

# 시화호의 수질환경 문제점과 대책

—시화호 수질대책 대토론회 결과보고—

김 우 구\*

## 1. 머리말

최근 우리나라는 급속한 성장단계에서의 국토개발에 따른 부작용으로 국토 여기저기에서 몸살을 앓고 있으며 그중 환경문제는 대표적인 현안문제로서 국가정책의 우선순위로 손꼽히고 있다. 특히 경기도 안산시 시화호의 시험방류를 계기로 사회적 관심의 대상이 된 시화호는 국가의 환경에 대한 철학 빈곤과 정책 부재를 적나라하게 보여주는 대명사처럼 언론에 오르내리고 있다. 시화호는 방조제의 건설로 인해 조성된 인공저수지로서 최근 안산시를 중심으로 한 도시인구의 급격한 증가와 반월공단, 시화공단의 입주업체 및 농촌지역의 가축사육 등의 증가로 인해 호수내 환경용량을 초과한 과도한 오염부하량이 호수로 유입되어 수질오염이 점점 악화되고 있는 실정이다.

이처럼 시화호 수질문제가 온 국민의 관심사로 떠오르자 일부에서는 우리 나라 물관련 전문가들이 한자리에 모여 시화호 수질개선을 위한 근본적인 해결책을 찾아야 한다는 분위기가 고조되었다. 이에 따라 사단법인 “한국물학술단체연합회”는 각계의 폭넓은 의견 수렴을 통하여 시화호를 살리기 위한 방법을 모색하고자 지난 7월 19일 세종문화회관에서 시화호 수질대책 대토론회를 개최하였다. “시화호를 어떻게 할 것인가?” 라는 주제로 치뤄진 이번 행사는 학계 및 업계 전문가와 정부 관계자 그리고 환경 및 사회단체로부터 약 500여명의

사람들이 참석하여 환경문제에 대한 국민들의 깊은 관심을 간접적으로 시사하였다. 본 토론회는 연합회 이원환 회장의 개회사와 정종택 환경부 장관의 격려사를 시작으로 시화호의 오염실태 및 개선대책, 향후 운영방향 등에 대한 7개의 주제발표와 종합토론이 진행되었다.

한국물학술단체연합회는 우리 나라의 복잡 다양한 물 문제를 슬기롭게 해결하고 관련 학문간의 협력증진과 기술발전을 위해 매진한다는 취지로 지난 2월 29일 우리 나라 물관련 9개학술단체(대한상하수도학회, 대한지하수환경학회, 대한환경공학회, 한국기상학회, 한국농공학회, 한국대담회, 한국수자원학회, 한국육수학회, 한국지하수학회)가 연합하여 창립되었으며, 연합회 주관으로 치뤄진 이번 행사는 사회 각분야의 전문가들이 한자리에 모여 새로운 시각에서 시화호 문제해결을 위한 실마리를 찾아보는 기회가 되었다는데 그 의의가 크다고 하겠다. 본고에서는 이번 토론회에서 발표된 주제발표 내용과 종합토론에서 다루어진 내용들을 재조명 하므로써 시화호의 수질개선을 위한 학계의 관심과 노력을 한층 더 고조시키고자 한다.

## 2. 시화사업 소개

### 2.1 사업개요

시화지구 개발사업은 경기도 안산시, 시흥시, 화성군의 1도 2시 1군에 이르는 광활한 간석지를 개

\* 한국수자원공사, 연구기획부장

## 특집 : 우리나라 담수호의 수질환경과 문제점

발하는 대규모 국토확장사업으로서 안산신도시 및 반월공단, 시화공단을 조성하여 수도권의 인구분산 및 국가 산업발전을 촉진함은 물론 시화만에 방조제 5개소 12.6km를 축조하여 5,650ha의 담수호를 조성하므로써 1억 8천만톤의 관개용수를 확보, 2000년대 식량의 안정적 공급을 위한 영농기반을 마련하는데 그 목적이 있으며 이 밖에 부수적인 사업효과로 해안선 단축에 따른 육운 개선과 농어촌 관광 위락단지의 여건조성 등이 있다.

### 2.2 사업내용

- 사업기간 : 1986년~1998년
- 위 치 : 경기도 시흥시, 안산시, 화성군 일원
- 사업내용

단계별	구 분	사업내용
1 단계	계	
	시화공단 부지조성	24.52km <sup>2</sup>
	용수공급시설	25만m <sup>3</sup> /일
	하수처리장	25만m <sup>3</sup> /일
	외곽시설	
	방조제 축조	12.6km
	배수갑문	2개소
진입도로	19.9km	
2 단계	개발면적	90.2km <sup>2</sup>

- 사업효과
  - 대단위 해면매립으로 국토 확장 : 169km<sup>2</sup>
  - 서울의 소산공장 수용 : 2,100업체
  - 농업용수 공급으로 관개 개선 : 180백만m<sup>3</sup>/년
  - 해안선 단축 : 101km
  - 인구 수용 : 14만명

### 2.3 시화호 현황

- 수면적 : 56.5km<sup>2</sup>(약 1,700만평)
- 유역면적 : 476.5km<sup>2</sup>

- 총저수용량 : 332백만m<sup>3</sup>(EL-1.0m기준)
- 홍수조절량 : 62백만m<sup>3</sup>(EL-1.0m~EL.+0.1m)
- 용수공급량 : 181백만m<sup>3</sup>(농업용수)
- 배수갑문 : 2개소 108m(배수능력 2,386m<sup>3</sup>/초, 100년 빈도)
- 주요유입하천 : 반월천, 동화천, 삼화천, 화정천, 안산천

### 3. 주제발표 내용

이번 토론회에서는 최근 시화호의 수질오염에 대한 현황과 개선대책, 향후 운영방안 등에 대한 7개 주제발표가 있었는데 각 주제별 발표된 내용을 요약하여 아래와 같이 정리, 기술하였다.

**제1주제 “시화호의 수질오염 현황 및 수질개선 방향”(서동일, 충남대 교수) :** 시화 방조제의 건설로 조성된 시화호는 인근 안산시와 반월공단에서 방류하는 하·폐수에 대한 대책이 충분하지 못하였고 방조제 완공에 따라 정체화된 호수는 식물성 플랑크톤의 과잉 성장으로 극도의 부영양화 현상을 보이고 있다. 시화호의 수질을 회복시키기 위해서는 호수 외부에서 흘러드는 오염물질을 우선 차단해야 하며 호수의 자정작용을 복원시킬 수 있는 체계적인 관리기법이 병행되어야 한다. 호수 외부에서 유입오염원을 제어하는 것은 호수의 수질관리를 위하여 필수적인 요건이나 충분한 요건은 되지 않는다. 이러한 관점에서 시화호의 수질개선을 위한 대책으로는 호수 내부적인 대책과 외부적인 대책이 함께 고려되어야 한다.

외부적 대책으로는 주로 오염물질의 유입을 최소화 하는데 주안점을 두어야 하며, 호수 내부적 대책으로는 호수내부에 축적되어 있는 오염물질을 제어하고 호수의 자정작용을 복원시키는데 주안점을 두어야 할 것이다. 호수 외부의 오염원은 주로 안산과 반월지구의 하폐수에 의한 것이며, 이를 위하여는 하수처리시설과 하수관망의 정비에 시급하다. 시화호 내부에서 시행할 수 있는 수질관리 대안은

매우 다양하나 호수 내부를 동측의 오염물질이 유입되는 부분과 특별한 유입오염원이 없는 방조제 부근으로 구분하여 수질목표를 설정하고 각 경우에 합당한 수질관리 공법을 사용하는 것이 바람직하다. 시화호수는 유역면적이 비교적 작고, 계획도시에서의 오염물질 유입이 주종을 이루며 오염물질의 이동 경로가 분명하여 호수외부의 오염 제어가 가능하다. 또한 호수의 형태가 비교적 단순하고 오염물질의 주요 유입지점이 집중되어 있어 호수 내부의 수질관리 공법을 적용하기가 비교적 용이하다.

**제2주제 “시화호의 수질오염 원인 및 향후대책”**  
(윤석규, 안산 YMCA 총무) : 시화호의 오염이 부각된 뒤 대다수의 전문가들이 시화호가 애초의 사업목적이 기대하는 기능을 감당할 수 없다는 점은 직·간접적으로 인정하였다. 그럼에도 불구하고 환경부를 비롯한 관계기관들은 시화호의 운명에 대해 어떠한 의견도 분명하게 밝히지 않고 있다. 현재 환경부가 제시하고 있는 종합대책에는 2005년까지 담수가 곤란하다고 제시했지만 10년 후에도 문제가 해결되지 않는다면 그 책임을 누구에게 물을 것인가 의심스럽다. 시화호 문제해결을 위해서는 민·관전문가들이 공동대책위원회를 구성할 것을 관계당국에 제안한다. 이 대책위원회가 주축이 되어 일차적으로 시화호 내해와 외해에 대한 수질조사를 포함해 공동조사 활동을 실시해야 한다. 이어서 그 결과를 공개하고 공개토론을 거쳐 최종대책을 수립해야 할 것이다. 시화호 문제는 현재 진행 중인 서해안 개발사업이 얼마나 심각한 결과를 초래할 수 있는지를 보여주는 대표적인 사례로 볼 수 있으며 이와 같은 잘못을 반복하지 않기 위해서는 당초의 환경영향평가서는 물론 사업계획을 수립한 기관들에 대한 철저한 조사를 벌여야 한다. 또한 사업추진과정에서의 문제점에 대해서도 조사를 실시해 책임소재를 분명히 하여야 한다.

**제3주제 “시화호의 방류에 따른 해양에서의 피해 영향권”**(정종률, 서울대 교수) : 시화방조제가 축소되지 않았다 하더라도 시화지구로 유입되는 폐

수는 마땅히 정화처리 되었어야 함에도 불구하고 시화호를 건설할 당시에 계획했던 유입수의 정화시설이 제대로 이루어지지 않아 수질오염이 심해진 것이다. 마침내는 수질개선이란 명목으로 오염된 시화호의 물을 해양으로 방류하기에 이르렀지만 오염된 막대한 양의 시화호 물을 그대로 둔 채 정화시킬 수 있는 방법이 없으므로 호수내 물의 방류와 해수의 유입을 통하여 수질 오염도를 낮추려는 것은 이해가 된다. 그러나 그에 따른 해양오염의 책임은 과연 어느 기관이 질 것인지 의아스럽다. 시화호 물을 방류하기로 결정했을 때 과연 해양수질에 어떤 영향을 미칠 것인지, 그 영향의 범위는 어디까지 퍼질 것인지를 사전에 검토하고 실시했어야만 했다. 방조제 최종 체결전과 후에 실제 해양관측과 수치실험을 통해 규명된 연구결과에 의하면 피해범위는 영흥도 서쪽의 동수로를 따라 평도에 이르는 주수로부와 영흥도와 대부도 사이의 영흥수도를 통해 평도에 까지 이르는 해역이 1차 피해범위에 속한다. 보다 정밀한 예측을 위해서는 최종 체결위치가 아닌 현재의 배수갑문 위치에서 방출되는 담수를 실제 관측하면서 예측 Simulation을 하는 것이 바람직하다.

**제4주제 “시화호의 물질순환 구조 및 처리 대안별 수질 시나리오 분석”**(공동수, 국립환경연구원 연구관) : 장기적인 호수 이용계획에 부합하는 오염원 관리대책을 위해서는 현재의 유입수 처리후 외해로 배제하는 방안을 재검토하여 처리수 및 오염 하천수를 호내로 유입하는 방안을 적극 검토하여야 할 것이다. 시화호의 물수지 및 오염부하량의 물질수지분석과 “시화호 수질개선 종합관리대책 기본계획보고서”의 연차별 오염물질 삭감 부하량을 기준으로 한 시화호 수질예측모델(SIHWAI)을 통해 장래 수질을 예측하였다. 상기 보고서의 삭감방안에 따른 삭감효율은 추후 정밀하게 평가할 필요가 있으나 기본골격의 대책은 하수처리량의 증설 및 처리방법의 개선을 통한 처리수의 외해 방류를 기본으로 한 유입수 배제 대책이므로 시화호의 물질수지면에서는 단기 및 중장기 대책 완료시 약

## 특집 : 우리나라 담수호의 수질환경과 문제점 .....

90% 정도의 부하량이 삭감될 것으로 판단된다. 그러나 단계별로 오염원 관리대책 완료시를 기준으로 한 장기 수질예측 결과 2000년에는 4급수에 가까운 3급수로 수질이 회복되는 것으로 미루어 시화호 수질은 삭감부하비와 비례하지 않고 비교적 완만하게 감소하는 것으로 예측되었다. 이는 유입수 배제에 따른 유입수량 감소와 인 및 질소의 내부순환으로 여전히 과영양 상태에서 조류증식으로 내부 유기물 생산이 뒤따르는데 기인한 것으로 판단된다. 따라서 호내 유입수에 대한 관리를 위해서는 사리포구 부근에 오염관리용 호수를 축조하여 유입수를 전량 유입시키고, 식물식재 및 제거, 발생조류의 선박제거, 수중폭기 및 침전제 살포 후 퇴적물의 준설 등으로 관리하는 것이 효율적이다.

**제5주제 “시화호의 수질개선 대책 및 자원 조달 방안”(고석구, 수자원공사 건설처장) :** 1970년대부터 건설되고 있는 반월, 시화지구의 신도시 및 공업단지 조성으로 공업화를 이루어 가고 있는 시점에서 시화호의 수질 등 환경문제가 매스컴 및 국민의 지대한 관심속에 재조명하게 된 것은 우리나라의 공업 및 환경정책의 새로운 이정표가 될 것이다. 시화호는 환경용량을 초과하는 과도한 오염부하의 유입으로 호수 수질이 '95년 12월 현재 COD 11.1mg/l 에 이르는 등 이미 호수 수질 환경 기준을 크게 초과한 것으로 조사되어 장·단기대책 마련이 시급하다. 시화호 수질개선을 위해 수자원공사와 유관기관, 전문가들이 논의하여 마련한 중·장기대책을 살펴보면 먼저 단기대책으로 산화지 설치, 배수갑문 개방운영, 역간접축산화지 설치, 퇴적저니토 준설, 인공습지를 이용한 수생식물 재배, 시화호수처리장 여유용량 활용, 식물성 플랑크톤 제거를 위한 약품처리 등이 있으며 중·장기대책으로는 축산폐수처리장의 설치, 찻집자연수로 및 오염원 차단 수중보 설치 등이 있다. 기타 호수내 대책으로는 폭기시설 설치, 조류제거선 가동, 호수내 스크린 및 수중차단막 설치 등이 제시되었다. 시화호의 수질개선을 위해서는 시화호로 유입되는 각종 오폐수의 차단 및 처리를 통한 직접적인 대책

사업, 호소수의 정화를 위한 수질 개선 노력, 효율적인 유지관리를 위한 관리체계의 확립과 같은 제도적 보완도 시급하다. 관계기관의 지속적인 개선 노력이 필수적이며 정부 예산지원 등이 늦어질 경우에는 관리주체가 되는 한국수자원공사에서 시화 1단계 확장단지 및 배후 주거단지 사업비로 우선 지원하고 추후 회수하는 방안등 정부 정책이 요구된다.

제시된 장·단기대책 및 호수내 대책을 계획된 공정에 따라 한국수자원공사에서 시행할 경우 각종 행정절차를 최소화할 수 있는 정부 및 관계기관의 정책결정 또한 요구된다. 시화지구개발 사업의 주체로서 한국수자원공사가 시화호의 수질개선을 위하여 상기 대책의 추진 등 최대한의 노력을 하더라도 정부 차원에서 반월, 시화지구에 입주한 중·소규모 공장에 환경 시설 설치 및 운영의 지원이 필요하며 관계자 및 주민의 관심과 협조가 선행되어야 할 것이다.

**제6주제 “시화호 문제해결을 위한 일제언”(최예용, 환경운동연합 조직국장) :** 시화호의 무단방류가 언론에 보도되어 사회문제로 떠오른 후에도 당국은 이에 대한 대책과 영향에 대해서 아무런 조사도 하지 않았다. 이런 와중에도 3차례에 걸쳐 시화호의 오염된 물은 바다로 흘러 보내졌다. 이러한 일련의 과정을 살펴보면 시화호 오염문제 해결을 위한 합리적인 노력과 절차가 철저히 무시되고 있다는 사실이다. 소위 사업의 개발을 담당하고 있는 공사들의 환경파괴 행위가 당국의 묵인과 방조하에 저질러 지고 있다는 것이다. 따라서 시화호 문제는 몇 가지 수질정화를 위한 기술적인 방법론이 중요한 것이 아니라 이 문제를 해결하기 위한 기본틀을 다시 짜고 대규모 개발사업에 대한 정부 정책의 변화를 전제로 하는 방향에서부터 새롭게 대책을 논의하여야 한다. 즉, 민간단체와 전문가 그리고 관련지역 주민대표가 참여하는 특별대책위원회를 구성하여 이를 통해 시화호 문제해결에 접근해야 하여야 한다.

제7주제 “시화호 수질개선을 위한 기초조사 및 향후 연구방향”(신형식, 한국과학기술원 교수) : 시화호는 과도한 오염부하의 유입으로 수질오염도가 급격히 증가하는 추세로 호소내 유기성 퇴적물의 축적, 영양염류의 급증 등 이미 호수수질환경기준을 크게 초과한 것으로 조사되었다. 안산시 등 인근지역에서 도시인구가 급증하고 있고 반월공단, 시화공단 등의 입주업체가 크게 늘고 있어 시화호의 수질오염은 더욱 증가할 수 밖에 없다. 또 주변의 가축사육 농가로부터 유입되는 오염물질이 담수호의 오염을 더욱 부추기고 있다. 현재 진행 중인 수질오염을 근원적으로 막기 위해서는 우선 오염물질의 발생원인을 차단, 유입하천 정화, 호수유입전 대책등 3단계에 걸친 정화노력이 필요하다. 발생원인 차단으로는 하수처리장 시설을 늘리고 하수관로 시설을 보완, 확충하며 축산폐수의 완전한 관리로 오염부하량을 최대한 감축하여야 한다. 유입하천 정화대책으로는 오염하천의 준설 및 수로의 정비, 접촉산화수로 및 산화지를 설치하고, 호수유입전

대책으로는 시화호 주변에 환배수로를 설치하여 공장폐수를 해역으로 방류하는 방안의 검토와 농배수로 겸용 우수지의 설치, 간석지내 하류부에 저류지 및 저습지의 조성 등 다각적인 노력이 필요하다.

#### 4. 종합토론 내용

시화호 수질대책에 대한 주제발표가 끝난 후 종합토론이 진행됐다. 토론은 한양대학교 신응배 교수의 사회로 강원대학교의 김범철 교수와 대한환경공학회 김환기 회장, 경기환경복지연구소 신일영 소장, 환경부 심재곤 수질국장, 인하대학교 조광명 교수와 환경운동연합의 최열 사무총장이 토론자로 참여하였으며. 이번 종합토론에서 다루어진 주요 내용들로는, 환경영향평가서에 의하면 시화호로 인해 발생될 악영향에 대한 대책으로서 하폐수 처리 방류수의 우회 방류나 호소내 물을 정기적으로 교체해야 한다는 대책이 있음에도 불구하고 이행되지 않아 오늘과 같은 결과가 초래되었으니 지금부터라



## 특집 : 우리나라 담수호의 수질환경과 문제점 .....

도 환경영향평가제도를 제대로 시행하여 환경 오염을 줄이고 책임소재를 분명히 하여야 하며, 지금까지 4차에 걸쳐 시화호 물을 위해로 방류를 했는데 안산이나 반월공단이 침수될 우려가 있다는 사실을 지역주민과 협의하여 공감대를 형성한 후 방류했어야 한다는 지적이 있었다.

시화호 문제를 해결할 수 있는 설득력 있는 대안은 현재 없으며 호수를 매립하는 방안이 있으나 막대한 자금이 소요되고 매립후에도 농공용수 등을 공급하는 도수관로를 한강으로 부터 끌어와야 하므로 새로운 사업이 되어 결과적으로 또다시 환경을 파괴하게 되니 서해안의 신규 간척사업계획은 전면 재검토 하여야 한다는 강력한 주장도 있었다. 완벽한 시화호 문제 해결은 현재 상태로는 무리이며 방조제를 트자는 것과 담수면적의 축소는 현실적으로 불가능하므로 수질개선을 위해 외부 오염물질의 차단이 급선무이며 이와 병행하여 호수내 내부정화를 하고 상하수도 정비를 포함한 시화호 유역의 도시계획과 관련된 문제, 시화호 자체문제, 발생한 오염물질이 서해안에 끼치는 해양오염문제 등을 종합적으로 검토한 후 대안이 나와야 한다는 논의도 있었다.

또한 현재 하천관리형 수질관리 정책을 호소관리형 정책으로 변경하여야 하며 호소의 수질관리방안으로서 호소유역에 환경용량개념과 총량개념을 도입하여야 한다는 지적과 안산시의 오·폐수관 오염합이 72%를 차지하고 BOD 90ppm의 폐수가 그냥 시화호로 방류되고 있는 사실에 대해 지방자치단체나 의회에서는 술선하여 문제해결에 앞장서야 한다는 주장도 있었다.

시화호 수질문제 해결을 위해서는 장기와 단기로 구분하여 대책이 수립되어야 하며 장기적으로는 오염물 유입을 근원적으로 차단하고 단기적으로는 불법으로 유입되는 폐수에 대한 대책과 호수내 물에 대한 처리 방법의 수립 및 강우에 의한 침수방재차

원에서의 방류가 불가피한 현 상황에 대비한 외해의 영향없이 문비 조작할 수 있는 기술적 방법 또한 요구된다는 의견도 있었다. 아울러, 현대산업사회 환경문제의 가장 큰 원인은 사람의 윤리관으로서 산업폐수의 무단방류가 자행되는 우리사회에서 무단방류를 자행하는 비양심을 규탄할 용기가 필요하다는 등의 내용이 주요 문제로 토론되었다.

### 4. 맺는말

우리나라는 지난 수십년간 경제개발을 위한 사회간접자본 확충에 박차를 가해왔다. 이러한 과정에서 소외되었던 환경문제가 지난 낙동강 폐놀사건을 시발로 오늘의 시화호에 이르기까지 지속적으로 발생되고 있다. 최근의 시화호 수질문제는 책임소재를 가리기 이전에 우리 모두가 해결하여야 할 과제이다. 특히 학계 전문가들의 깊은 관심과 이의 해결을 위한 기술적 접근이 절실히 요구된다 하겠다. 다소 늦은감이 있지만 이러한 시대적 상황에 맞추어 한국물학술단체연합회에서 산·학·연 및 각계의 사람들이 한자리에 모여 시화호 문제 해결을 위한 새로운 접근을 시도한 것은 상당히 고무적인 일이라 생각한다.

이번 시화호의 문제를 거울 삼아 두번 다시 이러한 사태가 발생되지 않도록 학계 전문가들의 지속적인 관심과 노력을 기울여 주길 바라며 시화호 문제는 우리나라 환경실패 사례가 아닌 세계의 성공 사례로 기록될 수 있도록 우리 모두가 최선을 다하여야 할 것이다. 끝으로 한국물학술단체연합회가 우리나라 물문제의 슬기로운 해결과 학문발전을 위해 계속적으로 앞장서 줄 것을 부탁하며 우리나라 수자원을 깨끗하고 풍요롭게 보전하기 위한 국가 목표에 일익을 담당할 수 있도록 충실한 활동을 전개해 나가기를 바란다. ☞