



하영철 / 서울대학교  
미생물학과교수

# 수자원 보전을 위한 생태학적 제언

현대 사회의 특징은 도시화와 산업사회화라고 규정할 수 있다. 이를 구현하기 위해서는 양질의 수자원을 확보하는 것이 필수적이다. 우리나라도 그간 수 많은 댐과 하구를 막아 수자원의 확보를 위하여 경제발전에 크게 기여하였다. 그러나 우리나라의 경우 물에 관한 천혜의 나라라는 안일한 생각 때문에 아무런 거리낌없이 물을 마구 사용하고 버림으로서 오늘 날 수질 오염이 국민 건강마저 위협하는 심각한 사회문제로까지 비화하는 지경에 이르렀다. 오늘 날 우리나라 수계 오염의 실상을 살펴보면 가정하수, 공장폐수, 농축산 폐수, 쓰레기등이 주를 이루고 있다. 이들은 모두 고농도의 유기물을 함유하고 있어서 생태계에 유입 즉시 생태계에 위해를 나타내어 안정상태의 생태계를 교란함으로써 수자원으로서의 가치를 상실케 하고 있다.

이에 정부는 위기 의식을 느끼고 팔당댐과 대청댐을 중심으로하여 수질보전특별대책지역을 지정선포하여 오 폐수 배출시설의 입지를 제한하고 더 나아가 엄격한 폐수배출 허용기준을 마련하였으며, 필요에 따라서는 수질오염원에 대한 총량규제를 할 수 있도록 하는 등 일련의 행정적 조치를 강구하였다. 이미 때 늦은 조치이기는 하나 선연적 차원에서 그치지 말고 실효성을 거둘수 있도록 공익적 차원에서 강력히 추진하여 주기를 간절히 바라는 바이다. 이와 함께 정부는 수질보전 특별지역 내에 금년 중 457억원의 예산을 투입하여 하수처리장 8개소, 간이 오수처리장 24개소, 축산폐수공동처리장 38개소를 집중 설치하여 생활하수와 축산폐수를 원천 처리할 계획을 세웠다. 이러한 조치와 노력은 쌍수를 들어 환영하며 이것이 상수원 보전에 지대

한 공헌을 할 것임은 믿어 의심치 않는 바이다. 그러나 이것만으로 심각한 수자원의 수질을 보전할 수는 없다. 가령 수계로 유입되는 모든 유기물폐수를 이상적으로 완전히 처리하여 무기물화한 후 수계로 방류하면 수계에 BOD부하는 없게될 것이나 이 방류수에는 유기물은 함유되어 있지 않더라도 질소와 인과 같은 무기영양염류가 대단히 많이 함유되어 있다. 이 물이 수계로 유입 되면 지금까지 광합성생물의 생육에 한정요인(Limiting factor)이었던 인과 질소 화합물이 풍부하게 공급되어 부영양화됨으로서 식물성플랑크톤, 수생식물, 부착조류와 같은 광합성생물이 태양광선을 이용하여 유기물을 합성하고 이것을 수계 내부에 축적함으로써 수계의 BOD부하를 가져 오게하는 2차오염의 원인이 된다. 그 결과 생물체의 사체와 유기물은 부유도양입자와 더불어 침전되어 하상에 쌓이게 되며 이것이 미생물에 의하여 분해되면 악취가 발생하고 수괴는 무산소상태로 되어 수질은 극도로 악화된다. 옛말에 고인 물은 썩는다는 말이 있듯이 유속이 약하며 물이 정체되는 시간이 긴 곳(호소)이거나 물교환율이 작은 곳일수록 이러한 현상이 일어나기가 쉽다. 부영양화 수계에 있어서 광합성에 의한 유기물로 인하여 수질이 악화되는 것 이외에도 Cyanobacteria, Actinomycetes 및 Diatom의 대발생하면 이들이 Geosmin, 2-methylisoborneol이나 저분자량의 유기산등을 분비하여 역한 냄새를 내게 하기도 하고, 또 Anabaena flos-aquae는 VFDF (very fast death factor) 라는 alkaloid 독성물질을, Microcyst aeruginosa는 FDF (fast death factor) 및 SDF (slow death factor) 라는 polypeptide

독성물질은, Aphaniyomenon spp는 saxifonin이라는 독성성분을 분비하여 사람에게 접촉성 피부염, 장염등을 일으키고, 물고기와 가축의 폐사와 사람의 생명도 위협하는 원인이 되기도 한다. 또한 미생물이 생산하는 세포외산물(extra cellulor product ECD)이나대사산물은 상수처리시 염소소독단계에서 발암물질인 THM(trihalomethane)을 생성하게하는 원인물질이 되기도 한다.

또한 호수와 같은 수계가 부영양화로 식물체가 번성하여 물속에 유기물의 양이 증가하고 저질토가 쌓이게 되면 결국 호소는 매몰되게 된다. 이것을 천이(sucrsion)이라고 한다. 천이과정은 호수의 크기 주위의 산림, 토양, 강우량, 기후등에 따라 다르나 대체로 자연상태하에서는 짧게는 몇백년 길게는 수천년이 걸린다. 그러나 인간의 간섭에 의하여 부영양화가 촉진되면 천이과정은 단축된다. 그 대표적인 예로 경포호를 들 수 있다. 현재의 경포호의 면적은 40여년전의 절반 밖에 되지 않는다. 이는 경포호주위의 농경지의 개발과 유입수의 차단등으로 물고환율이 낮아 부영양화가 되었고 그 결과 부들, 갈대, 줄, 연, 마름등의 대형수초에 의한 엄청난 유기물의 생성과 이들의 사체가 날로 쌓이고 주위 농경지로부터 인과 질소가 지속적으로 유입되어 부영양화를 촉진함으로써 토사와 더불어 호수의 매립이 가속화된 결과이다. 이런 상태가 지속된다면 경포호의 수질의 악화는 물론이거니와 머지않은 장래에 경포호가 한국지도상에서 영원히 사라질 운명에 처하게 될 것이다. 이러한 현상은 경포호 뿐만 아니라 팔당호의 일부에서도 이미 나타나고 있어 수질의 악화와 더불어 날이 갈수록 호수의 면적은 가속적으로 좁아지게 될 것이다.

이상으로 볼때 유기폐수를 1.2차 처리한 후 수계로 방류하는 것은 부영양화를 야기시키고 부영양화는 광합성생물에 의하여 수계에 2차오염을 일으키게 됨으로 생태학적 물질 순환의 원리를 응용한 3차처리의 시행과 농작물의 생산성을 높이기 위하여 실시하고 있는 비료와 농약의 과다한 사용은 비점오염원으로 수계에 유입되어 부영양화의 원인이 되고 있으므로 이에 대한 규제 없이는 양질의 수질과 수환경을 보전하기가 어려울 것이다. 또 다른 하나의 문제점은 총량규제에 대한 척도의 마련인 것이다. 수계 생태계에 존재하는 유기물은 생태계 내에서 광합성생물에 의하여 합성되는 유기물(autochthonous arganic substances)이나 외부에서

유입되는 유기물(allochthonous organic substance s)이 있다. 그럼에도 불구하고 오염물질의 총량규제를 외치는 회의에 참석하여 보면 생태계의 자체생산유기물의양과 수계 생태계의 오염물질의 수용능력을 무시한 채 외부에서 유입되는 유기물의 총량과 수계의 수량으로 환산하여 BOD값을 구하고 이것을 총량규제의 척도로 삼으려는 우를 범하는 것을 여러번 보았다. 정부가 1990년7월11일 환경보전위원회 제2차회의에서 팔당과 대청호가 오염에 의하여 상수원으로서 부적합하다고 우려될 경우에는 현재의 오염농도규제방식을 바꾸어 우리나라에서는 처음으로 수질 오염원에 대한 총량규제를 실시키로 하고, 구체적방안은 환경처가 강구하도록 하였으므로 자체에 우리나라 수환경에 알맞은 올바른 총량규제의 척도를 마련하는 것이 시급하게 되었다.

총량규제의 척도를 마련하려면 수계 생태계의 구조와 기능을 파악하지 않고는 불가능하다. 수계 생태계가 맑고 깨끗한 물을 유지하려면 이 계를 구성하고 있는 물리화학적 요소와 생물학적 요소가 서로 복잡하게 작용과 반작용을 반복하면서 이들 요소들의 종류와 크기가 일정하게 유지되고 먹이 연쇄에 따른 에너지의 흐름과 물질순환의 balance가 유지되는 평형상태에서 항상성(Homeostasis)를 보존할 수 있어야 한다. 일반적으로 맑고 깨끗한 수계생태계의 에너지 공급의 원천은 광합성생물이 합성하는 유기물이나 이계를 구성하고 있는 요소들의 종류와 크기 및 특성에 따라서는 이에 더하여 어느 정도의 외부 유기물이 유입되더라도 생태계의 항상성은 교란이나 파괴가 되지 않고 유지된다. 이때 항상성이 유지되는 범주내의 최대 유기물의 유입량이 그생태계의 유기물의 수용능력이되고 이것이 곧 오염물질의 총량규제의 척도가 되는 것이다. 이 범주를 벗어나도록 많은 양의 오염물질이 수계에 유입되면 그 생태계는 교란 파괴되고 이에따라 수질은 악화되는 것이다. 그러나 현재까지 우리나라에서는 수계생태계를 대상으로 하여 그 구조와 기능을 파악하여 그 생태계의 수용능을 밝히는 연구를 수행한바가 없다. 더욱이 생태계의 파악은 수 많은 여러 분야의 학자가 조직적으로 적어도 5년이상 연구를 수행하여야 가능한 것이므로 하루 속히 정책당국은 이에 귀를 기울여 우리나라 생태계의 알맞은 총량규제의 근거를 마련하여 근본적인 수질보전과 환경의 올바른 평가 및 관리 정책을 수립하여 주기 바란다. \*