

## 부산지역 주요 소류지의 수질 및 생태특성 연구

이유정<sup>†</sup> · 손정원 · 박정옥 · 임효상 · 전대영 · 이경심  
환경조사과

### Water Quality and Ecological Characteristics of Small Reservoirs in Busan Area

You-Jung Lee<sup>†</sup>, Jung-won Son, Jung-ok Park, Hyo-sang Lim, Dae-young Jun and Kyung-sim Lee  
Environmental Research Division

#### Abstracts

The objective of this study is to assess the water quality and the hydroecological characteristics of 2 small reservoirs(Yongsoh and Lotus) in Busan area at 4 seasonal period of the year 2011. The study sites were investigated with the physicochemical parameters of water quality and the identification of phytoplankton, zooplankton, benthic macroinvertebrates and hydrophytes community. The average concentration of total phosphorus was 0.268 mg/L at Lotus small reservoir and 0.081 mg/L at Yongsoh small reservoir and affected on the difference of the phytoplankton biomass. Bacillariophyceae dominated at two small reservoirs all year around but various types of the phytoplankton appeared at Lotus small reservoir. Rotifera dominated over 90 % of the zooplankton classes all year around and Chironomids, Baetis fuscatus and Palaemon appeared over 60 % out of benthic macroinvertebrates community. Vegetation covering ratio was over 90 % at Lotus small reservoir but about 15 % at Yongsoh small reservoir and more kinds of hydrophyte at Lotus small reservoir appeared than at Yongsoh small reservoir.

**Key words** : small reservoir, phytoplankton, zooplankton, benthic macroinvertebrate, hydrophyte

#### 서론

습지는 영구적으로 또는 일시적으로 습원 상태를 유지하면서 특별히 적응된 식생이 서식하고 있는 곳이며<sup>1)</sup> 독특한 환경 조건으로 생물다양성이 풍부하고 생산성이 높은 생태계로 육상 환경과 물환경 생태계 사이의 중요한 전이지대이다<sup>2),3)</sup>. 습지는 지역 및 특성에 따라 해양·연안 습지, 하구기수 습지, 내륙습지 및 인공습지 등 다양하게 구분할 수 있다<sup>4),5),6)</sup>. 그 중 소류지(small reservoir)는 내륙 호소습지의 하나로서 작은 면적과 낮은 수심으로 가장 빈번하게 나타나는 유형이며 우리나라에서 가장 많이 분포하는 습지 중 하나인 소택형 습지에 속하는 것으로

유수를 저장하여 물의 과다 또는 과소를 조절하는 인공시설의 하나이다<sup>7)</sup>. 이러한 소류지는 주로 농업용수 공급을 위해 축조되어진 저류시설이나 오늘날에는 생물다양성, 홍수 조절, 오염물 제거 뿐 아니라 도시내 생태계 보전, 생태도시 구축에 필수불가결한 비오톱 공간으로 인식되는 등 다양한 기능을 수행할 수 있어 환경·지형·수·동물·식물 자원 등 모든 요소를 포함하는 자연자원으로 볼 수 있다<sup>8),9),10)</sup>. 그러나, 도시의 인구증가에 의한 택지 개발의 필요성과 수리시설 확충에 따라 매립되거나 방치 또는 관리의 부재로 자연 육상화 현상이 나타나고 토양 및 물환경 오염이 진행되며 외래종의 유입이 확산되고 있으나<sup>11)</sup>, 본 연구 대상지와 같은 작은 규모의 소류지에 대한 연구가

<sup>†</sup> Corresponding author, E-mail : youjung202@korea.kr

Tel : +82-51-758-6123, Fax : +82-51-753-1424

거의 이루어지지 않은 실정이다.

따라서 본 연구에서는 부산지역 주요 소류지인 금정구 두구동의 연꽃소류지와 이미 용도폐기된 소류지를 친수수변공원화한 기장군 기장읍 용소소류지를 선정하여 물환경 및 수생태 특성을 파악하고 이를 통해 관리 부실 및 용도폐기될 위기에 처한 소류지의 보전가치를 제고하고 친수공간으로의 관리 및 활용방안을 위한 기초 자료를 제공하고자 한다.

## 재료 및 방법

### 대상지 개황 및 시료 채취

본 연구는 부산지역 소재의 소류지들 중 가장 널리 알려져 있으며 많은 시민들이 찾는 곳으로 연꽃소류지와 용소소류지 등 2개소를 대상으로 하였다(Fig. 1). 이들 소류지에 대한 현황조사는 한국농어촌공사의 농촌지형정보시스템(<http://gis.ekr.or.kr>), 농촌진흥청의 토양지도(<http://soil.rda.go.kr>), 부산지역 홈페이지(<http://tour.busan.go.kr>) 및 부산지역 금정구 홈페이지(<http://www.geumjeong.go.kr>)의 자료를 활용하였다. 연꽃 소류지는 부산광역시 금정구 두구동에 위치해 있으며 면적은 7,828 m<sup>2</sup>이며 평균 수심 약 0.8 m, 최대 수심은 약 2 m이다. 부산광역시 기장군 기장읍에 위치한 용소 소류지는 농업기반시설로서의 기능을 상실한 이후 2007년부터 2008년까지 친수수변공원화 사업을 실시하여 전체 면적 59,000 m<sup>2</sup>의 용소웰빙공원으로 탈바꿈하였으며 그 저수지의 면적은 약 35,000 m<sup>2</sup>이며 평균 수심 약 2 m이다. 조사시기는 계절별로 2011년 2월, 5월, 9월, 11월로 총 4회를 실시하였으며 각 소류지마다 3개의 지점의 수심 약 0.5 m에서 원수 및 동식물플랑크톤 시료, 저서성무척추동물, 수생식물을 채취조

사하였다.

### 이화학적 수질 조사

수온, pH, 용존산소(Dissolved Oxygen, DO), 전기전도도(Conductivity)는 현장측정기(YSI-556MPS)를 이용하여 현장에서 즉시 측정하였다. 생물화학적산소요구량(Biochemical Oxygen Demand, BOD), 화학적산소요구량(Chemical Oxygen Demand, COD), 총질소(Total Nitrogen, TN), 총인(Total Phosphate, TP), 엽록소-*a* 농도(Chl-*a*) 등 5개 항목은 시료 2 L를 채수 후 실험실에서 수질오염공정시험기준<sup>12)</sup>에 따라서 분석하였다.

### 동식물플랑크톤 조사

동식물플랑크톤 시료는 2-5 L 채수 후 루골용액으로 고정해서 실험실로 운반하였고 이를 10 μm 체(sieve)로 걸러 최종 시료량 20 mL이 되도록 농축하였다. Sedgwick-Rafter chamber에 고정농축된 시료 중 1 mL을 취하여 현미경(Axioskop 40, ZEISS) 100~1000배에서 동정 및 계수하였다. 식물플랑크톤은 주요 식물군집별로 구분하였는데 와편모조류(Dinophyceae)와 은편모조류(Cryptophyceae)는 출현빈도가 낮아 두 분류군을 편모조류(Flagellate algae)에 포함하였다. 동물플랑크톤은 대형동물플랑크톤(지각류, 요각류), 소형동물플랑크톤(윤충류, 요각류 유생)으로 동정계수하였다<sup>13),14),15),16)</sup>.

### 저서성 대형무척추동물 조사

저서성대형무척추동물은 Grab sampler(채취면적 15 cm×15 cm)를 이용하여 각 조사지점에서 미소서식체의 형태를 고려하여 3회 정량 채집하였다. 채집된 표본은 현장에서 시료병에 담아 Kahle's solution으로 고정하여 실



Fig. 1. Sampling sites of small reservoirs in Busan area (left : YongSho, right : Lotus, ● indicates sampling site).

험실로 운반한 후 sorting한 후 종 수준까지 동정하였으며, 종 수준까지 분류가 어려운 종은 외부형태가 확연히 구별되는 개체에 대하여 임의로 상위단계의 분류군인 과나 속 등의 수준에서 sp. 1 등의 형태로 정리하였다(17), 18), 19)

수생식물 조사

소류지의 수생식물은 생활형을 기준으로 가능한 현장에서 동정을 하되 동정이 불가능할 경우 채집한 후 이창복(2003)의 문헌을 바탕으로 동정하였다. 또한, 소류지에 대한 가시적 평가에 따른 식생피복율을 조사하여 주변토지이용 현황과 수생식물의 상관관계를 파악하고자 하였다(20), 21), 22), 23), 24)

결과 및 고찰

이화학적 수질 조사

연꽃소류지와 용소소류지의 이화학적 수질 조사 결과는 Table 1에 나타냈다. 용존산소(DO)는 용소소류지에서 평균 11.9 mg/L(stdev=2.2)로 연중 높게 나타났고 연꽃소류지에서는 평균 8.5 mg/L(stdev=4.8)이나 9월과 11월에는 4.6 mg/L와 6.8 mg/L를 나타내며 낮은 용존산소를 유지하였다. 강 배후 습지인 우포에서는 DO의 계절적 변화가 뚜렷하여 늦봄과 여름 기간동안 낮은 DO를 유지하였고 겨울 기간동안 상대적으로 높은 DO로 보고하였다<sup>25)</sup>. 이는 본 연구와 다른 양상의 DO 변화를 보였지만 습지의 규모와 위치에 따른 영향으로 판단되었다. 전기전도도(Conductivity)는 용소소류지에서 평균 191  $\mu$  S/cm이고 연꽃소류지에서 평균 263  $\mu$  S/cm으로 나타났

으며 2월과 11월에 낮고 5월과 9월에 다소 높은 것으로 파악되었다. 용소소류지는 BOD 2.0 mg/L와 COD 3.8 mg/L이었고 연꽃소류지는 BOD 4.1 mg/L와 COD 12.3 mg/L로 용소소류지보다 연꽃소류지의 유기물질 함량이 더 높음을 보였다. 총질소(TN)는 용소소류지에서 2.129 mg/L와 연꽃소류지에서 2.024 mg/L로 두 소류지에서 비슷한 농도를 보였으나 총인(TP)은 용소소류지에서 0.081 mg/L, 연꽃소류지에서 0.268 mg/L로 두 소류지 간의 평균 3배 이상 차이를 나타내었다. 또한, 엽록소-a 농도(Chl-a)는 용소소류지에서 15.6 mg/m<sup>3</sup>과 연꽃소류지에서 45.9 mg/m<sup>3</sup>로 두 소류지 간의 Chl-a 농도 차이가 3배 정도였으며 이런 차이는 식물플랑크톤의 제한요인인 총인의 농도에 많은 영향을 받은 것으로 판단되었다(26)

동식물플랑크톤 군집 조성

식물플랑크톤 밀도는 용소소류지에서 겨울과 봄에 낮았으나 여름 동안 높았고 연꽃소류지에서는 겨울 이후 점차적으로 높게 나타났다. 식물플랑크톤의 현존량(Chl-a)과 군집 조성은 계절적인 차이를 나타냈으며 연꽃소류지에서 상대적으로 높게 나타났다(Fig. 2). 용소소류지에서 식물플랑크톤 우점종은 *Aulacoseira granulata*, *Asterionella gracillima*, *Atteya* spp., *Nitzschia vermicularis*, *Synedra ulna*, *Synedra acus*, *Pediastrum duplex*, *Pediastrum boryanum* 등으로 나타났다. 상대적 점유율은 규조류 71.6%, 남조류 2.2%, 녹조류 26.1%, 편모조류 0.2% 순으로 나타났다. 규조류는 연중 가장 높았으며 9월 남조류 *Oscillatoria* spp.가 출현하였으나 33.5%의 녹조류 등 다양하게 나타났다. 조사 기간 동안 연꽃소류지에서는 *Eudorina elegans*, *Fragillaria intermedia*, *Aulacoseira*

Table 1. Water Quality Parameters of small reservoirs

Period	Site	Water Tem. (°C)	pH	DO (mg/L)	Conductivity ( $\mu$ S/cm)	BOD (mg/L)	COD (mg/L)	TN (mg/L)	TP (mg/L)	Chl-a (mg/m <sup>3</sup> )
1st	YongSoh	7.6	6.9	14.7	159	2.1	4.8	1,094	0.012	9.3
	Lotus	12.5	7.2	11.1	248	4.3	20.1	1,624	0.163	38.8
2nd	YongSoh	17.7	6.9	10.7	201	2.1	3.7	3,245	0.111	8.9
	Lotus	22.2	8.8	11.5	266	4.3	9.7	3,546	0.158	42.8
3rd	YongSoh	23.4	8.1	11.5	182	0.7	4.1	1,375	0.177	25.7
	Lotus	21.7	7.7	4.6	229	0.6	8.1	1,186	0.100	49.3
4th	YongSoh	16.3	8.1	10.6	224	3.0	2.7	2,800	0.025	18.4
	Lotus	12.5	7.3	6.8	307	7.2	11.1	1,742	0.651	52.6

*granulata*, *Pediastrum duplex*, *Peridinium marchicum*, *Pediastrum boryanum*, *Melosira varians* 등 우점하였다. 식물플랑크톤의 상대적 점유율은 규조류 43.4%, 녹조류 55.8%, 편모조류 0.8%로 나타났다. 연꽃소류지의 식물플랑크톤은 용소소류지와 다르게 2월에 녹조류가 97.0%로 가장 높았고 봄에서부터 가을철까지 규조류가 지속적으로 출현하면서 상대적 점유율이 높게 나타났다(Fig. 2).

동물플랑크톤의 밀도는 용소소류지에서 2월부터 9월까지 지속적으로 증가하다가 11월에 감소하였으며 연꽃소류지에서는 2월부터 9월까지 비슷한 밀도를 유지하다가 11월에 급격한 증가를 나타냈다(Fig. 3). 또한, 동물플랑크톤 군집의 계절별 동태가 아주 상이하여 두 소류지에서 전체 출현종수 중 약 50%가 여름에서 가을 사이에 나타났다. 용소소류지에서의 동물플랑크톤은 윤충류인 *Polyarthra euryptera*, *Keratella cochlearis*, *Trichocera capucina*, *Asplanchna* spp. 등이 연중 전체 출현종 밀도의 90% 이상을 차지하였다. 연꽃소류지는 *Cyclops*, *Bosmina longirostris*, *Polyarthra euryptera*, *Keratella*

*cochlearis*, *Nauplius* 등이 많이 출현하였으며 동물플랑크톤의 상대밀도로 윤충류 95.0%, 요각류 4.9%, 지각류 0.1%를 나타내었다(Fig. 4). 이는 용소소류지와 연꽃소류지에서 대체적으로 윤충류가 출현종수로 높게 나타났음을 보였으며 일반적으로 부영양 습지생태계에서의 동물플랑크톤 군집은 윤충류가 우점하는 경향이 있다는 점에서 유사한 결과를 볼 수 있었다<sup>27)</sup>. 또한, 연꽃소류지에서 요각류인 *Cyclops*는 2월에 우점하다가 그 이후부터는 지속적으로 윤충류보다 낮은 밀도로 출현하였으며 윤충류인 *Trichocera capucina*가 11월에 급격한 증가로 우점하였다.

수중 생태계에서 동물플랑크톤의 식물플랑크톤에 대한 섭식활동은 식물플랑크톤의 생물량과 종구성에 많은 영향을 미치는데<sup>28)</sup> 용소소류지에서의 식물플랑크톤 생물량은 동물플랑크톤의 섭식강도에 의해 낮게 유지되었다. 반면, 연꽃소류지에서는 요각류인 *Cyclops*가 우점할 때 식물플랑크톤의 밀도가 낮게 나타났지만 섭식효율이 낮은 소형 동물플랑크톤 윤충류가 우점하면서 식물플랑크톤의 생물

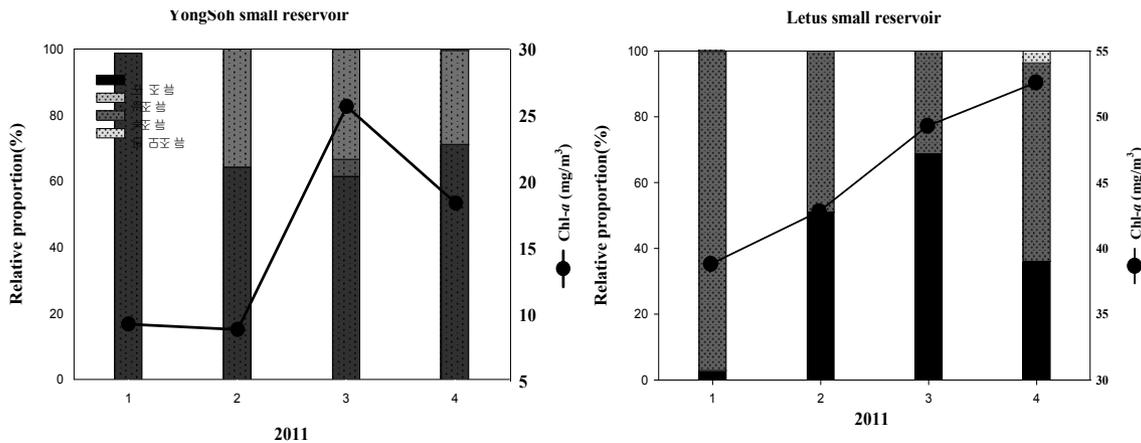


Fig. 2. Chl-a concentration and relative proportion of major groups at small reservoirs.

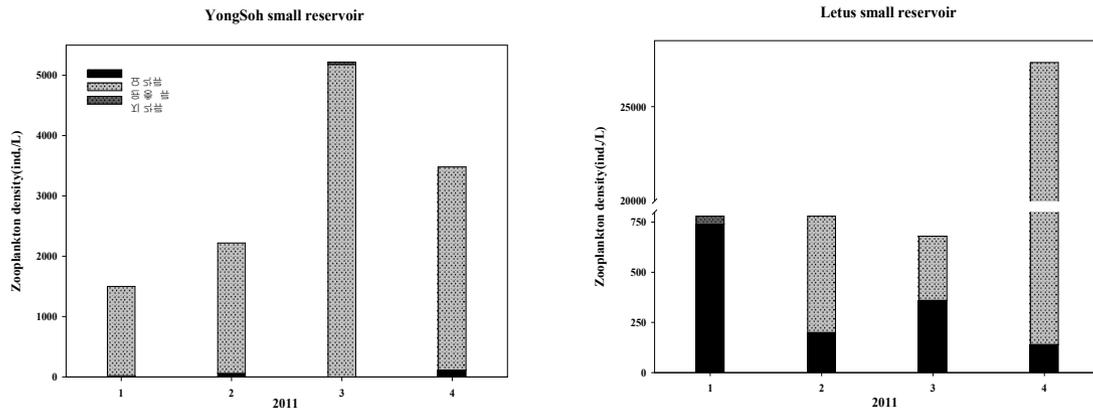


Fig. 3. Zooplankton community abundance of major groups at small reservoirs.

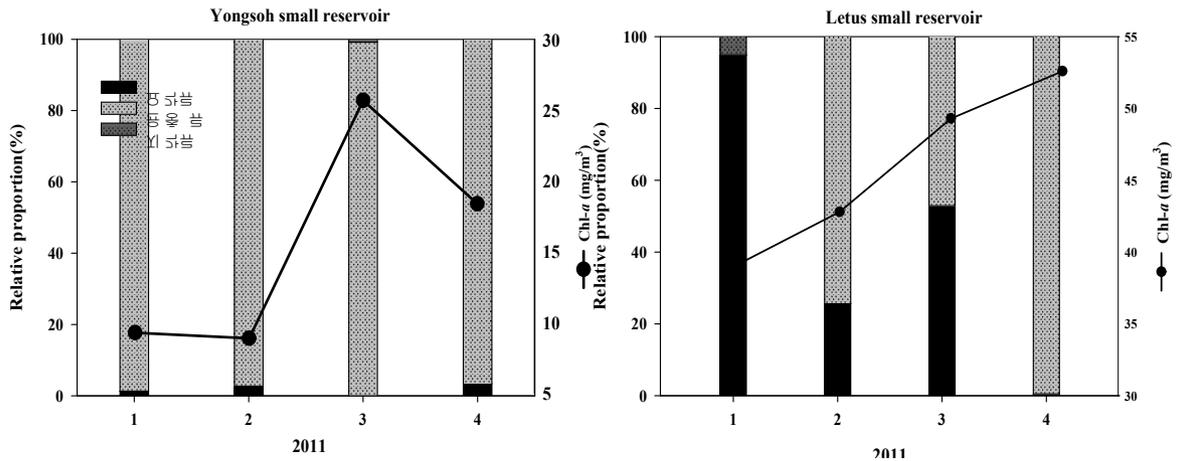


Fig. 4. Zooplankton relative proportion of major groups at small reservoirs.

량 조절에 미치는 영향은 미비하였다. 이는 큰 몸집을 가지고 여과섭식을 하는 지각류가 작은 몸집을 가진 윤충류보다 더욱 효과적으로 식물플랑크톤의 생물량을 조절하는데<sup>29),30)</sup> 연꽃소류지에서는 구조류, 녹조류, 편모조류 등 다양한 식물플랑크톤 종구성으로 윤충류의 섭식압력이 떨어졌을 뿐 아니라 대형동물플랑크톤인 지각류와 요각류의 밀도가 낮기 때문이라고 판단되었다.

#### 저서성대형무척추동물 군집 조사

저서성대형무척추동물은 총 3문 4강 8목 22종이 출현했으며 용소소류지에서 3문 4강 7목 17종, 연꽃소류지에서 3문 4강 6목 9종으로 분류되었다(Table 2). 출현 조성비에서 비곤충류는 연체동물문 2종, 환형동물문 1종, 절지동물문 갑각강 3종으로 총 6종이 출현하였으며 수서곤충류는 하루살이목 3종, 잠자리목 2종, 뱀잠자리목 1종, 깔따구 5종, 날도래목 3종으로 총 14종이 출현하여 전체 출현종의 63.6 %를 나타냈다. 용소소류지에서 연체동물문 원달팽이, 환형동물문 실지렁이, 절지동물문 갑각강 출새우와 수서곤충류 중 뱀잠자리목 대륙뱀잠자리, 깔따구, 날도래목 꼬마주날도래, 동양줄날도래, 큰광택날도래 등이 출현하였고 연꽃소류지에서는 연체동물문 물달팽이, 환형동물문 실지렁이, 절지동물문 갑각강 출새우, 새뱅이, 물벌레와 절지동물문 곤충강 하루살이목 개똥하루살이, 잠자리목 등줄실잠자리, 깔따구 등의 생물종이 조사되었다. 용소소류지의 저서성 대형무척추동물은 총 17종 259 개체수로 연꽃소류지의 총 9종 236 개체수에 비해 다양한 생물종 군집 구조를 나타냈다.

저서성 대형무척추동물의 개체수 현존량 구성비는 용

소소류지에서 절지동물문 곤충강 84 %, 절지동물문 갑각강 8 %, 환형동물문 7 %, 연체동물문 1 %를 나타냈으며 연꽃소류지에서 절지동물문 곤충강 61 %, 절지동물문 갑각강 30 %, 환형동물문 8 %, 연체동물문 1 %를 나타내어 용소소류지보다 연꽃소류지에서 개체수 분포비율의 다양성을 보였다(Fig. 5). 그러나, 두 조사 대상지의 우점종은 깔따구, 개똥하루살이, 출새우로 용소소류지에서는 전 출현 개체수의 69 %를 차지하였고 연꽃소류지에서는 68 %를 나타내어 비슷한 우점종 점유율을 나타냈다.

#### 수생식물 조성

수생식물(Hydrophytes)은 생육기의 일정 기간에 식물체의 전체 혹은 일부분이 물에 잠겨 생육하는 식물로서 식물체 내에 공기를 전달 혹은 저장할 수 있는 통기조직이 발달되어 있다<sup>26)</sup>. 본 조사 대상지의 수생식물은 수생식물자원정보은행(<http://aqua.ajou.ac.kr>)의 목록에 따라 총 25종으로 조사되었으며 정수식물, 부유식물, 부엽식물, 침수식물 4가지로 분류하였다. 용소소류지에서는 총 9종의 수생식물을 조사하였고 버드나무, 털개구리미나리 등의 정수식물 8종, 침수식물 말즘 1종을 분류하였다. 연꽃소류지에서는 갈대, 부들, 고마리 등의 정수식물 9종, 개구리밥, 물개구리밥과 물상추 등의 부유식물 3종, 연꽃, 애기마름, 붕어마름의 부엽식물 2종, 나자스말과 가는 가래의 침수식물 3종을 분류하였다(Table 3). 이중 연꽃 소류지의 부엽식물 중 연꽃은 1995년 마을 주민이 인위적으로 심은 것으로 알려져 있다. 이와 유사한 전주시 일대 소류지에서는 정수식물 23종, 부엽식물 4종, 부유식물 2종, 침수식물 2종 총 31종을 조사하여 보고한

Table 2. Benthic Macroinvertebrates isolated from sediments in small reservoirs

	출현종	학 명	소류지		
			용소	연꽃	
연체동물문	물달팽이	<i>Radix auricularia</i>		2	
	원돌이물달팽이	<i>Physa acuta</i>	2		
환형동물문	실지렁이	<i>Limnodrilus gotoi</i>	17	19	
절지동물문 갑각강	줄새우	<i>Palaemon paucidens</i>	22	54	
	새뱅이	<i>Atyidae</i> sp.		11	
	물벌레	<i>Asellus</i> sp.		6	
절지동물문 곤충강	하루살이목	개똥하루살이	<i>Baetis fuscatus</i>	40	30
		네점하루살이	<i>Ecdyonurus levis</i>	12	
		애호랑하루살이	<i>Baetiella tuberculata</i>	4	
	잠자리목	어리측범잠자리	<i>Gomphus postacularis</i>		
		등줄실잠자리	<i>Cercion hieroglyphicum</i>		12
	뱀잠자리목	대륙뱀잠자리	<i>Parachauliodes continentalis</i>	1	
	갈따구	Chironomidae sp.1		59	77
			Chironomidae sp.2	21	
			Chironomidae sp.3	12	
		갈따구(붉은색)	Chironomidae sp.4	25	25
각다귀		<i>Tipula</i> sp.	2		
명주각다귀		<i>Antocha</i> Kua	6		
떡파리		<i>Simuliidae</i> sp.	8		
날도래목	꼬마줄날도래	<i>Cheumatopsyche brevilineata</i>	4		
	동양줄날도래	<i>Hydropsyche orientalis</i>	10		
	큰광택날도래	<i>Agapetus</i> Kua	14		
총 수			17	9	
개체수(개체수/2700cm <sup>2</sup> )			259	236	

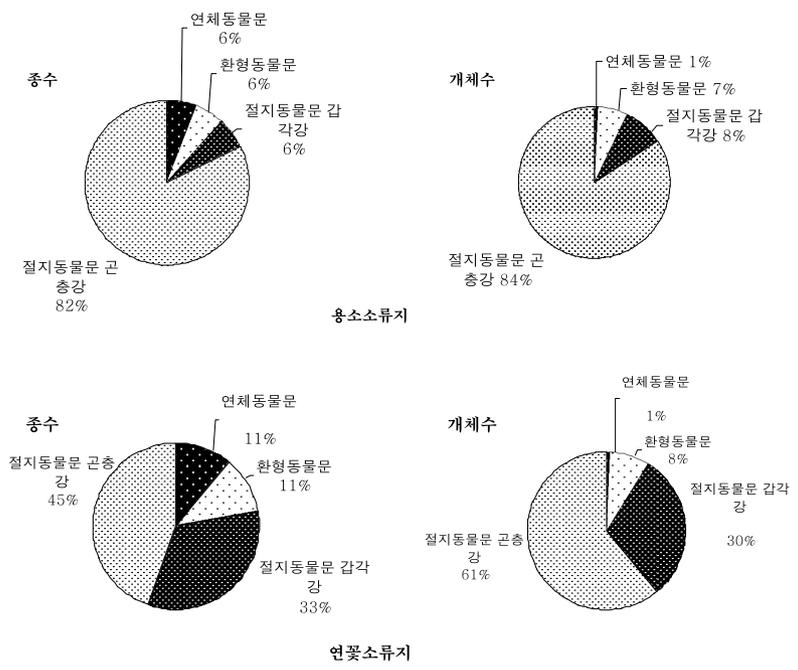


Fig. 5. Species abundance and individuals of Benthic Macroinvertebrates isolated from sediments in small reservoirs(upper : YongSoh small reservoir, down : Lotus small reservoir).

바 있다<sup>23)</sup>. 이는 본 연구의 소류지 수생식물 중 정수식물의 종조성에서 차이를 나타냈지만 다른 생활형을 가진 수생식물들은 유사한 분포를 보였다. 연꽃소류지의 경우 인위적인 영향이 덜 미침으로 인해 수생식물들이 군락을 형성할 수 있었으며 습지의 천이 단계가 진행됨으로 인해 다양한 수생식물들이 분포할 수 있는 것으로 판단된다. 또한, 2011년 2월에는 소류지의 수면에서 수생식물에 의한 수면 피복을 관찰할 수 없었으나 5월, 9월, 11월에는 수생식물이 수면을 피복하여 성장함으로 식생피복율에 대한 가시적 평가를 실시하였고 주변 토지 이용과의 연관성을 확인하기 위해 주변 토지 이용 현황도 조사하였다. 용소소류지는 말즘 위주의 식생으로 식생피복율이 약 15 %

였으며 소류지 주변 토지는 친수수변공원으로 조성되어 산으로 둘러싸인 체육공원 시설, 산책로 등이 구성되어 있었다. 연꽃소류지는 연꽃, 물개구리밥, 물상추, 애기마름 등 다양한 식생으로 식생피복율이 90 %가 넘는 것으로 조사되었으며 주변 토지는 고추, 상추 등을 재배하는 밭이었다. 소류지 주변 토지 이용 형태에 따라 소류지 식생이나 식물종 다양성에 미치는 영향 및 인과관계를 밝히기는 어려웠으나 인위적인 간섭에 의한 단순한 식생이나 타날 우레가 있음은 용소소류지와 연꽃소류지의 수생식물 식물종 다양성이 상이함으로 판단할 수 있었다.

Table 3. Hydrophytes classified by life type in small reservoirs

생활형	수 생 식 물 명	소류지	
		용소	연꽃
정수식물	<i>Salix koreensis</i> 버드나무	○	
	<i>Ranunculus cantoniensis</i> 털개구리미나리	○	
	<i>Iris pseudoacorus</i> 노랑꽃 창포	○	○
	<i>Rumex crispus</i> 소리쟁이	○	
	<i>Stellaria aquatica</i> 쇠별꽃	○	
	<i>Hypericum laxum</i> 좁고추나물	○	
	<i>Alisma plantago-aquatica</i> var. <i>orientale</i> 질경이택사	○	
	<i>Ranunculus chinensis</i> 젓가락나물	○	
	<i>Imperata cylindrica</i> var. <i>koenigii</i> 락		○
	<i>Tripogon longearistatus</i> 교래잡자리피		○
	<i>Juncus effusus</i> var. <i>decipiens</i> 골풀		○
	<i>Oenanthe javanica</i> 미나리		○
	<i>Cardamine flexuosa</i> 황새냉이		○
	<i>Persicaria thunbergii</i> 고마리		○
	<i>Phragmites communis</i> 갈대		○
<i>Typha orientalis</i> 부들		○	
부유식물	<i>Azolla imbricata</i> 물개구리밥		○
	<i>Pistia stratiotes</i> 물상추		○
	<i>Spirodela polyrhiza</i> 개구리밥		○
부엽식물	<i>Nelumbo nucifera</i> 연꽃		○
	<i>Trapa incisa</i> 애기마름		○
침수식물	<i>Najas graminea</i> 나자스말		○
	<i>Potamogeton cristatus</i> 가는가래		○
	<i>Ceratophyllum demersum</i> 붕어마름		○
	<i>Potamogeton crispus</i> 말즘	○	
합 계		9	17

## 결 론

본 연구는 부산지역의 주요 소류지인 연꽃소류지와 용소소류지에 대한 물환경 및 수생태를 파악하기 위해 이화학적 수질 조사, 동식물플랑크톤 조사, 저서성 대형무척추동물 조사, 수생식물 조사 등을 계절별로 4회 실시하였고 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 용소소류지는 BOD 2.0 mg/L와 COD 3.8 mg/L이었고 연꽃소류지는 BOD 4.1 mg/L와 COD 12.3 mg/L로 연꽃소류지의 유기물질 함량이 용소소류지보다 더 높았다. TN은 용소소류지에서 2.129 mg/L, 연꽃소류지에서 2.024 mg/L로 두 소류지에서 비슷한 농도를 나타냈으나 TP는 용소소류지에서 0.081 mg/L, 연꽃소류지에서 0.268 mg/L로 두 소류지 간의 평균 3배 이상 차이를 나타냈다. 또한, Chl-*a*는 용소소류지에서 15.6 mg/m<sup>3</sup>과 연꽃소류지에서 45.9 mg/m<sup>3</sup>로 두 소류지 간의 이런 차이는 식물플랑크톤의 제한요인인 총인의 농도에 기인한 것으로 연꽃소류지의 물환경 생태계의 1차 성장률이 더 높은 것으로 판단되었다.
2. 용소소류지의 식물플랑크톤은 *Aulacoseira granulata*, *Asterionella gracillima*, *Atteya* spp. 등의 규조류가 연중 높게 출현하였고 연꽃소류지에서는 *Eudorina elegans*, *Fragillaria intermedia*, *Aulacoseira granulata*, *Pediastrum duplex*, *Peridinium marchicum* 등 규조류, 녹조류가 다양하게 나타났다. 동물플랑크톤은 두 소류지에서 *Polyarthra eurypetra*, *Keratella cochlearis*, *Trichocera capucina* 등 윤충류가 90 % 이상 출현하였으나 연꽃소류지에서는 요각류 *Cyclops*가 다수 출현하였다. 이는 수중 생태계에서 규조류가 우점하는 용소소류지에서는 동물플랑크톤의 섭식활동에 영향을 받았으나 다양한 식물플랑크톤 종구성을 나타내는 연꽃소류지에서는 동물플랑크톤의 섭식 압력이 낮게 나타났다.
3. 저서성대형무척추동물은 총 3문 4강 8목 22종이 출현했으며 용소소류지에서 3문 4강 7목 17종, 연꽃소류지에서 3문 4강 6목 9종로 분류되었다. 출현 조성비에서 비곤충류는 총 6종이 출현하였고 수서곤충류는 총 14종이 출현하여 전체 출현종의 63.6 %를 나타냈다. 용소소류지의 저서성 대형무척추동물은 총 17종 259 개체수로 연꽃소류지의 총 9종 236 개체수에 비해 다양한 생물종 군집 구조를 나타냈다. 두 소류지에서 절지동물문 곤충강이 50 %이상 현존량 구성비를 나타냈

으며 우점종으로는 깔따구, 개똥하루살이, 줄새우로 전 출현 개체수의 65 % 이상을 차지하였다.

4. 수생식물은 총 25종으로 조사되었으며 용소소류지에서 총 9종 중 버드나무, 털개구리미나리 등의 정수식물 8종, 침수식물 말즘 1종을 분류하였으며 식생피복율은 약 15 %였다. 연꽃소류지에서는 총 17종의 수생식물이 조사되었으며 갈대, 부들, 고마리 등의 정수식물 9종, 개구리밥, 물개구리밥과 물상추 등의 부유식물 3종, 연꽃, 애기마름, 붕어마름의 부엽식물 3종, 나자스말과 가는 가래의 침수식물 2종을 분류하였다. 연꽃소류지는 식생피복률이 90 % 이상으로 인위적인 영향이 덜 미침으로 인해 다양한 수생식물들이 군락을 형성하였다.

## 참고문헌

1. Cylinder, P.D., Bogdan, K. M., Davis, E. M., and Herson, A. I., Wetlands Regulation: A Complete Guide to Federal and California Programs, Solano Press Books Point Arena, California, p.363(1995).
2. 조동길, 소택형습지의 복원 및 창출을 위한 생태적 식재 설계 모델 : 생물다양성을 중심으로, 서울대학교대학원 박사학위 논문(2004).
3. 환경부, 내륙습지의 유형별 평가기법 및 관리 방안에 관한 연구(2001).
4. 환경부, UNDP/GEF 국가습지보전사업관리단, 국가 습지 유형분류 체계구축(2005).
5. Ramsar Convention Secretariat, Ramsar Convention Manual, 4th edition(2006).
6. 구본학, 우리나라 습지 유형분류체계(2008).
7. 변영철, 내륙형 소규모 습지 유역수문생태모형 개발-구미시 무을면 소류지를 대상으로-, 상명대학교 박사학위 논문(2009).
8. 농촌진흥청, 농촌지역의 Ecosystem과 Amenity 보전을 위한 Biotop 관리 및 복원 기술개발(2005).
9. 변무섭, 오현경, 김영하, 김재병, 전주시 소류지의 식물상 및 관리방안(2004).
10. 강방훈, 손진관, 김미희, 김남춘, 농촌마을 소택형습지 실태 분석을 통한 관리 및 활용방안 연구, 농촌계획, 16(3), pp.103~115(2010).
11. 강방훈, 손진관, 이상화, 김남춘, 농촌지역 소규모 소

- 택형습지의 식생특성, 한국환경복원녹화기술학회지, 12(3), pp.33~48(2009).
12. 환경부, 수질오염공정시험기준(2008).
  13. 정준, 한국담수조류도감, 아카데미서적(1993).
  14. Hirose and Yamagishi, 일본담수조류도감(1977).
  15. Balcer, M.D., N.L. Korda and S.I. Dodson, Zooplankton of the great lakes. A guide to the identification and ecology of the common crustacean species. The university of Wisconsin Press.
  16. 조규송, 한국담수동물플랑크톤도감(1993).
  17. 윤일병, 수서곤충검색도설(1995).
  18. 원두희, 한국의 수서곤충(2005).
  19. Merritt, R.W. and K.W. Cummins, An introduction to the Aquatic insects of North America, 3rd ed., Kendall/Hunt Publ. Co.(1996).
  20. 김태정, 강은희, 쉽게찾는 수생식물(2004).
  21. 이창복, 원색 대한식물도감(상)(2003).
  22. 이창복, 원색 대한식물도감(하)(2003).
  23. 변무섭 등, 전주 오송제, 오공제, 신용제, 어두제 소류지의 관속식물상과 훼손실태, 환경환경복원녹화기술학회지9(4), pp.24~35(2006).
  24. <http://aqua.ajou.ac.kr>(수생식물자원정보은행).
  25. 김현우, 최종윤, 라궁환, 정광석, 주기재, 강 배후 습지생태계(우포)에서 강우량과 동물플랑크톤 군집 동태, 한국육수학회지, 43(1), pp.129~135(2010).
  26. 김호섭, 황순진, 부영양 저수지에서 식물플랑크톤 성장에 대한 제한영양염과 질소/인 비의 영향, 한국육수학회지, 37(1), pp.36~46(2004).
  27. Maier, G., Copepod communities in lakes of varying trophic degree. Archiv für Hydrobiologie, 136, pp.455~465(1996).
  28. Kagami, M., T. Yoshida, T.B. Gurung and J. Urabe, Direct and indirect effects of zooplankton on algal composition in *in situ* grazing experiments. Oecologia, 133, pp.356~363(2002).
  29. Dawidowicz, P., Effectiveness of phytoplankton control by large-bodied and small-bodied zooplankton. Hydrobiol., 200/201, pp.43~47.
  30. 엄성화, 황순진, 팔당호 생태계에서 동물플랑크톤과 식물플랑크톤의 섭식관계, 한국육수학회지, 39(3), pp.390~401(2006).
  31. 환경부, 도시에 자연을 불러오기 위한 생태연못 조성 길라잡이. p.30(2001).