

서식처 유형에 따른 갑천의 어류군집 특성

이 동 준 · 변 화 근 · 최 준 길*

(상지대학교 생명과학과)

Characteristics of Fish Community in Gap Stream by Habitat Type. Lee, Dong-jun, Hwa-Kun Byeon and Jun-ki Choi* (Department of Biological Science, Sangji University, Wonju 220-702, Korea)

The natural type section of Gap Stream was divided into 7 sites, such as, closed pool, runs, riffle, opened pool, pool, rock-scattered riffle, and Dam-type pool. The ecological characteristics of fish community at each site was examined from April, 2007 to October, 2008. During the survey period, 29 species belonging to 8 families were collected, and *Carassius auratus* (St. 1), *Coreoleuciscus splendidus* (St. 3), *Acheilognathus lanceolatus* (St. 4) and *Zacco platypus* (St. 2, 5, 6, 7) were characteristic species that represent each habitat. The species of *C. auratus* preferred physical habitat with sand-bottom pool, moderate depth of 65~90 cm, and stagnant water. The species of *C. splendidus* mainly preferred physical habitat with cobbles and pebbles are scattered riffles (St. 3), moderate depth of 65~90 cm, and flow velocity is 0.14~0.85 m sec⁻¹. It also preferred where concentration of BOD, COD, TN, TP and SS is low and DO's value is high, because the flow velocity is fast. *A. lanceolatus* preferred where the depth of water is low (3~44 cm) like an opened pool (St. 4) and the flow velocity is slow (0.01~0.02 m sec⁻¹). *Z. platypus* dominated in a variety of habitats such as runs (St. 2), pool (St. 5), rock-scattered riffles (St. 6) and D-type pool (St. 7), and it preferred places where flow is abundant and riverbed structure is diverse. On the other hand, 4 individuals of *Iksookimia choii* appeared at rock-scattered riffles (St. 6). *I. choii* appeared in this research lived in where the width of river is 24 m, the depth of water is 3~35 cm and the flow velocity is 0.01~0.49 m sec⁻¹, and riverbed structure was diversely formed with boulder to sand. Also, water temperature, EC, BOD, COD, TN and TP was low, but concentrations of DO and SS were high comparatively. Therefore, it seems that *I. choii* can live only in physical and chemical environment with similar conditions.

Key words : Gap Stream, habitat type, riverbed structure, *Iksookimia*

서 론

하천은 이·치수 기능뿐만 아니라 동·식물의 서식처 기능, 심미적 기능 등의 환경기능이 있다. 하지만 최근 수십 년간 하천은 발전, 홍수 조절, 용수 확보 등을 위한 댐

과 보를 설치하였고, 치수 안전 확보를 위한 하천 개수와 제방 축조 등 치수와 이수의 관점에서 주로 관리되어 왔다(조, 2009). 그 결과 홍수와 물 부족 문제에 대해서는 어느 정도 성과를 거뒀지만 환경기능으로서의 하천의 역할은 상대적으로 축소되었다. 또한 하천은 다양한 생물 서식처를 제공함에도 불구하고 산업화에 의한 개발사업

* Corresponding author: Tel: 033) 730-0434, Fax: 033) 730-0430, E-mail: jkilchoi@sangji.ac.kr

과 댐의 축조, 하천 정비 및 복개, 골재채취 등으로 서식처가 파괴되었으며, 이로 인한 환경변화와 하천생태계의 불안정화 등에 의해 멸종되는 종들이 나타나고 있다(박과 이, 2008).

최근 들어 하천생태계에 관심이 높아져 생태적으로 교란된 하천을 복원하고 있으며 하천이 복개된 지역을 중심으로 하천을 복원하거나 인공하천을 만들어 자연형 하천으로 바꾸어 가고 있다(김과 안, 2006). 이와 같은 시점에서 자연형 하천을 통한 연구는 직강화와 콘크리트로 정비된 하천에서 생태적인 하천으로의 복원에 큰 역할을 한다고 할 수 있다.

갑천은 충청남도과 전라북도의 경계를 이루는 대둔산(877.7 m)에서 발원하여 논산군의 산간 계곡을 거쳐 대전으로 유입되면서 두계천 및 매노천과 합류하고 이후 북상하면서 진잠천, 유성천, 탄동천과 합류하며 다시 유동천과 합류한 후 법동천, 관평천을 지나 금강 본류에 유입되는 금강 지류 중 큰 하천으로 국가하천으로 관리되고 있다. 특히 본 조사 구간은 자연하천구간으로 주로 사행천을 형성하고 있으며, 광대한 갈대 군락과 초원, 크고 작은 자연 소택지, 늪, 웅덩이 등의 형태로 자연환경이 잘 보존되어 있는 곳이다(심, 2001). 이와 같이 본 구간은 하상 상태가 양호한 편이며 다양한 미소서식지를 유지하고 있기 때문에 각 서식처에 따른 어류군집의 특성을 분석하는데 적합한 지역으로 판단된다. 국내에서 중 규모 하천의 서식처 유형에 대한 어류상과 군집 연구는 복하천에 대한 보고가 있다(변과 손, 2003). 지금까지 갑천에 대한 어류조사는 최(1987), 김과 이(2000), 이(2001)에 의한 조사가 있었으나 서식지별 어류에 대한 연구는 적을 뿐더러 최근의 연구는 실질적으로 전무한 상황이다. 따라서 본 연구는 갑천의 자연형 구간 가운데 비교적 서식처별 유형이 뚜렷한 7개 지점을 선정하여 각 서식처별 어류군집의 생태적 특성을 밝히고 생물서식처 조성 시 필요한 기초자료를 제공하고자 수행되었다.

재료 및 방법

1. 조사지점 및 시기

조사지점은 각 서식처 유형을 달리하는 자연형 구간 중 총 7개 지점을 선정하였으며 각 지점의 행정구역 명칭은 다음과 같다(Fig. 1).

St. 1: 대전시 유성구 월평동 만년교 상방(N 36° 20'13.5" E 127° 21'20.3")

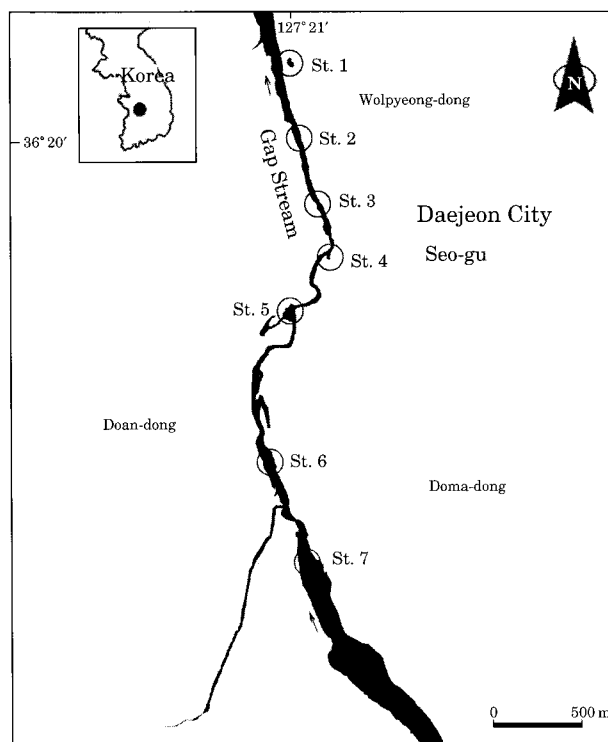


Fig. 1. The map showing the sampling site in the Gap Stream.

- St. 2: 대전시 유성구 월평동(N 36° 20'00.2" E 127° 21'23.0")
- St. 3: 대전시 서구 가수원동(N 36° 19'41.2" E 127° 21'28.8")
- St. 4: 대전시 서구 가수원동(N 36° 19'34.6" E 127° 21'30.6")
- St. 5: 대전시 서구 가수원동(N 36° 19'23.7" E 127° 21'23.5")
- St. 6: 대전시 서구 가수원동(N 36° 18'59.8" E 127° 21'15.2")
- St. 7: 대전시 서구 가수원동(N 36° 18'32.6" E 127° 21'24.5")

현장조사 기간은 2007년 4월부터 2008년 10월까지 총 7회에 걸쳐 실시하였으며 조사 시기는 다음과 같다.

- 1차 조사: 2007년 4월 13일~14일
- 2차 조사: 2007년 6월 28일~29일
- 3차 조사: 2007년 9월 12일~13일
- 4차 조사: 2007년 11월 1일~2일
- 5차 조사: 2008년 4월 16일~17일
- 6차 조사: 2008년 5월 29일~30일

Table 1. Physical factor of the surveyed each station in the Gap Stream from April, 2007 to October, 2008.

Stations	Stream width (m)	Water depth (cm)	Water current (m sec ⁻¹)	Bottom structure
				*B:C:P:G:S
1	8	65~90	0	1:9
2	35	6~65	0.01~0.1	3:4:2:1
3	10	8~38	0.14~0.85	2:3:3:1:1
4	10	3~44	0.01~0.02	2:8
5	15	8~69	0~0.43	4:3:3
6	24	3~35	0.01~0.49	1:3:2:2:2
7	135	15~150	0.03~0.3	2:3:5

*B: Boulder (>256 mm), C: Cobble (64~256 mm), P: Pebble (16~62 mm), G: Gravel (2~16 mm), S: Sand (0.1~2 mm)=by Cummins (1962)

Table 2. Environmental factors of the surveyed each station in the Gap Stream from April, 2007 to October, 2008.

Stations	WT (°C)	DO (mg L ⁻¹)	pH	EC (μS cm ⁻¹)	SS (mg L ⁻¹)	BOD (mg L ⁻¹)	COD (mg L ⁻¹)	TN (mg L ⁻¹)	TP (mg L ⁻¹)
1	10.6~21.8	7.12~8.82	7.21~7.52	132.7~163.5	20.7~36.8	5.7~7.2	6.9~9.4	2.31~3.18	0.168~0.332
2	10.2~20.8	8.26~9.40	7.30~7.48	122.4~143.8	6.8~12.8	2.5~2.8	3.6~4.4	1.22~2.38	0.051~0.092
3	10.1~20.9	8.31~9.48	7.27~7.99	130.5~145.1	7.1~13.6	1.7~2.1	2.9~4.2	1.56~2.61	0.038~0.057
4	10.4~21.6	7.95~9.33	7.18~7.28	132.1~147.2	4.4~6.9	1.6~3.8	2.8~4.5	1.48~2.33	0.072~0.097
5	10.0~20.7	8.52~10.19	7.32~8.49	133.9~152.4	6.2~16.4	1.5~2.6	2.4~3.6	1.36~2.18	0.056~0.064
6	10.1~20.6	8.29~9.81	7.29~8.40	130.3~155.9	5.3~16.3	1.5~1.8	2.8~4.1	1.68~2.35	0.044~0.068
7	10.0~20.7	8.14~9.45	7.95~8.77	144.8~152.7	10.7~15.6	1.5~2.3	2.6~3.8	1.72~2.92	0.051~0.069

7차 조사: 2008년 10월 22일~23일

2. 조사방법

1) 어류의 채집 및 분류

어류의 채집은 정량 조사를 위하여 투망(5×5 mm)과 족대(4×4 mm)를 각각 14회, 40분간 실시하였다. 채집된 어류는 현장에서 동정한 후 대부분 방류하였고 일부 개체만 10% 포르말린 용액으로 고정된 다음 실험실로 운반하여 동정·분류하였다. 어류의 동정에는 국내에서 발표된 검색표(김과 박, 2002; 김 등, 2005)를 이용하였고 분류체계는 Nelson(2006)을 따랐다.

2) 서식지의 물리·화학적 특성분석

서식지 내 물리·화학적 특성분석은 현장조사와 실험실로 구분하였다. 수심, 유속, 하상구조는 2007년 4월에 현장에서 조사하였고 이 중 수심 및 유속은 조사 지점별로 1m 간격을 두고 횡단측량을 실시하였다. 수심은 Total Station (탑콘 DT-209P)을 이용하여 실시하였고, 유속은 Flowmeter Pottable FLO-MATE (2000)을 이용하였으며, 하상구조는 Cummins(1962)에 의거하여 현장에서 육안으로 관찰하였다. 화학적 특성은 2007년 4월, 8월, 11월, 2008년 4월 등 총 4차례에 걸쳐 현장에서 수온, 수소이온 농도(pH), 전기전도도(EC), 용존산소(DO) 등을 측정

하였으며, 실험실에서는 탁도(SS), BOD, 총질소(TN), 총질소(TP) 등을 분석하였다. 현장조사에서 실시한 수온, pH, EC, DO는 HACH-HQ40d를 이용하였으며, 실험실 내에서 분석이 이루어진 SS, BOD, TN, TP 등은 수질공정시험법에 준하여 실시하였다(Ecoriver 21, 2008).

3) 시식처 구분

금강 지류 중 규모가 비교적 큰 하천인 갑천의 자연형 구간 약 3km 가운데 비교적 서식처별 유형이 뚜렷한 7개 지점을 선정하여 조사를 실시하였고 미소서식처 구분은 자연과 함께하는 하천복원 기술개발 연구단(Ecoriver 21, 2008)의 기준에 따랐으며, 각 미소서식처의 수환경 분석은 Table 1, 2와 같다.

St. 1: 폐쇄형 웅덩이(Closed pool)

폐쇄형 웅덩이(범람형)는 대규모의 홍수 시 하천수와 합쳐지는 구간으로 평상시에는 본천과 연결되어 있지 않으며 하천에서 토양층을 통해 침투되는 물과 복류수에 의해 유지되는 지점이다. 식생은 초본류가 다량 생육하고 있었으며 주변 지역으로 교목과 관목이 분포하고 있었다. 하상은 모래가 대부분이었고 낙엽과 수생식물이 퇴적되어 있었다. 하폭은 최대 8m로 물의 흐름이 전혀 없는 정수역이었으며, 수심은 65~90 cm 정도로 다소 깊었다. 수질측정 결과 DO, pH 값은 낮게 나타난 반면 수온, EC,

SS, BOD, COD, TN, TP 값은 높게 나타났다. 특히 SS, BOD, COD 값은 다른 지점에 비해 매우 높은 값을 보여 수질이 많이 악화되어 있는 것으로 나타났다. 폐쇄형 웅덩이는 상류로부터 공급된 미세토사가 퇴적되어 있어 높지 않은 형태를 보이며, 수질의 악화로 인해 부영양화 상태에 이르는 등 다양한 어류가 서식하기 힘든 곳으로 생각된다.

St. 2: 평여울(Runs)

여울은 하도가 사행함으로써 발생하는데 유속에 따라 급여울과 평여울로 구분되며 평여울은 유속이 완만한 구간으로 유량이 풍부하다. 식생은 제방을 따라 초본류가 다량 생육하고 있었으며, 일부 교목과 관목이 분포하기도 하였는데 이는 어류의 은신처와 산란장의 역할을 하고 있었다. 하상구조는 작은돌과 조약돌이 70% 정도를 차지하고 있었으며 부분적으로 자갈과 모래가 산재하고 있었다. 하폭은 35 m, 최대수심은 65 cm 정도였으며 최대유속은 0.1 m sec⁻¹로 다소 느린편이었다. 수질측정 결과 DO의 농도는 높게 나타났으며 BOD, COD, TN, TP, SS의 농도는 비교적 낮은 것으로 조사되었다.

St. 3: 급여울(Riffles)

하상경사가 급하게 바뀌어서 생기는 구간으로 빠른 유속으로 인해 지형과 하상구조가 급하게 변화하는 지점이다. 최대유속이 0.85 m sec⁻¹로 매우 빠른 것으로 나타났으며, 하폭은 10 m 정도로서 좁은 편이었다. 최대수심은 38 cm 정도였으며 하상구조는 큰돌이 곳곳에 산재되어 있었고 대부분이 작은돌과 조약돌로 이루어져 있었다. 수질측정 결과 BOD, COD, TN, TP, SS의 농도는 낮았으며 DO는 높게 나타났다. 유속이 빠르기 때문에 하상재질의 입자가 다른 지점에 비해 상대적으로 컸으며 오염물질이 퇴적되지 않고 하류로 흘러드는 경향을 보였다.

St. 4: 내만형 웅덩이(Opened pool)

내만형 웅덩이는 만곡부 내측, 사주의 말단에 주로 형성되며 수심이 얕고 유속이 거의 없으며, 수변부의 육지역으로 깊게 들어간 장소나 그러한 형태의 웅덩이를 말한다(Ecoriver 21, 2008). 본천과 연결되어 있으나 유량은 적은 편이었고 최대수심은 44 cm 정도, 최대유속은 0.02 m sec⁻¹로 매우 느린 흐름을 나타냈다. 하상구조는 대부분 모래로 구성되어 있었으며 수변부를 따라 초본류가 다량 생육하고 있었다. 수질측정 결과 BOD, COD, TN, TP, SS의 평균 농도가 비교적 낮은 것으로 조사되었다. 화학적 수치 값이 낮게 조사되었는데 이는 유속이 느리지만 하천과 연결되어 있어 수시로 물의 유출이 이루어

지며 강우 시 유량이 증가하면 하상에 퇴적된 유기물이 하류역으로 유실되기 때문인 것으로 생각된다.

St. 5: 소(Pool)

상류 여울부의 빠른 유속으로 인해 침식 및 퇴적이 이루어지는 웅덩이로 사주의 영향으로 사행을 하며 하류부에는 평여울이 나타난다. 하상은 대부분 조약돌, 자갈, 모래로 구성되어 있었으며 최대수심은 69 cm, 하폭은 15 m 그리고 최대유속은 0.43 m sec⁻¹ 정도로 비교적 빠른 유속을 나타냈다. 수질측정 결과 수온, BOD, COD, TN, TP 값은 비교적 낮은 수치를 나타냈고 DO, SS의 농도는 다른 지점에 비해 비교적 높은 수치를 나타내는 것으로 조사되었다. 이는 본 지역이 웅덩이의 성격을 띄고 있으나 상류의 급여울의 영향을 받기 때문인 것으로 판단된다.

St. 6: 징검여울(Rock-scattered riffles)

하도 내에 존재하는 자연석이 징검다리과 같이 배치됨으로써 통수단면이 축소되고 그 결과 유속이 빨라지게 되어 발생하는 여울을 말한다. 이러한 여울은 수심이 낮고 유속이 주변부에 비하여 빠르다. 징검다리형 여울을 이루는 자연석 주변으로는 물의 흐름에 의하여 형성된 미세한 작은 웅덩이가 어류의 일시적인 피난처 기능을 하며, 또한 유속이 상대적으로 빠르기 때문에 부착성저서 동물들이 서식하는 경향이 많다(Ecoriver 21, 2008). 식생은 양측 제방을 따라 초본류가 다량 생육하고 있었으며 교목과 관목이 부분별로 분포하고 있었다. 하폭은 약 24 m 정도이며 유로 중간에 징검다리과 같은 암반이 노출되어 있는데 최대수심 35 cm, 최대유속 0.49 m sec⁻¹였다. 유량은 풍부한 편이었고 하상구조는 일부 큰돌을 포함하여 작은돌, 조약돌, 자갈, 모래 등 다양하게 분포되어 있었다. 수질측정 결과 수온, EC, BOD, COD, TN, TP의 농도가 비교적 낮은 것으로 조사되었고 DO, SS의 농도가 비교적 높은 범위를 나타내는 것으로 조사되었다.

St. 7: 댐형 웅덩이(D-type pool)

보에 의해 물이 저장되어 발생하는 웅덩이를 말하며 농업용수 확보를 위해 인위적으로 만들어진 서식처다. 식생은 제방을 따라 초본류가 다량 생육하고 있었으며 유속이 거의 없는 구간이기 때문에 하상 재료가 거의 이동하지 않는 반면 침전물이 계속 쌓이면서 상대적으로 입자가 작은 하상재료가 다량 퇴적되어 모래가 풍부하였다. 유량은 비교적 풍부한 편이었고 하폭은 135 m로 매우 넓었고 중간에 하중도가 형성되어 있었다. 최대 수심은 150 cm, 최대 유속은 0.3 m sec⁻¹ 정도의 흐름을 보

Table 3. A list and individual numbers of fishes collected at each station in the Gap Stream from April, 2007 to October, 2008.

Species	Stations							Total	R.A.
	1	2	3	4	5	6	7		
Cyprinidae									
<i>Carassius auratus</i>	67	15	3	42		8	3	138	7.2
<i>Cyprinus carpio</i>				1				1	0.1
* <i>Acanthorhodeus gracilis</i>				5				5	0.3
<i>Acheilognathus lanceolatus</i>		4	17	204	24	14	3	266	14.0
<i>Acheilognathus rhombeus</i>				6	1	1		8	0.4
<i>Rhodeus notatus</i>		2	5	25	15		5	52	2.7
* <i>Rhodeus uyekii</i>				2				2	0.1
* <i>Coreoleuciscus splendidus</i>			90		12	4		106	5.6
<i>Gnathopogon strigatus</i>			4					4	0.2
<i>Hemibarbus labeo</i>		16	17	11	1	20	14	79	4.1
<i>Hemibarbus longirostris</i>		6	7			10	3	35	1.8
* <i>Microphysogobio yaluensis</i>		7	18			22	24	72	3.8
<i>Pseudogobio esocinus</i>		13	2	11	11	50	11	98	5.1
<i>Pseudorasbora parva</i>	1	1					6	8	0.4
<i>Pungtungia herzi</i>		29	17	24	14	33	10	127	6.7
<i>Opsariichthys uncirostris amurensis</i>		33	9	16	16	20	51	145	7.6
<i>Zacco platypus</i>		44	71	20	121	94	78	428	22.5
Cobitidae									
<i>Cobitis lutheri</i>							1	1	0.1
** <i>Iksookimia choii</i>						4		4	0.2
* <i>Iksookimia koreensis</i>			3	1	1	3		8	0.4
<i>Misgurnus anguillicaudatus</i>	6	1			4	2		13	0.7
<i>Misgurnus mizolepis</i>	1							1	0.1
Bagridae									
<i>Pseudobagrus fulvidraco</i>						1		1	0.1
* <i>Pseudobagrus koreanus</i>		10	13		12	20	1	56	2.9
Centropomidae									
<i>Siniperca scherzeri</i>							1	1	0.1
Centrarchidae									
* <i>Micropterus salmoides</i>	16	15		7	5	4	31	78	4.1
Odontobutidae									
* <i>Odontobutis interrupta</i>		22		6	2	8	2	40	2.1
Gobiidae									
<i>Rhinogobius brunneus</i>		3	38		36	29	18	124	6.5
Belontiidae									
<i>Macropodus ocellatus</i>	3							3	0.2
No. of family	4	6	4	4	6	6	7	8	
No. of species	6	16	15	15	17	19	17	29	
No. of individual	94	221	314	381	307	342	245	1,904	

*: Korea endemic species, ☆: Exotic species, +: Natural monument, R.A.: Relative abundance (%)

이고 있었다. 수질측정 결과 BOD, COD, TN, TP의 농도가 비교적 낮은 것으로 조사되었으며 SS의 농도가 다른 지점에 비해 비교적 높은 범위를 나타내는 것으로 조사되었다. 댐형 웅덩이는 하천의 유속이 완만하고 정체 현상이 나타나고 있어 오염물질의 농도가 비교적 낮지만 SS의 농도가 높게 나타나는 것으로 판단된다.

결과 및 고찰

1. 종 조성 및 서식현황

조사기간 동안 출현한 어종은 총 8과 29종 1,904개체이었다(Table 3). 이들 중 잉어과(Cyprinidae) 어종이 17종(58.6%)으로 가장 많은 종수를 차지하였고 그 다음으

로 미꾸리과(Cobitidae)가 5종(17.2%), 동자개과(Bagridae)가 2종(6.9%)이었으며 꺾지과(Centropomidae), 검정우럭과(Centrarchidae), 동사리과(Odontobutidae), 망둑어과(Gobiidae), 벼들붕어과(Belontiidae) 어종이 각각 1종(3.4%)씩 출현하였다. 이와 같이 잉어과(Cyprinidae)와 미꾸리과(Cobitidae)에 속하는 어종이 풍부하게 출현하였는데 이는 우리나라의 서해와 남해로 유입하는 하천의 담수어류상과 잘 일치한다고 할 수 있다(전, 1980). 출현한 어종 중 한반도 고유종은 가시납지리(*Acanthorhodeus gracilis*), 각시붕어(*Rhodeus uyekii*), 쉬리(*Coreoleuciscus splendidus*), 돌마자(*Microphysogobio yaluensis*), 미호종개(*Iksookimia choii*), 참종개(*Iksookimia koreensis*), 눈동자개(*Pseudobagrus koreanus*), 얼룩동사리(*Odontobutis interrupta*) 등 8종(27.6%)으로 나타났다. 환경부 지정 멸종위기야생동·식물 I급에 속하며 또한 천연기념물 제454호인 미호종개(*I. choii*)가 징검여울(St. 6)에서 출현하였다. 한편 국외 도입종이며 생태계교란 야생동·식물에 속하는 배스(*Micropterus salmoides*)가 급여울(St. 3)을 제외한 전 지역에서 출현하였다. 출현한 어종 중 개체수의 구성비가 가장 높게 나타난 어종은 피라미(*Zacco platypus*)로 22.5% (428개체)를 차지하였고 다음으로 납자루(*Acheilognathus lanceolatus*) 14% (266개체), 그리(*Opsariichthys uncirostris amurensis*) 7.6% (145개체), 붕어(*Carassius auratus*) 7.2% (138개체) 등의 순으로 나타났다. 또한 개체수의 구성비가 1.0% 이하인 희소종은 점줄종개(*Cobitis lutheri*), 미꾸라지(*Misgurnus mizolepis*), 동자개(*Pseudobagrus fulvidraco*) 등을 포함하여 총 14종이었다.

2. 서식처 유형별 어류분포 특성

서식처의 유형에 따라 어류의 분포 특성을 살펴보면 폐쇄형 웅덩이(St. 1)는 4과 6종으로 전 조사 지점 가운데 가장 적은 종수가 출현하였다(Table 3). 이는 하천과 수로가 연결되어 있지 않아 홍수 시 이외에는 하천에 서식하는 어류의 유입과 유출이 이루어지지 않는 폐쇄적인 서식지이며 정체된 수역으로 폭이 최대 8m 정도로 작은 규모를 이루고 있기 때문인 것으로 생각된다. 수질 또한 BOD, COD, SS, TN, TP 값이 다른 지점에 비해 월등히 높아 정수역이며 수질 오염에 내성이 강한 일부 어종만 서식이 가능한 서식지로 판단된다. 출현 어종은 오염에 대한 내성이 강한 붕어(*C. auratus*)가 높은 우점율(71.3%)을 보였고 그 다음으로 강한 육식성 어종인 배스(*M. salmoides*)가 아우점종(17.0%)으로 나타났다. 또한 미꾸리

과(Cobitidae) 어종인 미꾸리(*M. anguillicaudatus*)와 미꾸라지(*M. mizolepis*)가 출현하였는데 이들 어종의 선호하는 서식환경은 유속이 느리며 펄의 형태를 가지는 본 지점의 하상구조와 일치한다고 할 수 있다.

평여울(St. 2)은 직선구간으로 하폭이 크고 유속이 비교적 완만한 형태를 나타내고 있었으며 6과 16종으로 비교적 출현 어종이 많았다. 이는 본 서식처가 이동성이 강한 어류의 휴식처 및 이동로 역할을 하고 있으며 하천변에 있는 갯버들 군락 주변 수역이 각종 어류의 치어 생육지와 일부 어종의 산란장을 제공하기 때문인 것으로 생각된다. 또한 출현 어종 가운데 얼룩동사리(*O. interrupta*)가 다른 서식처에 비해 출현 개체수가 많았는데 유속이 완만하고 자갈과 모래가 풍부한 곳을 선호하는 습성과 서식처 특징이 일치하였기 때문이다.

급여울(St. 3)에서는 4과 15종이 출현하였고 BOD, COD, TN, TP, SS의 농도가 다른 지점에 비해 현저히 낮게 나타났다. 또한 조사구간 중 가장 빠른 유속을 보였다. 쉬리(*C. splendidus*)와 피라미(*Z. platypus*)가 다수 채집되었는데 두 어종은 수심이 낮고 유속이 빠른 곳을 선호하는 습성을 가진다. 이 중 쉬리(*C. splendidus*)는 맑은 물이 흐르는 여울에서 주로 서식하며 자갈이 풍부한 여울에 산란하는 특징이 있으며 이로 인해 급여울에서 가장 많은 개체수가 채집된 어종이다. 따라서 본 서식지에서는 쉬리가 대표적인 표징종으로 생각된다.

내만형 웅덩이(St. 4)에서는 4과 15종이 출현하였고 가시납지리(*A. gracilis*), 납자루(*A. lanceolatus*), 납지리(*A. rhombeus*), 떡납줄갱이(*Rhodeus notatus*), 각시붕어(*R. uyekii*) 등 납자루아과의 어류가 다수 채집되었다. 본 서식지는 유속이 매우 느리고 일시적으로 정체되는 수역이었으며 하상은 모래로 이루어져 있었다. 또한 하상에 부분별로 침수식물과 민물조개가 생육하고 있어 납자루아과의 산란과 생육지로 매우 중요한 서식처를 제공하고 있었다. 한편 하천 본류와 연결되어 있는 곳은 수심이 얕아 어류의 이동이 평소에는 활발하지 않지만 홍수나 강우 시에는 수위가 높아져 배스(*M. salmoides*)를 포함한 다양한 어종이 자유롭게 이동하는 것으로 판단된다.

소(St. 5)에서는 6과 17종이 출현하였다. 소는 유로가 S자 형으로 굽이쳐 사행하는 구간에 형성되는 서식처로 수변부에는 갯버들과 갈대군락이 분포하고 있었으며 하천 상류부분에는 급여울이 위치하고 하류부분에는 평여울이 존재하고 있었다. 다른 서식처에 비해 비교적 많은 어종이 채집되었으며 평여울(St. 2)과 급여울(St. 3)에서 출현한 어종 중 대부분의 어종이 본 서식처에서 채집되었는데 이는 다양한 수심과 하상구조로 인해 어류의 다

양성이 높아진 것으로 생각된다.

징검여울(St. 6)은 유속은 빠르나 수심은 낮은 지점으로 하천 중간 중간에 징검다리과 같은 암반이 존재하였으며 하상은 자갈과 모래로 이루어져 있었다. 6과 19종으로 가장 많은 어종수를 보였으며 다른 지점에 비해 눈동자개(*P. koreanus*)가 다수 채집되었다. 눈동자개(*P. koreanus*)는 한국고유종으로 맑은 물에서 하상이 작은 돌과 자갈로 이루어진 곳을 선호한다(이, 1993). 또한 하상이 모래로 이루어진 곳에 주로 서식하는 모래무지(*Pseudogobio esocinus*)가 다수 채집되었으며 천연기념물인 미호종개(*I. choui*)가 4개체 채집되었다.

댐형 웅덩이(St. 7)에서는 7과 17종이 출현하였으며 비교적 다양한 어종이 분포하였다. 끄리(*O. uncirostris amurensis*)와 배스(*M. salmoides*)가 많은 개체수를 나타내었는데 이는 서식처 내 하중도의 침수식물이 다량 분포하는 지역을 서식처 및 산란처로 이용하고 수심이 깊고 느린 유속을 보이는 웅덩이가 형성되어 있었기 때문인 것으로 생각된다.

각 서식처 유형에 따른 어류상을 보았을 때 징검여울(St. 6)에서 19종으로 가장 다양한 어종이 나타났다. 이는 여울의 특성상 빠른 유속으로 인해 각종 수질이 양호하고 서식처 내 존재하는 큰돌이 어류의 서식처 및 피난처 역할을 하기 때문인 것으로 판단된다. 또한 모래와 자갈로 이루어진 하상구조는 미꾸리과(Cobitidae)와 동자개과(Bagridae)와 같은 저서성 어류를 다양하게 하고, 수변부에 물억새군락과 버드나무군락과 같은 식생은 각종 어류의 휴식처, 도피장소, 치어생육지, 월동지 등의 서식처 역할을 하는 것으로 생각된다. 한편 배스(*M. salmoides*)는 정수역인 호소와 같은 곳을 선호하며 각종 수서곤충이나 어류를 섭식하는 육식성 어종으로 급여울(St. 3)을 제외한 전 구간에서 출현하였다. 특히 피라미(*Z. platypus*), 끄리(*O. uncirostris amurensis*), 누치(*Hemibarbus labeo*), 참마자(*Hemibarbus longirostris*) 등은 산란 시에 비교적 유속이 빠른 여울과 그 주변을 중심으로 산란하는 종으로 이들 종들은 산란 후 자치어기에 물의 흐름에 따라 보와 댐호 등으로 유입되고, 배스(*M. salmoides*)의 먹이가 될 것으로 판단된다(홍과 손, 2003). 토착어종이 감소하고 배스(*M. salmoides*)의 개체수가 증가하여 서식처의 교란을 막기 위해서는 하천에서 보와 댐의 건설을 억제하여야 할 것으로 생각된다.

3. 우점종

지점별 우점종을 보면 다음과 같다. 평여울(St. 2), 소

(St. 5), 징검여울(St. 6), 댐형 웅덩이(St. 7)에서는 피라미(*Z. platypus*)가 우점종으로 나타났고, 폐쇄형 웅덩이(St. 1)에서는 붕어(*C. auratus*), 급여울(St. 3)에서는 쉬리(*C. splendidus*), 내만형 웅덩이(St. 4)에서는 납자루(*A. lanceolatus*)가 우점종으로 나타났다. 특히 폐쇄형 웅덩이(St. 1)와 내만형 웅덩이(St. 4)에서 우점종이 매우 높게 나타났는데 이는 본 서식처가 하천에서 물의 유입과 유출이 쉽게 이루어지지 않아 어류의 출입이 용이하지 않았고 정체된 수역을 선호하는 일부 어종에 국한하여 개체수가 급격히 증가하였기 때문이다. 서식처별 아우점종은 배스(*M. salmoides*, St. 1), 끄리(*O. uncirostris amurensis*, St. 2, 7), 피라미(*Z. platypus*, St. 3), 붕어(*C. auratus*, St. 4), 밀어(*Rhinogobius brunneus*, St. 5), 모래무지(*P. esocinus*, St. 6) 등이었다.

4. 서식처 유형별 표징종

어류는 먹이의 확보와 종족 보존을 위해서 일정한 서식처를 가지고 있으며, 그 수와 종의 다양성에 따라 서식처도 광범위하다. 또한 수환경에 영향을 미치는 수온, 빛의 세기, 광주기, 물의 화학적 성분, 생물학적 성분, 서식처의 공간, 먹이의 활용 여건, 스트레스를 주는 자극의 빈도수 등 여러 변수에 의해 각각의 어류가 선호하는 서식처가 다르다(박 등, 2004). 본 연구에서 서식처를 대표하는 표징종을 살펴보면 붕어(*C. auratus*, St. 1), 쉬리(*C. splendidus*, St. 3), 납자루(*A. lanceolatus*, St. 4), 피라미(*Z. platypus* St. 2, 5, 6, 7) 정도로 볼 수 있다. 서식처 별로 높은 우점율을 보인다는 것은 각 서식처가 이들 어종이 서식하기에 가장 적합한 환경을 제공하고 있음을 의미할 수 있다.

붕어(*C. auratus*)는 폐쇄형 웅덩이(St. 1)와 같이 하상구조가 모래와 진흙으로 구성되고 유속이 완만하거나 거의 정체된 수역을 선호하며 각종 유기물이나 수질의 오염에도 내성이 강함을 알 수 있다. 이는 일반적으로 알려진 붕어의 생태습성과 일치한다고 할 수 있다. 쉬리(*C. splendidus*)는 급여울(St. 3)과 같이 수심이 8~38 cm 정도, 유속 0.14~0.85 m sec⁻¹ 정도, 그리고 하상구조는 작은돌과 조약돌이 산재된 곳에 주로 서식하며 유속이 빠르기 때문에 BOD, COD, TN, TP, SS의 농도는 낮으며 DO는 높게 나타나는 곳을 선호하였다. 납자루(*A. lanceolatus*)는 개방형 웅덩이(St. 4)와 같이 수심이 3~44 cm 정도, 유속은 0.01~0.02 m sec⁻¹로 낮은 수심과 느린 유속을 선호하는 것으로 나타났다. 또한 주로 자갈과 모래로 이루어진 하상구조와 수변부의 초본류, 침수식물을 은

Table 4. Comparison of ichthyofauna based on previous references for the Gap Stream.

Species	Choi (1987)	Lee <i>et al.</i> (2000)	Lee (2001)	Present survey (2007 ~ 2008)
Cyprinidae				
<i>Carassius auratus</i>	•	•	•	•
* <i>Carassius cuvieri</i>			•	
<i>Cyprinus carpio</i>	•	•	•	•
* <i>Acanthorhodeus gracilis</i>				•
<i>Acheilognathus lanceolatus</i>	•	•	•	•
<i>Acheilognathus rhombeus</i>		•	•	•
<i>Rhodeus notatus</i>				•
<i>Rhodeus ocellatus</i>	•	•	•	
* <i>Rhodeus uyekii</i>	•	•	•	•
* <i>Coreoleuciscus splendidus</i>				•
<i>Gnathopogon strigatus</i>	•	•	•	•
<i>Hemibarbus labeo</i>		•	•	•
<i>Hemibarbus longirostris</i>	•	•	•	•
* <i>Microphysogobio jeoni</i>		•	•	
* <i>Microphysogobio yaluensis</i>	•	•	•	•
<i>Pseudogobio esocinus</i>	•	•	•	•
<i>Pseudorasbora parva</i>		•	•	•
<i>Pungtungia herzi</i>	•	•	•	•
* <i>Sarcocheilichthys nigripinnis</i>	•		•	
* <i>Squalidus gracilis majimae</i>	•			
<i>Rhynchocypris oxycephalus</i>	•			
<i>Aphyocypris chinensis</i>	•	•	•	
<i>Opsariichthys uncirostris amurensis</i>	•	•	•	•
<i>Zacco platypus</i>	•	•	•	•
Balitoridae				
<i>Lefua costata</i>	•			
Cobitidae				
<i>Cobitis lutheri</i>	•			•
+* <i>Iksookimia choii</i>	•			•
* <i>Iksookimia koreensis</i>				•
<i>Misgurnus anguillicaudatus</i>	•			•
<i>Misgurnus mizolepis</i>	•	•	•	•
Siluridae				
<i>Silurus asotus</i>		•	•	
Bagridae				
<i>Pseudobagrus fulvidraco</i>				•
* <i>Pseudobagrus koreanus</i>	•	•	•	•
Amblycipitidae				
* <i>Liobagrus mediadiposalis</i>	•			
Adrianichthyoidae				
<i>Oryzias sinensis</i>	•			
Centropomidae				
<i>Siniperca scherzeri</i>				•
Centrarchidae				
* <i>Micropterus salmoides</i>				•
Odontobutidae				
* <i>Odontobutis interrupta</i>				•
* <i>Odontobutis platycephala</i>	•		•	
Gobiidae				
<i>Rhinogobius brunneus</i>	•	•	•	•
Belontiidae				
<i>Macropodus ocellatus</i>	•			•
No. of family	9	5	6	8
No. of species	27	21	24	29

※ : Korea endemic species, +: Natural monument, ☆: Exotic species

신처 및 산란처로 이용할 것으로 생각되며 BOD, COD, TN, TP, SS의 농도가 비교적 낮아 물의 유출이 수시로 이루어지는 곳에 주로 서식함을 알 수 있었다. 피라미(*Z. platypus*)는 평여울(St. 2), 소(St. 5), 징검여울(St. 6) 댐형 웅덩이(St. 7) 등 여러 서식처에서 우점하였는데 주로 유량이 풍부하고 하상구조가 다양한 지점을 선호하는 것으로 나타났다. 피라미(*Z. platypus*)는 우리나라 민물고기 가운데 하천 상류역을 제외한 전 수역에서 가장 흔한 어종으로 본 서식처뿐만 아니라 대부분의 하천에서 우점하는 것으로 알려져 있다.

한편 징검여울(St. 6)에서 미호종개(*I. choii*)가 4개체 출현하였는데 이 어종은 학술적으로 매우 중요할 뿐만 아니라 법적 보호종이기 때문에 서식지에 대한 연구는 매우 중요하다고 판단된다. 미호종개(*I. choii*)의 주된 서식지는 유속이 $0.1 \sim 0.4 \text{ m sec}^{-1}$ 범위로서 평균유속 0.24 m sec^{-1} 정도로 물의 흐름이 다소 완만하게 흐르는 곳이어야 한다. 또한 저질은 대부분이 다소 거친 모래가 주를 이루며 수심이 얕아야 하는 것으로 알려져 있다(홍, 2004). 본 연구에서는 징검여울(St. 6)의 수환경이 하폭 24m 정도, 수심이 3~35cm 정도, 유속은 $0.01 \sim 0.49 \text{ m sec}^{-1}$ 정도를 나타내며 하상구조는 큰돌부터 모래까지 다양한 구조를 이루고 있었다. 또한 수질측정 결과 수온, EC, BOD, COD, TN, TP의 농도가 비교적 낮게 나타났고 DO, SS의 농도가 비교적 높은 범위를 나타내어 이와 같은 물리, 화학적인 서식 환경이 조성되어야만 미호종개(*I. choii*)가 서식할 수 있을 것으로 판단된다.

5. 어류상의 변화

과거 갑천은 자연하천으로서 수변부가 넓었고 사방의 산이 많아 백로와 왜가리 등 각종 물새가 서식하기에 적합한 하천이었다. 하지만 1990년대 이후 둔산 신도림 개발로 인해 논과 밭은 없어지고 아파트와 관공서, 상업시설이 들어서면서 많은 변화를 가져왔다. 이 후 갑천은 1993년 엑스포를 하면서 제방을 정비하고 둔치를 만들면서 하천을 직강화 했다. 그 결과 만년교 이전까지의 수질이 2급수 정도인데 비해 도시에 들어 온 후부터는 3급수로 떨어지며, 하천 어류 및 주변 식생의 종 다양성이 현저히 떨어지는 불균형을 보이고 있다(안, 2007). 이와 같이 갑천에 대한 인위적인 간섭은 수생태계 내의 교란을 야기할 뿐만 아니라 각종 어류의 서식처에도 큰 영향을 끼친 것으로 생각된다.

갑천에 대한 어류상 연구는 최(1987), 김과 이(2000), 이(2001) 등이 있으며, 최(1987)의 '충남의 자연(답수어

편)'에서는 대전시를 흐르는 3개의 하천(갑천, 유등천, 산내천) 가운데 갑천이 수량이 가장 많고 상류로 갈수록 물이 맑고 하류로 갈수록 오염이 심하다고 하였으며 총 9과 27종이 기록되었다. 김과 이(2000)의 보고서에는 5과 21종, 이(2001)의 연구에서는 6과 24종의 어류가 출현한 것으로 기록되었다(Table 4). 총 8과 29종이 출현한 본 연구와 비교하면 기존 자료의 종수가 적게 출현하였는데 이는 이전의 연구와 본 연구에서 조사지점, 조사기간 및 횡수의 차이가 있기 때문인 것으로 생각된다. 조사지점은 최(1987)의 경우 갑천의 전체 구간을 대상으로 연구를 하였고, 김과 이(2000) 그리고 이(2001)는 본 연구의 패쇄형 웅덩이(St. 1)와 댐형 웅덩이(St. 7)의 각각 하류, 상류에 지점을 선정하여 조사를 하였다. 또한 조사기간 및 횡수도 각 연구마다 상당한 차이를 가지고 있어 각각의 어류상에서 차이를 보이는 것으로 생각된다. 기존자료와 본 연구 결과를 종합한 결과 출현한 어종은 총 12과 41종이었다. 기존 자료에서 출현하였으나 본 연구에서 출현하지 않은 어종은 떡붕어(*Carassius cuvieri*), 흰줄납줄개(*Rhodeus ocellatus*), 뿔꼬치(*Microphysogobio jeoni*), 중고기(*Sarcocheilichthys nigripinnis*), 긴물개(*Squalidus gracilis majimae*), 버들치(*Rhynchocypris oxycephalus*), 왜물개(*Aphyocypris chinensis*), 쌀미꾸리(*Lefuacostata*), 메기(*Silurus asotus*), 대륙송사리(*Oryzias sinensis*), 자가사리(*Liobagrus mediadiposalis*), 등사리(*Odontobutis platycephala*) 등 12종이었다. 이들 어종이 본 조사에 출현하지 않았던 것은 본 조사 수역의 상류와 하류에 주로 분포하는 어종이기 때문인 것으로 생각되며 조사 수역을 상류와 하류역으로 확대하면 출현이 가능할 것으로 생각된다.

본 연구에서 출현하였으나 과거 자료에서 출현하지 않은 어종은 가시납지리(*A. gracilis*), 떡납줄개(*R. notatus*), 쉬리(*C. splendidus*), 참종개(*I. koreensis*), 동자개(*P. fulvidraco*), 쏘가리(*Siniperca scherzeri*), 배스(*M. salmoides*), 얼룩동사리(*O. interrupta*) 등 8종으로 나타났다.

출현어종 가운데 주목할 만한 어종으로는 천연기념물 제454호, 환경부 지정 멸종위기 I급 어종인 미호종개(*I. choii*)가 최(1987)와 본 연구에서 각각 5개체, 4개체씩 출현하였다. 금강수계의 일부 수역에 서식하는 미호종개(*I. choii*)는 유속이 느리고 수심이 얕은 곳의 모래 속에서 부착 조류를 주로 먹고 사는 어종으로 본 연구의 징검여울(St. 6)에서 채집이 되었다. 징검여울(St. 6) 구간 중 유속이 느리며 고운 모래가 쌓여있는 구간에서 주로 서식하는 것으로 예상되며 급격히 개체수가 감소하고 있는 이 어종을 보존하기 위해서는 서식처의 보호가 시급

한 것으로 판단된다.

적 요

2007년 4월부터 2008년 10월까지 갑천의 자연형 구간 가운데 7개 지점을 선정하여 각 서식처별 어류군집의 생태적 특성을 연구하였다. 조사지점은 폐쇄형 웅덩이(Closed pool), 평여울(Runs), 급여울(Riffles), 내만형 웅덩이(Opened pool), 소(Pool), 징검여울(Rock-scattered riffles), 댐형 웅덩이(D-type pool) 등으로 구분하였다. 채집된 어류는 총 8과 29종이 출현하였으며, 서식처를 대표하는 표징종은 붕어(*Carassius auratus*, St. 1), 쉬리(*Coreoleuciscus splendidus*, St. 3), 납자루(*Acheilognathus lanceolatus*, St. 4), 피라미(*Zacco platypus* St. 2, 5, 6, 7) 정도로 구분하였다. 붕어(*C. auratus*)는 폐쇄형 웅덩이(St. 1)와 같이 하상구조가 대부분 모래로 구성되고 수심은 65~90 cm 정도로 다소 깊으며 유속이 거의 정체된 수역을 선호하는 것으로 나타났다. 쉬리(*C. splendidus*)는 급여울(St. 3)과 같이 수심이 8~38 cm 정도, 유속 0.14~0.85 m sec⁻¹ 정도, 그리고 하상구조는 작은돌과 조약돌이 산재된 곳에 주로 서식하며 유속이 빠르기 때문에 BOD, COD, TN, TP, SS의 농도는 낮으며 DO는 높게 나타나는 곳을 선호하였다. 납자루(*A. lanceolatus*)는 개방형 웅덩이(St. 4)와 같이 수심이 3~44 cm 정도, 유속은 0.01~0.02 m sec⁻¹로 낮은 수심과 느린 유속을 선호하는 것으로 나타났다. 피라미(*Z. platypus*)는 평여울(St. 2), 소(St. 5), 징검여울(St. 6) 댐형 웅덩이(St. 7) 등 여러 서식처에서 우점하였는데 주로 유량이 풍부하고 하상구조가 다양한 지점을 선호하는 것으로 나타났다. 한편 징검여울(St. 6)에서 미호종개(*Iksookimia choii*)가 4개체 출현하였는데 본 연구에서 출현한 미호종개(*I. choii*)의 서식지는 하폭 24 m 정도, 수심이 3~35 cm 정도, 유속은 0.01~0.49 m sec⁻¹ 정도를 나타내며 하상구조는 큰돌부터 모래까지 다양한 구조를 이루고 있었다. 또한 수질측정 결과 수온, EC, BOD, COD, TN, TP의 농도가 비교적 낮게 나타났고 DO, SS의 농도가 비교적 높은 범위를 나타내어 이와 비슷한 물리, 화학적인 서식 환경이 조성되어야만 미호종개(*I. choii*)가 서식할 수 있을 것으로 판단된다.

사 사

본 연구는 한국전설기술연구원 에코리버21 과제의 지원을 받아 수행되었습니다.

인 용 문 헌

김익수, 박종영. 2002. 한국의 민물고기. 교학사. p. 1-465.
 김익수, 최 윤, 이충열, 이용주, 김병직, 김지현. 2005. (원색)한 국어류대도감. 교학사. p. 43-515.
 김용호, 이충열. 2000. 대전·논산(대둔산) 일대의 담수어류. 전 국 자연환경 조사보고서.
 김홍배, 안경수. 2006. 자연형 도시하천의 식생 및 어류 다양성 과 특성 평가. 한국습지학회논문집 8(2): 53-64.
 박선아, 이명우. 2008. 어류서식처 평가 및 목표종 도입을 통한 하천복원방향(부안댐 상류 거석천과 청림습지를 대상으 로). 한국환경복원녹화기술학회지 11(4): 24-36.
 박홍양, 윤종만, 장계남, 허형택, 권혁주, 김계웅, 김동수, 김정대, 노순창, 류동석, 민윤식, 박기영, 배승철, 이승배, 한창희. 2004. 어류생물학. 정문각. p. 43-77.
 변화근, 손영목. 2003. 복하천의 미소환경과 어류군집. 한국어 류학회지 15(4): 295-302.
 심정기. 2001. 갑천변(기수원교-만년교)의 자연생태에 관한 연 구. 목원대학교 자연과학연구 10(2): 5-30.
 안여중. 2007. 갑천의 역사와 문화; 하천과 문화. 한국하천협회 지 3(4): 24-29.
 이충열. 1993. 한국산 동자개과 어류의 특산종에 대하여. 한국 어류학회지 5(1): 133-134.
 이충열. 2001. 갑천수계의 어류상과 어류군집. 환경생물 19(4): 292-301.
 전상린. 1980. 한국산담수어의 분포에 관하여. 중앙대학교 대 학원 박사학위청구논문. p. 14-49.
 조용현. 2009. 도시의 강과 하천정비사업 우리나라 도시 하천 정비사업의 문제점. 대한지방행정공제회. p. 18-23.
 최기철. 1987. 충남의 자연. 담수어편. 한국과학기술진흥재단. p. 196-197.
 홍영표. 2004. 심포지움: 멸종위기종 미호종개의 현황 및 보존. 한국어류학회 추계학술발표대회 심포지움 발표요약집. p. 59-75.
 홍영표, 손영목. 2003. 외래어종 베스. *Micropterus salmoides* 를 포함하는 군집의 중간 Association에 관한 연구. 한국 어류학회지 15(1): 61-68.
 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.
 Ecoriver 21. 2008. 하천 생물서식처 평가를 위한 갑천 특성조 사. 자연과 함께하는 하천복원 기술개발 연구단. p. 35-155.
 Nelson, J.S. 2006. Fishes of the world (4th ed). John Wiley and Sons, New York.

(Manuscript received 6 August 2009,
 Revision accepted 10 September 2009)