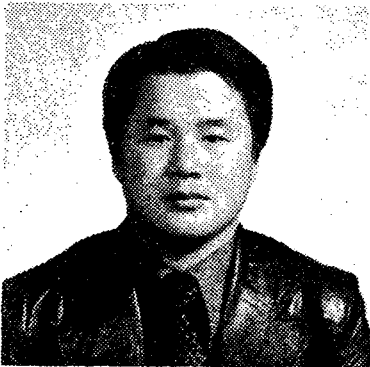




지하수의 오염사례

오랫동안 지하수는 흙속에 식생하는 각종 미생물과 토립자 자체에 의해서 깨끗하게 되는 자정작용에 의해서 오염으로부터 보호된다고 믿어져왔다. 그러나 오늘날에 와서는 토양미생물과 토립자에 의한 정화능력은 인류가 사용하고 있는 63,000여 가지의 합성유기화학물에 대해서 더 이상 그 어떤 마력을 발휘하지 못하게 되었다. 토양미생물과 토립자에 의한 자정작용의 한계를 초과하는 오염물질이 우리의 지하환경을 이미 오염시켰거나 시키고 있는 실정이다. 우리 피부에 직접 닿는 대기오염이나 지표수 오염문제는 이미 오래전부터 그 대책을 강구하여 왔으나 지하수 오염문제는 아직도 지하수 자체만의 오염으로 생각하지 대수층 즉 토립자 자체의 오염으로 인한 장기적인(지질학적인) 문제는 별로 인지하지 못하고 있는 실정이다.



조원철/연세대 토목공학과 교수

1970년대 초반부터 지하수 및 토양오염문제에 대한 관심과 연구가 미국을 비롯한 유럽의 선진공업국가들에서 시작되어 처음에는 용해되지 않은 오염물질에 대해서 진행되어 오다가 토양화학의 발전과 더불어 최근에는 용해되어 토립자와 어떤 반응을 하는 오염물질의 이동도 연구하여 그 오염물질의 확산과 흡착정도를 분석, 예측할 수 있게 되었다. 이는 이들 국가에서 지하수 자원의 이용이 증가함에 따라 수질문제가 그 심각성을 날로 더해가기 때문이며 또 오염원과 오염된 대수층으로부터 유해가스가 배출되어 냄새 등에 의한 환경오염문제가 피부에 닿을 정도로 심각하기 때문이다. 이런 상황은 오염에 직면한 곳을 찾아내

우리나라의 경우 공장폐기물의 불법처리,
도시의 고형쓰레기의 부적절한 처리, 하수의 누수 등
여러 요인에 의해 지표수오염은 물론 대수층,
즉 지하수와 토립자가 오염되어 날로
그 심각성을 더해가고 있다.

어 그 대책을 세우는데까지 이르게 되었다. 우리나라의 경우 공장폐기물의 불법처리, 도시의 고형 쓰레기의 부적절한 처리(주로 지표처리), 하수의 누수 등 여러 요인에 의해서 지표수 오염은 물론 대수층 즉 지하수와 토립자가 오염되어 날로 그 심각성을 더해가고 있다.

일반적으로 **대수층의 오염원인**은 다음과 같은데 **첫째**는 자연환경 자체로부터의 오염이다. 예를 들어 해수의 육지로의 침투는 지하수를 오염시켜 용수로 사용하는데 부적합하게 된다. 또 탄산염을 주성분으로 하는 연암층(carbonate rocks)을 지하수가 통과할 때와 자연 방사능물질을 포함하고 있는 지층을 지하수가 흐를 때, 특히 지진 및 화산활동에 의해서 지하수의 흐름이 바뀌어져서 자연적으로 형성된 유해물질을 포함하고 있는 지층을 통과함으로써 지금까지 깨끗 하던 지하수가 오염되는 경우이다.

둘째는 농업활동에 의한 오염이다. 비료, 인분, 제초제, 살충제 등이 녹아있는 농업용수에 의해서 깨끗 하던 지하수와 토양이 오염되는 것이다.

셋째는 생활폐수에 의한 오염으로 하수관의 파괴, 정화조로부터의 침투, 쓰레기 처리장으로서의 우수침투, 처리기준이 다른 하수의 대수층으로의 충전, 기타 미생물에 의한 오염 등을 포함한다.

네째는 산업폐수에 의한 것으로 특히 복합하수관을 산업폐수와 생활폐수가 함께 흐를 때 이들의 성분과 처리기준이 다르기 때문에 처리후의 배수 및 대수층으로의 충전 등에 의한 오염을 포함한다.

다섯째는 도로 특히 고속도로상의 운송화물차

량들의 사고로 인해 운반중이던 화공약품, 유류, 제설용 염화칼슘, 노면 상의 기름성분 등이 대량으로 대수층을 오염시킨다. 또 산성비(acid rain)로 인해 지표수 오염은 물론 대수층이 오염된다.

여섯째는 산업폐기물의 불법적인 직접처리와 원자력 폐기물의 지하처리 등으로 인한 대수층의 오염을 포함한다.

특히 원자력 공업의 발달과 더불어 생산되는 원자력 폐기물의 처리에는 더욱 신중을 기해야 한다.

지하수와 토양오염으로 인한 비극적인 사건의 대표적인 것으로는 미국의 나이아가라(Niagara) 폭포 동남쪽에 위치한 러브 캐널(Love Canal) 사건과 덴버(Denver) 시 북동쪽 10 mile 거리에 위치한 록키 마운틴 아스날(Rocky Mountain Arsenal) 사건의 경우를 들 수 있다.

러브 캐널 사건은 유해독극물(화학공장 폐기물)의 부적절한 처리와 처리장의 불합리한 유지관리가 얼마나 큰 문제를 일으킬 수 있는가를 일깨워 주는 사건이다. 지하수 오염원으로서 가장 심각한 문제를 일으키는 것은 유기화합물에 의한 것으로 미국의 경우 모든 암환자의 5~20%가 이에 의한 것으로 알려지고 있다. 오염물질이 너무나 많은 곳으로부터 발생되기 때문에 기존의 우물이나 새로운 우물의 안전을 보장한다는 것은 거의 불가능하게 되었다. “독극물 흐름”은 매우 느린 속도로 진행되기 때문에 오늘 이 순간에는 오염이 되지 않았다고 할지라도 다음에는 나

한번 오염된 대수층을 깨끗하게 하는 것은
 오염된 하천을 깨끗하게 하는 것보다 훨씬 어려우며,
 가장 심각한 문제는 지하수는 태양빛이나
 공기에 결코 노출되지 않으므로
 자정작용을 기대할 수 없다는 점이다.

타날 수 있다. 따라서 시한폭탄과 같은 오염물질의 이동을 추적한다는 것은 그만큼 어려운 것이다.

한번 오염된 대수층을 깨끗하게 한다는 것은 오염된 하천(지표수)을 깨끗하게 하는 것보다 훨씬 더 어려운 것이다. 어떤 오염물질은 토립자 사이에 그대로 남아 있으면서 건조시에는 토립자에 흡착되며 습윤상태에서는 씻어내어지기도 한다. 그러나 가장 심각한 문제는 지하수는 태양빛이나 공기에 결코 노출되지 않기 때문에 이들로부터 구할 수 있는 자정작용을 기대할 수 없다는 점이다. 일단 대수층이 오염되면 지질학적인 시간으로 오염이 지속될 수 있다는 점을 인식해야 한다. 하나의 예로서 세 탁제로 사용되고 있는 TCE(Trichloro ethylene) 5갤런이 정화조를 통해서 불법적으로 처리되어 흘러나가서 약 5만 가구가 살고 있는 에디슨 벨리(Edison Valley, New Jersey, U.S.A.)의 지하 식수원을 오염시킨 사건이 1972년에 발생한 경우가 있다. 이로 인해 5만 가구분의 식수원을 180 mile 떨어진 델라웨어(Delaware) 강으로부터 끌어오는 막대한 시설을 한 바 있으며 1986년 현재까지도 에디슨 벨리의 거의 모든 우물에서 TCE가 검출되고 있다. 또 미국에서 제 2의 라스베가스(Las Vegas)로 알려지고 있는 뉴저지(New Jersey)주 대서양안의 애트랜틱시티(Atlantic City)의 식수원인 프레젠티빌 웰 필드(Pleasantville Well Field)가 약 4 mile 떨어진 지점의 도시쓰레기 처리장으로 인해 오염된 지하수가 흘러들어 와서

식수원을 완전히 오염시켜 상당한 법적문제로 비화된 사건이 1982년에 발생한 바 있다. 이러한 오염으로 인해서 많은 손실은 물론이고 대응책 강구에 엄청난 노력과 경비를 사용하고 있는 것이다.

또 다른 예로는 미국 펜실바니아(Pennsylvania)주 동북에 위치한 엠마우스(Emmaus)시는 유명한 제철회사인 베들레햄(Bethlehem) 제철공장이 있는 베들레햄시의 남쪽에 위치한 전원도시로 전체식수원을 시가 관리하고 있는 27개의 우물에 의존하고 있었다. 그러던 중 1979년 5월에 몇 개의 우물이 오염되기 시작하여 2년 6개월만에 27개 우물 모두가 오염되어 그 원인을 조사한 결과 시청의 정화조가 파괴되어 석회암층속의 단층(Fault)을 통해서 대수층을 오염시킨 것으로 판명되었다. 이 오염의 주된 오염물질은 대리석 바닥을 청소하는 화공약품으로 밝혀졌다.

다음 호에는 각종 폐기물의 지하처리 및 지표처리에 따른 대수층의 오염과 그로 인한 환경오염 문제에 대한 내용을 소개할까 한다. *

