

## 새만금호 내의 염도에 따른 어류분포

박상현 · 이진웅 · 김정희 · 백승호 · 윤주덕<sup>1</sup> · 최기룡<sup>2</sup> · 장민호\*

공주대학교 생물교육과, <sup>1</sup>공주대학교 생물자원센터  
<sup>2</sup>울산대학교 생명과학부

## Fish Distribution and Salinity in the Saemangeum Reservoir

Sang-Hyeon Park, Jin-Woong Lee, Jeong-Hui Kim, Seung-Ho Baek  
Ju-Duk Yoon<sup>1</sup>, Kee-Ryong Choi<sup>2</sup> and Min-Ho Jang\*

Department of Biology Education, Kongju National University, Gongju 314-701, Korea

<sup>1</sup>Biological Resource Center, Kongju National University, Gongju 314-701, Korea

<sup>2</sup>School of Biological Sciences, University of Ulsan, Ulsan 680-749, Korea

**Abstract** - The Saemangeum Reservoir was constructed in 2006 as a part of Saemangeum reclamation project in which desalination has been also carried out. The purpose of this study is to provide basic data for predicting changes in fish distribution in the Saemangeum area with respect to the desalination process and to identify current status of fish distribution along with salinity levels. Fish sampling and measurement of salinity were conducted 4 times from February to October in 2012 at 10 sites within the Saemangeum Reservoir. A total of 71 species classified into 34 families were confirmed, and dominant and subdominant species were *Thyrssa kammalensis* (16.1%) and *Konosirus punctatus* (12.8%), respectively. Saltwater fishes were still dominant at the Saemangeum Reservoir. Study sites were classified into four groups (A=St. 1, 6; B=St. 2, 3, 7, 8; C=St. 4, 9, 10; D=St. 5) by Bray-Curtis cluster analysis. Species composition of each group was closely related with salinity level: group A corresponding to 0.2 psu, B to 14.2 psu, C to 19.5 psu, and D to 23.5 psu.

**Key words** : Saemangeum Reservoir, fish distribution, salinity, desalination

## 서 론

특정 지역 내의 환경변화는 생태계와 군집, 종조성 등을 변화시킨다(Rose 2005). 자연적으로 발생하는 환경변화는 일반적으로 장기간에 걸쳐 일어나기 때문에 환경변화가 나타나는 지역 내에서 생물들이 환경변화에 대처하여 이동, 적응, 진화의 시간을 충분히 확보할 수 있

다(Young *et al.* 1989). 하지만 인간의 활동에 의한 환경변화는 단기간에 큰 변화를 발생시키기 때문에 갑작스런 환경 변화에 의해 대처할 수 없는 생물들은 그 지역 내에서 절멸되고, 대처할 수 있는 생물과 변화된 환경에 적응할 수 있는 생물이 이입된다(Joo *et al.* 2008). 인간에 의한 환경변화로 가장 대표적인 것은 오염물질 배출로 인한 수질 오염과 부영양화, 인공 구조물 건설로 인한 수질 변화 등을 들 수 있다.

인공 구조물 중 방조제는 간척 사업을 통한 토지 이용 및 염해 방지 등을 목적으로 건설되었다. 이러한 과정에

\* Corresponding author: Min-Ho Jang, Tel. 041-850-8285,  
Fax. 041-850-8842, E-mail. jangmino@kongju.ac.kr

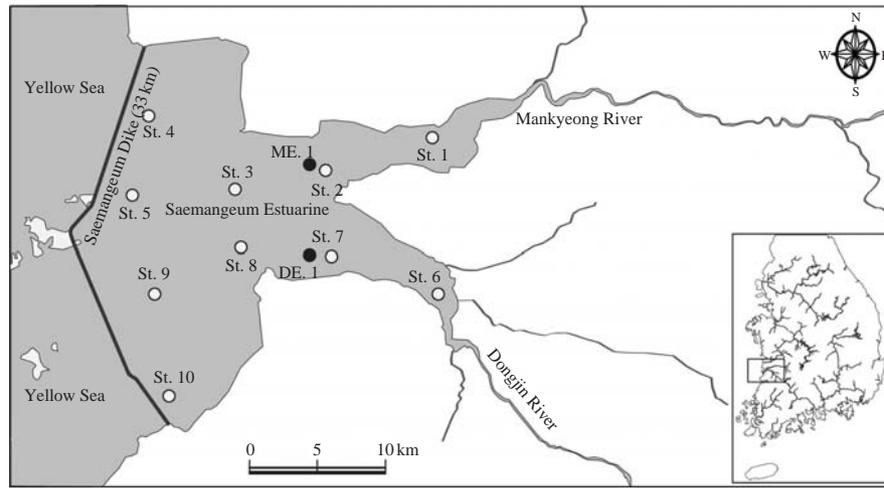


Fig. 1. Map of study sites (ME1 and DE1 are water quality measurement stations in the Mankyong and Dongjin River estuary, respectively).

서 담수화가 진행되면서 염도 변화에 의해 서식 생물의 군집 및 종 조성 변화가 야기된다(Loneragan *et al.* 1986; Foss *et al.* 2001). 이러한 방조제와 같은 대형 구조물 건설로 인한 어류 생태의 변화에 대한 보고는, 하구둑 건설 (Yang *et al.* 2001; Kwak and Huh 2003), 천수만( Lee 1996), 댐 건설 (Kim and Yang 2001; Seo and Kim 2009), 등이 있다. 새만금 지역의 어류에 대한 앞선 연구는 새만금 일대의 어류상 (Sim and Lee 1999; Lee *et al.* 2003; Kim *et al.* 2011)과 새만금 수역 및 간척지의 생태변화 연구 (Ministry for Food, Agriculture, Forestry and Fisheries 2004~2009)가 있었고, 새만금지역으로 유입되는 만경강과 동진강에 대한 연구는 만경강 수계에 서식하는 어류군집에 관한 연구 (Kim *et al.* 1998), 동진강 수계의 어류상과 군집 (Kim *et al.* 2001) 등의 연구가 있었다.

하지만 선행 연구의 대부분이 단순한 어류상 변화에 대한 내용으로 실질적으로 변화하는 환경에 따른 어류 군집의 변화에 대한 연구는 없었다. 따라서 본 연구에서는 새만금 방조제 건설 후 새만금호내에서 염도에 따른 어류 군집의 분포를 조사하여 향후 새만금호소의 어류 군집의 변화에 대한 자료를 마련하고자 하였다.

## 재료 및 방법

### 1. 조사지점

새만금은 전라북도 군산시, 김제시, 부안군의 행정구역을 포함하는 간척지로서 1991년 11월 공사를 시작하여 2006년 방조제 공사가 완료되었다. 간척면적 총 40,100

Table 1. Study sites and GPS (Global Positioning System) information in the Saemangeum Reservoir

Site	GPS	
	N	E
St. 1	35° 54'26.7"	126° 49'58.7"
St. 2	35° 52'16.2"	126° 37'31.9"
St. 3	35° 52'31.9"	126° 34'39.9"
St. 4	35° 53'27.6"	126° 31'22.8"
St. 5	35° 50'03.6"	126° 30'32.4"
St. 6	35° 45'28.2"	126° 46'43.2"
St. 7	35° 49'06.2"	126° 76'54.2"
St. 8	35° 48'28.0"	126° 36'26.5"
St. 9	35° 43'01.3"	126° 32'47.3"
St. 10	35° 45'31.0"	126° 32'10.0"

ha이며 방조제의 길이는 33.9 km이다. 어류상 조사는 2012년에 실시되었으며 새만금 수계 중 방조제 내측의 조하대를 중심으로 8개의 지점과 만경강과 동진강 하구의 2개의 지점을 선정하였다. 이와 같이 고정조사구로 선정된 10개의 지점을 대상으로 4회(2월, 4월, 7월, 10월)에 걸쳐 이루어졌다 (Table 1, Fig. 1).

### 2. 조사방법 및 자료분석

만경강과 동진강의 하구역 지점인 St. 1과 St. 6은 투망과 자망, 일각망을 이용하여 조사를 실시하였다. 투망(망목, 7×7 mm)은 지점별로 10회 이상 투척하였으며 자망(5절: 삼중망, 망목 40×40 mm, 높이 150 cm, 길이 50 m; 12절: 삼중망, 망목 12×12 mm, 높이 85 cm, 길이 30m)과 일각망(망목, 7×7 mm)을 24시간 이상 정치하였다. 조사 지점 내 환경이 구분되는 호 내 조하대 8지점 (St. 2, St. 3, St. 4, St. 5, St. 7, St. 8, St. 9, St. 10)의 조사는 각 지점에

서 저인망 어선을 사용하여 2.5노트의 속도로 20분간 1 km 구간을 조사하여 정확화 하였다.

모든 채집된 어류는 Kim and Kang (1993) 및 Kim and Park (2002)을 이용하여 동정하였으며, Nelson (1994)의 분류체계를 따라 정리하였다. 새만금호내의 염도 분포의 경우 어류 조사와 동일한 지점에서 염도 측정기 (u-20, Horriba, Japan)을 이용하여 염도를 측정하였고, 새만금호 내 장기간 (2007년~2012년)의 염도 변화양상을 파악하기 위해 새만금유역 통합관리시스템의 자료를 분석에 이용하였다.

지점별 어류상을 이용하여 종 다양도 (Shannon and Wiener 1949), 풍부도 (Magalef 1958), 균등도 (Pielou 1969), 우점도 지수 (Simpson 1949)를 산정하여 군집구조를 비교하였으며, 지점별 군집 유사도를 분석하기 위해 Cluster analysis (Biodiversity pro 2.0, WWF International)를 실시하였다.

### 결과 및 고찰

새만금호는 2006년부터 담수화가 진행되어 현재 해수에서 담수로 전환되는 과정을 거치고 있는 거대인공호소

이다. 지난 2007년~2012년의 새만금 호소의 염도변화의 경우 단기적으로는 강수에 의한 시기적 차이를 보이지만 장기적인 염도변화의 경우 지속적으로 염도가 감소하는 경향을 확인할 수 있다 (Fig. 2). 특히 2010년~2012년까지의 염도 변화폭은 큰 것으로 나타나 담수화가 빠르게 진행되고 있음을 알 수 있었다. 염도 분포와 담수화에 의

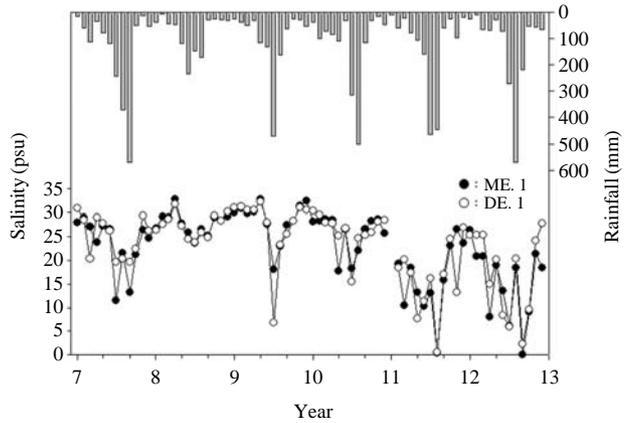


Fig. 2. Changes of salinity and rainfall in the Saemangeum Reservoir from 2007 to 2012 (ME1 and DE1 are water quality measurement stations in the Mankyong and Dongjin River estuary, respectively).

Table 2. Fish fauna collected in this study (RA, relative abundance)

Species name	Site										Total	RA (%)	Remark		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					
Congridae	<i>Conger myrister</i>				1						1	0.1	<	S	
Engraulidae	<i>Engraulis japonicus</i>		1	8	3			4	6	13	26	61	1.5	S	
	<i>Thryssa kammalensis</i>		2	5	599	2		10	37	4	11	670	16.1	S	
	<i>Thryssa hamiltoni</i>				2	1						3	0.1	F	
Clupeidae	<i>Konosirus punctatus</i>	3	302	34	22	4		37	115	9	5	531	12.8	F	
Cyprinidae	<i>Cyprinus carpio</i>	2					7	1				10	0.2	P	
	<i>Carassius auratus</i>	91					90	1				182	4.4	P	
	▲ <i>Carassius cuvieri</i>	11					56					67	1.6	P	
	<i>Rhodeus ocellatus</i>						3					3	0.1	P	
	<i>Acheilognathus lanceolatus</i>						1					1	0.1	<	P
	<i>Acanthorhodeus macropterus</i>						3					3	0.1	P	
	※ <i>Acanthorhodeus gracilis</i>	44					57					101	2.4	P	
	<i>Pseudorasbora parva</i>	31					15					46	1.1	P	
	※ <i>Sarcocheilichthys nigripinnis morii</i>						4					4	0.1	P	
	※ <i>Squalidus japonicus coreanus</i>	14					76					90	2.2	P	
	※ <i>Squalidus chankaensis tsuchigae</i>	21					25					46	1.1	P	
	<i>Hemibarbus labeo</i>	90					150					240	5.8	P	
	<i>Pseudogobio esocinus</i>	11					1					12	0.3	P	
	<i>Abbottina rivularis</i>	1					1					2	0.1	<	P
	※ <i>Microphysogobio jeoni</i>	1										1	0.1	<	P
	<i>Zacco platypus</i>	4										4	0.1	P	
	<i>Erythroculter erythropterus</i>	26					37					63	1.5	P	
	<i>Opsariichthys uncirostris amurensis</i>	52					91					143	3.4	P	
	<i>Squaliobarbus curriculus</i>	2										2	0.1	<	P
※ <i>Hemiculter eigenmanni</i>	49					76					125	3.0	P		
Bagridae	<i>Pseudobagrus fulvidraco</i>	3					16					19	0.5	P	

Table 2. Continued

	Species name	Site										Total	RA (%)	Remark
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
Bagridae	<i>Leiocassis nitidus</i>						4					4	0.1	P
Siluridae	<i>Silurus asotus</i>	2					1					3	0.1	P
Osmeridae	<i>Osmerus eperlanus mordax</i>	1					5					6	0.1	F
Salangidae	<i>Neosalanx andersoni</i>	14										14	0.3	F
	<i>Salangichthys microdon</i>	1										1	0.1<	F
Mugilidae	<i>Mugil cephalus</i>	22	1									23	0.6	F
	<i>Chelon haematocheilus</i>	201	6	1	1		198	1	1		2	411	9.9	F
Belonidae	<i>Strongylura anastomella</i>		1		3							4	0.1	S
Hemiramphidae	<i>Hyporhamphus sajori</i>	28	49	4	3	34			16	10	2	146	3.5	F
Scorpaenidae	<i>Inimicus japonicus</i>		1							1	1	3	0.1	S
	<i>Sebastes schlegelii</i>					2				16	8	26	0.6	S
Platycephalidae	<i>Platycephalus indicus</i>		3		43	13		2	4	8	77	150	3.6	F
Hexagrammidae	<i>Hexagrammos agrammus</i>		3	2		3		4	3	4	14	33	0.8	S
Cottidae	<i>Trachidermus fasciatus</i>				1	1						2	0.1<	F
	<i>Hemirhamphus villosus</i>										2	2	0.1<	S
Moronidae	<i>Lateolabrax</i> sp.	1					1					2	0.1<	F
Centrarchidae	▲ <i>Lepomis macrochirus</i>	3					2					5	0.1	P
	▲ <i>Micropterus salmoides</i>	3					6	1				10	0.2	P
Apogonidae	<i>Apogon lineatus</i>					4						4	0.1	S
Sillaginidae	<i>Sillago japonica</i>					4						4	0.1	S
	<i>Sillago sihama</i>									8	11	19	0.5	S
Leiognathidae	<i>Leiognathus nuchalis</i>				84	1		3	3	53	62	206	5.0	F
Sparidae	<i>Acanthopagrus schlegelii</i>			1					1			2	0.1<	F
	<i>Pargus major</i>					5			1	10	3	19	0.5	S
Sciaenidae	<i>Collichthys lucidus</i>										13	13	0.3	S
	<i>Larimichthys polyactis</i>		2		135			14	28	47	160	386	9.3	S
Zoarcidae	<i>Zoarces gilli</i>										1	1	0.1<	S
Pholididae	<i>Pholis nebulosa</i>					1		2		3	3	9	0.2	S
Gobiidae	<i>Synechogobius hasta</i>		9	14	6	1		23	19	8	20	100	2.4	F
	<i>Rhinogobius giurinus</i>	1					1					2	0.1<	F
	<i>Rhinogobius brunneus</i>	1										1	0.1<	P
	<i>Favonigobius gymnauchen</i>										1	1	0.1<	F
	<i>Tridentiger obscurus</i>									7	1	8	0.2	F
	<i>Tridentiger brevispinis</i>						2					2	0.1<	P
	<i>Tridentiger trigonocephalus</i>				1	2			9	2	1	15	0.4	B
Sciaenidae	<i>Collichthys lucidus</i>										13	13	0.3	S
	<i>Larimichthys polyactis</i>		2		135			14	28	47	160	386	9.3	S
Zoarcidae	<i>Zoarces gilli</i>										1	1	0.1<	S
Pholididae	<i>Pholis nebulosa</i>					1		2		3	3	9	0.2	S
Gobiidae	<i>Synechogobius hasta</i>		9	14	6	1		23	19	8	20	100	2.4	F
	<i>Rhinogobius giurinus</i>	1					1					2	0.1<	F
	<i>Rhinogobius brunneus</i>	1										1	0.1<	P
	<i>Favonigobius gymnauchen</i>										1	1	0.1<	F
	<i>Tridentiger obscurus</i>									7	1	8	0.2	F
	<i>Tridentiger brevispinis</i>						2					2	0.1<	P
	<i>Tridentiger trigonocephalus</i>				1	2			9	2	1	15	0.4	F
Sphyraenidae	<i>Sphyraena obtusata</i>								1		4	5	0.1	S
scombridae	<i>Scomberomorus niphonius</i>		1								3	4	0.1	S
Stromateidae	<i>Pampus argenteus</i>				1					1		2	0.1<	S
Paralichthyidae	<i>Pseudorhombus cinnamomeus</i>				1	8					3	12	0.3	S
Pleuronectidae	<i>Kareius bicoloratus</i>				3	3		1			1	8	0.2	S
	<i>pleuronectes yokohamae</i>		1	6	4	13				3	15	42	1.0	S
	<i>Pleuronichthys cornutus</i>				7	5						12	0.3	S
Soleidae	<i>Zebrias fasciatus</i>				1					1		2	0.1<	S
Cynoglossidae	<i>Cynoglossus joyneri</i>		1								1	2	0.1<	S
Tetraodontidae	<i>Takifugu niphobles</i>					5						5	0.1	F
	Number of individuals	734	383	78	917	113	929	104	244	208	451	4161		
	Number of species	30	15	10	18	21	27	14	14	19	27	71		

\*, Endemic species; ▲, Exotic species; P, Primary freshwater fish; F, Peripheral freshwater fish; S, Saltwater fish.

한 염도감소는 어류상의 변화를 나타낸다 (Barletta *et al.* 2005; Leung *et al.* 2009). 따라서 담수화로 인하여 지속적으로 염도가 변화하고 있는 새만금호의 어류상 역시 장기적으로 변화가 있을 것으로 예상된다.

새만금호내 10지점에 대한 4회의 어류조사 결과 총 34과 71종 4,161개체가 채집되었다 (Table 2). 과 (Family)별 상대 풍부도는 Cyprinidae가 20종으로 가장 많이 출현하였으며, 이외 Gobiidae가 7종, Ngraulidae와 Pleuronectidae가 3종, Centrarchidae와 Mugilidae, Sciaenidae가 2종이 채집되었으며 나머지 Clupeidae, Leiognathidae, Platycephalidae, Hemiramphidae의 경우 과별 1종씩만 출현하였다. 전체 채집된 71종 중 1차담수어가 차지하는 종의 비율은 39.7% (29종)로 가장 많은 것으로 나타났다. 또한 해산어가 25종 채집되어 전체의 34.3%로 다수 채집되었으며, 주연어가 19종으로 전체 종의 26.0%를 차지하였다. 전체 지점에 대해 우점종은 *Thryssa kammalensis* (RA: 16.1%)로 나타났으며, 아우점종은 *Konosirus punctatus* (RA: 12.8%)로 해산어의 개체비율이 높게 나타났다. 하지만 과거 새만금호의 물막이 공사 이전의 Sim and Lee (1999)의 연구에 따르면 총 52과 107종의 어류가 보고되었지만, 물막이 공사 종료 후인 현재는 과거보다 종수가 크게 감소하였다.

지점별 우점도, 다양도, 균등도, 풍부도에 대한 각각의 지수는 Table 3과 같이 나타났다. 우점도는 만경강 하구보다 하류에 위치한 St. 2 (0.638)가 가장 높게 나타났으며, 만경강 하구에 위치한 St. 1 (0.125)에서 가장 낮은 값을 보였다. 반면 다양도의 경우 St. 1 (2.498)에서 가장 높은 값을 보였다. 이처럼 지점별 어류군집 지수의 경우

종 및 개체수가 상대적으로 많이 나타난 담수역 지점 (St. 1, St. 6)에서 우점도와 다양도 지수가 높게 나타났으며, 반면 해수역 8지점의 경우 상대적으로 균등도와 풍부도가 높게 나타났다.

전체 조사지점에서 조사차수별로 채집한 종과 조사시 측정된 염도를 통하여 종별 염도 분포를 비교 분석해 본 결과, 종별로 다양한 염도 범위에서 발견되었다 (Fig. 3). 전체 71종의 채집종 중 10개체 미만의 종과 각 조사 차수별 1회만 발견된 종 및 1차담수어는 분석에서 제외하여 총 17종으로 분석을 진행하였다. 그 결과 *K. punctatus*가 가장 넓은 범위 (0.3~29.8 psu)의 염분내성을 보유하며 *Engraulis japonicus*와 *T. kammalensis*가 각각 두번째로 넓은 범위 (6.3~30.19 psu)의 염분내성을 지닌 특징을 보인 반면 가장 좁은 범위 (20.6~22.3 psu)의 염분내성을

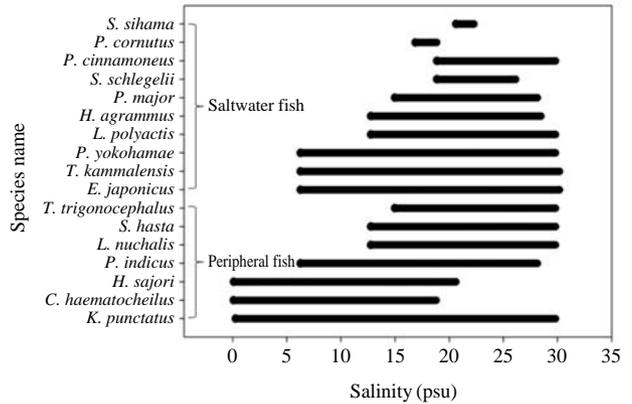


Fig. 3. Showing the distance range of salinity collected fish in this study.

Table 3. Number of species and individuals, diversity indices, salinity and occurrence rate by ecological type of each group clustered by Bray-Curtis analysis at 40% similarity

Bray-Curtis cluster Group	Site	No. of species	No. of individuals	Dominance	Diversity	Evenness	Richness	Salinity (psu) ±SD	Primary freshwater fish (%)	Peripheral freshwater fish (%)	Saltwater fish (%)
A	1	30	734	0.125	2.498	0.734	4.395	0.3±0.0<	70.0	30.0	0.0
	6	27	929	0.929	2.442	0.741	3.804	0.1±0.1	85.2	14.8	0.0
	Total								75.0	25.0	0.0
B	2	15	383	0.638	0.843	0.311	2.354	9.4±3.2	0.0	40.0	60.0
	3	10	78	0.238	1.761	0.765	2.066	22.3±5.0	0.0	50.0	50.0
	7	14	104	0.200	1.925	0.729	2.799	11.7±6.3	21.4	35.7	42.9
	8	14	244	0.268	1.745	0.661	2.365	13.4±3.4	0.0	57.1	42.9
Total								12.5	29.2	58.3	
C	4	18	917	0.459	1.220	0.442	2.492	25.4±6.1	0.0	50.0	50.0
	9	19	208	0.135	2.369	0.804	3.372	21.4±5.5	0.0	36.8	63.2
	10	27	451	0.128	2.213	0.671	4.254	21.2±4.6	0.0	33.3	66.7
Total								0.0	36.4	63.6	
D	5	21	113	0.127	2.473	0.812	4.231	23.5±3.3	0.0	42.9	57.1
	Total								0.0	42.9	57.1

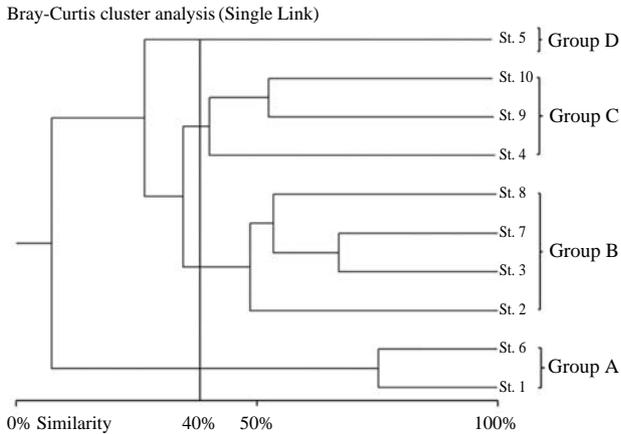


Fig. 4. Result of Bray-Curtis Cluster analysis using fish species data in each sampling site.

지닌 종은 *Sillago sihama*이었으며 *Pleuronichthys cornutus*가 두번째로 좁은 염분 내성 범위 (16.7~18.9 psu)를 보였다. 종별로 염분내성의 범위는 다르지만, 주연어의 경우 해산어보다 더 낮은 염도에서도 발견되며 해산어는 일반적으로 높은 염도를 선호하였다.

총 4회에 걸친 어류 조사 결과를 통하여 Bray-Curtis Cluster 분석을 한 결과 총 4개의 그룹으로 (Fig. 4) 나뉘었으며 4개의 그룹은 각각 1차담수어, 주연어, 해산어의 비율이 다르게 나타났다 (Table 3). A그룹에 포함되는 St. 1, St. 6 지점들은 만경강과 동진강의 하구지역과 인접해 있어 염도는 평균 0.2 psu로 매우 낮게 나타났으며, 1차담수어의 비율이 75.0%로 우점 하였고 주연어가 25.0%로 나타났고, 우점종은 *Chelon haematocheilus* (RA: 24.0%), 아우점종은 *Hemibarbus labeo* (RA: 14.4%)로 나타났다. 조사지점인 St. 1 지점의 상류 5 km 지점에서 *Acanthogobius flavimanus*와 *Sardinella zunasi*를 포함한 5과 5종의 주연어 및 해산어가 채집되었으며 St. 2 지점인근에서는 18과 31종이 채집되었다 (Lee et al. 1980). St. 6 지점의 상류 5 km 지점에서는 회유성 어종인 *Anguilla japonica*와 *Plecoglossus altivelis*가 채집되었고, 주연어인 *Trachidermus fasciatus*가 채집되어 (Kim et al. 1984) 주연어 및 해산어가 현재보다 만경강과 동진강의 하류에 넓게 분포함을 확인할 수 있었다. 하지만 현재는 새만금호의 담수화 과정에 의해서 St. 1과 St. 6은 이미 담수화가 이루어져 있으며 이보다 하류지역에서 기수역이 형성되어 과거보다 기수역이 10 km 이상 후퇴한 것으로 판단된다. B그룹에 포함되는 St. 2, St. 3, St. 7, St. 8 지점들에서는 1차담수어종의 비율이 12.5%로 감소하였으며, 주연어 29.2%, 해산어 58.3%로 나타나 해산어의 우점 현상을 나타냈고,

우점종은 *Konosirus punctatus* (RA: 60.3%), 아우점종은 *Hyporhamphus sajori* (RA: 8.5%)로 나타났다. 이는 염도 분포가 14.2 psu로 비교적 낮으며 강우에 의한 만경강과 동진강의 수위 변화에 의하여 염도 변화가 일어날 수 있는 지역적 특성 때문에 나타난 것으로 보인다. 따라서 염도에 대한 내성이 떨어지는 1차 담수어의 경우 B 그룹에 포함되는 지점에서 지속적으로 서식하기에는 어려움이 있기 때문에 (Kim and Park 2002), 이들 어종들의 경우 B 그룹에 포함된 지역에 서식하기 보다는 만경강 및 동진강 하류에 서식하던 개체가 강우와 같은 조건에 의하여 일시적으로 하류로 이동한 개체로 판단된다. C 그룹 (St. 4, St. 9, St. 10)과 D 그룹 (St. 5)에서는 1차담수어는 전혀 채집되지 않았다. 주연어와 해산어의 비율은 C 그룹은 36.4%와 63.6%로 나타났고, D 그룹은 42.9%와 57.1%로 나타났다. C 그룹의 우점종은 *Thryssa kammalensis* (RA: 39.0%), 아우점종은 *Larimichthys polyactis* (RA: 21.7%)로 나타났고, D 그룹의 우점종은 *H. sajori* (RA: 30.1%), 아우점종은 *Platycephalus indicus* (RA: 11.5%)로 나타났다. C 그룹과 D 그룹 각각의 염도는 19.5 psu와 23.5 psu로 해수 (35 psu)에는 미치지 못하는 못하였지만, 해산어가 서식하기에 충분한 염도를 나타냈다. 특히 D 그룹에서는 가장 높은 염도를 나타내었는데 이는 배수갑문과 가장 가까운 지역으로 해수의 유통이 빈번히 일어나기 때문이다. 하지만 D 그룹의 지역에서 C 그룹보다 해산어의 비율이 낮았는데 이는 D 그룹에서 *H. sajori*와 *P. indicus* 등의 주연어가 다수 채집되어 이러한 결과를 보였다. 특히 조간대의 경우 조사 시기별 어류 군집의 형태가 다를 뿐 아니라, 무리를 지어 이동하는 종들 많아 어류군집의 변동폭이 크게 나타날 수 있다 (Lee et al. 1994).

새만금호소내 지점별 염도와 어류상을 조사한 결과, 염도는 지점별로 시간의 경과에 따라 감소하며, 담수역과 기수역에 해당하는 지역의 분포 면적이 점차 증가함을 알 수 있다 (Ministry for Food, Agriculture, Forestry and Fisheries 2004~2009). 이에 따라 상대적으로 해수역의 분포 면적이 점차 감소하여 협염성 어류인 1차 담수어의 분포 지역의 증가가 예상된다. 반면 해산어는 점차 분포 지역이 감소할 것으로 판단되나, 광염성 어류인 주연어의 경우 완전한 담수화가 이루어지지 않을 경우 현재의 서식 범위가 유지될 수 있을 것으로 판단된다. 하지만 아직까지 국내 서식 종의 염도 내성에 대한 연구가 많이 밝혀지지 않았기 때문에 새만금의 염도 변화에 따라 상세한 어류 분포 변화를 예측하기에는 어려움이 있다. 따라서 종별 염도의 내성도를 포함하여 새만금 염도변화에 따른 어류군집 변화에 대해 장기적인 연구가 이루어

질 경우 새만금호내 담수화로 인한 어류 분포 변화를 예측하고 이를 관리하는데 도움이 될 수 있을 것으로 판단된다.

## 적 요

새만금호는 새만금 간척사업을 통해 2006년에 완공된 인공 호로 현재 담수화가 진행되고 있다. 본 연구는 새만금호 내의 염도 별 어류분포를 확인하여 담수화가 진행되고 있는 새만금호의 어류분포 변화 예측에 도움이 되는 자료를 마련하고자 실시하였다. 어류조사는 새만금호내 10지점에 대해 총 4회에 걸쳐(2012년 2월~10월) 어류군집과 염도를 조사하였다. 조사결과 전체지점에서 총 34과 71종이 채집되었으며, 우점종은 *Thryssa kammalensis* (16.1%), 아우점종은 *Konosirus punctatus* (12.8%)로 새만금호내 해양성 어류의 우점현상을 나타냈다. Bray-Curtis Cluster 분석을 실시한 결과 어류는 4개 (A=St. 1, 6, B=St. 2, 3, 7, 8, C=St. 4, 9, 10, D=St. 5)의 그룹으로 구분되었다. Cluster 구분에 따른 지점별 평균 염도는 A=0.2 psu, B=14.2 psu, C=19.5 psu, D=23.5 psu로 차이를 보였으며, 그룹별 1차 담수어, 주연어, 해산어의 비율이 차이가 나타나 4개 그룹의 어류 분포는 염도에 따라 종의 구성이 달라지는 것을 확인할 수 있었다.

## REFERENCES

- Banerjea SM. 2011. Water quality and soil condition of fish ponds in some states of India in relation to fish production. *Fisheries* 14:115-144.
- Barletta M, A Barletta-Bergan, USGH Saint-Paul and G Hubold. 2005. The role of salinity in structuring the fish assemblages in a tropical estuary. *J. Fish Biol.* 66:45-72.
- Foss A, TH Evensen, AK Imsland and V Øiestad. 2001. Effects of reduced salinities on growth, food conversion efficiency and osmoregulatory status in the spotted wolffish. *J. Fish Biol.* 59:416-426.
- Joo GJ, DK Kim, JD Yoon and KS Jeong. 2008. Climate changes and freshwater ecosystems in South Korea. *J. Kor. Soc. Environ. Eng.* 30:1190-1196.
- Kim BM and LL Chung. 1998. A Study on the fish community from the Mangyong River System. *Korean J. Limnol.* 31: 191-203.
- Kim IS and H Yang. 2001. Fish community changes of the Buan Dam, Korea. *Korean J. Ecol.* 24:45-50.
- Kim IS and JY Park. 2002. *Freshwater fishes of Korea*. Kyo hak sa, Seoul.
- Kim IS and WO Lee. 1984. Effects of stream modification in the Seomjin River on the fish communities of the Dongjin River in Korea. *Bull. Korean Fish. Soc.* 17:549-556.
- Kim JH, JD Yoon, DS In and MH Jang. 2011. Changes of fish community in the Mankyeong and the Dongjin River after construction of Saemangeum dike. *J. Korean Nat.* 4:111-119.
- Kim JR and CL Lee. 2001. Ichthyofauna and fish community from the Dongjin River System Korea. *Korean J. Ichthyol.* 13:40-49.
- Kwak SN and SH Huh. 2003. Changes in species composition of fishes in the Nakdong River Estuary. *Bull. Korean Fish. Soc.* 36:129-135.
- Lee CY, IB Yoon and IS Kim. 1980. A Study on the dynamics of fish community in Mangeong River. *Korean J. Limnol.* 13:23-38.
- Lee TW. 1996. Change in species composition of fish in Chonsu Bay 1. Demersal fish. *Bull. Korean Fish. Soc.* 29:71-83.
- Leung EJ, JS Rosenfeld and J Bernhardt. 2009. Habitat effects on invertebrate drift in a small trout stream: implications for prey availability to drift-feeding fish. *Hydrobiologia* 623: 113-125.
- Loneragan NR, IC Potter, RCJ Lenanton and N Caputi. 1986. Spatial and seasonal differences in the fish fauna in the shallows of a large Australian estuary. *Mar. Biol.* 92:575-586.
- Margalef DR. 1958. Information theory in ecology. *Gen. Syst.* 3:36-71
- Ministry for Food, Agriculture, Forestry and Fisheries. 2004. Ecological changes in the Saemangeum water and reclaimed land areas (II).
- Ministry for Food, Agriculture, Forestry and Fisheries. 2005. Ecological changes in the Saemangeum water and reclaimed land areas (II).
- Ministry for Food, Agriculture, Forestry and Fisheries. 2006. Ecological changes in the Saemangeum water and reclaimed land areas (III).
- Ministry for Food, Agriculture, Forestry and Fisheries. 2007. Ecological changes in the Saemangeum water and reclaimed land areas (III).
- Ministry for Food, Agriculture, Forestry and Fisheries. 2008. Ecological changes in the Saemangeum water and reclaimed land areas (IV).
- Ministry for Food, Agriculture, Forestry and Fisheries. 2009. Ecological changes in the Saemangeum water and reclaimed land areas (IV).
- Nelson JS. 1994. *Fishes of the World*. John Wiley and Sons Inc,

- New York.
- Pielou EC. 1969. Shannon's formula as a measure of specific diversity: Its use and misuse. *Am. Nat.* 100:463-465.
- Rose GA. 2005. On distributional responses of North Atlantic fish to climate change. *ICES. J. Mar Sci.* 62:1360-1374.
- Sim KS and CL Lee. 1999. Fish fauna of the Saemankum area in the West Coast of Chollabuk-do, Korea. *Korean J. Environ. Biol.* 17:293-303.
- Simpson EH. 1949. Measurement of diversity. *Nature* 163:688.
- Seo JW and HS Kim. 2009. A study of fish community on up and downstream of Hwabuk Dam under construction in the upper Wie Stream. *Korean J. Limnol.* 42:260-269.
- Yang HJ, KH Kim and JD Kum. 2001. The fish fauna and migration of the fishes in the fish way of the Nakdong River Mouth Dam. *Korean J. Limnol.* 34:251-258.
- Young BA, B Walker, AE Dixon and VA Walker. 1989. Physiological adaptation to the environment. *J. Anim. Sci.* 67: 2426.

Received: 30 October 2013

Revised: 21 November 2013

Revision accepted: 22 November 2013