

KEI 포커스



발행일 2024년 12월 15일 발행인 이창훈 발행처 한국환경연구원

주소 (30147) 세종특별자치시 시청대로 370 세종국책연구단지 B동

TEL 044-415-7777 홈페이지 www.kei.re.kr © 2024 한국환경연구원

Korea Environment Institute Focus

제12권 제12호
통권 제122호

지질 기원 토양오염 적정관리를 위한 정책제언

신경희 국토정책평가실 선임연구위원 김경호 국토정책평가실 연구위원 양 경 자연에너지평가실 연구위원

요약

현안

지질기원 토양오염을 입증하기 위한 세부 조사 및 평가 방법이 미비하여 판단에 어려움이 발생하고 있고, 인위적 오염과 구분되는 지질기원 토양오염의 특성을 고려한 차별화된 관리 방안의 필요성이 대두되고 있다. 또한 토양오염 관련 정보의 통합적 관리 및 활용 체계가 미흡한 상황이다.

주요 내용

토양측정망 및 환경영향평가 토양정보 분석 결과, 불소와 비소의 지질기원 오염 가능성이 확인되었다. 최근 3년간 공공기관이 발주한 불소 오염토양 정화사업에서 토양세척 비율이 증가하는 추세이다. 민간 부지개발 사업에서는 자연기원 불소 오염이 주요 원인으로 나타나고 있어, 이에 대한 대책 마련이 필요하다. 일본의 경우 자연 유래 토양오염에 대해 별도의 조사 및 관리 체계를 운영하고 있다. 특히 일본은 자연 유래 특례구역 지정, 형질변경 기준 완화, 특례구역 간 토양 이동 허용 등의 정책을 통해 지질기원 토양오염을 차별화하여 관리하고 있다.

정책 제언

지질기원 토양오염의 적정 관리를 위해 다음과 같은 정책을 제안한다. 첫째, 자연기원 토양오염 입증 방법을 구체화하기 위해 조사 및 평가 지침을 제정해야 한다. 이 지침에는 조사 대상 선정, 시료 채취, 분석 방법 등의 세부 규정과 지질학적·지구화학적 특성 평가 방법이 포함되어야 한다. 둘째, 지질기원 토양오염 관리를 합리화하기 위해 자연기원 토양오염의 법적 정의를 신설하고, 별도의 조사, 평가, 관리 체계를 마련해야 한다. 위해성평가 적용 범위를 확대하고 유연하게 적용하며, 정화 및 관리 주체를 명확히 하고 공공의 역할을 확대해야 한다. 셋째, 통합 정보 시스템을 구축하여 토양 모니터링 시스템을 개선하고, 오염원, 오염부지, 정화 현황 등을 포함한 종합적인 토양오염 정보 시스템을 구축해야 한다.

본 내용은 한국환경연구원(KEI)의 2024년 수시연구인 「지질기원 토양오염 부지의 위해도 관리방안」의 일부를 요약·정리하고, 논의를 심화하여 시사점 및 정책 방향을 제시한 것임을 밝힙니다.

《KEI 포커스》는 환경 관련 현안을 신속하게 분석하고 대응방안을 제시하는 수시 간행물입니다.

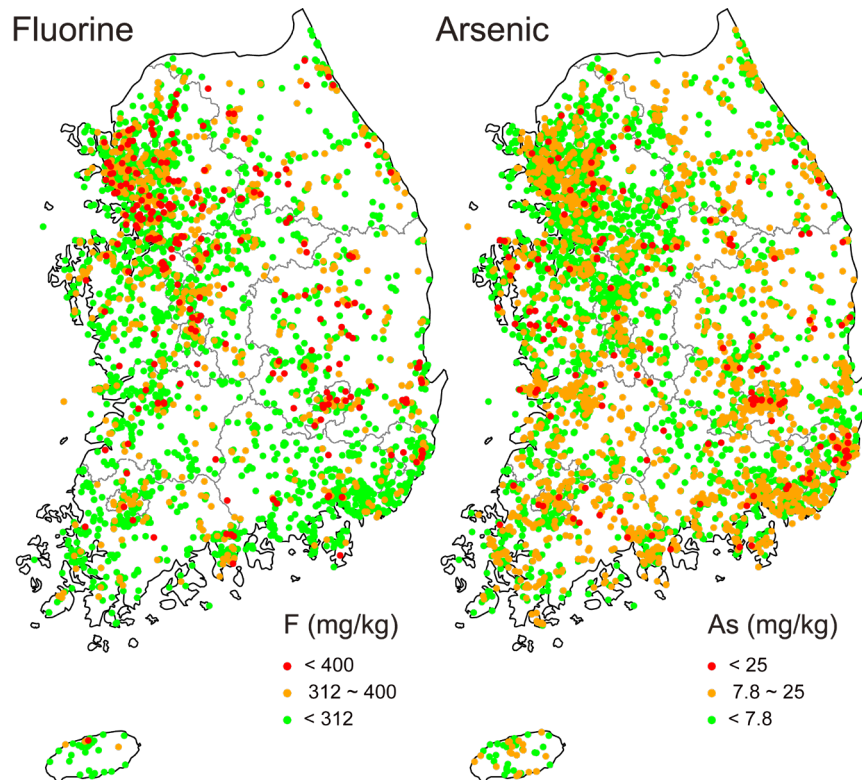
I

지질기원 토양오염물질 분포 현황

01 — 토양측정망 및 환경영향평가 정보 분석결과

- 토양측정망 자료(2011~2020년, 12,508개 시료)와 환경영향평가 토양정보(1990~2022년, 42,994개 시료)를 통합하여 토양오염 메타자료를 구축하고 농도 분포를 분석함
 - 분석 데이터는 불소 21,255개, 비소 46,599개 시료를 대상으로 함
 - 불소 평균농도는 157.5mg/kg (중앙값: 141.0mg/kg), 변동계수는 69.1%로 나타났으며, 1지역 오염 우려 기준(400mg/kg) 초과 지점수는 449개소(2.1%)임
 - 비소 평균농도는 3.20mg/kg (중앙값: 1.62mg/kg), 변동계수는 166.75%로 나타났으며, 1지역 오염 우려 기준(25mg/kg) 초과 지점수는 233개소(0.5%)임

그림 1. 토양오염 메타자료(토양측정망 및 환경영향평가 토양정보)의 토양 내 불소(Fluorine)(21,255 지점) 및 비소(Arsenic)(46,599 지점) 농도 분포도



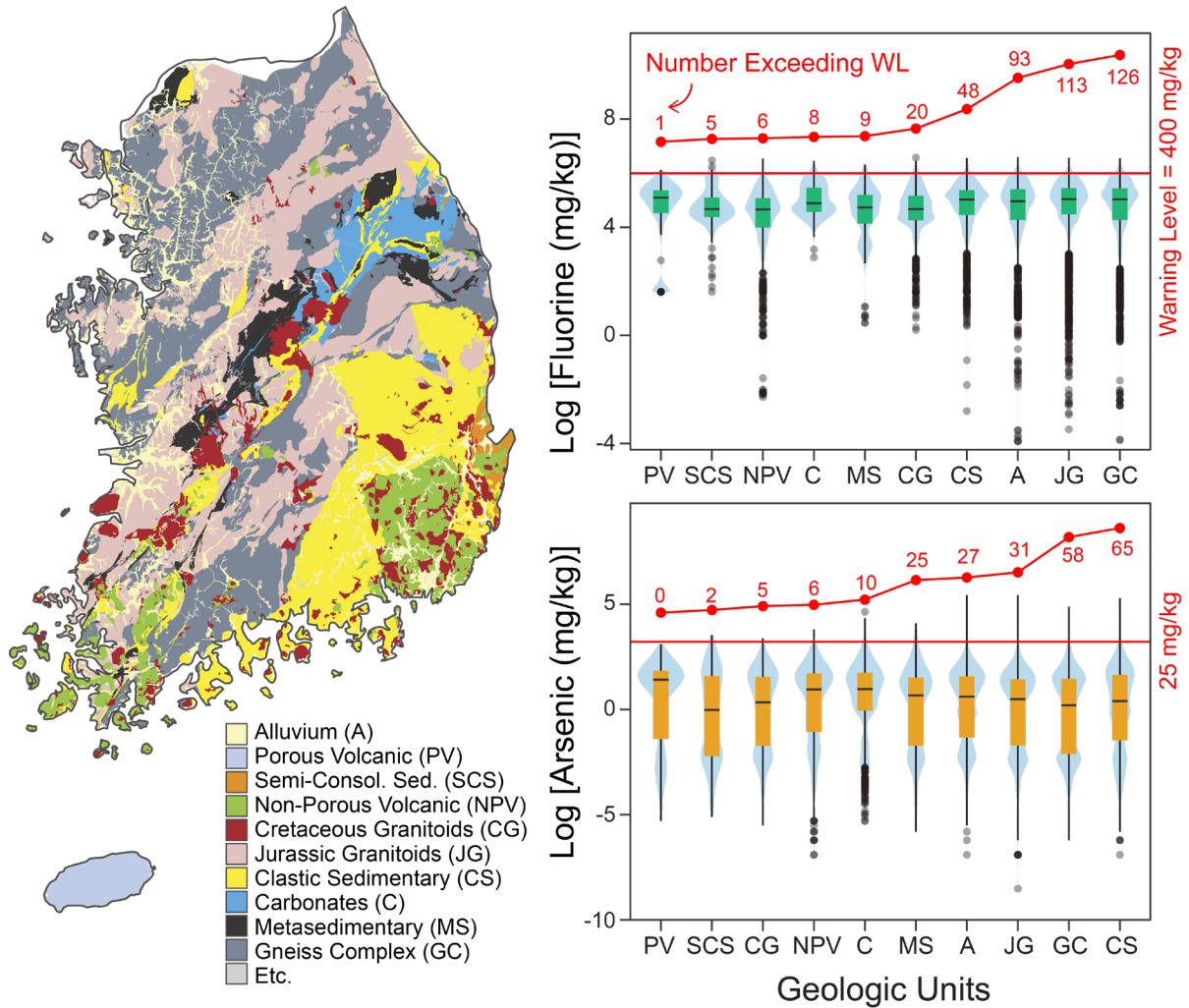
자료: 토양지하수정보 시스템, “토양정보”, 검색일: 2024.5.15; 공공데이터포털, “한국환경연구원_환경영향평가 토양정보”, 검색일: 2024..5.1을 토대로 저자 작성.

- 수도권 및 도심 지역에서 고농도의 불소와 비소가 관측되었으며, 이는 환경영향평가를 위한 토양시료 채취의 지역적 편중 가능성이 존재하기 때문임

02 — 지질학적 특성과 오염분포의 연관성

- 불소 농도 분석 결과, 화산암에서의 평균농도가 다른 지질에 비해 유의하게 낮았으나, 나머지 지질 단위 간에는 뚜렷한 차이가 나타나지 않음
- 오염 우려 기준 초과 빈도에서는 지질 단위별로 차이가 관찰됨
 - 편마암(126개 지점), 쥐라기 화강암(113개 지점), 충적층(93개 지점)에서 높고, 다공질 화산암(1개 지점)과 탄산염암(8개 지점)에서 낮음
- 비소 농도 분석 결과, 평균농도는 탄산염암(4.56mg/kg)과 다공질 화산암(4.05mg/kg)에서 가장 높았으며, 기타 지질(2.35mg/kg)과 쥐라기 화강암(2.88mg/kg)에서 가장 낮게 나타남
 - 쇄설성 퇴적암의 변동계수(CV)는 191.99%로 가장 높아 비소 농도의 변동성이 큰 반면, 다공질 화산암은 83.70%로 가장 낮아 상대적으로 안정된 분포를 보임
- 오염 우려 기준 초과 빈도에서는 지질 단위별로 차이가 관찰됨
 - 쇄설성 퇴적암(65개 지점)과 편마암(58개 지점)에서 높고, 다공질 화산암(0개 지점)에서 낮음
- 불소 함량은 화강암류에서 높게 나타나는데(0.05~0.14%), 이는 마그마 정출 과정에서 불소 이온이 운모, 각섬석 등 이온반경이 유사한 수산기(OH⁻:1.37~1.40Å) 함유 광물의 구조 내로 포획되기 때문임
- 비소 농도는 지질학적 특성분만 아니라 인간 활동의 영향도 크게 받는데, 산업활동, 농업, 폐기물 처리시설 등에서 비소 오염 사례가 빈번함

그림 2. 토양오염 메타자료(토양측정값 및 환경영향평가 토양정보)의 지질 단위별 토양내 불소 및 비소 농도 비교



자료: 토양지하수정보 시스템, “토양정보”, 검색일: 2024.5.15; 공공데이터포털, “한국환경연구원_환경영향평가 토양정보”, 검색일: 2024..5.1을 토대로 저자 작성.

II

지질기원 토양오염 현황 및 관리제도

01 — 오염토양 정화 현황

- 최근 3년간 공공기관이 발주한 불소 오염토양 정화사업 중 토양세척 비율 증가
- 2022년 기준 토양세척 공법 적용 현장이 55%를 차지하고, 낙찰 금액 기준으로는 78%를 차지

표 1. 최근 3년간 공공기관 토양정화 사업 중 토양세척 비율

연도	낙찰 건수			낙찰 금액		
	토양정화	토양세척	비율	토양정화	토양세척	비율
2022년	56건	31건	55%	589억	459억	78%
2021년	78건	25건	32%	1,401억	714억	51%
2020년	77건	32건	42%	985억	467억	47%

자료: 한국환경산업기술원(2023.2.28), "자연 기원적 불소오염지역 특성을 고려한 토양정화 기술개발", 검색일: 2024.4.15.

- 최근 5년간 서울 및 수도권 지역에서 자연 기원 불소 오염이 주요 원인이며, 대부분 토양세척 공법을 적용함

표 2. 최근 5년간 민간업체 부지개발 사업의 토양정화

사업명	사업 연도	위치	오염물질	불소 원인	발주처	정화비용
삼성동 현대GBC	2020년	강남구 삼성동	불소	자연 기원	현대건설	200억
서초정보사 부지	2019년	서초구 서초동	불소, 유류	자연 기원	국방부	430억
청담동 삼익아파트 재건축사업	2021년	강남구 청담동	불소, 유류	자연 기원	재건축조합	100억
서울숲 주변공사	2020년	성동구 성수동	불소	자연 기원	건설업체	80억
한남동 유엔사부지	2019년	용산구 한남동	불소, 유류	자연 기원	LH, 미국기지본부	100억
서울양원 공공주택지구	2019년	종로구 망원동	불소, 유류복합	자연 기원	LH	10억

자료: 한국환경산업기술원(2023.2.28), "자연 기원적 불소오염지역 특성을 고려한 토양정화 기술개발", 검색일: 2024.4.15.

- 비소 오염토양 정화 방법은 주로 토양세척법을 적용함
- 기타 방법으로는 동전기정화법, 고형화 및 안정화법, 생물학적 처리법 등을 적용

02 — 지질기원 토양오염 관리 제도

- **위해성평가 대상은 「토양환경보전법」 제15조의5 제2항에 근거함**
 - 자연적 원인으로 인한 토양오염의 경우 위해성평가 실시가 가능하며, 위해성평가를 통해 토양정화의 범위, 시기 및 수준 결정 가능
- **지질기원 토양오염 입증 방법은 「토양환경보전법 시행령」 제11조의2 제1항에서 규정함**
 - 1) 주변지역 토양 분석 결과와 비교, 2) 대상부지 기반암으로부터 기인함을 증명, 3) 기타 과학적 방법으로 자연적 원인 증명하여야 함
 - 토양 관련 전문기관이 작성한 보고서를 환경부장관에게 제출
- **현행 제도는 자연적 원인 입증을 위한 세부 방법이 부재하다는 한계를 보이며, 따라서 관련 지침의 내용 작성 방법 구체화 필요**

표 3. 토양오염물질 위해성평가 대상

구분	토양환경보전법
조항	제15조의5(위해성평가)
내용	<p>① 환경부장관, 시·도지사, 시장·군수·구청장 또는 정화책임자는 제23조의2 제2항제1호에 따라 지정을 받은 위해성평가기관으로 하여금 오염물질의 종류 및 오염도, 주변 환경, 장래의 토지이용계획과 그 밖에 필요한 사항을 고려하여 해당 부지의 토양오염물질이 인체와 환경에 미치는 위해의 정도를 평가(이하 "위해성평가"라 한다)하게 한 후 그 결과를 토양정화의 범위, 시기 및 수준 등에 반영할 수 있다.</p> <p>② 위해성평가는 다음 각 호의 어느 하나(정화책임자의 경우에는 제4호 및 제5호만 해당한다)에 해당하는 경우에 실시할 수 있다.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 제6조의3에 따라 토양정화를 하려는 경우(국유재산) 2. 제15조 제3항 각 호 외의 부분 단서에 따라 오염토양을 정화하려는 경우(정화책임자에 의한 정화곤란) 3. 제19조 제3항에 따라 오염토양 개선사업을 하려는 경우(대책지역 오염개선이 책임자에 의해 실시 곤란) 4. 자연적인 원인으로 인한 토양오염이라고 대통령령으로 정하는 방법에 따라 입증된 부지의 오염토양을 정화하려는 경우(제15조의3 제3항 단서에 따라 오염토양을 반출하여 정화하는 경우는 제외한다) 5. 그 밖에 위해성평가를 할 필요가 있는 경우로서 대통령령으로 정하는 경우(공공이 정화책임자이고 정화곤란한 부지일 경우) ③~④ 생략

자료: 국가법령정보센터, "토양환경보전법".

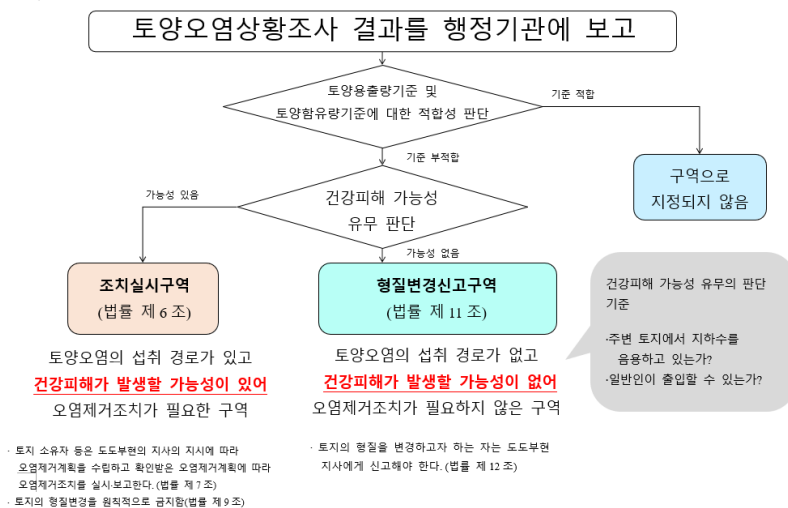
III

일본의 지질기원 토양오염 관리

01 — 오염조사 및 구역지정

- 「토양오염대책법」¹⁾의 목적은 다음을 통해 국민의 건강을 보호하는 것임
 - 특정 유해물질에 의한 토양오염 상황을 파악하기 위한 조치 실시
 - 오염으로 인한 건강피해 방지조치 규정
- 토양오염 상황 조사는 건강피해 발생 경로 중 ‘직접 섭취 리스크’와 ‘지하수 등을 경유한 섭취 리스크’를 주로 고려함
 - 오염 가능성이 높은 토지를 대상으로 조사 실시
 - 법령으로 규정한 물질을 일정한 방법에 따라 조사
- 건강피해 발생 가능성은 지하수의 음용과 일반인의 출입 여부를 고려하여 판단
 - 토양오염 상황 조사 결과, 오염 상태가 환경성령으로 정한 기준에 부적합한 경우
 - 토양의 특정 유해물질에 의한 오염으로 인해 건강피해가 발생하거나 발생할 우려가 있는 경우
- 구역 지정은 조치실시구역과 형질변경시 신고구역으로 구분함
 - 조치실시구역: 오염 제거 등의 조치를 강구할 필요가 있는 구역으로 원칙적으로 형질변경 금지
 - 형질변경시 신고구역: 토양오염은 있으나 건강피해 우려가 없는 구역이며, 형질변경 시 신고 필요

그림 3. 일본 구역 지정의 흐름도



자료: 일본 환경성(2022.10.25), '토양오염대책법의 개요와 시행상황 및 토양환경행정의 최신동향', 검색일: 2024.5.20.

1. 일본 e-gov 법령검색, "토양오염대책법".

- 자연 유래 토양오염의 경우, '자연 유래 특례구역'으로 관리
 - 지질학적으로 동질한 상태로 오염이 확산되어 있기 때문에 일정 구획만을 봉쇄하는 것은 효과적이지 않다고 판단
 - 원래는 '조치실시구역'으로 지정하여야 하는데, 자연 유래 오염토양의 특성, 즉 동질한 상태로 오염이 확산되어 있는 특성을 반영하여 '조치실시구역'이 아닌 '형질변경 신고구역'으로 지정
- 자연 유래 토양오염 판단을 위한 요건은 환경성령으로² 다음과 같이 정하고 있음
 - 제2종 특정 유해물질(중금속류)에 의한 오염일 것
 - 오염 상태가 지질학적으로 동질한 상태로 퍼져 있을 것
 - 제2용출량 기준에 적합할 것
 - 인위적 오염이 아닐 것

02 — 형질변경 및 토양 이용

- 조치실시구역에서의 토양 형질변경은 원칙적으로 금지하지만, 예외적으로 오염의 제거 등을 위한 계획 수립 시 허용함
- 형질변경 신고구역에서의 토양 형질변경은 원칙적으로 신고해야 하며, 일정 규모 이상(면적 10m² 이상, 깊이 50cm 이상 등)의 형질변경 시 신고해야 함³
- 자연 유래 특례구역에서의 토양 형질변경 시 신고 예외를 인정하지만, 자연 유래 오염토양을 반출하여 사용하기 위한 형질변경은 신고해야 함
- 자연 유래 오염토양의 이동에 대해서는 2017년 법 개정을⁴ 통해 자연 유래 특례구역 간 토양 이동 허용함
 - 이동 조건은 1)오염 상황이 유사할 것, 2)지질이 동일할 것 및 3)반출지의 오염 상태가 반입지보다 양호할 것
- 자연 유래 오염토양 활용의 장점은 1) 인근 유사 구역으로 반출 가능하여 활용도 증가, 2) 인근 임시 보관이 가능하여 공사의 편의성 향상 및 3) 오염토양 처리시설에서의 의무적 처리 부담 감소
- 토양 이용 시에는 1) 건강피해 방지를 위한 적절한 관리, 2) 토양 이동 시 관련 규정 준수 및 3) 지속적인 모니터링 실시가 필요함

2 · 일본 e-gov 법령검색, “토양오염대책법 시행규칙”.

3 · 일본 e-gov 법령검색, “토양오염대책법 시행규칙”.

4 · 일본 환경성(2019.3.1), “토양오염대책법 일부를 개정하는 법률에 의한 개정 후 토양오염대책법의 시행에 대하여(環水大土発第1903015号)”, 검색일: 2024.5.20.

그림 4. 자연 유래 특례구역 간 이동 가능 여부 예시

구역 간 이동 가능여부	○	×	○	×
반출저 토양	<p>남</p> <p>토양용출량기준 부적합</p>	<p>남</p> <p>토양함유량기준 부적합</p>	<p>남</p> <p>토양함유량기준 부적합</p>	<p>남+불소</p> <p>토양용출량기준 부적합</p>
반출대상지 토양	<p>남</p> <p>토양용출량기준 부적합</p>	<p>남</p> <p>토양용출량기준 부적합</p>	<p>남+비소</p> <p>토양함유량기준 부적합</p>	<p>남</p> <p>토양용출량기준 부적합</p>

자료: 일본 치바현 환경생활부 수질보전과 지질오염대책반(2023.3.23), “자연 유래 오염조사에 대한 기초해설, 자연 유래 특례구역에 관한 규제 개요”, 검색일: 2024.5.20.



III

지질기원 토양오염 적정관리를 위한 정책제언

01 — 자연기원 토양오염 입증 방법 구체화

- 조사 및 평가 지침 제정이 필요함
 - 현행 법령상 자연적 원인으로 인한 토양오염 입증 방법에 대한 세부 규정 부재
 - 입증 과정의 관계자(정화책임자, 환경부 등)에게 제약 요인으로 작용
 - 객관적이고 과학적인 판단 근거 제공을 위한 표준화된 지침 마련 필요
- 지침 주요 내용은 조사 대상 지역 선정 기준, 주변 지역과의 비교 분석 방법, 지질학적·지구화학적 특성 평가 방법 등을 포함하는 것이 필요함
- 지침 마련 시에는 기존 토양정밀조사, 위해성평가 지침 등과의 연계성, 공용적이고 범용적인 기기분석 방법 활용 및 관계자 의견 반영 등을 고려하여야 함

표 4. 자연 기원 토양오염 조사 및 평가를 위한 세부 방법에 관한 규정(안)

주요 목차	
<p>제1장 총칙</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 목적 2. 적용 범위 3. 조사 대상 토양오염 물질 4. 수행기관 	<p>제3장 자연기원 토양오염 조사 및 평가 결과보고</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 자연기원 토양오염 입증 결과 보고서 작성 2. 보고 및 관리
<p>제2장 조사 및 평가방법</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 예비조사 2. 본조사 <ul style="list-style-type: none"> 가. 해당 오염물질의 농도가 주변지역의 토양분석결과와 비슷함을 증명할 것 나. 해당 오염물질이 대상 부지의 기반암으로부터 기인하였음을 증명할 것 다. 그 밖에 과학적인 방법으로 해당 오염물질이 자연적인 원인으로 발생하였음을 증명할 것 3. 조사 결과 평가 	<p>제4장 행정사항</p> <p>[별표 1] 자연 기원 토양오염 개연성 판단을 위한 체크리스트</p> <p>[별표 2] 주변지역 배경농도 조사 지점 선정 기준</p> <p>[별표 3] 기반암 기원 증명을 위한 기기분석</p> <p>[별표 4] 오염부지와 주변부지의 농도 비교를 위한 통계학적 방법</p> <p>[별표 5] 자연 기원 토양오염 입증 보고서</p>

자료: 저자 작성.

02 — 지질기원 토양오염 관리 합리화

- **현행 법령상 ‘자연적인 원인으로 인한 토양오염’에 대한 명확한 정의가 부재하여 자연기원 토양오염의 정의 신설이 필요함**
 - 인위적 오염과 구분되는 지질기원 토양오염의 특성 반영 필요
 - 제안 정의(안): “지질기원 토양오염이란 인위적 활동의 영향 없이 지질학적·지구화학적 특성에 의해 자연적으로 발생하여 광역적으로 분포하는 토양오염을 말한다.”
- **지질기원 토양오염에 대한 별도의 조사, 평가, 관리 체계 마련이 필요함**
 - 조사 범위 및 방법 차별화 (예: 주변 지역 확대 조사), 위해저감조치 다양화 (정화 이외의 방법 포함) 및 반출 및 이동에 대한 조건 완화 및 관리 방안 마련
- **현행 법령상 반출 정화 시 위해성평가 제외 조항을 개선하거나, 부지 특성 및 토지이용계획을 고려한 유연한 위해성평가 적용 등을 통한 위해성평가 적용 범위 확대가 필요함**

03 — 통합정보 시스템 구축

- **현행 ‘토양지하수정보 시스템’은 오염도 조사 결과 위주의 단편적 정보 제공에 그쳐 장기적 토양 상태 변화를 파악하기 어려움**
 - 이러한 한계점을 개선하기 위한 통합정보 시스템 구축이 필요하며 다음의 사항을 고려하여야 함
 - 조사 항목 확대: 물리적, 화학적, 생물학적 특성 포함
 - 장기 모니터링 체계 구축: 고정 지점에서의 주기적 조사
 - 환경배경농도 설정: 지역별, 지질별 배경농도 파악
 - 시공간적 분석 강화: 토양오염의 시간적, 공간적 변화 추적
- **시스템 구축으로 인한 정보를 통해 1) 과학적이고 체계적인 토양오염 관리 정책 수립 지원, 2) 지질기원 토양오염 관리를 위한 기초자료 확보, 3) 토양오염 관련 정보의 투명성 및 접근성 향상 및 4) 다양한 환경 정책 수립 및 연구에 활용 가능함**

표 5. 토양 장기 모니터링 항목(예시)

분류	세부 항목	
물리적 특성	<ul style="list-style-type: none"> - 토양 구조 - 토양 질감(모래, 실트, 점토 비율) - 용적 밀도 	<ul style="list-style-type: none"> - 공극률 - 수분 보유 능력
화학적 특성	<ul style="list-style-type: none"> - pH값 - 유기물 함량 - 질소(N) 함량 - 인(P) 함량 	<ul style="list-style-type: none"> - 칼륨(K) 함량 - 탄소(C) 함량 - 양이온 교환 용량(CEC) - 중금속 함량(예: 카드뮴, 납, 수은, 아연 등)
생물학적 특성	<ul style="list-style-type: none"> - 미생물 다양성 - 토양 효소 활성 	<ul style="list-style-type: none"> - 토양 호흡률
토양 프로필	<ul style="list-style-type: none"> - 토양 층위 구조 - 토양 깊이 	<ul style="list-style-type: none"> - 토양 색상
토지이용	<ul style="list-style-type: none"> - 현재 및 과거의 토지이용 형태 - 농업 형태 	
지형 및 기후요소	<ul style="list-style-type: none"> - 경사도 - 고도 	<ul style="list-style-type: none"> - 기후 데이터(강수량, 온도 등)
침식 위험	<ul style="list-style-type: none"> - 풍식 및 수식 위험 평가 	
압밀 상태	<ul style="list-style-type: none"> - 토양 압밀 정도 	
지질 특성	<ul style="list-style-type: none"> - 모재 정보 - 토양 생성 요인 	<ul style="list-style-type: none"> - 세부 지질 및 암상
지하수 현황	<ul style="list-style-type: none"> - 지하수위 - 지하수 오염 가능성 	
토양 분류	<ul style="list-style-type: none"> - 토양 분류 체계에 따른 분류 	

자료: 저자 작성.

참고문헌

국내 문헌

- 신경희 외(2024), 「지질기원 토양오염부지의 위해도 관리 방안」, 한국환경연구원.

온라인 자료

- 국가법령정보센터, “토양환경보전법”, <http://www.law.go.kr/법령/토양환경보전법>, 검색일: 2024.5.1.
- 국가법령정보센터, “토양환경보전법 시행령”, <http://www.law.go.kr/법령/토양환경보전법시행령>, 검색일: 2024.5.1.
- 공공데이터포털, “한국환경연구원_환경영향평가 토양정보”, <https://www.data.go.kr/data/15083167/fileData.do>, 검색일: 2024.5.1.
- 일본 치바현 환경생활부 수질보전과 지질오염대책반(2023.3.23), “自然由来汚染調査の基礎解説自然由来特例区域の規制概要(자연 유래 오염조사에 대한 기초해설, 자연 유래 특례구역에 관한 규제 개요)”, <https://www.pref.chiba.lg.jp/suiho/chikasui/documents/dojoshizenyurai.pdf>, 검색일: 2024.5.20.
- 일본 환경성(2022.10.25), “土壤汚染対策法の概要、施行状況と土壤環境行政の最新動向(토양오염대책법의 개요와 시행상황 및 토양환경행정의 최신동향)”, https://www.jeas.or.jp/dojo/business/promote/seminar/files/2022a/env_01.pdf, 검색일: 2024.5.20.
- 일본 환경성(2019.3.1.), “土壤汚染対策法の一部を改正する法律による改正後の土壤汚染対策法の施行について(토양오염대책법 일부를 개정하는 법률에 의한 개정 후 토양오염대책법의 시행에 대하여)”, https://www.env.go.jp/water/dojo/law/kaisei2009/no_1903015.pdf, 검색일: 2024.5.20.
- 일본 e-Gov 법령검색, “土壤汚染対策法(토양오염대책법)”, <https://laws.e-gov.go.jp/law/414AC0000000053>, 검색일: 2024.5.20.
- 일본 e-Gov 법령검색, “土壤汚染対策法施行規則(토양오염대책법 시행규칙)”, <https://laws.e-gov.go.jp/law/414M60001000029>, 검색일: 2024.5.20.
- 토양지하수정보 시스템, “토양정보”, <https://sgis.nier.go.kr/web>, 검색일: 2024.5.15.
- 한국환경산업기술원(2023.2.28), “자연 기원적 불소오염지역 특성을 고려한 토양정화 기술개발”, <https://www.keiti.re.kr/site/keiti/rnd/selectRndSubjectList.do>, 검색일: 2024.4.15.



(30147) 세종특별자치시 시청대로 370 세종국책연구단지 B동

TEL 044-415-7777 www.kei.re.kr

