

한강수계에서 배가사리 *Microphysogobio longidorsalis*의 물리적 서식지 평가

Physical Habitat Assessment of *Microphysogobio longidorsalis* in the Han River Basin

허준욱*, 박진우**, 이상욱***, 김정곤****

Jun Wook Hur, Jin-Woo Park, Sanguk Lee, Jeongkon Kim

요 지

한강수계에서 배가사리 *Microphysogobio longidorsalis*의 물리적 서식지 평가를 위하여 2008년 10월부터 2009년 11월까지 11개 지점을 선정하여 어류 채집을 실시하였다. 모든 지점에서 채집된 어류는 총 10과 39종 3,886개체였다. 한국고유종은 배가사리 및 참갈겨니 *Zacco koreanus* 등 22종(61.8%)이 출현하였다. 출현어종 중 개체수 구성비가 가장 높은 종은 피라미 *Z. platypus*로 25.8%를 차지하였고, 다음은 쉬리 *Coreoleuciscus splendidus* 16.5%, 배가사리 15.2% 등의 순으로 나타났다. 모든 지점에서 채집된 배가사리는 8~10 cm이 가장 많았다. 또한 물리적 서식지는 수심 0.4~0.5 m, 유속 0.2~0.9 m/s, 하상재료 모래(0.1~1.0 mm)~호박돌(100.0~300.0 mm) 및 서식처 유형은 유수역(run)으로 나타났다.

핵심용어: 배가사리, 물리적 서식지, 수심, 유속, 하상재료

1. 서론

하천에 서식하는 어류는 수환경의 물리, 화학 및 생물학적 특성에 따라 직·간접적으로 많은 영향을 받는다(Arthington *et al.*, 2006). 이중 하천의 수심, 유속, 하상재료, 여울 및 소 배열 등은 하천의 물리적 특성으로 어류군집 및 생활사에 중요한 요인으로 작용한다(허 등, 2009). 물리적 특성은 유량을 결정하는 중요한 인자로 작용하며, 하천에서 생물집단을 구상하는데 영향을 미친다. 유량 변동은 때론 안정적이던 수서생태계에 위협을 줄만큼 심각할 수 있다. 지금까지의 어류에 대한 서식지 연구는 조사지점에서 어종의 군집구조 등 생태학적 측면에서 이루어졌다. 물리적 서식지 연구로 하천차수에 따른 피라미의 서식지 평가(허 등, 2009)가 있으나, 하천 정비 및 복원 등에 필요한 각 어종의 물리적 서식지에 대한 기초자료는 아직까지 부족한 실정이다. 배가사리는 한강 및 금강수계에 서식하는 한국고유종이며, 하천의 중류와 상류의 자갈이 있는 여울에 서식하는 종으로 알려져 있다(김 등, 2005). 최근 이종은 하천의 공사 및 수환경의 변화로 서식지 및 개체수가 감소하는 것으로 보고되고 있다(송과 손, 2003). 따라서 본 연구에서는 한강수계에서 물리적 서식지 특성인 수심, 유속, 하상재료 및 서식지 유형에 따라 배가사리의 분포 및 출현양상을 파악하였으며, 또한 채집 크기에 대한 수심과 유속관계를 조사하였다.

2. 조사 방법 및 분석

* 비회원 · 한국수자원공사 K-Water 연구원 수자원연구소 위촉연구원 · E-mail : fishhur@kwater.or.kr

** 비회원 · 한국수자원공사 K-Water 연구원 수자원연구소 위촉연구원 · E-mail : bodyorsoul@kwater.or.kr

*** 정회원 · 한국수자원공사 K-Water 연구원 수자원연구소 선임연구원 · E-mail : lsu@kwater.or.kr

**** 정회원 · 한국수자원공사 K-Water 연구원 수자원연구소 수석연구원 · E-mail : jkkim@kwater.or.kr

2.1 조사지역

본 조사는 2008년 10월부터 2009년 11월까지 한강수계의 주요지점을 선정하여 3~4회에 걸쳐 어류를 채집하였으며, 어류중 배가사리에 대하여 물리적 서식지(수심, 유속, 하상재료 및 서식지 유형)에 따라 구분하였다. 조사는 한강 본류(St.7)와 지류인 내린천(St.1), 홍천강(St.2), 내촌천(St.3), 섬강(St.4~5), 평창강(St.6) 및 달천(St.8~11)을 포함한 11개 지점에서 실시하였다(그림 1).

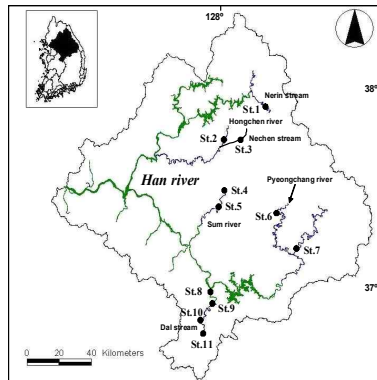


그림 1. 한강수계 어류 모니터링 지점

2.2 조사방법

어류채집은 조사정점 상·하류 각각 200 m 구간에서 60분씩 실시하였으며, 소, 여울 및 흐름이 있는 유수역을 모두 포함하여 조사하였다. 채집은 투망(망목, 5×5 mm) 및 족대(망목, 3×3 mm)를 사용하였다. 투망은 정량적 조사를 수행하기 위하여 20회씩 동일하게 투척하였으며, 족대는 하천 좌·우안 수초와 호박돌 주변에서 채집하였다. 소, 여울 및 유수역에서 투망의 투척 횟수는 가급적 같게 하였으며, 족대 채집시간도 유사하게 하였다. 조사는 하류로부터 상류로 올라가면서 하천을 지그재그(zigzag)로 실시하였다. 현장에서 채집된 어류는 동정이 가능한 종은 현장에서 확인한 후 방류하였으며, 채집된 어류중에서 분류 및 동정이 모호한 표본은 10% 포르말린 용액에 고정하여 연구실로 운반한 후 동정하였다. 어류 동정은 김과 박(2002)의 문헌을 참고하였다. 조사된 자료를 기초로 어류상 및 상대풍부도를 산정하였다.

각 조사지점에서 투망을 투척한 장소 및 족대로 채집한 장소에서 샘플 후에 유속, 수심, 하상재료 및 서식지 유형을 기록하였다. 유속은 전기자기식 유속계(electromagnetic flow meter, Model 801, UK)를 사용하여 조사하였다. 수심은 유속계에 있는 수심 측정봉을 이용하였다. 하상재료는 우(2004)의 사립자 크기 등급에 따라 실트(1. 0.1 mm 이하), 모래(2. 0.1~1.0 mm), 잔자갈(3. 1.0~50.0 mm), 굵은자갈(4. 50.0~100.0 mm), 호박돌(5. 100.0~300.0 mm) 및 전석(6. 300.0 mm 이상)으로 나누었다. 서식지 유형은 소, 여울 및 유수역으로 나누었다.

3. 결과 및 고찰

전체 조사지점에서 채집된 어류는 총 10과 39종 3,886개체였다(표 1). 과(family)별 어종의 구성을 보면, 잉어과(Cyprinidae) 어류가 23종으로 전체 채집된 어종의 59.0%로 가장 많이 출현하였다. 다음으로 미꾸리과(Cobitidae)가 3종(7.7%), 동자개과(Bagruidae) 및 통가리과(Amblycipitidae) 2종(5.1%) 등의 순으로 나타났다. 한국고유종은 칼납자루, 줄납자루, 쉬리, 참갈겨니, 참중개 및 꺾지 등 22종으로 전체어종수의 56.4%로 높은 출현율을 보였다. 멸종위기야생동물로 지정한 묵납자루(0.08%), 가는

돌고기(0.41%), 꾸구리(0.36%) 및 돌상어(2.08%)가 채집되었다. 조사지역 전체에서 채집된 39종중 피라미가 25.8%로 우점종이었으며, 쉬리(16.5%)는 아우점종이었다. 그 외에 배가사리(15.2%), 참갈겨니(13.4%) 및 돌고기(4.5%)로 나타났다.

표 1. 한강수계 각 조사지점별 어류상

Species	Stations											Total	RA(%)	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11			
Cyprinidae														
° <i>Acheilognathus signifer</i>			1					1			1	3	0.08	
° <i>Acheilognathus koreensis</i>										1		1	0.03	
° <i>Acheilognathus yamatsutae</i>								63	23	29	8	123	3.17	
<i>Acheilognathus rhombeus</i>								3		2		5	0.13	
<i>Pungtungia herzi</i>	5	8	11	29	3	17	12	14	22	13	42	176	4.53	
° <i>Pseudopungtungia tenuicorpa</i>		1	1							2	12	16	0.41	
° <i>Coreoleuciscus splendidus</i>	11	26	23	76	11	94	47	99	124	48	82	641	16.50	
° <i>Sarcocheilichthys variegatus wakiyae</i>					1	1		15	9	14	4	44	1.13	
° <i>Squalidus gracilis majimae</i>			1									1	0.03	
<i>Hemibarbus labeo</i>					6			13	3	5	12	39	1.00	
<i>Hemibarbus longirostris</i>	1	31	21	7	3	7	1	1	1	3	5	81	2.08	
° <i>Hemibarbus mylodon</i>							3	2				5	0.13	
<i>Pseudogobio esocinus</i>	1	5	10	2	6			4	3		1	32	0.82	
<i>Abbottina rivularis</i>					2			4			2	1	9	0.23
° <i>Abbottina springeri</i>					3	2		13	55	6	4	83	2.14	
° <i>Gobiobotia macrocephala</i>								6	3	2	3	14	0.36	
° <i>Gobiobotia brevisbarba</i>	5	1	3	1	1	28	42					81	2.08	
° <i>Microphysogobio yaluensis</i>		10	13			2		13	6		9	53	1.36	
°<i>Microphysogobio longidorsalis</i>	21	161	229	24	3	27	67	20	25	3	10	590	15.18	
<i>Rhynchocypris oxycephalus</i>								1				1	0.03	
° <i>Zacco koreanus</i>	42	60	98	16	9	66	199				31	521	13.41	
<i>Zacco platypus</i>	16	206	90	30	36	24	45	171	102	82	202	1004	25.84	
<i>Opsariichthys uncirostris amurensis</i>			1		1			1	2	4	7	16	0.41	
Cobitidae														
<i>Misgurnus anguillicaudatus</i>			1									1	0.03	
° <i>Ikssookimia koreensis</i>		9	5	7	1		5	3				30	0.77	
° <i>Koreocobitis rotundicaudata</i>	1			2		16	14	4	3		2	42	1.08	
Bagridae														
° <i>Pseudobagrus koreanus</i>								1	1			2	0.05	
<i>Leiocassis ussuriensis</i>									1			1	0.03	
Amblycipitidae														
° <i>Liobagrus mediadiposalis</i>	2	2	8	5		5	1	8	9	2	1	43	1.11	
° <i>Liobagrus andersoni</i>		1				5	5	1	4			16	0.41	
Osmeridae														
<i>Plecoglossus altivelis</i>								1				1	0.03	
Salmonidae														
<i>Oncorhynchus masou masou</i>							1					1	0.03	
Centropomidae														
<i>Siniperca scherzeri</i>				1				2				3	0.08	
° <i>Coreoperca herzi</i>	4	1	8	2	1	2	12	17	28	2	4	81	2.08	
Odontobutidae														
° <i>Odontobutis platycephala</i>			2	1				2		2	1	8	0.21	
° <i>Odontobutis interrupta</i>								2	1			3	0.08	
Gobiidae														
<i>Rhinogobius giurinus</i>								2				2	0.05	
<i>Rhinogobius brunneus</i>		1	1	16				18	1	58	17	112	2.88	
Centrarchidae														
* <i>Micropterus salmoides</i>										1		1	0.03	
Number of species	11	15	19	15	15	15	16	28	21	20	21	39		
Number of individual	109	523	527	219	87	299	460	499	425	282	456	3886		

° :Korea Endemic Species ° :Endangered Species * :Exotic Species RA :relative abundance

한강수계에서 배가사리의 출현율은 송과 손(2003)이 섬강, 송천 및 홍천강 상류 지점에서 12.9%로 참갈겨니(24.8%)와 피라미(18.9%)에 이어 3번째로 우세종으로 보고하였다. 또한 이종은 평창강 8.3%(이 등, 2006), 섬강 8.3%(송 등, 1995), 내린천 4.4%(남 등, 1998) 및 홍천강 6.0%(송과 권, 1993)와 4.5%(양 등, 1991)로 출현하는 것으로 보고하였다. 본 조사에서 15.2%는 이전 보고하였던 출현율보다 높았으며, 이러한 이유는 채집지점 차이 등으로 나타난 결과로 추측되어진다.

배가사리는 주둥이가 머리의 아래쪽으로 향하여 하천의 바닥과 돌 등에 서식하는 부착조류를 섭식하기에 알맞은 구조로 되어 있다. 또한 우리나라 하천에 서식하는 대부분 어류처럼 산란기는 4~6월로 보고되고 있으며(송과 손, 2003), 본 조사에서도 이 시기에 산란하는 것으로 확인되었다. 배가사리와 생태적 지위(ecological niche)를 경쟁하는 어류로는 참갈겨니, 피라미 및 쉬리로 나타났는데, 송과 손(2003)의 보고에서도 배가사리와 혼서하고 있는 어류로 참갈겨니, 피라미, 쉬리 및 돌고기로 본 조사와 유사하게 나타났다. 우리나라 하천에서 중류와 상류에서는 피라미와 참갈겨니가 출현율이 우점과 아우점으로 나타날 때 배가사리는 쉬리 및 돌고기와 함께 3번째 우세종으로 생태적 지위를 경쟁할 것으로 추측된다.

배가사리의 전장(total length), 유속, 수심, 하상재료 및 서식지 유형에 따른 출현율은 그림 2에서 보는 것과 같다. 전체 590 마리중 전장은 8~10 cm가 50.8%로 가장 많이 채집되었다. 유속은 0.2~0.9 m/s에서 93.9%로 나타났으며, 수심은 0.5 m에서 32.5%를 중심으로 다른 수심에서는 감소하였다. 하상재료는 모래부터 굵은자갈 사이에서 97.5%로 대부분 서식하는 것으로 조사되었다. 서식지 유형은 흐름이 있는 유수역에서 62.2%, 여울과 소에서 각각 32.5%와 5.3%를 보였다. 송과 손(2003)은 배가사리의 서식지는 하천 중류와 상류의 자갈이 깔린 여울지역으로 범위가 한정된 특징을 가지고 있다고 하였다. 본 조사에서 나타난 서식처 유형은 여울과 여울사이에 가장 많이 출현하였다. 유수역이 출현율이 높은 것은 하천에 서식지 유형이 여울보다는 유수역 면적이 많아 나타난 결과로 판단되며, 여울과 매우 밀접한 관련이 있는 것으로 보여 진다.

배가사리의 성장은 만 1년생을 전장 7.0 cm이하, 만 2년생을 7.0~11.0 cm, 3년생을 11 cm 이상으로 보고하였다(송과 손, 2003). 内田(1939)은 1년생을 4.0~5.0 cm, 2년생을 6.0~9.0 cm, 3년생을 10 cm 이상이라고 하였다. 본 조사에서 전장 최소 3 cm부터 최대 14 cm까지 채집되어 이전 보고자들이 제시한 것에 의하면 1년생부터 3년생까지 모두 채집된 것으로 나타났다. 채집개체의 전장에서 6월 이후 치어들이 출현하였으며, 3월과 4월에는 비교적 성어들이 채집되었다.

유속과 수심에 대한 물리적 서식지에서 수심은 0.5 m를 중심으로 뚜렷하게 구분되었으나, 유속은 0.2 m/s이상에서 서식하여 범위가 넓은 것으로 나타났다(그림 3). 한강수계에서 배가사리에 대한 유속과 수심에 대한 보고로 산란기와 치어기에 유속 0.3~0.6 m/s, 수심 0.3~0.5 m, 성어기에 유속 0.3~0.8 m/s, 수심 0.3~0.8 m로 보고하고 있다(건, 1998). 본 조사 자료와 비교하였을 때 배가사리의 유속과 수심범위는 유사하게 나타났다. 유속의 경우, 0.1 m/s 이하에서도 약 6%가 출현하였는데 대부분 채집된 어류는 5 cm 이하로 6월 이후 치어가 포획되었다. 다른 어류와 마찬가지로 치어시기에는 수심과 유속이 큰 하천 중앙부분보다는 좌안과 우안에서 서식한다. 우리나라의 계절 특성상 갈수기(3~4월)로부터 우기(6월)로 접어들면서 하천의 좌안과 우안은 치어에게 수심이 얕고, 유속이 느린 유량과 함께 1년생 및 다년생 식물이 자라나서 포식성 동물로부터 도피처가 되며, 성장하는데 도움이 될 것으로 판단된다.

이상의 조사결과를 요약하면 한강수계에서 배가사리는 피라미와 쉬리에 이어 우세종이며, 생태적 지위를 경쟁하는 어류로는 참갈겨니, 피라미 및 쉬리로 나타났다. 전체 590 마리중 전장은 8~10 cm가 50.8%, 유속은 0.2~0.9 m/s에서 93.9%, 수심은 0.5 m에서 32.5%로 가장 많이 출현하였다. 하상재료는 호박돌이 있는 여울과 여울사이에 주로 서식하는 것으로 나타났다. 따라서 현재 우리나라 하천은 대부분 여울이 계속해서 이어지는 하천형태를 보여주고 있으나, 하천의 직강화 및 평탄화 등으로 여울지역이 감소하고 있어 하천복원 및 보호를 위해서는 각 어종에 대한 물리적 서식 조건을 자세하게 파악할 필요성이 제기된다.

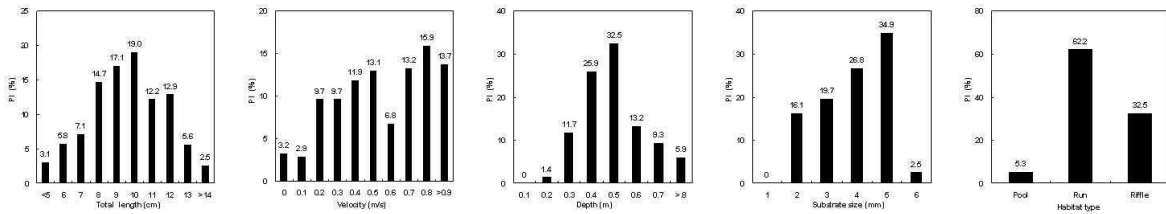


그림 7. 배가사리에 대한 크기, 유속, 수심, 하상재료 및 서식지 유형 (n=590)

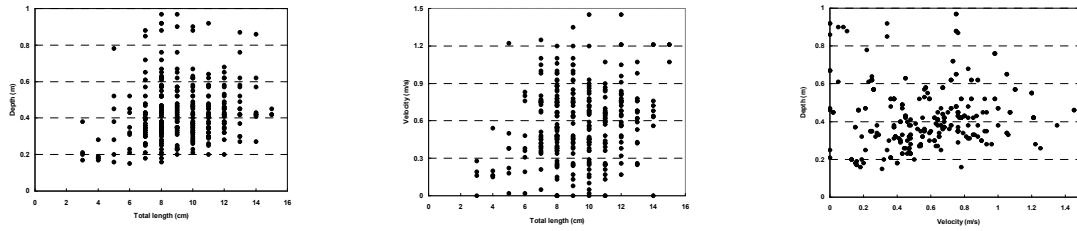


그림 8. 배가사리에 대한 전장, 유속, 수심 상관관계 (n=590)

감사의 글

본 연구는 국토해양부 건설기술혁신연구개발사업의 일환으로 진행되는 ‘자연과 함께하는 하천복원 기술개발(Ecoriver 21)’ 중 ‘어류생태 모니터링 및 조절하천 유지유량 확보기술(3-1세부과제)’ 지원으로 이루어진 연구 성과입니다.

참고문헌

1. Arthington A.H., Bunn, S.E., Poff, N.L., and Naiman, R.J.(2006). The challenges of providing environmental flow rules to sustain river ecosystem, *Ecol. Appl.*, 16, 1311-1318.
2. 허준욱, 박상영, 강신욱, 김정곤(2009). 하천차수에 따른 금강수계 피라미(*Zacco platypus*)의 물리적 서식지 평가, *환경생물*, 27, 397-405.
3. 김익수, 최윤, 이충렬, 이용주, 김병직, 김지현(2005). *원색 한국어류대도감*, 교학사, 615 pp.
4. 송호복, 손영목(2003). 배가사리, *Microphysogobio longidorsalis* (잉어과)의 개체군 생태, *한국어류학회지*, 15, 303-310.
5. 김익수, 박종영(2002) *한국의 민물고기*, 교학사, 서울, 467 pp.
6. 우효섭(2004). 하천수리학, 청문각, pp. 362-363.
7. 이광열, 장영수, 최재석(2006). 평창강의 어류상 및 법적보호종의 서식 실태, *한국환경생태학회지*, 20, 331-339.
8. 송호복, 권오길, 전상호, 김휘중, 조규송(1995). 횡성 섬강 상류의 어류상, *한국어류학회지*, 28, 225-232.
9. 남명모, 양홍준, 채병수, 강영훈(1998). 내린천의 어류상과 군집구조, *한국어류학회지*, 10, 61-66.
10. 송호복, 권오길(1993) 홍천강에 서식하는 쉬리, *Coreoleuciscus splendidus* Mori (Cyprinidae)의 생태, *한국어류학회지*, 26, 235-244.
11. 양홍준, 채병수, 남명모(1991) 홍천강 상류수역의 추계어류상, *한국어류학회지*, 24, 37-44
12. 内田惠太郎(1939) *朝鮮魚類誌*, 朝鮮總督府水産試驗場, 釜山, pp. 372-377.
13. 건설교통부 서울지방국토관리청(1998) 한강수계 하천수 사용실태 조사 및 하천유지유량 산정 보고서, 752 pp.