

국내 토양 및 지하수 오염 현황 및 대책

한국과학기술원 화학공학과
양 지원 교수

요 약 문

동서양을 막론하고 예로부터 대지를 어머니에 비유했듯이, 토양 및 지하수, 즉 토지는 모든 생태계의 근원으로 자리잡고 있다. 그럼에도 불구하고, 환경 오염 문제에 있어서 토지의 오염은 물이나 공기의 오염에 비해 소홀히 여겨졌던 것이 사실이다. 그러나, 토양 오염은 1970년대 이후 미국 등 선진국으로부터 그 중요성이 크게 인식되기 시작하였다. 토양 내에 존재하는 오염 물질은 지하수로 유입되어 지하수 자원을 심각하게 위협하게 되며, 식물이나 토양 미생물 등에 흡수되어 생태계를 통해 순환되기도 한다. 이러한 순환은 비교적 천천히 일어나게 되므로 일반적으로 토양 오염의 영향은 단기간에 눈에 띄기보다는 매우 장기간에 걸쳐서 나타나는 특성을 지닌다. 한 번 오염된 토양은 처리가 매우 어렵고 처리하는 데 많은 비용과 시간이 소요되는데, 미국의 경우 전형적인 1개의 오염 지역을 정화하는데 약 1,900만 달러 정도가 소요되는 것으로 알려져 있다.

토양 및 지하수의 주요 오염원으로 지하 저장 유류 탱크로부터의 누유를 들 수 있는데, 국내에는 약 1만여 개의 주유소를 포함해 총 1만 8천여 곳의 기름 저장 시설이 운영되고 있으며, 이 중 상당 부분이 시설의 노후화 등으로 누유의 가능성이 높은 것으로 판단된다. 이러한 누유는 토양 오염뿐만 아니라 궁극적으로는 지하수층으로 유입되어 광범위한 오염 확산으로 이어져 심각한 문제가 야기되는 것이다. 미국의 경우 전체 주유소의 약 30% 정도에서 누유가 일어나고 있는 것으로 보고되었으나, 아직까지 국내에서는 구체적인 조사나 체계적인 관리가 이루어지지 못하고 있는 실정이다. 또한 대표적인 토양의 오염원으로 광산 및 폐광 등을 들 수 있는데, 중금속을 다량 함유한 산성의 광산 침출수는 광산 주변의 생태계를 위협하는 요인으로 자리잡고 있다. 특히 폐광 주변에서 생산되는 찌에는 높은 함량의 비소가 검출되고 있어 경각심이 높아지고 있다. 폐기물의 매립 시설 역시 주변의 토양 및 지하수를 오염시킬 수 있는 가능성이 높은 시설로써, 설계 및 시공 과정에서 주변에 미치는 영향을 최소화하고자 하는 노력이 지속적으로 이루어져 왔으나, 아직까지 미비한 점이 많으며, 무엇보다 유독성 산업 폐기물 등의 불법 매립이 가장 큰 문제점으로 대두되고 있다. 이밖에도 공기 중으로 배출된 오염 물질이 토양 내에 침전되어 축적되기도 하는데, 이로 인한 영향은 주로 토양의 표면층에 오염물의 축적을 유발하여 생태계나 인체에 보다 직접적인 영향을 미치는 경우가 많다.

국내에서의 토양과 지하수 오염의 문제는 아직까지 충분한 현황 파악이 이루어지지 못한 데다, 오염을 관리하고 규제하기 위한 법적/제도적 뒷받침이 미약하다. 오염 토양의 정화를 위한 기술 개발도 체계적이지 못한 실정이며, 오염 토양과 지하수의 처리에 소요되는 막대한 비용도 향후 상당한 부담이 될 것이다. 따라서, 이러한 문제점을 극복하고, 국토를 보다 건강하고 효율적으로 관리하기 위한 노력이 지속적으로 요구되어진다.

1. □ 토양의 기능
 - 생태학적 기능
 - Biomass production
 - Filtering, buffering of pollutants
 - Biological habitat
 - Gene reserve
 - 인간 활동에 연계된 기능
 - 사회, 경제, 기술적 활동을 위한 공간 제공
 - 자원의 공급원으로서의 기능
 - 문화적 유산으로서의 토양
2. □ 토양 오염
 - 토양오염의 정의
 - 오염의 정도가 사람의 건강과 동식물의 생육에 지장을 초래할 우려가 있어서 토지의 이용 중지, 시설의 설치 금지 등 규제 조치가 필요한 정도의 오염 상태를 토양 오염 대책 기준으로 설정
 - 토양 오염 물질
 - 토양 중에서 분해되지 않고 오랫동안 잔류하는 물질로 농작물의 생육을 저해하고 사람의 건강에 악영향을 미치는 중금속, 유류, 기타 독성물질
3. □ 선진국에서의 토양 오염 사례
 - 러브커널 사건
 - 운하 건설 도중 중단 → 화학회사 인수 → 2만여톤의 화학폐기물 매립 → 시교육위원회에 기증 → 국민학교 및 주택지 조성 → 만성천식, 신장 질환, 간질환, 선천성 기형아 출생률 증가(정신박약, 심장, 신장)
 - 정화를 위해 1억 달러 이상을 소모하였으나 실패
 - 미시간 피비비 사건
 - PBB(polybromidebiphenyl) 중독으로 사망한 가축의 매립 → 토양, 지하수, 하천 오염 → 정화 시도 실패
 - 농장주 : 신경마비
4. □ 토양 및 지하수의 주요 오염원
 - 광산 및 폐광으로부터의 침출수
 - 매립지로부터의 오염물 유출
 - 유류 등의 지하 저장 탱크로부터의 누출
 - 공기 중의 오염 성분 침전
 - 기타 : 농경지에 살포된 농약 등의 지하수 유입,
5. □ 국내 토양 오염 현황 I
 - 광산 및 폐광에 의한 오염
 - 중금속 오염 “몸살”...휴-폐광 방치 전국 2천여곳 (주변 농지 재배 불가 상태... 생태계 복구 1조7천억 소요 - 아연, 카드뮴 비소 등 최고 51배 초과) <조선일보, 95년 3월 31일>
 - 폐광 지역 농작물에서 중금속 검출 <한겨레 신문, 98년 10월 29일>
6. □ 휴·폐금속광산 현황
 - 광산현황

- 토양오염 실태
 - 87년부터 토양 측정망 운영결과 금속광산 지역의 오염도가 타 지역보다 1.8~5.2배 높게 나타남
- 7 [㉠] 대표적인 중금속에 의한 토양 오염의 영향
- 8 [㉡] 광산 및 폐광에 의한 오염
 - 다량의 중금속을 함유한 산성의 광산 폐수 유출
- 9 [㉢] 국내 토양 오염 현황 II
 - 유류 등의 지하 저장 탱크로부터의 누유
 - 국내 : 1만여 주유소를 포함, 총 1만8천여 곳의 기름 저장 시설 운영(1997)
 - [칠곡] 송유관 기름 유출 사고... 인근 논, 토양, 하천 오염 <한겨레 신문, 97년 9월 15일>
 - 유허공장, 주유소 땅 기름 범벅, 환경부 '쉬쉬' <경향신문, 99년 2월 10일>
- 10 [㉣] 지하저장 탱크로부터의 누유와 토양오염
- 11 [㉤] 지하저장탱크로부터의 누출문제
 - 1986년 미 환경처 보고서
 - 지하저장 탱크로부터 1갤런의 가솔린 유출이라도 경우에 따라서는 5만명이 마실 음료를 오염시킬 가능성이 있음
 - 사고의 65%는 주유소의 지하저장탱크로부터의 누출
 - 사고발생시 평균 사용년수는 탱크는 17년, 파이프는 11년
 - 사고가 발생한 탱크의 81%는 강철재, 19%는 화이버글라스재
- 12 [㉥] 국내 토양 오염 현황 III
 - 매립지로부터의 오염물 유출
 - 불법 매립에 의한 오염
 - [안산] 땅-지하수 오염 심각, 불법 매립 쓰레기 18만m³ 방치 <조선일보, 98년 8월 30일>
 - 정부 '몰래 쓰레기'와의 전쟁 - 인천서만 1만톤 확인 <중앙일보, 98년 10월 1일>
 - 산업 폐기물에 의한 오염
 - [부도 산업폐기물 방치] 큰비 내리면 "독극물 홍수" <조선일보, 98년 5월 10일>
 - [산업 폐기물이 쌓인다] 전문가 진단 <중앙일보, 98년 4월 27일>
- 13 [㉦] 폐기물의 불법 투기로 인한 오염물 확산
- 14 [㉧] 국내 토양 오염 현황 IV
 - 공기 중의 오염 성분 침전
 - 화석연료의 연소에 의한 다양한 중금속 배출
 - 납 첨가물을 함유한 석유의 연소
 - 대기중 방사능 분진에 의한 토양 오염
 - 전국이 '방사능오염'확인 <경향신문, 99년 5월 21일>
 - 40여년간 중국 핵실험 지역의 방사능 물질이 편서풍 기류를 타고 날아와 국내 토양내 축적
 - 체르노빌 인근 체코보다 높은 오염 수준
- 15 [㉨] 국내 토양 오염 현황 V

- 농약 등의 사용에 의한 지하수 오염
 - 한국 농약 사용량 OECD 평균 6.5배 <중앙일보, 99년3월8일>
 - 1급 독성 농약 '파라쿼트' 논,밭에 그대로 축적 <경향신문, 99년 4월 6일>
- 폐공으로 인한 지하수 오염
 - [지하수가 썩고 있다] 오염원인과 실태 <중앙일보, 98년 10월 29일>
- 16. ☐ 국내 농약 관리 현황
 - 농경지에 연간 약 16만톤의 농약 사용
 - 국가별 단위면적(ha)당 농약사용량
 - 향후 농약에 대한 공정 시험방법 및 토양잔류허용기준 제정 계획
- 17. ☐ 국내 토양 오염 관리 현황
 - 1996년 1월 6일부터 토양환경보전법 시행
 - 토양 측정망 운영
 - '98 토양 측정망 운영 현황
- 18. ☐ 국내 토양 및 지하수 오염 관리의 문제점
 - 현재까지의 토양 측정망 조사 결과만으로는 국내 토양 오염 현황 파악이 어려움
 - 현행 토양 오염도 검사 방법의 부적절성
 - 검사 항목, 검사 방법, 검사 기관의 신뢰성 확보 등이 필요
 - 토양 오염과 지하수 오염을 각각 토양환경보전법과 지하수법에서 따로 관리
 - 통합적/체계적 관리 방안 필요
- 19. ☐ 효율적 토지 관리를 위한 개선방안
 - 오염 조사 지역 및 조사 지점 확대와 장기적 관측 계획 확립
 - 체계적인 폐기물 관리 시스템 구축
 - 토양오염 유발시설 관리 강화
 - 토양 환경 관리를 위한 법적/제도적 뒷받침 강화
 - 지속적 기술 개발 여건 조성
 - 지리 정보 시스템 등을 활용한 효율적 관리 방안 강구