

섬진강 중·상류 수계의 어류상과 군집구조

장 성 현 · 류 희 성 · 이 정 호*

(대구대학교 생물교육과)

Fish Fauna and Community Structure in the Mid-Upper Region of the Seomjin River. Jang, Sung Hyun, Hui Seong Ryu and Jung Ho Lee* (Department of Biology Education, Daegu University, Gyeongsan 712-714, Korea)

The fish fauna and community structures were investigated at 15 stations in the mid-upper region of the Seomjin River watershed from August in 2008 to April in 2009. During the studying period, 42 species belonging to 11 families were collected. Dominant family in the all sites was Cyprinidae (28 species, relative abundance: 66.7%) during the study. Total of 42 species (primary freshwater: 40 species, peripheral freshwater: 2 species) were found with the primary freshwater fishes being the highest. Dominant species was *Zacco platypus* (22.3%), and subdominant species was *Coreoperca herzi* (10.8%). Also, *Pseudogobio esocinus* (9.0%) and *Carassius auratus* (5.8%) were numerous. There were 17 Korean endemic species (40.5%), including *Rhodeus ocellatus*, *Acheilgnathus koreensis*, *A. somjinensis*, *Coreoleuciscus splendidus* and *Sarcocheilichthys variegatus wakiyae*. Among them, *Acheilgnathus somjinensis* was identified for designation required to protect under a wildlife category. In conclusion, we could define that the Seomjin River watershed has a very good water conditions as habitat of fish.

Key words : Seomjun River, primary freshwater, peripheral freshwater, endemic species, exotic fishes

서 론

섬진강은 전라북도 진안군 백운면 신암리의 계곡에서 발원하여 북서쪽으로 흐르다가 전북 정읍시와 임실군의 경계에 이르러 옥정호를 이룬다. 이후 순창군에서 추령천과 합류하고 전남 곡성군 옥과면에서 옥과천과 합류하고 곡성읍에서 남원에서 내려오는 요천수와 합류하게 되며, 오폭면 압록리에서 보성강과 합류하여 구례와 하동을 거쳐 남해안으로 유입되는 우리나라 4대강에 해당된다. 하천 길이가 225 km, 하천 유역이 4,896 km²에 달하며, 4대강 중 유일하게 하구에 댐이나 둑이 건설되지 않았으며, 한강과 낙동강과 달리 하천 주변지역에 대규모 오염원이

없는 수역이다. 또한, 지리산 등의 대규모 산악지형에 의하여 하천 수질상태가 상대적으로 맑은 하천의 특성을 나타내고 있다(김 등, 2002).

우리나라 어류상 및 군집구조에 관한 연구는 주로 한강(전 등, 2002; 최, 2005; 최 등, 2005; 변과 임, 2007; 변 등, 2008)과 낙동강(장 등, 2001; 전과 권, 2002; 강 등, 2004), 금강(홍, 1982; 황 등, 1992; 황, 2005) 등이 대상이었으며, 이들 강들에 대해서는 어류의 중금속 함유량에 관한 연구(홍과 홍, 1982; 손 등, 1994; 허 등, 1999)와 한강납줄개 등 다수의 어종에 대한 생태학적 특성치에 관한 연구(손과 변, 2004; 백 등, 2006; 광과 박, 2007; 고 등, 2009), 어류를 이용한 생물학적 수질 평가 및 생태건강도 평가에 관한 연구(안 등, 2001; 이 등, 2007a, b; 최

* Corresponding author: Tel: 053) 850-6994, Fax: 053) 850-6999, E-mail: jungho@daegu.ac.kr

등, 2007) 등 다양한 연구들이 보고되고 있다. 또한, 이들 강의 주요 지류와 소하천의 어류상 및 군집구조(변 등, 1996; 양 등 1998a, b; 배 등, 2002; 한, 2007; 최 등, 2008; 서와 김, 2009)와 어류서식에 필요한 유량산정에 관한 연구(이 등, 2006) 등도 어느 정도 밝혀져 있다. 그러나 섬진강 수계에 대한 담수 어류목록이나 분포 특징에 대한 연구는 매우 제한적이며, 한강 및 낙동강과 같은 대규모 강에 비하여 매우 불충분하고 조사된 연구결과 또한 지리산 주변과 중·하류 수역 등 극히 일부분에 한정되어 있는 실정이다(최, 1988, 1989; 차와 윤, 1997; 전, 1999; 김 등, 2002). 또한, 이들 연구들은 어느 특정시기에 국한되어 있어서 어류군집의 변화를 파악하기에는 상당히 미흡하다.

따라서 본 연구는 현재까지 체계적인 조사가 이루어지지 않아서 어류상이 상세히 밝혀져 있지 않는 섬진강 중·상류 수역의 어류상에 대한 조사를 실시하였고, 아울러 우리나라 고유어종 및 외래어종의 서식 실태를 파악하여 향후 효율적이고 안정적인 내수면 어족자원 조성 및 관리를 위한 기초 자료를 얻고자 하였다.

조사 및 방법

1. 조사기간

본 연구는 2008년 8월부터 2009년 4월까지 총 4회에 걸쳐 실시하였으며, 조사기간은 다음과 같다.

- 1차 조사: 2008년 8월 25일~31일
- 2차 조사: 2008년 9월 22일~28일
- 3차 조사: 2008년 10월 26일~31일
- 4차 조사: 2009년 4월 6일~12일

2. 조사지점

섬진강 중·상류 수계에 대한 어류상을 파악하기 위하여 Fig. 1과 같이 총 15개 조사지점을 선정하였으며, 조사지점의 행정구역은 다음과 같다.

- St. 1: 전라북도 순창군 동계면 어차리(섬진강)
- St. 2: 전라북도 순창군 동계면 구미리(섬진강)
- St. 3: 전라북도 순창군 적성면 평남리(섬진강)
- St. 4: 전라북도 순창군 적성면 괴정리(섬진강)
- St. 5: 전라북도 순창군 적성면 고원리(섬진강)
- St. 6: 전라북도 순창군 유동면 무수리(섬진강)
- St. 7: 전라북도 순창군 동계면 서호리(오수천)

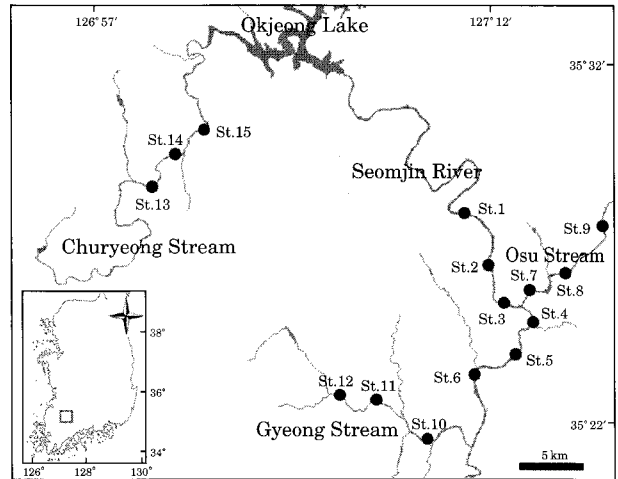


Fig. 1. Map showing the sampling sites in the mid-upper region of the Seomjin River watershed.

- St. 8: 전라북도 순창군 동계면 현포리(오수천)
- St. 9: 전라북도 순창군 동계면 이동리(오수천)
- St. 10: 전라북도 순창군 유동면 건곡리(경천)
- St. 11: 전라북도 순창군 순창읍 남계리(경천)
- St. 12: 전라북도 순창군 순창읍 교성리(경천)
- St. 13: 전라북도 순창군 쌍치면 도고리(추령천)
- St. 14: 전라북도 순창군 쌍치면 쌍계리(추령천)
- St. 15: 전라북도 순창군 쌍치면 교성리(추령천)

3. 조사방법 및 내용

물리·화학적 요인의 분석은 현장측정 및 원수를 채수하여 실험실에서 분석하였다. 수온과 pH, 용존산소, 전기전도도 등은 현장 수질측정기인 Orion 5-star (Thermo)로 측정하였으며, COD와 부유물질, 총인, 총질소, 산화환원전위 등은 Standard methods (APHA, 1995)와 Wetzel and Likens (2000)에 준하여 실시하였다.

어류 조사는 각 지점별 특성에 따라 족대(5×5 mm)와 투망(10×10 mm), 삼각망(30×30 mm), 자망(40×40 mm) 등을 이용하여 조사를 실시하였다. 투망은 각 조사점의 상·하류 100 m 내외에서 하천을 따라 이동하며 여울 및 소의 다양한 서식지를 대상으로 20회 실시하였고, 족대는 수변식물이 발달한 지역 및 바위 밑을 대상으로 10회를 균일하게 사용하여 어류를 채집하였다. 삼각망과 자망은 어신을 이용하여 12시간 수중에 설치한 후 수거하였다. 정량 채집을 통하여 조사된 어류군집 자료를 이용하여 종다양성 지수(Shannon, 1948)와 우점도 지수(McNaughton, 1967), 균등도 지수(Pielou 1966), 풍부도

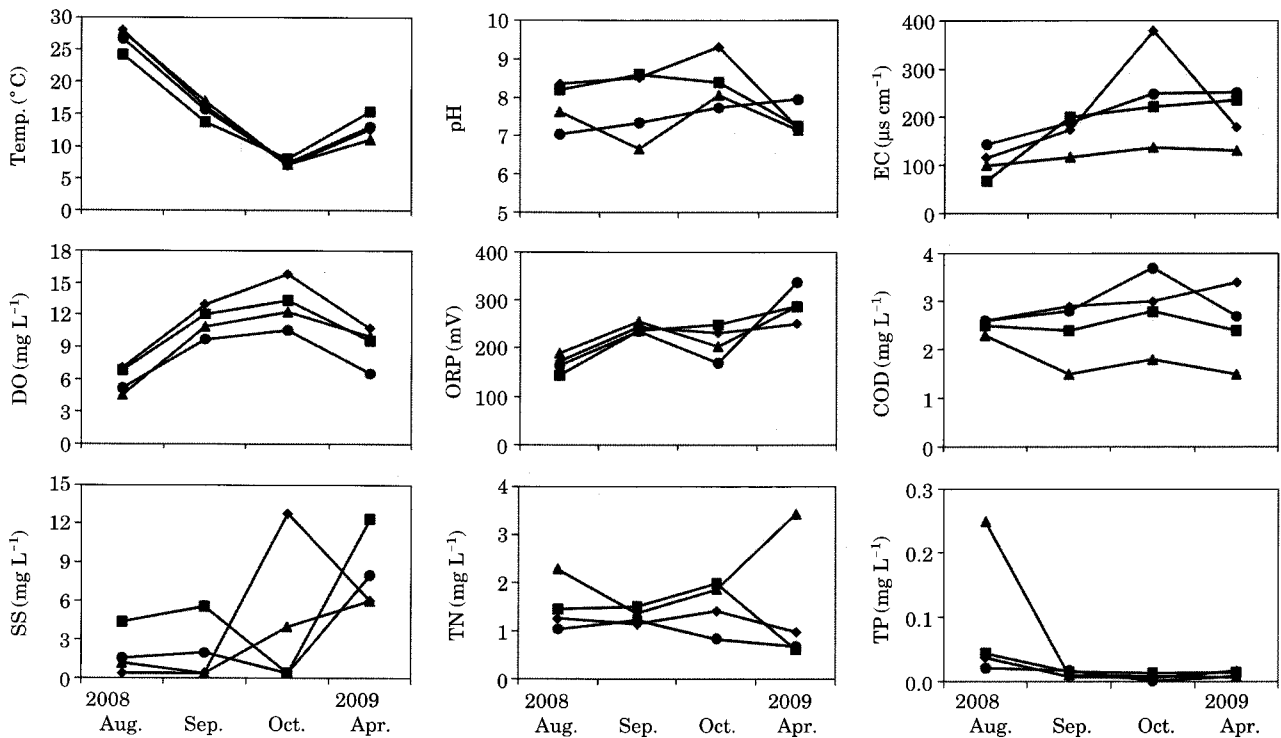


Fig. 2. Environmental factors in the mid-upper region of the Seomjin River watershed during August 2008~April 2009 (-◆-: Seomjin River, -■-: Osu Stream, -▲-: Churyeong Stream, -●-: Gyeong Stream).

지수(Margalef, 1958) 등을 구하였다.

채집된 어류는 현장에서 동정 및 분류한 후 체장 및 체중을 측정 후 방류하였으며, 동정이 불가능한 개체는 10% 포르말린 용액으로 고정한 다음 실험실로 운반하였다. 각 어류의 표준체장은 1 mm까지, 체중은 0.1 g까지 측정하였다. 어류의 동정에는 국내에서 발표된 검색표(김과 강, 1993; 김, 1997; 김과 박, 2002; 최 등, 2002; 김 등, 2005)를 이용하였으며, 어류 목록의 배열은 Nelson(1994)의 분류체계를 따라 정리하였다.

결과 및 고찰

1. 물리적 서식지 현황 및 이화학적 요인

섬진강 중·상류 수계는 자갈과 모래, 바위, 수생식물 등의 다양한 하상구조를 이루고 있으며, 특히 오수천과 경천이 섬진강과 추령천보다 기반암의 분포가 다소 높은 특성을 보이는 것으로 나타났다. 다양한 하상구조는 유속과 함께 수서생물의 주요한 서식 환경요인으로서 작용한다. 수변식생 분포는 전 수계가 목본에 비해 초본이 최대 60~80% 범위의 높은 비율을 보이는 것으로 나타났으며,

주로 농경지와 도로, 숲 등이 인접해 있었다. 수색은 섬진강을 제외하고 대체적으로 하상구조를 육안으로 확인할 수 있는 ‘맑음’으로 나타났으며, 섬진강의 수색은 ‘탁함’으로 조사되었다. 평균 하천 폭은 섬진강이 가장 넓은 것으로 나타났으며, 오수천, 추령천, 경천 등의 순으로 나타났으며, 오수천의 수심이 가장 깊은 것으로 조사되었다.

이화학적 요인은 섬진강 및 오수천, 추령천, 경천 수계 등의 수온은 6.7~28.0°C 평균 15.6±7.0°C의 범위를 보였으며, 용존산소는 4.6~15.8 mg L⁻¹ 평균 9.9±3.0 mg L⁻¹, 전기전도도는 67.2~379.0 μS cm⁻¹ 평균 180.7±74.1 μS cm⁻¹, pH는 6.7~9.3 평균 7.8±0.7, 산화환원전위는 144~337 mV 평균 228.8±50.5 mV, 부유물질은 0.4~12.8 mg L⁻¹ 평균 4.1±4.0 mg L⁻¹ 등의 범위를 보이는 것으로 조사되었다. 수중의 오염물질에 대한 지표로 이용되는 COD는 1.5~3.7 mg L⁻¹ 평균 2.6±0.6 mg L⁻¹의 범위를 보였으며, 수계의 중요한 영양염류인 TN과 TP는 각각 0.617~3.430 mg L⁻¹ 평균 1.4±0.7 mg L⁻¹과 0.002~0.249 mg L⁻¹ 평균 0.03±0.06 mg L⁻¹의 범위를 보이는 것으로 조사되었다. 본 조사에서는 모든 수질 항목에 있어 어류 서식에 제한이 되는 항목들은 발견되지 않았으며, 향후 특별한 오염원이 발생하지 않는다면 어류가 서

Table 1. Fish species and numbers of individuals collected from the sampling sites of the mid-upper region of the Seomjin River watershed during August 2008 ~ April 2009.

Species	Steams				Total	R.A. (%)	Remarks
	Seomjin	Osu	Chureong	Gyeong			
Anguillidae							
<i>Anguilla japonica</i>		3			3	<0.1	Ph
Cyprinidae							
<i>Cyprinus carpio</i>	12	31			43	1.2	Pr
<i>Carassius auratus</i>	123	78	1	1	203	5.8	Pr
<i>Carassius cuvieri</i>	137	48	2		187	5.4	Pr
<i>Rhodeus ocellatus</i>	2	4		3	9	0.3	Pr, E
<i>Acheilognathus lanceolatus</i>	10	2			12	0.3	Pr
<i>Acheilognathus koreensis</i>	43		1		44	1.3	Pr, E
<i>Acheilognathus somjinensis</i>	10	2	14		26	0.7	Pr, E
<i>Acheilognathus majusculus</i>	46	21			67	1.9	Pr, E
<i>Acheilognathus rhombeus</i>			10	3	13	0.4	Pr
<i>Acanthorhodeus macropterus</i>	2	35	4		41	1.2	Pr
<i>Acanthorhodeus gracilis</i>		2		1	3	<0.1	Pr, E
<i>Pseudorasbora parva</i>				2	2	<0.1	Pr
<i>Pungtungia herzi</i>	70	36	12		118	3.4	Pr
<i>Coreoleuciscus splendidus</i>	75	18	13	4	110	3.2	Pr, E
<i>Sarcocheilichthys variegatus wakiyae</i>	20	5	6		31	0.9	Pr, E
<i>Sarcocheilichthys nigripinnis morii</i>				1	1	<0.1	Pr, E
<i>Gnathopogon strigatus</i>	2		1	3	6	0.2	Pr
<i>Squalidus gracili majimae</i>	25	1	39	50	115	3.3	Pr, E
<i>Squalidus chankaensis tsuchigae</i>	2	6			8	0.2	Pr, E
<i>Hemibarbus labeo</i>	80	84			164	4.7	Pr
<i>Hemibarbus longirostris</i>	27	6	1	1	35	1.0	Pr
<i>Pseudogobio esocinus</i>	197	103	3	11	314	9.0	Pr
<i>Abbottina springeri</i>	1	2		1	4	0.1	Pr
<i>Microphysogobio yaluensis</i>	22	63	16	69	170	4.9	Pr, E
<i>Zacco temminckii</i>	57	22	17		96	2.8	Pr
<i>Zacco koreanus</i>			3		3	<0.1	Pr, E
<i>Zacco platypus</i>	267	278	50	180	775	22.3	Pr
<i>Opsarichthys uncirostris amurensis</i>	52	56			108	3.1	Pr
Cobitidae							
<i>Cobitis teralineata</i>	2	3	1		6	0.2	Pr, E
Bagridae							
<i>Pseudobagrus fulvidraco</i>	80	63			143	4.1	Pr
<i>Pseudobagrus koreanus</i>	39	8	1		48	1.4	Pr, E
Siluridae							
<i>Silurus asotus</i>	56	20		330	76	2.2	Pr
Amblycipitidae							
<i>Liobagrus mediadiposalis</i>			1		1	<0.1	Pr, E
Osmeridae							
<i>Plecoglossus altivelis</i>	1		4		5	0.1	Ph
Centropomidae							
<i>Siniperca scherzeri</i>	51	17			68	2.0	Pr
<i>Coreoperca herzi</i>	284	72	12	7	375	10.8	Pr
Centrarchidae							
<i>Lepomis macrochirus</i>	2				2	<0.1	Pr
<i>Micropterus salmoides</i>	5	2			7	0.2	Pr
Odontobutidae							
<i>Odontobutis platycephala</i>	7		9	2	18	0.5	Pr, E
<i>Odontobutis interrupta</i>	2			1	3	<0.1	Pr, E
Channidae							
<i>Channa argus</i>	7	5			12	0.3	Pr
No. of family	9	8	6	3	11		
No. of species	35	31	23	17	42		
No. of individuals	1,818	1,096	221	341	3,475		

Pr: Primary freshwater; Ph: Peripheral freshwater; E: Korean endemic species; R.A.: Relative abundance

식함에 있어 수질이 제한 요인으로 작용하지는 않을 것으로 판단된다.

2. 어류상

섬진강 중·상류 수역을 대상으로 어류상을 조사한 결과, 총 5목 11과 42종 3,475개체의 어류가 채집되었다(Table 1). 수계별로는 섬진강이 총 9과 35종 1,818개체로 가장 많은 종이 출현하였으며, 오수천이 8과 31종 1,096개체, 추령천과 경천이 각각 6과 23종 221개체 및 3과 17종 340개체 등으로 조사되었다(Table 1). 이 중 가장 많은 종의 서식이 확인된 분류군은 피라미와 들고기 등의 잉어과 어류로 총 28종이 채집되어 66.7%의 상대풍부도를 나타냈으며, 다음으로 동자개과와 꺾지과, 점정우럭과, 동사리과 등이 각 2종(4.8%)씩 채집되었다. 이외에도 미꾸리과, 뱀장어과, 메기과, 통가리과, 바다빙어과, 가물치과 등도 각 1종(2.4%)씩 출현하는 것으로 조사되었다. 결과적으로 본 조사 수역에서는 잉어과 어류가 우세한 양상을 보였으며, 이는 전(1980)과 최와 김(2004)에 의해 보고된 한반도의 서해안으로 유입되는 하천에서 볼 수 있는 담수 어류상과 잘 일치하고 있음을 확인할 수 있었다.

또한, 출현한 어종들 중 붕어와 잉어, 피라미 등 담수에서만 서식하는 일차 담수어가 총 42종 중 40종(95.2%)으로 조사되었으며, 어느 정도 삼투조절 능력이 있어 담수와 해수를 왕래하는 은어 등 주연성 어류는 단 2종(4.8%)에 불과하였다. 따라서 대부분의 어류가 일차담수어라는 점을 볼 때, 본 조사지역의 해수에 영향을 전혀 받지 않는 전형적인 하천 중·상류수역임을 간접적으로 판단할 수 있었다.

3. 우점종

본 조사 수역인 섬진강 중·상류에서 주요 우점분류군으로 출현한 종은 22.3%의 상대풍부도를 보인 피라미로 확인되었으며, 그 다음으로 10.8%의 상대풍부도를 보인 꺾지, 9.0%의 모래무지, 5.8%의 붕어 등의 순으로 조사되었다. 조사 수계별 특성을 살펴보면, 섬진강을 제외한 오수천과 추령천, 경천 등의 수계에서 피라미가 최대 52.9%를 차지하는 높은 비율로 우점종으로 나타났으며, 섬진강은 꺾지가 전체 15.6%의 상대풍부도를 보여 우점종으로 확인되었다(Table 2). 각 수계별 아우점종은 조사 시기에 따라 차지하는 비율의 차이는 나타났지만 섬진강이 14.7%의 상대풍부도를 보인 피라미가, 오수천은 9.4%를 차지한 모래무지, 추령천은 17.6%의 긴물개, 경천은 20.3%의

돌마자 등이 각각 아우점하는 것으로 나타났다. 결과적으로 섬진강 중·상류 수역에서는 여울과 소가 반복되는 서식처들을 선호하는 피라미와 꺾지가 가장 높은 상대풍부도를 보여 우점 분류군으로 출현하는 양상을 보였으며, 최근 하천 개발과 수질오염 등으로 멸종의 우려가 될 정도의 급속한 감소추세를 보이는 민감종인 꺾지(하 등, 2001)가 주요 출현 분류군으로 나타난 것으로 보아 본 수역의 수질이 양호한 상태인 것으로 추정할 수 있었다. 또한, 각 수계별 아우점종으로 출현한 종들의 생태적 특성이 섬진강은 여울과 소가 반복되는 서식처를 선호하는 피라미가, 오수천은 하상에 모래가 깔린 맑은 하천에서 서식하는 특징을 가지고 있는 모래무지가, 추령천은 수초 잘 발달한 수역을 선호하는 긴물개, 경천은 물 흐름이 느리고 깨끗한 하천에 잔자갈이나 모래가 있는 곳에 서식 돌마자 등으로 나타나 각 수계별 서식환경의 물리적 차이를 간접적으로 확인할 수 있었다. 섬진강 중·상류 수역인 섬진강과 오수천, 추령천, 경천 등 4개 하천 모두에서 출현이 확인된 분류군은 붕어, 쉬리, 긴물개, 참마자, 모래무지, 돌마자, 피라미, 꺾지 등 총 8종으로 나타났으며, 이들 종들이 섬진강 중·상류 수역에서 가장 보편적으로 출현하는 어종으로 확인되었다. 이러한 종들은 유수역을 선호하는 어종들이며, 따라서 이와 같은 유수성 어류들이 전 수계에서 서식이 확인된 것은 섬진강 중·상류 수역의 어류상 분포 특징인 것으로 판단된다.

4. 생체량

본 조사수역인 섬진강 중·상류에서 서식이 확인된 어류 총 3,475개체의 생체량은 약 321.7kg로 조사되었으며, 섬진강이 174.6kg로 가장 높았고 다음으로 142.3kg의 생체량을 보인 오수천, 2.7kg의 생체량을 보인 경천, 2.1kg의 생체량을 보인 추령천 등의 순으로 나타났다. 이 중 섬진강과 오수천의 어류 생체량이 316.9kg로 전체의 98.5%를 차지하는 것으로 나타났으며, 이는 섬진강과 오수천의 하천이 추령천과 경천보다 유량이 풍부하고 저수량이 많아 누치와 쏘가리, 붕어, 잉어, 메기, 가물치 등 생체량이 크고 상업적으로 유용한 어종들이 주로 서식하여 나타난 결과로 판단된다.

본 조사에서 출현한 42종에 대한 어종별 생체량은 누치가 23.9%로 가장 많은 생체량을 보였으며, 다음으로 19.2%의 잉어, 11.7%의 붕어, 11.2%의 떡붕어, 5.3%의 끄리, 4.8%의 꺾지, 4.3%의 쏘가리, 2.9%의 피라미, 2.9%의 가물치, 2.4%의 모래무지, 2.1%의 동자개 등의 순으로 나타났다. 또한 생체량 구성비가 2% 이하로 나타나 기타

Table 2. Fish community analysis in the mid-upper region of the Seomjin River watershed during August 2008~ April 2009.

Stream		Richness index	Diversity index	Evenness index	Dominance index
Total		2.836	2.107	0.778	0.471
Seomjin River	Aug.	3.200	2.477	0.827	0.392
	Sep.	3.922	2.663	0.828	0.278
	Oct.	3.012	2.410	0.805	0.260
	Apr.	3.334	2.538	0.834	0.256
	Mean	3.367	2.522	0.824	0.297
Osu Stream	Aug.	3.017	2.402	0.831	0.368
	Sep.	2.613	2.412	0.870	0.354
	Oct.	3.074	2.350	0.813	0.413
	Apr.	3.398	2.243	0.749	0.422
	Mean	3.026	2.352	0.816	0.389
Churyeong Stream	Aug.	2.495	1.999	0.834	0.527
	Sep.	3.126	2.143	0.812	0.500
	Oct.	3.215	2.243	0.850	0.439
	Apr.	3.152	2.372	0.925	0.311
	Mean	2.997	2.189	0.855	0.444
Gyeong Stream	Aug.	1.689	1.391	0.609	0.746
	Sep.	1.963	1.312	0.569	0.816
	Oct.	1.462	1.253	0.602	0.750
	Apr.	2.698	1.704	0.685	0.695
	Mean	1.953	1.415	0.616	0.752

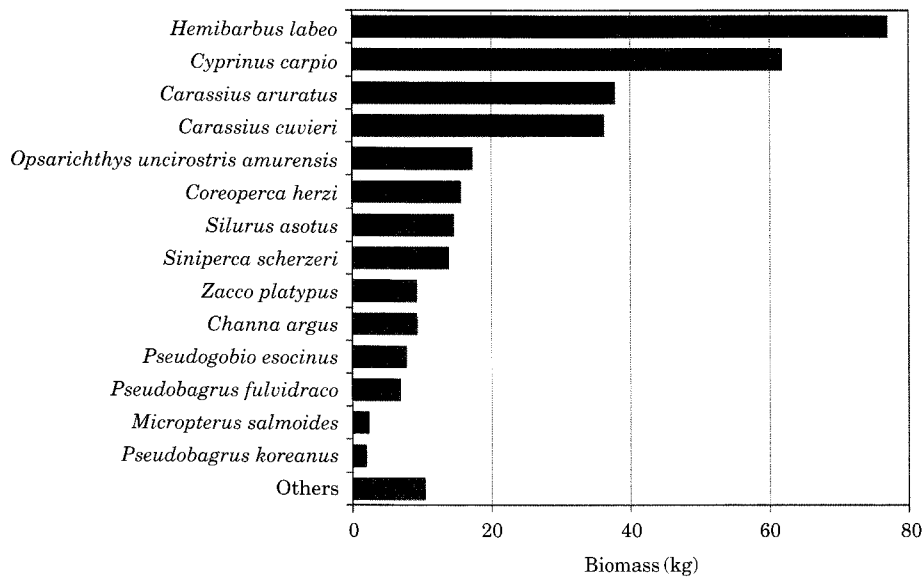


Fig. 3. The biomass of fishes collected in the mid-upper region of the Seomjin River watershed during August 2008~ April 2009.

중에 속하는 종은 돌고기와 베스 등을 포함한 30종으로 확인되었다. 수계별로는 섬진강에서는 누치가 22.7%로 가장 많은 생체량을 보였으며, 다음으로 14.3%의 떡붕어,

11.7%의 붕어, 11.3%의 잉어, 6.8%의 꺾지, 6.3%의 메기, 5.9%의 쏘가리 등의 순으로 나타났다. 오수천은 잉어가 29.5%로 가장 많은 생체량을 보였으며, 다음으로 누치가

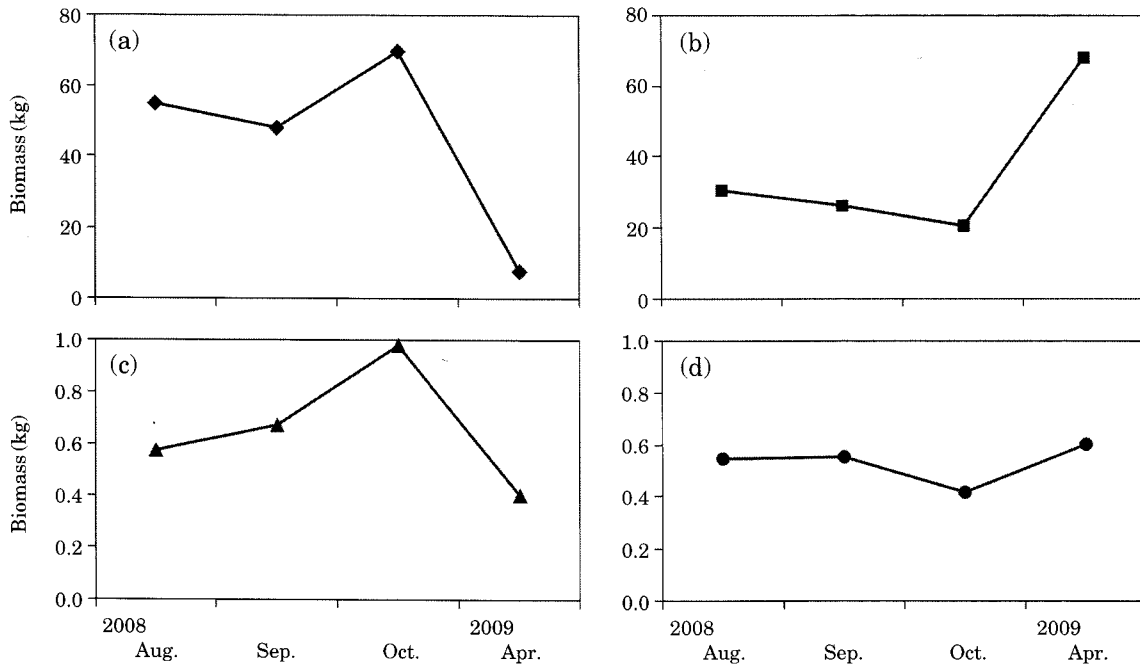


Fig. 4. Changes of biomass of fishes collected in the mid-upper region of the Seomjin River watershed during August 2008~April 2009 (Seomjin River (a), Osu Stream (b), Gyeong Stream (c), Churyeong Stream (d)).

26.2%, 붕어 12.1%, 떡붕어 7.8%, 끄리 5.6% 등의 순으로 나타났다. 경천에서는 피라미가 59.9%로 가장 많은 생체량을 보였으며, 다음으로 돌마자가 13.7%, 긴몰개 8.6%, 모래무지 7.7% 등의 순으로 나타났으며, 각시붕어와 얼룩동사리가 각각 0.2%로 경천에서 가장 작은 생체량을 가지는 것으로 조사되었다. 추령천에서도 피라미가 16.6%로 가장 많은 생체량을 보였으며, 다음으로 꺾지가 14.4%, 긴몰개 9.6%, 동사리 8.1% 등의 순으로 나타났다.

각 수계의 시기별 어류 생체량의 변화양상은 섬진강은 2008년 8월에 54.9 kg, 9월에 48.1 kg, 10월에는 69.7 kg 등으로 유사한 값을 보였으나 2009년 4월에는 7.8 kg으로 생체량이 급격하게 감소하는 양상을 보였다. 이는 이 시기에 극심한 가뭄으로 인한 유량과 수심의 감소로 생체량이 큰 상업성 어종의 생태적 이동에 의한 영향으로 판단된다. 오수천은 2008년 8월에 30.5 kg, 9월에 26.3 kg, 10월에 20.7 kg 등으로 유사한 값을 보이다가 2009년 4월에 68.0 kg으로 생체량이 급격하게 증가하는 양상을 보였다. 이는 2009년 4월에 극심한 가뭄으로 섬진강의 유량과 수심의 감소에 따라 생체량이 큰 상업성 어종이 보다 수심이 깊은 오수천으로 이동하였기 때문으로 판단되며, 실제적으로 오수천의 2008년 10월에 8개체가 출현한 잉어가 2009년 4월에는 19개체가 출현하였으며, 생체량이 큰 누치의 경우에도 2009년 4월에 무려 48개체가

출현하는 것으로 나타났다. 따라서 누치 등과 같이 생체량이 큰 어종들은 극심한 가뭄으로 수심과 유량이 감소한 섬진강을 피해 오수천으로 이동한 것으로 추정할 수 있었다. 경천은 2008년 8월에 57.5 g, 9월에 67.2 g, 10월에 98.0 g, 2009년 4월에 47.2 g 등으로 전 조사기간에 유사한 값을 보였으나, 섬진강과 유사하게 가뭄이 심한 2009년 4월에 가장 적은 생체량을 보이는 것으로 나타났다. 추령천은 2008년 8월에 54.8 g, 9월에 55.4 g, 10월에 41.9 g, 2009년 4월에 60.4 g 등으로 나타났으며, 타 조사 시기보다 출현개체수가 감소하였음에도 불구하고 2009년 4월의 생체량은 전 조사시기보다 19.1% 증가하는 양상을 보였다. 이는 이 시기 주요 출현종인 납자루아과와 모래무지아과 어종들의 산란 시기에 의한 체중 증가가 생체량의 주요 증가요인으로 판단되어 진다.

5. 고유어종 서식 실태

본 조사에서 서식이 확인된 총 43종 어류들 중 한국고유종은 각시붕어 외 16종 등 7과 17종으로 확인되었다. 따라서 본 조사 수역에서 서식이 확인된 총 42종 중 17종이 고유어종으로 출현하여 고유화 빈도는 40.5%로 나타났다. 이는 한반도 전체 담수어의 고유화 빈도인 22.5~25.9%(김, 1995)보다 높은 것으로 확인되었다. 고유어종

의 존재는 해당 지역의 생물상을 특징짓는 기준이 되며 (전, 1980), 서식지의 수 환경 상태가 악화되면 급격히 감소하는 경향을 보이는 것으로 보고되고 있다(최 등, 2008). 따라서 40.5%의 높은 고유성을 보인 섬진강 중·상류 수역의 하천들은 생물이 서식하기에 적합한 수 환경을 가지고 있는 것으로 추정할 수 있으며, 이와 같이 높은 고유성은 교란이 비교적 적은 하천으로 보고된 양동(1991)의 한강 상류지역의 홍천강(고유성, 41.7%)과 남동(1998)이 보고한 내린천(고유성, 44.4%), 변동(1994)이 보고한 치악산 계류(고유성 46.2%) 등과 유사한 수준의 고유성을 보이는 것으로 나타났다. 출현한 고유어종 중 임실납자루는 서식지가 넓지 않고 개체수가 적어 현재 환경부 멸종위기 야생동물 2급으로 지정되어 있으며, 개체수 유지를 위해 집중적인 관리가 필요한 종으로 보고되고 있다. 따라서 추후 이 종에 대한 분포 및 서식생태에 관한 추가적인 연구가 필요하다고 생각된다.

수계별로는 경천과 추령천이 각각 52.9%와 43.5%의 고유화 빈도를 보여 높은 고유성을 보였으며, 섬진강과 오수천이 38.8%와 35.5%로 낮은 고유성을 보이는 것으로 나타났다. 결과적으로 하천차수가 높은 하천보다 낮은 하천의 고유성이 더 높은 것으로 나타났으며, 이는 하천의 하류 수역보다 중·상류 수역에서 높은 고유성을 보이는 일반적인 특성과 유사한 양상을 보이는 것으로 나타났다(최와 변, 2009).

6. 외래어종 서식실태

본 연구의 수계에서 수 생태계를 교란시킬 우려가 있는 외래도입종으로는 잉어과에 속하는 떡붕어를 비롯하여 검정우럭과에 속하는 베스, 블루길 등 2과 3종의 서식이 확인되었다. 수계별로는 섬진강에서 떡붕어가 137개체, 블루길과 베스가 각각 2개체와 5개체 출현하였으며, 오수천에서는 떡붕어가 48개체, 베스가 2개체로 나타났다. 추령천에서는 블루길과 베스의 출현은 확인되지 않았고, 떡붕어 2개체만이 외래어종으로 출현하였으며, 경천에서는 외래어종이 채집되지 않았다. 김 등(2002)의 섬진강 조사에서는 환경부에서 생태계 교란야생동물·식물로 지정된 베스와 블루길의 서식이 확인되지 않았지만, 본 조사의 섬진강과 오수천 수계에서 이들 종의 서식이 확인되었다. 이는 섬진강 중·상류 수역에서 외래어종의 개체수가 증가하고 있는 것으로 추정할 수 있으며, 이들 외래어종의 수 생태계 유입 및 증가는 섬진강 중·상류 생태계를 교란시킬 뿐만 아니라 다양하게 서식하는 고유종에게도 치명적인 영향을 줄 수 있다. 따라서 추후 이들

외래어종에 대한 정밀 조사를 통해 본 수역에서의 정확한 실태 파악이 이루어져야 할 것으로 생각된다.

7. 군집분석

수계별 어류군집을 분석한 결과, 우점도 지수는 경천이 0.752로 가장 높게 나타났으며, 다음으로 추령천(0.444), 오수천(0.389), 섬진강(0.297) 등의 순으로 나타났다. 4개 하천 중 가장 높은 우점도를 보인 경천에서는 피라미와 같은 특정 종에 의한 우점 비율이 매우 높은 것으로 나타났다. 또한, 하천차수가 큰 섬진강과 오수천이 경천이나 오수천에 비해 낮은 우점도 지수를 보였는데, 이는 하천차수에 따른 유량 및 수심의 차이를 반영한 결과로, 하류로 갈수록 유량이 풍부하고 수심이 깊어 다양한 어종이 서식할 수 있는 환경을 제공하였기 때문으로 판단된다. 군집 내 종 풍부 정도와 개체수의 상대적 균형성과 복잡성을 나타내는 종다양도 지수는 경천이 1.415로 가장 낮은 수치를 보였으며, 섬진강과 오수천, 추령천 등은 유사한 값으로 조사되었다. 종다양도가 높을수록 다양한 종이 해당 수역에 서식하는 것을 의미하며, 따라서 특정 종이 우점하는 양상을 보인 경천이 가장 낮은 수치로 나타났다. 총 개체수와 총 종수를 이용하여 군집의 상태를 표현하는 종풍부도의 경우, 4개 하천 중 섬진강이 가장 높은 종풍부도를 보이는 것으로 나타났다. 군동도 지수는 추령천이 0.855로 가장 높게 나타났으며, 다음으로 섬진강 0.824, 오수천 0.816, 경천 0.616 등의 순으로 나타났다. 출현한 어종들의 군집특성 결과, 특정 종에 의한 우점 비율이 높은 경천이 비교적 낮은 다양성과 풍부도, 군동도를 보이는 것으로 나타났으며, 섬진강과 오수천, 추령천 등은 유사한 경향을 보이는 것으로 조사되었다. 또한, 하천차수가 적은 경천과 추령천보다는 섬진강과 오수천에서 모든 생태지수들이 높은 것으로 나타나(우점도 제외), 하천차수가 높을수록 더 다양한 어종이 서식하고 있는 것을 간접적으로 판단할 수 있었다.

적 요

본 연구는 섬진강 중·상류 수계의 어류상과 어류군집을 밝히기 위하여 2008년 8월부터 2009년 4월까지 총 15개 정점에서 조사를 실시하였다. 총 11과 42종의 어류가 채집되었으며, 이 중 잉어과(Cyprinidae) 어류가 28종이 채집되어 66.7%의 상대풍부도로 우점하였다. 총 42종의 어종 중 일차담수어는 40종, 주연성 담수어는 2종으

로 일차담수어의 구성비가 매우 높게 나타났다. 우점종은 피라미(*Zacco platypus*: 22.3%), 아우점종은 각지(*Coreoperca herzi*: 10.8%)이었으며, 모래무지(*Pseudogobio esocinus*: 9.0%)와 붕어(*Carassius auratus*: 5.8%) 등도 높은 서식을 보였다. 한국고유종은 각시붕어(*Rhodeus ocellatus*)와 칼납자루(*Acheilgnathus koreensis*) 등 17종(40.5%)으로 고유종의 빈도가 매우 높았으며, 이 중 환경부 지정 멸종위기 야생동물 II급 종인 임실납자루(*Acheilgnathus somjinensis*)의 서식이 확인되었다. 따라서 섬진강 중·상류 수계는 어류가 서식하기에 매우 적합한 수 환경을 유지하고 있는 것으로 나타났다.

사 사

본 연구는 2008학년도 대구대학교 연구비 지원에 의해 수행되었습니다. 본 논문 작성에 도움을 주신 대구대학교 육수학 연구실원들께 감사드립니다. 논문 교정에 수고를 아끼지 않으신 익명의 심사위원들께 깊은 감사를 드립니다.

인 용 문 헌

- 김영훈, 서준원, 금지돈, 양홍준. 2004. 낙동강 중류(구미지역)의 어류군집구조. 한국육수학회지 37(2): 227-235.
- 고명훈, 박종영, 김익수. 2009. 낙동강 왕종개 *Iksookimia longicorpa*의 난발생 및 초기생활사. 한국어류학회지 21(1): 15-20.
- 곽진영, 박종영. 2007. 금강모치와 버들치 난모세포의 표피 구조. 한국어류학회지 19(1): 16-23.
- 김성호, 윤창호, 주현수. 2002. 섬진강 수계의 곡성군 어류상. 환경생물 20(2): 152-157.
- 김익수. 1995. 한국의 위기 담수어류의 서식현황과 보존. 1995 한국생태학회·어류학회 공동 심포지움 발표 논문집. p. 31-55.
- 김익수. 1997. 한국동식물도감. 제37권 동물편(담수어류). 교학부. p. 21-520.
- 김익수, 강연중. 1993. 원색한국어류도감. 아카데미서적, 서울.
- 김익수, 박종영. 2002. 한국의 민물고기, 교학사.
- 김익수, 최 윤, 이충렬, 이용주, 김병직, 김지현. 2005. 원색한국어류도감. (주)교학사.
- 남명도, 양홍준, 채병수, 강영훈. 1998. 내린천의 어류상과 군집구조. 한국어류학회지 10: 61-66.
- 배경서, 김교봉, 길혜경, 유병태, 김민영. 2002. 중랑천의 어류상과 어류군집 구조의 장기변동. 한국육수학회지 35(2): 63-70.
- 백현민, 송호복, 조동현. 2006. 한강 지류에 서식하는 피라미, *Zacco platypus*의 생식 생태. 한국어류학회지 18(3): 193-201.
- 변명섭, 박혜경, 이완옥, 공동수. 2008. 팔당호의 어류상과 군집동태. 한국물환경학회지 24(2): 206-213.
- 변화근, 임환철. 2007. 한강 생태계 조사연구. 서울특별시. p. 276-304.
- 변화근, 조규송, 최재석, 최준길, 송병용. 1994. 치악산(부곡) 계곡 어류의 월별 군집구조와 서식밀도. 한국육수학회지 27: 257-273.
- 변화근, 최재석, 전상린, 최준길, 송병용. 1996. 치악산 계류의 어류상. 환경생물 14(1): 47-54.
- 서진원, 김희성. 2009. 위천 상류에 건설 중인 화북댐 상·하류 어류군집에 관한 연구. 한국하천호수학회지 42(2): 260-269.
- 손동현, 허강서, 정성윤. 1994. 금강유역의 수질 및 어류중의 수은 함량. 한국수질보전학회 94년도 학술연구발표회 요지집 1994: 100-107.
- 손영목, 변화근. 2004. 금강에서 서식하는 통사리(*Liobagrus obesus*)의 식성. 한국어류학회지 16(4): 336-340.
- 안광국, 정승현, 최신석. 2001. 생물보전지수(Index of Biological Integrity) 및 서식지 평가지수(Qualitative Habitat Evaluation Index)를 이용한 평창강의 수환경 평가. 한국육수학회지 34(3): 153-165.
- 양홍준, 채병수, 강영훈. 1998a. 낙동강수계 위천의 어류군집구조. 한국어류학회지 10(1): 77-86.
- 양홍준, 채병수, 남명도. 1991. 홍천강 상류수역의 추계어류상. 한국육수학회지 24: 37-44.
- 양홍준, 채병수, 남명도. 1998b. 낙동강수계 영상의 어류군집구조. 한국어류학회지 10(1): 67-76.
- 이재훈, 홍영표, 안광국. 2007a. 남한강 상류 수계에서 어류의 다변수 모델 지수 산정 및 군집지수와의 비교평가. 한국육수학회지 40(2): 327-336.
- 이재훈, 홍영표, 안광국. 2007b. 낙동강 상류 수계의 어류군집구조 분석 및 생태건강도 평가. 한국육수학회지 40(3): 403-411.
- 이주현, 정상만, 이명호, 이용수. 유지유량 증분 방법론(IFIM)에 의한 한강수계 주요 지류에서의 어류서식 필요유량 산정. 대한토목학회 대한토목학회논문집B 26(2): 153-160.
- 장민호, 조가익, 주기재. 2001. 낙동강 분류의 어류상. 한국육수학회지 34(3): 223-238.
- 전대수, 권도현. 2002. 서낙동강의 어류상 변화. 인제대학교 부설 환경연구소 발표논문집 11: 115-127.
- 전상린. 1980. 한국산담수어의 분포에 관하여. 중앙대학교박사학위논문, 서울.
- 전상린. 1999. 남원 임실, 천황산 일대의 담수어류. 제 2차 자연환경조사보고서, 환경부. p. 296-303.
- 전상린, 변화근, 최청일. 2002. 동강의 어류군집에 대한 생태학적 연구. 한국육수학회지 35(5): 350-358.
- 차진열, 윤희남. 1997. 구례 남원, 만복대 일대의 담수어류. 제2

- 차 자연환경조사보고서, 환경부. p. 1-12.
- 최기철. 1988. 전북의 자연 -담수어편-. 전라북도교육위원회.
- 최기철. 1989. 전남의 자연 -담수어편-. 전라남도교육위원회.
- 최기철, 전상린, 김익수, 손영목. 2002. 개정원색한국담수어도감. 향문사.
- 최재석. 2005. 춘천호의 어류상과 군집구조. *환경생물* **23**(2): 173-183.
- 최재석, 이광열, 장영수, 최의용, 서진원. 2005. 평화의 댐 어류군집 분석. *한국육수학회지* **38**(3): 297-303.
- 최준길, 변화근, 권용수, 박영석. 2008. 복원된 청계천에 서식하는 어류군집의 시공간적 변화. *한국하천호수학회지* **41**(3): 374-381.
- 최지웅, 이의행, 이재훈, 안광국. 2007. 어류를 이용한 낙동강 수계의 생물학적 수질 평가. *한국육수학회지* **40**(2): 254-263.
- 하성찬, 김기태, 한경호. 2001. 한국産 꺾지 (*Coreoperca herzi*)의 치어 생산. *한국수산학회 2001년 춘계 수산관련학회 공동학술대회발표 요지집*. p. 573-574.
- 한태준. 2007. 경기도 양평 흑천의 어류상. *전남대학교석사학위논문*, 광주.
- 허항록, 김광래, 장계영, 엄석원. 1999. 한강 어류 중금속 함유량 조사. *한국수질보전학회 1999년도 춘계학술발표회 논문초록집*. p. 55-58.
- 홍영표. 1982. 금강 상류 어류군집의 계절적 차이. *충남대학교 석사학위논문*, 대전.
- 홍사육, 홍종록. 1982. 한강유역 어류중의 중금속 분포에 관한 연구. *한국육수학회지* **15**(1): 7-14.
- 황금화, 전상린, 김미옥, 황종서. 1992. 금강 하류역의 어류상에 관하여. *상명대학교 기초과학연구소* **6**: 53-74.
- 황성환. 2005. 금강과 만경강 하구 어류의 출현 양상과 서식처의 이용. *충남대학교박사학위논문*, 대전.
- American Public Health Association (APHA). 1995. Standard methods for the examination of water and wastewater, 19th ed., Washington, DC., USA.
- Margalef, R. 1958. Information theory in ecology. *Gen. Syst.* **3**: 36-71.
- McNaughton, S.J. 1967. Relationship among functional properties of California grassland. *Nature* **216**: 168-169.
- Nelson, J.S. 1994. Fishes of the world. John Wiley & Sons, New York.
- Pielou, E.C. 1966. The measurement of diversity in different types of biological collections. *J. Theoret. Biol.* **13**: 131-144.
- Shannon, C.E. 1948. A mathematical theory of communication. *Bell System Technical Journal* **27**: 379-423/623-656.
- Wetzel, R.G. and G.E. Linkens. 2000. Limnological Analyses, 3rd edition, Springer-Verlag New York, Inc., USA.

(Manuscript received 11 August 2009,
Revision accepted 18 September 2009)