

지반오염 현황 및 전망

김영욱*

1. 서론

최근 급속한 산업화에 따라 원유, 석탄, 원자력 등의 사용이 빈번해지고 있으며 이로 인한 부가적 문제점들 즉 누출로 인한 지반오염 문제들이 심각해져지고 있다. 지반오염의 경로를 살펴보면 대략적으로 그림 1과 같고 이로 인하여 지하수도 오염이 되어 문제가 더 커질 수 있다. 지반오염의 특성은 만성적이고, 개선(또는 복원)이 매우 어려우며 시간 및 경제적 처리 비용이 만만치 않다는 것이다. 즉 지반이 오염되면 그 속에 갇들어 살고 있는 생물들과 지하수가 오염되고 이는 인간건강에 직접적이며 큰 피해

를 주어 이에 대한 각별한 주의가 요구된다. 따라서 국내외적으로 많은 이에 대한 정책과 평가/관리제도가 개발되어 시행되고 있는데 본고에서는 지반오염에 관련하여 오염물질 기준을 포함한 중장기 정책으로부터 시작하여 산업단지 지반환경조사, 토양환경평가제도, 폐금속광산, 그리고 지하수 수질보전 등으로 나누어 국내의 관련 자료를 정리하였다. 주로 환경부 발표 및 보고서를 위주로 조사/분석하였으며 지반과 토양이라는 단어를 혼용하였으나 되도록 지반이라는 말에 비중을 더 두어 쓰고자 하였다. 하지만 농업관련 및 제도의 고유명사를 인용할 때는 토양이라는 단어를 그대로 사용하였다.

* 명지대학교 토목환경공학과 부교수 (yukim@mju.ac.kr)



지반오염 현황 및 전망

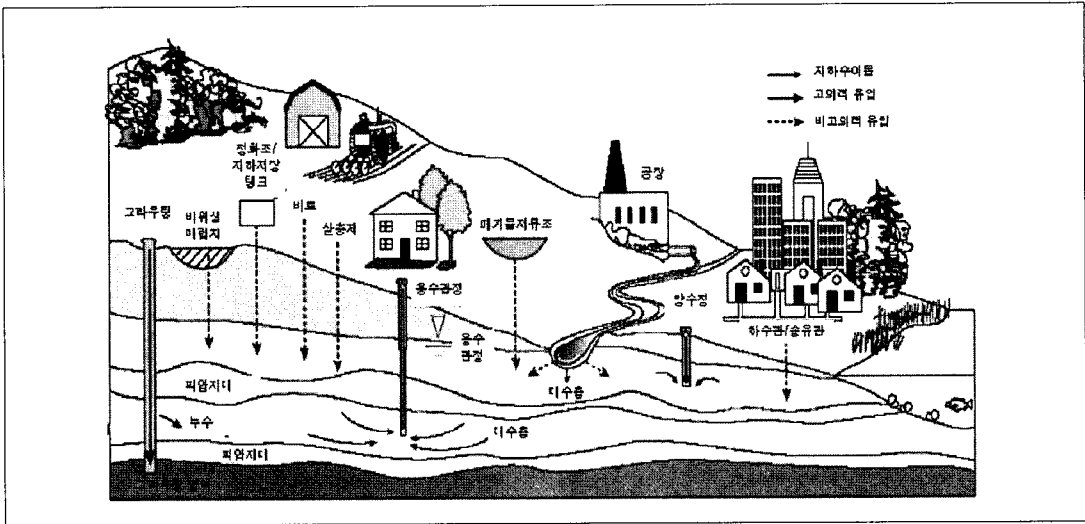


그림 1. 지반오염 경로 (지하수 수질보전 종합대책, 2005)

2. 지반환경 보전 정책 및 대책

1952년 미국 뉴욕주에 있는 러브커널(Love Canal) 시 외곽의 한 매립장에 21,000톤에 달하는 화학폐기물을 처분하였다. 그 후 도시가 팽창함에 따라 매립장 주위에도 주거지가 형성되고 많은 사람들이 살게 되었다. 그런데 몇 십 년 후 거주자들 중 상당수가 아프고 암에 걸리고 장애를 가진 아이들이 많이 태어나서 정부 주도로 조사를 시행한 결과 매립장의 화학 폐기물이 문제의 원인이라는 게 밝혀졌다. 이로 인하여 폐기물에 의한 지반오염의 심각성이 부각되었고 그 당시 대통령이던 지미카터에 의해 유해폐기물 처리장의 정화와 적정관리를 위한 Superfund Program(1980)이 제정되었다. (Superfund, 2000) 이후 각국에서도 지반오염의 심각성을 이해하고 여러 각도로 이를 방지 및 관리를 위한 노력을 기울이고 있는데 이를 각 나라별로 정리하면 다음과 같다. (산업단지 토양환경조사사업 추진계획, 2002)

2.1 미국

슈퍼펀드법(Superfund Act)은 CERCLA (Comprehensive Environmental Response, Compensation and Liability Act, 1980), SARA (Superfund Amendments and Reauthorization Act, 1986)와 같은 이름으로 사용되고 있으며 이는 환경오염을 정화하기 위한 제도 수립과 기금설치 운영에 목적이 있다. 1980년에 수립된 Superfund Program에 의거 16억불을 투입 폐기물매립지와 주변지역을 대대적으로 조사하여, 그 결과를 토대로 1986년에 85억불로 예산증액, 1990년 51억불 추가하여 불량 매립지 정화를 위하여 총 152억불을 투입하였다. 이 법에 의한 오염 정화 절차를 요약하면 다음 그림 2와 같다. Superfund 프로그램이 시작된 이후 미국에서 약 3만 3천개소에 대한 기초평가를 완료하여 1만 3천여 개의 지역이 조사 불필요로 나타났고 1,200여개소가 NPL(그림 2 참조)로 등록되어 검토 중에 있다. (토양환경보전, 2002)

특집

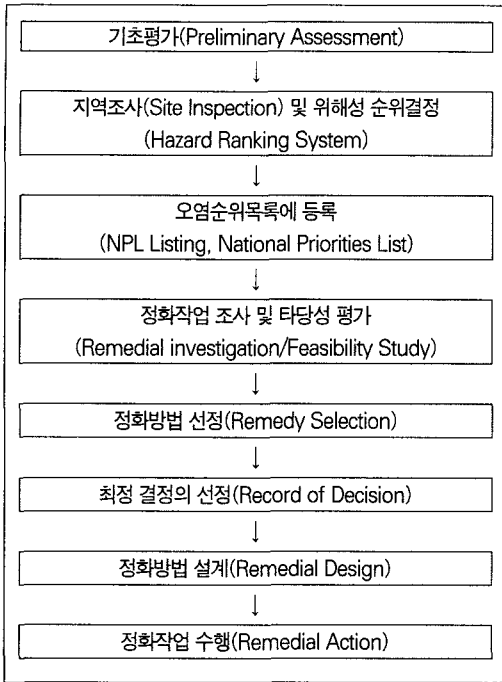


그림 2. 오염 정화 절차

2.2 영국

'84년부터 3~5년 주기로 토양이 오염되어 유기된 토지에 대한 전국적인 조사를 실시하고 있다. 조사결과에 의하여 오염지역은 오염부지로 등록하고 지역특성에 맞는 적절한 조치, 즉 복원 또는 용도변경을 결정하는 기초자료로 활용하고 있다. 2002년 현재 토양오염부지는 33,000~40,000개소에 달하며 그 면적이 약 55,000~200,000ha가 되는 것으로 조사되었다.

2.3 네덜란드

전국적인 토양오염실태를 파악하기 위해 정부 주도하에 국립보건환경연구소(NIPHE)에서 1990년

부터 5년간 전국적인 토양오염실태조사를 실시하였다. '94년까지 100,000여개소의 토양오염지역이 조사되었으며, 이중 25,000여개소가 복원이 필요한 지역으로 확인되었다. '82~'97년까지 30억불을 오염지역 정화비용으로 사용하였고, 매년 5억불을 정화사업에 사용하고 있다.

2.4 독일

현재 및 미래의 토지사용에 따른 토양기능의 안전성을 확보하기 위하여 주로 민원에 의해 조사를 시행하고 있으며 토양측정망이 없는 것으로 알려져 있다. 지자체별로 토양오염이 우려되는 지역을 조사하고 있다. '96년까지 28억불(3조 8천억)을 투입하여 1만4천 개소에 오염지역 조사 및 복원사업을 시행하였으며 주로 군부대, 우라늄광산, 노천광산 등의 복원사업을 시행하고 있다.

2.5 우리나라

부산 문현지구 유류오염, 녹사평역 지하수 유류오염에 의한 피해사례 등으로 인하여 지반 및 지하수 오염이 새로운 환경현안으로 대두되었다. 우선 전국토의 지반오염 및 오염추세를 파악하기 위하여 총 3,500개 지점의 전국망 및 지역망을 설치·운영하고 있다. 측정망 운영 현황은 2002년 현재 다음과 같다.

표 1. 측정망 운영 현황

구분	전국망	지역망
목적	전국의 지반오염추세 파악	지역의 지반오염실태 파악
운영	1,500개 지점	2,000개 지점
조사대상	토지용도별 (15개)	토양오염원별 (11개)
주관	환경부(지방환경관서)	시·도지사



지반오염 현황 및 전망

또한 현행 지반오염물질 16종을 선진국 수준(미국·캐나다 56종, 네델란드 87종, EU 21종을 지정)으로 단계적인 확대를 다음과 같이 실시할 계획이다.

2002	2005	2010
16종	20종	30종

특히 오염개연성이 높은 산업단지에 대한 과학적이고 실증적인 정밀조사를 통해 오염현황 및 오염지반 정화를 추진코자 산업단지 토양환경조사사업을 2004년부터 실시하고 있다. 추진 체계는 그림 3과 같다. 연차별 투자 계획은 표 2에 정리되어 있으며 오염지반의 정화(오염자 부담원칙)로 국민 건강상의 위해를 예방하고, 오염지반에 대한 체계적인 관리로 추가적인 지반오염을 방지하며, 오염지도(mapping) 및 토지용도, 위해성 등을 고려한 지반

오염복원 우선순위목록(NPL : National Priority list) 작성의 효과를 기대하고 있다.(산업단지 토양 환경조사사업 추진계획, 2002)

3. 지반오염 물질

3.1 지반오염 물질 기준

지반오염의 기준항목은 오염물질인 16개 항목에 대하여 '가', '나' 지역으로 토양의 용도를 구분하고 각각에 대하여 오염정도에 따라 토양오염 우려기준과 토양오염 대책기준으로 구분하였다. 오염의 정도가 사람의 건강과 동·식물의 생육에 지장을 초래할 우려가 있어 토지의 이용중지, 시설의 설치금지 등

표 2. 연차별 투자계획

(단위 : 백만원)

계	'04	'05	'06	'07	'08	'09
20,060	300	3,952	3,952	3,952	3,952	3,952

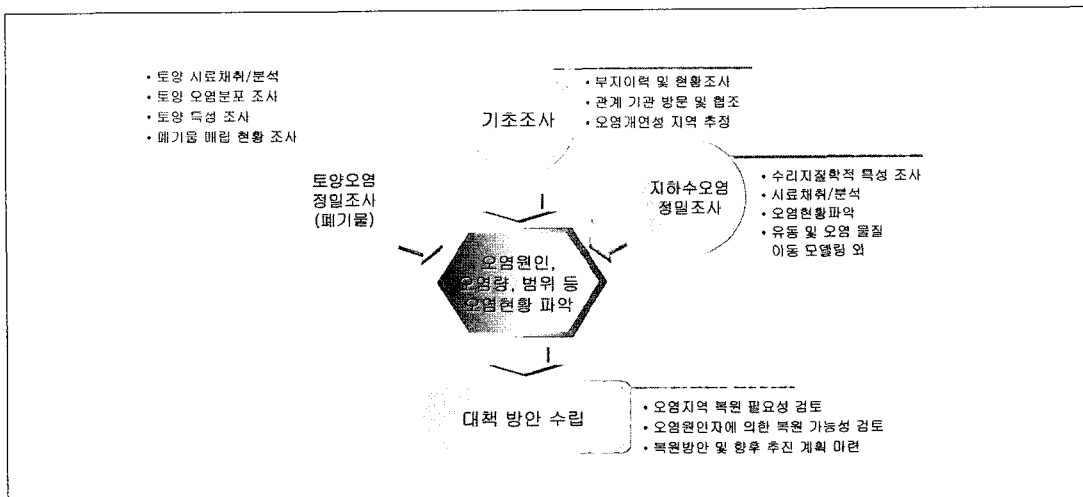


그림 3. 산업단지 토양환경조사사업 추진 체계

표 3. 토양오염 우려 기준 및 토양오염 대책기준

오염 물질	토양오염 우려기준		토양오염 대책기준	
	가 지역	나 지역	가 지역	나 지역
카드뮴	1.5	12	4	30
구리	50	200	125	500
비소	6	20	15	50
수은	4	16	10	40
납	100	400	300	1,000
6가크롬	4	12	10	30
아연	300	800	700	2,000
니켈	40	160	100	400
볼소	400	800	800	2,000
유기인 화합물	10	30	-	-
폴리클로리네이티드비페닐	-	12	-	30
시안	2	120	5	300
페놀	4	20	10	50
유류(동·식물성제외)				
-벤젠·톨루엔·에틸벤젠·크실렌(BTEX)	-	80	-	200
-석유계총탄화수소(TPH)	-	2,000	-	5,000
트리카로로에틸렌(TCE)	8	40	20	100
테트라크로로에틸렌(PCE)	4	24	10	60

- 비고: 1. 가 지역: 지적법 제5조제1항의 규정에 의한 전·답·과수원·목장용지·임야·학교용지·하천·수도용지·공원·체육용지(수목·잔디 식생지에 한한다)·유원지·종교용지 및 사적지
 2. 나 지역: 지적법 제5조제1항의 규정에 의한 공장용지·도로·철도용지 및 잡종지
 3. 다음 각목에 해당하는 경우에는 지목 구분에 관계없이 나 지역 토양오염우려(대책)기준을 적용한다.
 가. 토양오염유발시설이 설치된 경우
 나. 가 지역에서 폴리클로리네이티드비페닐 또는 유류에 의한 토양오염사고가 발생한 경우
 다. 가 지역을 제외한 지역에서 토양오염사고가 발생한 경우

규제조치가 필요한 정도의 오염상태를 토양오염대책기준으로 설정하고, 대책기준의 약 40%정도는 더 이상의 오염이 심화되는 것을 예방하기 위한 오염수준으로서 토양오염우려기준으로 구분하여 설정하였다.

3.2 MTBE((Methyl Tertiary Butyl Ether, 연료첨가제)

MTBE(Methyl Tertiary Butyl Ether)는 무연

휘발유의 첨가제로서 휘발유의 불완전 연소를 줄여 대기오염을 저감시키기 위해 제조단계에서 첨가하는 물질이다. 일부 동물에 대한 실험결과 발암성 등 위해성이 큰 것으로 확인됨에 따라 매우 위험한 오염물질로 인식되고 있다. 2003년 국정감사 시 MTBE의 위해성이 언급되면서 MTBE에 대한 합리적인 관리 방안마련을 위해 주유소 등 저유시설 주변의 지반·지하수 오염 등에 대한 조사의 필요성이 제기되었다. 80년대부터 미국 등 선진국에서도 대기보전을 위해 자동차 연료 첨가제로 MTBE가 사용되어 왔으나,



지반오염 현황 및 전망

90년대 중반부터 유류의 누출로 지하수 오염에 대한 문제점이 제기 되면서 사용 규제의 필요성이 부각되어 왔다. 주로 지하수 및 먹는 샘물에 대한 규제기준을 마련하고 있거나 검토 중이며 덴마크, 스웨덴 등 일부 국가에서는 토양복원기준도 제시하고 있다.

4. 지반오염검사

지반오염검사는 지반오염도검사와 누출검사를 말한다. 지반오염도검사는 지반시료를 직접 채취하여 오염물질의 함유정도를 검사하는 것을 말하고, 누출검사는 지하매설 저장시설의 저장물질이 누출되었는지 여부와 누출량을 확인하기 위하여 실시하는 검사를 말한다.

지반오염유발시설별 검사항목은 아래표 4와 같으며 검사시기는 정기검사와 수시검사로 구분하고 정기검사는 매년 1회 정기적으로 실시하고, 시설물 설치로부터 6개월 이내에 받아야 하나, 지반오염방지 조치를 한 경우 환경부장관이 정하는 기준에 의하여

3년의 범위 내에서 이를 조정할 수 있다. 저장시설이 15년 이상 경과된 시설과 상수원보호구역, 팔당/대청/상수원 특별대책지역내에 설치된 시설의 경우를 제외하고는 2년 내지 3년에 1회만 받도록 하고 있다.(특정오염유발시설 관리 지침, 2002)

정기검사외에 별도로 지반오염검사를 받아야 하는 경우는 첫째, 유발시설의 사용을 종료하거나 이를 폐쇄하는 경우, 양도·임대 등으로 운영자가 달라지는 경우, 시설 및 시설부지(주변지역 포함)안의 지반을 교체하고자 하는 경우 등에는 행위일 3개월 전부터 행위일 전일까지의 기간 동안에 지반오염도검사를 받아야 하며, 오염물질이 누출되는 경우에는 지체 없이 지반오염검사(지반오염도검사, 누출검사)를 받아야 한다. 이때에는 다음 회의 정기검사를 받은 것으로 본다. 둘째, 지반오염도조사결과 지반의 오염도가 우려기준을 초과하는 경우, 오염물질의 누출이 확인되는 경우, 오염물질이 누출되는 경우 등에는 지반관련전문기관으로부터 지반오염도검사 결과를 통보 받은 날부터 30일 이내에 누출검사를 받아야 한다.

표 4. 지반오염 유발 시설별 검사항목

지반오염유발시설	검사항목
석유류의 제조 및 저장시설	유류(동·식물성 제외) 벤젠·톨루엔·에틸벤젠·크실렌(BTEX) 석유계총탄화수소(TPH)
유독물의 제조 및 저장시설	카드뮴·구리·비소·수은·납·6가크롬아연·니켈·불소· 유기인화합물·폴리클로리네이티드비페닐·시안·페놀· 트리카로로에틸렌(TCE), 테트라크로로에티렌(PCE) 중 해당 항목
승유관시설	유류(동·식물성 제외) 벤젠·톨루엔·에틸벤젠·크실렌(BTEX) 석유계총탄화수소(TPH)
기타 위 유발시설과 유사한 시설로서 특별히 관리할 필요가 있다고 인정되어 환경부장관이 관계 중앙행정기관의 장과 협의하여 고시하는 시설	대상시설별로 관계 중앙행정기관과 협의하여 고시한 검사항목

특집

4.1 2004년 특정지반오염유발시설 설치 및 관리현황

시장·군수·구청장에게 위임되어 있는 특정지반 오염유발시설의 설치신고 및 관리현황을 집계·분석하여 지반환경 보전을 위한 정책수립 등 기초 자

료로의 활용을 목적으로 조사하며 2004년 설치신고 현황은 표 5와 같다.

4.2 지반오염도 검사결과

지반오염도 검사결과는 표 6과 같다.

표 5. 특정 지반오염 유발 시설 설치신고 현황

년 도	신고업소수	주유소	산업시설			기타 (난방시설 등)
			소 계	석유류	유독물	
2004	22,078	13,701	5,116	4,790	326	3,241
2003	21,869	13,376	5,209	4,999	210	3,284
2002	21,537	12,922	5,167	4,895	272	3,448
2001	21,138	12,967	4,998	4,810	188	3,173
2000	20,412	12,472	4,743	4,631	112	3,197

표 6. 석유류의 제조 및 저장시설

년 도	검사 업소수	토양오염도 검사결과(mg/kg)							
		BTEX				TPH			
		소 계	32미만	32~80	80이상	소 계	800미만	800~2,000	2000이상
2004	11,708	7,639	7,475	104	60	11,152	10,674	280	198
2003	11,306	7,558	7,453	37	68	10,603	10,342	78	183
2002	10,999	8,580	8,503	28	49	10,239	10,080	64	95
2001	10,468	10,468	10,368	19	81	-	-	-	-
2000	10,498	10,498	10,390	39	69	-	-	-	-

※ 토양오염우려기준 초과 : BTEX 80mg/kg이상, TPH 2000mg/kg이상

※ 누출검사 대상 : BTEX 32mg/kg이상, TPH 800mg/kg이상

※ 1개업소에 BTEX와 TPH 중복검검의 경우가 있어 검사업소 수 보다 검사결과 수가 많음

표 7. 유독물의 제조 및 저장시설

년 도	검사업소수	기준이내	기준초과
2004	117	114	3
2003	132	131	1
2002	103	103	-
2001	167	167	-
2000	63	63	-



5. 토양환경평가제도

정부는 토양오염문제에 적극적으로 대처하기 위해 1996년 토양환경보전법을 제정하여 오염토양의 조사와 정화사업을 추진하여 왔다. 그러나 지난 수년간 전국적인 토양측정망의 운영과 정밀조사를 정기적으로 실시하였으나 오염부지를 찾아내는데 어려움을 겪고 있으며 예산상의 문제로 오염토양정화 실적도 미미한 실정이었다. 환경부는 지반오염이 우려되는 지역에 대해 적극적인 조사와 정화를 추진하기 위해 2001년 3월 토양환경보전법을 개정하여 고정측정망체계를 지반오염조사체계로 개편하고 지반오염원인자의 책임을 대폭 강화하는 한편 토양환경평가제도를 도입하여 토양오염조사를 활성화할 수 있는 제도적 근거를 마련하였다. 즉 시설부지 거래시 오염책임이 승계되도록 규정하고 거래당시 오염부지에 대한 토양환경평가를 실시할 수 있는 근거를 마련함으로써 민간이 자발적으로 오염부지를 조사하도록 하는 유인을 제공한 것이다.(토양환경평가제도 홍보 간담회, 2002)

토양오염유발시설이 설치되어 있거나 설치되어 있었던 부지를 양도·양수하거나 임대·임차하는 경우에 양도인·양수인, 임대인 또는 임차인은 당해 시설이 설치된 부지 및 그 주변지역(토양오염의 우려가 있다고 인정되어 환경부령이 정하는 지역)에 대하여 토양관련전문기관으로부터 토양오염에 관한 평가(이하 토양환경평가)를 받을 수 있다.

부지환경평가가 제일 먼저 제도화된 국가는 미국으로서, ASTM(American Society for Testing Materials)에 의해 1997년 규격이 제정되었다. ASTM에서 자율적으로 만든 표준규격은 현재 EU 국가를 비롯한 선진 국가들과 주요 다국적기업에서 활용되고 있으며, 국제표준화기구(ISO)에서도 이에

대한 표준화를 진행시키고 있다. 앞으로는 환경지출은 단순비용이 아니라 기업의 경제적 가치를 높이는 투자로 인식하는 계기가 마련될 것으로 전망되며 기업의 회계처리방식에 환경비용을 구체적으로 반영하는 환경회계(green accounting)제도 도입될 것이다. 따라서 국내 기업의 경우 외국기업과의 M&A 과정에서 국내기업의 자산 가치를 충분히 평가받기 위해서는 환경친화적 생산체제로의 전환이 필요하다고 전망된다.

5.1 국내에서의 시행사례

■ A사는 수도권 지역에서 수십년간 전자부품 공장을 운영하다가 인근지역이 주거지로 개발됨에 따라 공장을 지방으로 이전하기로 하고, 공장부지를 주택건설조합에 처분하기에 앞서 토양환경평가를 하였던 바, 토양 및 지하수에서 상당한 정도의 중금속과 VOC가 검출되었음. A사는 오염사실을 매수인에게 통보하고 아파트 건설기간 중 오염토양을 처리하는 데 소요되는 비용을 매매대금에서 감액하는 한편, 아파트가 준공된 후 비상 급수용으로 사용될 지하수 관정에 정화장치를 설치하였음.

■ B사는 공단내에 위치한 자동차 부품 공장을 甲社로부터 인수하기 위한 실사과정에서 토양환경평가를 하였는데, 토양 및 지하수에서 상당한 정도의 유류 및 VOC가 검출되었음. B社와 甲社는 공동 정밀조사후 협의를 거쳐 甲社가 자신의 비용으로 오염원을 제거하고 오염된 토양을 정화하는 한편, 지하수는 자유상 유류만을 제거하기로 하고 거래를 종결하였음. 甲社가 합의 내용을 이행할 때까지 B社は 인수대금 중 일부 금액의 지급을 유보하였음.

■ C社は 저유소 부근에 위치한 공장을 乙社로부터 인수하기 위한 실사과정에서 토양환경평가를 하였는데, 토양 지하수에서 대량의 자유상 유류가 발견되었으며, 오염원은 저유소에서 누출로 확인되었음. C社は 거래의 조건으로 乙社에 대하여 토양 및 지하수의 정화를 요구하였는데, 예상 정화비용이 재정난에 봉착해 있던 乙社로서는 감당하기 힘든 정도여서 이 문제가 거래중단의 주된 이유 중 하나가 되었음.

■ D社は 약 20년 전에 丙社로부터 공장을 인수하여 운영해 왔는데, 최근 관할 시청에서 공장부지의 일부에 도로를 개설하는 과정에서 다량의 폐기물이 매립되어 있는 사실이 발견되었고, 토양환경평가 결과 공장부지 전체에 걸쳐 동종의 폐기물이 매립되어 있는 것으로 추정되었음. 이에 D社は 丙社를 상대로 정화비용을 청구하는 소송을 제기하였으나, 법원은 丙社가 그 폐기물 전부를 매립하였다고 보기 어렵다는 이유로 청구금액의 일부만을 인용하였음.

■ H그룹의 경우 환경관리비용만큼 자산가치를 공제한 후 계열사 매각

6. 폐금속광산

70년도 이전에 폐광된 금속광산지역에 산재한 광미, 갱내수, 폐석등으로 주변 농경지, 하천 등의 오염으로 환경문제가 대두되어 92년도부터 폐금속광

산주변지역의 지반에 대한 조사를 시작하여 오염이 심각한 지역은 복원사업을 추진해왔다. 폐금속광산 주변의 오염 범위가 농경지, 하천수, 지하수 등뿐만 아니라 오염된 지반에서 생산된 농작물에 2차 오염되어 최근에는 주민들의 건강까지 위협하고 있어 폐금속광산주변의 지반오염관리가 시급한 실정이다. 폐금속광산주변의 지반오염관리는 오염된 지반의 조사, 복원에서 오염된 지반에서 생산된 농작물과 주민건강 조사, 방지사업완료 후 사후관리 등 전반적인 폐금속광산 주변 지반관리 종합계획을 말한다.(폐금속광산 토양오염 실태 일제조사 요약보고서, 2003)

폐금속광산 주변지역의 토양오염이 우려됨에 따라 환경부 토양수질관리과에서는 1997년부터 2004년까지 158개 폐금속광산 정밀조사를 실시하였으며 정밀조사결과 기준을 초과한 92개 폐금속광산에 대한 오염방지대책을 시행하도록 관계기관에 협조 요청하였다. 2004년에 나머지 휴·폐금속광산 중 시·도로 하여금 현지 확인을 실시하여 조사가 필요한 광산 51개소를 추가로 선정하고 2차 정밀조사계획을 수립하였다. 2004년도 이전에 완료된 158개를 포함하여 2006년까지 총 219개 토양정밀조사를 완료 할 예정이다.(폐금속광산 주변 토양관리 종합계획, 2004)

폐금속광산을 전국에 총 906개소가 산재하고 있으나 토양정밀조사 등에 많은 예산과 시간이 소요됨에 따라 현재까지 158개 광산에 대하여만 토양정밀조사 완료하였다.(23개소는 정밀조사 중) 2006년까지 정밀조사가 계획된 51개소를 제외한 나머지를

표 8. 폐금속광산 정밀조사 현황(2004년 현재)

계	부산	대구	경기	경남	경북	전남	전북	충남	충북	강원
158	1	1	7	22	29	11	10	24	29	24

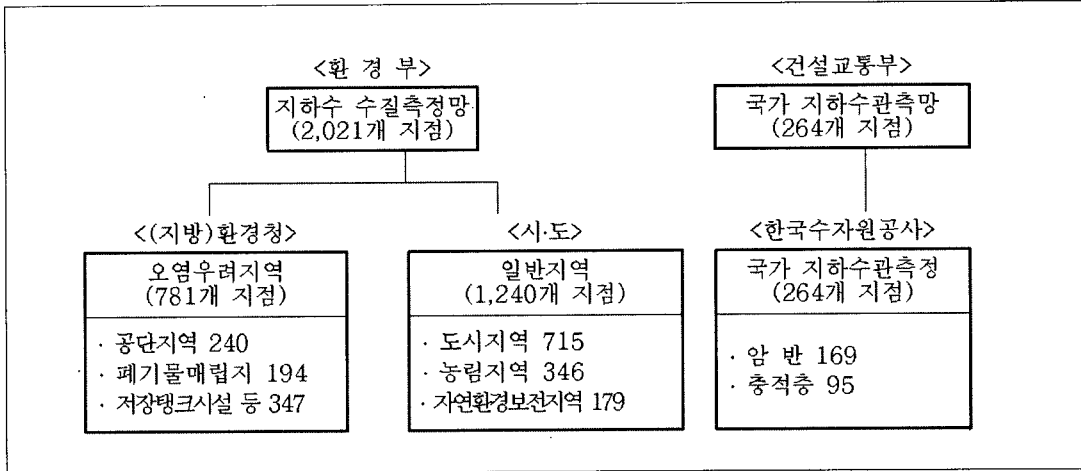


그림 4. 국내 지하수 수질측정망 및 관측망 운영현황 및 체계

실시할 예정이다. 그러나 폐금속광산에 대한 지반오염 방지사업 비용이 1개소 당 20~40억원으로 과다하게 소요됨에 따라 예산 확보가 어려워 광해방지사업 추진이 부진한 실정이며 오염된 토양에서 생산된 농작물에 중금속이 축적되어 주민의 건강을 위협하고 있고 폐금속광산 지반오염방지 사업완료 후 지반오염여부 등 사후관리체계가 미흡하여 폐금속광산 주위의 지반오염관련 문제가 여전히 심각하고 이에 대한 대책이 시급한 실정이라고 할 수 있다.

7. 지하수 수질보전 종합대책

지하수의 음용·생활용수에 대한 수요가 늘어나면서 지하수오염이 국민건강과 직결되는 문제로 부각됨에 따라 양질의 지하수를 보전하고 오염된 지하수를 정화하기 위해 지하수 수질관리를 위한 체계적 대책이 요구되고 있다. 더구나 우리나라는 2000년 UN이 정한 물부족국가로 분류, 지표수(수돗물)에 대한 불신이 증가하면서 비상용수·대체용수로서의

지하수의 중요성이 증대되고 있다. 이에 따라 국내에서는 지하수 수질 측정망 및 관측망을 운영하고 있으며 그 현황 및 체계는 그림 4에 나타나 있다. 2004년 기준으로 하여 환경부 관리 수질측정망수는 총 2,021개(1개소/ 50km²)인데 이를 2014년까지 유럽수준인 총 3,242개(1개소/ 30km²)로 확대하기로 하였다.(지하수 수질 보전 종합대책, 2005)

환경부 지하수수질측정망 운영결과 오염우려지역은 TCE, PCE 및 NO₃-N 등이 주된 오염항목이고, 일반지역은 NO₃-N과 대장균 등이 가장 높은 초과율을 보였다. 섬유세척제 및 화학산업 등에서 발생하는 TCE 및 PCE는 공단지역에서 많이 초과되었으며 지하수 기준 초과항목의 각각 36%와 16%를 차지하는 것으로 나타났다. 생활오수와 축산폐수 등에서 발생하는 NO₃-N(질산성질소)는 폐기물매립지와 도시지역에서 많이 발생하였으며, 지하수 기준 초과항목의 33%를 차지하였다. 건교부 지하수 관측망 운영결과는 총조사시료 728개 중에서 74개가 기준을 초과한 것으로 나타났다(초과율 10.2%) 주로 COD(29.3%), NO₃-N(29%), 염소이온(14%)

특집

항목이 부적합 항목이었다.

기존 지하수법 내 지하수 수질기준 및 오염정화기준의 합리적 개선·강화를 위하여 음용수, 생활용수, 농·어업용수, 공업용수의 지하수 사용 용도별 지하수 수질기준을 강화하고 장기적인 개선방안 수립하였다. 즉, 생활용수에만 적용되고 있는 BTEX의 규제치를 유류성분 노출 가능성이 농후한 농업·어업용수, 공업용수 지하수에도 포함하고 생활용수

중 건강보전상 위해 우려와 밀접한 관계가 있는 대장균군의 기준치를 강화하였다. MTBE나 미량의 환경호르몬 등 유해물질에 대한 오염실태조사 후 수질기준에 추가토록 하고 장기적으로는 음용수 및 비음용수로 구분하여 단순화하고 비음용수의 기준은 생활용수 수준으로 강화하는 방안을 강구하였다. 이를 정리하면 표 9와 같다.

표 9. 지하수의 수질기준

(단위 : mg/l)

이용 목적별		생활용수	농업용수	공업용수
항 목				
일 반 오염물질 (9개)	수소이온농도(pH)	5.8~8.5	6.0~8.5	5.0~9.0
	대장균군수	50ml에서 불검출	-	-
	질산성질소	20이하	20이하	40이하
	염소이온	250이하	250이하	500이하
	일반세균	100CFU/ml	-	-
	아 연	1.5이하	3이하	5이하
	알루미늄	0.3이하	0.6이하	1.0이하
	철	0.3이하	-	0.3이하
	망 간	0.3이하	0.5이하	-
특 정 유해물질 (16개)	카드뮴	0.01이하	0.01이하	0.02이하
	비 소	0.05이하	0.05이하	0.1이하
	시 안	불검출	불검출	0.2이하
	수 은	불검출	불검출	불검출
	유 기 인	불검출	불검출	0.2이하
	페 놀	0.005이하	0.005이하	0.01이하
	납	0.1이하	0.1이하	0.2이하
	6가크롬	0.05이하	0.05이하	0.1이하
	트리클로로에틸렌	0.03이하	0.03이하	0.06이하
	테트라클로로에틸렌	0.01이하	0.01이하	0.02이하
	1,1,1-트리클로로에탄	0.15이하	0.30이하	0.5이하
	벤 젠	0.015이하	0.03이하	0.05이하
	톨 루 엔	1이하	2이하	3.5이하
	에틸벤젠	0.45이하	0.90이하	1.5이하
	크 실 렌	0.75이하	1.5이하	2.5이하
	석유계총탄화수소(TPH)	1.5이하	25이하	50이하



8. 결론

본고에서는 최근 발표된 환경부 자료를 토대로 하여 국내외의 지반환경의 현황과 전망에 관하여 정리하였다. 지반오염을 발생시키는 주 오염물질의 종류 및 오염판단 기준을 비롯하여 현재 진행되고 있는 지반환경관련 측정 및 관리 실태를 지반, 폐광산, 그리고 지하수로 구분하여 정리하였다. 발달경제에서 벗어나서 선진국 대열에 들어서는 우리나라의 경우 지반오염의 심각성이 날로 깊어지고 있고 이는 국민 건강과 직접 연결이 되어 있어 이를 위한 대책 및 예방에 대한 연구가 시급한 것으로 나타났다. 대책으로는 복원법 연구 및 개발을 들 수 있고 예방법으로는 비파괴검사법 등을 이용한 누출 탐지, 오염지반의 특성 관찰 및 예측 등을 들 수가 있으며 세부적 분야로 나누게 되면 매우 다양하다. 따라서 점차 지반오염과 관련한 문제가 심각하게 됨에 따라, 이에 따른 전문 연구인력의 확보가 현재보다 더 절실해질 것으로 판단되는바 전문지식을 가진 다양한 지반환경기술자가 빠른 시일 안에 광범위하게 필요할 것으로 전망한다.

참고문헌

1. 산업단지 토양환경조사사업 추진계획, 2002, 환경부.
2. 지하수 수질 보전 종합대책, 2005, 환경부 토양수질관리과.
3. 토양환경보전: 중장기 정책방향 및 대책, 2002, 환경부 자연보전국 토양보전과.
4. 토양환경평가제도 홍보 간담회, 2002, 환경부.
5. 특정오염유발시설 관리 지침, 2002, 환경부 예규 제 2002-1호.
6. 폐금속광산 토양오염 실태 일제조사(강원, 경기, 전북, 전남권역) 요약보고서, 2003, 한국과학기술연구원.
7. 폐금속광산 주변 토양관리 종합계획, 2004, 환경부 토양수질관리과.
8. Sperrfund: 20 Years of Protecting Human Health and the Environment, 2000, EPA, EPA 540-R-00-007.