

군산호수(옥산저수지)의 배스(*Micropterus salmoides*) 서식실태와 식성¹⁾

변화근²⁾

서원대학교 생물교육과

I. 서론

전라북도 군산시 옥산면과 회현면에 걸쳐 있는 군산호수(옛 옥산저수지)는 1939년 일제강점기 주변의 넓은 들녘에 농업용수를 공급하기 위해 인공으로 만들어졌다. 이후 1963년 상수원 보호구역으로 지정돼 30여 년간 군산시민에게 식수를 공급해 왔었으며 2008년 상수원 보호구역에서 해제되었다. 호수를 따라 형성된 9km 정도의 산책코스는 자연탐방 명소(일명 구슬뫼길)로 인기가 높다. 최근까지 상수원 보호구역으로 보호하여 왔으며 유역에 대규모의 농경지, 축사, 농장 등이 분포하고 있어 수질이 양호하고 수변부의 자연성이 잘 보전된 인공호수이다. 호수로 유입되는 큰 하천이 분포하지 않으며 다양한 어류가 유로를 통해 자연 유입이 이루어지지 않는 수역이다. 유입경로는 밝혀져 있지 않으나 인위적인 요인으로 배스(*Micropterus salmoides*)가 군산호수에 정착 후 적응하여 군산호수 전역에 걸쳐 서식하며 개체수가 급격히 증가하여 토착어종의 감소와 수중 생태계의 파괴를 가져왔다. 그 결과 어족자원 고갈과 수중 생태계의 안정성 확보를 위해 인위적으로 배스 제거 활동이 시급하게 된 상태이다. 따라서 배스 제거 활동이 어족자원과 수중 생태계의 안정성 회복에 대한 효과를 분석하고자 본 조사를 실시하였다.

1) Habitat Status and of Feeding Habits of *Micropterus Salmoides* in Gunsan Lake (Oksan Reservoir), Korea
2) BYEON, Hwa Keun, Dept. of Biology Education, Seowon University, E-mail: cottus@seowon.ac.kr

II. 조사 방법

1. 조사 지점

어류 서식 실태를 조사하기 위해서는 다양한 어류의 서식이 가능하고, 족대와 투망으로 채집이 가능하며, 각종 어류의 산란장과 치어 생육장소로 이용이 가능한 곳을 선정하였다. 따라서 수심이 1.5m 이내로 얇은 수역이 광범위하게 분포하고, 웅덩이와 수초대가 함께 위치하여 미소 서식지가 잘 발달되어 있고, 하상 구조가 다양한 수변부를 선정하였다. 조사 지점은 전라북도 군산시 옥산면 남대리 산 334 일대(수변부를 따라 200m 범위에서 실시. N35° 55' 98.4", E126° 45' 26.6").

2. 조사 시기

현장 조사 시기는 2021년 6월과 7월에 걸쳐 실시하였다. 1차 조사는 2021년 6월 4일에 실시하였으며 2차 조사는 2021년 7월 27일에 실시하였다.



〈그림 1〉 조사 수역의 위치도



2021년 6월 4일



2021년 7월 27일

〈그림 2〉 조사 지점의 사진

3. 조사 방법

1) 수환경 조사

수환경 조사는 수심을 줄자를 이용하였으며 하상구조는 Cummins (1962)의 방법 즉 큰 돌(256mm 이상), 작은 돌(256~64mm), 조약돌(64~16mm), 자갈(16~2mm), 모래(2mm 이하)의 분류법을 이용하여 그 비율로 표시하였다. 미소서식지 분포 상태와 수생식물 서식 실태를 조사하였다. 어류 서식에 있어 가장 기본적인 수질 항목인 DO, pH, 전기전도도, 수온 등을 YSI Environmental, USA) 수질측정기를 이용하여 현장에서 조사를 실시하였다.

2) 어류 채집

어류의 채집은 수심이 1.5m 이내인 연안대 수변부를 중심으로 하여 투망(망목 5 × 5mm)과 족대(망목 4 × 4 mm)을, 수심이 1.5m 이상으로 깊은 곳에서는 자망(망목 50 × 50 mm, 15 × 15mm)을 사용하였다. 투망은 30회, 족대는 120분, 자망을 오후 6시에 설치하여 다음날 8시에 수거하였다. 채집된 개체는 현장에서 동정, 계수, 계측을 한 후 즉시 방류하였고 일부 개체는 10% 포르말린용액에 고정하여 실험실로 운반하여 동정·분류하였다. 어류의 동정에는 국내에서 현재까지 발표된 검색표(김, 1997; 최 등, 2002; 김·강, 1993; 김 등, 2005; 채 등, 2019)를 이용하였고, 분류체계는 Nelson(2006)을 참조하였다.

3) 수중 잠수관찰

그물을 이용한 어류 채집 전에 잠수하여 관찰을 하였으며 어류의 도피를 방지하기 위해 산소통을 이용하지 않은 상태에서 잠수하여 관찰을 하였다. 수심이 3.0m 이내의 연안대 수변부 수역에서 실시하였고 수변부를 따라 100m 이내의 수역에서 30분 간 관찰하였다.

4) 포란수

포란수(clutch size)를 조사하기 위하여 6월에 어창으로 포획된 개체 중 난소에 성숙란을 가지고 있는 개체의 포란수를 계수하였다. 성숙란의 직경은 6월에 채집된 개체의 난을 광학현미경 상에서 마이크로미터를 이용하여 측정하였다.

5) 전장빈도 분포

본 종의 연령조사를 위하여 6, 7월에 채집한 전 개체의 전장을 Caliper (1/20mm)로 측정하였고, Peterson method (Bagenal, 1978)에 의한 전장빈도 분포(Total length frequency distribution)를 이용하였다.

6) 식성

본 종의 식성을 조사하기 위하여 전장이 29cm 이하와 30cm 이상인 개체를 각각 30개체씩 선정하였고 위를 절개하여 그 내용물을 조사하였다. 소화관 조사 대상 개체는 먹이 섭취로 위가 충만한 개체에 국한하여 실시하였다. 소화관 내용물의 토출을 막기 위해 채집 즉시 30% 포르말린에 고정시켰고 위를 절개하여 위 내용물을 해부현미경을 사용하여 검경하였으며 소화관 내용물은 Mizuno (1976), Yun (1995), Won *et al.* (2008)의 도감에 의거하여 동정하였다.

7) 어류의 군집 분석

각 조사 지점의 어류 군집을 분석하기 위해 각 조사지점에 대하여 우점도 지수, 종다양성 지수, 균등도, 종풍부도 등을 조사하였다.

(1) 우점도(Dominance index)

각 조사지점별로 개체수 현존량에 의거하여 2종씩을 선정하였으며, 지수의 산출방법은 Mc-

Naughton's dominance index (DI)에 의거하였다(McNaughton, 1967).

$$DI = (n_1 + n_2) / N$$

DI : 우점도지수, N : 총개체수, n_1, n_2 : 제 1, 2 우점종의 개체수

(2) 다양도(Diversity Index)

Margalef (1958)의 정보이론(information theory)에 의하여 유도된 Shannon-Wiever function (Pielou, 1966)을 사용하여 산출하였다. 이는 군집의 종풍부정도와 개체수의 상대적 균형성을 의미하며, 군집의 복잡성을 나타낸다.

$$H' = -\sum_{i=1}^s P_i (\ln P_i)$$

H' : 다양도, S : 전체 종수, P_i : i번째에 속하는 개체수의 비율을 말하며, n_i/N 로 계산(N: 군집 내의 전 개체수, n_i : 각종의 개체수)

(3) 균등도(Evenness Index)

균등도는 각 지수의 최대치에 대한 실제치의 비로서 표현된다. 각 다양도지수는 군집 내 모든 종의 개체수가 동일할 때 최대가 되므로 결국 균등도지수는 군집 내 종구성의 균일한 정도를 나타내는 것으로 Pielou (1966)의 식을 사용하여 산출하였다.

$$E = H' / \ln(S)$$

E : 균등도, H' : 다양도, S : 전체 종수

(4) 종풍부도(Richness Index)

종풍부도지수는 총 개체수와 총 종수만을 가지고 군집의 상태를 표현하는 지수로서 지수값이 높을수록 종의 구성이 풍부하게 되므로 환경의 정도가 양호하다는 것을 전제로 하고 있다. 본 연구에서는 대표적인 지수인 Margalef (1958)의 지수를 사용하여 산출하였다.

$$RI = (S-1) / \ln(N)$$

RI : 풍부도, S : 전체종수, N : 총개체수

III. 결과 및 고찰

1. 조사수역의 수환경

현장 수환경 조사는 2021년 6월 4일에 실시하였다. 조사 수역의 연안대 수변부는 정수역으로 수심이 1.5m로 얇은 수역이 비교적 광범위하게 분포하였다. 하상구조는 큰돌, 작은돌, 조약돌, 자갈, 모래 등이 2 : 3 : 5 : 3 : 6으로 자갈과 모래가 풍부하였다. 모래에는 입자가 매우 작은 펄이 분포하는 하나 모래의 약 20%로 적었다. 연안대 수변부에는 부서지는 암석층이 잘 발달되어 있어 수심이 얇은 연안대 하상에 자갈층이 광범위하게 분포하였다. 미소 서식지로는 하상이 자갈, 모래, 펄 등으로 다양한 정수역이, 1m 이내의 얇은 수변부 내에 광범위한 내만형 웅덩이가 위치하고 있어 다양한 어류의 산란장과 치어 생육 장소로 적합한 수역이었다. 수위 변동이 심하지 않았으며 침수식물과 정수식물이 다량 생육하고 있었다. 수변부에는 초본과 목본 식물이 다량으로 수체와 접하여 생육하고 있었고 부분별로 암석과 자갈 층이 노출되어 있었다. 수질 부분에 있어 6월 4일에는 수온 27.0℃, DO는 10.1mg/L, 전기전도도 464 μ s/cm, pH는 7.1 이었고 7월 27일에는 수온 30.1℃, DO는 11.5mg/L, 전기전도도 449 μ s/cm, pH는 7.0 이었다. 각 조사 기간 동안의 수온은 계절적인 영향으로 높았고 수질은 어류가 서식하기에 적합한 수환경을 유지하고 있었다.

2. 어류상

군산호수에서 출현한 어종은 6월 4일 조사에서 2과 3종 172개체 609.5g(생체량)이 출현하였고 7월 27일 조사에서는 2과 3종 112개체 957.9g이 출현하였다. 조사 시기에 따른 어종 변화는 없었으

〈표 1〉 조사 수역의 수환경

수심(m)	하상구조					비고
	큰돌	작은돌	조약돌	자갈	모래	
0.1~1.5	2	3	5	3	6	정수역

며 2차 조사 시 갈문망둑(*Rhinogobius giurinus*)의 개체수가 감소하였는데 이는 수온 상승으로 인해 인접 수역으로 일시적으로 이동한 것으로 예상되고 배스의 생체량이 증가하였는데 이는 배스 치어가 1차 조사에 비해 많이 성장하여 증가한 결과로 판단된다. 조사기간 동안 출현한 어종은 총 2과 3종 284개체 1,567.4g 이었다. 망둑어과(Gobiidae)에 속하는 종이 2종(66.7%) 이었고 검정우럭과(Centrarchidae)에 1종(33.3%) 이었다. 출현한 어종 중 법정보호종인 천연기념물이나 멸종위기 야생동·식물에 속하는 종의 출현은 없었다. 한국특산종(한국 고유종)에 속하는 종의 출현도 없었다. 건설된지 매우 오래 되었으며(1939년에 조성), 수심이 1.5m 이내로 얕은 연안대가 광범위하게 분포하고, 하상에 침수식물과 정수식물이 분포하여 수변부에는 다양한 초본 식생이 접하고 있는 정수역 저수지로 붕어(*Carassius auratus*), 잉어(*Cyprinus carpio*), 참붕어(*Pseudorasbora parva*), 모래무지(*Pseudogobio esocinus*), 피라미(*Zacco platypus*), 치리(*Hemiculter eigeumanni*), 꼬리(*Opsariichthys uncirostris amurensis*), 대륙송사리(*Oryzias sinensis*) 등이 다양하게 서식할 수 있으나 이들 어종은 서식이 확인되지 않았으며 출현종이 매우 빈약하였다. 이는 인공 저수지로 유입되는 큰 하천이 없어 다양한 어종의 유입이 지속적으로 이루어지지 않았으며 또한 배스가 급격히 증가하여 기존에 서식하던 잉어과(Cyprinidae) 어류가 소멸되었거나 개체수가 급격히 감소한 희소종으로 전락하여 채집이 되지 않은 원인으로 판단된다.

3. 수중 잠수관찰

수중 잠수로 관찰된 어류는 배스 총 320개체(전장 10cm 이하 : 270개체, 10~305cm : 50개체)

〈표 2〉 조사 수역의 어류상(2021. 06. 04)

종명	개체수	개체수 상대 풍부도(%)	생체량(g)	생체량 상대 풍부도(%)	비고
Centrarchidae(검정우럭과)					
<i>Micropterus salmoides</i> (배스)	117	68.02	551.6	90.50	생·교
Gobiidae(망둑어과)					
<i>Rhinogobius giurinus</i> (갈문망둑)	18	10.47	19.5	3.20	
<i>Tridentiger brevispinis</i> (민물검정망둑)	37	21.51	38.4	6.30	
과 수	2				
종 수	3				
개 체 수	172				
총 2과 3종 172개체 609.5g					

생·교 : 생태계 교란야생동·식물 및 외래종

〈표 3〉 조사 수역의 어류상(2021. 07. 27)

종명	개체수	개체수 상대 풍부도(%)	생체량(g)	생체량 상대 풍부도(%)	비고
Centrarchidae(검정우럭과)					
<i>Micropterus salmoides</i> (배스)	82	73.21	935.8	97.69	생·교
Gobiidae(망둑어과)					
<i>Rhinogobius giurinus</i> (갈문망둑)	1	0.89	0.8	0.08	
<i>Tridentiger brevispinis</i> (민물검정망둑)	29	25.89	21.3	2.22	
과 수	2				
종 수	3				
개 체 수	112				
총 2과 3종 112개체 957.9g					

생·교 : 생태계 교란야생동·식물 및 외래종

〈표 4〉 조사 수역의 어류상(종합)

종명	개체수	개체수 상대 풍부도(%)	생체량(g)	생체량 상대 풍부도(%)	비고
Centrarchidae(검정우럭과)					
<i>Micropterus salmoides</i> (배스)	199	70.07	1,487.4	94.90	생·교
Gobiidae(망둑어과)					
<i>Rhinogobius giurinus</i> (갈문망둑)	19	6.69	20.3	1.30	
<i>Tridentiger brevispinis</i> (민물검정망둑)	66	23.24	59.7	3.81	
과 수	2				
종 수	3				
개 체 수	284				
총 2과 3종 284개체 1,567.4g					

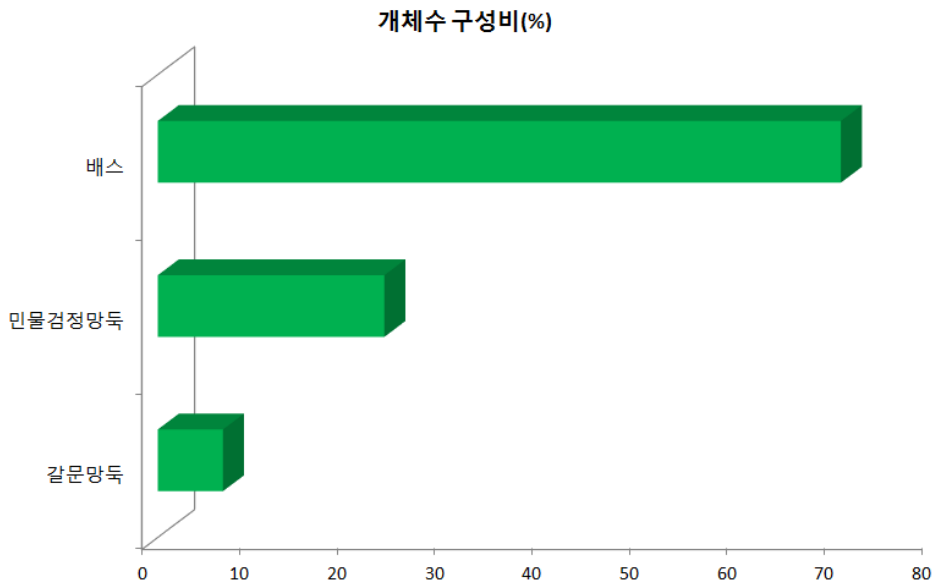
생·교 : 생태계 교란야생동·식물 및 외래종

가 관찰되었으며 당연생 개체, 만 1년생, 2년생, 3년생 등 다양한 연령대의 개체가 관찰되었다. 관찰된 개체 중 당연생 개체가 84.4%로 대부분을 차지하고 있었다. 그 외의 어종은 관찰되지 않았다. 잠수 관찰은 수심 3m 이내 수역에서 실시하였고 갈문망둑(*Rhinogobius giurinus*)과 민물검정망둑(*Tridentiger brevispinis*)은 배스의 공격을 피해 수심이 30cm 이내의 얇은 수역의 자갈 틈에 서식하고 있어 관찰되지 않은 것으로 판단된다. 잠수 관찰 결과 군산호수에서는 배스가 현재 매우 높은 비율로 다량 서식하고 있고 치어의 구성비가 매우 높아 앞으로 배스 개체군의 급격한 증가가 예상되

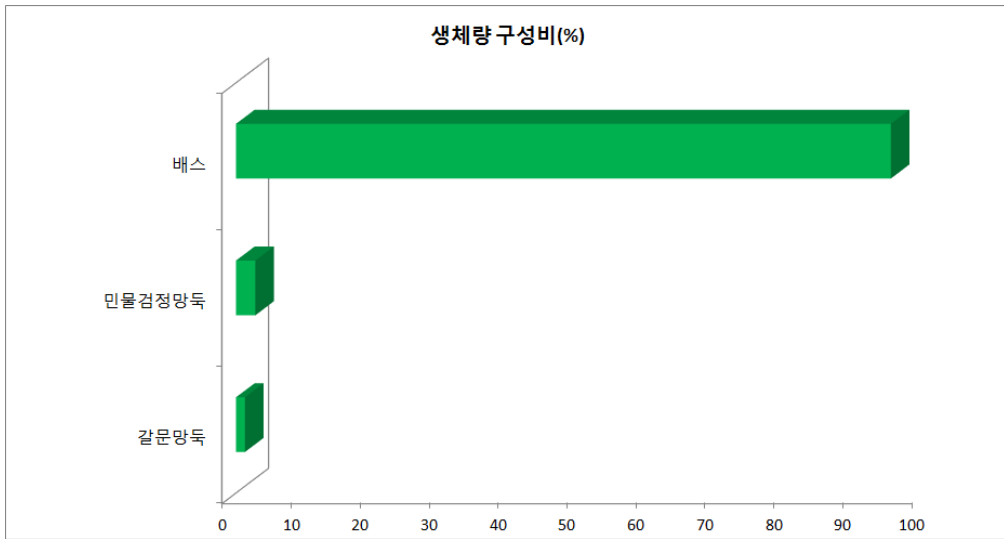
며 토착어종의 다양한 어종과 다양한 개체의 크기가 확인되고 있지 않으므로 지속적인 배스 퇴치 작업이 진행되어야 할 것으로 판단된다.

4. 개체수 구성비

출현한 3종 중 개체수 구성비가 풍부한 어종은 배스(70.1%) 이었다(그림 3). 배스가 본 조사 수역에 서식하는 어종 중 가장 대표적인 종으로 생각된다. 민물검정망둑은 23.24%를 차지하였으며 배스의 공격을 피할 수 있는 자갈 틈 사이에서 서식하고 있었다. 갈문망둑은 6.69%로 출현한 어종 중 개체수 비율이 가장 낮았으며 민물검정망둑과 함께 배스 공격을 피할 수 있는 자갈 틈 사이에서 서식하고 있었다. 조사 수역에서 출현 어종이 매우 빈약하였는데 이는 생태계교란야생동·식물에 속하는 배스가 다량 서식하여 토착어종의 서식에 악영향을 끼친 원인으로 판단된다. 민물검정망둑과 갈문망둑은 저서성 어류로 하상에 다량으로 분포하는 자갈 틈에서 배스의 공격을 피할 수 있어 현재까지 어느 정도 개체군을 유지할 수 있었던 것으로 판단되며 그 외의 유영성 어류는 배스의 먹이로 이용되면서 대부분이 사라진 것으로 생각된다.



〈그림 3〉 출현한 어종의 종별 개체수 구성비(%)



〈그림 4〉 출현한 어종의 종별 생체량 구성비(%)

5. 생체량 구성비

출현한 3종 중 생체량 구성비가 풍부한 어종은 배스(94.9%) 이었다(그림 4). 배스는 개체수에 비해 생체량의 구성비율이 더욱 높게 나타났다. 이는 배스가 출현한 민물검정망둑과 갈문망둑에 비해 각 개체당 생체량이 월등히 높았기 때문이다. 또한 본 조사에서 출현한 민물검정망둑과 갈문망둑은 대부분 크기가 5cm 이내의 치어들이었다. 성어는 자갈 사이에 숨기가 원활하지 않아 대부분 배스의 먹이로 이용된 것으로 추정된다. 민물검정망둑은 3.8%이었고 갈문망둑은 1.3%이었다. 배스를 제외한 다른 어종의 생체량은 매우 적은 상태를 유지하고 있었다. 이러한 현상은 생태계교란야생동·식물에 속하는 배스가 다량 서식하여 토착어종의 서식에 악영향을 끼친 원인으로 판단된다.

6. 우점종

조사 기간 동안 출현한 개체수를 기준으로 하여 우점종과 아우점종을 산정하였다. 그 결과 우점종은 배스(70.7%) 이었고 아우점종은 민물검정망둑(33.2%)이었다. 배스가 우점종으로 출현한 것은 수심이 1.5m 이내로 얇은 연안대 수변부가 광범위하게 분포하여 있었고 하상은 모래와 자갈이 풍부하였으며 침수성 및 정수성 수초가 다량 서식하고 있어 배스의 산란장과 치어생육 장소로 적합하였기 때문인 것으로 판단된다. 또한 수심이 얇은 연안부에는 새우, 민물검정망둑과 갈문망둑 치어가 다량으로 서식하고 있어 먹이 공급원이 풍부하였기 때문인 것으로 판단된다. 또한 수질이 비교적 양호하



배스(우점종)



민물검정망둑(아우점종)

〈그림 5〉 우점종과 아우점종의 사진

고 투명도가 높아 배스의 먹이 포획이 용이하여 서식에 긍정적인 영향을 끼친 것으로 판단된다.

7. 포란수

어창으로 포획된 개체 중 산란이 끝나지 않은 암컷의 포란수와 난의 직경을 측정하였다. 6월에는 포획된 암컷의 포란수가 평균 42,838개체이었다. 군산호에서는 6월에 산란이 끝나지 않은 상태이었다. 난의 직경에 있어 전장이 55.5cm인 개체에서는 평균 직경이 2.37mm, 46.5cm에서는 2.03mm, 37.5cm에서는 1.95mm 이었다. 성숙란의 직경에 있어 전장이 57.5cm인 개체에서는 평균 직경이 2.37mm, 49.9cm에서는 2.00mm, 49.3cm에서는 2.00mm이었다. 난의 직경은 전장이 감소할수록 다소 작았는데 이는 작은 개체의 경우 아직 완전히 성숙하지 않은 미성숙란이 포함되어 있었기 때문이다. 처음 산란에 참가하는 만 2년생인 개체(전장 18~28cm)는 7월에도 완전히 성숙하지 않은 미성숙란을 가지고 있었다. 이들 개체는 큰 개체가 산란을 한 이후 8월 이후에 산란할 것으로 추정되나 지속적인 조사가 필요한 상태이다. 따라서 6월과 7월에 배스를 제거하면 성체뿐만 아니라 다량의 배스 알도 함께 제거되어 배스의 개체군을 감소시키는데 있어 매우 효과적인 것으로 판단된다. 또한 8월 이후에 배스 성체를 제거할 경우 산란에 처음 참가하는 어린 암컷의 알도 함께 제거될 가능성이 매우 높다. 따라서 배스의 개체군 증가를 억제하기 위해서는 산란시기 이전(4~6월)에 집중적으로 포획하는 것이 효과가 매우 높으며 배스를 산란 특성을 고려하면 봄부터 가을까지 실시하는 것이 바람직한 것으로 판단된다.

〈표 5〉 어창으로 포획된 배스의 포란수

6월	전 장(cm)	포란수	난의 직경(mm)
	55.5	87,980	2.37(±0.53)
	49.5	53,294	
	47.0	54,441	
	46.5	43,104	2.04(±0.47)
	44.0	35,311	
	44.0	25,032	
	43.0	32,957	
	41.0	31,289	
	41.0	29,111	
	37.5	35,838	1.95(±0.54)
	평균	42,836	



성숙란



미성숙란

〈그림 6〉 배스 성숙란과 미성숙란 사진

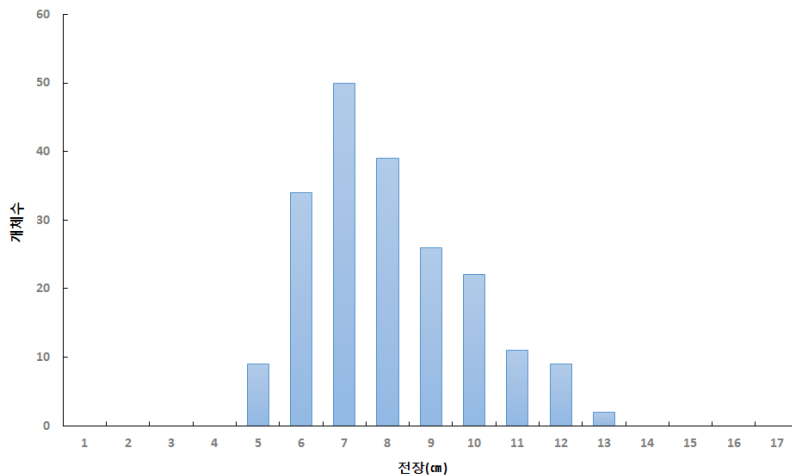
8. 전장빈도 분포도

각 어종별 출현 개체의 전장빈도를 통해 현재 서식하고 있는 개체의 연령을 추정할 수 있으며 이를 통해 각 종의 개체군 동태와 배스로 인한 악영향 등을 파악하고자 한다. 또한 배스 제거가 지속적으로 이루어졌을 경우 각 어종의 개체군 동태와 연령 구성에 미치는 긍정적인 요인을 파악할 수 있을 것으로 생각된다.

○ 배스(*Micropterus salmoides*)

배스는 큰입우럭이라고도 하며 국내의 담수 수계에서 적응하여 번식력과 적응력이 강하고 개체수가 증가하고 있다. 전장은 25~60cm이며 배스(큰입우럭)는 검정우럭과(Centrachidae)에 속하는 어종이다. 등쪽은 푸른색이고 배쪽은 노란색을 띠며 청갈색의 긴 줄무늬가 있다. 머리는 크며 눈은 비

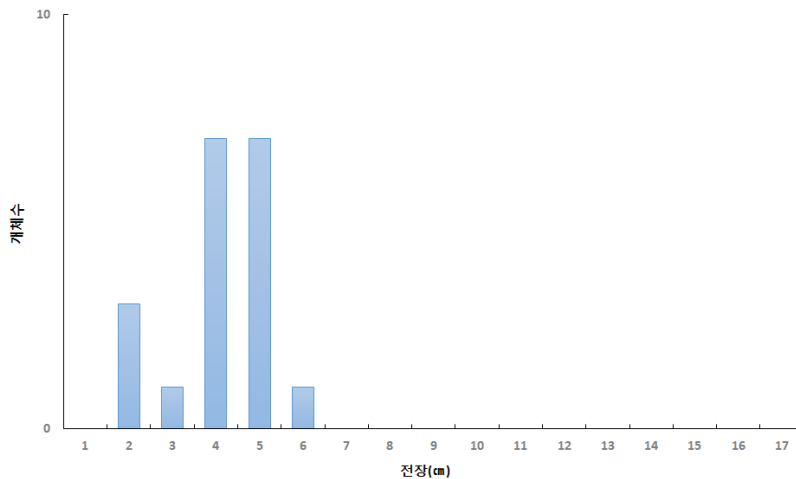
교적 작고 주둥이는 길고 뾰족하다. 머리와 몸통은 옆으로 납작하고 몸이 긴 방추형이다. 입이 크고 하악보다 앞으로 나와 있다. 배스는 물의 흐름이 없는 정수역인 호수나 유속이 느린 하천 하류를 선호한다. 원산지에서는 기수역에서도 서식한다. 강한 육식성이며 산란은 수온이 16~20℃되는 수역의 수초가 있는 바닥에 수컷이 청소를 하고 직경 50cm, 깊이 15cm의 둥지를 만든 후 암컷을 유인하여 산란·방정한다. 한 마리의 수컷은 여러 마리의 암컷을 유인하여 산란 행동을 하는데 보통 1개의 산란장에 수백개에서 1 만개까지의 알을 낳아 부화한다. 수컷은 산란 후 둥지에 있는 알과 치어를 보호한다. 국내에 서식하는 배스의 성장도는 서식 장소에 따라 차이가 있으나 일반적으로 만 1년생은 10~15cm, 만 2년생은 16~25cm, 만 3년생은 26~35cm, 만 4년생은 36~40cm, 만 5년생은 41~45cm, 만 6년생은 46~50cm, 만 7년생은 51cm 이상으로 추정된다(김, 1997). 수심이 1.5m 이내로 얇은 연안대인 본 조사 수역에서 6, 7월에 채집된 개체는 5~13cm로 당연생과 만1년생에 해당하는 개체가 출현하였다. 당연생에 해당하는 어린 치어가 가장 많아 출현 빈도가 높았다. 따라서 본 조사 수역은 배스의 산란장과 치어 생육 장소로 이용되고 있는 것으로 판단된다. 본 조사 수역에는 먹이인 새우와 망둑어과 어류의 치어가 풍부하여 배스 치어가 다량으로 서식하고 있는 것으로 판단된다. 군산호에서 지속적으로 배스를 제거하지 않으면 배스의 개체군이 급격히 증가할 가능성이 매우 높으므로 지속인 제거 작업이 진행되어야 할 것으로 판단된다.



〈그림 7〉 배스의 전장빈도 분포도

○ 갈문망둑(*Rhinogobius giurinus*)

몸의 길이가 7~9cm 개체들은 흔하지만 12cm가 넘는 개체는 흔하지 않다. 몸은 원통형이지만 꼬리쪽으로 갈수록 옆으로 납작하다. 머리도 등쪽은 눈이 있는 곳까지 비늘로 덮여 있지만 뺨과 아가미 덮개에는 없다. 머리는 위아래로 납작하고 주둥이는 뾰족하며 길고 눈 지름의 1.8배쯤 된다. 입이 작아서 입구적은 눈의 앞 끝에 미치지 못하고 아래턱이 위턱보다 짧다. 배쪽에 있는 한 쌍의 빨판은 타원형으로 밀어와 구별된다. 옆줄은 없고 몸은 옅은 황록색이지만 머리와 배 부분이 하얗다. 머리에는 짙은 갈색 반점들이 흩어져 있고 뺨에는 파도처럼 구부러진 불규칙한 짙은 갈색 줄무늬가 있다. 몸의 양쪽 옆면에는 크기가 눈의 지름 정도인 5, 6개의 암갈색 반점이 중앙부에 배열되어 있다. 이 반점들의 사이사이에 작은 반점이 한 개씩 있으며, 파랗게 빛나는 반점들도 많이 흩어져 있다. 등쪽에는 다섯 군데 내외의 불규칙한 무늬가 있다. 바닥에 모래나 자갈이 깔려있는 하천의 여울이나 소에서 산다. 밀어에 비하면 물살이 느린 곳에 많다. 저수지에서도 많이 발견되고 주로 물속에서 사는 곤충을 잡아먹지만 돌에 붙은 미생물이나 다른 물고기들의 알을 먹기도 한다. 알을 낳는 시기는 7~10월이고 하천의 중류나 하류의 여울, 물살이 느리고 수심이 50cm 이하인 하천 바닥에 깔린 돌 밑에다가 알을 낳는다. 알은 한 겹으로 붙이고 수컷이 그것을 지키며 수정된 알은 수온 25℃에서 4일이면 부화하는데 전장이 2.5~2.7mm에 이르고 11.3mm 되면 지느러미살을 거의 갖추게 되고 14~19mm에 이르면 비늘이 나타나고 성어와 거의 같은 형태를 갖추게 된다. 만 1년이면 몸의 길이가 3cm 이상으로 자라며 만2년생이 되어야 산란을 할 수 있다. 우리나라의 거의 모든 하천에 분포할 뿐만 아니



〈그림 8〉 갈문망둑의 전장빈도 분포도

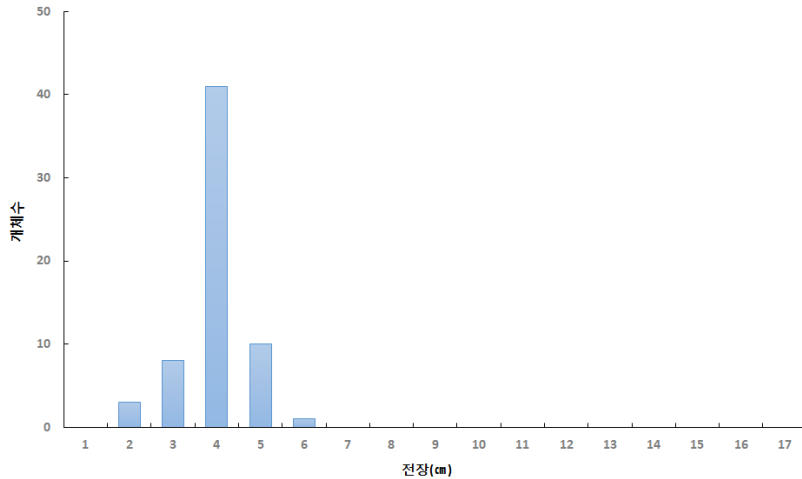
라 북한, 중국, 일본, 러시아 등지에서도 분포한다(김, 1997). 본 조사 수역에서는 2~6cm에 해당하는 개체가 다량으로 출현하여 당연생, 만 1년, 만 2생 등에 해당하였다. 채집된 개체 중 만 1년생에 해당하는 치어가 대부분이었다. 성체로 성장한 개체는 거의 출현하지 않았는데 이들 큰 개체는 배스에 의해 포식되어 개체수가 매우 희소해진 것으로 판단되나 지속적인 조사가 필요한 상태이다.

○ 민물검정망둑(*Tridentiger brevipinis*)

전장이 7~10cm의 개체들이 보통이고 때로는 13cm 내외인 것도 있다. 머리는 위아래를 납작하고 몸은 후방으로 갈수록 옆으로 납작하다. 주둥이는 뾰족하고 윗턱과 아래턱의 길이는 같다. 후두부, 복부 그리고 두정부에 비늘이 있다. 성숙한 수컷의 제1등지느러미 제3기조의 길이는 검정망둑보다는 비교적 짧아서 후방을 길게 펼 경우 제2등지느러미의 전단에 미친다. 체색은 물속에서 검은색을 띠나 물 밖으로 나오면 연한 갈색으로 변한다. 민물검정망둑은 순수한 담수역의 자갈과 돌이 많은 곳에 서식하며 산란기는 5~7월로 돌 틈 사이에 산란실을 만들어 서양배 모양의 알을 한 층으로 조밀하게 부착시키며 수컷은 이 알들이 부화할 때까지 그 자리에서 보호한다. 진흙 바닥에도 서식하나 자갈 등 견고한 곳을 선호한다. 먹이 생물은 잡식성이지만 부착조류를 먹기도 한다. 우리나라에서는 거의 전국적으로 분포하고 국외로는 일본에 분포한다(김, 1997). 본 조사에서 출현한 개체는 2~6cm로 당연생, 만 1년생, 만 2년생 등으로 추정된다. 출현한 개체 중 당연생에 해당하는 치어가 대부분이었다. 이들 어린 치어는 자갈층 틈새에 서식하며 배스의 공격으로부터 몸을 피한다. 군산호 연안대 얕은 수역에는 자갈층이 잘 발달되어 있어 민물검정망둑의 치어가 안전하게 서식할 수 있는 공간을 제공하고 있는 것으로 판단된다. 그러나 6cm 이상으로 성체가 되면 배스의 공격으로부터 몸을 피할 수 있는 공간이 확보되지 않아 배스의 먹이로 다량 소비되어 매우 희소하였던 것으로 판단된다.

9. 조사 수역의 어류 군집 분석

수심이 1.5m 이내의 수변부 연안대에서의 어류 군집지수 분석결과, 종다양성 지수 0.77로 매우 낮았고 우점도 지수는 0.93으로 매우 높았다. 균등도 지수는 0.70 이었고 종풍부도 지수는 0.35로 매우 낮았다. 본 조사 수역은 출현종 수가 매우 적었으며 배스와 민물검정망둑의 우점도가 매우 높아 불안정한 어류 군집 구조를 유지하고 있었다.



〈그림 9〉 밑어의 전장빈도 분포도

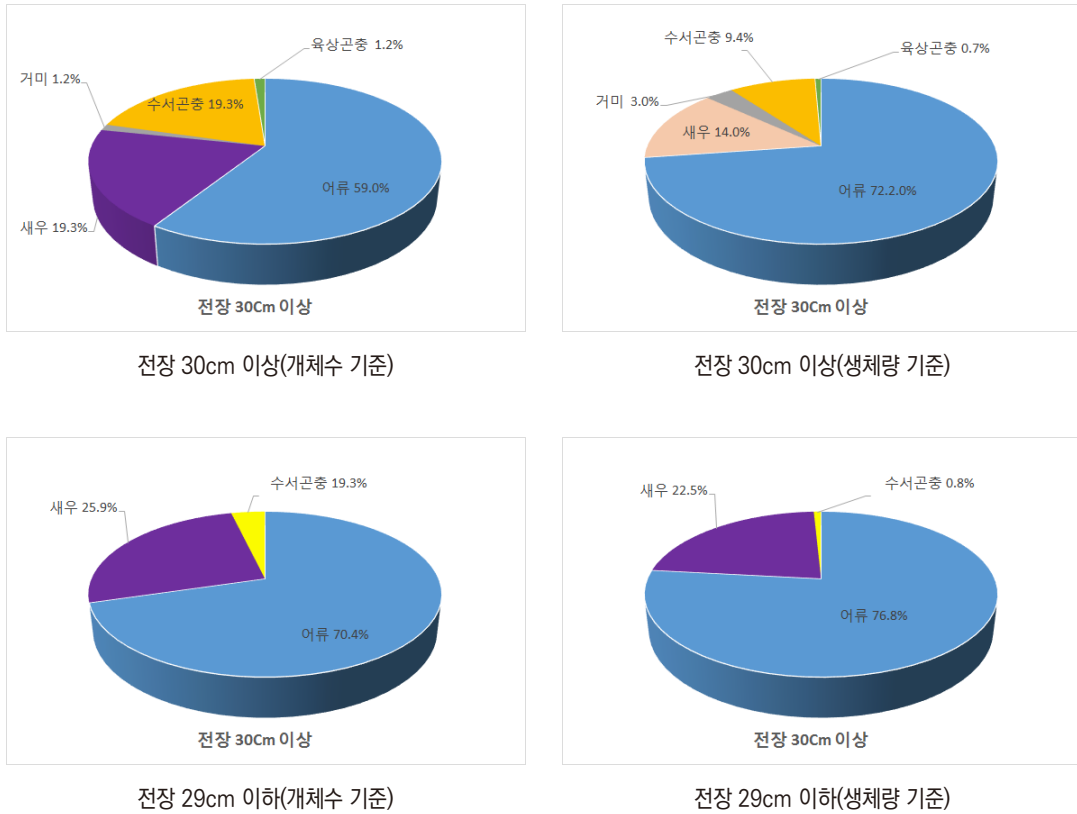
10. 배스의 식성

포획된 배스의 위를 분석한 결과 먹이가 비어 있는 공복을 유지하는 개체는 전장이 30cm 이상인 개체의 경우 18.5%이었고 29cm 이하의 개체는 12.5%로 크기가 큰 개체에서 공복율이 높았다. 이는 크기가 큰 개체는 먹이 대상 생물이 어류이며 크기가 크고 빠르게 움직이므로 섭식에 어려움이 있어 공복을 유지하는 경우가 높았던 것으로 생각된다. 공복율은 용담호와 옥정호(섬진강댐호)에 비해 낮았는데 이는 군산호수 수체가 용담호나 옥정호에 비해 투명도가 높아 먹이 섭식 행위가 용이하여 나타난 것으로 추정되며 또한 먹이원이 다양하고 비교적 풍부한 원인이 있을 것으로 추정된다.

위 속에서 확인된 먹이생물은 어류(fish), 새우(shrimp), 거미(spider), 수서곤충(aquatic insect), 육상곤충(insect), 동물플랑크톤(zooplankton) 등이었다. 용담호에 비해 위 내용물에서 발견된 먹이가 다양하였다. 어류에는 배스(*Micropterus salmoides*), 갈문망둑(*Rhinogobius giurinus*), 민물검정망둑(*Tridentiger brevispinis*) 등이 위속에서 발견되었고 소화가 진행되어 동정이 불가능한 개체도 다수 있었다. 이들 어류 중에는 민물검정망둑과 배스 치어가 많이 발견되었는데 군산호수에서는 배스가 주로 이들 어종을 서식하고 있었다. 국내에 서식하는 배스는 제한된 서식공간 내에서 먹이가 부족하면 같은 종의 치어인 배스 치어를 섭식하는 공식(cannibalism) 현상이 강하게 일어나는 것으로 나타났다. 새우류에서는 징거미새우(*Macrobrachium nipponense*)와 줄새우(*Palaemon paucidens*) 2종을 섭식하고 있었다. 육상생활을 하는 거미가 위 내용물에서 발견되었는데 육상생

활을 하던 거미가 물에 떨어져 움직이는 과정에서 배스에게 섭식된 것으로 생각된다. 수서곤충에 있어서는 동양하루살이(*Ephemera orientalis*) 성충, 가는실잠자리(*Indolestes peregrinus*) 성충과 유충, 검은물잠자리(*Calopteryx atrata*) 성충, 잔산잠자리(*Macromia amphigena*) 유충 등을 섭식하였다. 육상곤충에 속하는 땅벌(*Vespa flaviceps*) 성체가 위 내용물에서 확인되었는데 이는 활력을 잃은 땅벌이 물에 떨어진 이후 물 표면에 떠서 움직일 때 배스에 섭식된 것으로 생각된다. 동물플랑크톤에 속하는 물벼룩(*Daphnia pulex*)이 배스의 치어 중 크기가 작은 당연생 개체의 위에서 다수 확인되었다. 크기가 매우 작은 개체는 동물성 플랑크톤을 섭식하는 것으로 나타났다. 물벼룩(*Daphnia pulex*)은 크기가 매우 작아 현미경으로만 관찰이 가능한 상태이므로 다른 먹이들과 크기의 차이가 매우 심하므로 먹원생물들 간의 개체수와 생체량 비교에서는 제외하였다.

포획된 배스 중 전장이 30cm 이상에서는 먹이 개체수 기준으로 어류가 59.0%, 새우가 19.3%, 거미가 1.2%, 수서곤충이 19.28%, 육상곤충이 1.3% 이었고 생체량 기준으로는 어류가 72.2%, 새우가 5.3%, 거미가 3.0%, 수서곤충이 9.4%, 육상곤충이 0.7%를 차지하였다. 이들 개체는 어류, 새우, 수서곤충 등을 주로 섭식하였으며 개체수 구성에 있어서는 다양하였으나 생체량에 있어서는 어류가 대부분을 차지하였다. 섭식된 어류는 개체수에 있어서 대부분이 민물검정망둑이었으나 생체량에 있어서는 배스 치어가 대부분을 차지하고 있었다. 29cm 이하의 개체에서는 먹이 개체수 기준으로 어류가 70.4%, 새우 25.9%, 수서곤충 3.7%로 어류가 가장 높았다. 생체량 기준으로는 어류가 76.8%, 새우류 22.5%, 수서곤충 0.8%로 어류가 대부분을 차지하였다. 20cm 이하의 작은 배스는 배스 치어를 섭식하지 않았으며 민물검정망둑을 집중적으로 섭식하였고 또한 새우도 많이 섭식하였다. 30cm 이상 큰 개체에 비해 수서곤충의 섭식량도 낮았다. 군산호수에서 서식하는 배스의 주요 먹이원은 어류와 새우이었다. 배스의 크기가 작으면 민물검정망둑 치어와 새우를 주로 섭식하나 성장하여 30cm 이상이 되면 배스 치어, 민물검점망둑, 갈문망둑, 새우, 수서곤충 등 주로 섭식하며 먹이 생물이 다양하였다.



〈그림 10〉 밑어의 전장빈도 분포도

〈표 6〉 군산호수에서 포획된 배스의 식성

먹이 항목	30cm 이상		29cm 이하	
	개체수	생체량(g)	개체수	생체량(g)
어류(fish)				
농어목(Perciformes)				
검정우럭과(Centrarchidae)				
배스(<i>Micropterus salmoides</i>)	6	16.72		
망둑어과(Gobiidae)				
갈문망둑(<i>Rhinogobius giurinus</i>)	3	1.60		
민물검정망둑(<i>Tridentiger brevispinis</i>)	37	6.73	38	9.98
동정불가(unable to identification)	3	2.21		

〈표 6〉 계속

먹이 항목	30cm 이상		29cm 이하	
	개체수	생체량(g)	개체수	생체량(g)
새우(Shrimp)				
십각목(Decapoda)				
징거미새우과(Palaemonidae)				
징거미새우(<i>Macrobrachium nipponense</i>)	4	2.07	2	0.94
줄새우(<i>Palaemon paucidens</i>)	12	3.22	12	1.98
거미(spider)				
거미목(Araneae)	1	1.43		
수서곤충(aquatic insect)				
하루살이목(Ephemeroptera)				
하루살이과(Ephemeridae)				
동양하루살이(<i>Ephemera orientalis</i>)	2	0.27	1	0.03
잠자리목(Odonata)				
청실잠자리과(Lestidae)				
가는실잠자리(<i>Indolestes peregrinus</i>)	6	0.36	1	0.07
물잠자리과(Calopterygidae)				
검은물잠자리(<i>Calopteryx atrata</i>)	3	0.36		
잔산잠자리과(Macromiidae)				
잔산잠자리(<i>Macromia amphigena</i>)	5	2.56		
육상곤충(insect)				
벌목(Hymenoptera)				
말벌과(Vespidae)				
땅벌(<i>Vespula flaviceps</i>)	1	0.25		
동물플랑크톤(zooplankton)				
새각목(Branchioda)				
물벼룩과(Daphniidae)				
*물벼룩(<i>Daphnia pulex</i>)			*180	
계	83	37.78	54	13.00

* : 물벼룩은 동물플랑크톤에 속하며 크기가 매우 작아 현미경으로만 관찰이 가능하므로 다른 먹이들과 크기 차이가 매우 심하므로 개체수와 생체량 비교에서 제외하였음.

		
배스 치어(어류)	민물검정망둑(어류)	갈문망둑(어류)
		
민물검정망둑 치어(어류)	먹이 섭식 상태	징거미새우
		
줄새우	거미	동양하루살이 유충
		
동양하루살이 성충	가는실잠자리 유충	가는실잠자리 성충
		
잔산잠자리 유충	땅벌	물벼룩

〈그림 11〉 배스 위 내용물의 먹이 사진

참고문헌

- 김익수, 강언중. 1993. 원색 한국어류도감. 아카데미서적, 서울.
- 김익수. 1997. 한국동식물도감, 제 37권 동물편(담수어류). 교육부.
- 김익수, 최윤, 이충렬, 이용주, 김병직, 김지현. 2005. 원색한국어류도감. (주)교학사, 서울.
- 채병수, 송호복, 박종영. 2019. 야외원색도감 한국의 민물고기. LG상록재단. 서울.
- 최기철, 전상린, 김익수, 손영목. 2002. 원색한국육수어도감. 향문사.
- Bagenal, T. 1978. Methods for assessment of fish production in fresh waters. Blackwell Scientific, pp. 48-116.
- Cummins, K. W. 1962. An evaluation of some techniques for the collection and analysis of benthic samples with special emphasis on lotic waters. *Am. Midl. Nat.* 67: 477-504.
- Margalef, R. 1958. Information theory in ecology. *General Systems.* 3:36-37.
- McNaughton, S. J. 1967. Relationship among functional properties of California Grassland. *Nature*, 216: 144-168.
- Mizuno, T. 1976. Illustrations of the freshwater plankton of Japan. Hoikusha Publishing, Japan. 265 pp.
- Nelson. J. S. 2006. Fishes of the world(4rd ed). John Wiley & Sons, New York.
- Pielou, E. C. 1966. Shannon's formula as a measure of specific diversity. *The American Naturalist*, 100: 463-465.
- Yun, I. B. 1995. Aquatic insects of Korea. Korea University. Korea. 218pp.
- Won, D. H., Kwon, S. J., Jun, Y. C. 2008. Aquatic insects of Korea. Korea Ecosystem Service Co., Ltd. Korea. 359pp.