

현안과제 연구

궁남지 수질개선 방안

의뢰기관 : 부여군(고도문화사업소)

연구자 : 환경생태연구부 이 상 진

목 차

I. 서론	1
1. 연구 배경 및 목적	1
2. 궁남지의 수질관리 여건과 과제	2
II. 용존산소와 유기물 이론	4
1. 용존산소와 유기물의 관계	4
2. 유기물의 지표	5
3. 용존산소의 증·감요인	7
III. 궁남지의 유역 및 관리현황	12
1. 궁남지 현황	12
2. 궁남지와 연 재배지	14
3. 수질 및 퇴적물 현황	16
IV. 수질환경기준 및 목표설정	18
1. 환경기준의 의미	18
2. 수질환경기준	18
3. 궁남지 수질관리 목표	21
V. 궁남지 수질개선 방안	22
1. 유입수 관리대책	22
2. 수질 및 퇴적물관리 대책	26
VI. 결론 및 제언	29
1. 요약 및 결론	29
2. 연구의 한계	31
참고문헌	32

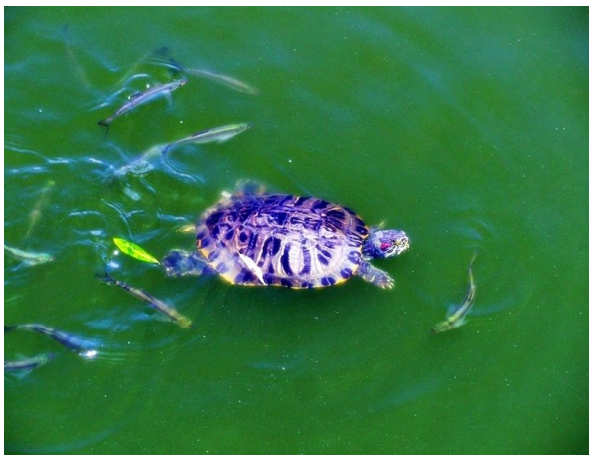
I 서론

1. 연구의 배경 및 목적

- 부여서동공원 내에 위치한 궁남지(宮南池)는 우리나라 최초의 인공 연못으로 알려져 있다. 백제 무왕 때 만들어진 것으로 보이며, '궁궐의 남쪽에 연못을 팠다'는 『삼국사기』의 기록을 근거로 궁남지라 부른다. 궁남지는 史跡 제135호(1964. 6. 10)호 지정되었다.
- 서동공원은 해마다 7월 하순경에 서동연꽃축제가 개최되어 수많은 관광객이 방문하는 곳이며, 연꽃은 6월 중순에 개화되어 8월 중순까지 약 2개월 동안 이어지기 때문에 축제기간 외에도 연꽃이 피는 시기에 관광객의 방문이 잦은 곳이기도 하다.
- 한편, 궁남지는 겨울철에 수온이 낮아져 녹조발생이 거의 없고 악취가 발생되지 않지만, 수온과 햇볕이 풍부해지는 봄철~가을철 동안 플랑크톤(綠藻)이 대량 발생하고, 또한 유기물의 혐기성 분해시 발생하는 악취와 이에 따른 혐오감으로 관광객 및 인근 주민으로부터 끊임없는 민원의 대상이 되고 있다.
- 이처럼 서동공원 중심에 있는 궁남지는 사적지로서 보존하여야 함은 물론, 관광객 및 군민에게 쾌적한 연못환경과 자연친화적인 경관을 제공하여 깨끗한 부여군의 이미지 제고를 위하여 무엇보다도 수질개선이 시급한 과제이다.
- 따라서 부여군은 궁남지의 수질을 효율적으로 개선하고 관리방안 수립의 기초자료를 확보하고자 충남발전연구원에 「현안과제」를 의뢰함에 따라 무상으로 연구를 추진한 것이다.

2. 궁남지의 수질관리 여건과 과제

- 궁남지는 인위적으로 용존산소를 공급하지 않는다면, 봄철부터 가을철까지 유기물 분해에 따른 수중의 용존산소 부족으로 혐기성 상태가 종종 발생할 수 있는 호소이다.
- 유입수는 소형관정에서 지하수를 일부 유입하고 있으나 대부분 부여공공하수처리시설의 방류수가 연 재배지에서 체류하였다가 궁남지에 유입하게 되는데, 이때 잔류하는 유기물의 지속적으로 유입하고 있으며, 또한 일정한 수온이 유지되고 햇빛과 영양물질(T-P, T-N)유입, 정체수역의 조건으로부터 유기물(식물성플랑크톤)이 생성되고, 분해속도에 비하여 유기물이 많아지는 시기에 용존산소부족으로 악취발생과 색도, 탁도 등을 유발하게 된다.
- 이에 따라 관광객에게 조경경관을 제공함은 물론 유기물질과 영양물질이 증가하여 용존산소가 부족해지는 시기에는 녹조발생을 예방하고 악취발생을 저감하기 위한 수단으로 궁남지 내에 분수시설 7개를 설치하여 6월~9월까지 집중적(약 20시간/일)으로 가동하고 봄철 및 가을철에는 야간시간대에 필요에 따라 간헐적으로 가동중에 있다.



<궁남지 녹조발생>

사진출처 : <http://cafe.daum.net/ctsspp>



<궁남지 분수시설>

[그림 1] 궁남지 녹조발생과 분수시설

- 그렇지만 분수시설은 조경시설로써 유기물 제거 등 근본적인 수질 개선시설로 활용되기 보다는 보조수단으로 볼 수밖에 없으며, 또한 현대적인 시설로써 과거 백제시대의 궁남지에 설치한 시설이 아니기 때문에 문화재청과 역사학자로부터 분수가 수면위로 솟아 오르지 않는 수질관리 공법을 채택하도록 요청을 받고 있는 실정이다.

- 2012년 06월 07일 문화재 현상변경 신청
- 2012년 06월 15일 문화재 현상변경 신청관련 회신(조건부 가결)
 - 조건사항 : 파고라 건축양식 검토 / 수질개선(물 순환) 처리방안 검토
 - 상기 조건사항에 대한 구체적인 설계보완 및 사업이행계획 수립
- 2012년 07월 05일 수질정화계획 및 파고라 건축양식 문화재청 협의
 - 문화재청 의견 : 수질정화에 대한 상세계획 수립 후 제출
- 2012년 07월 12일 수질정화사례 현장 실사

- 결국, 궁남지의 수질관리항목은 용존산소이고 용존산소를 감소시키는 유기물의 유입과 발생량을 최소화하여야 한다. 즉, 궁남지의 유입수는 낮은 농도의 유기물이 이어야 함은 물론, 조류생산량을 증가시킬 수 있는 영양염류(T-P 등)의 농도가 매우 낮아야 한다. 동시에 수온이 상승하는 봄철에서 가을철(약 5월~ 10월)까지는 호소수의 체류시간을 약 15일 이내로 줄여 식물성플랑크톤의 대량번성을 예방할 수 있어야 한다.
- 따라서 궁남지의 수질개선을 위해서 첫째 공급수는 유기물과 영양물질의 농도가 매우 낮아야 하고, 둘째 유기물질의 내부 생산을 줄이기 위해서는 물의 체류시간을 가급적 짧게 유지하여야 하며, 셋째 정체수역이 되지 않도록 수평흐름을 상시적으로 유지하여야 한다.

Ⅱ 용존산소와 유기물의 이론

1. 용존산소와 유기물의 관계

- 용존산소(溶存酸素, Dissolved Oxygen, DO)란 물 또는 용액 속에 녹아 있는 분자상태의 산소로 20°C, 1atm의 대기 하에서 순수(純水)의 경우 DO는 9.17mg/L에서 포화상태에 이르게 된다. 용존산소는 공기 중으로부터 녹아들거나 수중 식물의 광합성(光合成)으로 공급되고, 수중 생물의 호흡이나 유기물 및 산화물의 존재로 소비된다.
- 대기 중으로 부터 물속으로 용존산소가 전달될 때, 물의 온도가 낮을수록 대기압이 증가할수록, 순수한 물 일수록 난류 일수록, 용존산소는 더 많고 더 빠르게 용해한다. 대기 중에서 녹아드는 것 외에, 낮 동안 식물성플랑크톤 및 수초 등의 광합성으로 작용으로 O₂가 발생하여 물에 녹게 된다.
- 반면, 어류 등 수중 생물의 호흡에 의하여 용존산소를 소비하고 야간에 조류(藻類) 및 수초의 호흡활동에 의하여 용존산소를 소비한다. 그러나 중요한 것은 물속에 유기물이 다량 존재할 경우 호기성박테리아의 활동에 의한 유기물분해 시 용존산소를 소비하고, 산화물이 존재할 때도 소비하기도 한다. 즉, 호소의 물 또는 바닥에 유기물이 많으면 주간 및 야간에 용존산소를 지속적으로 소비하게 되는데 대기로부터 전달 또는 조류 및 수초에 의하여 공급되는 속도에 비하여 소비속도가 빠르면 물속의 용존산소는 점점 부족해진다.
- 일반적으로 물이 오염되었다는 것은 유기물이 많다는 것을 의미하

며 대부분 유기물이 많아지면 용존산소가 부족해진다. 물속에 유기물이 많이 유입될 경우 미생물들이 이를 분해하기 위해 물속의 용존산소를 다 소모해버리는 경우가 있다. 이렇게 되면 물속의 용존산소가 없어져서 물이 썩게 된다. 이를 혐기성 상태라고 하며 대부분의 수생동물은 혐기성 상태가 되면 호흡이 곤란해져서 활동에 제약을 받거나 죽게 되고, 물은 썩어서 검은 색을 띄게 된다.

- 물속에서 미생물에 의해 유기물질이 호기성 분해가 되면 물속에 있는 DO가 소모하게 되는데, 산소를 소모하는 속도가 물속으로 녹아 들어가는 속도보다 빠르면 물은 혐기성 상태가 된다. 혐기성 상태에서는 물고기의 개체수가 감소하고 부패하여 휘발성 물질이 생성된다. 유기물질의 분해속도와 산소의 소모속도는 BOD 또는 COD 등을 측정함으로 나타 낼 수 있다. BOD가 높을수록 수중에서 썩을 수 있는 유기물의 양이 많다는 것을 의미하며 BOD농도가 너무 높으면 산소 소비속도가 산소유입속도보다 빨라져 용존산소가 고갈되고, 혐기성미생물이 유기물을 분해함으로써 메탄, 암모니아 및 황화수소 등이 발생하여 악취가 난다.

- 혐기성 분해는 호기성 분해에 비하여 분해속도가 느리고, 악취가 발생하는 특성이 있다.

2. 유기물의 지표

- 오염된 물속에 존재하는 유기물의 종류는 매우 많아 여러 형태의 각각 유기물 농도를 일일이 측정하는 것이 대단히 어렵기 때문에 종류별 분석하지 않고, 유기물이 미생물이 분해할 때 또는 화학적으로 분해할 때 소비되는 산소량을 측정하거나 유기물 분해시 발생하는 이산화탄소의 양을 측정하여 유기물량을 나타내는 지표로 활용하고 있다.

- 생물화학적 산소 요구량 (BOD, Biochemical oxygen demand)

BOD는 수중의 유기물량을 간접적으로 표시하기 위하여 가장 많이 사용되는 지표이다. 호기성 미생물로 합성 또는 산화시키는데 필요한 산소량을 측정하므로 유기물의 양을 간접적으로 측정할 수 있다. 즉, 유기물질이 유입되면 물속에 서식하는 호기성미생물은 DO를 소모하므로 유입된 유기물의 양이나 종류를 측정하는 것보다 DO를 소비하는 양을 측정하는 것이 훨씬 용이하기 때문이다. 이처럼 어떤 유기물을 미생물에 의해서 호기성 상태에서 분해 및 안정화시키는데 요구되는 산소량으로 보통 mg/L (=ppm단위)로 표시하며 수체 내 산소부족 현상을 예방하기 위한 중요한 지표로써 전 세계적으로 널리 사용되고 있다.

BOD는 20°C에서 5일간 배양했을 때, 배양기간 동안 소모된 산소의 양을 측정하며 그 값을 통상 BOD 또는 BOD₅라고 한다. BOD 측정 결과를 보면 유기물이 미생물에 의해서 분해 섭취되므로 산소소비량은 시간에 따라 증가하며 7~10일 후에는 탄소화합물에 의한 BOD외에 질소화합물의 산화 즉, 질산화가 발생하는데 이를 질소BOD 또는 NOD(Nitrogenous Oxygen Demand)라고 부르며, BOD₅ 실험에서 BOD병 내에 질산화를 일으키는 미생물이 존재하면 탄소화합물에 의한 BOD보다 높게 나타나는데, 처리되지 않은 도시하수의 경우에는 질산화가 잘 일어나지 않으나 처리된 하수에 암모니아성 질소 비율이 높으면 방류수역에서 질산화가 일어나는 경우가 있다. 즉, BOD가 높으면 유기물의 오염도가 높음을 의미하고 이는 곧 용존산소를 소비한다는 의미를 내포하게 되는 것이다.

- 화학적 산소 요구량 (COD, Chemical oxygen demand)

COD는 화학적 산소요구량으로 물속의 피산화성 물질을 산화제

인 중크롬산칼륨($K_2Cr_2O_7$), 또는 과망간산칼륨($KMnO_4$)을 이용하여 화학적으로 산화시킬 때 소비되는 산소량을 보통 mg/L단위로 표시한다.

COD는 BOD와 더불어 유기물 함유도를 간접적으로 나타내는 중요한 지표로 유기물을 화학적으로 산화시킬 때 얼마만큼의 산소가 화학적으로 소모되는가를 측정한다. 시험법에 의하면 산화제를 과잉량으로 가하여 일정시간 동안 방치하여 두었다가 소비된 산화제의 양을 산소로 환산한다. COD는 유기물질의 추정을 목적으로 하는 경우가 많으나 측정치에는 아질산염, 제일철염, 유황물 등의 무기물까지도 포함된다.

- 총유기탄소(TOC, total Organic Carbon)

수중의 유기물을 함유한 시료를 고온에서 유기물 중 탄소를 이산화탄소로 산화시켜 그 발생량을 분석장치로 측정한다, 특히 BOD와 COD의 민감성이나 타 물질의 방해 작용을 제거시킬 목적으로 최근에 사용하고 있다.

3. 용존산소의 증·감 요인

가. 용존산소 증가

- 기체의 분자는 분자운동과 확산에 의해 대기로부터 수중으로 이동 하기도 하고 물로부터 대기로 휘산 되기도 한다. 기체분자가 대기로부터 수중으로 확산해 들어가는 것을 기체의 용해(dissolution)라고 하며 수중에 녹아 있는 기체를 용존기체(dissolved gas)라고 한다.
- 기체의 확산과정은 대기로부터 물로의 이동과 물로부터 대기로의 이동이 동시에 일어난다. 대기 중에 기체가 많을 때는 대기로부터

물로 기체가 이동하고 물속의 기체가 많으면 대기로 이동한다. 따라서 대기와 물이 접촉하는 초기에는 대기로부터 물로 기체가 확산되어 물속의 기체농도가 증가하지만 이 상태로 시간이 경과하면 양방향의 기체 확산속도가 같아지는 동적평형(dynamic equilibrium)에 도달하여 물속의 농도가 더 이상 변하지 않는 정상상태(steady state)가 된다. 이 상태를 기체가 포화되었다고 표현한다.

- 공기는 부피(V/V)로써 질소(N_2)가 78%로 가장 많고, 다음으로 산소(O_2) 21%, 아르곤(Ar) 0.93%, 이산화탄소(CO_2)가 0.03%를 차지한다. 질소는 단백질을 구성하는 주성분 원소이지만 물에 잘 녹지 않고, 산소는 생물체의 호흡활동에 필수 원소로 물에 약간 녹는 성질을 가지고 있으며, 이산화탄소는 대기 중에서 식물의 광합성에 반드시 필요한 원소로 물에 녹는 정도는 산소보다 강하다.
- 물속의 용존산소는 대부분 공기와 접촉하여 녹게 되는데, 물속의 산소부족량, 재포기율, 불순물질, 유기물질의 산화속도에 따른 산소요구량, 수온 등 여러 가지 요인에 의해 영향을 받는다. 즉, 수중의 용존산소는 대기로부터 수중으로 산소용해율에 의해 달라지며, 산소용해율은 산소부족량, 수면의 난류상태, 수온 및 재 포기율 등에 따라 달라진다.
- 대기 중에서 수중으로의 산소 용해(Dissolved Oxygen)도는
 - ① 수온이 낮을수록 산소 용해도는 증가한다.
 - 산소의 용해도를 결정하는 가장 큰 요인으로 1기압 아래의 순수한 물에서 수온이 0°C인 겨울에는 14.15mg/L까지 용해되지만 수온이 10°C인 경우 10.92mg/L, 20°C인 경우 8.84mg/L, 30°C에 이르면 7.53mg/L이하로 용해된다. 표층수는 늘 대기와 평형을 이루려고 하고 있으므로 유기물질이 적고 광합성 작용이 없는 물에서는 여름에는 표층수의 DO가 낮고 저층수의 DO가 높다. 그러나

유기물질이 많고 조류가 번성한 곳에서는 오히려 표층수의 DO가 높고, 저층수의 DO가 낮아진다.

- 또한, 수온이 10°C 상승하면 미생물과 수중 동물의 대사는 약 2~3배 빨라지며 용존산소를 더 많이 소비한다, 용존산소를 더 많이 필요로 하는 고 수온기에 오히려 산소의 용해도가 작으므로 수중의 산소부족은 주로 여름철에 나타나기 때문에 수온의 경우만 본다면 여름철이 겨울보다 물속의 DO량이 부족 되기 쉬우며, 산소결핍으로 인한 생물(어류 등)의 죽음이 겨울철 보다는 여름철에 종종 발생한다.

② 압력이 높을수록 산소의 용해율이 높다.

- 기체의 압력이 증가하면 물속으로의 확산속도가 물로부터 대기로 향하는 확산속도를 능가하므로 물속의 산소농도가 증가한다. 즉, 산소의 용해는 염의 용해와는 달리 압력이 증가하면 물속의 평형농도가 증가하며 계속 용해될 수 있다. 대기 압력에 따라 일시적으로 포화이하의 농도가 나타나기도 하고 과포화 되는 경우도 나타난다.

③ 염(분)과 불순물(탁도, 오염물질 등)의 농도가 높을수록 산소용해율은 감소한다.

- 즉, 순수한 물일수록 용해도는 증가하게 되는데 담수에 비해 정수적인 해수는 20%정도 감소된다.

④ 정체수역보다 물의 흐름이 난류상태(turbulent flow) 일 때, 산소 용해율은 증가한다. 조용한 수면에는 얇은 수막이 형성되어 있어 산소의 전달을 막게 되는데 난류가 형성될 때는 이 막이 수없이 깨져서 공기 중의 산소와 물이 접촉하는 횟수가 빈번해지기 때문에 층류(laminar flow)에 비해 많은 양의 산소가 녹아들게 된다.

- 이처럼 대부분 물속의 용존산소는 대기 중에서 전달되는데, 수심이 깊고 유수면이 성층화 되었을 때에 수표대(순환대)에서 물의 수직운동이 발생하여 용해된 용존산소농도가 높지만, 수심이 깊어질수록 물의 수직운동이 약화되어 용존산소 농도는 낮아진다.

나. 용존산소 감소

○ 수중 유기물질의 산화 작용

- 수중에 유기물은 Gas 상태로 녹아 있는 휘발성물질, 입자직경이 $0.001\mu\text{m}$ 이하의 용존물질(dissolved solid) $0.001\sim 0.1\mu\text{m}$ 크기의 콜로이드(colloid) 그리고 $0.1\mu\text{m}\sim 2\text{mm}$ 크기의 현탁성물질(suspended solids), 또는 2mm 이상의 조대입자 등 다양하게 존재한다. 그렇지만 휘발성 물질이든, 휘발성 고형물질(VS, volatile solids)이든 물속에 유기물로 존재할 때는 호기성미생물에 의하여 용존산소를 소비하게 된다.
- 이중 콜로이드 상태인 $0.1\mu\text{m}$ 보다 작은 크기는 Brown 운동으로 중력침전은 되지 않지만, $0.1\mu\text{m}$ 보다 큰 입자의 유기물질은 유속이 느린 곳에서 침강하여 퇴적되기 때문에 유속과 현탁성 유기물질 양은 저층의 용존산소를 소비하는 중요한 요인으로 작용된다.
- 유기물질은 주로 단백질, 탄수화물, 지방으로 이루어지는데, 수층에 BOD나 COD로 표현되는 유기물질이 존재하는 한 산화작용에 의하여 지속적으로 용존산소를 소비하고, 퇴적된 유기물질은 또한 저수층에서 생물학적인 안정화(분해)과정에서 지속적으로 용존산소를 소비시켜 때로는 혐기성 상태를 유발시킨다.

○ 퇴적물의 유기물질

- 총고형물(TS, total solids)은 수분량을 증발($105\sim 110^{\circ}\text{C}$ 에서 2시간 가열)시키고 남는 물질을 말하며 이중 총휘발성 고형물(VS ;

volatile solids)은 500~550°C에서 가열했을 때 열에 의하여 분해되는 물질을 말하는데 일반적으로 유기물이 이에 속한다.

- 호소에서 유기물 중 현탁성 휘발성 고형물질이 바닥에 퇴적하게 되며, 장시간 동안 지속적으로 용존산소를 소비하게 된다.
- 퇴적물의 산소요구량을 SOD(sediment Oxygen Demand)로 표현하며, 저질(퇴적층)에서 요구되는 산소량으로 주로 침강된 유기물질의 분해와 저서성 생물의 호흡 및 환원성 물질의 산화작용에 따라 발생하게 되기 때문에 BOD(Benthic Oxygen Demand)라고도 한다. SOD에 미치는 환경요인은 수온, 저수층의 DO 및 유속, 저서생물의 특성, 간극수와 저질내 유기물질 특성에 따라 달라진다. SOD 중 저서성 생물과 호흡작용에 의한 DO 소모는 SOD 중 생물학적 작용에 의한 부분으로 보통 BSOD(Biological Sediment Oxygen Demand)로 나타내며 환원성물질의 산화에 따라 소모되는 DO는 CSOD(Chemical Sediment Oxygen Demand)로 구분하여 나타낼 수 있다. SOD는 수심이 깊고 유속이 빠른 하천보다도 유속이 느리고 수심이 낮은 호소에서 DO 소모율이 커지는 특성이 있으며 저층수의 DO소모에 가장 큰 역할을 담당하게 된다. SOD는 계절에 따라 크게 다르며 실험방법에 따라 다양한 값을 나타내게 되어 정확한 정량화가 힘들다. 전형적인 SOD 값으로는 하구 뿔 지역은 1.5g/m²-day, 모래하상 0.5g/m²-day, 무기질 하상 0.07g/m²-day 정도의 값을 나타내고 있으며, 도시하수 유입지역 등 오염된 지역에서는 10g/m²-day까지 이르고 있다.

Ⅲ 궁남지의 유역 및 관리현황

1. 궁남지 현황

- 궁남지의 위치는 부여군 부여읍 동남리 117번지 일대의 서동공원 내에 위치하고 있다. 서동공원의 지정면적은 210,881m²이다.
- 궁남지의 수면면적은 약 17,000m²에 이르며 가장자리는 0.05m이고 중심부는 약 2m(평균 1.2m)로 저수량은 약 20,000m³ 정도이다.

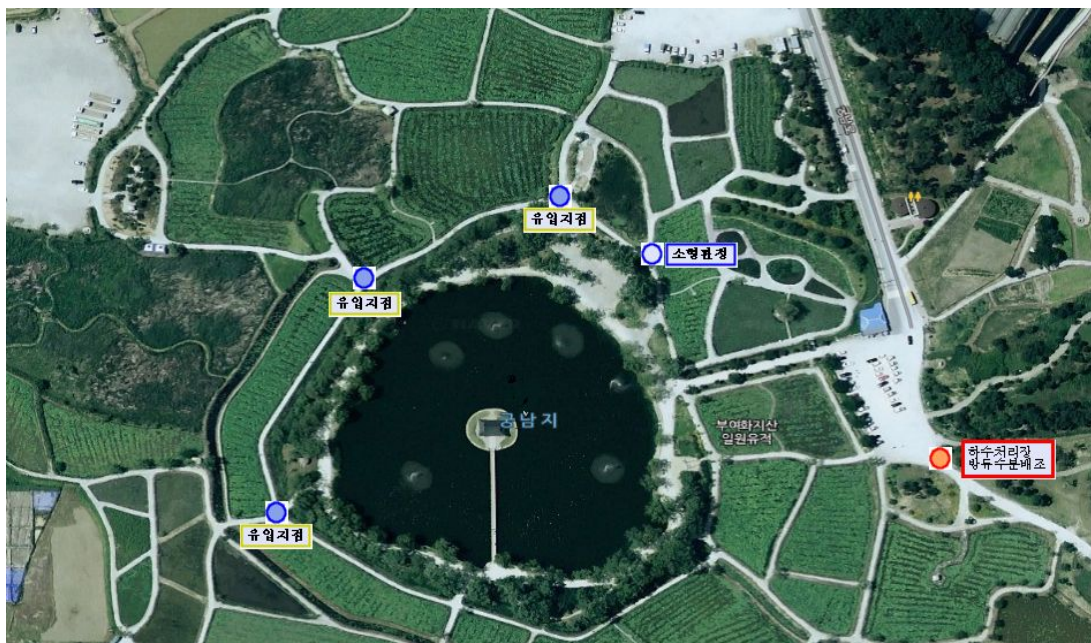


사진 : 부여군 제공

[그림 2] 궁남지 및 주변 전경

- 한편, 궁남지 연못 가운데에는 작은 섬과 '포룡정'이란 정자가 있고 그곳과 연결되는 구름다리가 놓여있으며, 연못 수변에는 버드나무가 식재되어 있다.

- 수십 년 전까지는 100,000m²에 이르는 광대한 연못이었다고 전해져오고 있으나, 물가의 수심이 얇은 부분부터 점차 농지로 이용되어 현재의 연못은 17,000m²의 작은 연못으로 축소되었다.
- 궁남지에 저수되는 물은 연 재배지의 3개 지점에서 유입되고 일부가 소형관정에 의한 지하수로 보충되고 있기 때문에 연 재배지에서 대부분 공급되는 순환구조 이므로 연재배지의 수질이 곧 궁남지의 수질로 이어진다고 할 수 있다(표 2참조).



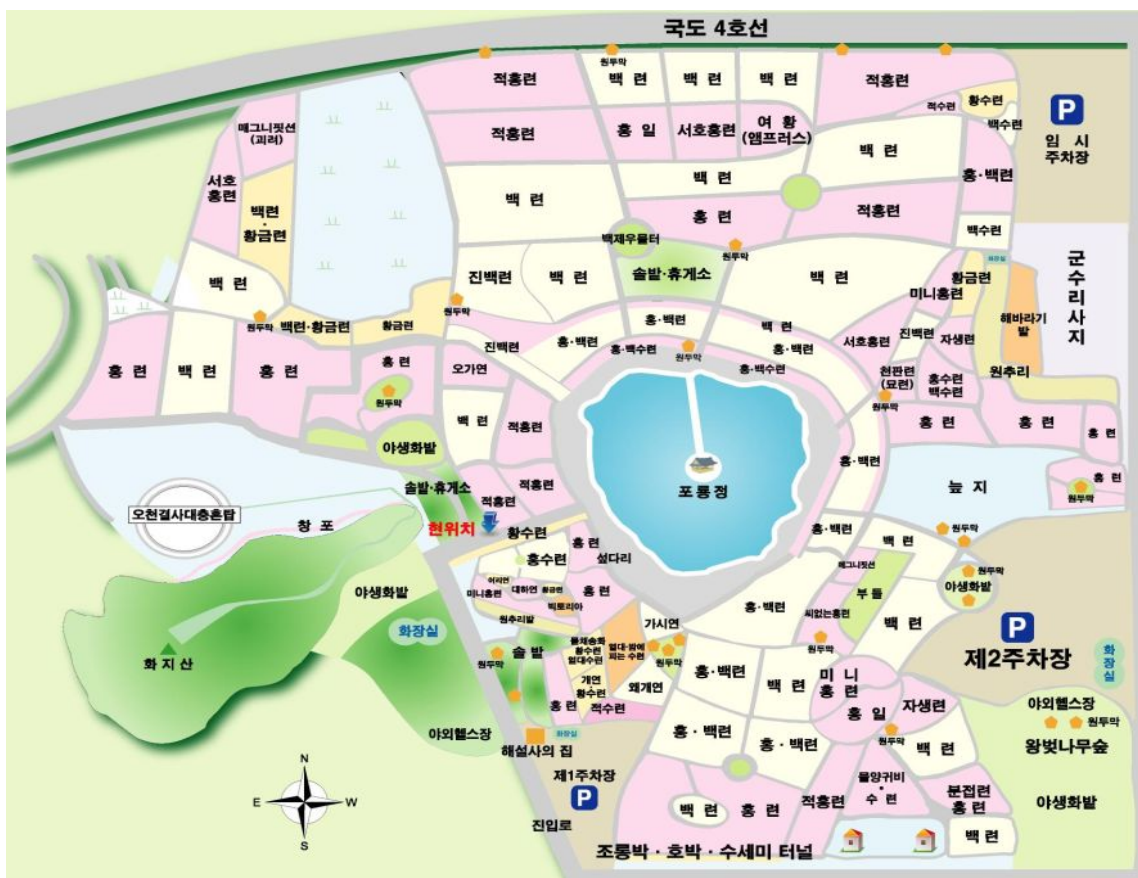
자료 : 부여군 제공

[그림 3] 궁남지 유입수 지점 및 소형관정 위치도

- 또한, 현지 관리자에 따르면 연재배지는 인근 지역보다 가장 저지대에 위치하고 있어 강우량이 약 30mm/일 이상인 경우에는 시가지 빗물이 많아져 우수토실에서 유출되기 시작하면 저지대에 위치한 연 재배지로 유입될 수밖에 없고, 강제적으로 배재시키지 않는 한, 결국 시가지의 빗물은 가장 저지대인 궁남지에 도달하는 경사도를 갖는 지형적 구조이다.

2. 궁남지와 연 재배지

- 서동공원을 포함하여 궁남지 주변에 약 380,000m² 정도에 연 재배지를 조성하였으며 이중 65% 해당하는 약 250,000m²에 연이 재배되고 있다.
- 궁남지에 공급되는 평상시 물은 대부분 주변 연 재배지에서 유출된 물이며, 소형관정(25mm, 1마력)에서 공급되는 지하수의 일부가 보충되기도 한다. 또한 궁남지의 물은 인근 연재배지로 유출되기도 하며, 우기 시에 월류된 물은 인근의 왕포천으로 유출되기도 한다. 따라서 궁남지에 저수된 물의 체류시간은 주변의 물 공급여건에 따라 달라지기 때문에 정확히 파악하기란 현실적으로 한계가 있으나 최소 3개월 이상일 것으로 추정된다.



[그림 4] 궁남지와 연 재배지의 배치도



[그림 5] 연 재배지 전경

- 한편, 연 재배지의 필요한 대부분의 물은 부여공공하수처리시설의 방류수를 이용하며, 일부 방류수가 도달하지 않는 지역은 궁남지 물을 이송하여 공급한다. 또한, 강우시 시가지의 빗물이 일부가 유입되기도 한다.
- 방류수를 연 재배지에 공급하는 부여군공공하수처리시설은 2003년 3월에 시설용량 15,000m³/일 표준활성슬러지공법으로 준공되어 운영 중에 2006년 12월에 고도처리공법인 HBR-II(Hanmee Bio-Reactor) 공법을 적용(시설용량 11,000m³/일)하여 운영 중에 있다. 방류량은 여러 가지 여건에 따라 다르지만 약 9700m³/일~12,000m³/일정도이다. 방류수질은 「하수도법」 기준에 의한 방류수수질을 만족하고 있다.
- 부여공공하수처리시설의 방류수 수질기준은 BOD 5mg/L, COD 20mg/L, T-P 0.3mg/L 이하로 처리하도록 규정하고 있다.

<표 1> 부여공공하수처리시설 방류수 수질

(단위 : mg/L, 개/mL)

구분	BOD	COD	SS	T-N	T-P	대장균균수
방류수 기준	5.0	20.0	10.0	20.000	0.300	3,000
방류수 수질	2.3	5.1	2.1	9.346	0.124	37

자료: 부여군공공하수도시설 위·수탁 성과평가결과보고서, 2013.3

- 한편, 연 재배지에는 해마다 5월에 1회 복합비료를 살포하고 있으며, 겨울동안에도 말라 죽지 않도록 하기 위하여 물을 30cm이상 잠기도록 하여야 하기 때문에 증발이나 지하로 침투되는 만큼 하수처리방류수를 계속적으로 공급하고 있다.

3. 수질 및 퇴적물 현황

- 수질 및 퇴적물 상태를 확인하기 위하여 충남발전연구원에서 2013년 7월에 수질 및 퇴적물을 채취하였으며, 충남보건환경연구원에 검사를 의뢰 하였다.
- 수질상태를 파악하기 위해서는 계절별, 유역 특성별 조건에 따라 중장기적인 모니터링이 필요하지만, 1회 검사결과로써 한정하여 판단할 때, <표 2>의 검사결과에 나타났듯이 공남지 수질은 COD, T-N 기준 VI등급을 초과하고, T-P물질도 4등급의 수준이다. 또한, 연 재배지 유입수와 공남지 유출수 또한 공남지 수질과 큰 차이가 없이 검사항목에서 VI등급을 초과하는 수질이다. 부여공공하수처리시설의 방류수(분배조)는 공남지의 수질에 비하여 질소관련 계통의 물질농도가 비교적 높은 것이 특징이다.

<표 2> 궁남지 및 연재배지의 수질

(단위 mg/L)

시료명	BOD	COD	T-N	NH ₃ -N	NO ₃ -N	T-P	PO ₄ -P
궁남지 유입수	3.8	12.7	1.797	0.760	0.188	0.045	0.016
궁남지 유출수	5.4	10.9	1.685	0.547	0.191	0.066	0.011
연 재배지 유입수 (하수처리수)	3.4	6.0	12.092	9.940	1.926	0.073	0.038
궁남지 수질	4.6	8.8	1.964	0.583	0.183	0.077	0.017

○ 퇴적물은 채취 후 2mm 체로 걸러서 2,000rpm으로 20분간 원심분리 한 다음 잔유물로 완전연소가능량 및 COD 등을 측정하는데 퇴적물 내 유기물의 함량을 파악하고, 용존산소의 소비정도를 예측하는 중요한 지표로 활용된다. 궁남지의 퇴적물 2곳에 대한 검사 결과 완전연소가능량 및 COD 등의 함유량은 우려할 만한 수준은 아니다.

<표 3> 궁남지의 퇴적물

시료명	함수율(%)	완전연소가능량(%)	COD(%)	T-N (mg/kg)
궁남지 1	39.90	5.49	0.63	1,513
궁남지 2	24.63	2.56	0.39	1,358

○ 한편, 2004년도에 궁남지의 물을 완전 배수하고 바닥의 퇴적물을 준설한 바가 있다.

IV

수질환경기준 및 목표설정

1. 환경기준의 의미

- 「환경정책기본법」에서 환경기준이란 '국민의 건강을 보고하고 쾌적한 환경을 조성하기 위하여 국가가 달성하고 유지하는 것이 바람직한 환경상의 조건 또는 질적인 수준을 말한다'라고 규정하고 있다.
 - 환경기준으로는 대기, 소음, 수질 및 수생태계(하천, 호소), 지하수, 해역으로 구분하여 설정하고 있다.
- 즉, 우리나라 환경기준은 사전 예방적 차원에서 실질적으로 달성하고자 하는 권고기준에 해당하고, 환경기준을 만족하기 위한 관련 법상의 배출기준은 오염물질 배출량을 줄이기 위하여 구체적으로 규율하는 것으로 한계기준에 해당한다.

2. 수질환경기준

- 하천과 호소의 수질환경기준은 반드시 유지되어야 하는 법적 의무가 아니라 유지한다면 바람직한 환경상의 조건 또는 질적인 수준으로 행정이 추구하여야 하는 노력의 목표를 제도화한 것으로 달성여부를 법적으로 의무화하지는 않았다.
- 하천과 호소의 수질환경기준 항목은 사람의 건강보호 기준 20개 항목과 생활환경기준으로 하천과 호소에 공통으로 산과 알카리류, 유기물질(BOD, COD, TOC), 부유물질(SS), 용존산소(DO), 총인(T-P), 대장균군수(총대장균군, 분원성대장균군)를 적용하고, 호소는 T-N과 클로로필-a를 추가적으로 적용하고 있다.

<표 4> 사람의 건강보호 기준(하천 및 호소 공통)

항목	기준값 (mg/L)	항목	기준값 (mg/L)
카드뮴(Cd)	0.005이하	1,2-디클로로에탄	0.03이하
비소(As)	0.05이하	테트라클로로에틸렌 (PCE)	0.04이하
시안(CN)	검출되어서는 안 됨 (검출한계 0.01)	디클로로메탄	0.02이하
수은(Hg)	검출되어서는 안 됨 (검출한계 0.001)	벤젠	0.01이하
유기인	검출되어서는 안 됨 (검출한계 0.0005)	클로로포름	0.08이하
폴리클로리네이티드 비페닐(PCB)	검출되어서는 안 됨 (검출한계 0.0005)	디에틸헥실프탈레이트 (DEHP)	0.008이하
납(Pb)	0.05이하	안티몬	0.02이하
6가 크롬(Cr ⁶⁺)	0.05이하	1,4-다이옥세인	0.05이하
음이온 계면활성제(SBS)	0.5이하	포름알데히드	0.5이하
사염화탄소	0.004이하	헥사클로로베젠	0.00004이하

자료: 환경정책기본법 시행령 별표

- 호소[湖沼]는 댐 또는 제방 등을 쌓아 하천, 계곡에 흐르는 물을 가두어 놓은 곳, 하천에 흐르는 물이 자연적으로 가두어진 곳, 퇴적 또는 화산활동 등 자연활동으로 인하여 함몰 또는 막혀진 지역에 물이 가두어 진 곳을 의미한다. 따라서 궁남지는 호소이다.
- 호소의 생활환경기준은 7단계의 등급으로 분류되며, 현재의 궁남지 수질상태는 용존산소가 거의 없는 오염된 물로 용존산소에 민감한 물고기는 살기 어려 정도의 매우나쁜(VI)등급에 해당한다.
- 등급별 수질 및 수생태계 상태 기준에 따라 매우 좋음(Ia) 등급은 용존산소가 풍부하고 오염물질이 없는 청정상태의 생태계이고, 좋음(Ib) 등급은 용존산소가 많은 편이고 오염물질이 거의 없는 청

정상태에 근접한 생태계이며, 약간 좋음(Ⅱ)등급은 약간의 오염물질은 있으나 용존산소가 많은 상태의 다소 좋은 생태계로 여과침전·살균 등 일반적인 정수처리 후 생활용수 또는 수영용수로 사용할 수 있는 정도이다. 한편, 보통(Ⅲ) 등급은 보통의 오염물질로 인하여 용존산소가 소모되는 일반 생태계이며, 약간 나쁨(Ⅳ)의 등급은 상당량의 오염물질로 인하여 용존산소가 소모되는 생태계로 농업용수로 사용이 가능한 정도이다.

<표 5> 호소의 생활환경 기준

등급		기 준									
		pH	COD (mg/L)	TOC (mg/L)	SS (mg/L)	DO (mg/L)	T-P (mg/L)	T-N (mg/L)	클로로 팔-a	대장균군(군수/100mL)	
										총대장균군	분원성 대장균군
매우 좋음	Ia	6.5~8.5	2이하	2이하	1이하	7.5이상	0.01이하	0.2이하	5이하	50이하	10이하
좋음	Ib	6.5~8.5	3이하	3이하	5이하	5.0이상	0.02이하	0.3이하	9이하	500이하	100이하
약간 좋음	Ⅱ	6.5~8.5	4이하	4이하	5이하	5.0이상	0.03이하	0.4이하	14이하	1,000이하	200이하
보통	Ⅲ	6.5~8.5	5이하	5이하	15이하	5.0이상	0.05이하	0.6이하	20이하	5,000이하	1,000이하
약간 나쁨	Ⅳ	6.0~8.5	8이하	6이하	15이하	2.0이상	0.10이하	1.0이하	35이하		
나쁨	V	6.0~8.5	10이하	8이하	쓰레기 등이 떠 있지 않을 것	2.0이상	0.15이하	1.5이하	70이하		
매우 나쁨	Ⅵ		10초과	8초과		2.0미만	0.15초과	1.5초과	70초과		

비고 : 1. 총인에 대한 총질소의 농도비율이 7 미만일 경우에는 총인의 기준을 적용하지 않으며,

그 비율이 16이상일 경우에는 총질소의 기준을 적용하지 않는다.

2. 화학적 산소요구량(COD) 기준은 2015년 12월 31일까지 적용한다.

자료: 환경정책기본법 시행령 별표

3. 궁남지 수질관리 목표

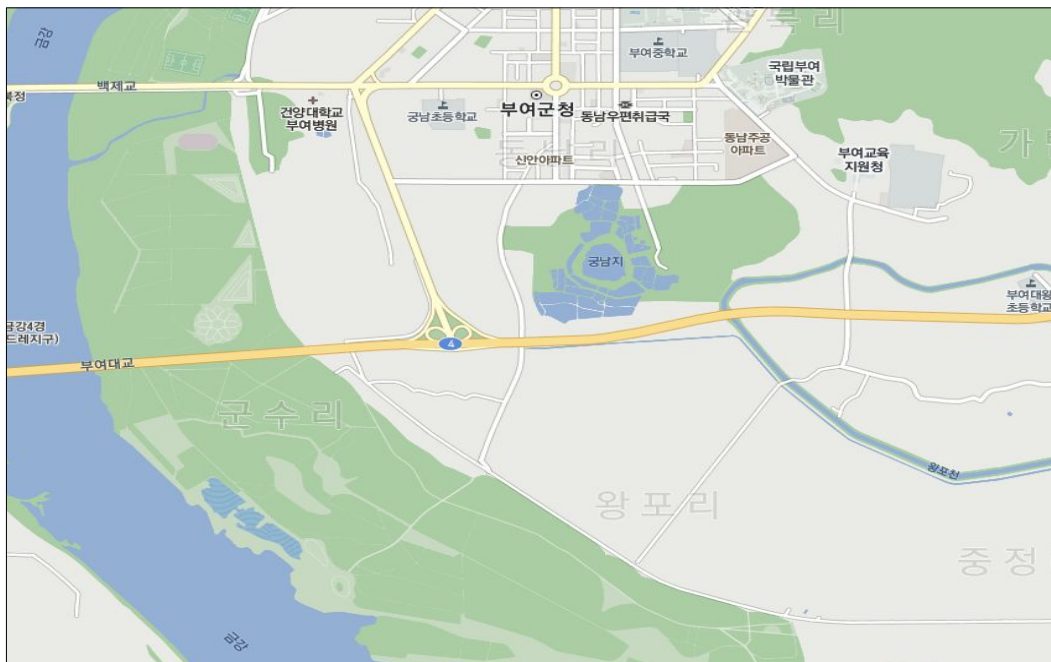
- 궁남지는 계절적으로 관광객이 많고, 서동공원 내에 위치하고 있다는 점을 고려한다면 호소의 수질은 악취가 발생하지 않고 용존산소가 풍부하며, 깨끗한 수면경관을 유지하기 위하여 봄철부터 가을철까지 각종 부유조류 및 부착조류 성장이 없도록 관리하여야 한다.
- 이와 같은 궁남지의 특성을 고려한다면 약간좋음(Ⅱ) 등급 이내로 관리하여야 함이 타당하다. Ⅱ 등급의 상태는 약간의 오염물질은 있으나 용존산소가 많은 상태의 다소 좋은 생태계로 여과침전·살균 등 일반적인 정수처리 후 생활용수 또는 수영용수로 사용할 수 있는 정도이다.
- 이를 위해서 유기물(COD, TOC)은 4mg/L 이하, SS 5mg/L 이하, DO 5mg/L 이상, T-P 0.03mg/L 이하, T-N 0.4mg/L이하, 클로로필-a 14mg/L 이하, 대장균군으로 총대장균 1,000군수/100mL이하, 분원성대장균군 200군수/100mL 이하로 유지하여야 한다.

V 궁남지 수질개선 방안

1. 유입수 관리대책

가. 수량공급 여건

- 궁남지의 수량공급은 지표수로서 현재와 같이 ①부여공공하수처리수가 연재배지를 거쳐서 유입하는 방안, ②강우시 도시하수가 우수토실에서 우회하여 연 재배지를 거쳐 유입하는 경로와 추가적으로 ③인근 왕포천에서 공급하는 방안 ④금강물을 이용하는 방안 등을 고려할 수 있다.



자료: <http://map.daum.net>

[그림 6] 궁남지 주변(왕포천, 금강) 위치도

- 한편, 지표수 외 지하수를 공급하는 방안이 있는데 현재는 25mm 소형관정에 의하여 담수량에 비하여 매우 적은량이 공급되고 있다.

나. 수량공급 기본방향

- 현재의 연 재배지와 궁남지의 물 순환체계는 궁남지 수질 뿐 아니라 연 재배지에도 바람직하지 않다. 그럼에도 불구하고 수량적 한계로 궁남지의 필요한 수량을 공급하려면 연 재배지의 물을 정화하여 Ⅱ등급보다 좋은 수질을 유지하여 공급할 수 있으나, 처리시설의 설치비가 과대함을 고려하고 또한 처리시설의 설치장소의 한계와 유지관리비 및 운영인력 그리고 처리기술이다.
- 유입수를 Ⅱ등급 이하로 낮추기 위해서는 연 지배지에서 유출수된 물을 처리하기 위하여 생물학적 처리공정 보다는 응집침전과 여과공정 등이 도입되어야 한다.

<표 6> 수질정화시설의 비교

구분	워터소루선택	한국에너지기술	아썸	한일이에스티
수질 정화 공법	<ul style="list-style-type: none"> •오염물질부상분리 처리식 수질관리시설 •마이크로버블 발생 시스템 •수중오염물질 및 퇴적오염물질 동시제거 •전하를 가진 미세기포를 수중분사 	<ul style="list-style-type: none"> •산소수 제조장치 •OH-라티칼 시스템 •OH라티칼수(산소 음이온계 물질)을 이용 •인체에 무해한 천연물질로서 2차 대상물까지 살균 및 탈취 	<ul style="list-style-type: none"> •인공식물섬 •물위 수생식물을 이용한 Bio-Top을 조성 •수위변동에 관계없이 부여 존재하는 부유습지 	<ul style="list-style-type: none"> •수처리 기계장치 •로스타 시스템 •물을 정체시키지않고 흐름을 유도하여 정화
이 미 지				
특징	<ul style="list-style-type: none"> •미세기포를 발생하여 수중 미세 부유물질을 쉽게 부상시키고 퇴적오염물질도 부각현상을 통해 신속하게 부상시켜 제거 •수중에 침하되어 있는 오염물질에 기포를 주입하여 강제 부상시켜 제거시키며, 용존산소를 다량 공급하여 호수 자체의 자정능력 향상 •부상조를 사용할 경우 수면에 시설물이 들어나 경관미를 악화시킴 •물에 직접 용존하여 산소수를 분사하는 방식으로 기계실이 궁남지 인근에 설치되거나 기계실의 규모가 대형필요 •공사비 보통 	<ul style="list-style-type: none"> •오존을 물에 완벽히 용존하고 배오존처리장치 불필요함 •전력소비가 적으며 반영구적사용가능 •용존산소 및 음이온 증가 •오존냄새가 나지 않음 •오염물을 제거한 후 풍부한 용존산소와 폭포수보다 10배많은 음이온으로 환원되어 BOD, COD 등 개선함 •수면아래에 시설이 설치되어 경관미를 해치지 않음 •공사비가 다소높으나 정화효율이 높으며, 유지관리 비용이 적게 소요되어 장기적으로 경제적인 	<ul style="list-style-type: none"> •수중 오염물질을 제거 •햇빛 차단, 동물플랑크톤 활성화로 녹조제어 •생태환경복원으로 인해 어류, 조류의 서식처, 휴식처를 제공 •수면위에 초록공간을 연출하여 자연친화적 이미지가 창출됨 •식물섬모양을 여러 가지문양으로 자유롭게 연출할 수 있어 경관가치가 우수 •오염물질 흡수, 뿌리에 의한 흡착, 침강, 뿌리에 공생함 •오염물질 부상식등에 비해 효과가 낮음 •인공부도설치로 인해 궁남지 본연의 연지경관을 해칠수 있음 	<ul style="list-style-type: none"> •효소의 표면부터 심수층까지 산소공급 •자정능력을 향상시켜 용존산소의 고갈 및 부영양화를 제어 •호소내의 영양염을 이용하여 식물플랑크톤을 억제 •작동유무시간을 임의로 조절가능함 •생물환경에 피해를 주거나 2차오염을 유발하는 화학약품을 사용하지 않는 친환경적인 방법 •영구적 처리방법 •공사비가 낮음 •여러개의 부유하는 시설물 설치로 사적지 경관 위해 요소로 작용할 수 있음
시공 사례	잠실 석촌호수, 평택 고잔저수지 등	경북 울진 부곡온천 내 저수지 여주 T-골프장 등	송도 2,4지구/ 부천 상동 호수공원/ 올림픽공원 등	스카이골프장/ 베스트벨리 등
개략 공사비	180,000,000	375,800,000	225,000,000	112,750,000

자료: 부여군, 궁남지 수질정화계획서, 2012

○ 하천수는 인근 왕포천과 금강물을 고려할 수 있으나 왕포천은 수량이 많지 않고 수질농도가 높을 뿐더러 하천수를 인근 농경지에서 활용하기 때문에 이용이 거의 불가능하다. 금강물 또한 Ⅲ~Ⅳ 등급에 해당하기 때문에 적절한 처리 후 공급해야하는 실정이다.



[그림 7] 왕포천의 전경

- 결국, 궁남지의 필요한 수량은 최소 Ⅱ등급 수질이 담보되어야 하기 때문에 지하수를 개발하여 이용하거나, 금강변 여과수를 사용하는 수밖에 선택의 여지가 없다.
- 지하수의 경우 일반적으로 유기물(BOD, COD, TOC)과 T-P, 대장균 등 호소의 생활환경과 관련된 오염물질 항목의 농도가 매우 낮은 Ⅰ등급의 수질을 나타낸다. 다만 채수지점 및 심도에 따라 질산성질소가 음용수수질기준보다 높게 나타나는 경우가 있는데, 유아에게 청색증을 일으키는 항목으로 궁남지의 수질개선 방안과는 커다란 연관성이 없는 항목이다.
- 강변여과수의 수질의 경우 채수지점, 금강의 수질, 채수 방식 등에 따라 매우 다르게 나타날 수 있으나, 대부분의 강변여과수는 Ⅱ등급의 수질을 유지하기에 충분하다.

2. 수질 및 퇴적물 관리대책

가. 수질 및 퇴적물 관리여건

- 궁남지의 수질은 연 재배지의 수질과 직결되므로 궁남지 수질 개선자체가 무의미 하고 항구적인 대책이 될 수 없다. 또한, 궁남지는 수심이 낮아 담수된 물에 유기물이 농도가 높지 않는 한 저층부에 빈산소층 형성을 우려할 만한 호소는 아니다.
- 퇴적물에 포함된 유기물은 아직 우려한 만한 수준이 아니므로 별도의 대책 마련하기보다는 일차적으로는 II등급의 수질을 갖는 물을 공급하여 체류시간을 짧게 유지함으로써 해결되리라 판단한다. 비록 유기물 제거하기 위하여 퇴적토를 준설한다 하더라도 저층부에 서식하는 생태계의 교란과 준설과정의 문제 그리고 운반 및 처리과정에서 여러 가지 환경적인 문제가 뒤따를 수 있다.
- 또한, 퇴적물을 준설하여 유기물을 제거하였다 하더라도 유입수에 포함된 유기물은 지속적으로 공급되고, 강우시 시가지의 여러 가지 유기물이 유입될 수밖에 없는 지형적인 구조 때문에 일시적인 대책에 불과하다.

나. 수질 및 퇴적물관리 기본방향

- 궁남지 수질관리 목표를 생활환경기준 II등급을 목표로 하여야 하기 때문에 유입수질은 최소한 II등급 또는 이보다 좋은 물을 공급해야 한다. 만일, II등급보다 나쁜 수질의 수량을 공급한다면 궁남지의 수질개선대책이 별도로 시행되어야 한다.
- 궁남지는 수면적에 비하여 수심이 깊지 않기 때문에 담수량이 약 20,000m³ 정도에 이르는 작은 호소이다. 이는 공급수량을 증가하

면 체류시간이 매우 짧아지고 공급수질이 궁남지의 수질을 단기간 동안 변화시킬 수 있는 조건이 성립된다.

- 궁남지의 수질변화와 내부생산량을 억제하기 위하여 물의 체류시간은 15일 이상이 되지 않도록 하여야 하기 때문에 수온이 상승하는 시기인 5월부터 10월까지의 수질상태를 고려하여 일일 1,500㎥ 이상의 물을 공급할 수 있는 시설을 갖추어야 하며, 이를 위해서는 연접지역의 지하수 개발 또는 강변여과수의 취수량을 함께 고려해야 한다.
- 이처럼 공급수로부터 짧은 기간 동안에 수질 변화를 유도할 수 있다는 의미는 비록 퇴적물에 유기물다량 포함되어 있다하더라도 순환에 의한 공급수량이 수질을 충분히 지배할 수 있는 구조이므로, 결국 Ⅱ등급 정도보다 깨끗한 수량공급 방안이 담수된 물의 수질과 퇴적물에 포함된 유기물의 문제를 해소할 수 있고 동시에 용존 산소량도 풍부하게 할 수 있다.
- 또한, 보다 합리적인 개선방안과 관리를 위하여 부여공공하수처리 시설의 측정 장비를 활용한 방류수 분배조 지점, 궁남지 2개 지점에 대한 BOD, COD, SS, T-N, T-P, 클로로필-a, 대장균군수 등 월 1회 대표시기를 고려하여 지속적인 측정이 필요하다.
- 궁남지의 수질관리 기본방향은 다음과 같다.

첫째, 봄철에서 가을철 사이 수온이 상승하는 시기에는 연 재배지에서 궁남지로 유입하는 수로를 차단하여야 한다.

둘째, 공급 수에 포함된 유기물(BOD, COD, TOC)과 T-P 물질을 최소화 하여야 하며, Ⅱ등급 정도의 물 공급방안으로 지하수 또는 강변여과수 이용방안을 모색하여야 한다.

셋째, 유기물의 내부생산량을 줄이기 위하여 물공급시 연직방향의 수평와류(선회류)가 많이 발생하도록 시설을 계획하되, 수온

상승하고 햇볕이 풍부한 시기에는 물 체류시간이 15일이 초과되지 않도록 하여야 한다.



[그림 8] 수평와류 발생시설

넷째, II등급 정도의 물을 공급하기 어려운 여건이라면 담수된 물의 용존산소는 항상 5mg/L 이상 유지되도록 하여야 한다. 또한, 단기간 수질개선의 효과를 위해서는 퇴적물의 준설을 고려할 수 있으나 퇴적물에 포함된 유기물의 제거는 지속적으로 이루어져야 한다.

VI 결론 및 연구한계

1. 요약 및 결론

- 부여서동공원 내에 위치한 궁남지(宮南池)는 많은 관광객이 방문하는 곳이며, 겨울철에는 수온이 낮아져 녹조발생이 거의 없고 악취가 발생되지 않지만, 수온과 햇볕이 풍부해지는 봄철~가을철 동안 플랑크톤(綠藻)이 대량 발생하고, 또한 유기물의 혐기성 분해시 발생하는 악취와 이에 따른 혐오감으로 관광객 및 인근 주민으로부터 끊임없는 민원의 대상이 되고 있다.
- 이에 따라 관광객에게 조경경관을 제공함은 물론 유기물질과 영양물질이 증가하여 용존산소가 부족해지는 시기에는 녹조발생을 예방하고 악취발생을 저감하기위한 수단으로 봄철~가을철까지 분수시설을 운영 중에 있으나 백제시대의 궁남지로서 문화재청과 역사학자로부터 수질개선 방법을 변경토록 요청을 받고 있는 실정이다.
- 이와 같은 노력에도 불구하고 궁남지의 수질은 생활환경기준의 가장 좋지 않은 매우나쁨(VI)등급을 초과하는 상태로, 관광지 특성과 역사성을 고려한다면 수질목표는 약간좋음(Ⅱ)등급 이내로 관리하여야 함이 타당하기 때문에 현실적이고 획기적인 수질개선 방법이 요구되고 있다.
- 궁남지에 담수되는 물은 연 재배지에서 대부분 유입되고 일부가 소형관정에 의한 지하수로 보충되고 있기 때문에 연 재배지의 수질이 곧 궁남지의 수질로 이어진다고 할 수 있다.

- 이처럼 궁남지의 물은 연 재배지와 상시적으로 순환되고 있기 때문에 궁남지의 수질 개선자체가 무의미 하고 항구적인 대책이 될 수 없다. 이와 같은 물 순환구조로 볼 때, 궁남지의 수질개선은 궁남지 자체보다는 유역 특성을 이해하여야 하고, 지속적인 수질대책을 마련하기 위해서는 우선 궁남지와 연재배지의 물 순환체계를 단절해야 한다.
- 결국, 궁남지 담수에 필요한 수량은 외부에서 공급할 수밖에 없는 지형적 구조이고, Ⅱ등급의 수질을 유지하기 위하여 Ⅱ등급정도의 수질을 유지하는 물을 공급해야 하는데, 필요한 수원은 지하수 또는 금강강변 여과수를 선택할 수밖에 없는 현실이다.
- 궁남지는 수면적에 비하여 수심이 깊지 않기 때문에 담수량이 약 20,000m³ 정도에 이르는 작은 호소이다. 이는 공급수량을 증가하면 체류시간이 매우 짧아지고 공급수질이 궁남지의 수질을 단기간 동안 변화시킬 수 있는 조건이다.
- 궁남지의 수질변화와 내부생산량을 억제하기 위하여 물의 체류시간은 15일 이상이 되지 않도록 하여야 하기 때문에 수온이 상승하는 시기인 5월부터 10월까지의 수질상태를 고려하여 일일 1,500m³ 이상의 물을 공급할 수 있는 시설을 갖추어야 한다.
- 이처럼 공급수로부터 짧은 기간 동안에 수질 변화를 유도할 수 있다는 의미는 비록 퇴적물에 유기물다량 포함되어 있다하더라도 순환에 의한 공급수량이 수질을 충분히 지배할 수 있는 구조이므로, 결국 Ⅱ등급 정도보다 깨끗한 수량공급 방안이 담수된 물의 수질과 퇴적물에 포함된 유기물의 문제를 해소할 수 있고 동시에 용존산소량도 풍부하게 할 수 있다.

2. 연구의 한계

- 시간 및 비용의 한계 때문에 궁남지에 공급하기 위한 지하수량 또는 강변여과수의 적정 채수위치, 채수가능량 등을 제시하지 못하고, 또한 과거 백제시대의 궁남지 수원에 대한 고증절차를 진행하지 못하였다.
- 따라서 향후 궁남지 수질개선 사업을 추진할 때, 부여군에서는 궁남지의 수원을 개발함에 있어서 중·장기적으로는 역사적 고증절차를 함께 고려하여 추진함이 바람직 할 것으로 판단한다.

□ 참고문헌

- 국가법령정보센터, 환경정책기본법, 2013
- 부여군, 궁남지 수질정화계획서, 2012.7
- 동화기술, 수질오염개론, 1993
- 크라운출판사, 수질관리기술사, 1996

