

큰입배스 *Micropterus salmoides*의 위 내용물 분석을 통한 일산호수 내 큰입배스의 생육상태 및 수생동물의 다양성 간접 평가

Indirect Evaluation of Aquatic Animal Diversity in Ilsan Lake through the Analysis of the Growing Condition and Stomach Contents of Largemouth Bass, *Micropterus salmoides*

김이태[†] · 박재로 · 김원재
I-Tae Kim[†] · Jae-Rho Park · Weon-Jae Kim

한국건설기술연구원 환경연구실
Environmental Engineering Research Division, Korea Institute of Construction Technology

(2013년 10월 16일 접수, 2013년 12월 11일 채택)

Abstract : In this study, through the analysis of the growth condition and prey of the largemouth bass, we tried to understand the characteristics of the aquatic animal community depending on the composition and shape of a artificial lake. The evaluation was conducted for Ilsan lake which is one of the largest urban artificial lakes in Korea. Weight gain rate of the Zone III (eco-zone) was more rapid based on the relationship of length and weight of largemouth bass. Total 16 and 9 species of fish were found in each Zone III and Zone I, II (artificial zones), which represented significantly higher diversity of fish species in Zone III than Zone I, II. Index of relative importance(IRI) was more diverse at Zone III and when considering the hunger rate the food stress was more serious at Zone I, II. the proportion of the population of fish, *Zacco platypus* revealed to be the dominant species, and *Squalidus gracilis majimae* and *Rhinogobius brunneus* inhabited only Zone III naturally rich. On account of low prey species diversity of Zone I, II, the Phylum Arthropoda like *Heteroptera* showed relatively higher prey ratio in stomach of largemouth bass than that of Zone III. It was possible to figure out aquatic animal community characteristics indirectly through analyzing the stomach contents of largemouth bass.

Key Words : Fish Community Evaluation, Ilsan Lake, Largemouth Bass, *Micropterus Salmoides*, Stomach Contents

요약 : 본 연구는 도시 인공호수에서 서식하는 큰입배스 위 내용물 분석을 통해 먹이 다양성에 따른 성장 특성과 수생동물 군집 특성을 조사하였으며 대상호수는 국내에서 가장 큰 도시 인공호수 중 하나인 일산호수에 대하여 실시하였다. 큰입배스의 길이와 무게의 관계에 따라 Zone III(생태 구역)에서의 체중증가속도가 다른 Zone보다 더 빠른 것으로 나타났다. 어류 총 16종 및 9종이 각각 Zone III 및 Zone I, II(인공 구역)에서 관찰되어 Zone III의 어류의 종다양성이 Zone I, II에 비해 높았다. 상대중요성지수(IRI)는 Zone III에서 Zone I, II에 비해 더 다양하였으며, 공복율을 고려할 때 먹이 스트레스는 Zone I, II에서 더 심각한 것으로 나타났다. 어류의 군집분석 결과, 피라미 *Zacco platypus*가 우점종인 것으로 나타났고, 긴물개 *Squalidus gracilis majimae*와 밀어 *Rhinogobius brunneus*는 Zone III에서만 풍부하게 발견되었다. Zone I, II에서 나타난 먹이종의 낮은 다양성을 고려할 때, 소금쟁이류 *Heteroptera*와 같은 절지동물문은 Zone I, II에서 Zone III에 비해 큰입배스의 위 속에서 상대적으로 높은 비율로 관찰되었다. 본 연구에 의해 큰입배스의 위 내용물 분석과 같은 간접적인 평가에 의해 수생동물 군집의 특성을 파악하는 것이 가능한 것으로 나타났다.

주제어 : 어류상 평가, 일산호수, 큰입배스, *Micropterus salmoides*, 위 내용물

1. 서론

큰입배스 *Micropterus salmoides*는 농어목(Perciformes) 검정우럭과(Centrarchidae)에 속하며, 우리나라 호수 및 하천에 유입된 이후 수생동물의 다양성 감소, 우점도의 증가 및 종 풍부도의 감소를 초래하는 등 수생태계의 건강상태를 악화시켜왔다. 큰입배스의 먹이습성에 대한 연구로는 포식자와 피식자와의 관계(Jacqueline), 먹이 크기에 대한 연구(Fernando), 큰입배스와 블루길의 군집 수준에서의 먹이관계 연구(Maezono) 등이 보고되어 있다. 국내에서는 외래 위해어종의 생태조사 및 관리방안 연구(국립수산과학원, 2007), 큰입배스를 포함하는 군집의 종간 association에 관한 연구

(Hong), 큰입배스의 먹이 습성과 고유종간의 상호작용에 관한 연구(Hong), 큰입배스의 식성 및 어류상에 미치는 영향(고명훈) 등에 대한 조사연구가 진행되었다. 이완옥 등은 서로 다른 수계(옥정호, 용담호)에 서식하는 큰입배스의 먹이생물 차이에 관한 연구를 수행하였다.

수계의 어류상을 파악하기 위하여 정치망 등 고정된 트랩을 사용하여 포획된 어류의 개체수를 파악하는 방법을 가장 보편적으로 사용해 오고 있는데, 이 방법에 의하면 이동특성, 서식처, 치어와 성어의 습성, 어류의 크기 등에 따라 어류종별 포획 확률이 다르기 때문에 서식 어류를 무작위로 균등하게 포획하는 것에 한계가 있어 데이터가 왜곡되기 쉽다. 따라서 본 논문에서는 수계에 서식하는 먹이피

[†] Corresponding author E-mail: itkim@kict.re.kr Tel: 031-910-0301 Fax: 031-910-0291

라미드의 최상위자인 큰입배스의 위 내용물을 분석함으로써 해당 수계의 어류상을 파악하는 방법을 이용하여 수계의 수생동물 군집특성을 간접적으로 파악하고자 시도하였다. 배스의 먹이 선호도와 관련된 선행 연구에서 배스의 먹이 생물의 선택은 서식처 주변에 존재하는 먹이생물의 풍부도에 의해 결정되며 특정 종에 대한 선택성을 나타내지 않는다는 다수의 연구결과(He; Hickley; Godinho; Lorenzoni)로부터 본 연구방법의 타당성이 충분히 높다고 판단하였기 때문이다.

본 연구의 목적은 큰입배스의 성장 조건과 먹이 분석을 통해 인공호수의 구성과 형태에 따른 수생동물 군집의 특성을 파악하는데 있다. 수생동물의 군집을 분석하는 이유는 수생동물의 다양성에 관한 정보를 수계 및 수생태 건강성의 지표로 활용할 수 있기 때문이다. 수생동물의 다양성은 수계에 유입된 큰입배스의 생육상태에도 영향을 미치게 되므로 본 연구에서는 이전 연구의 접근방법과 달리 큰입배스의 먹이활동을 조사분석함으로써 해당 수계의 수생동물의 다양성 및 생태적 특성을 간접적으로 파악할 수 있는지를 판단하기 위하여 수행하였다. 또한, 이전의 연구(고명훈, 이완옥)에 비해 보다 많은 개체수를 확보하였기 때문에 그 정확도도 한층 높을 것으로 판단된다. 특히, 일산호수의 수생동물 생태계에 대하여 이전에 조사·보고된 바가 없어 본 조사 결과를 데이터베이스로 남김으로써 향후 비교연구의 자료로 활용할 수 있도록 하는 데에도 본 연구의 의의가 적지 않다고 할 수 있다. 대상 호수는 국내 최대의 도심형 인공호수 중 하나인 일산호로 하였다.

2. 연구방법

2.1. 조사지점

일산호수공원은 1996년 5월 완공과 더불어 호수를 시민에 개방하였다. 일산호는 각 지역별 특성 및 기능에 따라 3개의 Zone으로 나누어지는데, Zone I, II는 호수 저면에 방수 시트를 포설하여 호수물이 누수 되는 것은 물론 호저로부터 지하수 등의 형태로 유입되는 오염물질의 침입 방지에도모하였다. 하상은 균일하게 자갈로 덮인 형태로 복잡하고 다양한 자연하상의 특징과는 전혀 다르다. 또한 호수와 접하는 호안에는 콘크리트 제방을 설치하였다. Zone III은 자연 상태의 호수로 복원하기 위하여 호수 측면 및 저면을 자연토양으로 구성하였으며 Zone I, II에 비하여 하상의 형태가 자연형에 가까운 뺨과 모래 그리고 수변식물의 적절한 혼합 형태로 이루어져 있으며 수생식물들을 재배하는 자연 학습원 및 무인 약초섬을 배치하여 자연적인 경관을 조성하는 데 주력하였다. 일산호수의 총 표면적은 300,000 m²로 본 연구의 대상 지역인 Zone I, II는 수표면적 193,700 m², 수심 0.5~3.0 m, Zone III는 수표면적 68,700 m², 수심 0.5~1.0 m이다(한국건설기술연구원[고양시]).

2.2. 실험방법

2.2.1. 채집방법

큰입배스의 채집은 2007년 5월에서 2007년 10월까지 6개월간 실시되었으며 채집횟수는 70여 회에 이른다. 채집방법은 고양시공원관리사업소와 한국생태보전낙시협회(사)의 협조 하에 이전의 조사방법(이완옥, 고명훈)과 같이 숙련된 채집요원들이 보트 및 도보를 이용한 루어 낚시 방법을 이용하였다. 일산호에서 채집된 큰입배스 중 본 연구의 분석 대상은 총 758개체로 체장 범위는 162~547 mm이었다. 본 연구에서는 채집방법으로 루어 낚시와 플라이 낚시를 이용하였기 때문에 160 mm 이하의 치어들은 채집되지 않아 큰입배스 치어에 의한 먹이활동 분석에는 제한적일 수 있다.

2.2.2. 개체 특성 및 위 내용물 분석

채집된 큰입배스는 현장에서 체장, 체중을 측정하였으며, 위 내용물은 가급적 현장에서 채취하고 분류한 후 ethyl alcohol 95%에 고정하고, 실험실로 운반하여 생물시료를 골라낸 후 동정하였다. 위 내용물 중 어류의 분석은 김³⁾의 검색표를 이용하였고 분류체계는 Nelson을 참고로 하였다. 수서곤충의 동정은 윤⁴⁾을 이용하였다.

2.2.3. 건강도 및 종풍부 관련 지표 산정

큰입배스의 건강도 및 먹이 풍부도를 평가하고자 할 때 체중-체장 관계(Anderson⁸⁾)로부터 유추하였다.

일반적으로 물고기의 비만도를 측정하기 위해서 다음의 Fulton's condition factor (K) 식이 주요한 지표로 사용되고 있다(Bagenal; Froese). 이에 따라 본 연구에서도 이 지표를 활용하여 식 (1)에 따라 큰입배스의 비만도를 측정하였다.

$$K = W(g)/SL(mm)^3 \times 10^5 \quad (1)$$

W: 무게(g), SL: 체장(mm)

출현빈도(F_i; frequency of occurrence percentage)와 상대 중요성지수(IRI; index of relative importance) (Pinkas(이완옥⁵⁾ 재인용))는 다음의 식 (2)와 식 (3)을 이용하여 구하였다.

$$F_i = A_i/N \times 100 \quad (2)$$

A_i: i 먹이생물이 발견된 어류의 개체수

N: 먹이생물이 발견된 어류의 총 개체수

$$IRI = (N + W) \times F \quad (3)$$

IRI: index of relative importance

N: 위 내용물에서 발견된 총 먹이 개체수 중 해당 먹이생물이 차지하는 백분율

W: 위 내용물의 전체 무게 중 해당 먹이생물의 무게가 차지하는 백분율

F: 해당 먹이생물의 출현빈도

3. 결과 및 고찰

3.1. 체장, 체중 상관도 및 비만도 분석

각 지역(Zone I, II와 Zone III)에서 채집된 큰입배스의 체장(T-L)과 체중의 분포를 분석하였다. 그 결과 Zone III에서 채집된 큰입배스가 Zone I, II에서 채집된 큰입배스보다 체장 증가에 따른 체중의 증가량이 커짐을 알 수 있었다(Fig. 1). 이 결과로부터 Zone III에 서식하는 큰입배스가 Zone I, II에 서식하는 큰입배스보다 영양상태가 좋은 것으로 판단되고 두 지역 모두 체장 증가와 체중 증가속도에 상관성이 높음을 확인할 수 있었다.

비만도 분석을 위해 서식 구간별 평균 Fulton's condition factor를 보면(Fig. 2) Zone III가 1.37 (min. 0.69, max. 1.74)로 Zone I, II의 1.18 (min. 1.02, max. 1.81)보다 16.1% 높은 것으로 나타나 Zone III에서의 먹이활동 수준이 높음을 알 수 있었다.

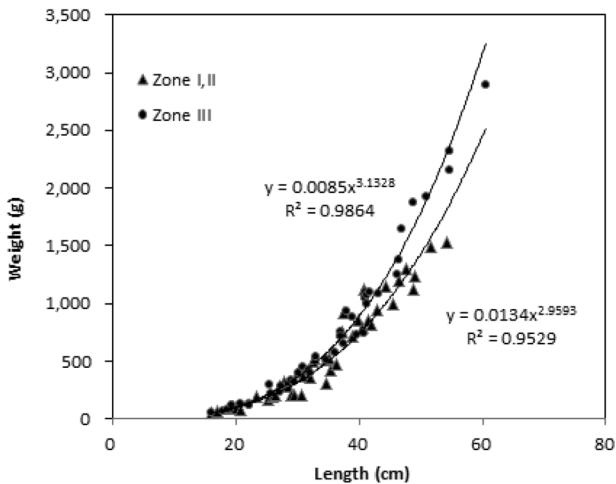


Fig. 1. Weight-Length relationship of *Micropterus salmoides* at Zone I, II and Zone III of Ilsan Lake.

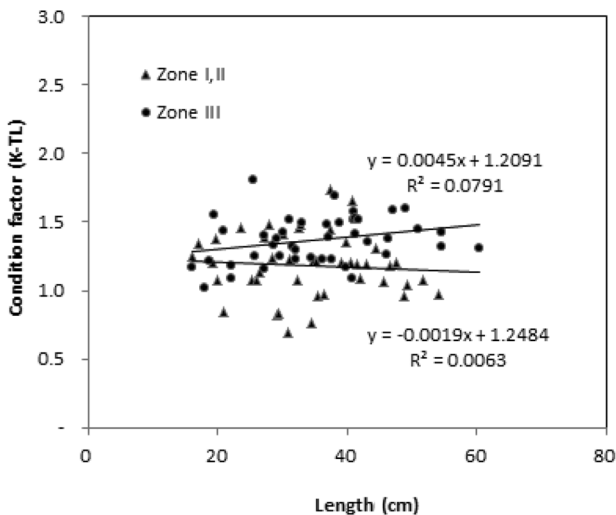


Fig. 2. Condition factor (Fulton's condition factor) of *Micropterus salmoides* at Zone I, II and Zone III of Ilsan Lake

3.2. 위 내용물 먹이생물 분석

Zone I, II는 하상구조가 자갈로 이루어져 있고 호수의 가장자리가 시멘트 직벽으로 구성되어 있으며 수초대가 존재하지 않아 어류의 산란 및 안정적 서식에 불리한 조건이 계속 유지되었으며, Zone III는 하상이 자연적인 진흙 및 자연토양으로 구성되어 있고 시간이 지남에 따라 수초대가 다양하게 발달하였으며 호수와 육상의 경계가 자연스러운 식생 전이대를 형성하고 있다.

큰입배스의 위 내용물 분석결과 Zone I, II의 경우 어류를 기준으로 총 9종이 확인되었다(Table 1). Zone I, II에서 큰

Table 1. Compositions of stomach contents in *Micropterus salmoides* by frequency of number, weight, occurrence and index of relative importance (IRI) at Zone I, II of Ilsan Lake

Prey organisms	Total number of individual	Number (%) (Relative abundance)	Weight (%)	Occurrence (%)	IRI	IRI (%)
Phylum Arthropoda						
Class Crustacea						
Decapoda	8	1.6	0.8	2.3	5.6	0.3
Class Insecta						
Heteroptera	52	10.4	1.5	9.2	109.6	4.9
Diptera	34	6.8	0.4	4.8	34.5	1.6
Ephemeroptera	30	6.0	0.3	5.7	36.1	1.6
Odonata	44	8.8	0.5	3.6	33.5	1.5
Trichoptera	28	5.6	0.3	5.3	31.3	1.4
Obscure Insect	22	4.4	0.1	2.2	10.0	0.5
Phylum Chordata						
Class Osteichthyes						
<i>Cyprinus carpio</i>	7	1.4	0.6	1.2	2.4	0.1
<i>Cyprinus carpio nude</i>	8	1.6	1.1	0.9	2.4	0.1
<i>Carassius auratus</i>	5	1.0	0.4	2.1	2.9	0.1
<i>Carassius cuviri</i>	42	8.4	4.8	2.3	30.5	1.4
<i>Pseudorasbora parva</i>	40	8.0	9.6	5.6	98.8	4.4
<i>Scrocheilichthys nigripinis morii</i>	0					
<i>Squalidus japonicus coreanus</i>	0					
<i>Squalidus gracilis majimae</i>	0					
<i>Zacco platypus</i>	60	12.0	46.1	22.9	1,331.4	59.9
<i>Opsanichthys bidens</i>	13	2.6	2.2	1.2	5.7	0.3
<i>Hemibarbus labeo</i>	0					
<i>Odontobutis obscura</i>	0					
<i>Rhinogobius brunneus</i>	0					
<i>Micropterus salmoides</i>	22	4.4	14.0	2.9	53.4	2.4
<i>Lepomis macrochirus</i>	38	7.6	15.2	6.5	148.5	6.7
<i>Tridentiger brevispinis</i>	0					
Obscure fish	45	9.0	2.2	21.3	239.1	12.8
Total	571	100.0	100.0	100.0	2,175.7	100.0

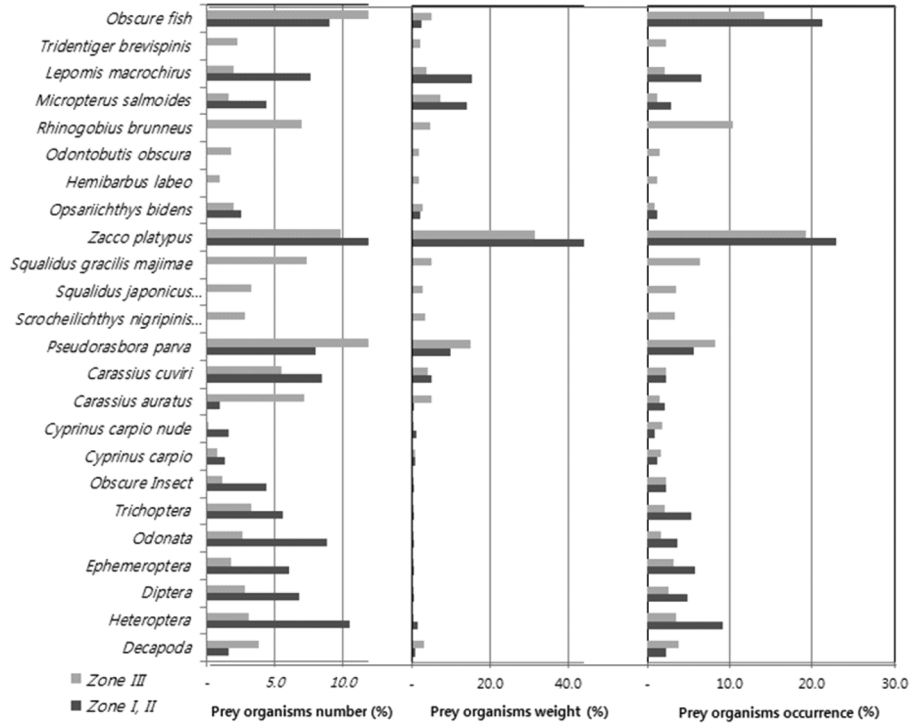


Fig. 3. Relative abundance (number, weight, occurrence) of stomach contents of *Micropterus salmoides* at Zone I, II and Zone III of Ilsan Lake.

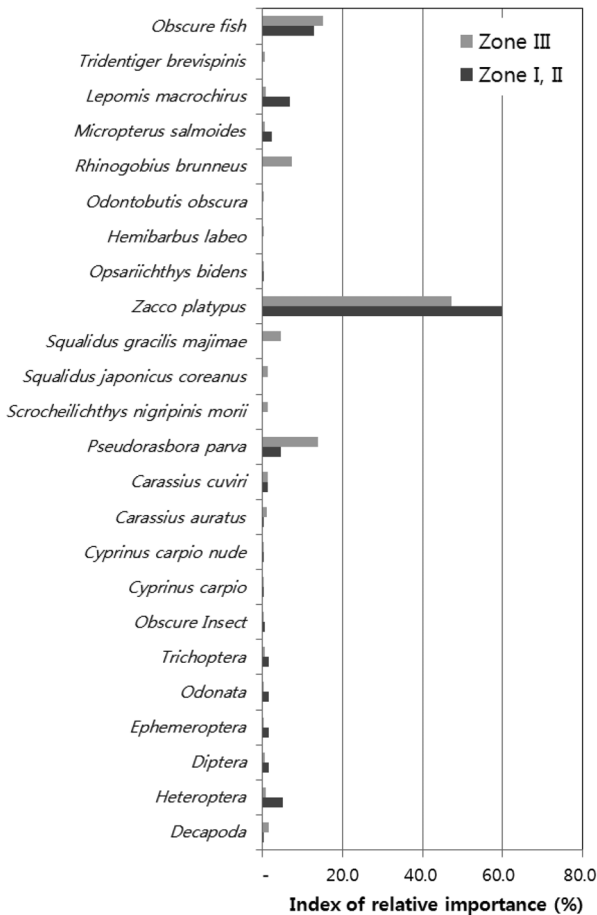


Fig. 4. Index of relative importance (IRI) of stomach contents of *Micropterus salmoides* at Zone I, II and Zone III of Ilsan Lake.

입배스 먹이의 총 개체수로는 피라미 *Zacco platypus* 12.0%, 붕어 *Carassius cuviri* 8.4%, 참붕어 *Pseudorasbora parva* 8.0%, 블루길 *Lepomis macrochirus* 7.6%가 상위 5위를 차지하고 있는 것으로 나타났다. 큰입배스의 위 내용물에서의 출현빈도 순에서는 피라미 *Zacco platypus* 22.9%, 블루길 *Lepomis macrochirus* 6.5%, 참붕어 *Pseudorasbora parva* 5.6%로 피라미 *Zacco platypus*가 가장 높았다. Zone I, II에서 큰입배스 먹이로서의 IRI 역시 피라미 *Zacco platypus*가 59.9%로 월등히 높았다. 특이한 점으로 생체크기가 작은 소금쟁이류 *Heteroptera*의 먹이로서의 IRI가 4.9%로 비교적 높은 값을 보였으며(Table 1, Fig. 3, 4), 위 내용물 중에 나뭇가지, 루어(소프트 워) 등도 다수 발견되었고, 공복울도 47.8%로 높았다.

Zone III에서의 큰입배스의 위 내용물 분석결과 총 16종의 어종이 확인 되었다(Table 2). 큰입배스 먹이의 개체수 측면에서는 참붕어 *Pseudorasbora parva* 13.5%, 피라미 *Zacco platypus* 9.8%, 긴물개 *Squalidus gracilis majimae* 7.4%, 밀어 *Rhinogobius brunneus* 7.0%로 조사되었으며, 출현빈도 순에서는 피라미 *Zacco platypus* 19.2%, 밀어 *Rhinogobius brunneus* 10.3%를 차지하였다. Zone III에서 큰입배스 먹이로서의 IRI는 피라미 *Zacco platypus* 47.4%, 참붕어 *Pseudorasbora parva* 14.0%로 나타났으며 Zone I, II에 비하여 특정 종에 대한 의존도가 낮은 것으로 나타났다(Table 2, Fig. 4, 5).

이상의 Zone I, II와 Zone III 두 지역의 생태지표를 비교해서 정리하면 Table 3과 같다.

Table 2. Compositions of stomach contents in *Micropterus salmoides* by frequency of number, weight, occurrence and index of relative importance (IRI) at Zone III of Ilsan Lake

Prey organisms	Total number of individual	Number (%) (Relative abundance)	Weight (%)	Occurrence (%)	IRI	IRI (%)
Phylum Arthropoda						
Class Crustacea						
Decapoda	19	3.9	2.9	3.8	25.7	1.5
Class Insecta						
Heteroptera	15	3.1	0.6	3.5	12.7	0.8
Diptera	14	2.9	0.1	2.6	7.8	0.5
Ephemeroptera	9	1.8	0.1	3.2	6.3	0.4
Odonata	13	2.7	0.2	1.6	4.6	0.3
Trichoptera	16	3.3	0.1	2.1	7.1	0.4
Obscure Insect	6	1.2	0.4	2.3	3.7	0.2
Phylum Chordata						
Class Osteichthyes						
<i>Cyprinus carpio</i>	4	0.8	0.8	1.6	2.6	0.2
<i>Cyprinus carpio nude</i>	1	0.2	0.2	1.8	0.6	0.0
<i>Carassius auratus</i>	35	7.2	4.8	1.5	18.0	1.1
<i>Carassius cuvirii</i>	27	5.5	4.1	2.2	21.1	1.3
<i>Pseudorasbora parva</i>	66	13.5	14.9	8.2	233.1	14.0
<i>Scrocheilichthys nigripinis morii</i>	14	2.9	3.3	3.3	20.5	1.2
<i>Squalidus japonicus coreanus</i>	16	3.3	2.8	3.5	21.3	1.3
<i>Squalidus gracilis majimae</i>	36	7.4	5.0	6.3	77.8	4.7
<i>Zacco platypus</i>	48	9.8	31.4	19.2	791.1	47.4
<i>Opsariichthys bidens</i>	10	2.0	2.6	0.8	3.7	0.2
<i>Hemibarbus labeo</i>	5	1.0	1.6	1.1	2.9	0.2
<i>Odontobutis obscura</i>	9	1.8	1.6	1.4	4.8	0.3
<i>Rhinogobius brunneus</i>	34	7.0	4.7	10.3	120.1	7.2
<i>Micropterus salmoides</i>	8	1.6	7.1	1.2	10.5	0.6
<i>Lepomis macrochirus</i>	10	2.0	3.6	2.1	11.9	0.7
<i>Tridentiger brevispinis</i>	11	2.3	2.1	2.2	9.5	0.6
Obscure fish	62	12.7	5.1	14.2	252.2	15.1
Total	491	100.0	100.0	100.0	1,644.4	100.0

같은 시기에 조성된 동일한 호수에서도 자연도가 풍부한 Zone III에서 총 16종의 어종이 발견되어 Zone I, II의 9종에 비해 어류 종의 다양성이 크게 높았다. 특히 물풀이 우거진 지역을 좋아하고 물풀에 산란하는 긴물개와 바닥이 자갈이나 모래로 이루어진 지역에서 서식하는 밀어는 Zone III에서만 발견되었다.

또한 먹이로서의 의존도인 IRI도 Zone III에서 더 다양하였으며, 공복률로 볼 때 Zone I, II에 서식하는 큰입배스가 Zone III에서보다 먹이 스트레스가 더 심한 것으로 판단할 수 있었다.

앞에서 살펴본 바와 같이 큰입배스 먹이로서의 IRI는

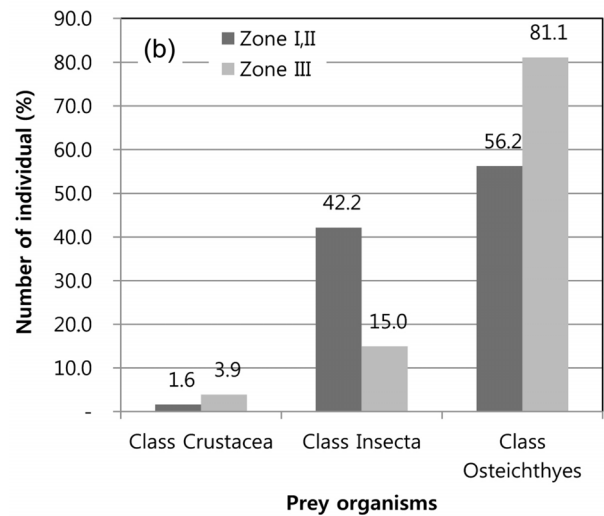
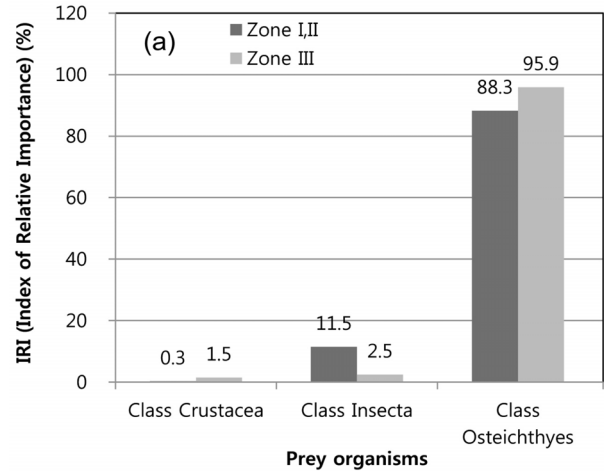


Fig. 5. IRI (a) and individual percent (b) of prey organisms (Family level) of *Micropterus salmoides* at Zone I, II and Zone III of Ilsan Lake

Table 3. Comparison of ecological indicators for fish between Zone I, II and Zone III

	Zone I, II	Zone III
Species number	9	16
Number of individuals (%)	<i>Zacco platypus</i> 12 <i>Carassius cuvirii</i> 8.4 <i>Pseudorasbora parva</i> 8.0 <i>Lepomis macrochirus</i> 7.6	<i>Pseudorasbora parva</i> 13.5 <i>Zacco platypus</i> 9.8 <i>Squalidus gracilis majimae</i> 7.4 <i>Rhinogobius brunneus</i> 7.0
Occurrence (%)	<i>Zacco platypus</i> 22.9 <i>Lepomis macrochirus</i> 6.5 <i>Pseudorasbora parva</i> 5.6	<i>Zacco platypus</i> 19.2 <i>Rhinogobius brunneus</i> 10.3
IRI (%)	<i>Zacco platypus</i> 59.9%	<i>Zacco platypus</i> 47.4 <i>Pseudorasbora parva</i> 14.0
Empty stomach (%)	47.8	39.0

Zone I, II에서 피라미 *Zacco platypus*가 59.9%(소금쟁이류 *Heteroptera*의 먹이로서의 IRI가 4.9%로 비교적 높은 값을 보임), Zone III에서는 피라미 *Zacco platypus*가 47.4%로 공

통적으로 높은 값을 보였다. 한편 옥정호에서 큰입배스의 IRI는 치리 *Hemiculter eigenmanni*가 19.4%로 가장 높고 빙어 *Hypomesus nipponesis*가 14.5% 두 번째로 높은 값을 나타내었으며, 용담호에서는 십각류가 70.1%로 가장 높고, 어류가 29.0%, 곤충류가 0.02%로 나타났다(이완옥). 이는 앞에서 설명한 큰입배스의 먹이 선호도와 관련된 연구에서 큰입배스의 먹이생물 선택이 서식처 주변에 존재하는 먹이생물의 풍부도에 의해 결정되며 특정 종에 대한 선택성을 나타내지 않는다는 다수의 연구결과(He; Hickley; Godinho; Lorenzoni)를 고려할 때 지리적 위치와 형성 환경이 다른 수계에서 먹이생물 종의 차이가 크게 나타나는 것은 각각의 서식처에 존재하는 먹이생물의 풍부도 차이에 기인하는 것으로 판단되며, 이는 해당 수계의 수생동물 군집특성을 반영한다고 할 수 있을 것이다.

Zone I, II의 경우 큰입배스가 어린 치어 큰입배스를 섭식하는 비중이 개체수 비율로 4.4%, IRI 기준으로 2.4%로 높게 나타났는데(Fig. 4, 5), 이는 서식지역 내의 먹이활동이 불리하거나 큰입배스의 개체수가 너무 많아지면 자신의 치어를 잡아먹기도 하며, 큰입배스 치어의 45%가 3 cm 이상으로 자라기 전에 다른 큰입배스에게 잡아먹힌다는 보고(Done)와 합치하는 결과라고 할 수 있다.

일산호에 서식하는 큰입배스의 먹이생물을 호수의 조성 형태에 따라 비교해 본 결과 가장 큰 차이점은 곤충류의 섭식비율이었다. 먹이종의 다양성이 떨어지는 Zone I, II의 경우 소금쟁이, 물벌레, 잠자리류와 같은 곤충류의 섭식 비율이 IRI의 측면에서 11.5%, 개체수의 측면에서 42.2% (Fig. 5)로 나타나 Zone III에 비하여 먹이생물로서의 의존도가 크게 높음을 알 수 있었다. 특정 어종에 대한 높은 의존도 및 어류 이외의 먹이생물에 대한 IRI의 증가는 그 수역에 존재하는 먹이생물의 풍부성 및 수생동물의 다양성이 낮아졌음을 의미하게 된다.

Zone I, II의 경우 Zone III에 비하여 먹이로 이용되는 어류가 상대적으로 단조로운 결과를 보인 것은 Zone I, II에서 특정 어종에 대한 의존도가 높기 때문인 것으로 판단된다. 또한 Zone III에 비하여 Zone I, II에서 곤충류에 대한 의존도가 높은 것은 그 수역에 존재하는 어종의 풍부성이 낮아졌음을 의미한다. 즉, 먹이대상 어류 종의 다양성 및 개체수 면에서 Zone I, II가 Zone III에 비하여 낮음을 알 수 있다.

4. 결론

본 연구는 큰입배스의 먹이생물 및 생육 상태의 분석을 통해 인공호수의 조성형태에 따른 수생동물의 군집특성을 파악하고자 하였다. 대상 호수로는 국내 최대 규모의 도심형 인공호수인 일산호를 선정하였다. 일산호에 서식하는 큰입배스 *Micropterus salmoides*의 체중과 체장의 관계로부터 자연상태에 가까운 Zone III의 경우가 체중증가속도가 큼

을 알 수 있었다.

자연도가 풍부한 Zone III에서 총 16종의 어종이 발견되어 Zone I, II의 9종보다 어류 종의 다양성이 크게 높았다. 또한 먹이로서의 의존도를 나타내는 상대중요성지수(IRI)도 Zone III에서 더 다양하였으며, 공복률로 볼 때 Zone I, II가 Zone III에 서식하는 큰입배스보다 먹이 스트레스가 더 심한 것으로 판단할 수 있었다.

큰입배스의 위 내용물 분석에 의한 일산호의 어류 군집분석 결과, 어류 개체수의 비율은 Zone I, II에서는 피라미 *Zacco platypus* 12.0%, 붕어 *Carassius cuviri* 8.4%, 참붕어 *Pseudorasbora parva* 8.0%, 블루길 *Lepomis macrochirus* 7.6% 순으로 나타났으며, Zone III에서는 참붕어 *Pseudorasbora parva* 13.5%, 피라미 *Zacco platypus* 9.8%, 긴몰개 *Squalidus gracilis majimae* 7.4%, 밀어 *Rhinogobius brunneus* 7.0% 순으로 나타났으며, 특히 물풀이 우거진 지역을 좋아하고 물풀에 산란하는 긴몰개와 바닥이 자갈이나 모래로 이루어진 지역에서 서식하는 밀어는 Zone III에서만 발견되었다.

Zone III에서 큰입배스 먹이로서의 IRI는 *Zacco platypus* 47.4%, *Pseudorasbora parva* 14.0%로 나타났으며 Zone I, II에 비하여 특정 종에 대한 의존도가 낮게 나타났다. 즉, 자연도에 가까운 Zone III에서 종 다양도가 높게 나타남을 먹이생물을 분석함으로써 알 수 있었다.

먹이 종의 다양성이 떨어지는 Zone I, II의 경우 소금쟁이, 물벌레, 잠자리류와 같은 곤충류의 섭식 비율이 IRI의 측면에서 11.5%, 개체수 측면에서 42.2%로 Zone III에 비하여 먹이생물로서의 의존도가 크게 높음을 알 수 있었다.

큰입배스가 유입된 수계의 수생동물의 군집 특성을 큰입배스의 위 내용물을 분석하는 방법을 통하여 간접적으로 파악할 수 있었다.

사 사

본 연구는 국토교통부 물관리연구사업의 연구비 지원(12기 술혁신C02)에 의해 수행되었습니다.

KSEE

참고문헌

1. Ko, M. H., Park, J. Y. and Lee, Y. J., "Feeding habitats of an introduced large mouth bass, *Micropterus salmoides* (Perciformes; Centrarchidae), and its influence on ichthyofauna in the lake Okjeong, Korea," *Kor. J. Ichthyol.*, **20**(1), 36-44(2008).
2. National Fisheries Research and Development Institute, "Research of ecological survey and management scheme for introduced harmful fish(1st year)," p. 81(2007).
3. Kim, I. S., Choi, Y., Lee, C. R., Lee, Y. J., Kim, B. J. and Kim, J. H., "Color encyclopedia of inherent fish in Korea"

- Kyohaksa(2005).
4. Yoon, I. B., "Illustrated book for aquatic insects," Junghaengsa, Seoul(1995).
 5. Lee, W. O., Yang, H., Yoon, S. W. and Park, J. Y., "Study on the feeding habitats of *Micropterus salmoides* in lake Ok-jeong and lake Yongdam, Korea," *Kor. J. Ichthyol.*, **21**(3), 200~207(2009).
 6. Korea Institute of Construction Technology, "Research for the optimal water quality management of Ilsan lake," VI. Biogeocenology, pp. 1~26(1997).
 7. Hong, Y. P., "Distribution, spread pathway and countermeasures for introduced fish in Korea," *Symposium Ichthyol. Soc. Kor.*, pp. 27~43(2002).
 8. Anderson, R. O. and Neumann, R. M. "Length, weight and associated structural indices. In B. R. Murphy and D. W. Willis (eds.)," *Fisheries Techniques*, American Fisheries Society, Bethesda Maryland, pp. 447~482(1996).
 9. Bagenal, T. B. and Tesch, F. W., "Age and growth in methods for assessment of fish production in freshwater (T.B. Bagenal ed.)," Oxford: Blackwell Scientific Publications, pp. 101~136(1978).
 10. Oster, D., "Largemouth bass," printed on American paper by R. R. Donnelky, Creative Publishing International, pp. 89~126(1992).
 11. Kubitzka, F. and Lovshin, L. L., "Pond production of pellet-fed advanced juvenile and food-size largemouth bass," *Aquaculture*, **149**, 253~262(1997).
 12. Godinho, F. N. Ferreira, M. T. and Cortes, R. V., "The environmental basis of diet variation in pumpkinseed sunfish *Lepomis gibbosus*, and largemouth bass *Micropterus salmoides* along an Iberian river basin," *Environ. Biol. Fishes* **50**, pp. 105~115(1997).
 13. He, X., Hodgson, J. R., Kitchell, J. F. and Wright, R. A. "Growth and diet composition of largemouth bass (*Micropterus salmoides*) from four experimental lakes," *Verh. Int. Ver. Limnol.*, **25**, 92~97(1994).
 14. Hickley, P., North, R., Muchiri, S. M. and Harper, D. M. "The diet of largemouth bass, *Micropterus salmoides* in Lake Naivasha," *Kenya J. Fish Boil.*, **44**, 607~619(1994).
 15. Hong, Y. P. and Son, Y. M., "Studies on the interspecific association of community including *Micropterus salmoides* population, introduced fish in Korea," *Kor. J. Ichthyol.*, **15**, 61~68(2003).
 16. Savino, J. F. and Stein, R. A., "Predator-Prey interaction between largemouth bass and Bluegills as influenced by simulated, submerged vegetation," *Transact. Am. Fisheries Soc.*, **111**(3), 255~266(1982).
 17. Lorenzoni, M., Corboli, Dorr, M. A. J. M., Giovinazzo, G. Selvi, S. and Mearelli, M., "Diet of *Micropterus salmoides* Lac. And *Esox lucius* L. in Trasimeno (Umbria, Italy) and their diet overlap," *Bulletin Francais De La Peche Et De La Pisciculture*, **365**, 537~547(2002).
 18. Maezono, Y. and Miyashita, T., "Community-level impacts induced by introduced largemouth bass and bluegill in farm ponds in Japan," *Biol. Conservation*, **109**, 111~121(2003).
 19. Froese, R., "Cube law, condition factor and weight-length relationship: history, meta-analysis and recommendations," *J. Appl. Ichthyol.*, **22**, 241~253(2006).
 20. Texas Parks and Wildlife Department, "Estimating Weight of Largemouth Bass," pp. 127~154(2008).