



## 왕송저수지 및 유입하천의 수질특성에 관한 연구

### Characteristics of Water Quality in Wangsong Reservoir and Its Inflow Streams

조덕희\* · 이경희 · 한송희 · 송진호 · 권상조 · 김복준 · 이기종 · 이정복

Deok-Hee Cho\* · Kyong-Hee Lee · Song-Hee Han · Jin-Ho Song · Sang-Jo Kwon

Bok-Jun Kim · Ki-Jong Lee and Jeong-Bok Lee

경기도보건환경연구원 환경생태팀

(2012년 1월 4일 접수; 2012년 3월 29일 수정; 2012년 4월 1일 채택)

#### Abstract

Wangsong Reservoir needs a systematic approach that can control water purity and water quality improvement. This study was carried out to assess the seasonal variation of water quality and the effect of pollutant being loaded from watershed in a shallow eutrophic reservoir(Wangsong Reservoir) from March to November, 2011. Wangsong Reservoir, located in Uiwang City, has the capacity of 2 million  $m^3$  in irrigation water supply with the drainage of 4.2  $km^2$ .

Average concentrations of BOD, COD, T-N, T-P, and Chlorophyll-a in Wangsong Reservoir were 5.8  $mg/L$ , 9.7  $mg/L$ , 4.299  $mg/L$ , 0.106  $mg/L$  and 73.1  $mg/m^3$ , respectively. In the inflow streams and treated sewage of Wangsong Reservoir, the T-N concentrations of 4.114 - 14.619  $mg/L$  were higher than those in the Reservoir and the other pollutants were lower.

As a result of investigation, Wangsong Reservoir exceeded the agricultural water standard level due to algal growth and accumulation from the upper streams and sewage. In order to achieve the targeted water quality in Wangsong Reservoir, it is required to be decreased in pollutants of internal and inflow streams.

**Key Words :** Wangsong Reservoir, Eutrophication, water pollution, improvement

**주제어 :** 왕송저수지, 녹조, 수질오염도, 수질개선방안

## 1. 서론

안정적인 수자원 확보를 위하여 댐이나 제방을 이용하여 저수지를 건설하였으며, 이용목적에 따라 상수원, 농업용, 공업용으로 분류하고 있다. 최근 저수지의 기능이 농업용 관개용수 뿐 아니라 위락 및 경관 목적으로 확대되면서 저수지의 수량과 수질문제에 큰 관심이 기울어 지고 있다(조웅현 등,

2011). 저수지 수질은 유역의 점오염원 배출, 강우 시 발생하는 비점오염에 의한 유역 유출수의 저수지 유입과 저수지에서의 저류기간 및 방류에 의한 영향을 많이 받으므로, 배수구역내 점오염원 및 비점오염원에 대한 다양한 수질오염저감대책이 수립되고 있다(김진호 등, 2007).

왕송저수지는 1948년 1월 의왕시 월암동에 조성된

\* Corresponding author Tel:+82-31-250-2653, Fax:+82-31-250-2669, E-mail : deokheec@gg.go.kr(Cho, D.H.)

저수지로 넓이는 1.65 km<sup>2</sup>, 제방길이는 640m이며, 저수지 전체의 유효 평균수심은 2.5m 정도로 낮은 것으로 조사되었다. 또한, 왕송저수지의 체류일수는 49일, 물 순환주기는 연 7.5회 정도로 낮으며, 저수율 감소로 인해 수위가 낮아지는 시기에는 바람에 의한 퇴적물의 재부유와 녹조발생 등 부영양화에 의한 수질오염에 취약한 구조를 가지고 있다(의왕시·한국농어촌공사, 2009).

왕송저수지 조성 이후 유역 내 군포 및 의왕의 도시화 및 개발 사업에 의해 오염원이 지속적으로 증가하고, 도시화되면서 인구증가에 따른 각종 생활오·폐수 및 하수처리장 방류량 증가와 비점오염원 유입 등으로 오염이 심하고, 유역 내 부곡, 당동지구 택지개발 및 한국복합물류 확장이 계획되어 있어 향후 오염물질유입이 증가될 것으로 판단된다. 이로 인한 수질 악화로 저수지의 수환경이 점차 악화되고 있다. 이를 개선하기 위해 의왕시는 농어촌공사와 '왕송저수지 수질개선 사업 기본계획수립 조사연구'를 2009년 수행한 바 있으나 최근 유역 내 개발 및 각종 여건의 변화 등을 반영한 새로운 대안의 설정과 검토가 새롭게 요구되고 있다(송미영 등, 2011).

왕송저수지는 농업용수 수질을 초과하고 있고, 현재 조성 중인 자연생태공원이나 저수지 일주 레일바이크 등 다양한 친수시설이 들어설 경우, 지역 내에서는 물론 저수지 방문자들로부터 수질에 대한 문제제기가 보다 심각하게 부각될 수 있는 상황이다. 또한 생활하수 및 농업배수, 비점오염물질 등의 유입으로 수질오염과 녹조현상에 의한 악취민원 발생이 심각하고, 경기도와 공동추진의 저수지 주변공원사업(철도특구지정)에 앞서 고질적인 녹조발생 등 저수지의 수질개선을 위한 수질자료 구축이 시급하다. 따라서 이 연구는 왕송저수지 및 유입하천의 수질특성을 조사하고 저수지 수질 개선방안을 제시하고자 수행하였다.

## 2. 연구방법

왕송저수지 및 유입하천의 수질특성을 알아보기 위하여 Fig. 1에서와 같이 왕송저수지 내 상류 3지점, 중류 3지점, 하류 3지점 총 9개 지점과, 유입하천(금천천, 윗장안천, 월암천, 아래새우대천, 윗새우대천, 신촌천) 그리고 하수처리 방류수(왕송, 부곡)를 대상으로 2011년 3월부터 2011년 11월까지 월 2회, 총 17회 수질조사를 실시하였다. 또한 연구원 내부 자료를 이용하여 2006년부터 2011년까지 왕송저수지 수질변화를 알아보았다. 저수지 및 유입하천의 수온, EC, pH, DO는 현장에서 측정하였으며, BOD, COD, TOC, SS, NH<sub>3</sub>-N, NO<sub>3</sub>-N, PO<sub>4</sub>-P, T-N, T-P, Chl-a, 조류, Al, Cu, Zn, Ni, Ag Cr, As, Cd, Se은 수질오염공정시험기준의 의하여 실험하였다.

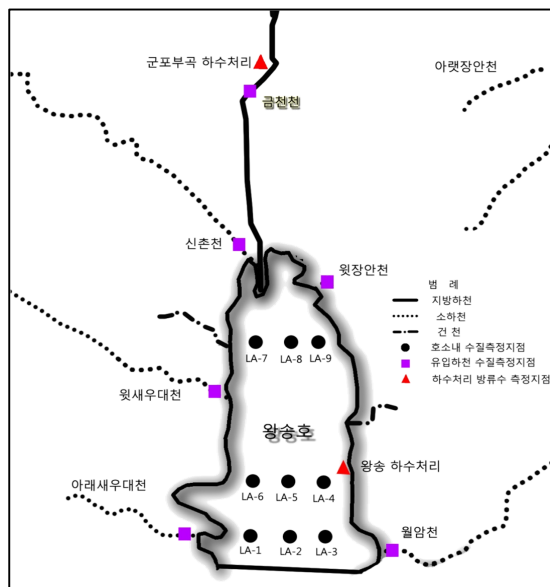


Fig. 1. Sampling sites map.

## 3. 결과 및 고찰

### 3.1. 왕송저수지 수질현황

왕송저수지의 전기전도도는 2006년 316 $\mu$ hos/cm에서 2007년 195 $\mu$ hos/cm로 낮아진 이후 지속적으로 증가하여 2011년에는 344 $\mu$ hos/cm이었다(Fig.

2). COD는 2006년에 19.9mg/L에서 2011년 9.2mg/L 까지 낮아졌으며, BOD, TOC 및 SS도 COD와 같이 낮아지고 있는 추세이다. T-N은 2006년에 3.380 mg/L에서 2010년 5.222mg/L까지 높아졌다가 다소 낮아져 2011년 4.139mg/L이었으나 높아지는 추세를 보이고 있으며, T-P는 2006년 0.156mg/L에서 2009년 0.031mg/L까지 낮아졌다가 다시 높아져 2011년에 0.095 mg/L이었다. Chlorophyll-a는 2006년에 90.2mg/m<sup>3</sup>에서 2008년 197.4mg/m<sup>3</sup>까지 높아졌다. 2009년에 36.0mg/m<sup>3</sup>까지 낮아졌다가 다시 높아지기 시작하여 2011년에 67.7mg/m<sup>3</sup>로 다소 높아지는 추세이다.

왕송저수지 지점별 수질특성을 상류, 중류, 하류로 구분하여 Table 1에 나타내었다. 저수지의 수온, pH, Cl-, TOC, T-N농도는 상류에서 하류까지 유사하였으나, BOD, COD, T-P, Chlorophyll-a는 상류에서 높은 오염도를 나타내고 있다. 저수지의 BOD는 상류, 중류, 하류에서 각각 8.1, 4.8, 4.6mg/L이었으며, Chlorophyll-a도 상류, 중류, 하류에서 각각 100.1, 58.7, 60.6mg/m<sup>3</sup>로 상류의 BOD와 Chlorophyll-a가 하류보다 약 2배 정도 높았다. 이는 저수지 오염원으로 작용하는 금천천과 윗장안천의 유입과 상류지점의 낮은 수심, 유입 오염물질의 퇴적 그리고 녹조발생에 의한 내부생산 유기물질의 증가에 의한 것으로 판단된다.

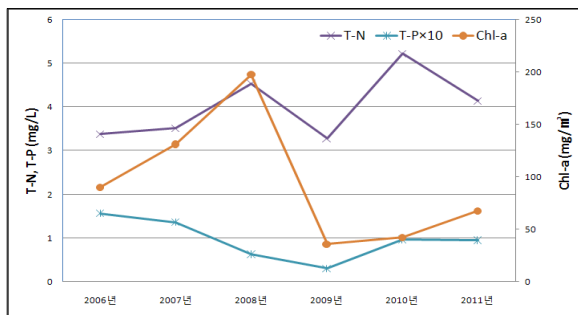
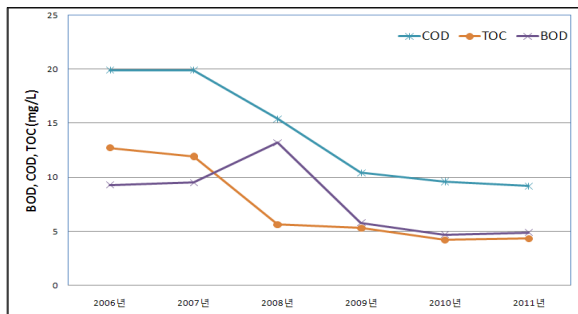
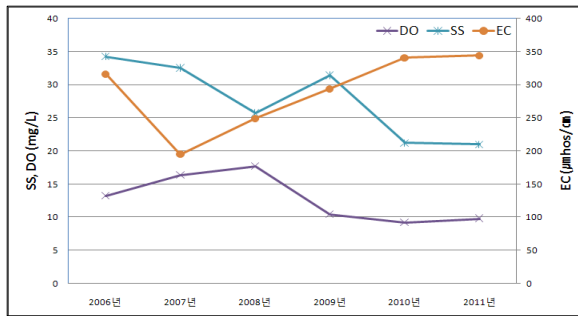


Table 1. Characteristics of water quality in Wangsong Reservoir.

구분	BOD (mg/L)	COD (mg/L)	SS (mg/L)	T-N (mg/L)	T-P (mg/L)	Chl-a (mg/m <sup>3</sup> )
상류	8.1	11.0	27.0	4.189	0.126	100.1
중류	4.8	9.1	18.9	4.490	0.094	58.7
하류	4.6	8.9	21.0	4.217	0.097	60.6
평균	5.8	9.7	22.3	4.299	0.106	73.1
최소	1.2	5.3	3.7	1.504	0.038	2.4
최대	20.1	18.6	51.7	8.042	0.527	259.7

왕송저수지의 월별 수질변화를 알아보기 위하여 저수지 상류, 중류, 하류 각각 3개 지점씩 총 9개 지점을 3월부터 11월까지 수질조사를 실시한 결과를 Fig. 3에 나타내었다.

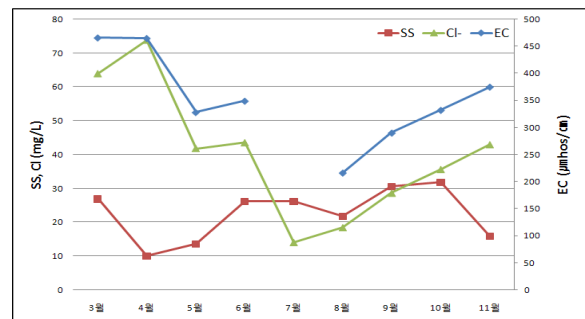


Fig. 2. Yearly Variation of Pollutant concentration in Wangsong Reservoir (site : LA-1).

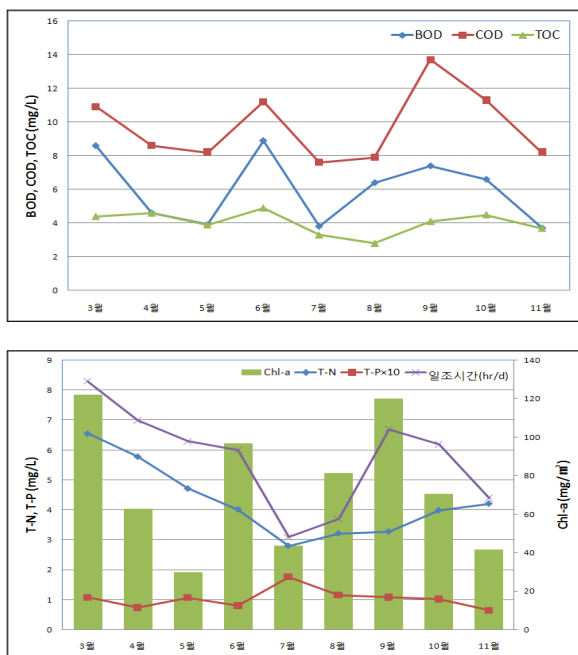


Fig. 3. Monthly Variation of Pollutant concentration in Wangsong Reservoir.

전기전도도변화는 3월에 466 $\mu$ hos/cm에서 8월 216 $\mu$ hos/cm까지 지속적으로 낮아졌다가 다시 높아지기 시작하여 11월에 375 $\mu$ hos/cm이었으며 연평균 351 $\mu$ hos/cm이었다. BOD는 3월에 8.6mg/L에서 5월 3.9mg/L까지 낮아졌다가 6월 8.9mg/L까지 높아졌다가 장마철인 7월에 3.8mg/L까지 낮아졌다. 9월에 6.6mg/L까지 높아졌다가 낮아져 11월에 3.7mg/L이었으며 연평균 5.8mg/L이었다. COD도 BOD와 유사하게 3월에 10.9mg/L에서 5월 8.2mg/L로 낮아졌다가 6월 11.2mg/L까지 높아졌으며, 장마철인 7월에 7.6mg/L까지 낮아졌다. 9월에 13.7mg/L까지 높아졌다가 낮아져 11월에 8.2mg/L이었으며 연평균 9.7mg/L로 호소 생활환경기준으로 나쁨(V; 10mg/L이하)이었다. T-N은 3월에 6.554mg/L에서 7월 2.800mg/L까지 낮아졌다가 높아져 11월 4.211mg/L이었으며 연평균 4.299mg/L로 매우 나쁨(VI; 1.5mg/L초과)이었다. T-P변화는 T-N변화와 다르게 3월 0.108mg/L에서 7월 0.178mg/L까지 높아졌다가 낮아져 11월에

0.065mg/L이었으며 연평균 0.106mg/L로 나쁨(V; 0.15mg/L이하)이었다. 부영양화 관련 Chlorophyll-a변화는 3월에 122.3mg/m<sup>3</sup>에서 5월 22.9mg/m<sup>3</sup>까지 낮아졌다가 6월 96.8 mg/m<sup>3</sup>까지 높아졌으며, 장마철인 7월에 43.9mg/m<sup>3</sup>까지 낮아졌다. 9월에 120.1mg/m<sup>3</sup>까지 높아졌다가 낮아져 11월에 41.8mg/m<sup>3</sup>이었으며 연평균 73.1mg/m<sup>3</sup>로 매우 나쁨(VI; 70mg/m<sup>3</sup>초과)이었다.

왕송저수지의 중금속 농도를 9월, 11월에 조사한 결과 Al (0.170~0.497mg/L), Cu (0.002~0.130mg/L), Zn (0.036~0.089mg/L)이 미량 검출되었으며, Ni, Ag은 정량한계 미만, Cr, As, Cd, Se은 검출되지 않았다.

왕송저수지의 수질오염도 변화는 11월부터 3-4월까지 약 6개월 동안 무방류에 의한 정체로 인하여 3월에 수질이 매우 나쁨으로 악화되었다가 강우와 4월부터 농업용수공급을 위한 방류로 인하여 수질이 다소 좋아졌다. 농업용수 공급을 위한 방류수량이 증가함에 따라 저수지 수위가 낮아지고, 수온이 상승하여 조류가 급성장하여 6월에 수질이 악화되었다. 7월에 강우 등에 의한 유입수량의 증가로 수질이 좋아지다가 다시 8월 이후 정체 및 조류의 성장으로 수질이 악화되었다.

조류의 증식은 유기물 증가, 냄새의 발생, 독소 발생, 미관상 불쾌감, 심층의 산소감소 등의 피해를 초래하므로 저수지 수질을 악화시키는 일반적인 요인이다. 따라서 인의 결핍은 수중생물의 성장을 제한하는 원소가 되며, 간혹 질소의 결핍이 생물성장을 제한하는 경우도 있으나 우리나라에서는 질소의 자연배경농도가 높아서 질소의 제한이 일어나는 호소는 거의 없고, 대부분 인이 제한영양소이다. 총질소/총인 비율은 16이상일 경우 총인농도에 비하여 총질소농도가 상대적으로 높으면 조류의 증식에 있어서 총인이 제한요소로 작용하기 때문에 환경기준에서 총인농도기준만 적용한다(한강수계관리위원회, 2005 ; 조덕희 등, 2009). 왕송저수지의 T-N/T-P 비율이 41정도로 조류증식의 제한요인이 총인이므로

저수지의 부영양화를 방지하기 위해서는 조류발생 원인물질인 총인을 관리해야 한다. 호소나 하천의 유기물은 유역에서 유입되는 외부기원 유기물과 내부에서 생산되는 내부생성 유기물로 나눌 수 있으며, 내부생성 유기물은 주로 식물성플랑크톤과 수생 식물의 광합성 과정을 통해 이루어진다. 수체의 전체 유기물부하에서 수중 1차 생산(내부생성)에 의한 유기물의 기여도는 호수의 체류시간이 길수록 또 부영양화가 진행될수록 커질 수 있다(한강수계관리 위원회, 2005).

왕송저수지의 조류발생을 7월부터 11월까지 조사한 결과 7-8월에는 녹조류인 *Gonium* sp.와 규조류인 *Aulacoseira* sp.가 우점하였으며, 9월에 *Microcystis* sp., *Oscillatoria* sp.가 우점하였고, 녹조류인 *Dictyosphaerium* sp.가 아우점종으로 나타났다. 10월에는 규조류인 *Aulacoseira* sp.가 출현하였으며 11월에는 조류발생이 거의 없었다.

왕송저수지의 Chlorophyll-a와 BOD, COD와의 상관관계는 Fig. 4에서와 같이 BOD변화에 따른 Chlorophyll-a변화는 유사한 패턴을 보이고 있으며, Pearson 상관계수(R, 유의수준 0.01, n=153)가 0.887로 높은 상관성을 나타내고 있다. 이는 왕송저수지의 BOD변화 즉, 부영양화에 의한 조류 증식은 BOD농도증가(내부생성유기물질)에 일정량 영향을 미치고 있으므로(최형섭, 2008), 저수지 BOD저감을 위해서는 총인 유입량을 저감시켜 조류증식을 감소시켜야 한다.

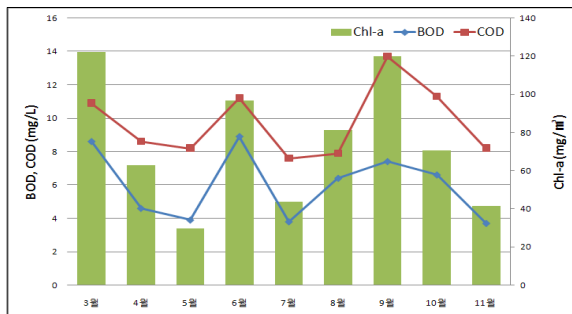


Fig. 4. Correlation of BOD and Chlorophyll-a in Wangsong Reservoir.

### 3.2. 왕송저수지 및 유입하천의 수질변화

유입하천별 왕송저수지 수질에 미치는 영향을 알아보기 위하여 왕송저수지와 유입하천(금천천, 윗장안천, 월암천, 아래새우대천, 윗새우대천, 신촌천), 하수처리 방류수(왕송, 부곡)의 3월부터 11월까지 평균수질을 Table 2에 유입하천의 수질변화를 Fig. 5에 나타내었다. 왕송저수지 유역을 7개 소유역으로 구분하였으며, 2010년 기준으로 저수지 내의 유역별 기여도는 유역면적이 가장 큰 소유역 I이 48%로 가장 큰 것으로 분석되었으며, 다음으로 소유역 VII 13%, 소유역 II 11%, 소유역 V 10%, 소유역 III 7%, 소유역 VI 6%, 소유역 IV 5% 이었다(송미영 등, 2011).

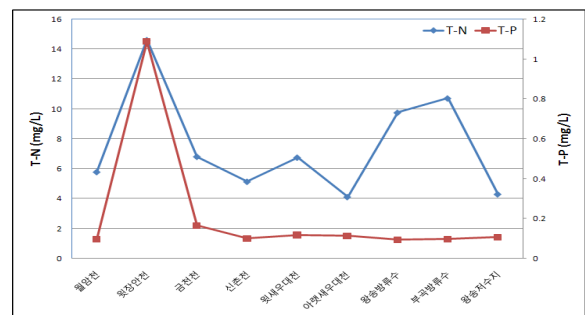
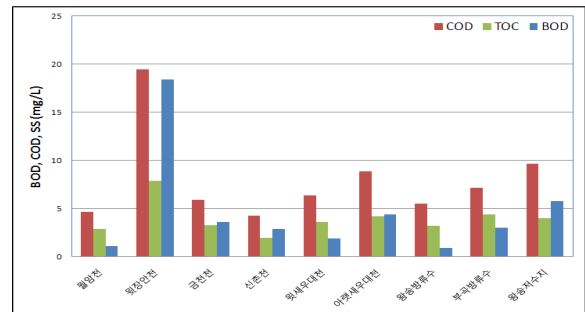
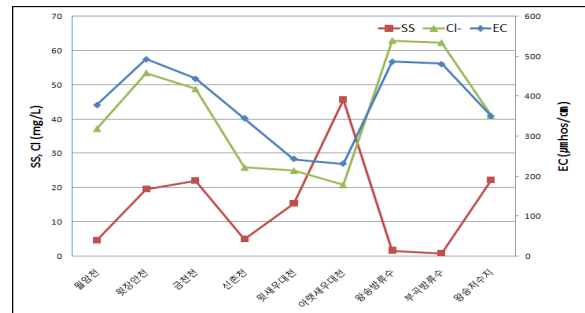


Fig. 5. Effects of inflow streams in Wangsong Reservoir.

Table 2. Pollutant concentration in Wangsong Reservoir and its inflow streams.

구 분	BOD (mg/L)	COD (mg/L)	SS (mg/L)	T-N (mg/L)	T-P (mg/L)
왕송저수지	5.8	9.7	22.3	4.299	0.108
금 천 천	3.6	5.9	22.1	6.811	0.165
신 촌 천	2.9	4.3	5.0	5.140	0.100
윗새우대천	1.9	6.4	15.4	6.755	0.118
아래새우대천	4.4	8.9	45.7	4.114	0.113
월 암 천	1.1	4.7	4.7	5.786	0.096
윗장안천	18.4	19.5	19.6	14.619	1.087
왕송방류수	0.9	5.5	1.7	9.758	0.094
부곡방류수	3.0	7.2	0.9	10.717	0.096

금천천은 소유역 I에 위치하고 부곡 하수처리 방류수가 유입된 이후 왕송저수지로 유입되고 있으며, 하천 생활환경기준으로 BOD, COD, T-P 모두 III등급이었다. 금천천의 BOD는 연평균 3.6mg/L로 저수지 평균 5.8mg/L보다 낮은 농도로 유입되고 있으며, 7월 평균 5.8mg/L로 가장 높았으며, 최소 1.4mg/L에서 최대 6.8mg/L이었다. COD도 저수지보다 낮은 농도로 유입되었으며, 6월 평균 8.3mg/L로 가장 높았으며 최소 3.0mg/L에서 최대 10.4mg/L이었다. T-N, T-P는 저수지 농도보다 높았으며 T-N은 6월 평균 9.036mg/L로 가장 높은 농도를 나타냈으며, 최소 4.506mg/L에서 최대 10.442mg/L이었다. T-P는 9월 평균 0.258mg/L로 가장 높은 농도를 나타냈으며 최소 0.090mg/L에서 최대 0.273mg/L이었다.

신촌천은 소유역 II에 위치하고 하천 생활환경기준으로 BOD, COD, T-P 모두 II등급이었다. 신촌천의 BOD는 연평균 2.9mg/L로 저수지보다 낮은 농도로 유입되고 있으며, 11월 평균 5.9mg/L로 가장 높았으며 최소 0.6mg/L에서 최대 14.1mg/L이었다. COD도 저수지보다 낮은 농도로 유입되었으며, 5월 평균 6.6mg/L로 가장 높았으며 최소 2.6mg/L에서 최대 11.8mg/L이었다. T-N은 저수지 농도보다

약간 높았으며 10월 평균 5.859mg/L로 가장 높은 농도를 나타냈으며, 최소 3.560mg/L에서 최대 6.148mg/L이었다. T-P는 6월 평균 0.150mg/L로 가장 높은 농도를 나타냈으며 최소 0.038mg/L에서 최대 0.209mg/L이었다.

윗새우대천은 소유역 III에 위치하고 있으며 하천 생활환경기준으로 BOD는 I b 등급이었으나, COD, T-P는 III등급이었다. 윗새우대천의 BOD는 연평균 1.9mg/L로 저수지보다 낮은 농도로 유입되고 있으며, 6월 평균 3.5mg/L로 가장 높았으며 최소 0.6mg/L에서 최대 4.3mg/L이었다. COD도 저수지보다 낮은 농도로 유입되었으며, 6월 평균 13.0mg/L로 가장 높았으며 최소 1.8mg/L에서 최대 19.9mg/L이었다. T-N, T-P는 저수지 농도보다 높았으며 T-N은 10월 평균 9.414mg/L로 가장 높은 농도를 나타냈으며, 최소 2.204mg/L에서 최대 11.673mg/L이었다. T-P는 5월 평균 0.372mg/L로 가장 높은 농도를 나타냈으며 최소 0.015mg/L에서 최대 0.594mg/L이었다.

아래새우대천은 소유역 IV에 위치하고 있으며 하천 생활환경기준으로 BOD, T-P는 III등급, COD는 IV등급이었다. 아래새우대천의 BOD는 연평균 4.4mg/L로 저수지보다 낮은 농도로 유입되고 있으며, 5월 평균 7.1mg/L로 가장 높았으며 최소 1.2mg/L에서 최대 8.1mg/L이었다. COD도 저수지보다 낮은 농도로 유입되었으며, 5월 평균 25.6mg/L로 가장 높았으며 최소 3.8mg/L에서 최대 27.5mg/L이었다. T-N, T-P는 저수지 농도와 비슷하였으며 T-N은 3월 평균 6.838mg/L로 가장 높은 농도를 나타냈으며, 최소 1.493mg/L에서 최대 8.344mg/L이었다. T-P는 5월 평균 0.250mg/L로 가장 높은 농도를 나타냈으며 최소 0.048mg/L에서 최대 0.265mg/L이었다.

월암천은 소유역 V에 위치하고 있으며 하천 생활환경기준으로 BOD는 I b등급, COD, T-P는 II등급이었다. 월암천의 BOD는 연평균 1.1mg/L로 저수지보다 낮은 농도로 유입되고 있으며, 5월 평균

2.8mg/L로 가장 높았으며 최소 0.5mg/L에서 최대 4.0mg/L이었다. COD도 저수지보다 낮은 농도로 유입되었으며, 5월 평균 8.6mg/L로 가장 높았으며 최소 2.6mg/L에서 최대 9.8mg/L이었다. T-N은 저수지 농도보다 높았으며 5월 평균 7.364mg/L로 가장 높은 농도를 나타냈으며, 최소 3.966mg/L에서 최대 8.866mg/L이었다. T-P는 저수지 농도보다 약간 낮았으며 5월 평균 0.212mg/L로 가장 높은 농도를 나타냈으며 최소 0.029mg/L에서 최대 0.300mg/L이었다.

윗장안천 소유역 VII에 위치하고 있으며 하천 생활환경기준으로 BOD, COD, T-P 모두 VI 등급이었다. 윗장안천의 BOD는 연평균 18.4mg/L로 저수지보다 매우 높은 농도로 유입되고 있으며, 9월 평균 62.8mg/L로 가장 높았으며 최소 2.5mg/L에서 최대 111.8 mg/L이었다. COD도 저수지보다 높은 농도로 유입되었으며, 9월 평균 57.4mg/L로 가장 높았으며 최소 5.0mg/L에서 최대 101.0mg/L이었다. T-N, T-P 또한 저수지 농도보다 매우 높은 농도이었으며 T-N은 11월 평균 33.085mg/L로 가장 높은 농도를 나타냈으며, 최소 2,809mg/L에서 최대 37.070mg/L이었다. T-P는 10월 평균 2.825mg/L로 가장 높은 농도를 나타냈으며 최소 0.066mg/L에서 최대 2.855mg/L이었다. 소유역 VII은 인구밀집지역으로 향후에도 택지 등 개발예정지역으로 삼동일원의 합류식 하수관거지역에서 강우시 월류수가 발생하고, 발생하는 월류수가 저수지내로 직접 유입되어 수질악화 요인이 되고 있다. 인구가 밀집되어 점오염 배출량이 유역내 제일 많은 지역이고 비점오염 배출도 소유역 I에 이어 많은 지역이다(송미영 등, 2011). 또한 9월부터 수질이 급격히 악화되었는데 이는 녹조를 제거하고자 미생물제제를 과량 투입하여 수표면에 발생한 녹조를 침전시키는 효과가 있었으나, 정체된 수역에서 침전된 조류가 사멸되어 분해되면서 유래한 BOD 등이 수질오염을 유래한 것으로 사료된다.

### 3.3. 왕송저수지 수질개선 방안

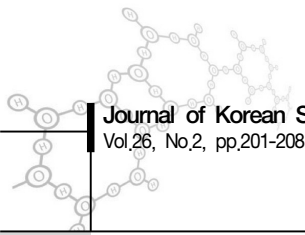
왕송저수지는 1948년에 조성되어 시간이 경과함에 따라 유역 내 도시화 및 개발사업에 따른 불투수층의 증가 등 오염원 증가로 인하여 수질오염도가 심각한 상태이다. 의왕시의 수질개선노력으로 점차 수질이 개선되고 있는 추세이나 호소 생활환경기준으로 최하등급인 VI등급을 나타내고 있어 저수지 수질개선을 위한 종합적인 계획이 필요하다.

저수지의 수질오염도가 유입하천보다 높은 이유는 저수지의 연간 물 순환주기가 약 7.5회 정도로 유입수량이 적고, 유효 평균수심이 2.5m 정도로 낮아 유역에서 유입된 오염물질이 상류에서 침전되고, 낮은 수심에 의한 녹조가 심각하게 발생되어 수질을 악화시키고, 또한 저수지 수위가 낮아지는 시기에는 바람에 의한 바닥 퇴적물 교란으로 오염물질의 재부유 등에 의해 수질오염을 가중시키는 것으로 판단된다.

저수지와 같은 폐쇄성 정체수역은 오염물질이 유입되면 장기간 정체되면서 수질오염을 일으키게 된다. 따라서 호소 및 저수지의 수질관리를 위해서는 유역으로부터 유입되는 오염물질을 원천적으로 차단하는 것이 중요하다.

왕송저수지의 수질개선방안으로 저수지 내 대책은 정체수역을 파괴시켜 녹조발생을 억제시키기 위해서 상류, 중류, 하류에 태양광 또는 풍력을 이용한 내부 물 순환이 필요하다. 4-5월에 유입수량 및 저수지 내 유효수량에 비하여 상대적으로 많은 농업용수를 공급함으로 저수지 수위가 급감하여 수질을 악화시키는 요인으로 작용함에 따라 적절한 관리수위를 유지시켜야 한다.

집중호우시기에 저수지 상류부에 많은 비점오염물질이 유입되므로 침강·저류지를 설치하여 상류지역에 침전된 오염물질을 제거하는 것이 필요하다고 판단된다. 또한 저수지 주변에 생태습지를 조성함으로써 수질오염도를 저감시키는 동시에 생태계 복원 그리고 경관개선에도 효과가 있다고 사료된다.



유입하천 및 유역대책으로는 왕송저수지는 물리적 구조가 수질오염에 취약한 구조로서 외부환경의 변화에도 쉽게 수질오염현상이 발생할 가능성이 매우 높으므로 유역으로부터 유입되는 점오염원 및 비점오염원의 저감대책이 필요하다. 특히 윗장안천이 위치해 있는 소유역 VII 지역의 하수관거 정비사업이 필요하며, 단기적으로는 왕송하수처리장으로 유입시키는 방안도 고려할 수 있다.

본 조사자료를 활용하여 금천천 하류에 침사지, 얇은 습지, 깊은 연못, 배출연못 등 인공습지를 28,029m<sup>2</sup>로 설치할 경우, WASP 7.5로 수질모의결과 저수지의 COD농도가 12%, T-P농도는 8% 저감될 수 있다고 예측되었다(인공습지 실시설계, 의왕시 내부자료). 따라서 수질오염도가 높은 금천천 하류에 인공습지를 조성하여 금천천과 부곡하수처리 방류수, 왕송하수처리 방류수를 습지로 유입시켜 오염도를 저감시키는 방안이 필요하다. 또한 유입하천을 생태하천으로 조성하고, 장기적으로는 저수지 주변을 수변구역지정이 필요하다고 사료된다.

#### 4. 결론

왕송저수지의 수질특성으로는 저수지 상류지역에 위치하며 유역기여도가 높은 소유역 I, VII의 수질오염도가 높아 저수지 상류의 오염도가 중류 및 하류에 비하여 상대적으로 높았다. 특히, BOD와 Chlorophyll-a는 하류에 비하여 약 2배정도 높았다. 왕송저수지 수질오염도보다 유입하천의 BOD, COD, T-P가 낮았으며, T-N은 저수지 농도보다 높은 농도로 유입되고 있었다. 저수지의 수질오염도가 유입하천보다 높은 이유는 저수지의 연간 물 순환 주기가 약 7.5회 정도로 유입수량이 적고, 유효 평균수심이 2.5m 정도로 낮아 유역에서 유입된 오염물질이 상류에서 침전되고, 낮은 수심에 의한 녹조가 심각하게 발생되어 수질을 악화시키고 있다.

왕송저수지 수질개선방안으로 내부 물 순환, 적

절한 관리수위 유지, 침강·저류지 설치, 저수지 주변에 생태습지 조성, 유역으로부터 유입되는 점오염원 및 비점오염원의 저감을 위한 인공습지와 생태하천 조성이 필요하다고 판단된다.

왕송저수지는 점차적으로 수질이 개선되고 있는 추세이나 아직도 호소 생활환경기준으로 최하등급인 VI등급을 나타내고 있어 저수지 수질개선을 위한 종합적인 계획이 필요하다.

#### 참고문헌

- 김진호, 한국헌, 류종수, 정구복, 권순국 (2007). 농업용 저수지 상류유역의 비점오염원 유출부하량 산정-고성저수지를 대상으로, 한국물환경학회지 23(3), 324-331.
- 송미영, 이기영, 김지혜, 문희일, 임동희 (2011). 왕송호소 수질개선 및 관리대안 연구, 경기개발연구원.
- 의왕시·한국농어촌공사 화성·수원지사 (2009). 왕송저수지 수질개선사업 기본계획 수립 조사연구 보고서.
- 조덕희, 김종수, 정연훈 (2009). 팔당 상수원 부영양화제어를 위한 수질관리 정책방향, 상수도학회지 23(6), pp. 693-699.
- 조용현, 정병근, 정승우 (2011). 유지용수 공급형 인공저수지의 수질오염부하 특성 연구, 대한환경공학회지 33(1), 9-15.
- 최형섭, 김상모, 이명희 (2008). 식물성 플랑크톤 발생에 의한 BOD 변화의 실험적 고찰, 경상남도보건환경연구원보, pp. 101-110.
- 한강수계관리위원회 (2005). 수중생태계 물질순환 및 에너지 흐름 조사 최종보고서.