



토양오염방지 및 관리

3차시

1. 토양오염

1.1. 토양오염의 정의 ¹⁾

- 토양오염 (soil contamination or pollution)이란 일반적으로 토양에 오염물질이 축적되어 토양 본래의 기능이 저하되고, 인체 및 생태계에 위해성을 나타내는 등 토양질의 개념을 나타내는 용어임
 - 미국과 유럽에서는 land contamination과 pollution의 차이에 대해서 오랜 동안 논의되었으며, 혹자는 contamination은 자연현상에 의해 오염물질이 토양에 축적되어 토양의 기능을 훼손한 상태이고, pollution은 인간의 활동에 의한 토양오염으로 구분. 반면 다른 혹자는 contamination은 항상 유해한 것은 아니나 인간 활동에 의해 토양 내에 유해물질의 수준(농도)이 증가하는 것이며, pollution은 토양 중 유해물질의 농도가 일반적으로 나타나는 배경(자연함유량) 이상으로 증가되어 토양의 기능에 피해가 나타나고 생물체에 독성을 보여주는 상태로 정의
 - 근래에는 두 용어 모두 인간 활동에 의하여 토양에서 위해성 물질의 수준이 증가하는 상태의 뜻을 포함하는 용어로 받아들여지고 있는 등, pollution과 contamination은 동의어로 인정되고 일반적으로 토양오염을 지칭하는 경우 contamination이 pollution보다 많이 사용
- 토양오염을 방지하기 위한 정책의 우선되는 목표중의 하나는 토양이 오염되는 것을 사전에 방지하고 오염된 토양의 위해성을 인정할만한 수준(acceptable level)까지 저감하는 것이며, 이러한 정책목표를 달성하고자하는 우리나라와 선진 국가들의 정책방향과 추진전략은 “어떠한 토양을 깨끗한 토양이라 할 것인가?”에 대한 질문에서 비롯됨
 - 토양을 오염시키는 물질은 대부분이 자연에 존재하는 물질에 의해 유래하고 있으며, 대부분의 토양은 이러한 물질을 농도수준의 차이가 있으나 함유하고 있음

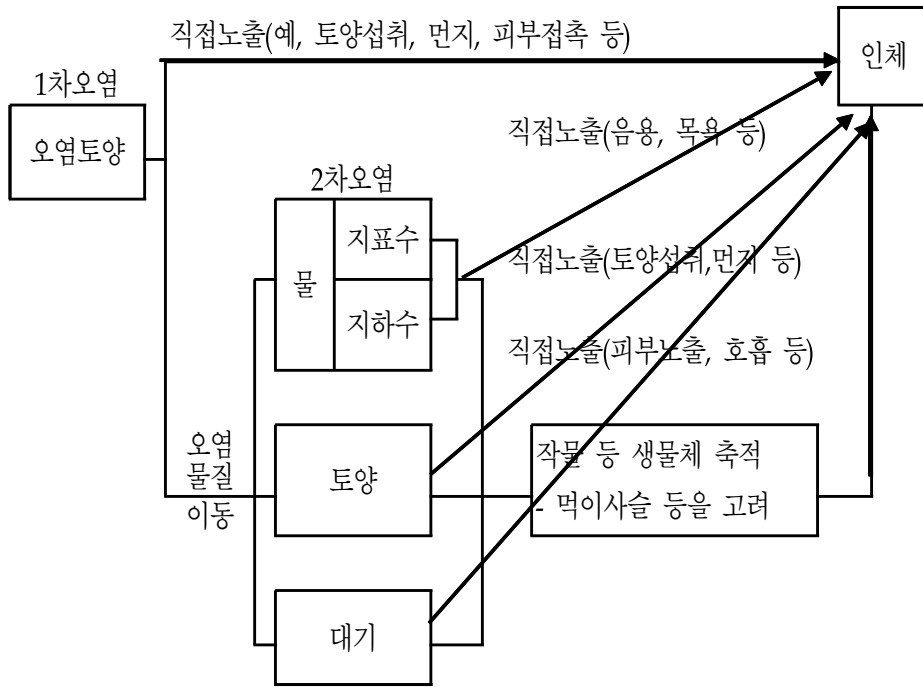
1) 토양환경의 오염과 정화, 안영희 외 공저, 2003

- 따라서, 대부분의 경우, 물질의 유무보다는 농도 수준에 따라, “어떠한 토양이 깨끗한가? 또는 오염되어 있는가?”를 결정하게 되는 것임
- ‘토양오염’ 또는 ‘어떠한 토양을 깨끗한 토양이라 하는가?’에 관한 용어의 정의는 오염지역을 관리하고 복원하는 등의 다양한 문제점과 밀접하게 연관
 - 토양오염은 지역특이성(site-specific)으로, 토양오염으로 인식되는 지역의 관리, 복원하기 위한 기술적인 접근 방법이 지역의 특성에 적합하고 주어진 경제 사회적인 여건에 따라 선택될 수 있음
 - 또한, 어떠한 지역이 토양오염지역으로 인식되는가에 대한 정의는 토양오염의 책임에 관한 판단기준과 토양오염에 관련되는 (다수) 토양오염책임자에 대한 책임배분기준과 방법, 절차 등을 마련하는 것 등과 직접적인 관계가 있음.

1.2. 토양오염의 특성

- 토양오염은 다른 종류의 환경오염과는 그 특성이 다름
 - 토양은 물이나 공기와는 달리 유동성이 없고, 폐기물과 같은 오염물질이 토양에 묻히게 되면 쉽게 밖으로 누출되지 않기 때문에 깨끗한 토양처럼 보일 수 있으나 토양이 오염물질에 의하여 일단 오염되면 생물의 존재기반으로서의 본래 기능이 훼손되게 됨. 더욱이 이러한 오염물질은 장기간에 걸쳐 다양한 경로를 통해 작물 및 지하수 오염 등을 서서히 유발시켜 사람의 건강과 자연 생태계에 악영향을 미치게 됨
 - 토양오염의 특징은 시차성, 오염물질 및 오염지역에 따른 특이성(site-specific), 다른 연결매체와의 연계성, 지속성과 잔류성으로 볼 수 있음

〈그림 1〉 토양오염에 의한 생태계 훼손 경로



- 대부분의 토양오염은 눈에 보이지 않으며, 사람의 오감으로 찾아내기 어렵고, 오염의 발생시점과 오염문제가 발생하는 시점과의 시간차를 두고 있음.
 - 따라서 오염이 발견되거나 오염문제가 발생하였을 때에는 이미 많은 오염물질이 배출되었고, 토양내 지하수를 통해 넓은 범위로 확산되어 있는 경우가 많음
- 토양오염은 토양을 오염시키는 물질의 특성에 오염의 양상이 달라지며 오염지역의 토양특성에 의해서 큰 영향을 받음
 - 오염물질의 물리화학적, 생물학적 특성에 따라 이동 특성과 주요 이동 경로가 크게 달라짐.
 - ※ 본고의 앞장에서 기술한 토양에서의 물질이동을 참고하기 바람

- 토양오염은 단지 토양오염으로 끝나는 것이 아니라 지하수오염, 하천오염, 대기오염 등 다른 매체로 오염물질이 이동하여 오염을 야기시키는 원인이 되거나, 토양이 오염물질의 최종 종착지로 토양에서의 오염물질 농축이 이루어지므로 중금속 등 난분해 물질의 농도가 높아지기도 함
- 일단 토양이 오염되면 오염물질은 흙입자 표면에 흡착되므로 제거하는 것이 어려움.
 - 토양입자에의 흡착성이 큰 오염물질은 지하수나 토양공기를 통해 오염물질을 제거하는 경우 단기간의 정화효과를 볼 수 있으나, 처리를 중단하면 다시 토양입자와 주변 공극사이에서 오염물질의 재평형을 통해 오염물질이 배출하게 됨.
 - 따라서 낮은 농도에서 환경유해성을 갖는 오염물질에 의해 토양이 오염되는 경우, 처리에 많은 노력과 비용이 소요됨

1.3. 토양오염 물질

- 산업의 발전에 따라 다양한 종류의 폐기물이 토양에 누적되기 시작하였으며, 농작물 생산을 목적으로 사용되고 있는 화학비료와 농약 등도 토양오염을 가중시키고 있음
 - 토양을 오염시키는 것은 이러한 직접적인 요인 외에도 수질오염과 대기오염 등 다양한 경로를 통하여 토양오염이 발생
- 광의적으로 토양오염물질이란 토양 본래의 기능을 훼손시키는 모든 물질이나, 토양오염방지 및 관리하기 위한 차원에서 우리나라에서는 토양오염물질을 정의하고, 오염물질의 범위를 제한하고 있음
 - 우리나라의 토양환경보전법에서 정의하고 있는 ‘토양오염물질’이란 토양에 축적되어 “사람의 건강이나 환경에 피해를 주는 상태를 유발하는 물질로 환경부령이 정하는 것”으로 정의하고 있으며, 금속, 유기인화합물, 유류, TCE, PCE 등 21종을

토양오염물질로 정하고 있음

- 우리나라에서 초기 토양오염의 관심사는 농약 등에 의한 농경지 오염에 관련된 것이었으며, 폐기물매립지에 의한 주변 토양오염, 지하저장탱크로부터의 유류오염, 제련소와 광산 인근지역의 토양오염이며, 이러한 오염원과 이로부터 발생하는 주요 물질을 ‘토양오염물질’로 설정한 것임

〈표 1〉 토양오염물질 배출원 및 이에 따른 주요 오염물질

오염원	오염요인	예상 오염물질
석유류 제조 및 저장 시설	저장탱크 배관 부식, 누출사고	BTEX, TPH, PAHs 등
유독물질 저장 시설	저장탱크 배관 부식, 누출사고	휘발성 유기화합물(VOCs), PAHs 등
산업지역	저장탱크 배관 부식, 누출사고	유류, 유기용제(TCE, PCE, 1,1,1-TCA 등), 석유화학 원료(톨루엔, 페놀 등), 중금속(카드뮴, 납, 5 가 크롬, 비소, 수은 등)
폐기물매립지	침출수 누출	유기물, 중금속, VOCs 등
폐기물소각장	배출가스 및 소각재	다이옥신, PAHs, 납카드뮴 등의 중금속
휴·폐광산	폐광재, 갱내수	폐광재(중금속), 갱내수(중금속, 산성 폐수)
군부대	폐기물 매립, 유류 누출, 사격장, 훈련장, 군항, 비행장 등	BTEX, PAHs, 중금속 등

○ 국가별로 관련 법에서 토양오염물질로 규정하고 있는 물질은 다르게 나타나고 있음

- 미국 117개, 영국은 7개, 네덜란드 81, 독일 30여개, 덴마크 43개 물질임

1.3. 토양오염 기준

- 토양오염기준은 “어떠한 토양이 깨끗한 토양인가?”를 찾아내기 위한 간략한 방법임
 - “어떠한 토양이 깨끗한 토양인가?”를 결정하기 위해서는 토양에 있는 물질이 어떤 상태에서 어느 경로를 통해 인간 및 생태계에 얼마만큼 위해할 수 있는가를 확인해야 하고 이를 합리적이고 과학적으로 판단하는 수단이 위해성 평가이나,
 - 오염물질이 존재하는 부지의 위해성 평가를 시행하기 위해서는 비교적 많은 비용과 긴 시간이 요구되므로 짧은 시간에 간편하게 사용할 수 있는 오염물질의 토양질 기준이 세계적으로 이용되고 있음

- 각국의 법과 제도에 나타나고 있는 토양질 기준은 각국의 환경, 역사 및 사회적인 배경에 따라 개념과 사용 용어의 차이가 있음
 - 이는 국가에 따라 토양오염의 정도가 다르고, 토양오염이 미치는 경제적 사회적 영향이 다르며, 이들 국가들의 법이 발전된 체계가 동일하지 않기 때문일 것임

- 우리나라에서도 1995년 1월5일 법률 제4906호로 토양환경보전법이 제정될 때, 토양질(오염)을 의미하는 토양오염물질의 토양오염대책기준과 토양오염우려기준이 명시
 - 동 법에서 ‘토양오염물질’은 “토양오염의 원인이 되는 물질로서 환경부령이 정하는 것”으로 정의
 - ‘토양오염우려기준(우려기준으로 칭함)’은 “국민의 건강과 동식물의 생육에 영향 또는 지장을 초래할 가능성이 있는 기준”으로, ‘토양오염대책기준(대책기준으로 칭함)’은 “우려기준을 초과하는 지역에 대하여는 토양의 오염도에 따라 적절한 토양오염방지조치명령을 하거나 또는 토양보전대책지역의 선정 및 대책이 필요한 기준”으로 구분하함
 - 구체적인 토양오염물질과 오염물질의 토양질 기준은 2009년 6월30일에 환경부령 제335호 동 법의 시행규칙에 제시. 2016년 8월 현재 21개 토양오염물질에 대해

오염기준과 대책기준이 시행규칙 <별표3>, <별표7>에 마련 <표 4>

<표 4> 우리나라 토양오염물질의 토양오염기준 (단위 : mg/kg)

물 질	토양오염우려기준			토양오염대책기준		
	1지역	2지역	3지역	1지역	2지역	3지역
카드뮴	4	10	60	12	30	180
구리	150	500	2,000	450	1,500	6,000
비소	25	50	200	75	150	600
수은	4	10	20	12	30	60
납	200	400	700	600	1,200	2,100
6가크롬	5	15	40	15	45	120
아연	300	600	2,000	900	1,800	5,000
니켈	100	200	500	300	600	1,500
불소	400	400	800	800	800	2,000
유기인화합물	10	10	30	-	-	-
폴리클로리네이티드비페닐	1	4	12	3	12	36
시안	2	2	120	5	5	300
페놀	4	4	20	10	10	50
벤젠	1	1	3	3	3	9
톨루엔	20	20	60	60	60	180
에틸벤젠	50	50	340	150	150	1,020
크실렌	15	15	45	45	45	135
석유계총탄화수소(TPH)	500	800	2,000	2,000	2,400	6,000
트리클로로에틸렌(TCE)	8	8	40	24	24	120
테트라클로로에틸렌(PCE)	4	4	25	12	12	75
벤조(a)피렌	0.7	2	7	2	6	21

1. 1지역: 「지적법」에 따른 지목이 전·답·과수원·목장용지·광천지·대(「지적법 시행령」 제5조제8 호가목 중 주거의 용도로 사용되는 부지만 해당한다)·학교용지·구거(溝渠)·양어장·공원·사적지·묘지인 지역과 「어린이놀이시설 안전관리법」 제2조제2호에 따른 어린이 놀이 시설(실외에 설치된 경우에만 적용한다) 부지

2. 2지역: 「지적법」에 따른 지목이 임야·염전·대(1지역에 해당하는 부지 외의 모든 대를 말한다)·창고용지·하천·유지·수도용지·체육용지·유원지·종교용지 및 잡종지(「지적법 시행령」 제5조제28호가목 또는 다목에 해당하는 부지만 해당한다)인 지역
3. 3지역: 「지적법」에 따른 지목이 공장용지·주차장·주유소용지·도로·철도용지·제방·잡종지(2지역에 해당하는 부지 외의 모든 잡종지를 말한다)인 지역과 「국방·군사시설 사업에 관한 법률」 제2조제1항제1호부터 제5호까지에서 규정한 국방·군사시설 부지
4. 「공익사업을 위한 토지 등의 취득 및 보상에 관한 법률」 제48조에 따라 취득한 토지를 반환하거나 「주한미군 공여구역 주변지역 등 지원 특별법」 제12조에 따라 반환공여구역의 토양 오염 등을 제거하는 경우에는 해당 토지의 반환 후 용도에 따른 지역 기준을 적용한다.
5. 벤조(a)피렌 항목은 유독물의 제조 및 저장시설과 폐침목을 사용한 지역(예: 철도용지, 공원, 공장용지 및 하천 등)에만 적용한다.

* 인용자료: 토양환경보전법시행규칙 별표 3, 별표 7

2. 토양오염 조사

- 토양오염조사는 토양의 질을 확인하기 위한 방법과 절차로 토양이 오염되었는지의 여부를 판단하기 위해서는 정해진 오염물질의 토양오염기준 또는 토양오염의 가능성이 있는 지역의 위해성평가에 따라 정확하게 판정하는 것이 중요
- 토양오염도조사 방법은 토양오염에 대한 국가의 사회적 경제적 배경에 따라 다름
 - 우리나라에서 토양이 오염된 지역을 조사하는 기본방법은 미국의 품질검사규격협회(ASTM, American Society for Testing and Materials)의 부지환경평가(ESA, Environmental Site Assessment) 절차와 유사하나, 대상지역의 종류에 따라 그 세부 방법과 절차에 대해 지침으로 정하고 있음

2.1. 우리나라 토양오염 조사

- 우리나라에서 토양의 오염여부를 조사하는 방법은 1) 토양오염공정시험방법 2) 토양정밀조사지침 3) 토양환경평가지침에 의하여 시행되고 있음

1) 토양오염공정시험방법 및 토양오염공정시험기준

- 토양오염공정시험방법은 토양환경보전법 제10조의 규정에 의거 토양오염물질을 측정함에 있어서 측정의 정확 및 통일을 유지하기 위하여 필요한 제반사항에 대하여 규정함을 목적으로 하고 있음
 - 환경부 고시 제2007-26호로 토양오염공정시험방법(환경부고시 제2002-122호, 2002.7.24)을 개정하여 2007년 2월14일부터 시행하고 있음
- 토양오염공정시험방법의 적용범위는 (가) 토양환경보전법 제4조의2 토양오염우려기준 및 동법 제16조 토양오염대책기준의 적합여부는 토양오염공정시험방법(이하 "공정시험방법"이라 한다)의 규정에 의하여 시험 판정하는 것이며, (나) 토양환경보전법에 의한 누출검사 및 토양오염도검사는 따로 규정이 없는 한 공정시험방법의 규정에 의하여 시험하는 것임
- 토양오염공정시험방법은 다음으로 구성
 - 시험방법의 총칙,
 - 저장물질이 없는 지하매설저장시설과 저장물질이 있는 지하매설저장시설의 누출검사방법
 - 토양오염도 검사방법[i) 일반지역과 특정토양오염관리대상시설지역에서의 시료의 채취방법과 조제방법, 분석용 시료의 함수율 보정방법에 관한 일반시험방법, ii) 흡광광도법, 원자흡광광도법 등의 기기분석방법, iii) pH, 수분, CN, F, Cr6+, Cu, Cd, Pb, Zn, Ni, As, Hg, 유기인, PCB, 페놀류, TCE 및 PCE, BTEX, TPH의 시험방법, iv) 시약 및 용액, 원충액, 표준액을 포함 (참고자료, 토양정밀조사지침과 토양환경평가지침 참조)

2) 토양정밀조사지침

- 이 지침은 토양환경보전법 제2조제6호 및 같은법의 시행규칙 제1조제4의 규정에 따라 토양오염이 우려되는 지역의 토양오염실태를 정밀조사 함에 있어 조사항목, 시료채취 방법 등 정밀조사에 필요한 세부사항을 정함을 목적으로 함
 - 이 지침은 환경부 고시 제2009-181호(2009년 8월 25일)로 발령일(2009년8월25일)부터 시행
- 이 지침의 적용범위는 토양측정망 운영 및 토양오염실태조사 결과 토양오염우려기준을 초과하는 지역 또는 측정망 및 토양오염실태조사지점 설치구역외의 지역으로서 토양오염우려기준을 초과할 가능성이 있다고 판단되는 지역에서 실시하는 토양정밀조사에 적용하고 있음
 - 토양정밀조사는 본 지침을 따르되 조사대상지역의 오염상황, 오염면적에 따라 필요한 경우 대상지역, 대상시료의 선정 및 시료채취 밀도 등을 토양관련전문기관이 조정할 수 있도록 하고 있음
- 토양정밀조사는 토양환경보전법제23조의2 규정에 의한 토양관련전문기관이 실시
 - 토양관련전문기관이란 국립환경과학원, (지방)환경관리청, 사도보건환경연구원, 토양관련 전문기관이며, 각 기관별 조사대상이 지정되어 있음
- 조사항목은 i) 토양측정망 운영 및 토양오염실태 조사결과 토양오염우려기준 초과항목 및 토양 pH, 또는 ii) 토양측정망 및 토양오염실태조사 지점외의 지역으로서 토양오염우려기준을 초과할 가능성이 있다고 판단되는 항목 및 토양 pH임
- 토양정밀조사는 기초조사, 개황조사, 정밀조사의 3단계로 실시함
 - 기초조사는 자료조사, 청취조사 및 현지조사 등을 통하여 토양오염 가능성 유무를

판단하기 위한 것으로 i) 토지사용 이력조사, ii) 시설내역조사, iii) 현지 확인조사, iv) 대상지역의 지적도 및 지형도, 오염 영향권내에 위치하는 시설의 종류 및 위치, 인구수, 식생상태, 연간 강수량 등의 기타 자료를 수집 조사함

- 개황조사는 오염토양개선대책이 요구되는 지역의 오염면적 및 오염범위를 파악하기 위한 사전 개략조사로 조사대상지역별 (광산활동 관련지역 및 가행 또는 휴폐광산 및 제련소 지역, 폐기물 매립지역, 유류배출 가능지역, 유해화학물질 저장시설지역, 산업지역)로 시료별 채취밀도와 방법을 제시하고 있음
- 정밀조사는 개황조사결과 토양오염우려기준을 초과하거나 이에 근접하는 지역에 대하여는 정밀조사를 실시하는 것으로 조사대상지역별 (광산활동 관련지역, 폐기물 매립지역, 유류배출 가능지역, 유해화학물질 저장시설지역, 산업지역)로 시료별 채취밀도와 방법을 제시하고 있음. 개황조사결과 오염의 개연성이 있는 지역을 중심으로 조사밀도를 높여 시료를 채취, 분석하는 조사임.
- 정밀조사의 결과는 보고서로 작성하고 오염지역에 대해서는 구체적인 토양오염방지 및 복원대책을 제시하고 있음

3) 토양환경평가지침

- 이 지침은 토양환경보전법 제10조의2제3항의 규정에 의한 토양환경평가의 항목방법 및 절차에 대하여 규정함을 목적으로 함
 - 이 지침은 환경부 고시 제2009-183호(2009년 8월 25일)로 2009년 8월 25일부터 시행
- 이 지침의 적용범위는 토양오염유발시설이 설치되어 있거나 설치되어 있었던 부지 및 그 주변지역임
 - 이들 지역의 토양환경평가는 본 지침을 따르되 대상부지의 상황에 따라 필요한 경우 평가항목방법 및 절차를 조정할 수 있음
- 이 지침은 토양환경보전법 제2조제2호 및 같은법 시행규칙 제1조의2의 규정에서 정한 토양오염물질(이하 ‘토양오염물질’이라 한다)에 의하여 야기된 토양오염을

평가대상으로 하고 있음

- 그 외의 오염물질에 의한 토양오염에 대해서는 필요한 경우 평가대상에 추가할 수 있음

- 평가방법 및 절차는 1단계(기초조사)와 2단계(정밀조사)로 구분하여 실시함
 - 1단계 (기초조사)는 대상부지의 토양환경과 관련된 자료조사, 현장조사 및 청취조사 등을 통하여 토양오염의 개연성 여부를 평가하고, 오염의 개연성이 인정될 경우 오염물질의 종류 및 오염범위를 추정
 - 2단계 (정밀조사)는 대상부지에 대한 오염도(오염물질의 종류, 오염범위 등)를 분석평가하여 토양오염도를 최종 평가. 필요한 경우 대상부지내의 지하수 오염도도 조사분석할 수 있음

2.2. 해외 토양오염 조사 (미국)

1) 토양오염판단기법

- 어떠한 지역의 토양이 오염되어 있는가를 판단하는 것은 CERCLA에 근거하여 마련된 부지환경성평가(Environmental Site Assessment)에 의하고 있음 (ASTM, E 1527 & E1903)
- 부지의 환경성평가는 오염의 개연성을 판단하는 1단계 부지평가(Phase I)와 토양시료를 채취한 후 항목별로 조사하여 토양의 오염여부를 알아내는 2단계 부지평가(Phase II)로 구분되어 있음
 - 1단계 부지평가(Phase I)는 특정부지의 토양오염상태 및 가능성, 인지된 환경조건(REC, Recognized Environmental Condition)인 부지의 오염개연성을 확인하는 단계로 미리 오염된 지역에 대한 정보를 입수 검토하고, 관계자와 면담 후 오염된 지역을 직접 방문하는 순서로 진행
 - 2단계 부지평가(Phase II)는 대상부지의 정밀조사단계로서, 이 단계에서는

오염가능지역의 토양지하수 시료를 채취하고, 오염도를 분석하며, 오염물질의 분포 및 거동을 해석하고, 향후 오염지역의 복원 또는 오염토양의 처리 등을 위한 기술 평가 및 소요비용을 산출

〈그림 1〉 부지의 환경성 평가 Phase I과 Phase II의 목적 및 조사항목

	기본조사항목	확인항목
Phase I (기본조사)	<ul style="list-style-type: none"> -유해물질의 제조, 저장, 사용 및 폐기 이력의 조사 -토양 및 지하수 오염의 개연성 조사 -PCBs, 석면 및 방사성 물질 등 유해물질의 존재가능성 조사 -부지의 오염확인을 위한 시료 채취 및 분석 -대기, 수질, 폐기물, 화학물질, 작업환경 등의 규제사항 준수 여부 및 문제점 조사 	<ul style="list-style-type: none"> -토양지하수 오염존재 여부 확인 -환경관리 문제점 도출 -법적 규제 미준수 사항의 확인 등
Phase II (정밀조사)	<ul style="list-style-type: none"> -오염물질 및 오염원 조사 -오염범위, 오염정도(농도) 및 오염량의 산출 -누출검사 및 관측정의 설치 -복원·개선 기술 조사 및 최적방법 선정 -복원·개선비용의 산출 	<ul style="list-style-type: none"> -오염원 확인 및 오염규모 산출 -경제적, 효과적인 복원·개선 기술 선정 -환경개선을 위한 투자비용의 파악

가. 1단계 부지평가(Phase I)

- 대상지역의 기본조사로, 이를 수행하는 목적은 정해진 절차에 따라서 실행할 수 있는 정도까지 대상지역에 관하여 오염의 개연성인 “인지된 환경조건(REC)”을 확인하는 것임
 - 인지된 환경조건(Recognized Environmental Conditions)은 어떤 유해 물질이나 석유 제품이 소유지의 건물안 또는 소유지의 지표수, 지하수, 토양속으로 누출될 위험이 있거나, 과거나 현재에 누출이 있는 상황 하에서 유해 물질이나 석유 제품이 존재하는 것을 의미
 - Phase I은 기록검토(Records Review), 현장조사(Site Reconnaissance), 인터뷰(Interviews), 보고(Report)로 구성

나. 2단계 부지평가(Phase II)

- 제2단계 부지환경성평가는 오염의 개연성에 대해 해당 부지를 정밀하게 평가하기 위한 방법과 절차임
 - 이는 CERCLA상 귀책사유가 없는 매수인을 보호하기 위한, 적절한 조사 구성요소를 만족하도록 사용자에게 도움을 제공
- 2단계 부지환경성평가가 끝났을 때 환경전문가는 적어도 다음 사항에 대한 결론을 내릴 수 있어야 함
 - i) 부지환경성평가는 인지된 환경조건을 가지고 있는 해당 부지에 유해물질 또는 석유제품의 존재를 의심할 합리적인 근거가 없다는 전문적인 의견이 될 수 있는 충분한 정보를 제공하거나,
 - 또는 ii) 부지환경성평가는 폐기나 누출이 있는 해당 부지에서 유해물질 또는 석유제품의 존재를 확신해야 함

3. 토양오염 현황 2)

- 전 국토의 토양오염상황 및 오염 변화추이를 파악하여 정책수립의 기초자료로 활용하기 위하여 전국 토양에 대한 오염도를 상시 측정하고 있다. 현재 전국 토양오염조사는 환경부 장관이 설치·운영하는 측정망과 시·도지사(시장, 군수, 구청장)가 실시하는 실태오염조사의 두가지 경로를 통하여 이루어지고 있다.
- 환경부는 1987년도에 250개 지점의 토양측정망(전국망)을 설치하고 토양오염도를 상시 측정하기 시작한 후 1997년부터는 지역망까지 확대하여 1999년도에는 총 4,500개 지점의 토양 측정망을 운영하여 왔으며, 2012년에는 1521개 지점의 토양측정망과 3586개 지역에 대한 토양오염실태조사를 실시하였다.

2) 환경백서, 환경부, 2014

3.1 토양오염측정망 운영

1) 토양측정망 현황

- 환경부 장관은 농경지, 산업지역 등 토양의 용도별로 전국을 일정단위로
구획하여 측정망(1,521개)을 설치하여 농경지는 3-4월에, 기타지역은 5-6월에
시로 채취한 후 중금속 (Cd 등 8개 항목), 일반항목 (PCB 등 12개 항목) 및
토양산도 (pH) 등 총 21개 항목에 대하여 매년 오염도를 측정하여 전국 토양에
대한 오염추세를 파악하고 있다.

□ 운영체계



☑ 표 2-2-66 토양측정망 조사지점 현황('12)

계	한강청	낙동강청	영산강청	금강청	원주청	대구청	전주청
1,521	272	216	240	228	206	228	131

※ 출처 : 토양측정망 설치계획 변경(환경부 고시 제2009-182호)

☑ 표 2-2-67 토지용도별 토양측정망 현황(15개 지목)

계	임야	담	전	과수 원	목장 용지	잡종 지	대 (밭)	공장 용지	학교 용지	공원	체육 용지	유원 지	도로 용지	철도 용지	하천 부지	종교 부지
1,521 (100%)	188 (12.3)	247 (16.2)	146 (9.6)	24 (1.6)	20 (1.3)	9 (0.6)	233 (15.3)	59 (3.9)	229 (15.1)	48 (3.2)	117 (7.7)	28 (1.8)	80 (5.3)	24 (1.6)	37 (2.4)	32 (2.1)

※ 출처 : 토양측정망 설치계획 변경(환경부 고시 제2009-182호)

2) 토양측정망 운영결과

- (2013년 결과) 조사항목별 전국 평균 오염도는 토양오염우려기준(1지역)대비 최대 55.7% (불소)로 나타났으며, 유기인·PCB,페놀류,벤젠,TCE,PCE는 불검출됨 (정량한계 미만)
- 연도별 평균오염도 변화추이는 카드뮴 등 중금속 5종의 경우, 2006-2009년에 비해 측정방법이 전함량법으로 변경된 2010년 이후 농도가 크게 증가하였다. 또한 2010년도 처음으로 토양측정망 1,521개 지점 모든 항목이 토양오염우려기준 이내로 조사되었으며, 2011, 2012년도 또한 2012년도와 동일하게 기준 이내로 조사되었다.

3.2 토양오염실태조사

1) 토양오염실태조사 현황

- 시장, 군수, 구청장은 산업단지 및 공장지역, 공장폐수유입지역, 원광석, 고철 등의 보관·사용지역 등 토양오염이 우려되는 지역을 대상으로 매년 토양오염실태조사(2,000지점이상)를 하고 있다
- 토양오염실태조사는 오염지역을 적극 발굴하여 정화하기 위한 것으로 매년 조사지점을 달리하는 점에서 환경부장관이 운영하는 고정 측정망과 차이가 있다. 토양오염실태조사결과 토양오염우려기준을 초과하는 지역에 대해서는 토양정밀조사를 실시하고 오염원인자에게 오염토양의 정화를 실시하도록 하고 있다.

☑ 표 2-2-69 토양오염실태조사 지역 현황('12)

계	서울	부산	대구	인천	광주	대전	울산	세종	경기	강원	충북	충남	전북	전남	경북	경남	제주
2,286	322	177	116	91	81	85	88	18	273	200	206	136	163	153	252	170	55
100%	12.4	6.9	4.5	3.5	3.1	3.3	3.4	0.7	10.6	7.7	8.0	5.3	6.3	5.9	9.7	6.6	2.1

※ 출처 : 2012년도 토양측정망 및 토양오염 실태조사결과

☑ 표 2-2-70 오염우려지역별 현황(16개 지역)

계	공장 및 산업단지	공단주변 주거지역	공장폐수 유입지역	원광석· 고철아래 등 지역	금속폐련 소 지역	금속광산 지역	폐기물 처리·매립 ·소각지역	교통관련 시설지역	어린이 놀이터 지역	토지개발 등 지역	사고발생· 민원유발 등 지역	기타 지역
2,586	649	131	76	107	14	100	446	422	318	136	101	86
100%	25.1	5.1	3.0	4.1	0.5	3.9	17.2	16.3	12.3	5.3	3.9	3.3

※ 출처 : 2012년도 토양측정망 및 토양오염 실태조사결과

2) 토양오염실태조사 결과

- 토양오염실태조사는 종전의 지역측정망이 설치목적(오염지역 파악)에 부합되지 않아, 매년 토양오염우려지역을 중심으로 지점을 변경하면서 조사하는 체제로 전환('01)하여 산업단지 및 공장지역, 공장폐수유입지역 등 16개 오염우려지역에 대하여 조사하고 있다. 2012년에는 전국 2,586개 지역의 토양오염실태를 조사한 결과 55개 지역(2.13%)에서 토양오염우려기준을 초과하였다

☑ 표 2-2-71 토양오염우려 기준초과 건수

구분	계	서울	부산	인천	울산	경기	강원	충북	충남	경북	제주	전남	경남
초과지역	55	15	5	2	1	8	11	2	1	3	3	2	2
토양오염 발견율	2.13	4.66	2.82	2.20	1.14	2.93	5.50	0.97	0.74	1.19	5.45	1.31	1.18

※ 출처 : 2012년도 토양측정망 및 토양오염 실태조사결과

- 토양오염우려기준을 초과한 55개 지역 중 폐기물 및 재활용 관련지역, 원광석, 고철 등의 보관, 사용지역 각 14개, 교통관련시설지역 10개, 광산지역, 6개 순으로 토양오염 우려기준 초과지점이 나타났다

- 오염물질별로는 Zn 19개, TPH 16개, 구리 11개 순으로 우려기준을 초과하였으며, 특히 가장 많은 초과항목인 Zn은 강원도 동해 아연정광석 물류창고(6지점 초과)와 같은, 원광석, 고철 등 보관,사용지역에서 주로 초과하였다

[참고문헌]

- 박용하, 김미정, 정승우, 이양희, 김민정, 조장은. 2003. 토지이용용도별 토양오염기준 및 복원기준 마련을 위한 연구. 환경부.
- 박용하, 양재의. 2005. 토양환경보전법의 토양오염 관련 주요 용어의 정의 및 재정립에 관한 고찰. 환경정책연구 4(1):39-67.
- 박용하, 양재의, 옥용식. 2005. 토양오염지역의 위해성 평가에 관한 외국 정책의 비교 분석 및 우리나라 정책개선에 관한 고찰. 한국지하수토양학회지 10(5):1-10.
- 양재의, 박용하, 박상열 등. 1999. 효율적인 토양오염조사체계 구축방안 연구. 환경부.
- 환경부. 2009.8.25. 토양환경평가지침.
- 환경부. 2009.8.25. 토양정밀조사지침.
- 환경부. 2002.7.24. 토양오염공정시험방법 (환경부고시 제2002-122호).
- 환경부. 2007.2.14. 토양오염공정시험방법 개정
- 환경부. 2009.10.29. 토양오염공정시험기준 전부 개정 고시 (환경부고시 제2009 - 255호).
- ASTM E 1527. Standard Practice for Environmental Site Assessment: Phase I Environmental Site Assessment Processes.
- ASTM E 1903. Standard Guide for Environmental Site Assessment: Phase II Environmental Site Assessment Processes.
- EPA. 1986. Test methods of soil analysis. Part I. 2nd ed. by A. Klute. Agronomy Monograph No. 9. American Soc. Agronomy. Madison WI, USA.
- EPA. 1991. Description and sampling of contaminated soils(A Field Pocket Guide).

- EPA/625/12-91/002. United States Environmental Protection Agency. USA.
- US Solid Waste 40CFR264 161:2551.
- US Solid Waste 40CFR265, 161:2801.