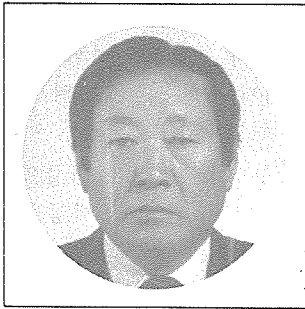


수질보전학 분야의 최근 연구동향 및
발전추세와 전망

廢水 오염방지 연구개발에 주력



洪 思 澳

成均館大교수 · 환경위생

우리나라는 고래로 부터 산자수명한 나라로서 물이 맑고 깨끗하며 비교적 풍부하기 때문에 일상생활에서 물에 대하여 신경쓰는 일은 별로 없었다. 다만 홍수나 한발로 인한 농작물의 흉작을 우려할 뿐이었다. 1945년 해방이전만 하더라도 산업은 낙후되어 있었고 인구의 도시집중현상도 별로 없어 수질오염에는 별다른 관심을 기울이지 않았다. 이 시기에는 상수보급이 대도시의 일부 지역에만 한정되어 혜택을 받을 수 있을 뿐이었다.

그러나 해방이후 많은 사람들이 도시로 몰려들기 시작하면서부터 점차 물의 수요가 늘어나게 되어 상수난을 겪어야만 하였다. 그래도 가정상수를 제외하고는 물의 용도가 적고 수질오염도 그리 심하지 않아 물에 대한 아쉬움을 별로 인식하지 못하였다. 당시는 물의 오염실태라든가 용수의 수질조사에 대해서는 비교적 관심이 적었다. 일부 소수의 보건학자나 생물학자들이 상수의 수질이나 수생 동식물의 연구에 관심을 둔 것이 전 부라하여도 과언은 아니다.

수생생물 조사과정에서 자연히 수질환경 요건에 관심을 기울이게 되었으며 이때부터 수생생물의 연구와 아울러 간단한 수질조사를 병행하게 되었다. 시초에는 주로 하천 생태계와 연안 생태계를 대상으로 한정된 연구를 하였으나 1960년대 들어 후진국을 탈피하기 위하여 산업 신장에 박차를 가하기 시작하면서 부터 인구의 도시집중화 현상이 급격히 일어나고 용수의 수요량도 급증하게 되었다. 이와 더불어 수질오염도 현저하게 가속화하기 시작하였다.

그후 오늘날까지 6차에 걸친 경제개발5개년계획을 수행하였고 국민소득을 100불대에서 5,000불이상 상회할 정도로 증가하게 되었다. 가난에 허덕일 때 흔히 유행하였던 보릿고개란 말도 어느새 사라지고 생활양식이 많이 윤택하여졌다.

그러나 선진국형 복지국가를 지향하면서도 폐하수 처리의 미비로 인하여 하천이나 호소등 우리생활에 직결되는 수자원이나 수질환경에 대한 오염은 소홀히 다루어져 왔다. 급기야 최근에는 식수마저 마음놓고 마시기 불안하게 되었으며 물

이 국민건강에 미치는 영향을 우려하는 소리가 점차 높아져 가고 있다.

수질오염에 의하여 식수뿐만 아니라 각종 농공 용수로도 사용하기가 어려워지면서 농공업 발전에도 많은 차질을 빚게 하였다. 이때부터 국민들도 물의 중요성을 깊이 깨닫게 되어 점차 수질오염을 개탄하기 시작하였고, 행정당국에서도 뒤늦게나마 인식을 새롭게 하여 수질오염 실태조사와 아울러, 오염방지대책에 중점을 기울이기 시작하였다. 이때부터 수질오염실태 및 방지대책에 대한 과학적 연구도 활기를 띠게 되었다.

■ 수질오염에 실태

선진국에서는 일찍이 수질이 인간의 건강에 미치는 영향이 매우 크며 산업발전에 있어서도 물이 필수적인 요인임을 인식하여 수질오염 및 그 피해에 관해서 많은 조사연구가 이루어져 왔다. 이와 병행하여 폐수처리 및 오염방지 대책에 관한 기술도 적지않게 개발되었다. 우리나라에서도 산업발전과 더불어 오염되어가는 수질현황과 자연하천수의 수질조사에 착수하여 우리나라 수질의 특성을 규명하는 동시에 오염실태를 파악하기 시작하였다. 그러나 이러한 조사는 산업신장의 뒷전에 밀려서 그간 적극적으로 추진되지 못하고 위축상태에 있었다. 다만, 수생 생물상을 대상으로 수역의 생태학적인 면에서는 그 나름대로 시종명백만은 유지시켜 왔다. 이러한 수질과 생물상의 변천에 연관성을 지어 조사한 성과는 인정할 수 있으나 이마저도 생물학적 수질판정에 이용할 수 있는 기초조사이며 초보단계를 벗어나지 못하고 있었다. 최근에 와서 산업발전이 더욱 급진적으로 신장되고 산업체가 대형화함에 따라 산업폐수량도 급증하고 폐수의 질이 다양하게 되었다. 이에 따라서 수질오염도 심각하여지면서 국민의 원성도 점차 고조되어 수자원 보호가 사회적인 문제로 대두되었다. 인구의 도시집중에 의한 도시확장과 신도시의 개발은 상수의 수요량 부족을 더욱 가중시키게 되었다. 반면에 도시 하수량은 이에 수반하여 증가 일로에 있었으며 오

염도 악화되어가는 추세에 있다.

우리나라는 주로 하천에 댐을 구축하고 담수한 물을 상수원으로 사용하고 있다. 아직까지 일부 하천에 가정하수나 공장폐수를 직접 흘려보내 처리장소로 하고 있는 현실을 볼때 폐하수의 유입이 하천오염과 동시에 상수원의 오염에도 직결되고 있는 것이다. 이같은 오염 실태를 철저히 조사하여 오염원의 방지대책을 강구하는 연구가 이루어져야 하나 아직 미흡한 상태이다.

선진외국에서는 일찍이 수질오염실태 조사에 착수하였고, 조사분석 기법도 매우 정밀하고 다양하게 되고 있다. 우리나라에서도 수질오염실태가 심화되어가자 하천 및 호소의 오염실태 조사에 착수하여 본격적으로 연구가 시작되었다. 초기에는 주로 무기오염물질을 대상으로 조사하였으나 그후 유기질의 오염에 역점을 두어 BOD, DO 등의 개념과 측정법을 도입하여 수질판정기준으로 사용하여 왔다. 일반적으로 가정하수는 생활양상의 변천에 따라 변화하고 있어 오염성분도 시기에 따라 자연 유동적이다. 중성세제인 ABS에 기인하는 오염도 1970년대 이후에서부터 부각되기 시작하여 수질오염의 원인물질로 물의를 일으키게 되자 급기야는 분해능이 빠른 연성세제인 LAS로 교체하였다. 그후 Bilder로 사용되고 있던 Tripoly인산도 하천이나 호소를 부영양화시키는 원인으로 밝혀지자 Zeolate로 대체되었다. 이같은 개선이 뒤늦게나마 이루어진 이면에는 중성세제에 의한 오염실태의 조사연구가 기초 자료로 공허되었다함은 주지의 사실이다. 상수원의 보호와 환경보전이라는 차원에서 볼 때 산업폐수에 의한 수질오염 실태를 조사하고 감시체계를 설립하는 일이 시급한 과제이다. 근래에 와서 산업폐수의 오염이 심각하여지고 국민의 반발이 더욱 거세게 일어나자 비로소 산업폐수의 실태조사와 유해물의 검색에 힘을 기울이게 되었다. 산업폐수중의 오염물질이나 유해물질도 산업이 발전함에 따라 다양하게 변천되므로 산업폐수의 조사연구는 앞으로 계속되어야 하며, 폐수의 조사방법에서도 최신장비가 동원되어 더욱 신속해야 할 줄 믿는다.

현재 선진국에서 활발히 연구하고 있는 수중에서 일어나는 오염성분 상호간의 변화와 폐하수가 혼입되었을 때 일어날 수 있는 오염물질의 동태에 관한 연구도 우리나라에서 시급히 진행되어야 할 줄로 믿는다. 특히 산업공장에서 배출되는 중금속이나 유해물질은 인간의 건강에 매우 심각한 영향을 미칠 뿐만 아니라 생태계에도 많은 피해를 주고 있다. 이미 선진국에서 이러한 중금속이나 유해물로 오염된 산업폐수로 인하여 발생한 공해병으로 인명에 피해를 주었던 사건은 잘 알려져 있다. 이 사건이후 선진국에서는 각종 산업공장에서 배출될 수 있는 유해물을 철저히 검색하는 한편 유해물이 생체에 미치는 영향 및 독성기전을 면밀히 추구하고 있고, 수역환경이나 수서 생물체내의 분포상태도 아울러 조사하고 있다.

그간 폐수조사 기법과 이론을 도입하여 우리 실정에 알맞도록 많은 개량 및 개선에 대한 연구가 이루어져 왔다. 이와 더불어 산업폐수에 의한 하천이나 호소의 수질과 생태학적인 변화에 대해서도 어느정도 연구가 이루어져 왔다. 그간 산발적이며 국지적인 수역을 대상으로 오염실태조사와 연구가 진행되어 왔으나, 최근에 와서 환경처나 과학기술처 등 당국의 후원아래 광범위한 오염조사가 이루어지게 되었다. 동시에 상수원인 인공댐의 수질오염 실태도 수질뿐만 아니라 저니토에 이르기 까지 이화학적 면이나 생태학적인 면에서 많은 조사 연구가 진행되고 있다.

■ 수처리 기술연구

현재와 같이 상수원이 다양한 폐하수에 의하여 오염되어 가고 있음을 감안할 때 양질의 상수공급에는 적지 않은 난관에 부딪히게 될 것이다. 종래와 같은 약물침전 및 단순여과 또는 염소소독으로는 소기의 목적을 달성하기 어렵게 되어 국민건강에 우려를 주게 되었다. 그러므로 현재의 처리기술, 공정 등을 재검토하는 한편 양질의 상수를 공급하기 위하여 많은 연구가 필요하다. 그러나 현재까지도 처리공법의 개선 등이 제대로 되어있지 않은 실정이다. 특히 냄새와 THMs 등



양질의 용수공급을 위한 수질분석 시험

을 제거할 수 있는 처리기술에 관한 연구가 시급한 것이다. 근래 선진국에서는 임상활성탄처리, 생물처리 및 오존처리에 대하여 연구가 활발히 진행되고 있으며 또한 실용화하고 있다. 우리나라에서도 이러한 선진국의 정보는 입수되고 있으나 아직 기술도입이라든가 종전방법과 유효적절하게 근접시켜 처리목적에 부합 될 수 있는 연구가 이루어져 있지 않아 앞으로 시급히 착수하여야 할 줄 믿는다.

종합적인 하천수의 오염실태 파악은 수처리 기술의 개선과 수질오염의 저감방안연구에 많은 기초자료로 이용된다. 가정이나 도시하수 등 광역종말처리장의 설치도 시급하며 이에 따르는 기술개발도 병행하여 강구되어야 한다. 도시하수 처리공정과 시설이 선진국의 기존시설에 준하여 주로 활성스랏지법이 사용되고 있으나 선진국에서는 생물막 폐수처리법 등 새로운 공법이 개발이 용되고 있다. 우리나라 하수의 질은 선진국과 동일할 수는 없다는 점을 감안할 때 도입된 기술을 재검토하여 우리나라하수에 적용하여야 할 줄 믿

는다. 이같이 선진국기술을 개선하여 사용한다 하더라도 뜻하지 않은 문제가 발생할 수 있다는 점에 유의하여 끊임없이 처리공정과 운영방법의 검토가 이루어져야 한다. 즉 도시하수의 오염실태에 따라 처리기술 및 처리공정을 알맞도록 개선하여야 할 필요도 있다고 생각된다. 그러나 아직 우리나라에서는 대도시를 제외한 중소도시나 농촌 소부락에서는 폐수처리 시설이 미비하여 이러한 중소도시에 적용할 수 있는 처리기술연구는 아직 활발하지는 않다. 간혹 발표된 연구보고가 있다 하여도 실용성에서는 여러가지 점에서 문제가 있어 더 많은 연구가 필요하다고 본다. 일반업체의 산업폐수 처리시설의 설치와 운영에 있어서 자금사정 등으로 인하여 대기업을 제외한 중소기업에서는 폐수처리 기술의 자체 개발은 기대하기 어려울 뿐만 아니라 또한 처리시설의 원활한 가동에도 문제가 있을 것이다. 영세기업의 육성에 있어 이들이 배출하는 산업폐수의 처리에 관심을 두어 영세기업체에 기여할 수 있는 연구가 이루어져야 한다.

최근에 와서 산업폐수 처리 기술분야에 관한 연구에 박차를 가하게 된 것은 산업체의 신장에는 용수가 필수요건임을 감안할 때 하천이나 호소가 폐수로 오염되면 용수원이 악화되어 용수난을 겪게 되기 때문이라고 생각된다. 따라서 선진국의 산업폐수처리 기술을 하루 속히 도입하여야 하는 한편 우리나라 공방폐수에 적합성 여부를 판단하여야 한다. 또한 공법이나 운영상에 있어서 필요하거나 미비하다고 인정되는 점이 있으면 신중히 검토하여 개선과 보완을 하여야 한다. 현재 산업폐수처리분야에 있어서 각 산업체나 연구기관에서 많은 관심을 기울여 연구에 착수하고는 있으나 아직은 요원하다고 볼 수 있다. 따라서 폐수의 기계적처리공법과 약물처리 등 화학적인 처리기술 공법이 개발되어야 하며 각 산업체에서 배출되는 유해폐수의 공동처리에 관해서도 집중적으로 연구가 이루어져야 한다. 현재까지 이러한 연구사업을 수행하기에는 연구투자가 너무 미약하였고 연구인력도 부족하여 이에 대한 연구가 아직도 미흡한 상태이다. 따라서 앞으로는 많은 연

구가 이루어져야 하며 인력의 양성도 시급한 과제인 것이다.

■ 수질관리 기술

현재 상수원의 약 85%를 하천수에 의존하고 있음에도 불구하고 하천수질관리 기술에 관한 연구는 거의 이루어진바 없다. 하천수질보전을 위해서는 유역의 오염원상태를 파악하고, 유입량과 유입된 오염물이 하천의 자정능력에 의한 동화량을 조사하여 유역전체를 관리할 수 있는 수질모델을 개발하여야 한다. 이 수질모델을 이용하여 수질의 종합적인 관리체계 수립을 강구하여야 하며, 하천수질의 정확한 해석으로 하천이 건전한 상태를 유지할 수 있는 방안을 모색하여야 한다. 수질의 오염실태와 상수원으로 공급할 때 필요한 제반문제에 관해서는 수리수문학적으로도 연구가 이루어져야 할줄 안다. 최근에 Computer 등의 기술도입으로 이러한 분야의 연구가 활기를 띄게 되면서 각광을 받고 있으나 아직도 초보단계에 불과하다고 본다. 상수원 수역과 상수원수 관리에 대한 기술개발이나 개선방안에 대한 연구 등은 매우 미약한 상태이다.

이보다도 상수나 하천수의 관리체계에 대한 기준 설정이 선행되어야 한다. 그러나 현재 우리나라에서 적용해왔던 상수나 하천수의 관리기준은 외국의 기준설정을 참조하여 설정하였기 때문에 적지않은 모순을 내포하고 있다고 본다. 현재 선진국에서는 산업폐수의 관리규정도 점차 엄격하게 규제하고 상업의 발달에 따라 규제항목도 추가되어가는 추세에 있다. 또한 이미 오염될 우려가 있는 유해금속, 유기용매 또는 유해 유기화합물로 인한 독성작용과 독성물질에 대하여 엄격한 규제와 관리기술연구도 진행되고 왔으나 우리나라에서는 아직까지 별로 연구된 바가 없다. 동시에 상수원이 악화되어 휴민질이 증가할 때 염소처리를 하면 THMs가 생성되는 문제라든가 부영양화가 진행되어 발생하는 냄새 등의 전구체를 규명하여 이에 적절히 대처할 수 있는 상수원 수질 규제와 관리기술에 대한 연구가 제대로 이루어

어져야 할 것이다. 사용량은 그리 많지는 않으나 현재 지하수도 상수원으로 사용하고 있으며, 우리나라의 지하수는 부존량이 무시할 수 없을 정도로 막대하다고 한다. 지하수의 개발에 앞서 지하수의 보전을 위하여 선진국 못지않게 전국적으로 지하수 실태조사와 지하수 오염을 미연에 방지할 수 있는 관리체계의 실정에 대한 연구에도 많은 노력을 기울여야 한다고 본다.

선진 공업국에서도 산업폐기물의 매립 또는 폐수의 침투로 인하여 야기되는 지하수 오염을 우려하여 지하수의 수질과 오염실태 조사를 기초로 하여 엄격한 지하수 수질기준 설정을 확립하고, 관리방법 연구에 적지않은 노력을 기울이고 있다. 특히 산업폐수는 그 산업체의 특색에 따라 규제 항목을 설정하여 관리하고 있다.

우리나라의 폐수관리 규제에 있어서도 선진국의 규제에 준하여 설정하고 있으나 앞으로 우리나라 각 산업장에서 배출되는 폐수에 적합한 규제가 설정되어야 한다. 또한 현행 농도규제에서 배출총량 규제로 전환하려는 추세를 보이나 이에 필요한 기초 연구도 이루어져야 할 것이다. 특히 수역주위에서 발생할 수 있는 오염원이 수역에 미치는 영향을 평가하는 제도를 도입하여 수역변의 개발을 철저히 규제하여야 할 것이다. 따라서 이에 필요한 많은 폐수관리 기술과 영향평가에 대한 연구를 더욱더 발전시켜야 할 줄로 믿는다.

■ 결 론

수자원은 이제 무시할 수 없는 귀중한 자연자원이며 수질을 보호하지 않고는 쾌적한 복지사회가 이루어 질 수 없고 반대로 피해를 줄 우려만 있을 뿐이다. 앞으로도 수질오염에 관한 실태조사와 방지대책은 산업이 발달되어 갈수록 더욱 정밀하고 고도의 기술개발이 요구된다. 선진국에서는 1960년대 이전에 이미 폐하수에 관한 수질오염이 인간과 환경에 피해를 줄 것을 우려하여 철저한 폐수처리와 수질관리체계를 정확히 확립하여 엄격히 운영하여 왔다. 이들 나라는 하천의 오염방지 대책에 관하여서는 만전을 기하고 있을

뿐만 아니라 시설의 개선이라든가 운영체계 및 고도처리방법과 운영비 저감에 대한 연구에도 주력하고 있다. 이에 반하여 우리나라는 환경문제에 관해서는 이제 시작이라 하여도 과언은 아니다. 아직도 폐하수처리 시설이 미비하고 관리체계가 초보상태에 있어 선진국 대열에 어깨를 견준다는 것은 요원한 일이며 많은 투자와 연구가 이루어져야 한다. 수질오염에 의한 피해는 비단 사람이 자연환경에 한정된 것은 아니며 농공업 및 수산업에도 영향을 주어 경제신장을 기대하기는 어려울 것이다. 이러한 관점에서 볼 때 수질오염은 산업위축마저 가져올 우려가 있다. 수질방지 대책에 관한 연구는 생산기술 연구에 못지않게 중요하다는 것을 알아야 한다. 앞으로도 사회가 발전하면 할수록 수질보전에 관하여 해결해야 할 많은 난문제가 계속 제기될 것이다. 수질오염의 피해실태 조사와 수역보호 및 환경평가 등 수질보전에 관한 연구는 항상 계속되고 발전되어야 하리라고 믿는다. 보건위생면에서나 산업신장면에서 수질로 인하여 가로막힌 제반문제를 해결하여야 우리가 지향하는 복지사회가 이룩될 것으로 본다. 그러므로 수질오염 실태와 생태계의 변화는 계속 규명하여야 하고 아울러 폐수중에 발생할 수 있는 미량의 유해물질의 오염을 예측하여 미리 고도의 검색방법과 독성에 관한 연구도 병행하여야 할 것이다.

상수처리와 폐하수처리의 기술개발에 있어서도 더욱 심도있는 연구가 이루어져야 맑은 수역과 양질의 식용수를 얻을 수 있게 되리라고 믿는다. 이러한 수질보전에 관한 전반적인 연구는 필수 불가결한 과제이므로 정부와 기업체 등에서 많은 투자가 이루어져야 효율적으로 진행되리라 믿는다.

최근 수질보전학회, 육수학회, 수리수문학회 및 유관 연구단체에서 수질보전에 관한 연구가 활발히 이루어지고 있으나 선진국에 비하면 아직 요원한 상태이다. 따라서 앞으로 산·학·관이 삼위일체가 되어 폐수 오염방지에 대한 연구개발에 주력할 때 선진국과 같이 수질오염 문제가 해결될 수 있을 것이다.