

# 주남저수지의 수생태환경 특성에 대한 분석<sup>1a</sup>

박경훈<sup>2</sup> · 서정윤<sup>2</sup> · 유주한<sup>3\*</sup>

## Analysis on Characteristics of Aquatic Ecosystem Environment in Junam Reservoir<sup>1a</sup>

Kyung-Hun Park<sup>2</sup>, Jeoung-Yoon Seo<sup>2</sup>, Ju-Han You<sup>3\*</sup>

### 요 약

본 연구는 주남저수지의 수질, 퇴적물, 저서성 무척추대형동물, 어류, 수생식물을 조사 및 분석함으로써 수생태계의 보전과 복원을 위한 기초자료 제공에 그 목적이 있다. 수질분석 결과, 수소이온농도(pH)는 8.2~8.4, 화학적 산소요구량(COD)은 6.0~7.5mg/L, 부유물질량(SS)은 10.0~10.3mg/L, 용존산소량(DO)은 8.3~11.5mg/L, 총인량(T-P)은 0.1mg/L, 총질소량(T-N)은 1.2~1.3mg/L로 나타났다. 퇴적물의 경우 Cd(카드뮴)는 0.47~0.52mg/kg, Cu(구리)는 7.08~7.43mg/kg, As(비소)는 0.22~0.32mg/kg, Hg(수은)은 0.02~0.03mg/kg, Pb(납)는 6.20~7.45mg/kg, Ni(니켈)는 32.80~39.70mg/kg, F(불소)는 513.0~543.0mg/kg, Zn(아연)은 137.0~140.0mg/kg으로 나타났으며, Cr<sup>6+</sup>(6가크롬)은 검출되지 않았다. 저서성 대형무척추동물은 3문 5강 9목 26과 33속 39종 432개체가 있는 것으로 확인되었으며, 저서성 대형무척추동물의 생태점수(ESB)는 25로 나타났다. 어류는 8과 14종으로 나타났으며, 생태계교란야생동물은 큰입배스와 과량불우렁 등 2분류군이었다. 수생식물은 28과 42속 56종 1아종 6변종 등 총 63분류군으로 확인되었으며, 정수식물은 38분류군(60.3%), 부엽식물은 5분류군(7.9%), 부유식물 및 침수식물은 각 10분류군(15.9%)로 나타났다.

주요어: 수질, 퇴적물, 육수생물, 수생식물

### ABSTRACT

The purpose of this study was to offer the raw data for conservation and restoration of aquatic ecosystem by surveying and analysing a water quality, sediment, benthic macroinvertebrate, fish and hydrophyte in Junam reservoir. In the result of analysing the water quality, pH was 8.2~8.4, 6.0~7.5mg/ℓ in COD, 10.0~10.3mg/ℓ in SS, 8.3~11.5mg/ℓ in DO, 0.1mg/ℓ in T-P and 1.2~1.3mg/ℓ in T-N. In case of the sediments, Cd was 0.47~0.52mg/kg, 7.08~7.43mg/kg in Cu, 0.22~0.32mg/kg in As, 0.02~0.03mg/kg in Hg, 6.20~7.45mg/kg in Pb, 32.80~39.70mg/kg in Ni, 513.0~543.0mg/kg in F and 137.0~140.0mg/kg in Zn. Cr<sup>6+</sup> was not detected. The benthic macroinvertebrates were 432 individuals including 3 phyla, 5 classes, 9 orders, 26 families, 33 genera and 39 species, and the ecological score of benthic macroinvertebrate community(ESB) was 25. The fishes were 8 families and 14 species, and the invasive alien species were 2 taxa including *Micropterus salmoides* and *Lepomis macrochirus*. The hydrophytes were 63 taxa including 28 families, 42 genera, 56 species, 1 subspecies and 6 varieties. The emergent plants were 38 taxa(60.3%), 5 taxa(7.9%) in floating-leaved plants and each 10 taxa(15.9%) in free-floating plants and submerged plants.

1 접수 2012년 6월 24일, 수정(1차: 2012년 8월 24일, 2차: 2012년 9월 3일), 게재확정 2012년 9월 4일

Received 24 June 2012; Revised(1st: 24 August 2012, 2nd: 3 September 2012); Accepted 4 September 2012

2 창원대학교 환경공학과 Dept. of Environmental Engineering, Changwon Nat'l Univ., Changwon(641-773), Korea(landpkh@changwon.ac.kr)

3 동국대학교 조경학과 Dept. of Landscape Architecture, Dongguk Univ., Gyeongju(780-714), Korea(youjh@dongguk.ac.kr)

a 이 논문은 2009년, 2011년도 창원대학교 연구비에 의하여 연구되었음.

\* 교신저자 Corresponding author(youjh@dongguk.ac.kr)

**KEY WORDS: WATER QUALITY, SEDIMENT, LIMNOLOGIC ORGANISM, HYDROPHYTE**

## 서론

과거 한국의 근간산업은 농업이 주를 이루었기 때문에 쌀 생산 증대를 위해 많은 저수지가 건설되었으며, 이는 국토의 약 70%가 산지인 점을 감안한다면 강우의 급격한 유출을 막고 농업용수 확보를 위해 저수지는 중요한 시설물이었다(Yoo and Park, 2007). 농업용으로 활용되고 있는 주남저수지는 산남저수지, 동판저수지와 수로로 연결되어 있으며, 낙동강 물을 저장하였다가 창원시 동읍과 대산면 일대의 농경지에 농업용수를 공급하여 수자원 기능에서 중요한 역할을 한다. 또한 을숙도와 우포늪 중간에 위치하기 때문에 철새 서식지 역할을 하는 것으로 알려져 생태적 가치가 높은 습지이다(Lee et al., 2010).

즉 주남저수지는 다양한 생물자원이 서식 및 분포하는 습지형태를 하고 있는데 습지는 육상생태계와 수생태계의 전이지대로서 생물다양성과 생산성이 높으며, 오염물질의 정화, 생물서식처 제공, 홍수조절, 휴양 및 레크리에이션 제공 등 유익한 기능을 가지는 생태계라고 할 수 있다. 이러한 습지는 수생식물의 생육에 영향을 주는 토양을 가지고 있으며, 이러한 토양의 기질은 습윤한 상태를 유지하고 기질은 일반토양이 아닌 수분이 포화되었거나 식물생육기 때 얇은 물로 덮여 있는 특징을 가진다(Semeniuk and Semeniuk, 1995). 그리고 습지는 광범위한 사회·경제·환경적 이익을 제공할 뿐만 아니라 환경관리에 있어 중요한 생태·수문학적 역할을 하는 중요한 생태계이다(Dixon, 2005). 특히 습지는 다른 생태계와 달리 다양한 유형이 분포하고 있고 그 유형에 따른 특성이 다르기 때문에 이들의 보전과 복원을 위해 많은 연구가 진행되고 있다. 습지 유형별 관련 연구동향을 살펴보면, 산림습지(Kim et al., 2010; Yoo et al., 2012), 하천습지(Yeum et al., 2010; Chun, 2011), 고산습지(Kim and Han, 2005; Lee et al., 2009), 연안습지(Park, 1999; Park et al., 2010) 등 다양한 관점, 방법 등을 통해 연구가 진행되어 왔다.

그러나 습지는 사회적, 물리적으로 연결된 가장 핵심 서식처이나 과거 인간의 이익에 의해 매립되는 토지로 인식되었으며, 그 결과, 모든 생태계 중 가장 파괴된 생태계 중 하나가 되었다(Amezaga et al., 2002). 따라서 습지의 보전과 복원을 위해서는 다양한 관점에서 접근할 필요성이 있는데 그 중 중요한 것이 수생태계에 대한 특성이다. 주남저수지의 수생태 관련 주제를 가진 연구동향을 살펴보면, 수생태계의 생물 중심 연구의 경우 수생식물(Choi and Lee,

1987), 수서곤충(Yoon et al., 1989), 어류와 저서성 대형무척추동물(Cheong et al., 2004), 플랑크톤(Lee et al., 2010) 등이 수행되었으며, 수생태계 환경의 경우 수질변동(Lee and An, 2009) 연구가 있으나 대부분 수생태계의 생물상에 관련된 연구에 집중된 경향이 확인되었다. 또한 수생태계 환경의 수질만 연구되어 수생태계의 종합적 연구가 미흡한 상태이다. 따라서 본 연구는 주남저수지의 수질, 퇴적물, 저서성 대형무척추동물, 어류, 수생식물 등과 같은 수생태계의 다양한 요소들에 대해 종합적으로 분석하여 주남저수지의 환경생태적 보전 및 복원방안 수립을 위한 기초자료 제공에 그 목적이 있다.

## 연구방법

### 1. 연구대상지

주남저수지는 창원시 동읍에 위치하며, 좌표는 북위 35°18'46", 동경 128°39'55"이고 주변에 금병산(271m), 정병산(566m), 구룡산(433m), 백월산(300m)의 지맥을 분수령으로 하고 있다. 주남저수지는 원래 낙동강의 물이 유입되는 늪지였으나 1920년대 농업용수 확보를 위해 제방을 축조하면서 만들어진 인공적인 농업용 저수지이며, 현재 다양한 수생식물과 철새들이 서식하는 낙동강 배후습지형태를 하고 있다. 또한 북쪽으로 산남저수지, 남쪽은 동판저수지가 있고 이들 중간에 주남저수지가 위치하며, 이들은 서로 수로로 연결되어 물교환이 이루어진다(Figure 1).

주남저수지의 일반현황을 살펴보면, 유역면적 3,510ha, 면적 403ha, 계획저수량 5,132,000m<sup>3</sup>, 홍수저수량 14,358,000m<sup>3</sup>, 만수면적 299ha, 홍수면적 373.8ha, 제방길이 3,165m, 높이 8.7m이며, 주변 토지이용의 경우 논 1,335ha, 밭 378.8ha, 과수원 338.9ha, 목장 7.7ha, 임야 2,235.5ha로 대부분 임야와 농경지가 형성되어 있다.

또한 주남저수지는 주변의 넓은 농경지가 형성되어 이동통로, 서식지, 먹이공급원 등 양호한 조류 서식환경을 가지며, 가시연꽃, 줄, 부들 등의 다양한 수생식물, 곤충류, 어류 등 많은 생물자원을 보유하여 생태적 가치가 높은 지역이나 현재 무분별한 토지이용, 자연훼손, 오염발생 등으로 환경압력과 교란이 가중되고 있는 상태이다(Jang, 2005).

2010년 창원시 기준 기상개황의 경우 평균기온 14.5°C, 평균최고극값 19.1°C, 평균최저극값 10.9°C, 평균상대습도 64%, 평균풍속 1.9m/s, 총 강수량 1766.9mm로서(Korea

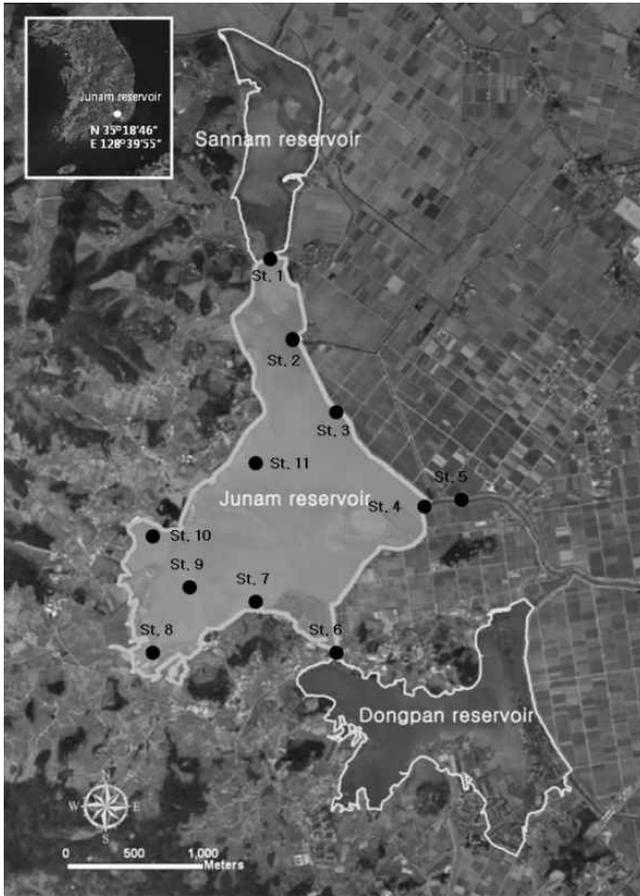


Figure 1. The location and survey sites of Junam reservoir (Source: Provided by Changwon-si in 2009)

Meteorological Administration, 2010) 다른 내륙지방보다 온화한 기후 특성을 가지고 있다.

2. 조사분석

조사지점은 총 11개 지점을 선정하여 조사하였으며, 저서성 무척추대형동물은 St.1, St.4, St.5, St.6, St.8, St.10 등 6개 지점에서, 어류는 St.4, St.5, St.6, St.8, St.9, St.11

등 6개 지점에서, 수생식물은 St.1~St.11까지 모든 지점에서 조사를 실시하였다(Figure 1). 주남저수지의 환경특성인 수질과 하상퇴적물은 2009년 5월, 8월에 걸쳐 2회를, 저서성 무척추대형동물 및 어류 조사는 2009년 5월, 8월, 9월에 3회 실시하였으며, 수생식물 조사는 2009년 5월, 7월, 8월, 9월, 2010년 6월과 10월에 6회에 걸쳐 수행하였다(Table 1).

수질조사항목은 수소이온농도(pH), 화학적 산소요구량(COD: chemical oxygen demand), 부유물질량(SS: suspended solids), 용존산소량(DO: dissolved oxygen), 총인량(T-P: total phosphorus), 총질소량(T-N: total nitrogen)을 분석하였으며, 수질 기준은 National Institute of Environmental Research(2008)이 제시한 기준에 따라 평가하였다.

퇴적물은 카드뮴(Cd), 구리(Cu), 비소(As), 6가크롬(Cr<sup>6+</sup>), 수은(Hg), 납(Pb), 니켈(Ni), 불소(F), 아연(Zn)을 분석하였으며, 분석방법은 토양오염공정시험방법에 준하여 수행하였다. 퇴적물의 오염정도를 정량하기 위해 Park(1996)이 제안한 토양오염점수(SPS: Soil Pollution Score)를 사용하였으며, 아래의 공식을 적용하여 산출하였다. 또한 각 중금속의 토양오염우려기준(Tvi)은 Ministry of Environment(2003)이 제시한 카드뮴 1.5mg/kg, 구리 50mg/kg, 비소 6mg/kg, 수은 4mg/kg, 납 100mg/kg, 6가크롬 4mg/kg, 아연 300mg/kg, 니켈 40mg/kg, 불소 400mg/kg의 기준에 따랐다.

$$SPS = \sum_i \frac{Conc_i}{TV_i} \times 100 \quad (i: \text{중금속오염물질}, Conc_i: \text{각 중금속 농도}, TV_i: \text{각 중금속의 토양오염 우려기준})$$

오염등급의 경우 300점 초과인 4등급 지역은 토양이 오염된 지역, 200~300점은 3등급 지역으로 4등급 지역보다는 낮은 지역, 100~200점은 2등급 지역으로 토양오염이 우려되어 토양 상태의 재검측이 요구되는 지역, 100점 미만인 1등급 지역은 토양상태가 양호한 지역이다(Chang *et al.*, 2003).

저서성 대형무척추동물의 채집은 주남저수지의 정수역은 Dredge net(30×50cm, 망목 0.2mm)를 사용하였으며, 주남저수지로 유입되는 지류 및 동관저수지와 연결되는 수로인

Table 1. The survey time of aquatic ecosystem environment in Junam reservoir

Time	Water quality	Bed sediment	Benthic macroinvertebrate	Fish	Hydrophyte
May, 2009	◎	◎	◎	◎	◎
July, 2009	-	-	-	-	◎
August, 2009	◎	◎	◎	◎	◎
September, 2009	-	-	◎	◎	◎
June, 2010	-	-	-	-	◎
October, 2010	-	-	-	-	◎

유수역에서는 Surber net(30×30cm, 망목 0.2mm)을 이용하여 약 10cm 깊이로 3회 반복하여 채집하였고 미소서식체를 구분하여 조사하였다. 채집된 표본은 현장에서 10% 포르말린으로 고정한 후 실험실로 운반하여 실험현미경(Olympus SZ7)을 이용하여 관찰하였다. 저서성 대형무척추동물의 동정은 McCafferty(1981), Kwon *et al.*(1993), Yoon(1995), Won *et al.*(2005)을 참고하여 동정하였다. 저서성 대형무척추동물을 이용한 수생태계의 환경질의 평가와 환경관리기준은 저서성 대형무척추동물의 생태점수인 ESB(Ecological Score of Benthic Macroinvertebrate Community)를 이용하여 평가하였다(The Ministry of Environment, 2006; Lee *et al.*, 2010; Lee *et al.*, 2012).  $S_i$ 는  $i$  환경질에 대한 출현종수의 합,  $Q_i$ 는 개별분류군의 환경질 점수를 나타내고 식은 아래와 같다.

$$ESB = \sum_{i=1}^4 (S_i \cdot Q_i)$$

어류의 채집은 투망(망목 6×6mm), 족대(망목 4×4mm)을 이용하였으며, 수역조건 및 서식환경에 따라 10회에 걸쳐 반복적으로 수행하였다. 채집된 표본은 동일종이 많은 경우 동정을 위한 개체만을 남기고 나머지 개체는 다시 방류하였다. 일부 수심이 깊은 지역에서의 표본채집은 어렵거나 가진 어민의 협조를 받아 수행하였으며, 표본 동정을 위해 채집 즉시 10% 포르말린 수용액에 고정한 후 실험실로 운반하여 동정하였다. 어류 동정을 Kim and Park(2002)의 문헌을 참고하였으며, 분류체계는 Nelson(2006)에 준하였다.

수생식물 조사는 주남저수지 내부를 대상으로 하였으며, 만곡부, 돌출부, 지류 유입구, 수변 등을 대상으로 수행하였다. 수생식물은 육지에서 확인이 가능한 종은 직접 식물명을 기재하였으며, 수심이 깊고 접근이 곤란한 지역의 경우 갈고리를 이용하여 채집 후 확인하였다. 수생식물은 Lee(2003)과 Ku *et al.*(2008)의 문헌을 이용하여 동정하였으며, 분류체계는 Engler(Melchior, 1964)의 체계를 따랐다. 수생식물의 생육형태는 Kim and Lee(2003)의 문헌을 토대로 정수식물, 부엽식물, 부유식물, 침수식물로 구분하여 분석하였다. 생태적 중요종은 환경부 지정 멸종위기야생동식물과 산림청 지정 희귀식물에 대해 분석하였다(Ministry of Environment, 2005; Korea Forest Service, 2008).

## 결과 및 고찰

### 1. 수질

주남저수지의 수질을 분석한 결과, 각 항목별 범위를 살펴보면, 수소이온농도(pH)는 8.2~8.4, 화학적 산소요구량(COD)은 6.0~7.5mg/L, 부유물질량(SS)은 10.0~10.3mg/L, 용존산소량(DO)은 8.3~11.5mg/L, 총인량(T-P)은 0.1mg/L, 총질소량(T-N)은 1.2~1.3mg/L로 분석되었다(Table 2).

DO는 수중생물이 생활하는데 산소가 요구되어지기 때문에 매우 중요한 인자로서 대기 중에서 유입되거나 수생식물의 광합성 작용으로 증가되며, 수중생물의 호흡에 의해 감소한다(Moon *et al.*, 2001). 특히 호소와 같은 정체수역은 조류의 탄소동화작용으로 용존산소가 과포화상태를 나타낼 수 있는데(Lim *et al.*, 1999) 본 지역의 상태는 양호하기 때문에 수중생물의 생육에는 문제가 없을 것으로 생각된다.

T-P는 영농활동에 따른 농약, 비료가 투입된 후 토양에 저장하였다가 강우시 유입되는 특성을 가진다(Ryu *et al.*, 2011). T-N은 단백질의 분해과정에서 생성되는 수질오염물질로서 사람이나 동물의 배설물 등에 많이 함유되어 있으며, 부영양화를 발생시키는 원인 중 하나이고 이들이 다량 유입되면 조류가 대량으로 번식하게 되어 수질오염을 유발시킨다(Park *et al.*, 2006). 주남저수지의 경우 주변에 많은 농경지, 축사, 주거지 등이 분포하고 있으며, 이들 지역에서 발생하는 오염수가 주남저수지로 직, 간접적으로 유입되고 있기 때문에 부영양화발생 위험성이 높다고 판단된다. 따라서 향후 주남저수지의 수생태계 보전을 적극적으로 추진하기 위해서 주변 토지이용계획에 대한 심도 있는 논의가 필요할 것이다.

평균농도는 pH 8.3, COD 6.8mg/L, SS 10.2mg/L, DO 9.9mg/L, T-P 0.1mg/L, T-N 1.3mg/L로 확인되었다. 이를 Table 1에서 제시한 호소의 생활환경기준에 따라 적용해보면, COD와 SS는 ‘약간 나쁨’, DO는 ‘매우 좋음’, T-P는 ‘약간 나쁨’, T-N은 ‘나쁨’으로 나타나 주남저수지는 농업용수 정도의 수질상태를 나타내는 것으로 판단된다. 우리나라의 농업용수의 수질기준은 하천수질기준과 호수수질환경 모두 4급수로 되어 있기 때문에(An *et al.*, 2006) 양호한

Table 2. The analysis of water quality in Junam reservoir

	pH	COD (mg/l)	SS (mg/l)	DO (mg/l)	T-P (mg/l)	T-N (mg/l)
1st	8.2	7.5	10.0	8.3	0.1	1.3
2nd	8.4	6.0	10.3	11.5	0.1	1.2
Mean	8.3	6.8	10.2	9.9	0.1	1.3

수질상태는 아닌 것으로 생각된다. 이는 주남저수지에서 주변 농경지로 용수를 공급할 경우 수질이 좋지 않다면 농작물의 장해가 발생할 뿐만 아니라 토양환경도 오염시킬 수 있는 등 총체적인 환경문제가 발생할 수 있다. 따라서 주남저수지의 수생태계뿐만 아니라 주변 생태계를 종합적으로 보전하기 위해서는 주남저수지의 수질개선방안이 모색되어야 할 것이다.

## 2. 퇴적물

퇴적물의 농도 범위를 살펴보면, Cd(카드뮴)는 0.47~0.52mg/kg, Cu(구리)는 7.08~7.43mg/kg, As(비소)는 0.22~0.32mg/kg, Cr<sup>6+</sup>(6가크롬)은 검출되지 않았으며, Hg(수은)은 0.02~0.03mg/kg, Pb(납)는 6.20~7.45mg/kg, Ni(니켈)는 32.80~39.70mg/kg, F(불소)는 513.0~543.0mg/kg, Zn(아연)은 137.0~140.0mg/kg으로 나타났다(Table 3). 평균농도는 Cd 0.50mg/kg, Cu 7.26mg/kg, As 0.27mg/kg, Hg 0.03mg/kg, Pb 6.83mg/kg, Ni 36.25mg/kg, F 528.0mg/kg, Zn 138.5mg/kg으로 확인되었으며, Cr<sup>6+</sup>은 불검출되었다.

토양오염점수를 사용하여 토양오염등급을 산출한 결과, Cd 33점, Cu 15점, As 5점, Hg 1점, Pb 7점, Cr<sup>6+</sup> 0점, Zn 46점, Ni 91점, F 132점으로 나타났으며, 이들의 총 합산점은 330점으로 분석되었다. 이를 오염등급과 비교해보면, 300점 이상이기 때문에 4등급 지역으로 확인되어 주남저수지의 퇴적물은 오염된 상태라고 할 수 있다. 이는 퇴적물에 중금속과 같은 오염물질이 주남저수지의 퇴적물에 많이 함유되어 있다는 것으로 Kim(2010)은 퇴적물에 함유된

오염물질은 지표수에 함유된 성분에 비해 변화가 적고 상대적으로 함량이 높아 환경에 대한 지속적인 영향을 준다고 하였다. 또한 퇴적물은 오염물질의 저장소로 작용하며, 중금속은 지속적으로 퇴적물에 축적되고 생지화학적 환경변화에 수중으로 재용출되는 과정을 반복할 뿐만 아니라 중금속은 생물농축현상과 생물이용성에 의해 수서생물종에 위해를 발생시킨다(Baek *et al.*, 2010). 즉, 퇴적물의 오염은 수질오염과 마찬가지로 수생태계의 악영향을 줄 뿐만 아니라 주변 생태계에 오염물질이 이동될 수 있기 때문에 저감방안 수립이 필요할 것이다. 또한 퇴적물은 주변 지표수 또는 유입수 등 다양한 환경요인에 의해 축적되기 때문에 주변 토양오염물질에 대한 정화가 적극적으로 필요할 것이다.

## 3. 육수생물상

### 1) 저서성 대형무척추동물

주남저수지 일대에서 서식하는 저서성 대형무척추동물은 3문 5강 9목 26과 33속 39종 432개체가 있는 것으로 확인되었으며, 환형동물문의 거머리강은 1종, 연체동물문 중 복족강은 7종, 부족강은 1종, 절지동물문 중 갑각강은 1종, 곤충강은 29종으로 조사되었다. 세부적으로 살펴보면, 잠자리목 14종(35.9%), 노린재목 10종(25.6%), 중복족목 4종(10.3%), 파리목과 기안목이 각 3종(7.7%), 딱정벌레목 2종(5.1%), 등각목·부리거머리목 및 석패목이 1종(2.6%)로 나타났다(Table 4).

지점별 현황을 살펴보면, St.1, St.4, St.5, St.6, St.8, St.10에서 우렁이, 염주쇠우렁이가 가장 많이 관찰되었으며, 그

Table 3. The analysis of the bed sediments in Junam reservoir

	Cd (mg/kg)	Cu (mg/kg)	As (mg/kg)	Cr <sup>6+</sup> (mg/kg)	Hg (mg/kg)	Pb (mg/kg)	Ni (mg/kg)	F (mg/kg)	Zn (mg/kg)
1st	0.52	7.43	0.22	ND	0.02	7.45	32.80	513.0	137.0
2nd	0.47	7.08	0.32	ND	0.03	6.20	39.70	543.0	140.0
Mean	0.50	7.26	0.27	ND	0.03	6.83	36.25	528.0	138.5

Table 4. The species composition of benthic macroinvertebrate in Junam reservoir

Phylum	Class	Order	Family	Genus	Species
Annelida	Hirudinea	Rhynchobdellida	1	1	1
		Mesogastropoda	3	3	4
Mollusca	Gastropoda	Basommatophora	3	3	3
		Unionoida	1	1	1
	Crustacea	Isopoda	1	1	1
		Odonata	6	12	14
Arthropoda	Insecta	Hemiptera	7	8	10
		Coleoptera	2	2	2
		Diptera	2	2	3

다음은 각시물자라, 쇠우렁이 등의 순으로 나타났으며, St.6, St.8에서는 말조개가 일부 관찰되었다.

주남저수지에 서식하는 12종의 출현종을 이용하여 ESB 지수를 산출한 결과, 25±1.01로 나타났다. 이를 판정기준에 의거하여 살펴보면, 환경질 평가의 경우, 환경상태는 ‘불량’, 지역구분은 ‘우선개선구역’, 수질등급은 ‘Ⅲ’으로 나타났다. 우수생물계열의 평가에서는 ‘β-중부수성’으로 분석되었다. 주남저수지의 ESB와 기타 정수역인 ESB와 비교해보면, 팔당호는 3(Park *et al.*, 2007), 횡성호는 9±5.43 (Lee *et al.*, 2012)로 나타나 주남저수지가 이들 지역보다 상대적으로 양호한 수생태환경을 가지고 있다고 생각된다. 그러나 주남저수지의 주변에는 축사, 농경지 등의 비점오염원들이 상당수 분포하고 있으며, 수질과 퇴적물이 오염되어 있기 때문에 향후 이들에 대한 관리계획을 수립하지 못할 경우 수생태환경은 악화될 것으로 생각된다.

2) 어류

주남저수지 일대에서 확인된 어류는 8과 14종으로 나타났으며, 잉어과가 전체 종 중 약 42.9%를 차지하여 가장 많았고 그 다음이 검정우럭과로서 약 14.3%인 것으로 분석되었다(Table 5). 2003년 어류 조사결과를 보면, 잉어과(37%)가 가장 많았으며, 그 다음이 검정우럭과(18%)가 많다(Cheong *et al.*, 2004)고 보고하고 있어 급변 조사와 약간의 차이는 발생하였으나 어류상의 변화는 크게 없다고 생각

된다.

지점별 어류 현황은 St.4와 St.5에서 참붕어, 수수미꾸리, 버들붕어 등이, St.6은 큰입배스, 파랑볼우럭, 꺾지, St.8은 가물치, 붕어, 참물개 등이, St.9는 붕어와 잉어가, St.11은 큰입배스, 파랑볼우럭이 많이 관찰되었다.

생태계교란야생동식물은 큰입배스와 파랑볼우럭(블루길)로 나타났다. 큰입배스는 1973년 미국에서 최초로 도입하여 팔당호, 토교지에 방류된 이후 우리나라 전국의 하천과 호수에 출현한다(Lee *et al.*, 2008). 또한 파랑볼우럭은 북미원산의 담수 어종으로 1969년 일본으로부터 시험양식을 위해 도입한 후 국내 내수면 자원 증대를 위해 방류한 결과, 서식지와 분포 범위가 급속히 확산되었으며, 국내 토착어종에 비해 대형이고 플랑크톤, 수서곤충, 어란, 치어를 포식하여 토착종의 감소를 초래하고 있다(Byeon *et al.*, 1997). 따라서 이러한 어종들이 주남저수지에 우점할 경우 토착어종의 소멸로 연결되기 때문에 수생태환경의 보전을 위해서는 이들에 대한 지속적인 퇴치작업이 이루어져야 할 것이다.

4. 수생식물상

1) 종 조성

주남저수지의 수생식물종 조성은 28과 42속 56종 1아종 6변종 등 총 63분류군으로 확인되었으며, 양치식물문은 3

Table 5. The list of fish fauna in Junam reservoir

Scientific-Korean name	Scientific-Korean name
<b>Cyprinidae 잉어과</b>	<b>Centropomidae 꺾지과</b>
<i>Carassius auratus</i> Linnaeus 붕어	<i>Coreoperca herzi</i> Herzenstein 꺾지
<i>Cyprinus carpio</i> Linnaeus 잉어	<b>Centrarchidae 검정우럭과</b>
<i>Pseudorasbora parva</i> Temminck et Schlegel 참붕어	<i>Micropterus salmoides</i> Lacepede 큰입배스
<i>Rhodeus uyekii</i> Mori 각시붕어	<i>Lepomis macrochirus</i> Rafinesque 파랑볼우럭
<i>Squalidus chankaersis tuschigae</i> Jordan et Hubbs 참물개	<b>Gobiidae 망둥어과</b>
<i>Squalidus gracilis majimae</i> Jordan et Hubbs 긴물개	<i>Rhinogobius brunneus</i> Temminck et Schlegel 밀어
<b>Cobitidae 기름종개과</b>	<b>Belontiidae 천상어과</b>
<i>Niwaella multifascita</i> Wakiya et Mori 수수미꾸리	<i>Macropodus chinensis</i> Bloch 버들붕어
<b>Bagridae 메기과</b>	<b>Channidae 가물치과</b>
<i>Silurus asotus</i> Linnaeus 메기	<i>Channa argus</i> Cantor 가물치

Table 6. The composition species of hydrophytes in Junam reservoir

Class	Family	Genus	Species	Subspecies	Variety
Pteridophyta	3	3	3	-	-
Angiospermae					
Dicotyledonae	13	17	25	-	1
Monocotyledonae	12	22	28	1	5
Total	28	42	56	1	6

과 3속 3종, 피자식물문 중 쌍자엽식물강은 13과 17속 25종 1변종, 단자엽식물강은 12과 22속 28종 1아종 5변종으로 조사되었다(Table 6). 분류군수가 가장 많은 상위 과는 마디풀과 8분류군(12.7%), 벼과 7분류군(11.1%), 자라풀과 및 사초과 각 4분류군(6.3%)으로 분석되었다.

지점별 수생식물의 경우 St.1은 마름, 미나리, 노랑어리연꽃, 보풀 등, St.2는 여뀌, 개구리밥, 나도냉이, 뚜껍덩굴 등, St.3은 개피, 줄, 나도겨풀 등, St.4는 갈대, 부들, 세모고랭이, 검정말 등, St.5는 골풀, 사마귀풀, 기장대풀, 애기부들, 미꾸리나시, 고마리 등, St.6은 창포, 흰꽃여뀌, 생이가래, 물수세미 등, St.7은 통발, 벼풀, 물질경이, 가시연꽃 등, St.8은 나자스말, 마름, 검정말, 줄 등, St.9는 마름, 개구리밥 등, St.10은 버드나무, 노랑어리연꽃, 개구리밥, 가래, 말즘 등, St.11은 마름, 개구리밥 등이 많이 관찰되었다.

2) 생육형태

주남저수지에서 확인된 수생식물을 정수, 부엽, 부유, 침수식물로 구분한 결과는 Table 7과 같다. 정수식물은 38분류군(60.3%), 부엽식물은 5분류군(7.9%), 부유식물 및 침수식물은 각 10분류군(15.9%)로 나타나 정수식물이 많았으며, 부엽식물은 상대적으로 적게 나타났다.

이러한 수생식물은 습지생태계의 1차 생산자로서 습지토양의 안정화 및 침식방지, 영양염류와 유해물질 흡수, 수중과 저토의 산소공급, 차광에 의한 식물플랑크톤 발생억제, 습지생물의 먹이원 및 서식지 역할뿐만 아니라 수변경관의 미적 가치를 형성하기 때문에(Kim et al., 2007) 습지의 환경, 생태, 경관에 있어 매우 중요한 요소이다. 따라서 주남저수지 일대의 생태적 건전성과 자연성을 보전 및 복원하기

위해서는 수생식물에 대한 보전방안이 필요할 것이며, 수변개발 행위 시 수생식물 군락에 대한 보전이 철저히 이루어져야 할 것이다.

3) 생태적 중요종

환경부 지정 멸종위기야생식물은 가시연꽃 1분류군으로 확인되었으며, 산림청 지정 희귀식물은 물여뀌, 가시연꽃, 통발, 벼풀, 자라풀, 물질경이, 창포 등 7분류군으로 나타났다(Table 8). 또한 적색목록에 따른 구분 결과, 위기종(EN: Endangered)은 1분류군, 취약종(VU: Vulnerable)은 2분류군, 최소관심종(LC: Least Concern)은 3분류군, 자료부족종(DD: Data Deficient)은 1분류군으로 조사되었다.

일년생식물인 가시연꽃은 세계적으로 자생하는 희귀식물로 주로 경남지방의 습지에 많이 자생하며, 우리나라 수생식물 중 대형식물에 속하고 주남저수지를 대표하는 식물이다. 이러한 가시연꽃은 국가적으로 매우 희귀하고 생태학적으로 중요함에도 불구하고 멸종위기에 처해 있는데 주 소멸원인으로 오펀수, 매립등과 같은 토양관련문제, 낚시 등의 인위적 요인과 함께 외래종 및 초식곤충에 의한 생물학적 요인에 의해 소멸된다(You and Kim, 2010). 또한 마름종류가 우점할 경우 가시연꽃의 생육환경이 협소하게 되어 상대적으로 경쟁력이 약화됨으로 인해 소멸될 가능성도 있다고 생각된다.

따라서 가시연꽃의 지속적인 관리과 보전을 위해서는 가시연꽃 자생지 주변의 인위적 교란을 최소화해야 할 것이며, 생육환경에 위협이 되는 요인을 제거해주는 것이 필요하다. 또한 멸종에 대한 사전 작업으로 현지의 보전개념을 적용하여 전문 보전기관에 주남저수지 일대에서 자생하는

Table 7. The types of hydrophytes distributed in Junam reservoir

Type	Emergent	Floating-leaved	Free-floating	Submerged
Taxa	38	5	10	10
Ratio	60.3%	7.9%	15.9%	15.9%

Table 8. The list of ecologically important species in Junam reservoir

Scientific-Korean name	Habitat	Life form	Remark <sup>A</sup>
<i>Persicaria amphibia</i> (L.) S.F.Gray 물여뀌 <sup>B</sup>	Waterside	HH	EN
<i>Euryale ferox</i> Salib. 가시연꽃 <sup>C</sup>	Water	HH	VU
<i>Utricularia vulgaris</i> var. <i>japonica</i> (Makino) Tamura 통발 <sup>B</sup>	Water	HH	VU
<i>Sagittaria sagittifolia</i> subsp. <i>leucopetala</i> (Mig.) Hartog 벼풀 <sup>B</sup>	Waterside	HH	DD
<i>Hydrocharis dubia</i> (Blume) Backer 자라풀 <sup>B</sup>	Water	HH	LC
<i>Ottelia alismoides</i> (L.) Pers. 물질경이 <sup>B</sup>	Water	HH	LC
<i>Acorus calamus</i> L. 창포 <sup>B</sup>	Waterside	HH	LC

<sup>A</sup>IUCN red list

<sup>B</sup>The rare plant designated by Korea Forest Service

<sup>C</sup>The endangered wild plant designated by Ministry of Environment

가시연꽃의 개체군을 확보해야 할 것이며, 종자를 채종하여 주기적인 현지 복원작업이 병행된다면 주남저수지의 핵심 종인 가시연꽃 군락이 건전하게 유지될 수 있을 것이다.

그리고 산림청 지정 희귀식물 중 창포는 예로부터 연, 줄, 부들과 더불어 대표적인 수생 관상식물로 알려져 있으며, 최근 습지에 많이 이용되는 식물로서 질소와 인의 제거 능력이 뛰어나 환경정화식물의 기능을 가지고 있다(Shin *et al.*, 2004; Kim, 2008). 따라서 창포군락의 보전은 생태적 건전성 유지와 함께 주남저수지 일대의 수질 개선에 도움이 될 것으로 생각된다. 또한 벼풀은 논에서 우점하는 문제잡초로 알려져 있으며, 특히 영남지역의 발생율이 높고 전국적으로는 올방개 다음으로 높은 발생을 나타내는 식물이다(Park *et al.*, 1995; Kwon *et al.*, 2006). 그러나 농업적 측면에서 벼풀은 잡초로 인식되나 생태적 측면에서의 경우 벼풀의 주 생육지인 습지, 연못 등이 개발에 의해 훼손되고 수질 오염으로 황폐화되고 있기 때문에 희소가치가 증대되고 있다고 할 수 있다.

이러한 멸종위기야생식물과 희귀식물의 감소는 자생지에 대한 환경압력이 가중되고 지탱가능한 범위를 초과하기 때문에 발생된다고 볼 수 있다. 따라서 희귀식물의 자생지 파괴를 최소화하고 저감효과를 최대화하기 위해 개발계획 내에 자생지 평가가 포함된 희귀식물 보전방안이 필수적이며, 또한 개발계획 비용절감과 토지이용 충돌의 최소화를 할 수 있는 평가에 있어 희귀식물 자생지 분포를 포함한 계획이 필요하다(Wu and Smeins, 2000). 또한 생태적 중요 종 개체군의 재발생과 관리를 위한 생태적 노력은 자생지의 상세한 정보를 요구한다(Wiser *et al.*, 1998). 즉 주남저수지 일대에 분포하는 희귀식물을 포함한 중요식물자원에 대해서는 분포지의 파악과 함께 주변 식생구조, 우점종과의 관계, 토양 등과 같은 물리적 환경 등에 대한 종합적 조사가 이루어질 수 있는 자생지 정밀조사계획이 요구된다.

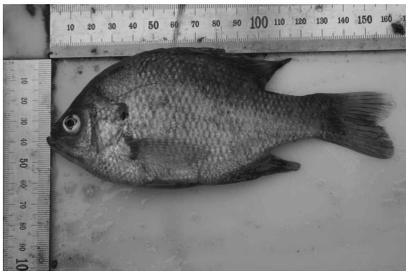
## 인용문헌

- Amezaga, J.M., L. Santamaría and A.J. Green(2002) Biotic wetland connectivity-supporting a new approach for wetland policy. *Acta oecologica* 23(3): 213-222.
- An, Y.J., W.M. Lee and C.G. Yoon(2006) Evaluation of Korean water quality standards and suggestion of additional water parameters. *Korean J. Limnol.* 39(3): 285-295. (in Korean with English abstract)
- Baek, Y.W., Y.H. Lee, H.K. Kim, D.U. Jung and Y.J. An(2010) Assessing the pollution trend in water and sediments of Tancheon down the stream. *Korean J. Limnol.* 43(1): 11-18. (in Korean with English abstract)
- Byeon, H.K., H.B. Song, S.R. Jeon and Y.M. Son(1997) Feeding habitat of bluegill, *Lepomis macrochirus*, introduced at Lake Paldang. *Korean J. Limnol.* 30(1): 75-84. (in Korean with English abstract)
- Chang, P.W., C.W. Woo and S.P. Kim(2003) A study on the degree of pollution of stream and reservoir sediments in rural area. *Journal of Korean Society of Rural Planning* 9(2): 1-6. (in Korean with English abstract)
- Cheong, S.W., C.S. Yoon, S.K. Jeon and S.Kim(2004) Community structures of fish, amphibia and benthic macroinvertebrates of Junam reservoir in 2003. *Bulletin of the Institute for Basic Science* 16: 139-150. (in Korean with English abstract)
- Choi, H.K. and S.M. Lee(1987) Flora and stand stock of vascular hydrophytes in the Chunam chösuju. *Kor. J. Environ. Biol.* 5(2): 39-50. (in Korean with English abstract)
- Chun, S.H.(2011) Assessment of degree of naturalness of vegetation on the riverine wetland. *Journal of Environmental Impact Assessment* 20(1): 1-11. (in Korean with English abstract)
- Dixon, A.B.(2005) Wetland sustainability and the evolution of indigenous knowledge in Ethiopia. *The Geographical Journal* 171(4): 306-323.
- Jang, I.H.(2005) A study on an ecological park project-focus on the study of Junam reservoir in Changwon. Master thesis, National Univ. of Changwon, Changwon, Korea, 74pp. (in Korean with English abstract)
- Kim, C.S., J.Y. Ko, J.S. Lee, S.T. Park, Y.C. Ku and H.W. Kang(2007) Selection of aquatic plants having high uptake ability of pollutants in raw sewage treatment. *Korean Journal of Environmental Agriculture* 26(1): 25-35. (in Korean with English abstract)
- Kim, G.H.(2010) Monitoring of indicator microorganism concentration of river sediment and surface water in the Geum River basin. *Journal of Korean Society on Water Quality* 26(1): 125-132. (in Korean with English abstract)
- Kim, H.G., J.Y. Jeong and B.H. Koo(2010) The identification and vegetation structure of several mountainous wetlands in Dan-yang and around area. *J. Korean Env. Res. Tech.* 13(1): 1-13. (in Korean with English abstract)
- Kim, I.S. and Y.J. Park(2002) *Freshwater Fishes of Korea*. Kyohak Press Co., Seoul, 459pp. (in Korean)
- Kim, J.W. and S.U. Han(2005) Moor vegetation of Mt. Shinbul in Yangsan. *Korean J. Ecol.* 28(2): 85-92. (in Korean with English abstract)
- Kim, S.N. and J.S. Lee(2003) Ecological characteristics and growth environment of Korean native water plants. *J. Kor. Flower Res. Soc.* 11(1): 21-35. (in Korean with English abstract)
- Kim, Y.S.(2008) Evaluation of the water purification capacity in *Iris pseudacorus* and *Acorus calamu*. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 26(2): 172-176. (in Korean with English abstract)
- Korea Forest Service(2008) *Rare Plants Data Book in Korea*. Korea

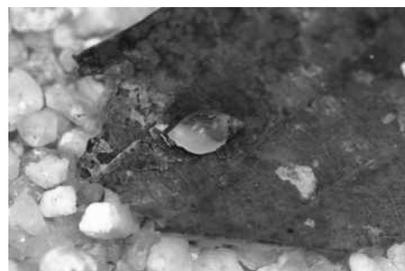
- National Arboretum, 332pp. (in Korean)
- Korea Meteorological Administration(2010) Annual Climatological Report. Korea Meteorological Administration, 310pp. (in Korean)
- Ku, J.O., D.J. Lee, Y.I. Kuk and S.W. Cheon(2008) Water and Ruderal Plant Flora of Korea. Research Society of Plant Resource Conservation, Seoul, 862pp. (in Korean)
- Kwon, O.D., Y.I. Kuk and G.P. Cheon(2006) The characteristics of growth on *Sagittaria trifolia* L. of seed and tuber propagations. Kor. J. Weed Sci. 26(1): 71-79. (in Korean with English abstract)
- Kwon, O.K., G.M. Park and J.S. Lee(1993) Coloured shells of Korea. Academy Publishing Company, 401pp. (in Korean)
- Lee, E.H. and K.G. An(2009) Temporal dynamics of water quality in Junam reservoir, as a nest of migratory birds. Korean J. Limnol. 42(1): 9-18. (in Korean with English abstract)
- Lee, H.G., S.W. Jung and J.K. Choi(2012) Spatial analysis of ecological characteristics for benthic macroinvertebrate community structure in Lake Hoengseong region. Kor. J. Env. Eco. 26(1): 46-56. (in Korean with English abstract)
- Lee, H.J., J.K. Seo, H.K. Jeong, B.M. Tak and J.K. Lee(2010) Phytoplankton community in Junam reservoir by pollution sources, loads and water quality. Journal of the Environmental Sciences 19(11): 1,445-1,456. (in Korean with English abstract)
- Lee, J.W., J.K. Choi, S.H. Oh and G.W. Choi(2010) A study on the benthic macroinvertebrates and biological water quality evaluation in nature sabbatical area of Unmunsan. Kor. J. Env. Eco. 24(1): 1-13. (in Korean with English abstract)
- Lee, T.B.(2003) Coloured Flora of Korea I, II. Hyangmunsa, Seoul, 914pp, 910pp. (in Korean)
- Lee, W.O., I.R. Lee, H.Y. Song and I.C. Bang(2008) Genetic differentiation of the largemouth bass *Micropterus salmoides* from the major rivers and reservoirs in Korea assessed by AFLP. Korean J. Limnol. 41(3): 395-401. (in Korean with English abstract)
- Lee, W.S., K.H. Park, S.G. Jung, J.H. You and K.T. Kim(2009) A classification of management area using assessment of conservation value on forest wetland-focusing on Sandeul wetland in Mt. Jaeyak, Gyeongsangnam-do-. Journal of the Korean Association of Geographic Information Studies. 12(2): 52-68. (in Korean with English abstract)
- Lim, Y.S., J.S. Cho, H.J. Lee, Y.H. Lee, B.K. Sohn and J.S. Heo(1999) Status of water quality in Nakdong River districts. Korean Journal of Environmental Agriculture 18(2): 126-134. (in Korean with English abstract)
- McCafferty, W.P.(1981) Aquatic Entomology. Jones and Bartlett, Boston, 448pp.
- Melchior, H.(1964) An Engler's Syllabus der Pflanzenfamilien Band II. Gebruder Borntraeger, Berlin, 666pp.
- Ministry of Environment(2003) A study for making the restoration standard and soil pollution standard by land use. Ministry of Environment, pp. 94-95. (in Korean)
- Ministry of Environment(2005) Illustrated Book of Endangered Wild Animals and Plants. Ministry of Environment, pp. 188-189. (in Korean)
- Ministry of Environment(2006) The 3rd National Ecosystem survey Guide. NER, 298pp. (in Korean)
- Moon, Y.H., J.M. Park, J.G. Son and K.H. Kim(2001) Change in water quality on upper stream of Mankyeong River. Korean Journal of Environmental Agriculture 20(3): 252-257. (in Korean with English abstract)
- National Institute of Environmental Research(2008) Assessments of the water quality goals and review of the water quality standards. National Institute of Environmental Research, pp. 11-13. (in Korean)
- Nelson, J.S.(2006) Fishes of the World(4th ed.). John Wiley & Sons, New York, 467pp.
- Park, J.H., H.C. Lim and H.K. Ra(2007) The ecological study of benthic macroinvertebrates community in Lake Paldang. Journal of Environment Research 4: 52-72. (in Korean with English abstract)
- Park, J.H., S.Y. Oh, B.K. Park, D.S. Kong, D.H. Rhew and D.I. Jung(2006) Applicable water quality indicators for watershed management. Journal of Korean Society on Water Quality 22(6): 1004-1013. (in Korean with English abstract)
- Park, K.H., J.H. You and B.G. Song(2010) Evaluation of ecological values of the southern coastal wetlands in south Gyeongsang province, Korea. Kor. J. Env. Eco. 24(4): 395-405. (in Korean with English abstract)
- Park, K.H., Y.J. Oh, Y.C. Ku, H.D. Kim, J.K. Sa, J.S. Park, H.H. Kim, S.J. Kwon, H.R. Shin, S.J. Kim, B.J. Lee and M.S. Ko(1995) Changes of weed community in lowland rice field in Korea. Kor. J. Weed Sci. 15(4): 254-261. (in Korean with English abstract)
- Park, T.Y.(1999) A study on the management planning for the conservation and environmentally friendly use of Korean coastal wetlands. J. Korean Env. Res. & Reveg. Tech. 2(3): 64-73. (in Korean with English abstract)
- Park, Y.H.(1996) Designing and applicability of soil pollution indices for estimating quality of soil polluted with heavy metals and arsenic. J. of KoSES 1(1): 47-54. (in Korean with English abstract)
- Ryu, K.H., G.J. Lee, J.U. Seong, D.S. Kim and J.C. Park(2011) Runoff characteristics of non-point pollutant sources in an agricultural area watershed. Korean J. Limnol. 44(2): 178-186. (in Korean with English abstract)
- Semeniuk, C.A. and V. Semeniuk(1995) A geomorphic approach to

- global classification for inland wetlands. *Vegetatio* 118: 103-124.
- Shin, S.H., M.S. Kim and Y.H. Kim(2004) Effects of soil, water level and shading on growth of *Acorus calamus* var. *angustatus*. *Journal of the Korean Institute of Landscape Architecture* 32(3): 63-72. (in Korean with English abstract)
- Wiser, S.K., R.K. Peet and P.S. White(1998) Prediction of rare-plant occurrence: a southern appalachian example. *Ecological Application* 8(4): 909-920.
- Won, D.H., S.J. Kwon and Y.C. Jun(2005) *Aquatic Insects of Korea*. Korea Ecosystem Service, 415pp. (in Korean)
- Wu, X.B. and F.F. Smeins(2000) Multiple-scale habitat modeling approach for rare plant conservation. *Landscape and Urban Planning* 51(1): 11-28.
- Yeum, J.H., B.H. Han and K.J. Lee(2010) A study on designation potential as Ramsar site and management method of massive scale of wetland-a case of Jang Hang estuary wetland, Han River, Korea. *Kor. J. Env. Eco.* 24(3): 249-257. (in Korean with English abstract)
- Yoo, C.S. and H.K. Park(2007) Analysis of morphological characteristics of farm dams in Korea. *Journal of the Korean Geographical Society* 42(6): 940-954. (in Korean with English abstract)
- Yoo, S.H., K.S. Lee and C.H. Park(2012) Landscape ecological evaluation for avian fauna habitats at the forest swamp minefields of civilian control zone(CCZ) close to the demilitarized zone(DMZ) of Korea. *Kor. J. Env. Eco.* 26(2): 247-256. (in Korean with English abstract)
- Yoon, I.B.(1995) *Aquatic Insects of Korea*. Junghaengsa, Seoul, 262pp. (in Korean)
- Yoon, I.B., S.J. Aw and J.I. Kim(1989) Study on the structures of aquatic insect communities at five wetlands in Gyung-san-nam-do, Korea. *Kor. J. Environ. Biol.* 7(1): 19-32. (in Korean with English abstract)
- You, Y.H. and H.R. Kim(2010) Key factors causing the *Euryale ferox* endangered hydrophyte in Korea and management strategies for conservation. *Journal of Wetlands Research* 12(3): 49-56. (in Korean with English abstract)

## Appendix 1. The major fish fauna in Junam reservoir

*Carassius auratus**Cyprinus carpio**Channa argus**Lepomis macrochirus**Micropterus salmoides**Coreoperca herzi*

## Appendix 2. The major benthic macroinvertebrate in Junam reservoir

*Radix auricularia**Cipangopaludina chinensis malleata**Aquarius paludum**Ischnura asiatica**Physella acuta**Ranatra chinensis*

Appendix 3. The list of hydrophytes in Junam reservoir

Scientific-Korean name	Growth form
<b>Marsileaceae</b> 네가래과 <i>Marsilea quadrifolia</i> L. 네가래	Emergent plant
<b>Salviniaceae</b> 생이가래과 <i>Salvinia natans</i> (L.) All 생이가래	Free-floating plant
<b>Azollaceae</b> 물개구리밥과 <i>Azolla imbricata</i> (Roxb.) Nakai 물개구리밥	Free-floating plant
<b>Polygonaceae</b> 마디풀과 <i>Persicaria amphibia</i> (L.) S.F.Gray 물여뀌 <i>Persicaria conspicua</i> (Nakai) Nakai ex Mori 꽃여뀌 <i>Persicaria hastatosagittata</i> (Makino) Nakai ex Mori 긴미꾸리늪시 <i>Persicaria hydropiper</i> (L.) Spach 여뀌 <i>Persicaria japonica</i> (Meisn.) H.Gross ex Nakai 흰꽃여뀌 <i>Persicaria maackiana</i> (Regel) Nakai ex Mori 나도미꾸리늪시 <i>Persicaria sagittata</i> (L.) H.Gross ex Nakai 미꾸리늪시 <i>Persicaria thunbergii</i> (Siebold & Zucc.) H.Gross ex Nakai 고마리	Emergent plant Emergent plant Emergent plant Emergent plant Emergent plant Emergent plant Emergent plant
<b>Nymphaeaceae</b> 수련과 <i>Euryale ferox</i> Salisb. 가시연꽃 <i>Nelumbo nucifera</i> Gaertn. 연꽃 <i>Nymphaea tetragona</i> Georgi 수련	Floating-leaved plant Floating-leaved plant Floating-leaved plant
<b>Ceratophyllaceae</b> 붕어마름과 <i>Ceratophyllum demersum</i> L. 붕어마름	Submerged plant
<b>Cruciferae</b> 십자화과 <i>Barbarea orthoceras</i> Ledeb. 나도냉이	Emergent plant
<b>Cucurbitaceae</b> 박과 <i>Actinostemma lobatum</i> Maxim. 뚜껍덩굴	Emergent plant
<b>Lythraceae</b> 부처꽃과 <i>Rotala indica</i> (Willd.) Koehne 마디꽃	Emergent plant
<b>Trapaceae</b> 마름과 <i>Trapa japonica</i> Flerow 마름	Free-floating plant
<b>Haloragaceae</b> 개미탑과 <i>Myriophyllum spicatum</i> L. 이삭물수세미 <i>Myriophyllum verticillatum</i> L. 물수세미	Submerged plant Submerged plant
<b>Umbelliferae</b> 산형과 <i>Hydrocotyle maritima</i> Honda 선피막이 <i>Oenanthe javanica</i> (Blume) DC. 미나리	Emergent plant Emergent plant
<b>Menyanthaceae</b> 조름나물과 <i>Nymphoides indica</i> (L.) Kuntze 어리연꽃 <i>Nymphoides peltata</i> (Gmel.) Kuntze 노랑어리연꽃	Floating-leaved plant Floating-leaved plant
<b>Scrophulariaceae</b> 현삼과 <i>Limnophila sessiliflora</i> (Vahl) Blume 구와말 <i>Veronica undulata</i> Wall. 물칭개나물	Emergent plant Emergent plant
<b>Lentibulariaceae</b> 통발과 <i>Utricularia vulgaris</i> var. <i>japonica</i> (Makino) Tamura 통발	Free-floating plant
<b>Campanulaceae</b> 초롱꽃과 <i>Lobelia chinensis</i> Lour. 수염가래꽃	Emergent plant
<b>Alismataceae</b> 택사과 <i>Sagittaria aginashi</i> Makino 보풀 <i>Sagittaria pygmaea</i> Miq. 올미	Emergent plant Emergent plant

## (Appendix 3. Continued)

Scientific-Korean name	Growth form
<i>Sagittaria sagittifolia</i> subsp. <i>leucopetala</i> (Mig.) Hartog 벼꽃	Emergent plant
<b>Hydrocharitaceae</b> 자라풀과	
<i>Hydrilla verticillata</i> (L.f.) Royle 검정말	Submerged plant
<i>Hydrocharis dubia</i> (Blume) Backer 자라풀	Free-floating plant
<i>Ottelia alismoides</i> (L.) Pers. 물질경이	Submerged plant
<i>Vallisneria natans</i> (Lour.) H.Hara 나사말	Submerged plant
<b>Potamogetonaceae</b> 가래과	
<i>Potamogeton crispus</i> L. 말즘	Submerged plant
<i>Potamogeton distinctus</i> A.Benn. 가래	Free-floating plant
<i>Potamogeton maackianus</i> A.Benn. 새우가래	Submerged plant
<i>Potamogeton malaianus</i> Miq. 대가래	Free-floating plant
<i>Potamogeton octandrus</i> Poir. 애기가래	Free-floating plant
<b>Najadaceae</b> 나자스말과	
<i>Najas graminea</i> Delile 나자스말	Submerged plant
<i>Najas marina</i> L. 민나자스말	Submerged plant
<b>Pontederiaceae</b> 물옥잠과	
<i>Monochoria korsakowii</i> Regel & Maack 물옥잠	Emergent plant
<i>Monochoria vaginalis</i> var. <i>plantaginea</i> (Roxb.) Solms 물달개비	Emergent plant
<b>Juncaceae</b> 골풀과	
<i>Juncus effusus</i> var. <i>decipiens</i> Buchenau 골풀	Emergent plant
<b>Commelinaceae</b> 닭의장풀과	
<i>Aneilema keisak</i> Hassk. 사마귀풀	Emergent plant
<b>Gramineae</b> 벼과	
<i>Beckmannia syzigachne</i> (Steud.) Fernald 개피	Emergent plant
<i>Echinochloa crusgalli</i> var. <i>echinata</i> Honda 물피	Emergent plant
<i>Isachne globosa</i> (Thunb.) Kuntze 기장대풀	Emergent plant
<i>Leersia japonica</i> Makino 나도겨풀	Emergent plant
<i>Phragmites communis</i> Trin. 갈대	Emergent plant
<i>Phragmites japonica</i> Steud. 달뿌리풀	Emergent plant
<i>Zizania latifolia</i> (Griseb.) Turcz. ex Stapf 줄	Emergent plant
<b>Araceae</b> 천남성과	
<i>Acorus calamus</i> L. 창포	Emergent plant
<b>Lemnaceae</b> 개구리밥과	
<i>Lemna perpusilla</i> Torr. 쭈개구리밥	Free-floating plant
<i>Spirodela polyrhiza</i> (L.) Sch. 개구리밥	Free-floating plant
<b>Typhaceae</b> 부들과	
<i>Typha angustifolia</i> L. 애기부들	Emergent plant
<i>Typha orientalis</i> C.Presl 부들	Emergent plant
<b>Cyperaceae</b> 사초과	
<i>Eleocharis kuroguwai</i> Ohwi 올방개	Emergent plant
<i>Eleocharis mamillata</i> var. <i>cyclocarpa</i> Kitag. 물꼬챙이골	Emergent plant
<i>Scirpus triquetus</i> L. 세모고랭이	Emergent plant
<i>Scirpus wichuriae</i> var. <i>asiaticus</i> (Beetle) T.Koyama 방울고랭이	Emergent plant