

# 기존의 물 관리 시스템에 대한 재검토와 초고속응집침전처리의 적용

윤태일 (인하대학교 환경공학과 교수)

## 1. 기존의 물 관리 시스템

기존의 물 관리 시스템은 100년 이상 우리의 위생 문제를 해결하는 데 기여를 해 왔다. 이것은 상수도 시스템과 하수도 시스템으로 되어 있다. 상수도 시스템의 도입으로 상수도가 잘 보급된 지역에서는 수인성 질병이 사라지게 되었고 하수도 시스템은 우리가 물을 소비하며 물에 가해 준 오염물질을 성공적으로 우리의 도시환경 밖으로 운반하도록 하는 데 기여하였다. 이 분리된 하수를 하수처리장에서 처리함으로써 도시밖에 있는 큰 하천이나 호수나 바다와 같은 수체의 규모가 큰 방류 수역의 수질이 보호될 것으로 믿어 왔다.

이와 같은 물 관리 시스템의 가장 필수적인 특성은 오염된 하수로부터 오염되지 않은 상수도 공급에 대해 오염을 방지할 수 있는 믿음만한 장벽을 만드는 책임을 인식해야 한다. 즉, 어떠한 새로운 물 관리 시스템도 이 수인성질병에 대응하는 장벽으로서의 역할을 위태롭게 해서는 안 된다.

지난 30년간에 우리 나라도 환경문제에 대한 인식이 많이 바뀌어 왔다. 동시에 상수도 수질문제에 대한 일반 시민의 관심이 비정상적일 정도로 고조되고 깨끗한 상수원수의 다량공급을 목적으로 다목적 댐의 건설과 광역상수도의 개념이 발전되었다. 그러나 팔당 등 상수원수의 수질 악화에서 보듯이 막대한 비용을 들이고서도 여전히 많은 문제를 안고 있는 것이다. 필요하다면 댐을 건설하여 중앙집중식의 광역상수도 및 상수관망만을 이용한 상수도 공급 개념과 하수는 하수관망으로 분리하여 처리하는 방식만을 고집하는 기

존의 물 관리 시스템은, 외부 환경으로의 배출 전에 적절한 처리를 도입하여 조금씩 수질을 개선해 나가는 있음에도 불구하고, 하수도 시스템에 투자를 하기 어려운 따라서 이러한 인프라 구조가 되어 있지 않은 발전중인 소규모 도시들의 증가와 함께 현대적인 개념의 환경적인 성취도 면에서 보면 완전한 실패작인 것이다.

기본적인 요체는 물이 오염물질의 운반수단으로 이용되고 있다는 것이다.

가정용수, 농업용수, 산업용수, 축산용수 등 모든 이용의 결과로는 물론이고 의도적으로 이용되지 않은 경우의 물 즉 도시의 우류수나 농촌 지역의 우류수나 비점오염원에서 발생하는 오염물질을 함유한 물조차 오염물질의 운반수단으로 이용되고 있다. 이때 우리나라와 같이 단위 가용면적당 인구밀도가 대단히 크고 비점오염원에 의한 오염물질 발생부하량이 높은 경우에도 기존의 물 관리 시스템이 과연 지속가능한(sustainable) 해결방안이 될 수 있을 것인가? 지금이 바로 기존의 물 관리 시스템에 대한 기본 개념이 재평가되고 수정되어야 할 시점은 아닌가? 중앙집중식 상수도 공급과 하수배제의 전통으로부터 분산된 접근 방법으로서의 변화가 필요한 것은 아닐까? 이러한 근본적인 패러다임의 변화가 필요한 시기가 된 것이다.

## 2. 물의 재순환

공장내의 물의 재순환처럼 소규모의 물의 재순환은 전체 물 소비를 줄일 수 있는 장점이 있다. 물의 재순

환과 재이용에 의한 물 소비의 절약은 클린텍의 중요한 한 부분이 되고 있다.

물은 그 자체가 지속가능한 자원이다. 물은 자체가 재순환되는 속성을 지니고 있다. 따라서 석유나 석탄처럼 제한된 매장량을 지니고 있는 자원을 소진시키고 있는 상황과는 본질적으로 다른 문제인 것이다. 물의 경우에는 이용 가능한 흐름을 재조정하는 문제인 것이다. 우리나라와 같은 온대지방의 경우 대부분 충분한 물이 있다. 또한 흐름을 잘 조정한다면 소비는 지속가능할 수 있다. 물 값을 많이 올려서 물을 절약하도록 하는 것이 수질환경문제의 해결에 요체라는 개념을 가지고 문제에 접근하는 경우도 있다. 그러나 저수지가 채워지는 속도보다 더 빠른 속도로 이용되지 않는 한 물 소비는 지속가능하므로 이 개념은 잘못된 개념이다. 물론 용수 공급량이 수요에 못 미치므로서 물의 재순환이나 재이용이 필연적으로 요구되는 경우가 있기는 하나 문제는 용수공급에 이용될 수 없을 정도로 오염도가 심각해지고 있다는 점이다.

더 큰 규모로 물의 재순환을 살펴 보면 우리가 사용하고 배출된 물은 하천, 호소, 바다로 유입되고 각종 수역과 지표면에서 증발된 물은 다시 비가 되어 지표로 되돌아온다. 이들 빗물은 지표면을 거쳐 용수원으로 사용하는 하천이나 호소로 유입되고 있다. 이들 하천수나 호소수가 취수되어 각종 용수원수로 이용되고 있다. 이 때 하천수나 호소수가 배출된 각종 폐수와 비점오염원 발생 오염물질로 오염되어 용수로 이용할 수 없는 수준으로 수질이 악화되면 큰 규모의 물의 재순환 사이클이 바로 용수의 이용 앞에서 끊어지게 되는 것이다. 기존의 물 관리 시스템하에서 우리는 현재 그러한 위기에 점차로 다가가고 있는 것이다. 이러한 문제의 해결책은 물을 정화하는 것이다. 그러나 정화를 위한 에너지가 필요하고 이 에너지 자원은 재이용가능하지 않다는 것이 문제이다. 실제로 화석 에너지의 이용은 지속가능하지 않다. 이를 피하기 위해 가능하면 정화하기보다는 발생원에서 오염이 예방되어야 한다. 이러한 개념이 클린텍의 개념이다. 그러나 큰 규모로 물의 재순환을 고찰할 때 우리가 채택할 수 있는 클린텍의 개념이란 (축)분뇨의 위생적인 수거

와 재활용, 개발의 억제(산업체 입지의 제한), 유기농법의 적용, DDT, PCB, 일부 농약 등 독성물질의 사용금지 등이 될 것이다.

그러나 위와 같은 클린텍의 개념에 의한 조치만으로 용수원으로 사용하는 하천이나 호소를 적절한 수질로 유지하는 것은 거의 불가능하다. 결국은 큰 규모의 재순환이 원활하게 되려면 'end of pipe' 개념의 처리기술을 필요로 한다.

### 3. 물의 이용은 물을 오염시킨다

물의 소비는 어떤 주어진 장소에서 과잉으로 존재하는 원치 않는 물질을 제거하게 된다. 이 때 문제는 물질들이 추가되고 운반되고 확산된다는 점이다. 즉 물의 소비는 물의 이용지점으로부터 멀리 운반하는 수단으로서 물을 이용하려는 의도하에 물을 오염시키는 것이다. 물 소비량의 상당한 감소는 제거될 오염물질의 운반이나 물의 소비에 대한 대안을 포함할 수 있음을 알고 있다.

관을 통한 물의 공급이나 배제, 하천의 복개 등은 투시하거나 가려진 부분을 볼 수 없게 하기 때문에 환경적으로 볼 때 위험할 수 있다. 더럽혀진 하천을 가리고 살면서 애써 오염된 현실을 외면하는 사이에 강물은 검은, 냄새나는, 죽은 강으로 변하고 있다. 호수는 조류의 변성으로 스포츠투어리즘 초록 빛으로 변하고 있다. 해결책은 폐수처리이고 방류전에 유기물질, 질소와 인이 물로부터 제거되어야 한다. 도시에서의 물의 소비는 금속이나 전에는 천연중에 존재하지 않았던 새로운 화학물질과 같은 기존의 생물학적 처리장에서 제거하기에 적합하지 않은 일부 성분의 추가를 가져온다.

바로 지금이 이들 문제를 조각 조각 개별적으로가 아니라 전체적으로 다시 들여다볼 시기인 것이다. 이러한 관점에서 몇 가지 기본 원칙을 유념해야 한다.

우리가 사용한 모든 성분은 궁극적으로 폐수에서 검출될 수 있다.

화학분석 능력이 발전하면서 이제는 우리가 사용한 모든 성분을 아주 적은 양이라도 물에서 검출할 수 있

다. 인간활동에서 나온 모든 폐기물이 화학적으로 검출가능하다는 현실을 직시해야 한다.

물은 비용을 얼마나 들이느냐에 따라 원하는 모든 정도로 처리가 가능하다. 그러나 얼마나 잘 처리하던간에 검출가능한 잔류물이 남는다.

그리고 빗물이 지표면에 떨어지는 순간부터 물은 오염되기 시작한다. 지표면을 흐르면서 지표면에 축적된 오염물질을 운반하기 시작한다. 우리는 이 우류수는 깨끗한 물인 것 처럼 착각하고 살아오고 있다. 그러나 유역의 이용정도에 따라 정도가 다르지만 어떤 경우에는 대단히 오염된 수준이다. 특히 댐과 간척호가 많고 이들 호소의 물을 상수원이나 농업용수원으로 이용하고 있는 우리나라는 이들 호소로 유입되는 우류수를 대부분 오염된 물로 즉 처리를 필요로 하는 물로 보아야 한다. 왜냐 하면 호소의 부영양화를 피하려면 총인의 농도를 0.02mg/l 수준으로 낮추어야 하기 때문이다. 그러나 산업활동이 활발한 대부분의 유역에서 강우시에는 적어도 수십배 높은 농도의 우류수가 유입되기 때문이다. 그러나 여름에 집중 강우가 있는 우리는 그 많은 빗물을 어떻게 처리하느냐며 이 물을 처리할 수 없다고 포기하거나 소극적으로 처리하며 대처해 왔다. 그러나 이 물이 처리되지 않는 한 큰 규모로의 물의 재순환과 이용이 위태롭게 된다.

#### 4. 재순환을 위한 폐수처리 - 'low tech' 나 'high tech' 나?

지금까지 점오염원에서 발생하는 폐수를 분리 차집하여 폐수처리를 해왔다. 그러나 이 방법은 큰 규모의 재순환을 가능케 하는 궁극적인 해결방안이 되지 못하고 있다. 왜냐 하면 비점오염원에서 발생하는 오염물질의 유입부하량이 점차 증가하고 있는 추세에서 분리 수집된 폐수만의 처리는 하천도 호소도 깨끗하게 유지하지 못하게 하기 때문이다.

점오염원의 처리를 위해서는 비교적 'high tech'에 근접된 처리기술이 적용되고 있으나 비점오염원 발생 오염물질을 처리하기 위해서는 많은 우류수를 함께 처리해야 하므로 지속불가능한 에너지 소비가

요구되는 'high tech'으로는 감당을 포기한 지 오래다. 오히려 'low tech'을 이용하여 접근하고 있으나 정립된 위생상의 요구와 위험 평가를 만족시키기 어려우므로 또한 문제이다.

'low tech' 접근법은 기술적으로 단순하고 쉬운 해결책이며 'high tech'과는 달리 '친자연적'이라는 믿음을 종종 갖고 있다. 그러나 전혀 그렇지 않을 수 있다. 근본적으로 "모든 기술적인 처리방법은 신뢰성있게 작동되어야 한다" 'low tech'해법은 기술적으로 단순하긴 하나 생태학적으로 복잡하고 종종 운전하기 어렵다. 많은 예를 들 수 있다. 갈대 등의 식생을 이용한 인공습지와 부레옥잠을 이용한 영양염류의 제거가 좋은 예이다. 유사하게 대용량의 라군도 건설하기는 쉬우나 생태학적으로 매우 복잡하고 운전하기 힘들다.

#### 5. 가능한 대안 - 초고속응집침전처리(URC)

수질 문제는 더 이상 별개의 세부적인 문제로 보아서는 안 된다. 오히려 큰 규모의 재순환이 가능하도록 지표면에 떨어지기 전의 빗물과 용수원으로 사용하는 호소나 이용가능한 수역 사이에 연결고리가 되도록 하는 수단이 필요하다. 그러기 위해서는 우리가 가지고 있는 대안들 - 사용금지, 재이용, 전환, 함유, 확산을 고려해 볼 때 기술적인 유일한 대안은 초고속응집침전처리에 의해 미처 처리하지 못하고 배출하는 물에 섞여 들어온 점오염원 발생 오염물질과 우류수에 섞여 배출되는 비점오염원 발생 오염물질을 다 처리하는 것이다.

지금까지 우리는 점오염원에서 나오는 유기물질과 부유물질의 처리에만 집착해왔다. 아직도 모든 대책은 BOD중심의 사고에서 마련되고 있는 것이다. 이제 난분해성 물질, 약취, 소독, 인, 암모니아, 질소, 중금속, 여과성 부유물, 생태독성화학물질, 휘발성 유기물질로 점차 관심이 변화하고 있다. 이러한 넓은 스펙트럼의 처리 요구에 대해 가장 경제적으로 그리고 친환경적으로 큰 규모의 재순환을 가능케 할 수 있는 기술적인 수단이 무엇인지 검토할 시기가 되었다.

넓은 스펙트럼의 폐수정화기술이 있다. 이들 기술로 돈만 들이면 어떤 정도의 수질로도 처리가 가능하다. 문제는 경제성이다. 경제적으로 큰 규모의 재순환이 가능하게 하고 물의 이용을 필요한 곳에서 필요한 만큼 할 수 있게 하는 기술이 되어 수역 환경을 보전할 수 있어야 한다. 이럴 수 있는 가장 경제적인 기술이 초고속응집침전처리기술이다. 슬러지는 전량 재활용하므로 약품비 등 운영비를 매우 낮출 수 있다. 부지를 적게 차지하고 시설비가 많이 들지 않는다. 이 방법으로는 하천수를 전량 경제적으로 처리할 수 있고 인, 중금속, 부유물질과 유기물질을 효과적으로 처리할 수 있으므로 도심속의 소하천을 맑게 유지할 수 있고 식수원과 농업용수원으로 사용하고 있는 호소를 담수호로 살릴 수 있고 궁극적으로는 적조로 고생하는 연안 해역을 살려 낼 수 있다.

## 6. 결론

물의 순환 시스템 전체에 대한 관점에서 그리고 우리 사회를 통한 물과 물질의 흐름에 대한 적절한 분석을 통해 물, 자원, 쾌적한 삶과 환경문제에 대한 재평

가를 필요로 한다. 수자원을 포함한 자원의 지속가능한 이용면에서의 가치 부여와 환경오염물질의 최종 운명과 삶의 질을 조화한 유입유출분석과 전생애분석 등이 도구로 이용될 수 있을 것이다. 처리기술, 오염물질의 거동, 경제성 등의 면에서 한센의 도구가 필요하다. 이들 도구를 이용하여 큰 규모의 물의 순환이 원활하게 이루어질 수 있는 수단을 찾아야 한다. 필자는 이를 위한 가장 잠재력이 큰 기술로 초고속응집침전처리(URC)를 제안하고자 한다. 이러한 적극적인 비점오염원 발생 오염물질을 해결할 수 있는 방법을 적용하여 현재의 물 관리 시스템의 수정이 시도되어야 한다.

엔지니어는 가능한 많은 기술적인 대안을 사회에서 이용할 수 있도록 하는 역할을 해야 한다. 그리고 이들 대안들이 사회가 가지고 있는 문제나 목적과 관련하여 적용될 수 있는 방안에 대해 적절한 전망을 제시해야 한다. 초고속응집침전처리가 우리 사회의 발전에 따라 야기된 시화호, 팔당 상수원의 부영양화, 새만금간척호, 도심의 오염하천, 연안 해역의 적조 문제 등의 해결에 도움이 되는 수단으로서 큰 규모의 물의 순환과 이용을 원활하게 하는 데 기여할 것이다. ●