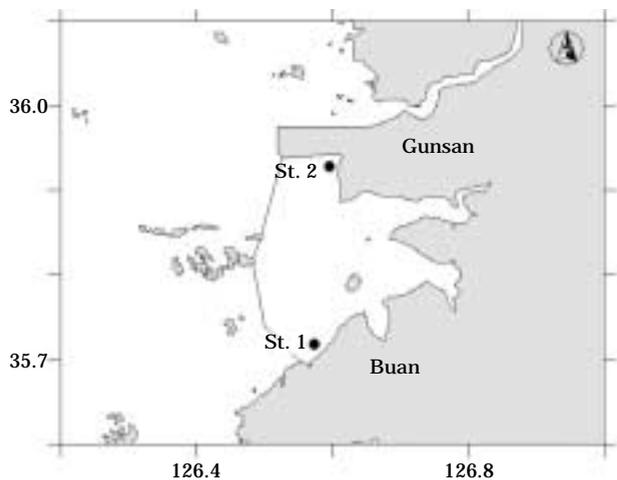


Fig. 1. Map of Saemangeum waters showing collecting sites (St. 1 Haechang, St. 2 Naechodo).

결과 및 고찰

1. 조사수역의 환경

총 연장 33 km에 달하는 새만금 방조제 안쪽에 간조 때 드러나는 갯벌 면적은 20,000 ha이며, 현재는 방조제의 대부분이 완공되어 신시도 남측과 가력도 북측 일부의 개방구간을 통해서 해수가 유통되고 있다. 본 조사를 위해 군산시 내초도와 부안군 해창의 조간대는 바닥이 펄과 모래, 그리고 바위, 자갈 등 다양한 서식환경을 이루고 있어서 많은 망둑어과 어류들이 서식하고 있는 것으로 보고된 곳이다(김, 1997; 정 등, 1997). 따라서 이 두 지점을 연구 지역으로 설정하였으며, 본 조사수역 2개 정점의 환경은 다음과 같다.

1) 전북 군산시 부안군 백련리 해창

내변산을 흐르는 전북 부안군의 백천이 바다와 접하는 곳으로, 위쪽 1 km 지점에 부안댐이 위치하고 남쪽 2 km 지점에는 새만금 방조제가 축조되어 있다. 조사지점의 저질을 보면, 백천 하구에서 민물이 바다로 유입되는 곳은 자갈로 이루어져 있고, 그 주변은 펄과 가는 자갈, 모래 등으로 이루어져 있다. 유량은 매우 적으나 백천의 민물이 연중 바다로 흐르는 곳이다. 본 조사가 이루어진 조수웅덩이는 깊이 0.1~2.5 m, 최대 폭은 약 10 m, 길이는 약 50 m이다.

2) 전북 군산시 내초도

군산시 외항에 인접하여 있으며, 새만금 방조제 축조 이전에는 금강에서 흐르는 담수의 영향을 받았으나, 비응도에서 야미도로 이어지는 방조제가 축조되고, 2003년 5월에 4공구의 물막이 공사가 완료되면서 금강에서 흐르는 담수의 영향을 직접적으로는 받지 않게 되었다. 또한 1990년대 초반까지는 모래가 많아서 간조시에 쉽게 걸어서 들어갈 수 있었고 조수웅덩이가 많았으나, 방조제 축조가 진행되면서 바닥의 모래가 펄로 바뀌었으며 펄이 깊게 퇴적되어 간조시에 걸어서 들어가는 것이 어렵게 되었다. 현재는 조수웅덩이가 펄로 메워져 처음 본 연구가 시작된 위치의 웅덩이가 많이 없어진 상태이다. 본 조사가 이루어진 조수웅덩이의 수는 1995년에 모두 5개였으며, 깊이는 0.1~1.2 m, 웅덩이의 폭과 깊이는 5~30 m였으나, 갈수록 펄로 메워져 현재는 조사 지점의 웅덩이가 거의 없어진 상태이다.

2. 조사 수역별 어류의 종조성

1) 전북 부안군 하서면 백련리 해창

해창의 조간대에서 2002~2003년에 채집된 어류는 8

중, 261개체였고 (Table 1), 2004년에 채집된 어류는 8종 474개체로 (Table 2), 조사 기간 동안 채집된 어류는 총 12종 735개체였다. 바닥이 자갈인 곳의 우점종은 두줄망둑 *Tridentiger trignocephalus*이었으며, 바닥이 펄인 곳에서는 대부분 말뚝망둥어 *Periophthalmus modestus*가 서식하고 있었다. 출현종의 수는 2003년 9월에 7종, 2004년 6월에 6종으로 여름철에 많은 종이 출현하였다. 두줄망둑은 2003년 177개체 (67%), 2004년 241개체 (51%)로 모두 418개체가 출현하여 전체 출현 개체수의 57%를 차지하였다. 조사 기간 동안 꾸준히 출현한 종은 두줄망둑이었고, 2003년 9월에는 가송어 *Chelon hamatocheilus*, 전어 *Konosirus punctatus*, 복섬 *Takifugu niphobles*, 2004년에는 베도라치 *Pholis nebulosa* (6월)와 흰발망둑 *Acanthogobius lactipes* (6월), 걱정이 *Trachidermus fasciatus* (9월)가 일시적으로 채집되었다. 부안 백천에서 김 (1997)이 보고한 15속 17종과 비교할 때 전체적인 어종의 수에서는 차이가 있었으며, 김 (1997)이 기록한 종 가운데 날망둑 *Gymnogobius castaneus*, 비늘흰발망둑 *Acanthogobius luridus*, 얼룩망둑 *Gymnogobius mororanus*, 줄망둑 *Acentrogobius pflaumii*, 미끈망둑 *Luciogobius guttatus*, 애기망둑 *Pseudogobius masago*, 문절망둑 *Acanthogobius flavimanus*, 모치망둑 *Mugilogobius abei*, 주둥치 *Leiognathus nuchalis*, 풀반지 *Thryssa hamiltoni*는 본 조사에서 채집되지 않았다. 반면

에 본 조사 기간 동안에 새로 채집된 어류는 복섬 *Takifugu niphobles*, 송어 *Mugil cephalus*, 전어 *Konosirus*

Table 1. Abundance of fishes collected from intertidal zone at Haechang, Buan-gun, Jeonbuk-do from 2002 to 2003

Species	'02		'03						Total
	12	2	3	4	5	6	9	10	
<i>Konosirus punctatus</i>	-	-	-	-	-	-	-	2	2
<i>Chelon haematocheilus</i>	-	-	-	-	-	-	-	26	26
<i>Acanthopagrus schlegeli</i>	-	-	-	-	-	-	-	3	3
<i>Omobranchus punctatus</i>	-	2	-	-	-	-	-	1	3
<i>Periophthalmus modestus</i>	-	-	-	-	13	11	-	11	35
<i>Synechogobius hasta</i>	-	-	-	-	-	-	-	7	13
<i>Tridentiger trignocephalus</i>	11	17	15	22	31	28	2	51	177
<i>Takifugu niphobles</i>	-	-	-	-	-	-	-	1	1
Total	11	19	15	22	44	39	42	75	261
Number of species	1	2					7		8

Table 2. Abundance of tide pool fishes collected from intertidal zone at Haechang, Buan-gun, Jeonbuk-do, 2004

Species	'04							Total
	4	5	6	7	8	9	10	
<i>Mugil cephalus</i>	-	-	11	27	-	54	-	92
<i>Trachidermus fasciatus</i>	-	-	-	-	-	1	-	1
<i>Pholis nebulosa</i>	-	-	1	-	-	-	-	1
<i>Acanthogobius lactipes</i>	-	-	6	-	-	-	-	6
<i>Periophthalmus modestus</i>	-	10	-	-	-	-	8	18
<i>Synechogobius hasta</i>	-	-	-	5	11	7	5	28
<i>Tridentiger trignocephalus</i>	25	36	47	37	21	45	30	241
<i>Acanthopagrus schlegeli</i> (young fishes)	-	-	47	19	-	-	-	66
Gobiidae (young fishes)	-	-	17	4	-	-	-	21
Total	25	46	129	92	32	107	43	474
Number of species	1	2	6	5	2	4	3	9

Table 3. Abundance of tide pool fishes collected from intertidal zone at Naechodo, Gunsan-si, Jeonbuk-do from 2002 to 2003

Species	'02		'03							Total	
	12	1	3	4	5	6	7	8	9		10
<i>Mugil cephalus</i>	-	-	-	-	1	24	-	-	-	6	31
<i>Trachidermus fasciatus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1
<i>Acanthogobius elongata</i>	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	2
<i>Acanthogobius lactipes</i>	5	2	-	-	-	-	-	-	-	3	10
<i>Gymnogobius mororanus</i>	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Favonigobius gymnauchen</i>	-	-	-	-	4	-	7	-	-	-	11
<i>Periophthalmus modestus</i>	-	-	-	-	-	12	-	-	-	2	14
<i>Synechogobius hasta</i>	1	-	-	-	4	-	66	55	60	-	186
<i>Tridentiger trignocephalus</i>	17	11	7	9	13	14	16	22	-	7	116
Total	24	13	7	9	24	50	89	77	60	19	372
Number of species	4	2	1	1	5	3	3	2	1	5	9

Table 4. Abundance of tide pool fishes collected from intertidal zone at Naechodo, Gunsan-si, Jeonbuk-do, 2004

Species	'04							Total
	4	5	6	7	8	9	10	
<i>Mugil cephalus</i>			3				4	7
<i>Acanthogobius lactipes</i>							1	1
<i>Acanthogobius elongata</i>		2						2
<i>Gymnogobius mororanus</i>		7						7
<i>Favonigobius gymnauchen</i>				10				10
<i>Synechogobius hasta</i>	10			60	71	56	7	204
<i>Tridentiger trignocephalus</i>		56	22	19	53	21	27	198
Total	10	65	25	89	124	77	39	429
Number of species	1	3	2	3	2	2	4	7

punctatus, 걱정이 *Trachidermus fasciatus*, 베도라치 *Pholis nebulosa*, 흰발망둑 *Acanthogobius lactipes* 등 모두 6종이었다. 김 (1997)에 비해서, 조간대의 조수웅덩이에 주로 서식하는 8종의 망둑어과 어류가 채집되지 않은 점이 주목되며, 이것은 부안댐 건설과 새만금 방조제 축조에 따른 환경 변화가 주요 원인으로 생각된다. 두줄망둑이 우점종으로 출현한 점은 본 조사와 김 (1977)의 결과가 비슷하였다 (Fig. 2).

2) 전북 군산시 내초도동

내초도 조간대에서 2002~2003년 채집된 어류는 모두 9종, 개체수는 372마리였고 (Table 3), 2004년 채집된 어류는 6속 7종, 429개체로 (Table 4) 조사 기간 동안 채집된 어류는 모두 9종, 801개체였다. 2003년에 풀망둑이 186개체가 출현하여 전체의 53%를 차지하였고, 2004년에는 204개체로 모두 390개체가 출현하여 전체에 48.7%를 차지하였다.

조사 기간 동안 지속적으로 출현한 어종은 두줄망둑 *Tridentiger trignocephalus*과, 풀망둑 *Synechogobius hasta*이었고, 그 외 나머지 종은 대부분 3개월 이상 지속적으로 채집되지는 않았다. 망둑어과 어류만을 조사했던 정 등 (1990)의 9속 11종에 비해서 본 조사결과는 전체적인 어종의 수에서 감소한 것으로 나타났다. 또한 정 등 (1990)의 결과에서는 두줄망둑이 최우점종 (59%)이었으나, 본 조사에서는 풀망둑이 더욱 증가하였으며, 2004년 조사에서는 두줄망둑이 풀망둑과 비슷한 비율로 우

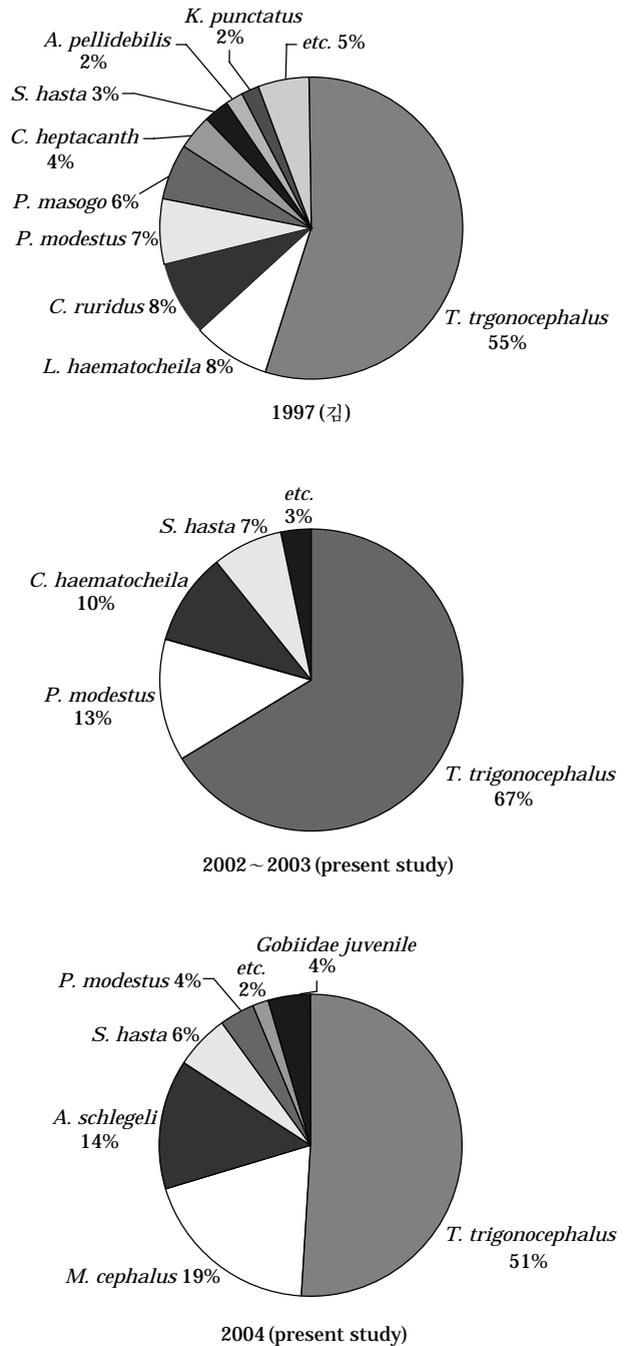


Fig. 2. Species compositions of tide pool fishes collected from intertidal zone at Haechang.

점종을 차지하였다. 나머지 망둑어과 어류는 종수와 개체수에서 급격히 감소하였는데 (Fig. 3), 정 등 (1990)과 비교해 볼 때, 본 조사에서는 출현하지 않은 어류는 줄망둑 *Acentrogobius pflaumii*, 모치망둑 *Mugliogobius abei*, 아작망둑 *Tridentiger barbatus*, 황줄망둑 *Tridentiger nudicervicus* 등 4종이었다.

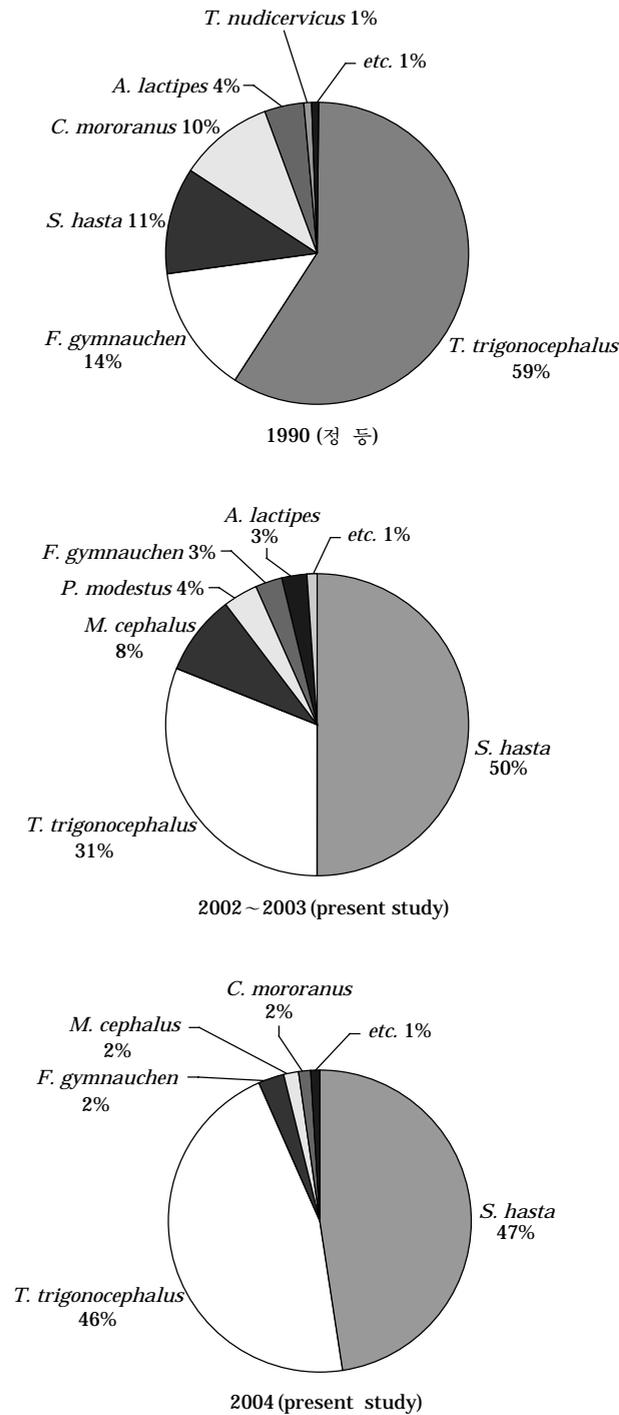


Fig. 3. Species compositions of tide pool fishes collected from intertidal zone at Naechodo.

3. 새만금 조간대 조수웅덩이의 어류분포 특성과 환경변화로 인한 영향

본 조사해역의 어류 분포 특성은 조간대의 웅덩이를 서식처로 하는 망둑어과 어류들이 주로 분포하고, 6월과

7월에 감성돔 *Acanthopagrus schlegeli*과 송어 *Mugil cephalus*의 유어들이 다량 출현하는 점이다. 2004년 조사에서 감성돔은 전체 출현 어종의 14%를 차지하였고, 송어는 19%를 차지하였다 (Fig. 2). 한편 내초도 조간대의 웅덩이는 봄과 여름 사이에 유어의 농어와 감성돔의 주요 성육장으로 알려져 왔었으나 (최, 1996; 최 등, 1998), 2001년 이후에 농어와 감성돔의 유어는 채집되지 않았다. 유어기에 조간대의 웅덩이 주변에 형성된 바위의 부착물을 주요 먹이로 하는 농어와 감성돔이 바위에 축적된 펄과 서식처의 변화로 인해서 내초도 조간대는 이들 어류의 성육장으로서의 기능을 상실해 가고 있는 것으로 판단된다. 반면에 해창에서는 6월 무렵에 아직까지 어린 감성돔의 유어들이 웅덩이에서 다량 채집되고 있었는데, 이것은 내초도에 비해 현재도 비교적 해수의 영향을 많이 받고 있어서 저질 환경이 크게 변하지 않았기 때문으로 생각된다. 부안군 해창의 조간대에서 김 (1997)에 의해 채집된 어류 가운데, 주둥치와 풀반지는 일시적으로 출현하는 어종으로 본 조사에서 채집되지 않은 것에는 큰 의미는 없으나, 날망둑을 비롯하여 비늘흰발망둑, 얼룩망둑, 줄망둑, 미끈망둑, 애기망둑, 문질망둑, 모치망둑 등 8종의 망둑어과 어류가 채집되지 않은 점이 주목되며, 이곳 역시 조간대 조수웅덩이에 서식하는 어종들이 감소추세에 있음을 알 수 있다. 내초도의 경우는 황줄망둑을 비롯한 망둑어과 어류의 종수와 출현 개체수의 감소뿐만 아니라, 해창에 비해서 어종의 분포에도 더 많은 변화가 있었다. 즉, 모래바닥을 주 서식처로 하는 날개망둑이 크게 감소하였고, 우점종 또한 바위와 펄을 서식처로 하는 두줄망둑에서 펄 바닥을 주 서식처로 하는 풀망둑으로 변해가고 있는 양상을 보였다. 역시 방조제 축조로 인한 펄의 축적이 원인으로 판단되며, 현재 해수가 유통이 되고 있음에도 불구하고 내초도 조간대에는 펄이 계속 축적되고 있기 때문에 앞으로 종 다양성의 감소와 함께 펄을 선호하는 풀망둑과 송어 (유어) 등 특정종의 우점화 현상은 더 뚜렷해질 것으로 예측된다. 새만금 방조제 축조는 감성돔을 비롯하여 이 해역의 무척추동물과 망둑어류를 주요 먹이로 하는 농어 및 양태, 넙치, 가자미류 등 저서어류의 분포에 영향을 미치고 있는 것으로 판단된다.

적 요

새만금 방조제 축조에 따른 조간대 어류 군집의 변화를 알아보기 위해 조수웅덩이가 잘 발달된 전북 군산시 내초도와 전북 부안군 해창의 조수웅덩이를 대상으로

2002년부터 2004년까지 매월 어류를 채집하였다.

조사 기간 동안 채집된 어류를 기존의 자료와 비교 검토한 결과, 부안군 해창의 조수웅덩이에서 종의 수는 다소 감소하였으나, 두줄망둑 *Tridentiger trionocephalus*가 우점종으로 나타난 점은 종전에 비해 변화가 없었다. 그러나 전북 군산시 내초도의 조간대에서는 종 수의 감소 외에도 우점종이 두줄망둑 *T. trionocephalus*에서 풀망둑 *Synechogobius hasta*로 바뀌었고, 특히 모래 바닥을 서식처로 하는 날개망둑 *Favonigobius gymnauchen*의 감소현상이 뚜렷하였다.

한편 부안군 해창의 조간대에는 감성돔의 유어들이 본 조사 기간에도 다량 출현하고 있었지만, 내초도 조간대의 경우 1994년과 2000년에 조수웅덩이에서 다량으로 채집되었던 감성돔 *Acanthopagrus schlegeli*와 농어 *Lateolabrax japonicus*의 유어들이 채집되지 않았다. 결과적으로 내초도 조간대는 이들 어류의 성육장으로서의 기능이 갈수록 소실되어 가고 있는 것으로 판단되며, 이러한 전반적인 결과는 부안 해창에 비해 군산 내초도의 조간대가 썰에 의한 퇴적이 더욱 심하여 조간대 어류의 서식 환경이 크게 변하고 있기 때문으로 생각된다.

사 사

본 논문은 농업기반공사의 2002~2003년 새만금 수역 및 간척지의 생태변화 연구(I)에 따른 연구비지원에 의해 이루어졌습니다. 채집과 자료정리에 도움을 준 군

산지방해양수산청 김형섭 박사와 전북 군산시 창성호 문명삼 선생님께 감사드립니다.

인 용 문 헌

Choi, B.H. and Y.D. Kang. 1990. Preliminary etimation of barrier on tides in Saemangeum area. J. Kor. Soc. Coast Ocean. Eng., 29 : 34~42.

Nelson, J.S. 1994. Fsihes of the world, 3rd. ed., John Wiley & Sons, New York, xvii+600 pp.

Sim, K.S. and C.R. Lee. 1999. Fish fauna of the Saemangeum area in the west coast of Chonbuk-do, Korea. Kor. J. Environ. Biol., 17 : 293~303.

김익수. 1997. 부안 백천의 어류서식현황. 전북의 자연연구 제 7권, pp. 74~87.

김익수·최 윤·이충렬·이용주·김병직·김지현. 2005. 한 국어류대도감. 교학사, 615 pp.

김준호·조경제·김지식. 1985. 금강하구 조간대 저서생물 군집의 에너지 유전. 한국생태학회지, 8(1) : 7~14.

정의영·김익수·최 윤. 1990. 내초도 조간대에 출현하는 망둑어과(Gobiidae) 어류의 저질별 분포양상 및 먹이생물 에 관한 연구. 군산대학교 해양개발연구소 논문집, 2(1) : 19~35.

최 윤. 1996. 군산연안 유어기 감성돔의 성장. 한국어류학회 지, 8(1) : 9~13.

최 윤·김형섭·유봉석. 1998. 군산연안 유어기 농어(*Lateolabrax japonicus*)의 성장과 위 내용물 분석. 군산대학교 수산과학연구소 논문집 14 : 227~234.

Received: April 5, 2005
Accepted: June 2, 2005