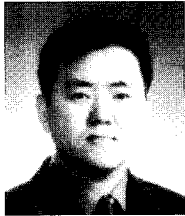


국내 토양오염현황 및 대책방안



장 순 응 | 경기대학교 토목환경공학부 교수

1. 서론

토양은 인간을 포함한 지구상의 생물이 그 삶을 영위하는 생존의 터전이며, 각종 오염물질을 분해하여 생태계의 순환체계를 유지시키는 기능을 수행하고 있다. 하지만 최근에 인구증가 및 산업발달로 인하여 폐기물의 발생량과 화학물질, 유류, 농약 등의 사용량이 증가되면서 토양 및 지하수의 오염이 심화되고 있다. 이러한 직접적인 요인 외에도 수질오염과 대기오염 등을 통하여 토양오염이 발생하고 있는 것이다.

토양오염은 다른 종류의 환경오염과는 그 특성이 다르다. 토양은 물이나 공기와는 달리 유동성이 없다. 그 결과 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 된다. 더욱이 이러한 오염물질은 장기간 걸쳐 다양한 경로를 통해 작물 및 지하수 오염 등을 서서히 유발시켜 사람의 건강과 자연 생태계에 악영향을 미치게 된다. 따라서 토양오염이 상당히 진행될 때까지는 인식하기가 어렵고 대부분은 피해를 입은 후에야 토양오염사실을 알게 되므로 피해를 면하기가 어렵고 복원이

어려우면서도 대기나 수질오염에 비해 훨씬 더 많은 시간과 비용을 필요로 한다는 특징을 가지고 있다.

우리나라에서 토양오염에 대한 사회적 관심이 증가하기 시작한 것은 1990년대 이후이다. 비위생매립지, 휴·폐광산, 유류를 포함한 유해물질 지하 저장시설, 공장·산업시설 등지에서 토양과 지하수의 오염이 우려되고 있어 이들 지역의 적정관리를 위해 1995년에 '토양환경보전법'이 제정되었다. 그리고 2001년도에 개정된 토양환경보전법에서는 토양오염에 대한 책임, 조사 및 복원 등에 관한 법을 강화하고 있다. 따라서 토양오염지역의 관리 및 복원에 따른 실행상의 문제를 사전에 예견하고 충분히 준비하지 않는다면 이로부터 야기될 수 있는 사회적 문제는 심화될 것이다. 본 고에서는 국내 토양오염 관리 및 복원 현황을 살펴보고, 그에 따른 대책방안을 제시하고자 한다.

2. 국내 토양오염 관리 및 복원 현황

2-1. 국내 토양오염 현황

전국 토양에 대한 토양오염의 실태 및 오염추세를

학술분야

종합적으로 파악하기 위하여 현재 환경부는 전국토를 용도를 감안하여 일정단위로 구획하여 측정망(전국망)을 설치·운영하고 있고, 시·도에서는 그동안 운영해 오던 고정측정망(지역망)의 운영체계를 개편하여 토양오염이 우려되는 지역을 대상으로 토양오염조사를 실시하고 있다. 1987년도에 250지점의 토양측정망(전국망)을 설치하고 토양오염도를 상시 측정하기 시작한 후 2002년에는 1,500지점의 토양측정망과 2,045지점에 대한 토양오염실태조사를 실시하였다. 표 1과 표 2는 각 지역별 및 오염원별 국내 토양오염

조사 결과를 보여주고 있다.

표 3은 항목별 전국 토양오염 현황을 보여주고 있다. 토양측정망 운영결과 전반적인 오염도는 2001년과 비슷한 수준이거나 약간 낮게 나타났다. 중금속농도는 자연함유량 농도와 비슷하거나 낮은 것으로 조사되었으며, pH는 3.6~9.2의 범위이나 평균치는 5.7로 자연토양 5.7과 비슷한 수준을 보였다. 토양오염물질 평균 오염도는 농경지 토양오염 우려기준의 2/3범위 이내의 수준이며, 2001년에 신규로 지정된 Ni, Zn, F가 비교적 높게 나타났다. 또한, PCB, 페

표 1. 시·도별 토양오염실태조사

계	서울	부산	대구	인천	광주	대전	울산	경기	강원	충북	충남	전북	전남	경북	경남	제주
2,045	120	85	120	80	63	71	65	238	167	134	152	142	153	235	170	50
100%	5.9	4.2	5.9	3.9	3.1	3.4	3.2	11.6	8.2	6.6	7.4	6.9	7.5	11.5	8.3	2.4

자료: 환경부, '환경백서', 2003

표 2. 오염원별 토양오염실태조사

계	공장 및 공업지역	공장폐수 유입지역	원광석· 고철야적 등 지역	금속 제련소 주변지역	폐기물 적치·매립 소각 등 지역	금속광산 주변지역	교통관련 시설지역	사고발생 ·민원유발 등 지역	기타 토지개발 등 지역	공단주변 주거지역	어린이 놀이터 지역
2045	513	169	130	46	396	116	177	107	108	117	166
100%	25.1	8.3	6.3	2.2	19.4	5.7	8.6	5.3	5.3	5.7	8.1

자료: 환경부, '환경백서', 2003

표 3. 전국평균 토양오염도 현황

구분	Cd	Cu	As	Hg	Pb	Cr+6	CN	유류		PCB	페놀	유기인	Ni	Zn	F	TCE	PCE
								BTEX	TPH								
2002 평균	0.096	3.792	0.152	0.051	5.989	0.011	0.010	0.002	N.D	N.D	N.D	N.D	13.807	80.531	255.065	N.D	N.D
2001 평균	0.147	5.300	0.256	0.071	6.503	0.028	0.020	1.008	N.D	N.D	N.D	-	-	-	-	-	-
우려기준 (농경지)	1.5	50	6	4	100	4	2	-	-	-	4	10	40	300	400	8	4
자연 함유량	0.135	3.995	0.560	0.085	5.375	-											

1. 2002년 pH의 범위는 3.6~9.2(평균 5.7)임
2. 자연함유량은 논에 대한 국립환경연구원의 조사결과임(pH평균치는 5.7)
3. 자료: 환경부, '환경백서', 2003

표 4. 국내오염토양 사례

일 자	소재지	업 소	주요오염물질	비 고
2001	경기도 남양주시	구원진레이온부지	중금속, 톨루엔	토양, 지하수 강산성(pH3)
2000	부산시 부산진구	가야철도조차장	페비닐, 폐유	차량정비중 발생폐기물 매립
2000	경기도 화성군	미군사격장일대	납, 크롬, 구리 등	
1999	충남 서천군	장항제련소	납, 비소, 구리 등 중금속	주변농경지오염 제련과정 부산물이 강우에 유실
1998	경기도 의왕시	H화학공장	톨루엔, 등유	지하500m 이상 유출 인근지역 공장까지 확산

자료 : '토양오염지역의 관리 및 복원방안Ⅱ', 2003

놀, 유기인, TCE, PCE는 검출한계 이하로 조사되었으며, 유류는 미량 검출되었다.

2-2. 국내 토양오염 사례

국내에서의 토양오염문제는 비위생매립지에서의 오염원 노출, 미군부대 및 주유소 등에서의 유류 누출 사건 등을 계기로 많은 관심을 가지기 시작했으며 표 4에는 국내에서 발생했던 토양오염 사례 일부를 보여주고 있다.

그림 1은 1998년 경기도 의왕시 도료제조회사인 H화학공장 인근 토양오염 사례이다. H화학공장의 기름

탱크에서 새어나온 기름이 지하로 500m 이상을 번져나가 인근 다른 회사 부지 주변 13,000여평의 토양이 오염되었으며 1999년 경기도 의왕시는 토양이 오염된 지역에 토양정화명령을 내렸고, 이에 따라 H화학은 토양정화작업을 시작하였다. 이 지역 실태 조사에는 약 10여원이 소요되었으며, 토양정화비용은 약 1,300억원 정도가 소요될 것으로 추정되고 있다.

본 사건의 문제가 될 수 있는 사항은 다음과 같다. 첫째, 토양오염원인자를 정하는 문제이다. H화학사의 오염원인자인지의 여부가 토양오염개선사업 중에 발견된 오염물질로 인하여 의문시 되는 사정이 있어 오히려 H화학사에 인근한 다른 회사에 의하여 오염이 발생된 것이 아닌가 하는 의문이 제기되고 있는 것이다. 둘째, 토양오염원인자에 대하여 오염개량사업과 관련된 문제이다. 토양오염원인자가 오염개량사업을 하는 경우 만약 당해 오염이 자신의 부지에 한하여 이루어진 경우라면 개량사업을 함에 있어 타인의 토지에 출입하거나 이에 대하여 개량사업을 하여야 하는 경우가 발생된다, 하지만 이 사건은 그와 같은 규정을 두고 있지 아니하고, 공익사업을 위한 토지 등의 취득 및 보상에 관한 법률의 적용대상이 되는 지 여부도 불분명하다.

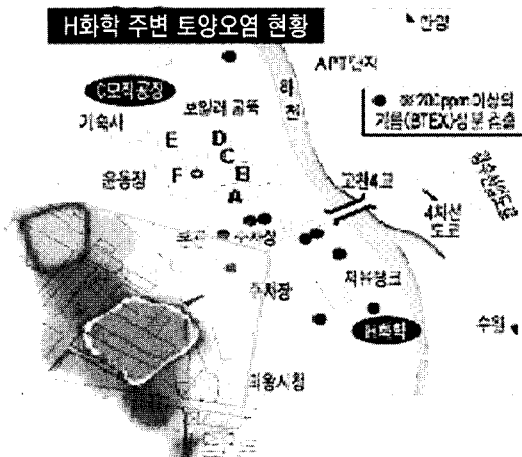


그림 1. H화학 주변 토양오염 현황

2-3. 복원 기술

오염토양 및 지하수의 복원기술에는 오염원 복원

학술분야

위치에 따른 분류로는 현장내 처리방법(In-Situ)와 현장외 처리방법(Ex-Situ)으로 분류되며 오염토양 복원기술의 종류는 매우 다양하며, 대표적인 것을 살펴보면 표 5와 같은 특성을 가진다.

오염원제거 방법에는 크게 물리적방법, 화학적 방법, 생물학적 방법, 열적 방법, 전기적 방법이 있다. 물리적 방법은 물리적기법을 이용하여 오염원을 처리하는 것으로 표면복토, 굴착제거, 격리, 차폐, 공기

세척, 진공추출, 지중고결, 수압파쇄 등이 있다. 화학적 방법은 화학적 기법을 이용하여 오염원을 처리하는 것으로 산화, 중화, 이온교환, 용매, 계면활성제 등이 있다. 생물학적 방법은 생물학적 기법을 이용하여 오염원을 처리하는 것으로 미생물, 슬러지, 영양소, 퇴비, 공기등이 있다. 열적 방법으로는 오염원을 처리하는 것으로 저온 고온, 열분해, 가열, 무선주파수 등이 있다. 전기적 방법은 전기삼투, 동전기, 전기주

표 5. 오염물질 및 복원방법에 따른 처리가능성 평가

처리 위치	처리기술 종류	VOCs	Semi-VOCs	Fuels	Inorganics	Explosives
In-Situ	Biodegradation	○	○	○	×	○
	Bioventing	○	○	○	×	×
	white Rot Fungus	×	×	×	×	○
	Pneumatic Fracturing	△	△	△	△	△
	Soil Flushing	○	△	△	○	×
	Soil Vapor Extraction	○	△	○	×	×
	Solidification/Stabilization	×	△	×	○	×
	Thermally Enhanced SVE	△	○	△	×	×
	Vitrification	△	△	△	○	×
	Natural Attenuation	○	○	○	×	×
Ex-Situ	Compost	○	△	○	×	○
	Controlled Soil Phase Biological Treatment	○	△	○	×	○
	Landfarming	○	△	○	×	△
	Slurry Phase Biological Treatment	○	△	○	×	○
	Chemical Reduction/Oxidation	△	△	△	○	×
	Dehalogenation(BCD)	△	○	×	×	×
	Dehalogenation(Glycolate)	△	○	×	×	×
	Soil Washing	△	○	○	○	○
	Soil Vapor Extraction	○	△	△	×	×
	Solidification/Stabilization	×	△	×	○	×
	Solvent Extraction (Chemical Extraction)	△	○	△	○	○
	High Temperature Thermal Desorption	△	○	△	×	×
	Hot Gas Decontamination	×	×	×	×	○
	Incineration	△	○	○	×	○
	Low Temperature Thermal Desorption	○	△	○	×	○
	Open Burn/Open Detonation	×	×	×	×	○
	Pyrolysis	△	○	△	×	×
Vitrification	△	△	△	○	×	
Extraction, Retrieval, and Off-Site Disposal	△	△	△	△	△	

[비고] ○ : 처리 잘됨, △ : 보통, × : 처리 안됨

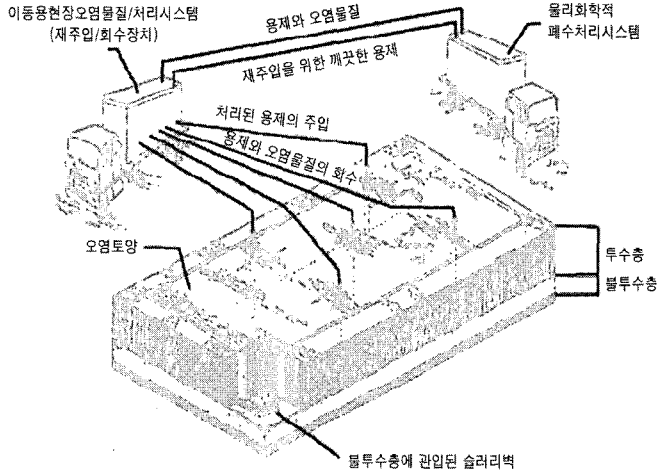


그림 2. Soil flushing 공법 개요도

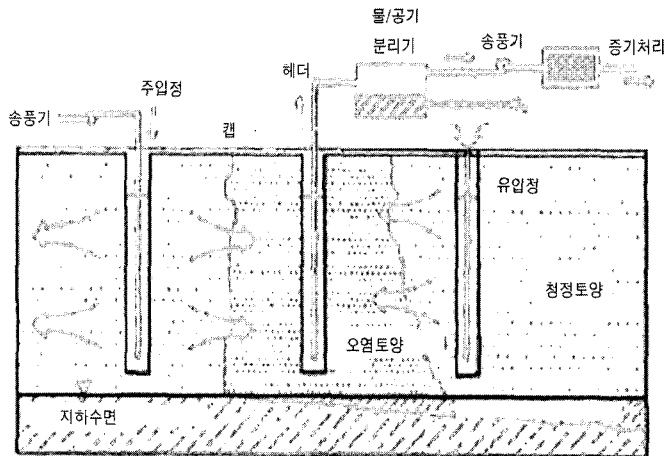


그림 3. Soil vapor extraction 공법 개요도

입 등이 있다. 표 5는 토양오염정화를 위해 적용 가능한 현장내·외 공법에 대해 다양한 오염물질 종류에 따른 처리가능성을 정리한 결과이다. 즉, 특정 오염지역을 정화하는데 있어 부지특성 및 오염물질의 종류에 따라 적절한 공법을 선정하는데 유익한 자료가 될 것이다.

또한 많은 토양오염복원기술중 국내에 적용 가능한 대표적인 복원공법을 소개하면 다음과 같다.

1) Soil flushing 공법

그림 2에서 간략하게 나타낸바와 같이 Soil flushing공법(토양세척법)은 오염토양 내에 적정의 세척제를 주입하여 오염물질을 추출처리하는 것이다. 세척제로는 일반적으로 물, 계면활성제, 산, 염기, 착염제 등을 사용한다. 물은 친수성 오염물질, 계면활성제는 소수성 오염물질, 산, 염기 및 착화제는 금속물질을 추출시키는데 주로 사용된다. 토양으로부터 추

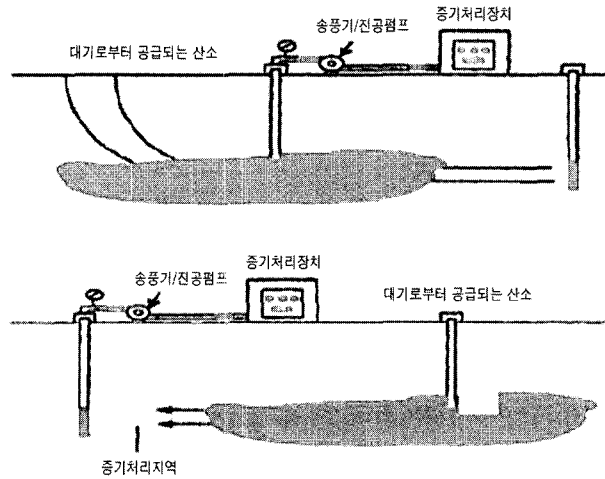


그림 4. Bioventing 공법 개요도

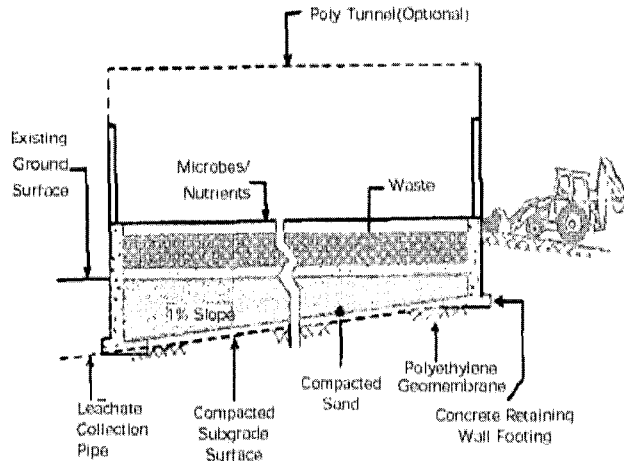


그림 5. Land farming 공법 개요도

출된 오염물질에 대한 처리 및 회수공정이 필요하다.

2) Soil vapor extraction 공법

그림 3에 나타난 Soil vapor extraction법(토양 증기추출법)은 불포화지역 내의 오염토양에 진공압을 걸어 공기압에 의하여 주로 휘발성 오염물질을 제거하는 공법으로 주로 트리클로로에틸렌(TCE) 등의 휘발성유기화합물(volatile organic compounds,

VOCs)이나, 일부 준휘발성유기물질(semi-volatile organic compounds, SVOCs)을 제거하는데 유효한 공법이다. 토양으로부터 추출된 오염가스 내의 오염물질에 대한 처리 및 회수공정이 필요하다.

3) Bioventing 공법

Bioventing공법은 그림 4에서 보여주듯이 오염토양 내에 산소를 공급하여 지중 내에 있는 토착 지중

미생물의 활성을 촉진시켜 오염원의 생분해도를 최대화시키는 공법이다. SVE공법과 비교해 볼 때 본 공법은 미생물활성을 지속시켜 줄 정도의 낮은 공기량을 사용한다는 차이점이 있다.

4) Land farming 공법

오염토양을 지상에 일정한 두께로 포설한 후에 포크레인 등의 장비를 이용하여 교반시켜 호기성조건으로 하여 오염물질의 생화학적 분해를 유도하는 공법이다. 영양물질로는 질소, 인, 비료 등을 사용하고 필요에 따라 첨가제를 주입한다.

3. 대책방안

3-1. 국내 토양오염의 당면 문제

토양오염의 큰 특징은 한마디로 오염이 땅속에 있어서 그 존재유무를 파악하기 어렵다는 점이다. 문제는 토양오염이 보이지 않는 가운데 지하수나 토양공기를 따라 넓은 지역으로 서서히 확산되는데 있다. 따라서 오염을 방지할수록 문제는 더욱 커질 것이고, 중국에는 우리의 경제력으로 감당하기 어려운 지경에 이를 수도 있을 것이다. 2001년도에 개정된 토양환경보전법에서는 토양오염에 대한 책임, 조사 및 복원 등에 관한 법을 강화하고 있다. 우리나라에서는 오염지역의 복원사업을 실시할 때 조사 및 지정, 복원, 해제 등에 관한 개략적인 절차는 법, 지침 등에 마련되어 있으나 시행단계에서 이러한 절차에 대한 세부 절차 및 처리 방법 등 토양오염지역의 관리 및 복원 등에 관한 정부의 추진체계가 명확히 마련되어 있지 않고 있다는데 문제점이 있다. 이로 인하여 정책 추진시 정책 추진담당자와 토양오염지역의 이행당사자 등간에 갈등 요인이 불거질 가능성이 크다. 또한, 최근 외국기업에 의한 국내기업의 인수·합병과 관련하여 그

들이 부지오염도를 조사하고, 오염처리에 소요되는 비용을 원천 삭감하고 있음은 그 시사하는 바 크다.

하지만 토양오염이 우려된다고 해도 이를 당장 해소하는 방법은 없다. 오염의 실상을 파악하고 있지 않기 때문이다. 그러므로 우선 범국가적인 오염조사 체계를 확립하는 것이 시급히 요청된다. 이를 위해서는 측정대상지점의 선정시 토지용도 및 토지사용 이력 등을 기초로 한 철저한 자료조사를 통하여 사용유해물질의 환경유출 개연성을 평가하여 선정하여야 하며, 측정오염물질은 선진국들이 대상으로 하고 있는 휘발성 유기화합물 등을 포함하여 전 국토에 대한 토양오염도 조사를 전면적으로 실시하여야 할 것이다. 이때 사유로 되어 있는 산업시설에 대한 토양오염 여부를 국가가 확실한 증거도 없이 조사하기에는 다소 어려움이 있다. 이를 해결하는 한 방법으로는 일정한 시한을 정하여 현소유의 토양오염상태를 보고토록 하고 그때까지 보고되지 않은 토양오염은 현소유자에게 그 책임을 부과시키므로써 토양(부지)오염의 책임을 오염원인자 뿐만 아니라 토지 소유자에게도 부과하는 방안을 검토해 볼만하다. 이는 지금까지 제대로 파악되고 있지 않은 사업지역에 대한 오염여부조사가 조기에 이루어지도록 하는 방안이 되기도 한다. 그 외 토양측정망 외에 토양 또는 지하수오염 등으로 인해 민원이 제기되는 등 토양오염이 우려되는 지역의 오염여부를 조사할 수 있는 법적 장치 및 예산 확보 방안 수립이 요구된다. 현재 국내법상 토양오염은 토양환경보전법에서, 그리고 지하수오염은 지하수법에서 다루고 있어 상호불가분의 관계인 토양과 지하수 오염에 대한 효율적인 관리가 어렵기 때문에 토양오염과 지하수오염을 연계하여 관리하는 제도적 장치가 필요하다. 특히 지하수법의 경우 지하수오염예방 및 오염 지하수의 복원이 소홀히 다루어져 큰 문제로 지적되고 있다. 마지막으로 장래 오염토양의 경제적인 복원과 선진 외국기술과의 경쟁력 확보를 위해서는 국내 실정에 맞는 저비용, 고효율 처리기술의 개발·

적용이 시급하며 이를 위한 정책적 뒷받침이 절실히 요구된다.

3-2. 제도적 방안

우리나라에서 토양오염에 관련된 정책이 이행되기 시작한 것이 1980년대부터이며 토양오염방지에 관련된 정책의 전환점은 토양환경보전법이 제정된 1995년이다. 이 법은 1980년대 이후 우리나라의 경제규모가 급격히 팽창하면서 환경오염문제가 확대되고 심화되는 사회분위기를 타고 제정된 것이다. 하지만 현행 토양오염방지 관련정책의 문제점을 요약하면 다음과 같다. 첫째, ‘토양오염지역’에 대한 정의가 미흡하다. 둘째, 토양오염부지가 효율적으로 관리되고 있지 않다. 셋째, 토양오염부지를 복원하기 위한 책임당사자와 책임의 범위를 선정하기 위한 방법과 절차가 없다. 넷째, 토양오염지역의 복원에 대한 세부계획 작성에 대한 지침이 없다. 다섯 번째, 토양오염지역의 관리 및 복원을 담당하고 있는 정부의 감독기관이 분산되어 있다. 여섯 번째, 관련법의 분산이다. 일곱 번째, 토양오염지역의 복원을 위한 재원 조달제도가 없다. 여덟 번째, 토양오염에 의해 영향을 받는 지역사회의 참여를 위한 기초적인 홍보 및 교육이 미흡하다.

이러한 문제점들은 토양이 오염된 지역에서 도출되고 있는데 그 문제점을 종합하면 첫째, 토양오염지역의 책임에 대한 규정미흡이다. 토양오염지역의 책임자를 찾아내고, 이 지역의 관리 및 복원 등을 위한 후속작업을 추진하기 위해서는 반드시 토양오염지역의 확인, 오염지역의 복원 등을 위한 규정이 명확해야 한다. 책임의 배분 원칙, 오염지역의 관리 및 복원 기술 등에 대한 기준과 지침이 마련됨으로써 이 문제를 합리적으로 접근할 수 있다.

둘째, 토양오염 관련법간의 관계 미흡이다. 오염된 토양과 토양오염지역의 처리는 오염토양을 어떻게 간

주하는가 또는 토양오염의 대상지역에 따라서 토양환경보전법, 폐기물관리법, 광산보안법등이 상충될 수 있다. 이는 토양환경보전법에 정하여진 토양오염물질 이외의 오염물질에 의하여 발생한 오염에 대하여 이를 어떻게 평가하고 처리할 지에 대한 검토가 필요한 바이다. 종합적인 토양오염개선을 위하여 토양오염개선의 범위 및 순위, 복원의 기준에 대한 종합적인 가이드라인의 제공이 필요하고 오염개선을 효과적/효율적으로 모니터링 할 수 있는 방식의 마련이 필요하다.

셋째, 오염지역의 조사 및 복원단계에 지역주민이 참여할 수 있는 장치가 미흡하다. 토양오염은 오염지역과 오염에 영향을 받는 인근지역 주민들의 보건과 생활에 직접적인 영향을 미친다. 따라서 발생한 토양오염은 인근 지역사회 주민들에게 오염지역에 대한 기록을 지속적으로 제공해야 하며, 오염지역의 조사 및 복원계획의 마련에 지역주민이 참여할 수 있도록 제도적인 장치를 제공해야한다. 이러한 주민들의 알권리는 그간 우리나라에서 발생한 토양오염지역에서 제공되고 있지 않다. 우리나라는 토양오염지역을 복원하고 관리할 때 지역주민의 참여를 의무화 하고 있지 않기 때문에, 오염지역의 복원 및 관리에서 배제된 환경단체와 지역주민의 불만을 사고 있다. 지역주민이 배제된 오염지역의 조사와 복원은 그 과정과 결과가 좋게 나타나더라도 지역사회의 불만으로 나타날 수 있다. 토양오염개선에 있어 오염개선의 정당성 확보를 위하여 오염지역 주민들의 참여를 보장하기 위한 절차마련의 검토가 필요하다고 할 것이다.

4. 결론

국민의 생활수준과 산업의 발달로 인하여 유류 및 유기합성물질등의 사용량이 증가하게 되었고, 이들이 토양에 누적되어서 다양한 지역에서 토양오염이 심화되고 있다. 이러한 토양이 오염된 지역을 관리하고

복원함으로써 국민이 깨끗한 토양에서 쾌적한 삶을 누릴 수 있도록 하는 것이 토양환경정책의 이상이다.

1995년 토양환경보전법이 제정된 이래 3차에 걸쳐 법개정이 이루어지면서 제도적으로 많은 발전이 있었다. 그러나 아직도 선진국의 제도와 비교해 볼 때, 현행법은 내용이 비교적 단순하여 효율적인 토양 오염관리가 미흡한 것이 사실이다. 따라서 현행법상 미비점을 보완하고 토양오염관리의 선진화를 기하기 위한 토지용도에 따른 토양오염기준 및 복원기준 설정, 토양오염 위해성평가제도의 도입, 토양복원업 등록제도 및 복원검증제도 도입 등의 제도 개선이 필요

할 것이다.

또한 쾌적한 토양환경을 조성함으로써 자연과 인간이 공생할 수 있는 터전을 이룩하기 위해서는 토양 오염지역의 관리 및 복원은 지하수 오염방지와 오염된 지하수의 복원정책과 연계되어야 하며 토양오염지역이 관리 및 복원은 반드시 인체 및 환경위해성이 고려되어야 한다. 또한 토양오염지역의 관리 및 복원은 오염지역 특이적인 위해성 평가와 연계되어야 한다. 토양오염지역의 관리 및 복원방법은 법, 제도적, 기술적으로 달성 가능해야 하며 이에 따른 기술의 개발 및 재원의 확충이 필요할 것으로 사료된다.

참고문헌

- 1) 환경부. 2003. "환경백서"
- 2) 박용하 외. 2002. "토양오염지역의 관리 및 복원 방안 I", 한국환경정책·평가연구원.
- 3) 박용하 외. 2003. "토양오염지역의 관리 및 복원방안 II", 한국환경정책·평가연구원.
- 4) 이동근, 박중춘, 양민석, 허종수, 김종오, 하영래. 2000. "토양오염의 관리와 분석 및 복원기술" J. Inst. Agr. Res. Util., 34, pp39-124.
- 5) 황대규, 정문경. 1998. "미국의 시행착오로 본 국내 토양오염 대책의 제안", 지반 환경, 46(8), pp6-15.
- 6) 이민효. 1999. "토양오염복원기술 동향", 환경농학회 심포지움 및 학술발표회 논문집, pp15-37.
- 7) 국회환경포럼. 1999. "토양환경문제 워크샵".
- 8) 배우근, 이창수. 1999. "토양오염의 특성 및 복원기술 선정방안", 첨단환경기술, 7, pp2-12.
- 9) 국립환경연구원. 1999. "의왕시 소재 유류오염부지 등에 대한 토양정밀조사 보고서", 행정간행물등록번호 38010-67050-57-9901.
- 10) 국립환경연구원. 1997. "오염토양 복원기술 및 제도발전에 관한 연구용역", 제3 권.
- 11) U.S. DOD. 1994. "Environmental Technology Transfer Committee, Remediation Technologies Screening Matrix and Reference Guide", 2nd Ed., EPA/542/B-94/013.
- 12) U.S. EPA. 1996. "Innovative Treatment Technologies Database(ITT), ver.2.0.