

연구논문

## 한강의 대표적 하천에 서식하는 참갈겨니 (*Zacco koreanus*)의 물리적 서식조건에 관한 연구

허준욱\* · 서진원\*\*

생물모니터링센터\*, 한국수자원공사 K-water연구원 수자원연구소\*\*  
(2011년 1월 31일 접수, 2011년 4월 11일 승인)

### Investigation on Physical Habitat Condition of Korean Chub (*Zacco koreanus*) in Typical Streams of the Han River

Jun Wook Hur\* · Jinwon Seo\*\*

Bio-Monitoring Center\*, IK-water Institute, Korea Water Resources Corporation\*\*  
(Manuscript received 31 January 2011; accepted 11 April 2011)

### Abstract

In order to establish fundamental data for stream restoration and environmental flow, we investigated physical habitat conditions of Korean chub (*Zacco koreanus*) in the typical streams of Han River. Field monitoring including fish sampling was conducted from September 2008 to April 2010. A total number of fish caught in the 8 sites was 3,421 representing 8 families 31 species, and 17 species (54.8%) including Korean shinner (*Coreoleuciscus splendidus*) and *Z. koreanus* were Korean endemic species during the study period. The most frequently found species in number was pale chub (*Z. platypus*, 25.7%) followed by *Z. koreanus* (22.8%) and *Microphysogobio longidorsalis* (16.8%). Numbers of *Z. koreanus* ranged from 8 to 10 cm of total length were the highest in size distribution of their population in all sites. They were widely found in ranges of flow velocity (0.2~0.9 m/sec, 89.6%), water depth (0.3~0.9 m, 91.6%), and different types of substrates except for silt, and they tended to prefer run (58.1%) and riffle (33.7%) with cobble bed (47.0%) microhabitat. Most of upper streams in Korea consist of riffles and runs that are repeatedly followed by another one. However, stream channelization and leveling have caused reduction of habitat diversity. Therefore, it is necessary to make an effort on stream rehabilitation with evaluation of physical habitat condition by indicator species in order to maintain biodiversity and perform ecological restoration.

Keywords : *Zacco koreanus*, Physical habitat, Water depth, Flow velocity, Substrate size, Habitat type

## I. 서론

하천에 서식하는 어류는 수환경의 물리, 화학 및 생물학적 특성에 따라 직·간접적으로 많은 영향을 받는다(Arthington *et al.*, 2006). 이중 하천의 수심(water depth), 유속(velocity), 하상재료(substrate size), 여울(riffle) 및 소(pool) 배열 등은 하천의 물리적 특성으로 어류 군집(fish community) 및 생활사(life cycle)에 중요한 요인으로 작용한다(허준욱과 김정근, 2009; 허준욱 등, 2009a, b). 유량은 위와 같은 물리적 특성을 결정하는 중요한 인자로 작용하며, 하천에서 생물집단을 구성하는데 영향을 미친다(Bunn and Arthington, 2002). 또한 급격한 유량 변동은 안정적이던 수서 생태계에 혼란을 줄 수 있다(Ward *et al.*, 1999). 지금까지 하천에 서식하는 어류의 서식지(habitat) 평가는 어류상 및 군집구조를 중심으로 이루어졌다. 최근 하천에 서식하는 어류의 물리적 서식지 평가와 관련된 연구로는 하천차수에 따른 피라미의 서식지 평가(허준욱 등, 2009) 및 배가사리의 물리적 서식지 평가(Hur *et al.*, 2009) 등이 있으나, 아직까지 어류의 물리적 서식지 평가 관련 연구는 부족한 실정이다.

본 연구에 사용된 참갈겨니 *Zacco koreanus*는 기존에 갈겨니로 분류된 종으로 한강, 금강, 만경강, 동진강, 탐진강, 섬진강, 낙동강과 동해안으로 흐르는 대부분의 하천에 분포하는 한국고유종이다(김익수와 박종영, 2002; Kim *et al.*, 2005). 하천의 중류 이상에서 유수역과 여울로 이루어진 유속이 빠른 지점에 서식하면서 수서곤충 등을 먹는다. 하지만 2005년 이후에 참갈겨니와 갈겨니 *Z. temminckii*로 분리되었으며(Kim *et al.*, 2005), 이 종에 대한 연구는 생태학적 특성(최의용 등, 2006; 최재석 등, 2006), 서식지 분포(채병수와 윤희남, 2006; 2010), 정자의 미세구조(김구환, 2006), 탁도 변화(신명자 등, 2008) 및 망막의 조직학적 연구(유민정과 박종영, 2008) 등이 보고되고 있다.

본 조사연구에서는 한강수계에서 물리적 서식지 특성인 수심, 유속, 하상재료 및 서식지 유형에 따

른 참갈겨니의 분포 및 출현양상을 파악하였으며, 개체별 size에 따른 수심 및 유속의 상관관계를 분석하였다. 어류를 이용한 물리적 서식지에 대한 연구 및 조사자료는 최근 생태복원을 위한 하천의 정비사업 및 생물의 다양성 확보에 기초자료로 유용하게 이용될 것이다.

## II. 재료 및 방법

본 조사는 2008년 9월부터 2010년 4월까지 한강수계의 주요지점을 선정하여 1년에 3~4회에 걸쳐 어류를 채집하였으며, 어류 중 참갈겨니에 대하여 물리적 서식지(수심, 유속, 하상재료 및 서식지 유형)를 파악하였다. 조사는 한강 본류(St.6)와 지류인 내린천(St.1), 홍천강(St.2), 내촌천(St.3), 섬강(St.4), 평창강(St.5) 및 달천(St.7~8)을 포함한 모두 8개 지점에서 실시하였다(Fig. 1).

하천차수는 1:75,000 축척 지도를 이용하여, 수원부의 가장 작은 초기지류에 차수 “1”을 부여하고, 이 하천이 동일 차수의 하천과 합류하게 되면 합류 하천 차수를 높여주는 방법으로 결정하였다(Strahler, 1964). 차수가 낮은 하천을 만나면 차수를 높이지 않았으며, 인공구조물 등도 차수 변화에서 배제하였다. 각 조사지점의 행정구역명, 하천 차수, 위도 및 경도는 다음과 같다.

- St.1 : 강원도 인제군 상남면 하남리 용포교  
(6차하천, N37° 55' 13", E128° 17' 76")
- St.2 : 강원도 홍천군 두촌면 철정리 철정교  
(4차하천, N37° 48' 05", E127° 59' 20")
- St.3 : 강원도 홍천군 내촌면 도관리 협동교  
(5차하천, N37° 49' 00", E128° 4' 18")
- St.4 : 강원도 횡성군 공근면 수백리 수백교  
(4차하천, N37° 31' 57", E128° 00' 42")
- St.5 : 강원도 평창군 방림면 방림리 상방림교  
(5차하천, N37° 25' 24", E128° 23' 54")
- St.6 : 강원도 영월군 영월읍 거운리 거운교  
(6차하천, N37° 14' 04", E128° 30' 44")
- St.7 : 충청북도 괴산군 청천면 화양리 도원교  
(5차하천, N36° 41' 01", E127° 47' 09")
- St.8 : 충청북도 청원군 미원면 옥하리 옥하교  
(5차하천, N36° 36' 55", E127° 42' 04")

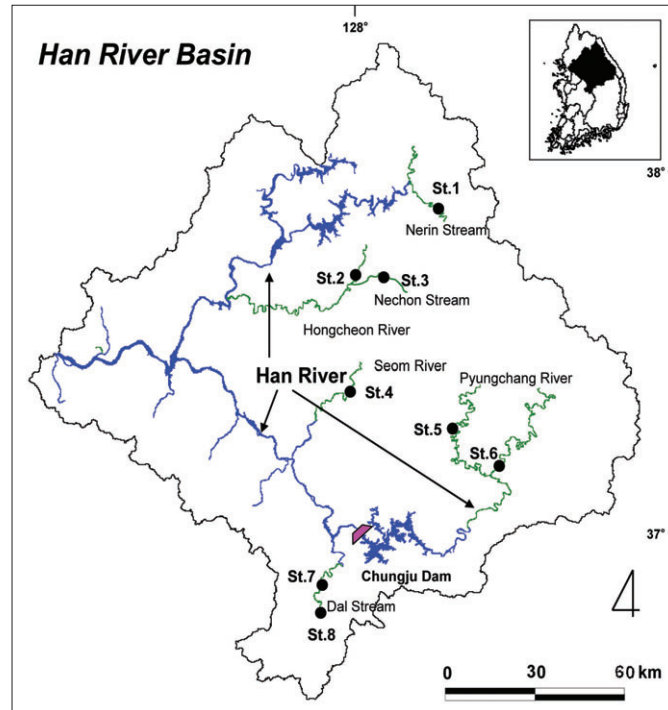


Figure 1. Location map of the study station.

어류채집은 조사정점으로부터 상·하류 200 m 구간에서 60분씩 실시하였으며, 소, 여울 및 흐름이 있는 유수역(run)을 모두 포함하여 조사하였다. 하천특성에 따라 어류의 채집은 투망(망목, 7×7 mm) 및 족대(망목, 4×4 mm)를 사용하였다. 투망은 정량적 조사를 수행하기 위하여 지점별로 20회씩 동일하게 투척하였으며, 족대는 하천 좌·우 수변과 호박돌 주변에서 채집하였다. 소, 여울 및 유수역에서 투망의 투척 횟수는 가급적 횟수를 비슷하게 하였으며, 족대의 채집 시간도 유사하게 하였다. 하류로부터 상류로 올라가면서 하천을 지그재그(zigzag)로 이동하며 조사를 실시하였다. 현장에서 채집된 어류는 동정이 가능한 종은 현장에서 개체 길이를 확인한 후 방류하였으며, 분류 및 동정이 모호한 표본은 10% 포르말린 용액에 고정하여 연구실로 운반한 후 Kim(1997)과 김익수와 박종영(2002)의 문헌을 참고하였다. 어류의 분류체계는 Nelson(1994)의 방법에 따라 정리하였다.

각 조사지점에서 투망으로 투척한 장소 및 족대

로 채집한 장소에서 포획 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 사립자 크기 등급에 따라 실트(1. <0.062 mm), 모래(2. 0.062~2.0 mm), 잔자갈(3. 2.0~16.0 mm), 굵은 자갈(4. 16.0~64.0 mm), 호박돌(5. 64.0~256.0 mm) 및 전석(6. >256.0 mm)으로 나누었다(우효섭, 2004; Wentworth, 1922). 서식지 유형은 소, 여울 및 유수역으로 나누었다(김규호와 김정곤, 2009). 소는 개방형과 폐쇄형으로 물의 유속이 느리거나 정체수역이며, 여울은 지형과 하상이 급경사로 변화하여 유속이 빠르고, 유량이 감소시에는 하상이 노출되어 있는 지점이며, 유수역은 여울과 인접한 상·하류 지점으로 구분되었다.

Table 1. The list and individual number of collected fishes at each station in the Han River Basin

Species	Stations	1	2	3	4	5	6	7	8	Total	RA(%)
<b>Cyprinidae</b>											
<i>Acheilognathus lanceolatus</i>									2	2	0.06
~ <i>Acheilognathus signifer</i>				1				1	4	6	0.18
* <i>Acheilognathus yamatsutae</i>								8	10	18	0.53
<i>Acheilognathus rhombeus</i>									3	3	0.09
<i>Pungtungia herzi</i>		5	12	12	8	32	17	42	39	167	4.88
~ <i>Pseudopungtungia tenuicorpa</i>				1	1			12	6	20	0.58
* <i>Coreoleuciscus splendidus</i>		11	53	30	33	91	102	82	22	424	12.39
* <i>Sarcocheilichthys variegatus wakiyae</i>						1	1	4	4	10	0.29
* <i>Squalidus gracilis majimae</i>				1						1	0.03
<i>Hemibarbus labeo</i>						6		12		18	0.53
<i>Hemibarbus longirostris</i>		1	1	21	42	12	7	5	3	92	2.69
* <i>Hemibarbus mylodon</i>			2				3			5	0.15
<i>Pseudogobio esocinus</i>		1		12	6	11		2	1	33	0.96
~ <i>Gobiobotia macrocephala</i>			7			1				8	0.23
~ <i>Gobiobotia brevibarba</i>		5	42	3	1	2	28			81	2.37
* <i>Microphysogobio yaluensis</i>				15	10	5	4	13	4	51	1.49
* <i>Microphysogobio longidorsalis</i>		21	71	238	180	28	27	10		575	16.81
<i>Rhynchocypris oxycephalus</i>			1				3			4	0.12
~ <i>Zacco koreanus</i>		42	199	111	64	27	66	31	241	781	22.83
<i>Zacco platypus</i>		16	45	103	323	91	24	202	75	879	25.69
<i>Opsariichthys uncirostris amurensis</i>				1		1		7		9	0.26
<b>Balitoridae</b>											
<i>Orthrias nudus</i>			1							1	0.03
<b>Cobitidae</b>											
<i>Misgurnus anguillicaudatus</i>				1					1	2	0.06
* <i>Iksookimia koreensis</i>			5	5	20	9				39	1.14
* <i>Koreocobitis rotundicaudata</i>		1	14			7	16	2	1	41	1.20
<b>Amblycipitidae</b>											
* <i>Liobagrus andersoni</i>		2	8	11	3	11	19	1	1	56	1.64
<b>Salmonidae</b>											
<i>Oncorhynchus mykiss</i>			1							1	0.03
<b>Centropomidae</b>											
<i>Siniperca scherzeri</i>						1				1	0.03
* <i>Coreoperca herzi</i>		4	13	9	3	3	2	4	9	47	1.37
<b>Odontobutidae</b>											
* <i>Odontobutis platycephala</i>				2	2	1		1	1	7	0.20
<b>Gobiidae</b>											
<i>Rhinogobius brunneus</i>				1	1	20		17		39	1.14
Number of species		11	16	19	15	20	14	19	18	31	
Number of individual		109	475	578	697	360	319	456	427	3421	

\* : Natural monument, ° : Korean endemic species ~ : Endangered species RA : Relative abundance

### III. 결과 및 고찰

전체 조사지점에서 채집된 어류는 총 8과 31종 3,421개체였다(Table 1). 과(family)별 어종의 구성을 보면 잉어과(Cyprinidae) 어류가 21종으로 가장 많아 67.7%를 차지하였으며, 다음으로는 미꾸리과(Cobitidae)가 3종으로 9.1%를 나타내었다. 이와 같이 잉어과 어류가 다른 과보다 우세하게 나타나는 것은 한국의 서해와 남해로 유입되는 하천에서 볼 수 있는 담수어류상의 공통된 특징으로 알려져 있다(전상린, 1980). 잉어과에 속하는 피라미와 참갈겨니는 우리나라 하천에 우점하여 출현하는 종으로 본 조사 지점에서도 비슷한 경향을 보여주었다.

한국고유종(Korean endemic species)은 줄납자루 등 17종으로 전체 어종수의 54.8%로 높은 출현율을 보였다. 문화재청에서 지정한 천연기념물인 어름치(0.15%)를 비롯하여 환경부에서 지정한 멸종위기종(endangered species) 묵납자루(0.18%), 가는 돌고기(0.58%), 꾸구리(0.23%) 및 돌상어(2.37%)를 포함한 4종의 보호종도 함께 채집되었다.

조사지역 전체에서 채집된 31종 중 피라미가 25.69%로 우점종이었으며, 참갈겨니(22.83%)가 아우점종으로 나타났다. 그 외에 배가사리(16.81%), 쉬리(12.39%) 및 돌고기(4.88%) 등의 순이었다. 본 조사에서 참갈겨니와 생태적 지위가 유사한 어류는 피라미, 배가사리 및 쉬리로 나타났는데, 최재석 등(2006)의 보고에서 참갈겨니와 공서하는 종으로 피라미, 돌고기 및 배가사리로 본 조사와 2종이 유사하게 나타났다. 대부분 연구에서 우리나라 하천의 종류 및 상류에서는 피라미와 참갈겨니가 환경 및 물리적 조건에 따라 출현율이 우점과 아우점으로 나타나는 것으로 볼 때, 이들 종의 생태적 지위 및 서식지 조건 등은 유용한 자료로 활용될 것으로 판단된다.

지금까지 한강수계 주요 조사지점별 참갈겨니의 출현율은 내린천 42.9%(남영모 등, 1998)와 42.1%(이충렬과 김용호, 2002), 홍천강 16.1%(양홍준 등, 1991)와 19.6%(최재석과 김재구, 2004), 내촌천 17.8%(이충렬과 김용호, 2002)로 보고하였고, 섬강 24.8%(송호복 등, 1995), 평창강 27.2%(변화

근과 배옥이, 2001)와 34.8%(이광열 등, 2006), 동강 37.6%(차진열과 윤희남, 1998)와 55.7%(최준길 등, 2008), 달천 22.6%(채병수와 윤희남, 2001)로 출현하는 것으로 보고하였다. 본 조사에서 전체 평균은 22.8%로 이전에 보고된 자료와 차이를 보였다. 본 조사지점 중 St.1(내린천)과 St.3(내촌천)은 이전에 보고되었던 자료와 출현율이 유사하게 나타났으나, 다른 하천 등에서는 차이를 보여주고 있다. 이러한 이유는 이전에 보고된 자료와 본 조사의 채집지점의 수, 하천차수 및 미세서식지 등의 차이로 보여진다.

참갈겨니의 전장(total length)에 따른 유속, 수심, 하상재료 및 서식지 유형별 출현율은 Fig. 2에서 보는 것과 같다. 전체 781 마리 중 전장은 치어를 제외한 8~10 cm가 42.3%로 가장 많이 채집되었다(Fig. 2a). 유속은 광범위하게 분포하는 경향이 있는데, 0.2~0.9 m/s에서 89.6%로 나타났으며(Fig. 2b), 수심은 0.5 m에서 33.4%를 중심으로 다른 수심에서는 감소하는 경향을 나타내었다(Fig. 2c). 하상재료는 실트(silt)를 제외한 모든 지점에서 나타났으며, 호박돌 주변에서 47.0%로 대부분 서식하는 것으로 조사되었다(Fig. 2d). 이러한 이유는 본 조사지점인 한강수계 종류와 상류는 대부분 굽은자갈과 호박돌이 우세한 하상으로 이루어져 있어 출현율에서 높게 나타난 것으로 판단되어진다. 서식지 유형은 흐름이 있는 유수역에서 58.1%로 가장 높은 출현율을 보여주었다(Fig. 2e). 또한 여울과 소에서 각각 33.7%와 8.2%를 보였다.

유속과 수심에 대한 물리적 서식지 평가에서 수심은 0.5 m를 중심으로 뚜렷하게 구분되었으나, 유속은 0.2 m/s 이상에서 서식범위가 광범위한 것으로 나타났다. 한강수계에서 참갈겨니의 산란기(spawning)에 유속 0.05~0.1 m/s, 수심 0.05~0.3 m, 치어기(juvenile)에 0.2~0.3 m/s, 0.1~0.2 m 및 성어기(adult)에 유속 0.3~0.8 m/s, 수심 0.2~0.5 m로 보고하였으며(건설교통부, 1998), 또한 전체 성장단계에서 유속과 수심을 0.5 m/s와 0.5 m로 보고하였다(국토해양부, 2010). 본 조사에서 나

타난 참갈겨니의 유속과 수심 범위 또한 이와 유사하게 나타났다. 유속의 경우, 0.1 m/s 이하에서도 10.5%가 출현하였는데 대부분 전장이 5 cm 이하의 치어가 포획되었다. 다른 어류와 마찬가지로 치어기는 수심과 유속의 범위가 큰 하천의 중앙부분 보

다는 좌안과 우안에서 서식하는 것이 성장 및 다른 포식자로부터 피하는데 유리할 것으로 판단된다. 우리나라의 계절 특성상 갈수기로부터 우기로 접어들면서 하천의 좌안과 우안에 수심이 얇고, 유속이 느린 지점이 생성되고, 또한 이 지점에 1년생 및 다

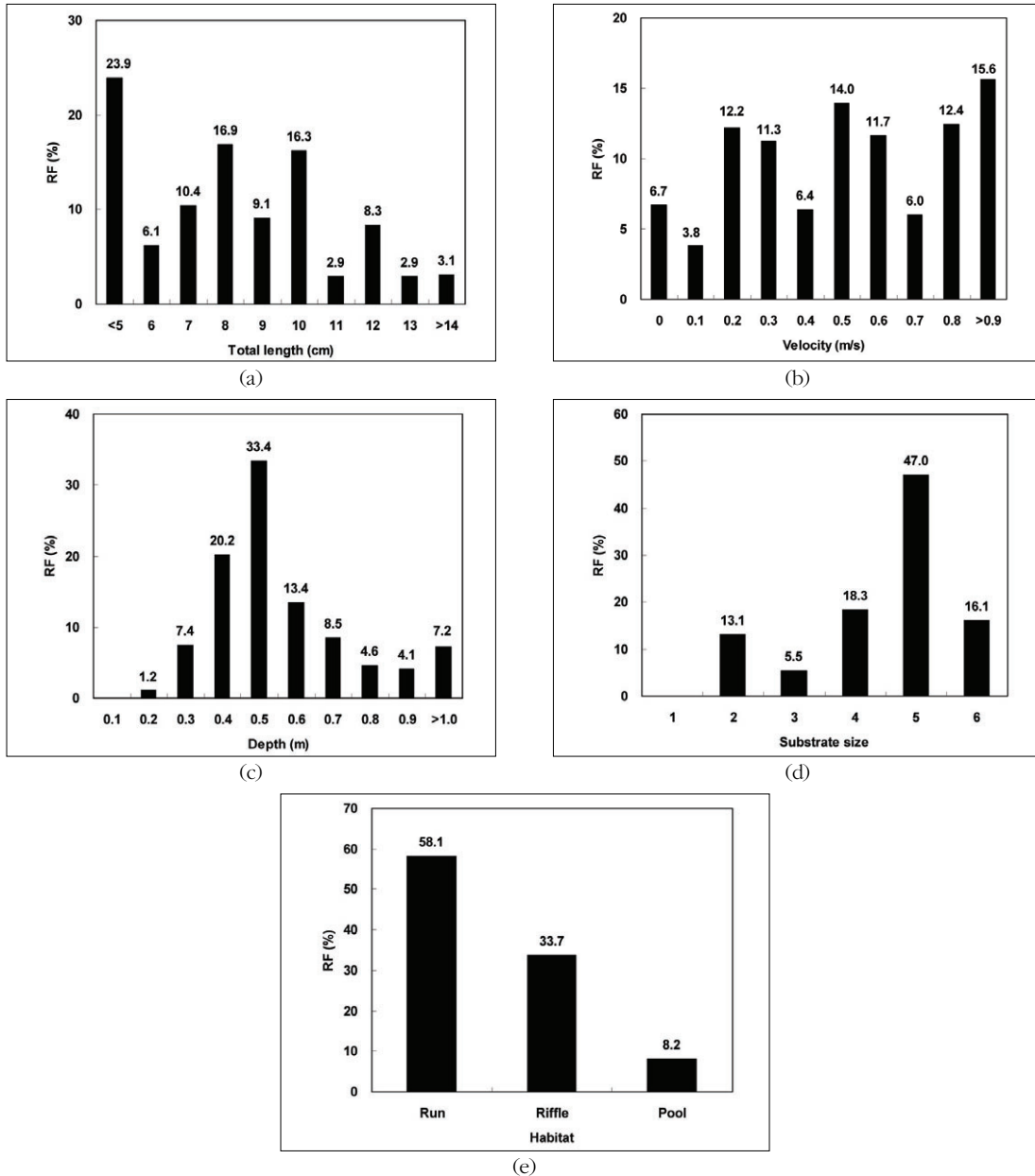


Figure 2. Relative frequency (RF) distribution on total length, velocity, depth, substrate size and habitat types in *Zacco koreanus* (n=781). Substrate size : 1(silt) : <0.062 mm, 2(sand) : 0.062~2.0 mm, 3(fine gravel) : 2.0~16.0 mm, 4(coarse gravel) : 16.0~64.0 mm, 5(cobbles) : 64.0~256.0 mm, 6(boulders) : >256.0 mm

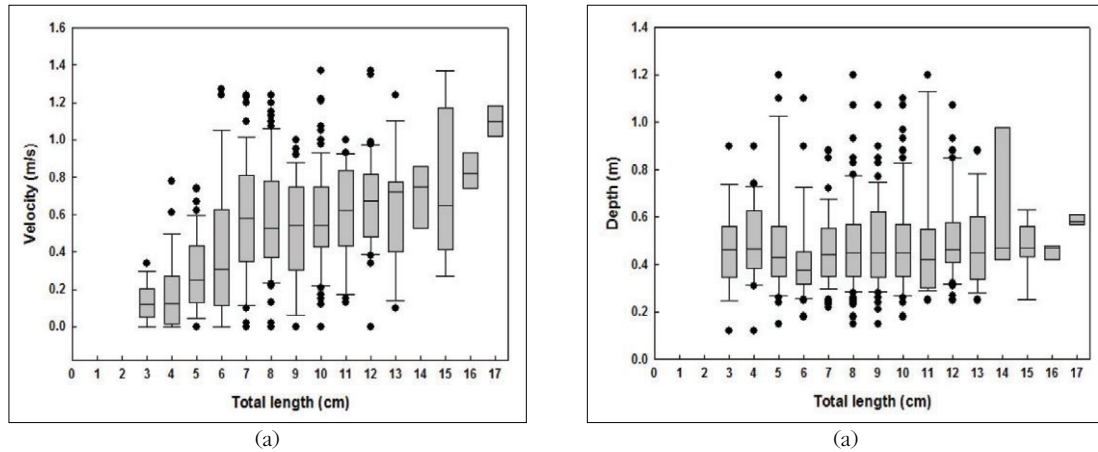


Figure 3. Ranges of velocity (a) and depth (b) by size with vertical box plot indicating median, 10, 25, 75 and 90 th percentiles as vertical boxes with error bars

년생 식생이 분포하여 치어는 포식자로부터 도피처가 되며, 성장을 위해 먹이 활동에 도움이 될 것으로 판단된다.

참갈겨니의 전장에 대한 유속과 수심의 분포 경향은 Fig. 3과 같다. 일반적으로 유속에 대한 전장 분포는 개체의 크기가 증가될수록 유속도 높아지는 것으로 나타났다(Fig. 3a). 그러나 수심은 개체의 크기가 증가될수록 뚜렷한 차이를 보이지 않았다(Fig. 3b). 유속은 전장 3~13 cm에서 유속 0.8 m/s이하에서 대부분 채집되었으며, 수심 분포는 전장 3~13 cm에서 수심 0.3~0.6 m에서 많이 서식하는 것으로 나타났다.

참갈겨니의 전장은 부화하여 6~7 cm (1년), 10~12 cm (2년), 14~16 cm (3년) 및 20 cm (5년이상)로 성장한다고 보고하였다(Kim, 1997; 손영목과 송호복, 2006). 또한 서진원(2005)은 낙동강 중류 및 상류에서 참갈겨니의 전장은 5~6 cm (1년), 8~9 cm (2년) 및 11 cm (3년)로 성장한다고 하였다. 이전에 보고되었던 자료와 본 조사에서 나타난 자료로 부화일수(days after parturition, DAP)에 따른 전장 성장식은  $TL=0.0096DAP+2.5833$  ( $r^2=0.9983$ )로 직선식으로 나타났다(Fig. 4). 식에 의해 나타난 참갈겨니의 전장은 1년생 6.1 cm, 2년생 9.6 cm, 3년생 13.1 cm, 4년생 16.6 cm 및 5년생 20.1 cm으로 성장하는 것으로 추측된다. 본 조

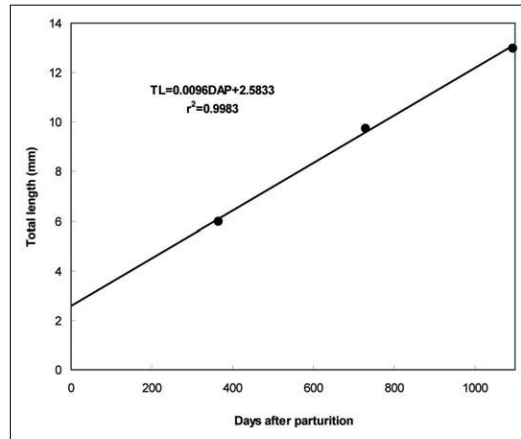


Figure 4. Growth pattern of total length (TL) on days after parturition (DAP) in *Zacco koreanus*

사에서 채집된 참갈겨니는 최소 3 cm로부터 최대 20 cm까지 채집되어 1년생 미만 자치어부터 5년생 까지 서식하는 것으로 나타났다. 또한 Fig. 2a로 볼 때 7~10 cm가 52.7%로 가장 많이 채집되어 식에 의해 추측해 볼 때 부화로부터 500~700일 성장한 참갈겨니로 보여진다.

이상의 조사결과를 요약하면 한강수계의 해당지점에서 참갈겨니는 아우점종으로 출현하였으며, 피라미, 배가사리 및 쉬리가 생태적 지위로 경쟁하는 것으로 나타났다. 전체 781 마리 중 전장은 8~10 cm가 42.3%, 유속 범위는 0.2~0.9 m/s에서 89.5%, 수심은 0.5 m에서 33.4%로 가장 많이 출현하였다.

서식지 유형은 소와 같은 유속이 느린 지점보다는 호박돌이 있는 여울과 유수역에서 주로 채집되었다.

#### IV. 결 론

하천복원과 환경유량을 위한 기초자료를 확립하고자 한강의 대표적 하천에 서식하는 참갈겨니 *Zacco koreanus*의 물리적 서식조건을 2008년 9월부터 2010년 4월까지 조사하였다. 8개 지점을 선정하여 실시된 어류 채집 결과 총 8과 31종 3,421개체가 포획되었으며 이 중 한국고유종은 쉬리 및 참갈겨니를 포함하는 총 17종 (54.8%)이 출현하였다. 출현 어종 중 개체수 구성비가 가장 높은 종은 피라미로 25.7%를 차지하였고, 다음은 참갈겨니 22.8%, 배가사리 16.8% 등의 순으로 나타났다. 모든 지점에서 채집된 참갈겨니는 8~10 cm의 개체들이 가장 많았다. 대부분의 개체들이 광범위한 유속 (0.2~0.9 m/sec, 89.6%), 수심 (0.3~0.9 m, 91.6%) 및 점토질 하상을 제외한 다양한 하상구조에서 발견되었고, 주로 호박돌 하상구조(47.0%)의 유수역 (58.1%) 및 여울 (33.7%) 미소서식지를 선호하는 경향을 보였다. 우리나라 대부분 상류하천은 여울과 유수역이 반복되면서 이어지는 형태를 보여주고 있으나, 무분별한 하천사업 및 직강화·수로화 공사로 인해 하천의 서식지 다양성이 계속 감소되고 있는 추세이다. 따라서 생물다양성을 유지하고 생태적 하천복원을 위해서는 각 어종에 대한 물리적 서식 조건을 자세하게 파악하여 서식지 조성에 필요한 노력을 해야 할 것이다.

#### 참고문헌

- 건설교통부 서울지방국토관리청, 1998, 한강수계 하천수 사용실태 조사 및 하천유지유량 산정 보고서, 613.
- 국토해양부 한국건설교통기술평가원, 2010, 생물 서식환경 조성 기술 개발 연구보고서, 764.
- 김구환, 2006, 참갈겨니(Teleostei, Cypriniformes, Cyprinidae) 정자변형과 정자의 미세구조, 한국어류학회지, 18(4), 347-354.
- 김규호, 김정근, 2009, 어류생태 모니터링 가이드라인, Ecoriver21 자연과 함께하는 하천복원 기술개발 연구단, 68.
- 김익수, 박종영, 2002, 한국의 민물고기, 교학사, 서울, 467.
- 남명모, 양홍준, 채병수, 강영훈, 1998, 내린천의 어류상과 군집구조, 한국어류학회지, 10(1), 61-66.
- 변화근, 배옥이, 2001, 영월·평창, 백덕산 일대의 담수어류, 제2차 전국자연환경조사 보고서, 환경부, 378-428.
- 서진원, 2005, 감천 중·상류역의 어류상과 갈겨니 (*Zacco teminckii*) 개체군의 생태학적 특성, 한국하천호수학회지, 38(2), 196-206.
- 손영목, 송호복, 2006, 금강의 민물고기, 지성사, 239.
- 송호복, 권오길, 전상호, 김휘중, 조규송, 1995, 횡성 섬강 상류의 어류상, 한국하천호수학회지, 28(2), 225-232.
- 신명자, 김정숙, 황윤희, 이종은, 서울원, 2008, 탁도 변화가 참갈겨니(*Zacco koreanus*) 서식에 미치는 영향, 한국하천호수학회지, 41(1), 73-80.
- 양홍준, 채병수, 남명모, 1991, 홍천강 상류수역의 추계어류상, 한국하천호수학회지, 24(1), 37-44.
- 우효섭, 2004, 하천수리학, 청문각, 362-363.
- 유민정, 박종영, 2008, 참갈겨니 *Zacco koreanus*와 눈동자개 *Pseudobagrus koreanus*의 생태학적 차이에 의한 망막 조직의 비교 연구, 한국어류학회지, 20(2), 97-104.
- 이광열, 장영수, 최재석, 2006, 평창강의 어류상 및 법적보호종의 서식 실태, 한국환경생태학회지, 20(3), 331-339.
- 이충렬, 김용호, 2002, 홍천·인제, 백암산 일대의 담수어류, 제2차 전국자연환경조사 보고서, 환경부, 313-346.



- 전상린, 1980, 한국산 담수어의 분포에 관하여, 중앙대학교 박사학위 논문, 91.
- 차진열, 윤희남, 1998, 영월 · 정선(동강) 일대의 담수어류, 제2차 전국자연환경조사 보고서, 환경부, 1-29.
- 채병수, 윤희남, 2001, 괴산 좌구산 일대의 담수어류, 제2차 전국자연환경조사 보고서, 환경부, 105-136.
- 채병수, 윤희남, 2006, 참갈겨니, *Zacco koreanus* (잉어과)의 혼인색의 지리적 변이와 분포, 한국어류학회지, 18(2), 97-106.
- 채병수, 윤희남, 2010, 참갈겨니, *Zacco koreanus* (잉어과)의 NE형과 NS형의 서식처 분리, 한국어류학회지, 22(1), 49-55.
- 최의용, 서진원, 최재석, 2006, 낙동강 지류에 분포하는 참갈겨니 개체군의 전장과 체중 관계 및 von Bertalanffy의 성장모델, 한국하천호수학회지, 39(2), 226-235.
- 최재석, 김재구, 2004, 홍천강 어류상과 어류군집, 환경생물, 18(3), 446-455.
- 최재석, 박승철, 장영수, 이광열, 최준길, 2006, 횡성호 상·하류에 분포하는 참갈겨니(*Zacco koreanus*, Cyprinidae)의 개체군 동태, 한국환경생태학회지, 20(4), 391-399.
- 최준길, 오사무 미타무라, 이동준, 신현선, 2008, 동강의 어류상과 생태학적 군집분석, 한국환경생태학회지, 22(6), 616-624.
- 허준욱, 김정곤, 2009, 용담댐 하류의 하천 건강성 평가 및 어류 서식처를 고려한 최적유량 산정. 한국수자원학회지. 42(6): 481-491.
- 허준욱, 박상영, 강신욱, 김정곤, 2009a, 하천차수에 따른 금강수계 피라미(*Zacco platypus*)의 물리적 서식지 평가, 환경생물, 27, 397-405.
- 허준욱, 박진우, 강신욱, 김정곤, 2009b, 금강유역의 어류상과 서식지 적합도 지수 산정. 한국환경생태학회지. 23(6): 516-527.
- 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, *Ecological Applications*, 16, 1311-1318.
- Bunn S.E. and Arthington A.H., 2002, Basic principles and ecological consequences of altered flow regimes for aquatic biodiversity, *Environmental Management*, 30, 492-507.
- Hur J.W., Park J.W. and Kim J., 2009, Physical habitat assessment of Microphysogobio longidorsalis in the Han River Basin, *Journal of Hydrologic Environment*, 5(1), 49-56.
- Kim I.S., Oh M.K. and Hosoya K., 2005, A new species of cyprinid fish, *Zacco koreanus* with redescription of *Z. temminckii* (Cyprinidae) from Korea, *Korean Journal of Ichthyology*, 17(1), 1-7.
- Kim, I.S., 1997, Illustrated encyclopedia of fauna and flora of Korea, Vol 37, Freshwater fishes. Ministry of Education.
- Nelson, J.S., 1994, Fishes of the world. John Wiley and Sons, New York, 600pp.
- Strahler, A.N., 1964, Quantitative geomorphology of drainage basins and channel networks. Pages 39-76 in V.T. Chow, editor. Handbook of applied hydrology, McGraw-Hill, New York.
- Ward J.V., Tockner K. and Schiemer F., 1999, Biodiversity of floodplain ecosystem; Ecotones and connectivity, *Research Management*, 15, 125-139.
- Wentworth, C.K., 1922, A scale of grade and class terms for clastic sediments. *The Journal of Geology* 30, 377-392.