

## 경안천 하류구간에 서식하는 어류의 분포 및 생태특성

이의행 · 김미리내 · 김현맥<sup>1</sup> · 손미선<sup>2</sup> · 장광현<sup>3</sup> · 남귀숙\*

한국농어촌공사 농어촌연구원, <sup>1</sup>국립환경과학원 자연평가연구팀,  
<sup>2</sup>국립환경과학원 영산강물환경연구소, <sup>3</sup>경희대학교 환경학 및 환경공학과.

## Ecological Characteristics and Distribution of Fish in the Downstream Region of Gyeongan Stream

Eui-Haeng Lee, Mirinae Kim, Hyun-Mac Kim<sup>1</sup>, Misun Son<sup>2</sup>,  
Kwang-Hyeon Chang<sup>3</sup> and Gui-Sook Nam\*

Rural Research Institute, Korea Rural Community Corporation,  
Ansan 462-908, Korea

<sup>1</sup>Ecosystem Assessment Division, National Institute of Environmental Research,  
Inchon 404-708, Korea

<sup>2</sup>Yeongsan River Environment Research Center, National Institute of Environmental Research,  
Gwangju 500-480, Korea

<sup>3</sup>Department of Environmental Science and Environmental Engineering,  
Kyung Hee University, Yongin 446-701, Korea

**Abstract** - Fish field survey, especially fish distribution and their ecological characteristics, was performed in the downstream region of Gyeongan stream during the period of before (June) and after (October) the summer monsoon in 2010. Depending on the characteristics of each site, fyke net or casting net was used for fish sampling. Feeding classification was determined by the analysis of stomach contents. Total number of family and species sampled were 5 and 17, respectively. The dominant family was Cyprinidae (12 species), and relative abundance (RA) of the most dominant species, *Lepomis macrochirus* and *Zacco platypus*, was 38% and 24%, respectively. Exotic species and Korean endemic species observed were 3 (423 individuals, RA 44%) and 4 (98 individuals, RA 10%), respectively. Tolerance guild analysis as characteristics of ecological indicators revealed an undoubtedly high percentage (97%), compared to others as reflected by the identification of just one sensitive species. Analysis of trophic guilds showed that *L. macrochirus* dominated among insectivores (44% RA). The food of *L. macrochirus* composed of, aquatic insects, benthic invertebrates, zooplankton, Chironomidae, and waterweed. Thus, we determined that *L. macrochirus* could be classified as insectivores (partially carnivores) in this study. Conversely, *Z. platypus* consumed Cladocera exclusively, greater than 90% of their feed. We presume that stable isotope analysis would identify the exact position of these species in the food web.

**Key words** : fish distribution, ecological characteristics, feeding, Gyeongan stream

\* Corresponding author: Gui-Sook Nam, Tel. 031-400-1829,  
Fax. 042-400-1889, E-mail. [nguisook@hanmail.net](mailto:nguisook@hanmail.net)

## 서 론

본 연구대상지인 경안천은 팔당호 유입유량의 1.6%를 차지하는 한강의 제1지류로서, 인구증가, 산업시설, 축산 폐수 등의 하·폐수와 비점오염부하로 상류구간부터 수질이 악화된 상태이며, 팔당호로 유입되어 수도권 상수원의 수질에 영향을 미칠 수 있는 중요한 위치에 있다 (Shin *et al.* 2000; Kim *et al.* 2006; Min *et al.* 2007). 또한 경안천은 상류에서 중류까지 다수의 보가 농업용수 공급을 위해 설치되어 물의 흐름이 단절되었으며, 하류로 갈수록 하폭의 급격한 증가와 팔당댐의 조절에 따른 수위변동폭 감소로 인해, 팔당호의 지류 중 체류시간이 가장 길어 유기물 오염 및 부영양화가 심각하다 (Han *et al.* 2002; Lee and Park 2004). 이러한 부영양화는 유해 및 유독성 남조류의 대발생을 유발하고, 수중에 이취미나 독소를 발생시켜 수도권 상수원수 공급을 위한 수질관리에 많은 문제를 야기시킨다 (Han *et al.* 2002).

최근 지구온난화 및 기후변화로 인해 우리나라를 비롯한 세계 각지에서 다양한 자연재해가 발생하고 있으며, 특히 돌발성 집중강우는 홍수, 토사유출 및 수생태계 교란 등 많은 환경문제를 유발하는데, 이는 수생태계의 군집구조에 많은 영향을 미칠 것으로 예상된다 (Park *et al.* 2009). 수생태계 먹이망의 최상위군인 어류는 수질오염 및 생태계 교란에 대한 종별 생태지표특성 (내성도, 영양단계 등)이 다르기 때문에 수환경지표로 널리 이용되고 있는데 (Jones *et al.* 2005), 수질의 악화, 서식지의 파괴, 또는 외래도입어종의 침입으로 인하여 종조성 및 종 다양성에 악영향을 받고 있으며 (Garcia and Cochrane 2005), 이는 수생태계의 영양단계 구조의 변화와 외래도입어종의 대량 우점현상을 초래하기도 한다 (Pikitch *et al.* 2004).

수도권 최대 상수원인 팔당호와 유입지천인 경안천은 그 생태적 중요성 때문에 수생태계의 구조와 기능에 대한 다양한 연구가 진행되었으며, 특히 수생태계 최상위 먹이망의 지위를 차지하는 어류에 대한 연구가 많이 이루어져왔다 (Park *et al.* 2009). 그러나 어류상의 변화 및 생물군집구조 파악에 치중한 분류학적 연구가 주를 이루었으며 (Son *et al.* 1997; Byeon *et al.* 2008; Chloi *et al.* 2009), 어류서식처 (Byeon *et al.* 2007), 생태특성 및 장기변동 (Park *et al.* 2009) 등과 같은 수생태계 내 어류의 다양한 생태학적 특성을 적절히 반영하는 연구는 다소 미흡한 편이다.

따라서, 본 연구에서는 팔당호 유입부에 위치한 부영양상태의 경안천하류 광동교 구간에서 어류 종조성 및

분포특성을 파악하고, 생태학적 특성을 반영하는 생태지표와 주요어종에 대한 섭식특성을 분석하여 어류의 생태적 지위와 기능을 이해하기 위한 기초자료를 제공하고자 하였다.

## 재료 및 방법

### 1. 조사시기 및 조사구간 특성

본 연구는 2010년 집중강우 전 (6월), 후 (10월)의 수체 안정기에 2회에 걸쳐 실시되었으며, 채집된 어류는 위내용물 분석을 병행하였다. 조사구간은 경기도 광주시 퇴촌면에 위치한 경안천 하류 광동교 구간으로 (Fig. 1), 광동교를 지나는 주 흐름구간을 제외한 수심 2 m 이하의 정체구간에는 수생식물이 널리 발달해 있다. 이와 같은 수초지대는 다양한 영양단계의 수생생물의 주요 서식처로 이용될 수 있기 때문에 (Byeon *et al.* 2007), 이러한 특성을 적절히 반영하기 위하여 서식지 특성별 3개의 세부 조사지점을 선정하였다 (Fig. 1).

### 2. 조사방법

현장조사는 조사구간의 특성에 따라, 걸어서 조사가 가능한 CN지점에서는 투망 (Casting net, 망목 8 × 8 mm)을 이용하여 60분간 조사하였으며, 수심이 깊고 걸어서 조사가 불가능한 FN (I) 및 FN (II)지점에서는 선박을 이용하여 일각망 (Fyke net, 망목: 4 × 4 mm, 유도망 길이: 18 m)을 설치 후 24시간 조사를 실시하였다. 채집한 어류는 Nelson (1994)의 분류체계를 따랐으며, Kim and Park (2002), Lee and Noh (2006)에 의거해 동정하였다. 채집된 어류의 개체수 산정시 체장의 길이가 20 mm 이하의 동정이 불가능한 치어 또는 위적출이 불가능한 개체는 제외하였다.

### 3. 어류의 생태지표특성 분석법

어류의 생태학적 특성 분석을 위한 내성도 및 영양단계 분석은 ‘수생태계 건강성 조사계획 수립 및 지침 (MOE/NIER 2008)’의 분류기준에 의거해 실시하였다. 내성도 특성 (Tolerance guilds)은 수질 및 서식지의 질적 저하에 민감하게 반응하는 정도에 따라 민감종 (Sensitive species), 중간종 (Intermediate species), 내성종 (Tolerant species)으로 구분하였다. 또한, 수체 내 에너지 흐름을 반영하는 영양단계 분석 (Trophic guilds)은 수생태계에서 가장 높은 영양단계를 차지하는 육식종 (Carnivores)과 주

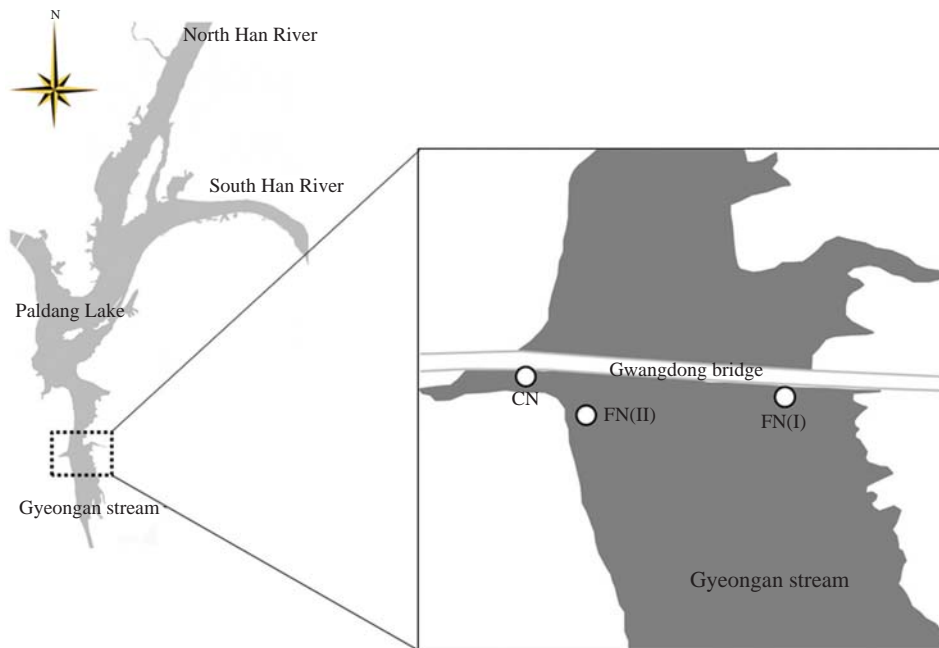


Fig. 1. Sampling sites in the downstream region of Gyeongang stream. CN=Casting net, FN (I)=Fyke net (I), and FN (II)=Fyke net (II).

로 수서무척추동물을 섭식하는 충식종 (Insectivores), 동·식물질을 가리지 않고 섭식하는 잡식종 (Omnivores)으로 대별하여 분석하였으며, 식성의 분류는 1차적으로 이용하는 자원 (Primary source of food)에 근거하여 분류하였다.

#### 4. 어류의 섭식특성 분석법

어류의 섭식특성 분석은 채집한 어종 중 3% 이상의 상대풍부도를 보인 종을 대상으로 각 종당 크기별로 1~5개체의 위를 적출하여 위내용물 분석을 실시하였다. 위내용물 분석은 해부현미경 (Olympus SZX16,  $\times 7 \sim 115$ )상에서 관찰 가능한 크기 (40  $\mu\text{m}$  이상)의 개체까지 분류하였으며, 식물플랑크톤 및 기타 유기물에 대한 정밀한 분류는 제외하였다.

### 결과 및 고찰

#### 1. 어류 종조성 및 분포특성

본 연구기간 동안 출현한 어류는 총 5과 17종 970개체로서 (Table 1), 잉어과 (Cyprinidae) 12종, 검정우럭과 (Centrarchidae) 2종 그리고 동자개과 (Bagridae), 동사리과 (Odontobutidae), 망둑어과 (Gobiidae)는 각 1종씩 채집

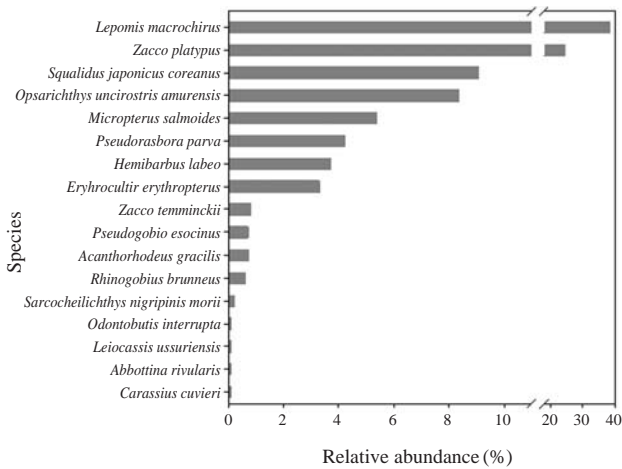
되었다. 조사결과, 우점종은 블루길 (*Lepomis macrochirus*, 38.1%), 아우점종은 피라미 (*Zacco platypus*, 24.3%)로 나타났으며 (Fig. 2), 이들 어종은 수질오염 및 서식지의 질적 저하에 대한 내성이 강하며, 특히 블루길은 본 대상지와 같은 정체수역에서 주로 서식하는 것으로 알려져 있다 (Byeon *et al.* 2008). 또한 외래도입어종은 생태계교란야생동식물로 지정된 블루길 (우점종) 및 배스 (*Microp-terus salmoides*, 5.4%)를 비롯해 교잡종에 의한 생태계교란이 우려되는 떡붕어 (*Carassius cuvieri*, 1개체)가 출현하여 전체 개체수의 43.6%의 높은 비율을 차지하는 것으로 나타났다. 반면, 한국고유종은 가시납지리 (*Acanthorhodeus gracilis*), 중고기 (*Sarcocheilichthys nigripinnis morii*), 물개 (*Squalidus japonicus coreanus*), 얼룩동사리 (*Odontobutis interrupta*)의 4종이 출현하여 전체 17종 중 23.5%의 종 비율로 한반도 평균 고유종 비율 (22.5%, Nam 1996)과 유사하게 나타났으며, 개체수 측면에서는 10.1% (98개체)의 낮은 상대풍부도를 보였다.

지점별 어류분석에 따르면, 투망을 이용한 CN지점은 12종 570개체가 출현하였으며, 피라미 (40.2%)와 블루길 (36.7%)이 우점하였다 (Table 1). 본 구간은 소하천의 유입에 의해 모래톱이 발달하고 낮은 수심 (0.3~2.1 m)과 수생식물의 발달로 인한 다양한 서식지 특성을 보였다. 물의 흐름이 약하고 수심이 비교적 얕으며, 하상이 주로 모래인 곳에 산란 및 서식을 하는 것으로 알려진 (Baek

**Table 1.** Fish fauna and compositions in the downstream region of Gyeongan stream

Species	Guilds		CN		FN (I)		FN (II)		Total (#)	RA (%)
	To.	Tr.	1 <sup>st</sup>	2 <sup>nd</sup>	1 <sup>st</sup>	2 <sup>nd</sup>	1 <sup>st</sup>	2 <sup>nd</sup>		
<b>Cyprinidae</b>										
† <i>Carassius cuvieri</i>	TS	O			1				1	0.1
† <i>Acanthorhodeus gracilis</i>	IS	O			7				7	0.7
† <i>Pseudorasbora parva</i>	TS	O			36	5			41	4.2
† <i>Sarcocheilichthys nigripinis morii</i>	IS	I		2					2	0.2
<i>Squalidus japonicus coreanus</i>	TS	O	4		76	8			88	9.1
<i>Hemibarbus labeo</i>	TS	I	26	9			1		36	3.7
<i>Pseudogobio esocinus</i>	IS	I	1	6					7	0.7
<i>Abbottinarivularis</i>	TS	O		1					1	0.1
<i>Zacco temminckii</i>	SS	I	8						8	0.8
<i>Zacco platypus</i>	TS	O	131	98			7		236	24.3
<i>Opsarichthys uncirostris amurensis</i>	TS	C		47			34		81	8.4
<i>Erythrocultr erythropterus</i>	TS	C		1	1		30		32	3.3
<b>Bagridae</b>										
<i>Leiocassis ussuriensis</i>	IS	I					1		1	0.1
<b>Centrarchidae</b>										
† <i>Lepomis macrochirus</i>	TS	I	2	207	140	20	1		370	38.1
† <i>Micropterus salmoides</i>	TS	C	6	20	26				52	5.4
<b>Odontobutidae</b>										
† <i>Odontobutis interrupta</i>	IS	C	1						1	0.1
<b>Gobiidae</b>										
<i>Rhinogobius brunneus</i>	IS	I			6				6	0.6
Total number of species			8	9	8	3	6	0	17	
Total number of individuals			179	391	293	33	74	0	970	

To.: Tolerance guilds, Tr.: Trophic guilds, CN: Casting net, FN: Fyke net, TS: Tolerant species, IS: Intermediate species, SS: Sensitive species, C: Carnivores, I: Insectivores, O: Omnivores, RA: Relative abundance, †: Exotic species, †: Endemic species



**Fig. 2.** Relative abundance of fish species sampled in Gyeongan stream.

et al. 2006) 피라미는 본 구간 중에서도 수심이 비교적 얇고 모래가 쌓인 구간에 집중적으로 서식하였으며, 블루길은 구간 내 비교적 수심이 깊고 흐름이 거의 없는 구간에 집중 분포하였다. 일각망을 이용하여 조사한 FN (I)지점은 8종 236개체가 출현하였으며, 블루길 (49.1%)과

몰개 (25.8%)가 우점하였다. 시기별로 6월 (1차)조사에는 8종 293개체가 출현하였으나, 10월 (2차)조사에는 3종 33개체로 급격한 감소를 보였다. 얇은 수심 (2m 내외)의 정체구간인 FN (I)은 수생식물의 발달로 다양한 생물군이 서식하기 충분하며, 어류의 휴식처뿐만 아니라 먹이 활동에 유리한 지점이다. 본 지점은 1차조사시 마름 (*Trapa japonica*) 군락이 대규모 번성하였으나, 2차조사시 계절적 요인으로 인한 마름군락의 쇠퇴로 서식처로서의 기능이 축소되어 군집크기가 감소한 것으로 사료되었다. FN (II) 지점은 6종 74개체가 출현하여 가장 적은 종수와 개체수가 출현하였으며, 2차조사시에는 어구가 훼손되어 전혀 채집되지 않았다. 본 지점은 수심 (4m 이상)이 깊은 광동교 구간의 주요 유수구간으로서, 다른 지점과 달리 유속이 완만하고 유량이 풍부한 큰 강에 서식하는 끄리 (*Opsarichthys uncirostris amurensis*, 45.9%)와 강준치 (*Erythrocultr erythropterus*, 40.5%)가 우점하였다 (Kim and Park 2002).

**2. 생태지표특성**

수생태계 건강성 조사계획 수립 및 지침 (MOE/NIER

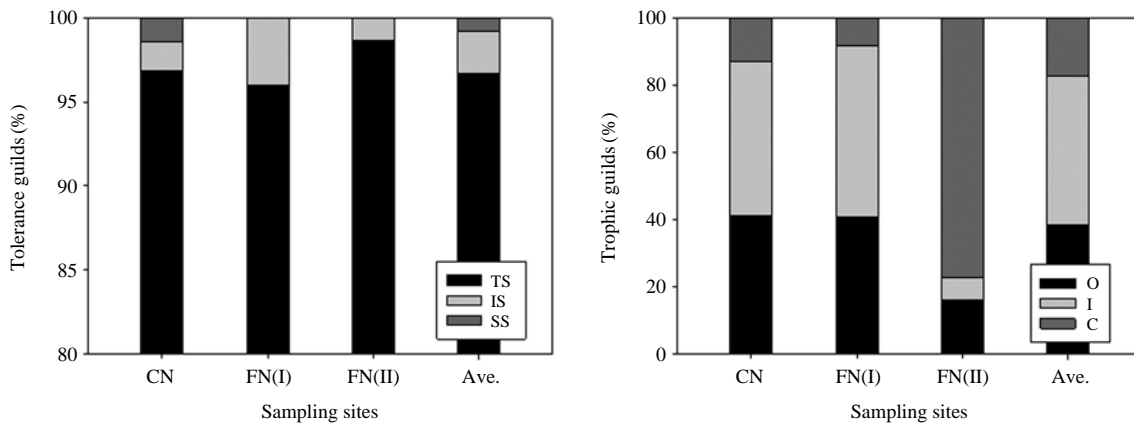


Fig. 3. Tolerance and trophic guilds in each sampling sites. CN=Casting net, FN (I)=Fyke net (I), and FN (II)=Fyke net (II), Ave.=Average of CN, FN (I), and FN (II).

2008)의 분류기준에 의거한 내성도 분석에 따르면, 내성종 10종, 중간종 6종, 민감종 1종으로 수질 및 서식지의 질적 저하에도 불구하고 중수 및 분포범위가 증가하는 내성종 (US EPA 1991)이 우세하였으며, 개체수 측면에서도 96.7%로 단연 우점하였다 (Fig. 3). 이는 하류구간으로 갈수록 수체의 물리·화학적 오염이 진행되는 특성 (US EPA 1993)이 적절히 반영된 결과로 판단되었다. 반면, 수질 오염도에 따라 쉽게 사라지는 민감종은 갈겨니 (*Zacco temminckii*) 1종만 CN지점의 소하천 유입부에서 1차례 채집됨에 따라, 경안천 본류구간이 아닌 소하천에 서식하던 개체들이 채집되었을 것으로 사료되었다.

영양단계 분석에 따르면, 잡식종 38.6%, 충식종 44.3%, 육식종 17.1%로 충식종이 우점하였다 (Fig. 3). 일반적으로 하천의 하류구간에서는 유기오염물질의 증가와 서식지의 단순화로 인해, 이와 같은 환경에 섭식특이성을 보이는 잡식종이 우점하는 것으로 알려져 있으나 (Barbour *et al.* 1999), 본 구간은 블루길의 우점으로 충식종이 우세하는 현상을 보였다. 블루길 및 배스와 같은 외래도입종은 성장단계에 따라 먹이연쇄 내에서 다양한 포식단위를 보여주며, 공서어종과 먹이경쟁에 있어서 포식위협과 효과적인 먹이획득으로 우리나라 생태계 내 에너지 흐름의 교란원인이 된다 (Byon and Jeon 1997; Ko *et al.* 2008). 지점별 영양단계 특성을 살펴보면, CN과 FN (I)은 잡식종 (40.8~41.1%)과 충식종 (45.8~50.9%)의 비율이 유사하게 나타났으나, FN (II)는 육식종이 77.3%의 높은 비율을 차지하고 있는 것으로 나타나, 서식지 특성은 먹이질의 변화를 가져오고 구간 내 서식하는 어류의 영양단계 특성을 반영하는 것으로 판단되었다 (Choi *et al.* 2009).

### 3. 위내용물 분석 및 섭식특성

조사구간에 서식하는 어류 중 우점종인 블루길은 치어, 수서곤충, 저서성무척추동물, 지각류, 요각류, 깔따구류 (유충), 수초 등을 가리지 않고 섭식한 것으로 나타났다. 일각망에서 채집된 개체 중 70% 이상이 공복이었으며, 투망에서 채집된 개체 중 공복인 개체는 볼 수 없었다. 시기별로 6월 (1차)에는 수서곤충, 저서성무척추동물의 비율이 33.6% (평균 13개체), 10월 (2차)에는 지각류의 비율이 82.2% (평균 534개체)를 차지한 것으로 나타났다 (Fig. 4). 크기별로 2년생 이내 (100 mm 미만)의 소형개체는 동물플랑크톤 (지각류, 요각류, 유충류)을 주로 섭식하였으며, 특히 2차조사시 채집한 100 mm 미만의 소형개체에서는 최대 4,212개체의 지각류가 발견되었다. 3년생 내외 (150 mm) 개체는 저서성무척추동물이나 요각류 등을 섭식하였으며, 4년생 이상 (200 mm)의 대형개체는 치어, 수서곤충 및 저서성무척추동물, 십각류, 거미류 등을 섭식하여 일부육식/충식성인 것으로 판단되었다. Byon and Jeon (1997)에 의하면, 블루길은 원산지인 북미에서는 동물플랑크톤 뿐만 아니라 수초를 다량 섭식하는 잡식성으로 나타났으나, 국내에 도입되면서 보다 강한 육식/충식성으로 변한 것으로 알려져 있다.

배스는 우점종으로 출현한 블루길과 함께 생태계교란 야생동식물로 지정되었으며, 주로 어류와 수서곤충, 십각류, 그 밖에 양서·파충류까지 탐식하는 육식성으로 알려져 있다 (Lee *et al.* 2009). 본 조사에서는 어류, 수서곤충 및 저서성무척추동물, 깔따구류 (유충)뿐만 아니라 지각류나 요각류와 같은 동물플랑크톤도 섭식한 것으로 나타났다 (Fig. 4). 150~450 mm의 대형개체들은 위의 대부분

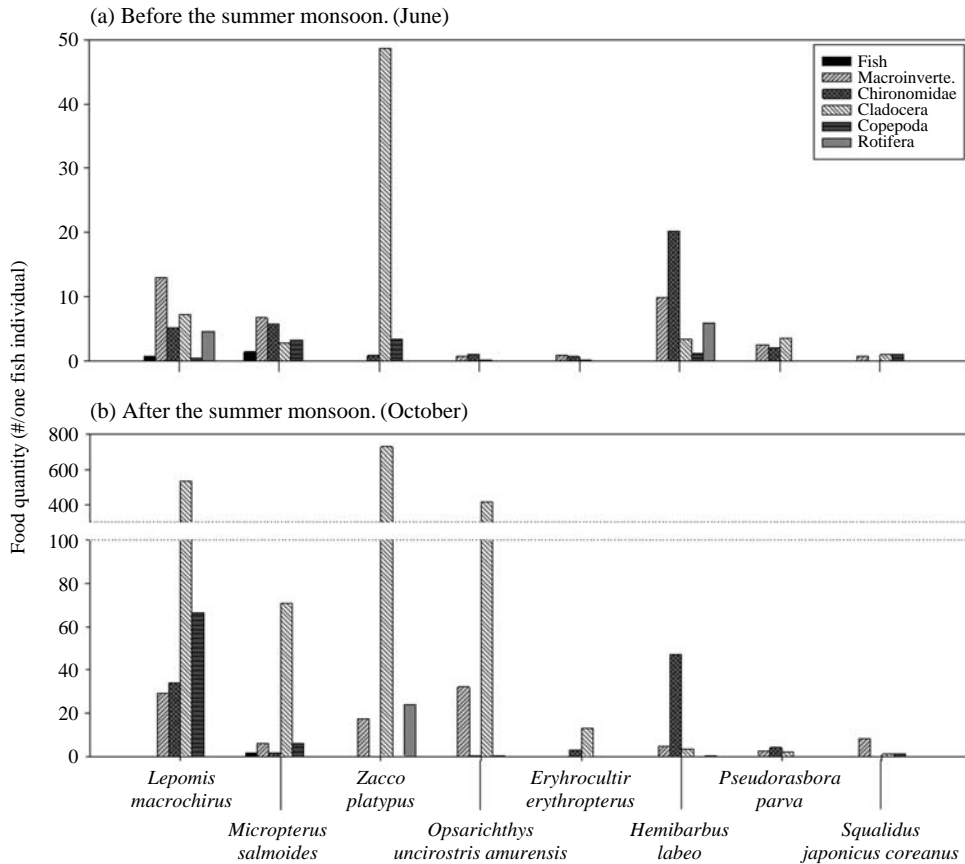


Fig. 4. Feeding characteristics based on analysis of stomach contents.

이 어류(누치, 참붕어, 물개 등) 및 줄새우(*Palaemon paucidens*)로 가득 차있는 강한 육식성을 보였으며, 수서곤충, 깔따구류(유충), 어란 등 다양한 생물군을 섭식한 것으로 나타났고, 50~100 mm 미만의 소형개체는 지각류(최대 815개체), 요각류 등의 동물플랑크톤도 섭식하고 있는 것으로 나타났다. 이는 배스가 성장함에 따라 생태적 먹이연쇄의 지위(Niche)의 변이가 심해 동물플랑크톤, 수서곤충, 어류 등 꾸준히 먹이생물의 크기와 종류가 변하기 때문으로 판단되었다(Ko et al. 2008).

환경에 대한 내성 및 적응력이 강하여 우리나라 전국 수계에서 주요 우점종으로 나타나는 것으로 알려져 있으며(Choi and Lee 1994), 본 조사구간에서 아주점한 피라미는 섭식량의 90%를 초과하는 비율을 지각류가 차지하고 있었고, 특히 2차조사에서는 지각류가 평균 727개체가 섭식된 것으로 나타났다(Fig. 4). 이외에 수서곤충과 규조류가 섭식되었는데, 섭식된 규조류는 대부분 *Melosira* sp. 등과 같이 비교적 대형의 사상체를 이루는 종으로 다수의 세포가 모여 있어 섭식된 것으로 판단되었다.

끄리의 경우, 1차조사시에는 FN(II)에서 2차조사시에는 CN에서만 출현하였는데, 일각망 조사를 실시한 FN(II)에서는 80%의 개체가 공복상태였으며, 수서곤충과 깔따구류(유충)의 섭식이 확인되었다. CN에서는 100 mm 내외의 1~2년생 개체들이 채집되었고 이들은 지각류(평균 415개체), 수서곤충(평균 32개체), 깔따구류(유충)를 섭식하였다(Fig. 4). 어린 끄리(100 mm 미만)는 동물플랑크톤이나 수서곤충을 먹고 살지만, 성어는 움직이는 것이라면 닥치는 대로 탐식하는 것으로 알려져 있는데(Lee and Noh 2006), 본 조사에서는 비교적 소형개체가 채집되어 이와 같은 섭식특성을 보인 것으로 사료되었다.

이전문헌(Park et al. 2009)에 의하면, 강준치는 팔당호의 주요 우점종으로서, 어류, 수서곤충, 저서성무척추동물, 십각류 등을 주로 섭식하는 육식종으로 나타났으나, 본 연구에서 채집된 강준치는 80~560 mm의 개체로, 70% 이상의 개체가 공복상태였으며, 이외의 개체는 대부분 소화가 진행되어 수서곤충 및 깔따구류(유충), 지각류의 섭식만 확인할 수 있었다. 누치(*Hemibarbus labeo*)는 100

~450 mm의 개체를 분석하였으며, 수서곤충 및 저서성 무척추동물물을 주로 섭식하는 충식종으로 나타났다. 물개와 참붕어(*Pseudorasbora parva*)는 80 mm 내외의 개체가 채집되었으며, 물개는 수서곤충, 요각류, 지각류를, 참붕어는 수서곤충, 깔따구류(유충) 지각류, 윤충류, 패충류를 섭식하였다.

본 연구에서 조사구간 내 서식하는 어류의 섭식특성 분석을 위하여 위내용물 분석을 실시한 결과, 공복상태인 개체가 다수 존재하였는데, 이들 중 대부분은 일각망 조사에서 채집된 개체들로 나타났다. 이는 조사기법에 의한 차이로 판단되었는데, 위내용물이 소화되는 것을 최소화하기 위해서는 수동적인 어구보다 능동적인 어구를 이용하여 채집 후 최단시간 내에 위내용물 고정이 필요할 것으로 판단되었다. 나아가 위내용물 분석과 함께 안정동위원소분석(Gal *et al.* 2012)을 통한 먹이망 구조분석을 병행한다면, 서식처 특성을 반영한 종별·연령분포별 먹이망 내 위치를 보다 정확하게 판단하는 것이 가능할 것으로 기대되었다.

## 적 요

본 연구는 팔당호로 유입되는 경안천 하류구간에서 2010년에 집중강우 전(6월)·후(10월)로 구분하여 어류 현장조사 및 생태특성을 분석하였다. 현장조사는 조사지점의 특성에 따라 일각망과 투망을 이용하였으며, 섭식특성은 종별 위내용물 분석을 통해 실시하였다. 현장조사 결과, 총 5과 17종 970개체가 출현하였으며, 잉어과가 가장 많은 종(12종)이 출현하였고, 블루길(38%)과 피라미(24%)가 주요 우점종으로 나타났다. 외래도입어종은 3종 423개체로 44%의 높은 상대풍부도를 보이는 것으로 나타난 반면, 한국고유종은 4종 98개체로 10%의 상대풍부도를 보였다. 생태지표특성 중 내성도 분석에 따르면, 내성종의 상대풍부도가 97%로 단연 우세하게 나타났으며, 민감종은 1종이 출현하였다. 영양단계 분석에 따르면, 블루길의 우점현상에 의해 충식종의 상대풍부도가 44%로 가장 높게 나타났다. 주요종에 대한 섭식특성은, 우점종으로 나타난 블루길이 치어, 수서곤충, 저서성무척추동물, 동물플랑크톤, 깔따구류(유충), 수초 등을 다양하게 섭식하여, 육식/충식성으로 판단되었으며, 아우점종인 피라미는 지각류가 섭식량의 90% 초과하는 비율을 차지하고 있었다. 향후 본 연구에 안정동위원소 분석을 병행한다면 종별 먹이망 내 정확한 위치 파악이 가능할 것으로 사료되었다.

## 사 사

본 연구는 농림축산식품부로부터 지원받은 농촌개발 시험연구 과제에 의해 수행되었으며 이에 감사를 드립니다.

## REFERENCES

- Baek HM, HB Song and DH Cho. 2006. Reproductive ecology of the pale chub, *Zacco platypus* in a tributary to the Han river. Korean J. Ichthyol. 18:193-201.
- Barbour MT, J Gerritsen, BD Snyder and JB Stribling. 1999. Rapid bioassessment protocols for use in streams and wadeable river: periphyton, benthic macroinvertebrates, and fish. Second Edition EPA 841-B-99-022. U.S. EPA, Office of water, Washington, DC. USA.
- Byeon MS, HK Park, NH Jeon, MJ Choi and DS Kong. 2007. Effects of artificial vegetation island on fish fauna. Korean J. Limnol. 40:103-109.
- Byeon MS, HK Park, WO Lee and DS Kong. 2008. Fish fauna and community structure in lake Paldang and its inflows. J. Kor. Water Qual. 24:206-213.
- Byon HG and SR Jeon. 1997. Feeding habit of bluegill, *Lepomis macrochirus* introduces in Korea. Korean J. Environ. Biol. 15:165-174.
- Choi KC and WK Lee. 1994. We really need to know, one hundred kinds of freshwater fish in Korea. HyunAm Publishing Co., Ltd.
- Choi MJ, HK Park, JH Lee and SH Toon. 2009. Stream health assessments on tributaries of lake Paldang using index of biological integrity for fish community and physical habitat parameters. Korean J. Limnol. 42:280-289.
- Gal JG, MS Kim, YJ Lee, J Seo and KH Shin. 2012. Foodweb of aquatic ecosystem within the Tamjin river through the determination of carbon and nitrogen stable isotope ratios. Korean J. Limnol. 45:242-251.
- Garcia SM and KL Cochrane. 2005. Ecosystem approach to fisheries: a review of implementation guidelines. ICES J. Mar. Sci. 62:311-318.
- Han MS, SS Hong and YY Auh. 2002. Ecological studies on Pal'tang river-reservoir system in Korea. 4. Dynamics on inorganic nutrients, POM and phytoplankton succession in the lower stream Kyungan. Korean J. Limnol. 35:1-9.
- Jones JPG, FB Andriahajaina and NJ Hockley. 2005. A multi-disciplinary approach to assessing the sustainability of freshwater crayfish harvesting in Madagascar. Conserv. Biol. 19:

- 1863-1871.
- Kim IS and JY Park. 2002. Freshwater fishes of Korea. Kyo-Hak Publishing Co., Ltd.
- Kim JM, SN Heo, HR Noh, HJ Yang and DI Jeong. 2006. Water quality fluctuation study of Paldang reservoir affected by Gyeongan stream inflow according to rainfall. Korean J. Limnol. 39:236-244.
- Ko MH, JY Park and YJ Lee. 2008. Feeding habits of an introduced large mouth bass, *Micropterus salmoides* (Perciformes; Centrachidae), and its influence on ichthyofauna in the lake Okjeong, Korea. Korean J. Ichthyol. 20:36-44.
- Lee DS and GH Park. 2004. Status of water pollution of Gyeongan river, Korea. J. Kor. Water Qual. 20:698-702.
- Lee WO and SY Noh. 2006. The characteristic of Korean peninsula freshwater fish. JiSung Publishing Co., Ltd.
- Lee WO, H Yang, SY Yoon and JY Park. 2009. Study on the feeding habits *Micropterus salmoides* in lake Okjeong and lake Yongdam, Korea. Korean J. Ichthyol. 21:200-207.
- Min YK, YY Kim, IW Choi, MJ Kim, YH Jang, KT Kim, HS Shin and DH Kang. 2007. Water quality modelling in the Gyeongan river, Gyeonggi. The Report of Gyeonggi-do Institute of Health & Environment 20:145-155.
- MOE/NIER. 2008. The survey and evaluation of aquatic ecosystem health in Korea. The Ministry of Environment/National Institute of Environmental Research. Incheon. Korea.
- Nam MM. 1996. Present status of Korea freshwater fish. In 1996 Symposium of Korean J. Limnol. Proc. pp. 31-45.
- Nelson JS. 1994. Fishes of the world (3th ed.). John Wiley & Sons, New York.
- Park HK, JH Lee, MJ Choi, SH Yun, HB Song, K Lee, SJ Youn, KA Shin, MS Byeon and DS Kong. 2009. Ecological characteristics and long-term variation of fish community in lake Paldang and its tributaries. J. Kor. Water Qual. 25:951-963.
- Pikitch EK, C Santora and EA Babcock. 2004. Ecosystem-based fishery management. Science 305:346-347.
- Shin JK, JL Cho, SJ Hwang and KJ Cho. 2000. Eutrophication and water pollution characteristics of the Kyong stream tp Paltang reservoir. Korean J. Limnol. 33:387-394.
- Son YM, HB Song, HG Byon and JS Choi. 1997. Study on the dynamics of fish community in the lake Paldang. Korean J. Ichthyol. 9:141-152.
- US EPA. 1991. Technical support document for water quality-based toxic control. EPA 505-2-90-011. U.S. EPA, Office of water, Washington, DC. USA.
- US EPA. 1993. Fish field and laboratory methods for evaluating the biological integrity of surface waters. EPA 600-R-92-111. Cincinnati, Ohio 45268.

Received: 5 November 2013

Revised: 25 November 2013

Revision accepted: 27 November 2013