

주암호의 수질 변동 및 생물군집 특성 (2011)

송효정 · 황경섭 · 박종환 · 이학영¹ · 김종선¹ · 김현우²
임동욱³ · 이승휘³ · 임병진*

국립환경과학원 영산강물환경연구소, ¹전남대학교 생물학과,
²순천대학교 환경교육과, ³호남대학교 생물학과

Water Quality Variation and Biotic Community Characteristics in Juam Lake (2011)

Hyo-Jeong Song, Kyung-Sub Hwang, Jong-Hwan Park, Hak-Young Lee¹,
Jong-Sun Kim¹, Hyun-Woo Kim², Dong-Ok Lim³, Sung-Hwi Lee³ and Byung-Jin Lim*

Yeongsan River Environment Research Center, National Institute of Environmental Research,
Gwangju 500-480, Korea

¹Department of Biological Science, Chonnam National University, Gwangju 500-757, Korea

²Department of Environmental Education, Suncheon National University, Suncheon 540-742, Korea

³Department of Biological Science, Honam University, Gwangju 506-714, Korea

Abstract - This study was to investigate water quality and biotic community characteristics in Juam Lake. In water quality, water temperatures was 3.8~21.2°C, 6.7~8.6 in pH, 64~76 $\mu\text{s cm}^{-1}$ in Conductivity, 5.3~13.2 mg L^{-1} in DO, 2.5~3.3 mg L^{-1} in COD, 1.0~5.1 mg L^{-1} in SS, 0.622~0.841 mg L^{-1} in T-N, 0.007~0.019 mg L^{-1} in T-P and 2.8~8.8 mg m^{-3} in Chl-*a*. Revised Carlson's Index (TSIm) assessment using total phosphorus (TP) and chlorophyll-*a* demonstrated that the trophic states of Juam Lake were rated as mesotrophic. A total of 53 species of phytoplankton were identified. They were 28 Bacillariophyceae, 13 Chlorophyceae, 3 Cyanophyceae, and 9 Other algal taxa. The standing crops of phytoplankton was ranged from 113 cells mL^{-1} to 2,909 cells mL^{-1} . A total of 16 species of zooplankton were identified (10 rotifers, 4 cladocerans and 2 copepods). Total zooplankton abundance was 309 ind. L^{-1} to 435 ind. L^{-1} . The collected benthic macroinvertebrates from the surveyed sites in Juam Lake were 1,038 individuals, 33 species, 21 families and 12 orders. A dominant species was *Uracanthella rufa* and a subdominant species was *Ecdyonurus kibunensis*. Hydrophytes recorded from Juam Lake were identified 9 taxa. Emerged plants, floating plants among the hydrophytes was classified 8, 1 taxa, respectively. Ecosystem disturbance wildplant by Environment Ministry found were *Paspalum distichum* var. *distichum* and *Ambrosia artemisiaefolia*. A total of 30 species (6 families) were collected fishes from Juam Lake. There were 10 Korean endemic species (33.3% of collected species number) and 3 exotic species (10.0%).

Key words : plankton, benthic macroinvertebrate, hydrophyte, fish, Juam Lake

*Corresponding author: Byung Jin Lim, Tel. 062-970-3901,
Fax. 062-970-3999, E-mail. limnolim@korea.kr

서론

각종 용수 공급을 위하여 건설된 국내 많은 저수지와 인공호들은 영양염류 유입이 증가하면서 부영양화로 인한 조류 발생 빈도가 잦아지고 있어 수서 생태계 전반에 영향을 미칠 수 있다(최 2005). 생물종의 다양성 확보가 지구 생태계 건강성과 안정성의 핵심이 되고 있어 생태계의 보전과 복원을 위한 생물상의 조사 연구가 세계적으로 수행되고 있지만 수서생물과 수중환경은 더욱 악화되어 왔다(Lampert and Sommer 1997). 수서생태계의 생물군집은 자연적인 환경변화뿐만 아니라 수질 오염 등의 인위적인 변화에 대해서도 생물 개체나 구조에 차이를 나타내기 때문에 이들에 대한 분석은 수서생태계에 대한 환경변화의 영향을 평가하는데 매우 유용하다고 할 수 있다(Power *et al.* 1988). 따라서 호소 생태계의 구조와 건전성을 진단하고 생물 다양성 유지 및 보전 대책을 마련하기 위해서는 호소에 서식하는 생물상의 정밀한 조사가 선행되어야 하고 지속적인 모니터링에 의한 자료 축적이 필수적인 사항이다.

지금까지 주암호에 관한 연구는 이화학적 수질조사(한 등 1993)와 플랑크톤의 분포 현황(이와 송 1996; 김 등 2001; 이 등 2005) 및 어류 군집에 대한 연구(황 등 1995; 성 등 1997) 등이 있으나, 수질 및 생물상에 관한 종합적인 연구 보고는 미흡한 실정이다.

본 연구에서는 주암호의 수질 변동과 주요 생물상(식물플랑크톤, 동물플랑크톤, 저서성대형무척추동물, 수생식물 그리고 어류) 조사를 실시하여 종다양성 유지와 효

율적인 수생태 및 수질 보전대책을 수립하기 위한 기초 자료로 제공하고자 한다.

재료 및 방법

1. 조사지점 및 조사시기

환경부의 호소환경 조사지침(환경부 2009)에 따라 조사 시기 및 각 생물군의 서식특성을 고려한 조사지점을 선정하였다(Fig. 1). 식물플랑크톤 및 동물플랑크톤의 조사지점은 수질측정망 지점을 포함한 3지점(St. 1, St. 3, St. 5)을 선정하여 2011년 3월부터 11월까지 4회 채집을 실시하였다. 저서성대형무척추동물은 호소의 수원이 유입되는 지점(St. 8)과 수체(St. 7)를 대상으로 2개 지점을 택하여 1회 조사를 수행하였다. 수생식물은 댐시설이나 물막이, 제방이 있는 부근과 호소의 중간지점, 호소의 맨 끝 부분으로 수심이 가장 낮은 지점 등 수생식물이 관찰되는 3지점(St. 2, St. 4, St. 6)을 선정하여 2011년 5월부터 9월까지 2회 조사하였다. 어류는 서식 적합성, 도피 및 은신처와 인위적 영향을 많이 받는 곳을 감안하여 2지점(St. 2, St. 6)을 선정하여 2011년 5월부터 11월까지 2회 조사를 수행하였다.

2. 조사방법

기후환경(1981~2011년 자료)은 주암호의 기상 현황을 대표할 수 있는 기상청(<http://www.kma.go.kr>)의 순천 기상 관측소 자료를 활용하였다. 주암호의 이화학적

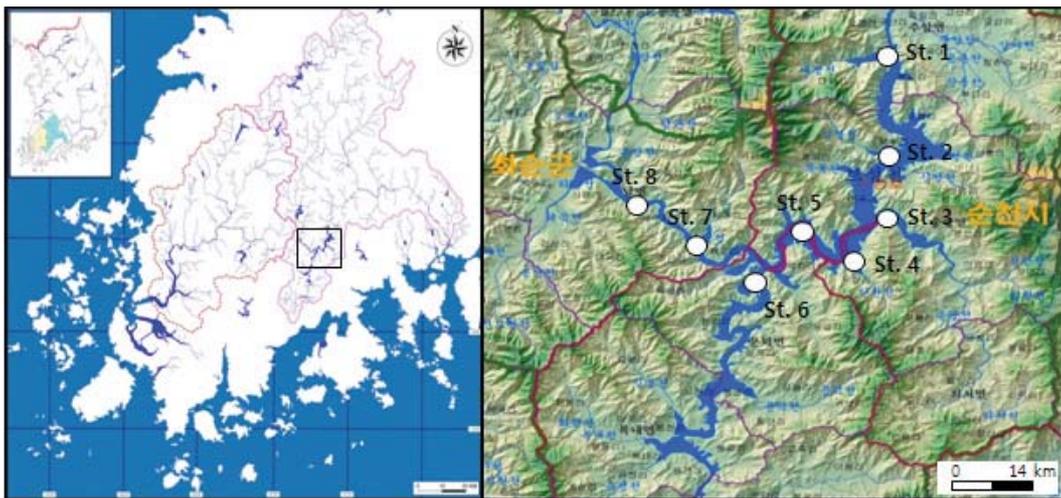


Fig. 1. Map showing the study sites in Juam Lake.

수질현황은 물환경정보시스템 (<http://water.nier.go.kr>) 수질 측정망 자료를 사용하였다. 영양단계 평가는 수정 Carlson 지수(TSI_m) (Aizaki *et al.* 1981)의 평가 기준에 따라 T-P와 Chl-*a*를 이용하여 TSI_m 지수를 산정하였고 산정된 지수들의 평균값으로 40 미만이면 빈영양호, 40~50이면 중영양호, 50을 초과하면 부영양호로 평가하였다.

동·식물플랑크톤, 저서성대형무척추동물, 수생식물 그리고 어류의 채집 및 분석은 환경부의 호소환경조사 지침 (환경부 2009)에 따라 실시하였다.

결과 및 고찰

1. 기상 및 수질현황

2011년 순천 지역의 연평균 기온은 13.0°C이며 최저 평균기온은 -3.8°C (1월), 최고 평균기온은 25.9°C (7월)인 것으로 나타났다. 2월 이후 기온이 상승하다 8월 이후 하강하는 전형적인 온대기후의 날씨를 보이고 있다. 지난 30년간의 평년 기온(12.6°C)과 비슷한 것으로 파악되었다. 연 총강우량은 1,731 mm이고 월 최소 강우량은 2 mm (1월), 월 최대 강우량은 427 mm (7월)으로 여름철인 6월부터 8월까지 총 강우량의 60%가 집중되어 있어 계절적인 영향을 크게 받는 것으로 파악되었다. 평년 (1981~2010년, 연평균 총강우량 1,532 mm)에 비해서는 12% 가량 강우량이 증가하였다 (Fig. 2).

2011년 주암호의 평균 수온은 13.0°C로 3.8~21.2°C의 범위로 나타났다. 수소이온농도 (pH)는 6.7~8.6의 범위 (평균 7.3)를 보였다. 전기전도도 (EC)는 64~76 $\mu\text{s cm}^{-1}$

(평균 68 $\mu\text{s cm}^{-1}$)의 범위로 6월에 76 $\mu\text{s cm}^{-1}$ 으로 가장 높았고 1~3월에 64 $\mu\text{s cm}^{-1}$ 로 비교적 낮게 나타났다. 용존산소(DO)는 5.3~13.2 mg L^{-1} (평균 9.6 mg L^{-1})의 범위로 호소수질환경기준 매우 좋음 (Ia)에 해당하였다. 3~4월에 13.2 mg L^{-1} 로 가장 높게 나타났고 수온이 높았던 9월에 5.3 mg L^{-1} 로 비교적 낮게 나타났다. 생화학적산소요구량(BOD)의 경우 1.0~1.5 mg L^{-1} (평균 1.2 mg L^{-1})의 범위를 보였다. 화학적산소요구량(COD)은 2.5~3.3 mg L^{-1} (평균 2.8 mg L^{-1})의 범위로 호소수질환경기준으로 좋음 (Ib)에 해당하였다. 부유물질(SS) 농도는 1.0~5.1 mg L^{-1} (평균 2.4 mg L^{-1})의 범위로 호소수질환경기준으로 좋음 (Ib)에 해당하였다. 총질소(TN)는 0.622~0.841 mg L^{-1} (평균 0.763 mg L^{-1})의 범위를 보였으며, 총인(TP)은 0.007~0.019 mg L^{-1} (평균 0.014 mg L^{-1})의 범위로 호소수질환경기준 각각 약간나쁨 (IV)과 좋음 (Ib)에 해당하였다. 7월에 TN의 비교적 높은 농도 값은 강우로 인하여 질소를 포함한 영양염이 외부로부터 유입된 결과로 판단된다. Chl-*a* 농도는 2.8~8.8 mg m^{-3} (평균 4.8 mg m^{-3})의 범위로 대체적으로 낮은 값을 보였고 호소수질환경기준 좋음 (Ib)에 해당하였다. 6월에 8.8 mg m^{-3} 로 가장 높은 농도로 나타났다 (Fig. 3).

주암호의 수정 Carlson 지수에 따른 부영양화도를 평가한 결과는 37~49의 범위 (평균 43)로 수질 요인간 부영양화도 지수는 차이는 있지만 연평균 중영양 상태로 나타났다. 1~3월 동안은 빈영양 상태를 나타내었고 그 외 기간에는 중영양 상태를 나타냈다 (Table 1). 주암호의 영양상태에 관해서는 배 등 (2000)과 이 등 (2006)의 연구에서도 연평균 중영양 상태를 보여 본 연구결과와 일치한다.

2. 생물상

식물플랑크톤 총 출현 종수는 53종으로 규조류 28종, 녹조류 13종, 남조류 3종, 그리고 기타 9종이 확인되었다. 선행 연구인 나 등 (2011)의 49종보다는 많은 출현 종수를 나타냈다. 분류군별 조성은 규조류와 녹조류가 주를 이루는 특징을 보였다. 국내 중대형 호소에서 대부분 규조류가 전체 분류군 중에서 가장 큰 비율을 차지하는 것으로 나타나 (최 등 1994; 나 등 2012) 본 조사의 결과와 일치한다.

주암호 지점별 출현종수는 최대 33종 (St. 5)에서 최소 20종 (St. 1)의 범위로 나타났다. 조사 시기별 주요 우점종은 3월 조사에서 규조류인 *Asterionella formosa*, 6월 조사에서 외편모조류인 *Peridinium palatinum*, 규조류인

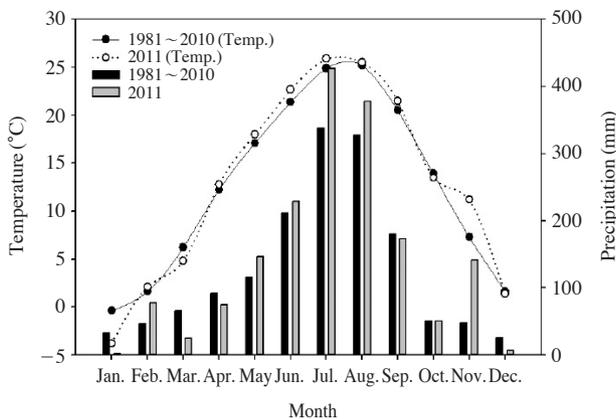


Fig. 2. Mean temperature and precipitation in Juam Lake (1981~2011).

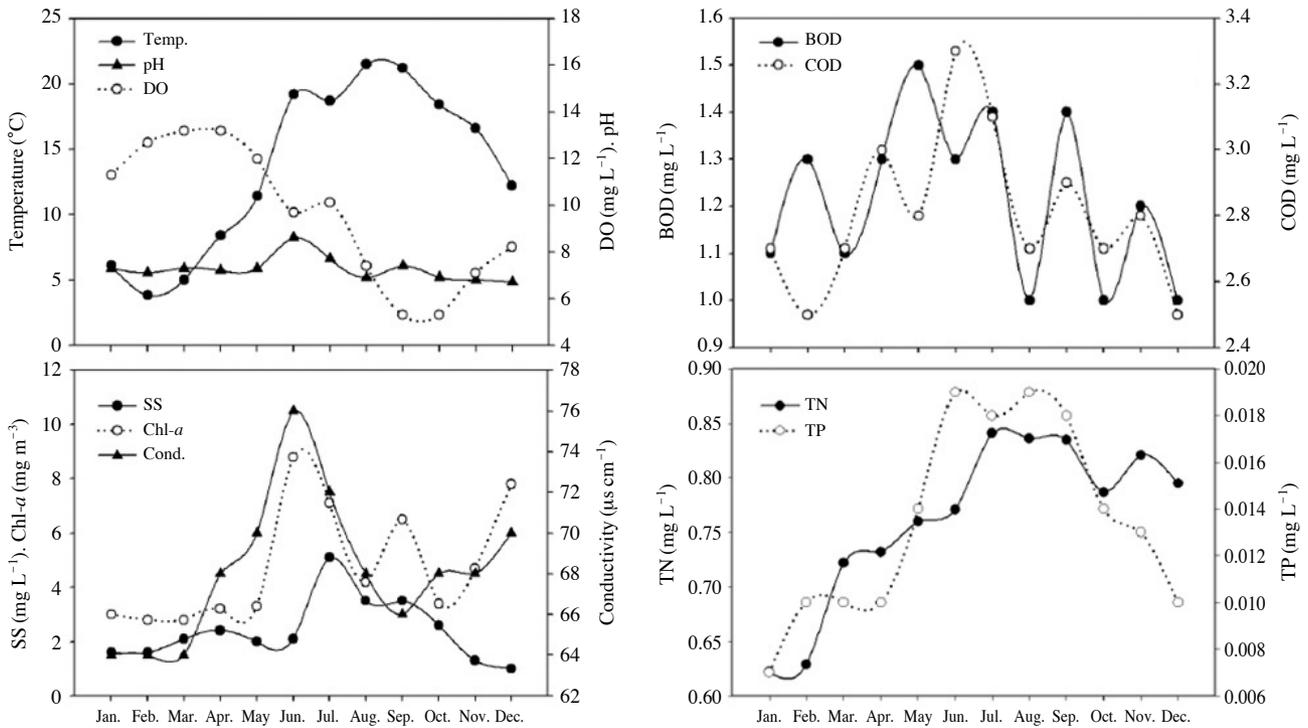


Fig. 3. Monthly variation of water quality in Juam Lake.

Table 1. The indices of eutrophication in Juam Lake

	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.
TSIm (Chl)	37	36	36	37	38	48	46	40	45	38	41	47
TSIm (TP)	38	42	42	42	47	50	50	50	50	47	46	42
Mean	37	39	39	40	42	49	48	45	47	42	44	45
Evaluation	O	O	O	M	M	M	M	M	M	M	M	M

*O: Oligotrophic, M: Mesotrophic, E: Eutrophic

Fragilaria crotonensis, *Aulacoseira ambigua*, 8월 조사에서 남조류인 *Oscillatoria subbrevis*, 규조류인 *A. ambigua*, *Aulacoseira distans*, 11월 조사에서 규조류인 *A. distans*가 우점하는 것으로 나타났다. 식물플랑크톤 현존량은 3월 조사에서 517 (St. 1)~1,682 cells mL⁻¹ (St. 5), 6월 조사에서 137 (St. 1)~411 cells mL⁻¹ (St. 5), 8월 조사에서 709 (St. 5)~2,909 cells mL⁻¹ (St. 1), 11월 조사에서 113 (St. 1)~661 cells mL⁻¹ (St. 5)의 범위를 보였다 (Fig. 4). 일부 지점에서 현존량의 급격한 증가는 특정종의 번성에 의한 결과로 사료된다. 특히 St. 1의 8월 조사에서 높은 현존량을 보인 것은 남조류인 *Oscillatoria subbrevis*가 번성한 때문으로 파악된다.

온대 담수호에서는 여름에 비해 수온이 낮은 봄과 가을에 규조류가 우점하고, 여름으로 갈수록 남조류가 증

가하는 것이 일반적인 현상이다 (Reynolds 1984). 본 연구에서 나타난 식물플랑크톤 종 천이는 지점에 따라 차이를 보였다. St. 1에서는 봄에 규조류가 우점하고 여름부터 남조류가 우점하는 일반적인 패턴과 일치했지만, St. 3와 St. 5에서는 연중 규조류가 우점하고 있었다. 종의 출현에 있어서 현존량 증가와 종다양성이 시기별, 지점별로 일치하지 않는 것을 알 수 있었다. 이것은 계절에 따른 출현종이 다르며 조사 지점별로 영양염의 유입과 온도 차이도 영향을 미쳤을 것으로 판단된다.

동물플랑크톤 총 출현 종수는 16종으로 출현 분류군별로는 윤충류가 10종으로 우점 분류군이었고, 지각류, 요각류가 각각 4종과 2종이 확인되었다. 지점별 출현종수는 8종 (St. 5)~13종 (St. 1)의 분포를 나타냈다. 동물플랑크톤의 조사 시기별 현존량은 3월 조사에서 31 (St. 1)

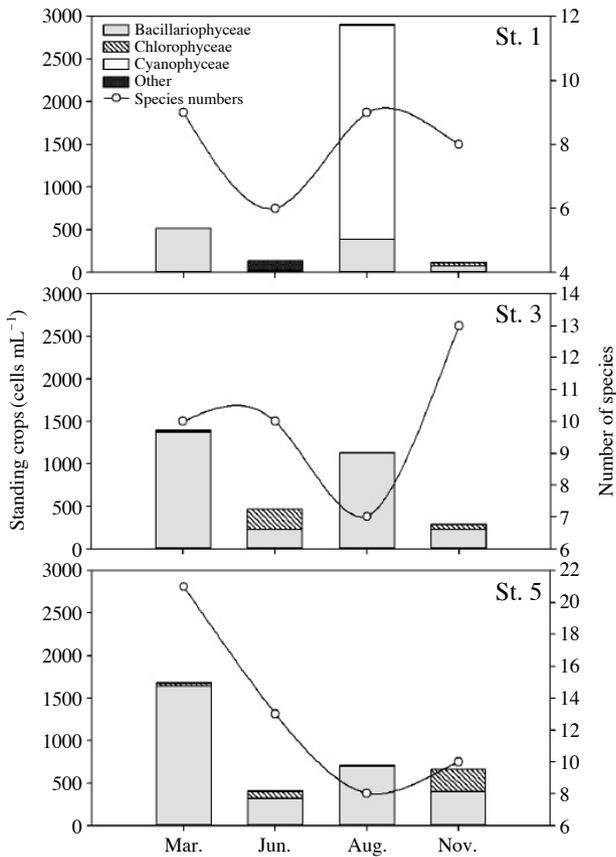


Fig. 4. Standing crops and species numbers of phytoplankton in Juam Lake.

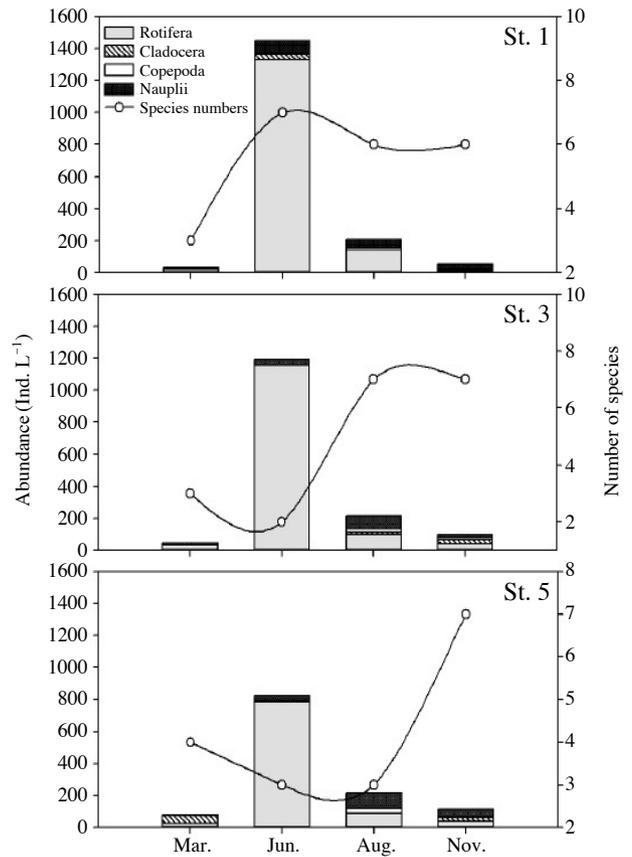


Fig. 5. Abundance and species numbers of zooplankton in Juam Lake.

~ 81 ind. L⁻¹ (St. 5), 6월 조사에서 826 (St. 5)~1,448 ind. L⁻¹ (St. 1), 8월 조사에서 207 (St. 1)~217 ind. L⁻¹ (St. 5), 11월 조사에서 54 (St. 1)~114 ind. L⁻¹ (St. 5)의 범위로 조사되었다(Fig. 5). 우점종은 3, 6월 조사에서 윤충류인 *Polyarthra vulgaris*가 우점하였고, 8월 조사에서는 윤충류인 *Keratella valga*, 11월 조사에서는 다시 *Polyarthra vulgaris*가 우점하였다.

온대 호소의 동물플랑크톤 천이 양상은 봄철에 소형 윤충류가 증가한 후 원생동물이 동물플랑크톤의 먹이원으로 증가할 때 크기가 크고 성장률이 느린 지각류와 요각류가 증가한다고 하였다(Sommer *et al.* 1986). 본 연구에서의 동물플랑크톤 군집 변화도 봄에 수온이 상승하면서 윤충류가 증가하여 동물플랑크톤 밀도 대부분을 차지하였고, 이후 요각류 및 지각류로 천이되면서 동물플랑크톤 군집 개체수가 감소하였다. 일반적으로 봄철의 수온 상승으로 동물플랑크톤의 활동성이 증가하고 먹이원이 되는 식물플랑크톤도 증가하여 최대 생물량을 나타낸다(Sommer *et al.* 1986). 본 연구에서는 봄철인 3월

조사에서 식물플랑크톤 현존량이 가장 높았으며 6월 조사에서 감소하였다가 8월 조사에서 다시 증가 경향을 보였다. 하지만 동물플랑크톤은 6월 조사에서 윤충류가 우점하면서 현존량이 가장 높았으며 집중 강우 이후 수온이 하강하는 8월 조사부터 평균 밀도가 낮아지는 경향을 보였다. 이는 동·식물플랑크톤 상호관계에서 지각류보다는 소형 동물플랑크톤 군집인 윤충류가 식물플랑크톤의 섭식자로서의 기여도가 다소 높았으며(김 등 2010), 식물플랑크톤의 군집 구조 변화에도 영향을 미친 것으로 파악되어진다.

조사 지점별 평균 다양도 지수는 0.44~0.54의 범위였고, 우점도 지수는 0.50~0.58의 범위였다. 특히 6월 조사에서 0.90~0.96의 범위로 매우 높은 우점도 지수를 나타냈는데 윤충류인 *P. vulgaris*와 *K. valga*가 높은 밀도로 나타났다기 때문에 파악된다.

조사 기간 동안 주암호의 저서성대형무척추동물은 유입부(St. 8)와 수체(St. 7)에서 채집된 4문 7강 12목 21과 30속 33종으로 다양한 종이 출현하였고, 유입부에서

29종, 수체에서 6종이 출현하였다. 2009년 영산강·섬진강 수계 호소환경 조사에서는 22종이 출현하여 2009년 대비 종다양도가 증가한 것으로 나타났다(영산강물환경연구소 2009). 이것은 과거 2009년 조사에서는 1지점에서만 채집이 이루어졌고 본 연구에서는 유입부와 수체로 조사 지점 수가 증가한 것이 원인으로 추정된다.

개체수 현존량은 총 1,038개체가 출현했는데 유입부에서 1,019개체와 수체에서 19개체가 출현하였다. 특히 하루살이목이 599개체로 57.7%를 차지하여 높은 비율을 나타냈다(Fig. 6). 저서성대형무척추동물은 서식처 특성에 의하여 출현종이 결정된다. 일반적으로 하천과 같은 유수생태계에서는 하루살이목, 날도래목 및 강도래목의 비율이 높게 나타나고 이들의 비율이 높을수록 수환경질이 양호하다고 볼 수 있다. 호수나 연못과 같은 정수생태계에서는 잠자리목, 노린재목 및 딱정벌레목의 비율이 높게 나타난다고 알려져 있다(Ward 1992). 주암호의 경우 정수역에서 높은 비율로 나타나는 잠자리목과 노린재목이 적게 나타나고 수체 지점에서는 정수역에 대표적으로 서식하는 깔따구류가 우점하고 있는 것으로 미루어 유수생태계와 정수생태계가 혼재하고 있어 다양한 종이 서식할 수 있는 것으로 판단된다. 또한 하루살이목, 날도래목 및 강도래목이 높은 비율로 나타나 주암호의 수환경이 비교적 양호한 상태임을 추정할 수 있었다.

주요 우점종으로는 유입부에서 등줄하루살이(*Uracanthella rufa*), 아우점종은 두점하루살이(*Ecdyonurus kibunensis*)로 나타났으며, 수체의 우점종은 징거미새우(*Macrobrachium nipponense*), 아우점종은 깔따구류(*Chironomus* 2sp.)로 나타났다. 군집 분석 결과 우점도 지수(DI)는 0.43(유입부)~0.53(수체)의 범위로 대체적으로 낮은 값을 보였다. 종다양도 지수(H')는 2.39(수체)~3.45(유입부)의 범위로 다소 높게 나타나 주암호는 중구성이 비교적 안정적이고 복잡한 생태계를 갖는다고 할 수 있다(Lloyd and Ghelord 1964). 종풍부도지수(RI)는 1.70(수체)~4.04(유입부), 균등도 지수(J')는 0.71(유입부)~0.93(수체)의 범위로 나타났다. 저서성대형무척추동물의 군집구조가 안정적임을 볼 때 주암호는 비교적 외부 교란이 없는 보전상태가 양호한 호소라고 판단된다.

주암호에서 확인된 수생식물은 총 9종으로 정수식물은 미꾸리늪시, 고마리, 개구리자리, 개구리미나리, 논냉이, 수염가래꽃, 쇠치기풀, 부들 8종이 확인되었고, 부유식물은 개구리밥 1종이 확인되었다. 주변습생식물로는 쇠뜨기 등 총 49종이 확인되었다. 선행 연구(영산강물환경연구소 2009)와 마찬가지로 부엽식물 및 침수식물은 확인되지 않았다. 이는 조사 지점의 하상이 큰 돌과 자

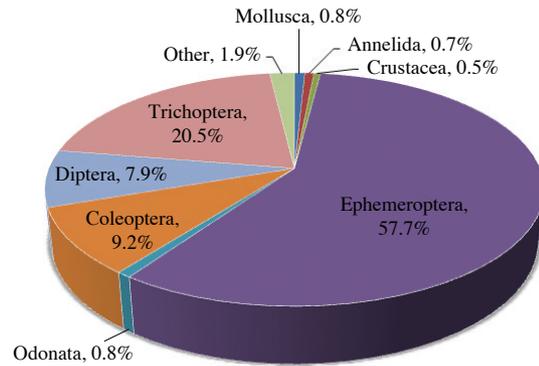


Fig. 6. Individual ratio of benthic macroinvertebrates collected in Juam Lake.

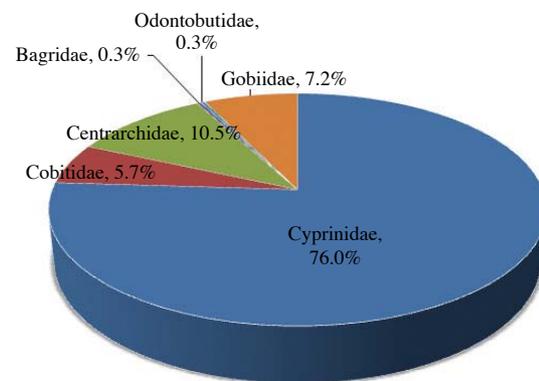


Fig. 7. Relative abundance of families of collected fish in Juam Lake.

갈로 이루어져 있고 여름철 집중 강우시의 탁수현상이 수생생물의 서식지를 제공하는 침수식물의 서식을 저해할 수 있어(박 등 2009) 본 연구에서도 조사 이전의 여름철 집중강우가 수생식물의 다양성에 영향을 미쳤을 것으로 판단되지만 저서동물들의 섭식에 의해서도 큰 영향을 받기 때문에(Titus et al. 2004) 이러한 수생식물 분포의 정확한 분석을 위해서는 지속적인 모니터링이 필요할 것으로 판단된다. 1차 조사 시에는 들현호색과 이삭사초가 우점하고 있었으나, 2차 조사 시에는 조사 이전에 내린 강우로 인해 물이 잠겨있었고, 물에 잠기지 않은 이삭사초 군락지에서는 머느리배꼽이 대변성한 것을 확인하였다. 귀화식물은 소리쟁이 등 총 12종이 확인되었다. 한국 귀화식물로 보고된 318 분류군 중에서 약 4%를 차지하며(한국 외래식물 종합검색시스템), 조사된 전체 분류군 중에서는 약 21% 정도를 차지하고 있어 비교적 높은 비율로 나타났다. 생태계교란야생식물로는 돼지풀과 물참새피가 확인되었는데, 2차 조사시 돼지풀이

우점하고 있어 관리가 필요할 것으로 사료된다.

주암호에서 확인된 어류는 총 3목 6과 30종 613개체가 출현하였다. 주암호에서 이루어진 선행 연구에서는 15종이 서식하는 것으로 확인되었는데 (영산강물환경연구소 2009), 본 연구에서는 30종이 확인되어 과거 조사에 비해 종다양도가 높아짐을 알 수 있었다. 종의 수에서 차이를 보이는 것은 과거에 비해 본 조사에서 다양한 채집 도구를 사용하여 더 많은 어종을 채집할 수 있었기 때문으로 판단된다.

분류군별 종출현율은 잉어과가 23종 (76.7%)으로 가장 높은 출현빈도를 나타냈고, 미꾸리과와 검정우럭과가 각각 2종 (6.7%), 동자개과와 동사리과, 망둑어과가 각각 1종 (3.3%) 순으로 나타났다 (Fig. 7). 우점종은 피라미 (16.7%), 아우점종은 치리 (15.2%)로 나타났다. 주암호의 우점종으로 확인된 피라미는 우리나라 담수 어류 중 하천 중·하류에서 가장 흔히 볼 수 있는 어종으로 인위적인 환경변화에 의해 개체수가 증가하는 것으로 알려져 있다 (Yoon 2000). 최근 주암호 유역에 영양염 유입이 증가하면서 내성이 강한 피라미가 우점하고 있는 것으로 판단된다. 출현종 30종 중 한국 고유종은 각시붕어, 칼납자루, 줄납자루, 가시납지리, 긴물개, 참물개, 돌마자, 왕종개, 줄종개, 동사리 등 10종으로 33.3%의 고유도를 나타냈다. 한반도 전체 담수어의 고유화 빈도인 22.5~25.9% (김 1995)보다 높은 것으로 확인되었다. 외래도입어종은 떡붕어, 블루길, 배스 등 3종으로 침투도 10.0%로 나타나 생태계 교란 정도는 낮은 것으로 나타났다. 고유어종은 서식지의 수환경 상태가 악화되면 감소 경향을 보이는 것으로 알려져 있다 (최 등 2008). 주암호의 경우 고유어종의 비율이 비교적 높았고, 외래어종의 출현은 있었지만 교란 정도가 비교적 크지 않은 것으로 미루어 생물이 서식하기 적합한 환경임을 추정할 수 있었다. 하지만 먹이사슬에 영향을 미칠 가능성이 크므로 추후 외래어종에 관한 지속적인 관리는 필요할 것으로 사료된다.

군집분석 결과 우점도 지수 0.35, 종다양도 지수는 2.63, 종균등도 지수는 0.84, 종풍부도 지수는 4.04로 나타났다. 일반적으로 인공호에서는 특정종의 개체가 많이 출현하여 우점도 지수가 높게 나타나고 다양도 및 균등도 지수가 낮게 나타난다 (최 등 2003). 그러나 주암호에서는 우점도 지수는 낮게 나타나고 종다양도 지수가 높게 나타나 교란이 비교적 크지 않은 안정적인 군집구조를 가지고 있음을 알 수 있었다.

이상의 결과로 볼 때 주암호는 비교적 양호한 상태의 수환경을 유지하고 있는 것으로 판단되지만 향후 안전한 상수원 공급과 생물 다양성 보존 및 호소생태계 관

리를 위해서는 주암호의 오염원 현황, 수리수문 및 수질 등을 고려한 종합적이고 체계적인 생물상 조사가 장기적으로 수행되어야 할 것으로 사료된다.

적 요

주암호의 수질변동과 주요 생물 군집 특성을 조사하였다. 수질의 경우, 수온은 3.8~21.2°C, 수소이온농도 (pH)는 6.7~8.6, 전기전도도는 64~76 $\mu\text{S cm}^{-1}$, 용존산소량 (DO)은 5.3~13.2 mg L^{-1} , 화학적산소요구량 (COD)은 2.5~3.3 mg L^{-1} , 부유물질 (SS)은 1.0~5.1 mg L^{-1} , 총질소 (T-N)는 0.622~0.841 mg L^{-1} , 총인 (T-P)은 0.007~0.019 mg L^{-1} , Chl-*a* 농도는 2.8~8.8 mg m^{-3} 로 나타났다. 수정 Carlson 지수 (TSM)에 따른 영양단계 평가 결과는 연평균 중영양 상태로 나타났다. 식물플랑크톤 총 출현종수는 53종으로 규조류 28종, 녹조류 13종, 남조류 3종, 기타 9종이 확인되었다. 현존량은 113~2,909 cells mL^{-1} 의 범위를 보였다. 동물플랑크톤 총 출현 종수는 16종으로 출현 분류군별로는 윤충류 10종, 지각류와 요각류가 각각 4종과 2종이 확인되었고 현존량은 309~435 ind. L^{-1} 의 범위로 나타났다. 저서성대형무척추동물은 총 12목 21과 33종으로 1038개체가 출현하였으며, 우점종은 등줄하루살이였고 아우점종은 두점하루살이로 나타났다. 수생식물은 총 9종으로 정수식물 8종, 부유식물 1종이 확인되었다. 생태계교란야생식물로는 돼지풀과 물참새피가 출현하였다. 어류는 총 30종 613개체가 확인되었다. 한국 고유종은 10종으로 33.3%의 고유도를 나타냈고, 외래도입어종은 3종으로 침투도 10.0%로 나타났다.

사 사

본 연구는 2011년 영산강·섬진강수계 환경기초조사사업 “영산강·섬진강수계 호소 환경 및 생태조사”의 일부로 수행된 연구결과이다.

참 고 문 헌

- 기상청. <http://www.kma.go.kr>.
 김범철, 박주현, 허우명, 임병진, 황길순, 최광순, 최종수. 2001. 국내 주요 호수의 육수학적 조사 (4): 주암호. 한국육수학회지. 34:30-44.

- 김익수. 1995. 한국의 위기 담수어류의 서식현황과 보존. 한국생태학회 · 어류학회 공동 심포지움 발표 논문집. 31-55pp.
- 김현우, 라궁환, 정광석, 박종환, 허유정, 김상돈, 나정은, 정명화, 이학영. 2010. 국내 남서부지역 호수 및 저수지 생태계의 플랑크톤 동태 변화. 환경생물. 28:86-94.
- 나정은, 정명화, 박종환, 김상돈, 임병진, 김현우, 이학영. 2011. 영산강 · 섬진강 수계 호소의 규모에 따른 식물플랑크톤 분포. 환경생물. 29:107-112.
- 나정은, 정명화, 조인숙, 박종환, 황경섭, 송효정, 임병진, 라궁환, 김현우, 이학영. 2012. 영산강 · 섬진강 수계 주요 호소의 식물플랑크톤 군집. 환경생물. 30:39-46.
- 물환경정보시스템. <http://water.nier.go.kr>.
- 박혜경, 이장호, 최명재, 윤석환, 송호복, 이 규, 윤석재, 신경애, 변명섭, 공동수. 2009. 팔당호 어류군집의 생태특성 및 장기 변동. 수질보전한국물환경학회지. 25:951-963.
- 배상욱, 이용운, 이성우, 정선용. 2000. 주암호 영양상태 및 인부하 분석. 환경영향평가. 9:291-300.
- 성치남, 백근식, 최지혁, 조현욱, 김종홍. 1997. 주암호 지천의 수질과 어류군집. 한국육수학회지. 30:107-118.
- 영산강물환경연구소. 2009. 영산강 · 섬진강 수계 호소환경조사. 영산강 · 섬진강수계관리위원회.
- 이기호, 백순기, 김백호. 2005. 주암호 식물플랑크톤 군집 동태-외편모조 *Peridinium bipes*를 중심으로. 한국하천호수학회지. 38:249-260.
- 이상현, 신용식, 장남익, 김종민, 김현구, 조영관, 정진. 2006. 섬진강 · 영산강 수계 주요 호소의 수질 동향과 영양상태 조사. 한국하천호수학회지. 39:296-309.
- 이옥민, 송호영. 1996. 주암호의 연간('93) 식물플랑크톤의 분포 및 현존량의 동태. 한국육수학회지. 28:427-436.
- 최민규, 김백호, 정연태, 위인선. 1994. 주암호의 식물플랑크톤의 출현과 동태. 한국육수학회지. 27:79-91.
- 최재석, 이광열, 장영수, 고명훈, 권오길, 김범철. 2003. 소양호의 어류군집 동태. 한국어류학회지. 15:95-104.
- 최준길, 변화근, 권용수, 박영석. 2008. 복원된 청계천에 서식하는 어류군집의 시공간적 변화. 한국하천호수학회지. 41:374-381.
- 최지영. 2005. 주암호와 상사호 식물플랑크톤의 군집특성: 외편모조 *Peridinium* sp. 개체군의 동태 및 성장특성. 한양대 석사논문.
- 한국 외래생물종합검색 시스템. 국립환경과학원. 인천. <http://ecosyste.nier.gp.kr/alienspecies/>
- 한상근, 성치남, 김종홍. 1993. 보성강 상류수역과 주암호역 수질의 계절적 변화에 관한 연구. 순천대학교 기초과학연구지. 4:67-88.
- 환경부. 2009. 호소환경조사지침.
- 황영진, 김종선, 나명석, 최한호, 최충길. 1995. 이사천 수계 및 주암호와 상사호의 어류군집에 관한 연구. 한국육수학회지. 28:403-412.
- Aizaki M, A Otsuki, T Fukushima, T Kawai, M Hosomi and K Muraoka. 1981. Application of modified Carlson's trophic state index to Japanese and its relationships to other parameter related to trophic stage. Res. Rep. Natl. Inst. Environ. Stud. 23:13-31.
- Lampert W and U Sommer. 1997. Limnology: The ecology of lakes and streams. Oxford.
- Lloyd M and RJ Ghelord. 1964. A table for calculation the "Equitability" component of species diversity. J. Anim. Ecol. 33:217-225.
- Power ME, RJ Stout, CE Cushing, PP Harper, FR Hauer, WJ Matthews, PB Moyle, B Statzner and IR Wais De Badgen. 1988. Biotic and abiotic controls in river and stream communities. J. N. Am. Benthol. Soc. 7:456-479.
- Reynolds CS. 1984. Phytoplankton periodicity: the interactions of form, function and environmental variability. Freshwat. Biol. 14:111-114.
- Sommer U, ZM Gliwicz, W Lampert and A Duncan. 1986. The PEG-model of seasonal succession of planktonic events in fresh waters. Arch. Hydrobiol. 106:433-471.
- Titus JE, D Grise, G Sullivan and MD Stephens. 2004. Monitoring submerged vegetation in a mesotrophic lake : correlation of two spatio-temporal scales of change. Aquat. Bot. 79:33-50.
- Ward JV. 1992. Aquatic insect ecology. John Wiley & Sons, Inc.
- Yoon HN. 2000. Studies on the inhabitation limiting factors of the genus *Zacco* in Korea. Master's thesis, Univ. of Sangmyung, Seoul, Korea. 80pp.

Received: 29 October 2012

Revised: 3 March 2013

Revision accepted: 8 March 2013