

최종보고서

# 한-대만 토양오염부지의 재이용정책 및 활성화 방안연구

2020. 11.

연구수행기관: 국제환경정책연구원, 엔바이로파트너스

 **KEITI** 한국환경산업기술원



# 제 출 문

한국환경산업기술원 귀하

본 보고서를 「한-대만 토양오염부지의 재이용정책 및 활성화 방안연구」  
(수행기간: 2020년 4월 21일~2020년 10월 30일)의 최종본으로 제출합니다.

2020. 11.

**국제환경정책연구원**  
UNIVERSAL ENVIRONMENT POLICY INSTITUTE

대 표 이 사

## 연구진

---

- 연구책임자 : 김 민 철(국제환경정책연구원)
- 연 구 진 : 천미희, 김정선, 박민정(국제환경정책연구원)  
주완호, 김청미, 김성록(엔바이로파트너스)



# 목 차

<b>제1장 서언</b> .....	<b>1</b>
1.1 연구개요 .....	1
1.1.1 연구 배경 .....	1
1.1.2 연구 내용 및 범위 .....	2
1.2 한-대만 협력사업 .....	3
1.2.1 양측 토양·지하수 환경 협력사업 총괄 .....	3
1.2.2 한-대만 토양오염 관리정책 및 법·제도 비교·분석 .....	4
1.2.3 한-대만 지하수 수질감시·관리체계 비교·분석 .....	8
1.2.4 한-대만 주유소 부지를 포함한 유류오염부지의 지중정화(In-situ) 및 관리 활성화 방안연구 .....	14
1.2.5 한-대만 지하수자원 및 수질의 스마트 운영 전략 .....	18
<b>제2장 한국과 대만의 오염부지 재이용 정책 분석</b> .....	<b>21</b>
2.1 양측 오염부지 재이용 정책 환경 .....	21
2.2 양측 오염부지 관리제도 .....	25
2.2.1 오염부지관리 제도 .....	25
2.3 양측 위해성평가 제도 분석 .....	43
2.3.1 양측의 위해성평가 제도 .....	43
2.3.2 양측의 위해성평가 제도 비교 .....	52
2.4 대만의 부지 재이용제도 .....	53
2.5 양측의 부지 재이용제도 비교 분석 .....	57
2.6 외국의 오염부지 재이용제도 .....	59
<b>제3장 한국과 대만의 부지용도별 법적정화기준 분석</b> .....	<b>63</b>
3.1 서론 .....	63
3.2 양측의 법적 정화기준 .....	63
3.2.1 한국 .....	63
3.2.2 대만 .....	67
3.3 양측 기준 비교·분석 및 시사점 .....	75
3.3.1 양측의 법적 정화기준 비교·분석 .....	75

3.3.2 제도적 시사점 .....	78
---------------------	----

**제4장 한국과 대만의 오염토양 정화완료 부지 활용사례 ..... 83**

4.1 한국 오염토양정화 완료부지 활용사례 .....	83
4.1.1 대규모 오염부지 정화 및 개발 .....	93
4.1.2 공공분야 오염부지 정화 및 개발 .....	93
4.1.3 민간분야 오염부지 정화 및 개발 .....	103
4.2 대만 오염토양정화 완료부지 활용사례 .....	112
4.2.1 대규모 오염부지 개발사례 .....	112
4.2.2 오염부지 개발사례 .....	128
4.3 한국의 정화과정 민원 사례 분석 .....	142
4.3.1 갈등 형태 .....	142
4.3.2 갈등 관리: 토양환경관리 협의체의 활성화 .....	145

**제5장 오염부지 재이용 활성화 방안 ..... 147**

5.1 현안 분석 및 시사점 도출 .....	147
5.1.1 연구 방법 .....	147
5.1.2 대만제도의 시사점 .....	148
5.2 오염부지 재이용 발전방안 .....	150
5.3 정책 제언 .....	154
5.3.1 오염정화의 효율적 추진 .....	154
5.3.2 적정 정화품질 확보 .....	159
5.3.3 오염부지 체계적 관리 .....	163
5.3.4 최적 토양자원 보전관리 .....	167
5.3.5 오염방치부지 관리 .....	171

**제6장 결론 ..... 173**

**참고문헌**

**부록**

# 표 목 차

[표 1.1] 한-대만 개황 .....	2
[표 1.2] 연구범위 및 세부내용 .....	2
[표 1.3] 한-대만 토양오염관리 정책 및 법·제도 비교·분석 및 시사점 .....	4
[표 1.4] 한-대만 지하수 수질감시·관리체계 비교·분석 .....	8
[표 1.5] 한-대만 유류오염부지의 지중정화 및 관리 활성화 방안 비교 .....	14
[표 1.6] 한국의 지중정화(In-situ) 저해요인 분석 .....	15
[표 1.7] ICT 기반 토양·지하수 관리 및 모니터링 정책 비교 .....	18
[표 2.1] 양측의 오염부지관리제도 비교 .....	26
[표 2.2] 한국의 오염부지 관련 법령 .....	27
[표 2.3] 대만의 오염부지관련 법령 .....	30
[표 2.4] 대만의 오염관리부지, 정화부지, 지하수오염사용제한지구, 응급대응부지의 특성 .....	33
[표 2.5] 오염통제구역에서의 행위 제한 내용 .....	34
[표 2.6] 한국 환경부에서 법률로 고시하고 있는 정화공법 .....	35
[표 2.7] 대만 오염토양 정화기술 .....	36
[표 2.8] 한국의 정부책임 토양정화 관련 법 .....	37
[표 2.9] 한국 정부의 토양정화비용 지원 관련 법 .....	38
[표 2.10] 정화책임자 유형 .....	38
[표 2.11] 토양환경평가 1단계 기초조사에서의 조사 대상 자료 목록 .....	41
[표 2.12] 양측의 위해성평가 제도 비교 .....	52
[표 2.13] 대만의 부지재이용 방법 .....	53
[표 2.14] 대만의 부지재이용 제도 .....	57
[표 3.1] 한국의 부지용도 구분 변화 .....	64
[표 3.2] 토양오염 우려기준과 토양오염 대책기준 .....	65
[표 3.3] 토양오염 법적기준 적용지역 구분 .....	65
[표 3.4] 대만의 토양오염물질 관측 기준 .....	68
[표 3.5] 대만의 토양오염물질 통제기준 .....	68
[표 3.6] 대만의 지하수 오염물질 관측기준 및 통제기준 .....	70
[표 3.7] 대만 관측기준 2013년 개정(안) .....	73
[표 3.8] 한국과 대만의 토양오염기준과 정화기준, 정화부지 .....	75
[표 3.9] 대만 통제기준과 한국 토양오염우려기준 .....	77

[표 4.1] 구)창원39사단 부지오염현황 .....	94
[표 4.2] 구)창원39사단 정화기준 .....	94
[표 4.3] 국유지 종류 및 유형 .....	97
[표 4.4] 광해방지사업(토양개량복원) 단계별 추진실적 .....	101
[표 4.5] 수원 권선동 유류오염부지 토양 및 지하수 오염 현황 .....	103
[표 4.6] 수원 권선동 유류오염부지 토양 및 지하수 정화농도 .....	103
[표 4.7] 포스코 마그네슘 제련공장 토양 및 지하수 오염 현황 .....	105
[표 4.8] 포스코 마그네슘 제련공장 토양 및 지하수 정화농도 .....	106
[표 4.9] 구)한국철강 마산부지 토양오염 현황 .....	108
[표 4.10] 구)한국철강 마산부지 토양 및 지하수 정화농도 .....	109
[표 4.11] 대만금속광업 공장부지 현황 .....	120
[표 4.12] 부지공고 오염물질 및 오염현황 .....	125
[표 5.1] 대만 토양정화법의 오염관리대상 산업 분류 및 정보 .....	164



# 그림 목 차

[그림 1.1] 한-대만 연차별 연구사업 보고서 주제 .....	3
[그림 2.1] 대만의 오염부지 및 관리 현황 .....	23
[그림 2.2] 한국의 토양오염조사 및 정화체계 .....	28
[그림 2.3] 한국의 토양오염 관리체계도 .....	31
[그림 2.4] 대만의 오염부지 지정 흐름도 .....	32
[그림 2.5] 한국의 위해성평가 절차 .....	43
[그림 2.6] 대만의 위해성평가 기본구조 .....	44
[그림 2.7] 대만의 위해성평가 단계별 내용 .....	45
[그림 2.8] 대만의 위해성평가 단계별 세부절차 .....	46
[그림 2.9] 대만의 위해성평가에 의한 정화 절차 .....	47
[그림 2.10] 대만의 부지재이용 관련 기관별 업무 및 절차 .....	51
[그림 2.11] 대만의 위해성평가에 의한 정화목표 설정 .....	54
[그림 2.12] 대만의 오염부지재이용 관련 기관별 관할업무 .....	55
[그림 2.13] 대만의 오염부지재이용 관련기관 및 업무절차 .....	56
[그림 3.1] 대만의 토양오염조사 및 정화 체계 .....	72
[그림 3.2] 대만의 법적기준 및 오염관리 .....	74
[그림 3.3] 한국과 대만의 토양오염을 판정하는 기준과 절차 .....	76
[그림 4.1] 구)장항제련소 정화사업 구역도 .....	84
[그림 4.2] 구)장항제련소 위해도 저감조치 .....	86
[그림 4.3] 울산 달천광산개발 구역별 오염토량 .....	88
[그림 4.4] 토양세척플랜트 .....	90
[그림 4.5] 성토지역 차폐시설 .....	90
[그림 4.6] 광미침전지 차단벽 설치 .....	90
[그림 4.7] 개발 전 .....	92
[그림 4.8] 개발 후 .....	92
[그림 4.9] 사업대상지 및 오염분포 .....	93
[그림 4.10] 토양세척 공정도 .....	94
[그림 4.11] 세척장치 위치도 .....	94
[그림 4.12] 토양정화시설 배치도 .....	94
[그림 4.13] 개발 후 전경 .....	96
[그림 4.14] 국유지 선도사업 선정지역 현황 .....	98

[그림 4.15] 사업추진절차도 .....	98
[그림 4.16] 광해방지사업 관련 관계부처 간 업무체계 .....	98
[그림 4.17] 토양오염 개량·복원사업 수행절차 .....	101
[그림 4.18] 농수산물도매시장 전경도 .....	104
[그림 4.19] 강릉 포스코 제련공장 전경 .....	105
[그림 4.20] 포스코 마그네슘 제련공장 토양오염범위 및 정화작업 전경 .....	106
[그림 4.21] 구)한국철강 마산부지 전경 및 토양 오염도 .....	108
[그림 4.22] 구)한국철강 마산부지 정화현장 .....	109
[그림 4.23] 개발 후 전경도 .....	111
[그림 4.24] 아시아신항만개발사업지구 전경 .....	113
[그림 4.25] 사업지구 오염현황 .....	113
[그림 4.26] 스자구역 제2소구역 555호 정화 전·후 .....	114
[그림 4.27] 포모사플라스틱그룹 가오슝공장 정화 전·후 .....	114
[그림 4.28] CPDC 토양정화 전·후 .....	115
[그림 4.29] 포모사플라스틱그룹 첸전공장 정화 전·후 .....	115
[그림 4.30] 스자구역 420-4호 정화 전·후 .....	116
[그림 4.31] 가오슝 항구 일대 정화 전·후 .....	116
[그림 4.32] 가오슝 항구 일대 정화 전·후 .....	117
[그림 4.33] 가오슝 일대 부지복원 후 재개발 현황 .....	118
[그림 4.34] 부지전경(좌상), 연도(좌하), 부지시설 위치도(우) .....	120
[그림 4.35] 토양 비소 농도 분포도 .....	121
[그림 4.36] 토양 구리 농도 분포도 .....	121
[그림 4.37] 토양 PCB 농도 분포도 .....	122
[그림 4.38] 폐연도 구간 조사지점 .....	123
[그림 4.39] 구)리엔동 공장 구역 시료채취지점 분포도 .....	124
[그림 4.40] 공장부지 오염관리계획서 시료채취 지점 분포 .....	126
[그림 4.41] 가오슝 정유공장 전경 .....	129
[그림 4.42] 부지 재개발 현황 .....	131
[그림 4.43] 환경교육으로 활용 .....	131
[그림 4.44] 현장 사진 및 오염 지역 .....	133
[그림 4.45] 정화지역 재활용 현황 .....	135
[그림 4.46] 산업폐수에 의한 농지 관개용수 오염과 중금속 오염 작물(벼) .....	136
[그림 4.47] 조사를 위한 현장방문 .....	137
[그림 4.48] 오염농지에 대한 사후처리 .....	139
[그림 4.49] 토양경운 작업절차 .....	140
[그림 5.1] 정책개선방향 도출에 사용한 PESTEL 분석 .....	147

# 제1장

## 서언

### 1.1 연구개요

#### 1.1.1 연구 배경

한국은 1996년에 토양환경보전법이 제정·시행되었으며, 이후 토양오염부지에 대한 정화를 진행하고 있다. 한국 최초의 토양오염정화는 ‘문현지구 오염부지 정화사업’(2000.12.~2003.08.)으로 부산시가 금융단지 조성을 위해 국방부로부터 매입한 부지에서 착수공사 과정 중 유류오염이 확인되어 토양정화가 이루어졌다. 이때부터의 경험을 바탕으로 토양정화기술을 발전시켰으며, 토양정밀조사지침, 토양환경평가지침, 위해성평가지침 등의 제도적 기틀도 마련되었다. 환경부에서는 2010년부터 토양환경보전법 제4조에 근거하여 10년 단위로 토양보전 및 기능 회복을 통해 지속가능 발전을 위한 토양보전기본계획을 수립하고 있으며, 2020년 현재, 4대 추진 과제(토양오염사전예방기능강화, 오염토양 치유 및 관리, 토양산업 증진 및 기술개발, 대내외 협력활성화)를 포함한 제2차 토양보전기본계획(2020~2029)을 발표하였다.

대만은 우리보다 다소 늦게 2000년 2월에 공포된 토양·지하수오염정화법<sup>1)</sup>(이하 ‘대만 토양정화법’<sup>2)</sup>)에 근거하여 토양 및 지하수 오염을 관리하여 오고 있다. 대만은 한국과 지리적으로 인접한 나라이며, 산업발전이 진행된 기간이 유사하고 국민소득도 비슷할 뿐만 아니라, 산지비율이 높아 가용 토지면적이 제한적이고, 인구밀도가 높아 오염유발시설이 집중될 수 밖에 없다. 한국과 대만의 이러한 유사점을 고려할 때 토양 및 지하수 환경 측면에서 관련 정책을 비교·분석하는 것은 의미가 있다.

본 연구는 양측의 관련정책 및 사례 연구를 비교·분석하여 시사점을 도출하고 국내 토양 및 지하수 오염부지의 이용을 위한 활성화 및 발전 방안을 모색하기 위하여 수행되었다.

1) 대만의 토양및지하수오염정화법(土壤及地下水汚染整治法, Soil and Groundwater Pollution Remediation Act)은 다양한 토양지하수 오염 부지에 대한 조사 및 정화 활동을 관리·감독하기 위해 미국 CERCLA (Comprehensive Environmental Response, Compensation, and Liability Act)를 벤치마킹하여 2000년 제정하였다(2010년 개정). 시행세칙(土壤及地下水汚染整治法施行細則, Soil and Groundwater Pollution Remediation Act Enforcement Rules)을 두고 있다.

2) 대만에서 약칭으로 ‘토오법(土汚法)’이란 용어를 사용하고 있다. 본 보고서에서는 ‘토양정화법’을 약칭으로 사용하고 우리 토양환경보전법과의 혼동을 방지하기 위하여 “대만 토양정화법”으로 약칭하도록 한다.

[표 1.1] 한-대만 개황<sup>3)</sup>

구분	단위	한국	대만	비고
면적	km <sup>2</sup>	100,188	36,192	
산지비율	%	72	64	경지면적 대만 24%
인구밀도	인/km <sup>2</sup>	515	652	
1인당국민소득	USD	31,430	26,528	GNI

### 1.1.2 연구 내용 및 범위

- 한국과 대만의 오염부지 재이용정책 관련 자료 조사·분석 및 시사점 도출
- 한국과 대만의 부지 용도별 법적 정화기준 비교·분석 및 제도적 시사점 도출
- 한국과 대만의 오염토양 정화 후 부지 활용 관련 사례조사·분석
- 한국의 오염부지 재이용 활성화를 위한 정책제언 및 발전방안 도출

[표 1.2] 연구범위 및 세부내용

연구범위	세부내용
한국과 대만의 오염부지 재이용정책 관련 자료 조사·분석 및 시사점 도출	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 오염부지 재이용 관련 기존의 기준 및 제도 등의 문제점 및 제한사항 분석</li> <li>• 오염부지의 위해성평가 제도 및 사후관리, 위해성평가 부지의 재이용 시 제약요인, 절차 등 관련 내용</li> </ul>
한국과 대만의 부지 용도별 법적 정화기준 비교·분석 및 제도적 시사점 도출	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 대만의 관련 제도 중 국내에 적용 불가능한 제도 및 이유</li> <li>• 대만의 관련 제도 중 국내에 적용 가능한 제도와 보완점 분석</li> </ul>
한국과 대만의 오염토양 정화 후 부지 활용 관련 사례조사·분석	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 오염부지의 대규모 개발사례, 절차 및 방법</li> <li>• 정부 또는 민간분야에서의 오염부지 개발사례 및 내용</li> <li>• 민간 오염부지 정화 후 재이용 과정 중 발생한 민원 등 관련 사례 조사·분석</li> </ul>
한국의 오염부지 재이용 활성화를 위한 정책 제언 및 발전방안 도출	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 세부과제 연구 결과를 토대로, 오염부지 재이용 활성화를 위한 시사점 도출</li> <li>• 정책제언 및 제도적 보완사항 등 오염부지 재이용 활성화 방안 마련</li> </ul>
그 외 과업 목적 달성을 위한 기술원의 요구사항 반영	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 한국환경산업기술원의 과업관련 요구사항 수행</li> </ul>

3) 2019 통계기준, 대만개황, 주타이베이대한국대표부

## 1.2 한-대만 협력사업

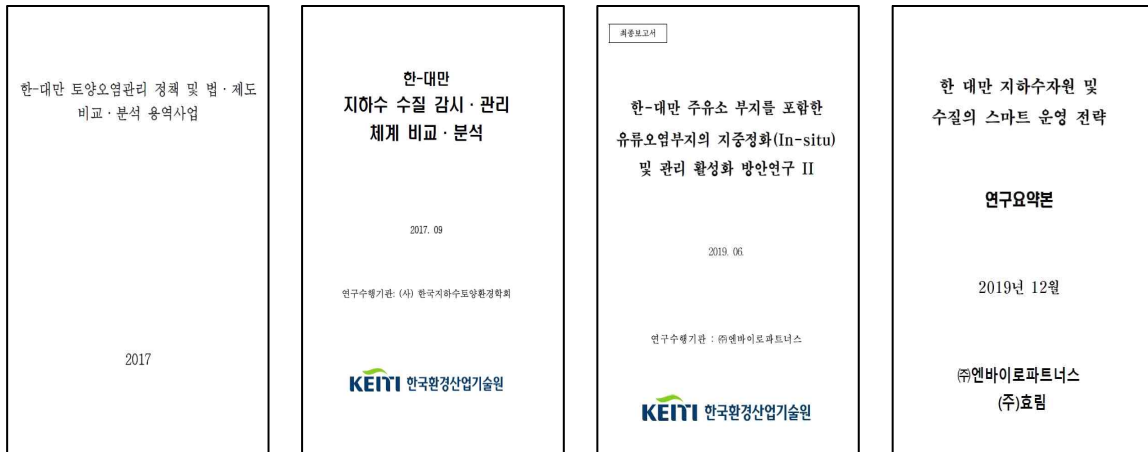
### 1.2.1 양측 토양·지하수 환경 협력사업 총괄

#### 가. 배경

한국 정부는 2012년 국내 토양·지하수 분야 관련 업체들의 해외 진출 활성화를 위하여 국제협력의 일환으로 대만과 “토양·지하수 정화협력 업무협약(MOU)”을 체결하였다. 이에 따라 2013년부터 한국환경산업기술원(KEITI, 토양환경센터)에서 한-대만 토양·지하수 정화협력 사업 추진을 위하여 토양·지하수 분야 국제협력을 위한 컨퍼런스 및 공동연구를 착수하고 있다.

#### 나. 연차별 사업내용

- 한-대만 토양오염관리 정책 및 법·제도 비교·분석(2017)
- 한-대만 지하수 수질 감시·관리체계 비교·분석(2017)
- 한-대만 유류오염부지의 지중정화 및 관리 활성화 방안 연구(2019)
- 한-대만 지하수자원 및 수질의 스마트 운영 전략(2019)



[그림 1.1] 한-대만 연차별 연구사업 보고서 주제

## 1.2.2 한-대만 토양오염관리 정책 및 법·제도 비교·분석

### 가. 연구 목적

토양오염관리 정책·기술 선진화 기반구축을 위하여 한국과 대만의 토양오염관리 정책 및 법·제도를 비교 분석하여 시사점을 도출한다.

### 나. 연구 내용

- 한국과 대만의 토양오염관리 법·제도를 비교 검토하여 국내의 오염지역 조사, 지정, 복원 시 발생할 수 있는 법·제도의 문제점을 분석 및 해결방안 제안
- 한국과 대만의 반출정화와의 비교·분석을 통해 국내의 정화처리 결과 및 한계점을 파악

### 다. 연구 결과

본 연구에서 도출한 한국과 대만의 토양오염관리 정책 및 법·제도의 비교 분석 및 시사점에 관한 내용을 [표 1.3]에 정리하였다.

[표 1.3] 한-대만 토양오염관리 정책 및 법·제도 비교·분석 및 시사점

구분	비교·분석		시사점
	한국	대만	
정화 주체	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 토양오염 발생자 또는 그 권리·의무를 승계한 자, 토양오염관리대상시설의 소유자, 점유자, 운영자 또는 그 권리/의무를 승계한자, 토양오염발생토지 소유자 및 점유자</li> <li>• 다만, 선의이며 무과실인 양수자는 토양환경영향평가를 실시하여 무과실을 입증함으로써 면책을 받을 수 있음</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 오염원인자는 오염물질을 누출 또는 폐기한자, 오염물질을 불법적 배출 또는 주입한 자, 오염물질 누출, 폐기 불법 배출 또는 주입을 용인 또는 중개한 자, 오염물질 처리 시 관련 규제를 따르지 않은 자</li> <li>• 잠재적 오염원인자는 적법한 오염물질의 배출, 주입 및 확산 또는 관개/배수 시스템 또는 관개/저수지역으로 폐수를 배출하여 오염을 유발한 자</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 한국은 오염발생자뿐만 아니라 무과실을 입증할 수 없으면 부지를 소유·점유한 자도 정화 책임을 지지만 대만은 잠재적 오염원인자가 정화 책임을 지는 무과실책임을 인정하는 체계 보유</li> <li>• 한국은 대상시설을 소유/점유한 자에 중점되어 있지만 대만은 오염물질 배출여부에 중점을 두어 대기, 폐수 등 다양한 원천으로부터 배출되는 토양오염물질로 인한 오염을 규제하고 있음</li> </ul>

구분	비교·분석		시사점	
	한국	대만		
토양환경평가	조사강제성	<ul style="list-style-type: none"> <li>부지 양도자·양수자, 임대인·임차인은 선택적으로 조사</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>기업 사용부지의 양도자는 토양오염조사 및 분석결과를 의무적으로 제출</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>한국은 임의적 선택, 대만은 의무제</li> <li>대만은 토양오염이 소유부지의 부동산 가치와 연관되어 있음을 인지하여 적극적인 관리와 정화를 수행</li> </ul>
	적용대상	<ul style="list-style-type: none"> <li>다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 시설이 설치되어 있었던 부지, 그 밖에 토양오염의 우려가 있는 토지로 토양오염관리대상시설, 공장(건축물 또는 공작물, 물품제조공정을 형성하는 기계장치 등 제조시설 및 부대시설), 국방·군사시설이 현재 설치되거나 과거 설치되었던 토지 포함</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>기업에서 사용한 부지대상</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>한국은 기업 및 국방기관 대상인 반면 대만은 기업으로 대상을 한정하여 한국 보다 적용 대상 범위가 넓음.</li> </ul>
	적용시기	<ul style="list-style-type: none"> <li>토지양도, 양수, 임대 및 임차 시</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>기업 사용부지 양도, 양수, 부지 운영자 변경, 사업종류 변경, 부지 운영 범위 변경, 사업장 폐쇄·운영허가·사업자 등록 취소 시</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>대만은 사업종류 변경, 부지 운영 범위 변경, 사업장 폐쇄, 운영 허가 취소 및 사업자 등록 취소 시에도 적용되어 한국보다 조사를 해야 하는 조건이 많음</li> </ul>
	정보공개여부	<ul style="list-style-type: none"> <li>토양오염 여부 미공개</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>토지등기부를 통해 토양오염 여부 공개</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>한국은 선택적 토양오염조사 결과를 대중에게 공개하지 않으나 대만은 토지등기부에 토양오염조사 결과를 공개</li> </ul>
정부지원	<ul style="list-style-type: none"> <li>다음의 경우 구상권 또는 해당 토지 가액상승분에 상당하는 금액은 제외하고 전부 또는 일부를 정부에서 지원할 수 있음</li> <li>정화비용이 1)본인부담, 2)기대이익, 3)토지가액('01.12.31.이전 양수/양도) 4)토지가액 또는 기대이익('02.01.01.이후 양수), 5)토지가액('01.12.31.이전양수, '02.01.01.이후 양도), 6)토지가액 또는 소유/점유이익('02.01.01.이후 양수 후 양도)을 현저히 초과하는 경우</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>정부기관이 토양·지하수 오염정화 관련 비용, 기금 운영 및 관리 관련 인력비용, 토양지하수 오염정화 기금에서 자금을 제공</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>한국은 민간 정화주체의 정화비용이 본인부담, 토지가액 및 기대이익을 현저히 초과하는 경우 구상권 청구액 및 토지가액 상승분을 제외하고 일부 또는 전부를 정부에서 지원받을 수 있으나, 대만의 경우 오염원인자·잠재적 오염원인자가 정화할 수 없거나 부지의 특성상 정화주체가 정부인 경우 해당비용을 오염정화기금에서 제공함</li> </ul>	

구분	비교·분석		시사점
	한국	대만	
토양 정보 공개	<ul style="list-style-type: none"> <li>상시측정(환경부장관, 전국 대상), 토양오염실태조사(지자체장, 관할지역 대상) 및 토양정밀조사결과(환경부 장관 및 지자체장, 우려기준을 넘거나 넘을 가능성이 큰 지역 대상)를 정보시스템을 통하여 공개</li> <li>토양환경평가기관이 토양환경평가를 실시한 결과는 공개되지 않음</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>관리지역 및 정화지역의 경우 토지등기부에 등록하여 정보를 일반 대중에 공개</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>한국은 정기적인 국가·지역 차원의 조사결과를 공개하므로 정부차원의 대응활동을 취하는데 용이</li> <li>한국은 특정부지에 대한 토양환경평가 결과는 미공개하여 이해관계자들의 정보접근 및 활용이 어려우나, 대만은 토양오염평가 결과를 토지등기부에 등록하여 정보접근이 용이함</li> </ul>
오염부지 구분 관리기준	<ul style="list-style-type: none"> <li>상시 측정 및 매년 오염가능성이 큰 지역을 선정하여 오염실태조사를 실시</li> <li>우려기준과 대책기준으로 구분</li> <li>우려기준 초과 시 정밀조사 대상부지로 선정되고 잠재적 정화사업대상으로 분류</li> <li>대책기준 초과시 정화사업 실시</li> <li></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>관측기준과 통제기준으로 구분</li> <li>관측기준 초과 시 정기모니터링 대상부지로 선정</li> <li>통제기준 초과 시 기초오염조사대상인 오염관리지역으로 구분</li> <li>기초오염 조사결과 공중보건 및 환경에 심각한 영향을 미치는 오염 파악 시 정화지역으로 구분</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>대만은 잠재적 오염이 우려되는 지역을 파악하여 모니터링 대상으로 선정하고 정기적으로 오염 수준을 조사하므로 한국보다 잠재적 오염을 사전에 예방하고 지속적으로 관리하는 적극적인 시스템을 운영</li> </ul>
오염물질 규제범위	<ul style="list-style-type: none"> <li>중금속 8종, 유기물10종, 유기인화합물, 불소화합물, 시안화합물 총 21개 오염물질을 부지용도에 따라 우려기준, 대책기준 2단계에서 각 3개 기준으로 규제</li> <li>잔류성유기오염물질 관리법에서 8개 물질을 규제하고 있으나 설비등록을 통한 관리를 실시하며 토양오염여부 판단을 위한 기준은 부재</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>중금속 8종, 유기화합물 21종, 농약 8종, 기타 유기화합물 2종 총39개 오염물질에 대해 관측기준, 통제기준 2단계로 규정</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>한국이 잔류성 유기오염물질을 토양오염기준으로 관리하지 않고, 관련 물질을 포함한 설비를 관리하는 방식으로 규제하는 반면, 대만은 잔류성유기오염물질에 토양오염기준을 적용, 관리하여 과거 농경활동으로 인한 잔류 오염을 적극적으로 관리함</li> </ul>
반출정화	<ul style="list-style-type: none"> <li>토양환경보전법 적용</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>대만 토양정화법및폐기물처리법(오염토양 반출정화시) 적용</li> <li>폐기물처리법 내에서 오염토양의 종류를 S-코드로 관리하고, 특정 S-코드 허가를 보유한 업체만 특정 코드에 속하는 오염토양을 처리할 수 있음</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>한국은 토양환경보전법으로 반출토양을 관리하는 반면 대만은 폐기물의 엄격한 처리를 위해 폐기물처리법으로 관리</li> <li>대만의 경우 법적으로 폐기물로 처리된 토양의 재이용이 가능하나 폐기물로 인식되어 재이용이 잘 이루어지지 않음</li> </ul>



## 라. 개선 방안

- 한국에서 일부 시행되고 있는 토양환경평가제의 의무적 도입을 통하여 국내 토양·지하수오염 유발자 및 유발 가능성이 있는 기관 및 사업자의 자발적이고 적극적인 토양·지하수 오염 방지 및 관리가 필요하다.
  - 한국과 비교하여 대만의 토양·지하수 환경법은 전반적으로 자발적인 토양·지하수 환경 조사 및 정화에 중점을 두고 있다.
  - 대만은 의무적인 토양환경평가에 의하여 토지와 건물 등 부동산 거래시 자발적인 토양·지하수 오염조사 및 정화가 시행되고 있으며, 토양·지하수 오염에 대한 책임과 오염에 의한 부동산 가치 하락에 관하여 공감대가 형성되어 있다.
  - 한국의 토양·지하수 환경 조사 및 정화 사업 중 많은 부분이 군부대 및 국가 기관 소유지에서 시행되고 있어 정부 주도의 토양·지하수 환경관리 제도가 적용되고 있으며, 향후 민간 기업 및 사업자의 자발적 관리와 정화를 장려/도출하기 위하여 토양환경평가제도의 활성화가 필요하다.
- 토양정화기금에 대한 제도적 연구 및 개발을 통하여 국내 현실에 맞는 기금 마련이 필요하다.
  - 환경사고 시 정부에서 예산을 편성하여 지원하기에는 초기대응이나 확산 방지에 어려움이 있으므로, 효율적이고 적극적인 조사 및 정화비용 투입을 위하여 토양정화기금 제도 도입이 필요하다.
  - 환경사고 이외에도 기금을 통한 토양 지하수 관련 연구 개발 사업을 통하여 시장 활성화에 긍정적인 효과를 꾀할 수 있으므로 기금 마련과 사용에 대한 기준과 방법에 대한 연구와 개발 사업을 통하여 면밀한 제도 준비가 필요하다.
- 토양환경정보 공개 제도는 부동산 거래 시 토양 지하수 환경에 대한 책임을 쉽고 명확하게 파악할 수 있는 제도이므로 국내 도입이 필요하며, 장기적인 정책개발과 연구가 필요하다.
  - 정부에서 국내 토양 지하수 환경정보를 수집하고 관리하여 종합적인 데이터베이스를 축적할 필요가 있다.
  - 토양환경정보 공개는 부동산 가치 하락에 민감한 국내 정서상 도입이 쉽지 않지만, 토양 지하수 환경오염으로 인한 부동산 가치 하락에 대하여 국민의 공감과 이해를 이끌어 내기 위한 홍보사업과 공청회 등을 통하여 국민의 반발을 최소화 할 수 있는 장기적인 정책 연구와 개발이 필요하다.

### 1.2.3 한-대만 지하수 수질감시·관리체계 비교·분석

#### 가. 연구 목적

한국과 대만의 지하수 수질감시, 관리 정책 및 법·제도 비교·분석을 통하여 국내 지하수 오염관리 정책 선진화 기반 구축 및 법·제도 개선에 기여한다.

#### 나. 연구 내용

- 한국과 대만의 지하수 현황 및 지하수 수질관리체계를 비교·분석
- 한국과 대만의 오염지하수 정화와 관련된 현황, 자원, 정화체계 및 사후관리 등을 비교·분석
- 양측의 지하수 수질관리 및 오염지하수 정화체계의 비교·분석을 통한 시사점 도출 및 우리나라 지하수 수질관리제도 개선방안 제안

#### 다. 연구 결과

본 연구에서 도출한 한국과 대만의 지하수 수질감시·관리체계의 비교 분석에 관한 내용을 [표 1.4]에 정리하였다<sup>4)</sup>.

[표 1.4] 한-대만 지하수 수질감시·관리체계 비교·분석

구분		한국		대만
		지하수	토양	
오염 기준	환경기준	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 먹는물기준</li> <li>• 생활용수 기준</li> <li>• 농/어업용수 기준</li> <li>• 공업용수 기준</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 우려기준</li> <li>• 대책기준</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 관측기준</li> <li>• 통제기준</li> </ul>
	정화기준	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 생활용수+TPH</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 우려기준</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 통제기준</li> </ul>
	정화기준 보다 높은 정화목표 허용제도	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 없음</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 없음</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 위해성평가를 받은 후, 목표를 상향 설정할 수 있음</li> </ul>

4) 대만의 관련 용어는 본 보고서와 통일을 기하기 위해 수정하였다.

5) 한국 정부는 물관리일원화를 위하여 물관리기본법을 제정(2018년 6월)하고 국토교통부의 ‘수자원의 보전·이용 및 개발’에 관한 사무를 환경부로 이관하였다.

6) WRA (Water Resources Agency, MOEA): 대만 수자원이용기본법(Water Act, 1943년 4월 시행)을 관할하는 2개의 중앙정부 부서중 하나이며, 또 다른 부서는 경제부(Ministry of Economic Affairs)이다.

7) EPA (Environmental Protection Administration): 대만 토양정화법을 관할하는 중앙정부

8) EPB (Environmental Protection Bureau): 대만의 지방정부(직할시, 시, 현)의 환경담당 부서

구분	한국		대만	
	지하수	토양		
지하수 관련법	법률	<ul style="list-style-type: none"> <li>지하수법</li> <li>지하수의수질보전등에 관한 규칙</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>토양환경보전법</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>대만 토양정화법</li> </ul>
	특징	<ul style="list-style-type: none"> <li>다른 법률에 특별한 규정이 있는 경우 그 법률의 규정이 우선함</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>오염토양의 정화촉진을 위한 체계가 잘 갖춰져 있음</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>토양과 지하수를 통합관리</li> <li>오염정화에 초점</li> </ul>
지하수 관리 기관	행정주체 (중앙)	<ul style="list-style-type: none"> <li>수질 및 수질: 환경부<sup>5)</sup></li> <li>타 부처: 농림축산식품부 등</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>이용: 대만 WRA<sup>6)</sup></li> <li>수질: 대만 EPA<sup>7)</sup></li> </ul>
	행정주체 (지방)	<ul style="list-style-type: none"> <li>지방자치단체</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>EPB<sup>8)</sup></li> </ul>
	수행기관	<ul style="list-style-type: none"> <li>한국수자원공사</li> <li>한국환경공단</li> <li>한국농어촌공사 등</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>EAL<sup>9)</sup></li> </ul>
오염 감시 제도	오염감시 체계	<ul style="list-style-type: none"> <li>정기수질검사</li> <li>지하수수질측정망</li> <li>지하수오염유발시설의 관측정</li> <li>토양오염과 연계</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>정기모니터링</li> <li>산업지역검사</li> <li>의심지역조사</li> <li>오염확인조사</li> <li>토양오염평가</li> </ul>
	특징	<ul style="list-style-type: none"> <li>오염정화로 이어지는 경우는 토양오염과 연계된 경우가 대부분</li> <li>오염방지에 대한 제도 미비</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>오염이 인지되었을 경우 대부분 정화로 이어짐</li> <li>지하저장탱크시스템에 대한 오염방지장치 있음</li> <li>산업지역에 대한 조기경보 네트워크 운영</li> </ul>
사후관리제도		<ul style="list-style-type: none"> <li>이용관정 수질검사결과 수질개선 조치, 오염방지 명령 등이 명시되어 있음</li> <li>지하수측정망 결과에 대해서는 사후조치가 명시되어 있지 않음</li> <li>지하수법 제16조 제2항과 제16조의2에 의거, 일반지하수오염시설과 지하수오염유발시설에서 오염이 감지되면 정화조치로 이어질 수 있음</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>관측기준과 통제기준의 초과여부에 따라 오염관리부지, 오염정화부지, 응급대응부지, 확정지하수오염사용제한지구 등으로 분류되어 정화로 이어짐</li> </ul>
지하수 수질 측정망	수질측정망 체계	<ul style="list-style-type: none"> <li>국가지하수관측망</li> <li>지하수수질전용측정망</li> <li>농촌지하수관리관측망</li> <li>지역지하수수질측정망</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>WRA의 지하수 관측망</li> <li>EPA의 토양·지하수 관측망</li> </ul>
	특징	<ul style="list-style-type: none"> <li>국가지하수관측망: 수위, 온도, EC 자동측정</li> <li>지하수수질측정망의 경우 자동화 계획 있음</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>EPA의 경우 천부대수층 위주</li> <li>관측망별 측정항목 상이</li> </ul>
	정보관리	<ul style="list-style-type: none"> <li>국가지하수 정보센터</li> <li>토양지하수 정보시스템</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>WRA 웹사이트</li> <li>EPA/Environmental Water Quality Information 웹사이트</li> </ul>

9) EAL (Environmental Analysis Laboratory): 대만의 환경시료의 샘플링과 분석표준에 대한 방법을 발행하는 기관

10) RGMW (Regional Groundwater Monitoring Well): 대만 EPA의 토양 및 지하수 배경농도 관측정

11) SSGMW (Site-specific Groundwater Monitoring Well): 대만 EPA의 오염우려지역의 토양 및 지하수 관측정

구분	한국		대만	
	지하수	토양		
수질감시 기술 및 행정표준	<ul style="list-style-type: none"> <li>지하수수질측정망 설치 및 수질 오염실태 측정계획</li> <li>오염지하수정화 업무처리지침</li> <li>오염지하수정화계획의 작성에 관한 규정</li> <li>지하수오염평가보고서의 작성에 관한 규정</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>EAL에서 권장</li> <li>주로 미국 EPA의 방법들이나 일본 JIS의 방법을 참조하여 만들어 짐</li> </ul>	
오염인지 및 오염원인 조사	오염 인지 방법	<ul style="list-style-type: none"> <li>지하수오염 유발시설: 관측정+신고</li> <li>일반지하수오염시설: 정해진 바 없음</li> <li>토양오염조사</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>상시측정</li> <li>토양오염실태조사</li> <li>오염신고</li> <li>오염도조사 등</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>정기모니터링                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 구역성관측정(RGMW)<sup>10)</sup></li> <li>- 장치성관측정(SSGMW)<sup>11)</sup></li> </ul> </li> <li>산업지역조사(산업단지)</li> <li>의심지역조사(오염의심부지)</li> <li>오염확인조사(필요시)</li> <li>토양오염평가(토양만 해당)</li> </ul>
	법에 의한 오염인지 조사	<ul style="list-style-type: none"> <li>규정 없음</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>정밀조사제도를 통하여 오염원인 조사 가능</li> <li>정밀조사는 오염책임자가 없을 경우, 법에 의한 정밀조사 가능</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>행정기관에 의한 책임자규명 과정을 강제규정으로 명시</li> </ul>
오염지역설정을 통한 관리제도		<ul style="list-style-type: none"> <li>없음</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>대책기준 초과 시 또는 지방자치단체장이 요청하는 경우</li> <li>토양보전대책지역 설정</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>관측기준 초과+통제기준 이내: 기준초과 공시 및 정기모니터링</li> <li>통제기준 초과: 오염관리부지(오염부지 등록)</li> <li>통제기준 초과+심각한 위해성: 오염정화부지(오염부지 등록)</li> <li>지하수+오염원/책임자 불명: 응급대응부지</li> <li>오염통제구역</li> <li>응급대응부지(목표달성시 오염부지 등록 면제)</li> </ul>
국가 재원	재원	<ul style="list-style-type: none"> <li>지하수관리특별회계</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>토양오염공제조합</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>토양및지하수오염정화기금</li> </ul>
	특징	<ul style="list-style-type: none"> <li>지하수이용부담금</li> <li>기초지자체/특별자치시 단위 특별회계 → 타 지자체는 사용할 수 없음</li> <li>238개 대상 지자체 중 67개에서만 징수실적 있음</li> <li>대부분 관측망 설치·운영에 이용</li> <li>오염정화에 이용된 사례 없음</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>국가예산</li> <li>사업자간의 공제조합</li> <li>거의 운영되지 않음</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>오염물질의 수입·생산업자 등으로 부터 징수</li> <li>2016년 약 380억 원: 토양·지하수관리</li> <li>오염책임자가 없는 경우 오염정화 수행</li> <li>기금관리를 위한 정화기금관리위원회 설치</li> </ul>

12) WPCA (Water Pollution Control Act): 대만 수질오염방지법, 1974년 제정·시행

13) P (Polluter, 汚染行爲人): 법 또는 규정위반을 통하여 오염물질의 누출·폐기, 불법방류·유입 행위를 하거나 이를 중개 또는 승인한 자

구분		한국		대만
		지하수	토양	
오염신고 의무	의무	<ul style="list-style-type: none"> <li>지하수오염유발시설만 해당(지하수법)</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>오염물질을 생산·운반·저장·취급·가공·처리하는 과정에서 누출/유출한 경우</li> <li>소유/점유 중인 토지가 오염된 사실을 발견할 때(토양환경보전법)</li> </ol>	<ul style="list-style-type: none"> <li>대만 수질오염방지법(WPCA)<sup>12)</sup>에 의해 부주의로 오염물질, 오수, 하수 등이 이송 또는 저장시설에서 누출되어 수계에 유입된 경우</li> <li>대만 토양정화법에는 명시되지 않음</li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>2년 이하 징역 또는 2천만 원 이하 벌금</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1년 이하 징역 또는 1천만 원 이하 벌금</li> <li>300만 원 이하 과태료</li> </ol>	<ul style="list-style-type: none"> <li>최대 3년형, 500만 NTD 벌금</li> </ul>
정화 책임자 및 책임 범위	정화 책임자	<ul style="list-style-type: none"> <li>오염의 원인이 되는 시설의 설치자 및 관리자</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>오염을 발생시킨 자</li> <li>토양오염관리대상시설의 소유자, 점유자 또는 운영자</li> <li>위 1항 및 2항의 권리의무 승계자</li> <li>토지소유자, 점유자</li> </ol>	<ul style="list-style-type: none"> <li>오염행위자(P)<sup>13)</sup></li> <li>잠재오염원인자(PPRP)<sup>14)</sup></li> <li>오염토지관계자(IPPL)<sup>15)</sup></li> </ul>
	특징	<ul style="list-style-type: none"> <li>지하수는 오염을 직접 발생시킨 자(대만의 오염행위인, 토양의 제1항에 해당하는 책임자), 토지소유·점유자의 책임이 없다</li> <li>같은 원인에 의한 오염이라고 해도, 토양과 정화책임자가 다를 수 있다.</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>기본적으로 오염행위자, 잠재오염원인자가 오염이 책임이 있으나, 관리의무를 지키지 못한 경우에는 오염조사 및 정화비용에 대한 공동 책임이 있음(연대책임)</li> <li>잠재오염원인자는 자신의 과실이 없어도 오염에 대한 책임을 짐(무과실책임)</li> </ul>
	책임 범위	<ul style="list-style-type: none"> <li>오염지하수의 정화</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>정밀조사</li> <li>오염토양정화</li> <li>오염토양개선</li> <li>대책지역피해보상금 일부</li> </ol>	<ul style="list-style-type: none"> <li>오염정화 등 오염확산방지 및 저감을 위한 모든 활동</li> <li>오염으로 인하여 제3자가 입은 피해보상</li> </ul>
국가의 오염정화 비용 지원제도	국가 지원 규정	<ul style="list-style-type: none"> <li>없음</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>있음</li> <li>아주 상세함</li> <li>지원 받을 수 있는 경우가 많음</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>있으나, 매우 제한적</li> </ul>
	지원 경우		<ul style="list-style-type: none"> <li>토양정화 등을 하는데 드는 비용이 자신의 부담부분을 현저히 초과하는 경우</li> <li>해당 토양오염관리대상 시설의 소유·점유 또는 운영을 통하여 얻었거나, 향후 얻을 수 있을 것으로 기대되는 이익을 현저히 초과하는 경우</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>잠재오염원인자가 오염조사, 오염관리, 정화계획 수립 및 시행, 응급필요조치 시행에 대하여 지출한 비용의 반까지</li> <li>※ 오염토지관계자가 자비로 오염정화 등의 작업을 하였으나 오염행위자나 잠재오염원인자로부터 구상받지 못할 경우에 대한 보상규정은 없음</li> </ul>

구분	한국		대만
	지하수	토양	
토양평가 제도	법령	• 토양환경평가	• 토양오염평가)
	실시 시기	• 부지의 양도·양수 또는 임대·임차하는 경우	• 토지양도 • 기업설립면허의 신청, 취득, 등록 • 업종변경, 사업종료, 면허취소, 시설폐쇄 등 • 운영부지 범위변경, 사업변경 등
	대상 부지	• 토양오염관리대상시설, 공장, 국방/군사, 그 밖의 시설	• 중앙기관 공고사업의 사업소
	주체	• 양도인·양수인·임대인·임차인	• 양도인 • 중앙기관 공고사업자
	결과 보고		• 의무사항
	평가의 강제여부	• 자율	• 강제사항
	목적	• 추후, 오염발견 시 책임소재를 따지기 위한 목적	• 오염진행사항 모니터링을 위한 목적

#### 라. 시사점 및 개선 방안

- 수질검사제도
  - 한국은 전 세계에서 거의 유일하게 법률에 의해 개인관정에 대한 수질을 보호하고 있다.
  - ‘안심지하수사업(환경부)’은 소외계층에 대한 물복지 보장측면에서 장점이 있다. 다만, 수질기준과 수질검사 주기 및 항목 등에서 나타나는 문제점에 대해서는 보완이 필요하다.
- 수질측정망 운영
  - 한국의 개인관정 수질검사 결과와 각 기관별 관측망을 통해 축적된 방대한 양의 지하수 관측데이터는 향후 빅데이터 분석 등에 활용도가 높다.
  - 제도적인 측면에서는 수질측정망 운영결과 지하수오염이 발견되었을 때 정확책임자 조사가 오염정확로 진행되도록 하는 제도개선이 필요하다.

14) PPRP (Person Potentially Responsible for Pollution, 潛在汚染責任人): 법규 내에서 한 행동이지만 오염물질이 지하수 및 토양에 축적되게 하여 결과적으로 토양과 지하수오염을 발생시킨 자

15) IPPL (Interst Party of the Polluted Land, 汚染土地關係人): 부지가 오염정확부지로 고시되었을 때에 해당 부지의 오염행위자는 아니지만 해당 토지의 사용자, 관리자 혹은 소유자

- 지하수오염 사후관리제도
  - 한국은 제도적으로 지하수오염의 인지체계와 이후의 사후관리체계와의 연결성이 치밀하지 않는 측면이 있다.
  - 대만은 오염이 인지되었을 때 정확히 이어지는 프로세스가 매우 정교하게 고안되어 있고, 이것이 대만 토양정화법에 법률적으로 장치되어 있다.
  - 향후 토양환경보전법 내에 지하수오염을 연계하여 제도화하는 방안과, 오염된 토양과 지하수 정화만을 관리하는 독자적인 법률 도입 등의 제도적 방안이 필요하다.
  
- 지하수/토양오염 통합관리
  - 토양오염과 지하수오염이 서로 연계되어 있으므로 별도의 법과 규정으로 관리하는 것은 행정의 복잡성과 관리의 비효율화를 초래한다.
  - 지하수법의 오염지하수 관리 부분을 토양환경보전법으로 통합하여 오염토양과 오염지하수를 같은 체계로 관리할 필요가 있다.
  
- 정화책임자 조사체계
  - 오염정화명령을 내리기 위해서는 정화책임자를 알아야하며, 이를 위해서는 오염원인 조사가 선행되어야 한다.
  - 한국은 대만과 같이 법에 오염원인 조사를 실시하고 정화책임자를 찾는 절차를 명시하는 것이 필요하다.
  
- 지하수오염관리 제원
  - 한국에서도 미국이나 대만과 같이 기금을 마련하여 오염원인자를 알 수 없거나 능력이 없는 상황에서 환경적인 위해성이 큰 경우에는 우선순위를 마련하여 중앙정부가 이를 지원할 수 있는 제도 마련이 필요하다.
  
- 오염지역 설정을 통한 관리
  - 오염관리구역제도는 많은 선진국에서 시행하고 있으며, 대만과 같이 오염부지를 토지등기부에 등록시키는 적극적인 관리체계는 토지 거래 시 오염된 토지 구입에 따른 피해가 없도록 대국민 정보 제공의 역할을 하고 있다.

### 1.2.4 한-대만 주유소 부지를 포함한 유류오염부지의 지중정화(In-situ) 및 관리 활성화 방안연구

#### 가. 연구 목적

한국 토양정화시장의 향후 발전방향인 지중정화가 활성화된 대만의 관련 기술, 사례 등의 비교·분석을 통해 한국의 지중정화 활성화 방안을 모색한다.

#### 나. 연구 내용

- 한국과 대만의 유류오염 토양의 재사용·재활용 관련 관리체계 비교·검토
  - 한국과 대만 토양 재사용·재활용 관리체계 조사·분석을 통해 시사점 도출
- 유류오염부지의 지중정화 활성화를 위한 기술의 발전방향 및 정책개선(안) 도출
  - 한-대만 기술, 제도 등 비교를 통해 한국의 지중정화 기술의 발전방향 및 활성화 정책 개선(안) 도출

#### 다. 연구 결과

본 연구에서 도출한 한국과 대만의 유류오염부지의 지중정화 및 관리활성화 방안에 관한 비교 분석은 [표 1.5], 한국 지중정화의 저해요인 분석은 [표 1.6]에 정리하였다.

[표 1.5] 한-대만 유류오염부지의 지중정화 및 관리활성화 방안 비교

구분	비교		차이점
	한국	대만	
법	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 토양환경보전법</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 대만 토양정화법</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 토양·지하수 오염통합관리 여부 등</li> </ul>
오염부지 구분관리 기준	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 상시측정 및 매년 오염가능성이 큰 지역을 선정하여 오염실태조사를 실시</li> <li>• 우려기준과 대책기준으로 관리하며 우려기준을 초과하는 경우 대부분 정화대상부지로 구분</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 관측기준과 통제기준으로 구분</li> <li>• 관측기준 초과시 정기모니터링부지로 선정</li> <li>• 통제기준 초과시 기초오염조사대상인 오염관리부지로 분류되며 해당 부지 조사 후 오염정화부지로 구분</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 한국은 오염물질을 제거하는 정화외의 관리방법은 없는 반면, 대만은 잠재적 오염부지를 정기적으로 모니터링하여 잠재적 오염을 사전에 예방하고 지속적으로 관리</li> </ul>
오염물질 규제범위	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 중금속 8종, 유기물 10종, 유기인화합물, 불소화합물, 시안화합물 총24개 오염</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 중금속 8종, 유기화합물 21종, 농약 8종, 기타 유기화합물 2종 총 39개 오</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 한국은 잔류성 유기오염물질 배출원을 관리하는 반면, 대만은 토양오염기준</li> </ul>



구분	비교		차이점
	한국	대만	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>물질을 부지용도에 따라 우려기준, 대책기준 2단계에서 각 3개 기준으로 규제하며 잔류성 유기오염물질 관리법에서 규제하는 8개 물질에 대한 토양오염 기준은 부재</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>염물질에 대해 관측기준, 통제기준 2단계로 규제</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>을 적용, 과거 농경활동으로 인한 잔류 오염을 적극적으로 관리하고 오염물질 규제범위가 더 넓은</li> </ul>
정화공법	<ul style="list-style-type: none"> <li>토양환경보전법에 고시된 생물, 물리, 화학, 열적처리 공법에 한해 적용가능</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>차단벽, 고형화/안정화 등 다양한 공법적용 가능</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>한국은 고형화/안정화, 차단차폐 공법의 경우 국가 부지에 한해 위해성평가 후 적용가능</li> </ul>
정화기간	<ul style="list-style-type: none"> <li>최대 4년</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>정화기간은 기간이 한정되어 있지 않음</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>대만은 오염부지에 대해 정화가 완료될 때까지 무기한으로 정화가능</li> </ul>
반출정화	<ul style="list-style-type: none"> <li>토양환경보전법을 적용하여 관리</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>폐기물처리법에서 오염토양의 종류를 S-코드로 관리하고, 특정 S-코드 허가를 보유한 업체만 해당코드에 속하는 오염토양 처리가능</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>대만은 반출오염토양을 폐기물의 관점에서 관리</li> </ul>
토양 재이용/재활용	<ul style="list-style-type: none"> <li>토양 재사용/재활용에 대한 정화토양의 구체적인 재활용 용도 규정 및 관련 기준 부재</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>토양 재사용/재활용 시 관련 분석법을 통해 토양 품질 인증</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>대만은 토양정화 후 벽돌 제품 비율이 높은 편임</li> </ul>
위해성 평가	<ul style="list-style-type: none"> <li>토양오염조사 등을 통해 오염부지(우려기준 초과) 확인</li> <li>오염부지는 정화기준 이내로 조치가 원칙, 예외적으로 위해성평가를 통한 정화 인정(국가부지 한정)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>지질학적 조건, 오염물질 특성 또는 정화기술로 오염물질 농도가 통제기준 이하로 정화가 어려울 시 위해성평가를 통해 관리</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>대만은 위해성평가 결과에 따라 정화목표치를 설정하고, 그에 따라 정화</li> </ul>

[표 1.6] 한국의 지중정화(In-Situ) 저해요인 분석

구분	저해요인	시사점
기술적 요인	<ul style="list-style-type: none"> <li>오염물질의 유리화 등 고형화 기술, 토양오염원의 차단 및 차폐기술 적용 한계성</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>한국형 고형화/안정화 기술개발 및 개발된 기술을 적용할 수 있는 제도 마련</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>모델링 결과와 실제 오염범위의 차이가 큼</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>오염범위 및 오염량 산정 모델링 기술개발</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>토양의 비균질성으로 인하여 공기 및 산화제의 균일한 주입 불가능</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>정확한 오염 모델링 기술 필요</li> </ul>

구분	저해요인	시사점
	• 투수계수가 낮거나 점토질 토양내 유체흐름 형성 불가능	• 토질특성 등을 고려한 정화검증방식 마련 필요
	• 저압주입방식으로 오염물질과 약품의 혼합보다는 이류에 의한 오염 저감	• 산화제 및 오염거동에 대한 기술개발
	• 무리한 양수 및 약품 확산을 위한 과도한 공기량 및 약품 주입으로 인한 침하	• 주입기술 개발 및 산화제 개발
제도적 요인	• 정화기간 최대 4년	• 토질 및 오염에 따라 유연한 정화 기간산정 필요
	• 일시적 시점에서의 정화완료 검증	• 정화완료 후 사후관리제도 필요
	• 시료 채취지점 및 방법에 대한 기준	• 지중정화 공법별 시료채취 지점 및 시료수 산정기준 마련
	• 시료채취불가 지점에 대한 규정 부재	• 시료채취 방안검토 필요
	• 주변환경에 대한 분석오차	• 분석품질관리, 검증시료 채취 밀봉 등 품질관리방안 마련
	• 위해성평가제도: 국유재산 지역만 해당	• 위해성평가에 따른 토양검증 및 사후관리방법 마련 후 대상부지 확대

## 라. 개선 방안

- 토양·지하수 통합관리방안
  - 토양·지하수 오염의 특징은 오염의 축적성·잔류성·비가시성 및 매체 간 상호작용에 의한 오염 확산 성질로 인해 오염이 일단 발생하면 사후 오염조사·정화 등 문제해결에 막대한 비용이 소요된다.
  - 토양·지하수는 대기, 수질오염과 달리 순환이 잘 되지 않아 자정능력이 약하기 때문에, 한번 오염 되면 시간이 경과하면서 오염이 더욱 악화되는 경우가 빈번하다.
  - 또한, 눈에 보이지 않아 오염이 상당히 진전될 때까지 인식하기 어렵고, 대부분 피해가 커진 후에야 오염사실을 인지하게 되어 대기나 수질오염에 비해 피해규모가 상대적으로 크며, 토양·지하수 오염은 서로 연관이 있기 때문에 통합관리가 필요하다.
  - 토양·지하수 매체별 관리 정책은 추진 중이나, 장기적으로 종합적 제도 정비 및 기술 개발이 필요하다. 특히 한국의 경우 토양오염과 지하수오염이 서로 연계되어 있는 상황에서 별도의 법과 규정으로 관리되고 있어, 관리의 혼선 및 토양오염만 정확하고, 지하수의 오염여부는 확인하지 않는 상황에서 정화를 완료하는 경우가 있다.
  - 이에, 토양·지하수 통합관리방안을 제도적으로 마련하여야 한다. 우선 토양환경보전법 및 지하수 법에 대한 통합이 필요하고, 토양정화와 지하수정화가 별개의 활동이 아닌 연계된 정화 활동으로 관리되어야 한다.

- 위해성평가제도 대상부지 확대 운영

- 위해성평가는 모든 토양오염부지의 정화 단계에서 이용할 수 있는 가장 합리적이며 과학적인 제도이다.
- 이미 영국, 네덜란드, 독일, 미국 등 선진국에서는 거의 모든 오염부지의 정화방법과 절차, 사후 관리 방법 등을 결정하는 수단으로 위해성평가를 수행하고 있으며, 이들 국가에서 사용하고 있는 토양질의 기준은 토양오염을 인지하고 예측하는 단계의 주요한 지표로 사용하고 있다.
- 우리나라에서는 현재 국가재산 부지만을 대상으로 위해성평가를 적용하고 있으므로 제도가 시행 되었음에도 불구하고, 아직 활발히 적용되지 않고 있다. 따라서 국내에서도 민간소유의 오염부지 까지 확대하여 제도가 정착할 수 있는 발판 마련 및 제도보완이 이루어져야 한다.
- 또한, 위해성평가제도 확대 시행에 앞서 위해성관리기법(예시) 차단벽, 반응벽체 등 오염확산방지 공법, 안정화 제재 투입 등 오염원 고형화/안정화 기법 등) 관련 기술이 선 개발되어야 현장 적용이 가능하며, 제도의 활성화에 발판이 될 것이다.

- 기술성 평가 확대

- 정화 사업자 선정 방식 및 절차에 대한 개선

정화 사업자 선정 시, 가격 중심의 낙찰 방식에서 벗어나, 정화기술의 잠재적 환경 영향성, 생태환경 교란여부에 대한 고려를 포함한 평가 방식을 도입할 필요가 있다. 다만, 관련 기술 수준의 향상 없이 무분별한 지중정화 활성화가 진행될 경우, 오염 확산, 지중정화기법에 대한 신뢰도 저하 등의 문제를 야기할 수 있다. 따라서 지중정화기술의 완성도를 평가하는 방안 및 제도의 신뢰도 향상과 기준강화가 필요하고, 이를 통과한 기술의 보급에 정부 지원금 투입 등이 연계되는 제도가 마련되어야 한다.

- 토양정화사업의 기술적 난이도에 따른 기술성 평가 강화

토양정화사업은 정화기술 선정 및 정화설비(공정) 운영 등 “기술용역”과 정화설비 제작·설치·시운전, 오염토 굴착·성토·굴토·선별·운반·되메움 등의 “건설공사”가 혼합되어 있으나, 정화사업의 성패는 적정 기술 선정 및 정화설비(공정) 운영능력에 의해 좌우되므로 무엇보다도 기술력이 중요하다. 따라서 사업의 기술적 난이도에 따라 수행능력평가 시 수행실적평가 이외에도 기술자평가나 기술제안서평가 등을 다양하게 적용하여야 한다.

- 기타

- 정화곤란부지의 주요 원인인 시설물 및 시설물 하부 오염토양 정화 기간 연장에 대해 고려하여야 한다.
- 국내에서는 시설물(건축물, 도로, 철도 등) 하부도 모두 정화범위에 포함되는데, 이러한 규정이 무리하게 시설물을 철거하고 오염토양을 굴착하여 정화하도록 하는 정화환경을 만들고 있다. 위해성평가에 기반한 확산방지 조치(차수·차단막 설치, 주기적 오염확산 모니터링 등)와 시설물 하부 오염 정화유예(시설물 철거시 까지) 조치를 탄력적으로 적용할 수 있는 방안을 마련하고 위해성평가를 통해 오염물 확산방지 활동을 정화 활동으로 인정해 주면 지중정화 활성화에 긍정적 영향을 줄 수 있다.

### 1.2.5 한-대만 지하수자원 및 수질의 스마트 운영 전략

#### 가. 연구 목적

한국과 대만의 공통적인 현안 사항에 대해 ICT기반 기술을 이용한 지하수 수위·수질 감시 및 예측대응 관련 정책, 기술로드맵 수립 및 발전방안을 마련한다.

#### 나. 연구 내용

- 한국과 대만의 지하수 시설 및 이용 현황 조사·분석
- 한국과 대만의 지하수 수위·수질 관측 현황, 오염사례 및 대응체계 비교·분석
- 한국의 ICT기반 기술을 이용한 지하수 수위·수질 실시간 관측 및 감시기술 분석과 적용성 연구
- 한국의 지하수 수위·수질 관측체계 및 오염감시대응 시스템의 연계/활용을 위한 정책 제언 및 발전방안 도출

#### 다. 연구 결과

본 연구에서 도출한 한국과 대만의 ICT 기반 토양·지하수 관리 및 모니터링 정책의 비교에 관한 내용은 [표 1.7]에 정리하였다.

[표 1.7] ICT 기반 토양·지하수 관리 및 모니터링 정책 비교

구분	비교		차이점
	한국	대만	
관계법령	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 토양환경보전법</li> <li>• 지하수법</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 대만 토양정화법</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 한국은 법령이 이원화되어 있으나, 대만은 단일법을 적용하고 있음</li> </ul>
정보관리 시스템	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 토양환경보전법 제4의3 (정보시스템 구축·운영)</li> <li>• 지하수법 제5조의2 (지하수보전·관리의정보화)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 대만 토양정화법 제16조 (오염관리구역 상세화 및 공개)</li> <li>• 제23조 (오염정화계획 공개 및 비치)</li> <li>• 오염토양 이력관리 등 환경정보관리시스템 운영</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 한국은 정보관리 시스템 등 대국민공개 원칙반영</li> <li>• 대만은 오염토양 이력관리 등 오염관리에 역점</li> </ul>

구분	비교		차이점
	한국	대만	
모니터링 근거규정	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 토양환경보전법 제5조(토양 오염도측정등-측정망설치 및 상시측정)</li> <li>• 지하수법 제18조(수질오염의 측정-측정망설치및측정)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 대만 토양정화법 제6조(관할 정부기관의 정기모니터링-국가차원의 토양 지하수 오염조사 및 분석)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 한국과 대만 모두 법적근거를 두고 토양 및 지하수 측정망을 운영</li> </ul>
ICT기반 정책	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 과학기술정보통신부 및 환경부 등 범정부차원의 공공서비스 촉진사업 등을 추진 중</li> <li>-2018년: 인공지능기반 지중환경오염예측관리시스템 개발사업</li> <li>-2019년: 인공지능기반 지하수 중 축산분뇨오염 실시간 감시시스템 구축</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 4차 산업혁명과 연계 산업 육성정책은 활발하게 진행되고 있으나, ICT기반 지하수관리 및 모니터링 사업은 확인되지 않음</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 한국은 최근 시범사업 등을 활발하게 추진 중이나, 대만은 세부추진내용이 확인되지 않음</li> </ul>
4차 산업혁명 대응	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 사물인터넷(IoT)국가전략 기본계획 확정(2014)</li> <li>• 4차 산업혁명위원회 대정부 권고안 발표(2019.10)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 사물인터넷(IoT) 5+2 혁신산업 육성정책 추진(2017)</li> <li>• 아시아·실리콘밸리 계획 사물인터넷 산업 육성(2026 까지)</li> <li>• 스마트기계 육성계획 추진(2017.12)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 한국과 대만 모두 미래의 성장 동력으로 선정, 활용코자 적극 대응하고 있음</li> </ul>

## 라. 개선 방안

- 국가의 중장기적 마스터플랜 필요
  - 정부에서는 각 소관부처를 망라한 범정부적 10년 단위계획인 “4차 산업혁명의 국가 중장기 종합 계획”의 수립 및 추진 등이 필요하며, 4차 산업혁명을 현 세대는 물론 미래세대의 성장 동력을 위해서도 적극적인 육성이 필요하므로 국가단위의 중장기 마스터플랜의 수립 및 추진이 요구된다.
- 매년 단위 실행계획 및 추진사업에 대한 전담관리 조직 필요
  - 국가단위의 마스터플랜인 10년 단위 계획에서 제시하는 중장기 목표달성을 위하여 매년 단위의 실행계획 수립 및 추진사업에 대한 전담관리, 그리고 이에 대한 성과평가 등의 행정적 절차가 필요하며, 이를 전담 관리하기 위한 조직 구성이 필요하다.

- 부처별 시행계획에 따른 조장정책 등 조기 정착방안 필요
  - 각 부처에서는 10년 단위의 국가종합계획을 바탕으로 각 부처의 특성에 맞는 분야별 시행계획 등을 마련, 추진하되 관계법령, 예규, 지침 등에 4차 산업혁명의 혁신적 변혁안이 반영될 수 있도록 개정작업이 우선 추진되어야 한다.
  - 또한 정부정책이 민간보다 우선하여 4차 산업혁명을 이끌어 나갈 수 있도록 정부차원의 조정 정책도 병행 실시하여 조기에 정착될 수 있도록 조치가 필요하다.
- 부처별 협조체계 구축 등 총괄 조정기능 필요
  - 국회 등 입법부에서도 관계법령 개정 등을 적극 지원함과 동시에 국정감사 등을 통해 각 부처 소관업무의 추진성과를 매년 확인하고 긴밀한 협조체계가 필요하다.
  - 정부에서도 각 부처별 업무협약 및 융합, 협업 등 총괄 조정기능도 필요하며, 행정업무를 총괄하는 국무총리실 역할의 강화를 통해 입법부 및 행정부 협의 창구를 마련하는 것도 하나의 방안이다.
- 지방자치단체의 조례 개정 등 개선 필요
  - 지방자치단체에서는 각 지역의 특성에 맞는 매년 단위의 계획을 수립, 추진하되 지방조례 및 지침 등에 4차 산업혁명의 저해 또는 장애요인을 발굴하여 개선토록 조치하는 등 적극적인 지원조치가 필요하다.
- 4차 산업혁명을 선도할 인적자원의 육성 필요
  - 4차 산업혁명 시대에는 각 분야별 지능정보를 이끌어 갈 인적자원 육성이 시급할 것이기 때문에 분야별 특성화된 주요 대학 및 연구소 등에서 IT를 기본으로 하는 인공지능, 부품, 소프트웨어 등 분야별 중점 육성기관을 선정하여 지원토록 함으로써 각각의 분야에서 요구되는 필요 인력이 적재소에서 능력을 유감없이 발휘할 수 있도록 인적자원의 육성조치가 필요하다.
- IT업계와 전문업종 간 상호 협력관계 구축 필요
  - IT업계 전문 인력들은 본인들에게는 생소한 토양·지하수 정화분야 등 전문업종의 경우 일반 서비스업계보다 전문용어 사용 등으로 어렵기 때문에 업무연계를 회피하거나 힘들어하여 IT 전문인력 확보에 더욱 애로가 있을 수 있으므로, IT업계와의 MOU 체결 및 대학 등의 인적자원 육성 등 상호지원 및 협조체제 구축이 필요하다.

## 제2장

# 한국과 대만의 오염부지 재이용 정책 분석

### 2.1 양측 오염부지 재이용 정책 환경

대만은 청일전쟁에서 청이 패하면서 일본의 식민지가 되었다. 일본은 대만을 무역 거점으로 삼아 일본-동남아-인도-유럽을 연결하는 무역 창구로 활용하였다. 식민지 시기 초기에는 이러한 무역업 이외의 특별한 산업이 발달하지는 않았다. 1920년대 초·중반 일본의 중화학 공업화가 진전되면서, 일본의 경공업이 대만으로 진출하게 되었다. 이에 따라 대만은 일본의 식료 공업품, 생필품 등과 같은 경공업 제품을 공급하는 역할을 하게 되었다. 주로 농업과 그중에서 특산품인 사탕수수를 재배하고 가공하는 산업이 특화되어 이를 위한 원료가공 산업과 중소기업의 공장들이 많이 설립되었다. 이 과정에서 경공업 기반이 다져지게 되었으며, 이러한 경공업을 담당하던 기업들 상당수가 규모가 작은 기업들이었기 때문에 중소기업 위주의 산업 체계가 형성되었다.<sup>16)</sup>

한편 30년대 말부터 일제의 대륙 침략이 본격화됨에 따라 대만의 산업이 재편되게 된다. 당시 조선은 일본군의 만주 등 중국 지역의 전쟁 수행에 필요한 군수품과 중화학 공업품을 생산하고 공급하는 역할을 맡았고, 대만은 중국 남부 지역과 일부 동남아시아 지역내 전쟁 수행에 필요한 군수품과 중화학 공업품을 공급하는 역할을 하게 된다. 이 과정에서 타이중 지역을 필두로 중화학 공업 단지가 조성되었으며, 여기서 생산된 제품은 광저우, 홍콩 지역을 통해 대륙으로 공급된다. 물론 이전 시기부터 담당해오던 경공업 제품의 공급은 이 시기에도 여전히 대만 경제에 중요한 역할을 하였다.

일본이 패망한 뒤 중국 국민당 정부를 중심으로 중화민국이 설립되고, 일제가 남기고 간 산업시설 외에 중국 본토의 많은 기업들이 대만으로 넘어오면서 인적, 물적 자원의 결합에 따라 대만은 고속성장을 하였다. 반면 한반도의 경우, 대부분의 중공업시설이 북한에 있었으며 남한은 6.25전쟁으로 인해 대부분의 산업시설이 파괴되어 산업인프라가 갖추어지지 못한 상태에서 철저히 농업과 경공업 위주로 발전하였다. 대만은 1970~80년대 정부 주도하에 제조업이 육성되고 대자본과 대기업군이 형성되었으며, 2000년대 이후 IT버블 붕괴로 역성장을 하면서 임금동결, 부동산 상승 등의 위기로 2008년 이후에는 많은 중소기업이 도산하면서 대기업 위주로

16) 일본이 조선에서는 미쓰비시와 같은 중공업과 당시 동양 최대의 공업단지인 흥남 조선질소비료주식회사로 대표되는 중화학 공업에 집중적으로 투자하였다.

산업구조가 재편되었다. 2010년대 이후에는 중소기업을 흡수한 대기업들이 중국에 공장을 지어 저렴한 중국 인력을 활용하는 형태로 전환하였으며, 이러한 형태의 제조업 기반이 현재까지 유지되고 있다<sup>17)</sup>.

한국의 산업화는 1960년대 이후 본격화되었으며, 대만에 비해 산업화 착수 시기가 늦었으나 중소기업 제조업의 발달은 매우 빠른 속도로 진행되었다. 한국에서는 1995년 토양환경보전법제정에 따라 토양 및 지하수 오염에 대한 규제가 시작되기 이전에 서울 및 대도시의 오염유발 산업시설들은 정부의 산업단지 조성 정책에 따라 교외로 이전하게 되었다<sup>18)</sup>. 이 시기에는 산업시설이 위치하던 부지들은 오염현황을 파악하지 않은 상태에서, 대규모 상업시설 및 주거지역으로 조성되었다. 그러나 한국은 대만에 비해 부지오염 축적이 발생할 수 있는 시간이 짧은 등 토양오염의 환경 자체가 다른 배경을 가지고 있다.

대만의 산업배경으로 인하여, 대만에는 토양오염을 유발하고 있는 많은 수의 공장과 산업조정 과정에서 발생한 방치공장이 잔류하고 있다. 대만 경제부 산업발전국 통계에 의하면 폐공장 수는 120,000개를 넘으며, 이 중 43,700개는 높은 오염도를 보이는 고오염 산업시설로 분류되고 있다. 현재까지 토지 소유주에 대한 정보가 통합되지 않았기 때문에 이러한 폐공장의 토지 이용 상황에 대한 명확한 정보가 없는 상태이다(한국산업환경기술원, 2019).

대만에서 중소기업 공장들이 위치하고 있었던 농촌지역의 경우에, 산업폐수 배출시설이 별도로 갖추어지지 않아 관개수로를 통해 배출되면서 심각한 농지오염이 초래되었다. 농지조사는 1982년부터 시작되어, '대만 토양정화법'이 시행된 이래 오염농지로 공시된 부지의 정화작업이 계속되고 있다. 2018년 말 기준으로 7,253개소의 농지(약 1,138.5 ha)가 오염관리 목록에 등재되어 있으며, 4,406개소(약 759 ha) 농지의 정화 및 개선작업이 완료(약 67 %)되었다. 산업시설은 414개 공장이 잠재오염부지로 조사되었고, 전국에 산재되어 있는 방치된 공장은 주로 금속제조공장이며, 약 20 % 가량은 토양·지하수 오염 잠재성이 높은 것으로 파악된다. 산업단지 157개소에서는 잠재오염이 확인되어 조기오염경보 관측정이 설치되어 운영되고 있다<sup>19)</sup>.

우리나라는 지하수가 전체 수자원이용 총량에서 차지하고 있는 비중이 3 %에 불과하나, 대만은 수자원 활용 측면에서, 수돗물이 차지하고 있는 비중이 49.07 %이고 지하수 비율이 50.93% 이다<sup>20)</sup>. 우리나라는 2018년도 전국 상수도보급률이 99.2 %에 달하고 있을 뿐만 아니라, 수돗물의 정수기 사용 비율이 높고, 먹는 샘물을 음용수로 사용하는 것이 보편화되어 있어서, 수돗물조차 직접 음용수로 사용되는 경우가 거의 없다. 따라서 대만에서는 지하수오염으로 직결되는 토양오염에 대해 일반 국민들이 느끼는 심각성이 우리와는 크게 다른 사회적 환경을 가지고 있다.

대만은 산업발전 과정에서 조성된 도시 및 농촌지역 소재의 공장 부지나 산업시설의 재개

17) 나무위키, 2020, 경제사, 대만경제, <https://namu.wiki/w/대만/경제#fn-16> (검색일: 2020.6.24.)

18) 지식경제부, 2012, 2011 경제발전경험모듈화사업:산업단지 개발전략과 운영사례, 한국산업단지공단

19) 대만 EPA, 2019a, 107년도 토양 및 지하수오염연보

20) 환경일보, 2020, 2018년 전국 상수도보급률 99.2%... 지:속적 증가(2020. 1. 17일자)



발 시, 이들 부지에서 확인되는 토양 및 지하수 오염 문제 해결이 부지 이용의 제한 요소로 작용한다. 이를 해결하기 위한 막대한 재정 부담으로 인하여, 대만 정부의 토양 및 지하수오염 관리는 토지개발을 촉진하기 위한 부지 재이용 정책에 초점이 맞추어져 있다. 대만 EPA에서 발행된 ‘부지 재이용 정책 해설 핸드북’에 부지 재활용을 위한 지원정책 등의 내용은 없고 오염부지와 관련된 토양과 지하수 오염 관리제도에 관한 내용을 중점적으로 담고 있는 것을 보면, 대만제도의 ‘부지 재이용’이란 용어는 우리가 일반적으로 생각하는 브라운필드 지원정책, 즉, 오염부지의 토지가치를 초과하는 정화비용으로 방치된 부지를 개발하여 지역경제 활성화 및 토지자원의 효율적 활용을 지원하는 제도와는 거리가 있다.

구분	오염현황	오염부지 관리현황
농지	7,253 오염관리부지 목록(1,138.5 ha)	4,406 부지 정화 및 개선(약 759 ha), 정화완료 67%(면적비)
산업시설	414개 공장 잠재오염부지 조사	65개 공장 선정(54개 공장 조사완료, 39개 공장 오염확인)
방치공장	110개 공장 토양지하수오염 조사 완료 (120,000개소 중 고오염 산업시설 43,700개소)	약 20% 토양지하수 오염 잠재성 높음(금속제조공장) 오렌지색
산업단지	157개소 잠재오염 확인	23개소 지하수오염 확산 잠재(조기오염경보 관측정 설치)
퇴적물	461개소 시료채취 완료(97%)	하천 71개소, 호소 299개소, 관개수로 299개소

\* 출처: 대만EPA, 2019, 2018년 토양 및 지하수오염정화현황

[그림 2.1] 대만의 오염부지 및 관리 현황

본 연구는 한국과 대만의 공동연구를 통해 토양 및 지하수오염 관리정책을 상호 비교·분석하고, 시사점을 도출하여 관련 정책에 참고하기 위한 것이다. 하지만, 우리나라의 경우 대만과 같은 오염부지 재이용 관련 제도가 없으며, 이러한 정책의 필요성도 확인되지 않는다. 현재 산업시설로 운영되고 있는 부지와 오염 개연성이 있는 토지는 관련 법에 의거하여 정기검사와 실태조사 등으로 오염을 추적하고 있고, 오염 확인 시에는 지정된 기간에 오염을 제거하도록 조치하는 제도를 운영하기 때문이다. 현행제도 하에서 오염이 확인되었으나, 개발계획이 마련되어 있지 않아 오염이 방치되는 경우는 발생하지 않는다.

우리나라의 오염부지 개발은 대부분 부지의 개발가치가 오염정화 비용에 비하여 월등히 높다고 판단되기 때문에 추진된다. 오염부지의 고부가가치 용도로의 전환 또는 토지가치의 제고를 위한 부지개발은 환경문제 중심이 아닌 경제적 가치에 초점이 맞추어져 있다. 즉, 토양 및 지하수오염이 개발과정에서 해결되어야 하는 문제점으로 대두될 수는 있지만 이것으로 인해 부

지개발이 불가능한 경우도 없고, 대만과 같이 부지 재개발을 위하여 법적기준을 완화하여 주는 제도도 없으므로 한국과 대만의 관련 정책을 수평적으로 비교하기 어렵다.

양측의 상이한 정책배경으로 인해, 우리나라 현행 제도 하에서는 대만과 같은 토양·지하수 오염부지의 재이용 활성화를 위한 정책 구현은 어렵다. 따라서 우리나라의 오염부지 관리정책은 다음의 두 가지 경우에 중점을 두는 것이 바람직하다고 판단된다.

### 첫째, 정화사업의 합리성 제고

우리나라의 경우, 조사와 정화가 정부 또는 지정 전문조사기관 및 정화업체에 의해 수행되지만, 조사와 정화 과정에서 침해될 수 있는 정화책임자의 불이익에 대한 견제장치가 매우 미흡하다. 우리나라 오염부지의 재이용을 활성화하기 위해서는 정화책임자의 권익보호 장치를 보완하여, 조사 결과 및 정화 품질에 대한 신뢰를 높일 수 있는 합리적인 시장을 구축해 나가는 것에 초점을 맞추는 것이 바람직하다. 이러한 정책지원은 정화책임자가 토지의 오염문제를 해결해 나가는 과정에서의 사회적 비용을 최소화하고 정화대책을 적극적으로 수행하도록 도움을 주어, 궁극적으로 오염부지 재이용을 활성화하는 결과가 될 것이다.

### 둘째, 정화사업 관련 갈등해소 지원

우리나라의 오염부지는 두 가지로 나누어 볼 수 있다. 하나는 오염 여부가 확인되지 않아, 실제로 존재하고 있는 오염이 방치되는 경우가 있을 수 있다. 부지 개발과정에서 오염이 확인되는 경우가 이에 해당된다. 이는 지자체의 적극적인 실태조사에 의해 현황을 파악하고 후속조치를 취하는 것으로 대처가 가능하다. 다른 하나는 부지 오염이 확인되어, 관련 제도의 행정절차에 의거하여 오염문제를 해결하고 원래의 용도로 부지를 계속 이용하거나 타 용도로 부지 개발을 추진하는 경우이다. 이 경우에는 조사와 정화를 진행하고 있으나 다양한 원인에 의해 비효율적인 사회적 비용이 투입되고 오염물질의 제거가 지연되는 경우가 많다. 따라서 우리나라 오염부지 관리정책에서 관심을 두어야 할 부분은 정화과정에서의 제반 갈등요소를 수집·분석하고 해결하는 정책 도구의 강화 및 제도 마련이다.

우리나라 오염부지관리의 원활한 정책 추진을 위해 한국과 대만의 관련 정책 비교·분석을 통해 도출된 시사점들을 최대한 참조하여, 오염부지 정화가 최적의 비용과 최선의 품질로 정화책임자에게 제공될 수 있도록 하는 것이 오염부지 재이용의 핵심이라 보고, 정책제언 사항을 도출하고자 하였다.

## 2.2 양측 오염부지 관리제도

### 2.2.1 오염부지관리 제도

#### 가. 토양환경보전법과 대만 토양정화법

우리나라의 토양오염은 토양환경보전법에 의해 관리된다. 대만은 대만 토양정화법에 의하여 토양·지하수 오염과 정화가 함께 관리된다. 우리나라의 지하수는 지하수법에 의해 토양과 구분되어 독립적으로 관리된다. 토양과 지하수를 한 개의 법에서 함께 다루는 것은 토양과 지하수가 연계된 매체임을 고려하여 상호 종속적이며 연계된 체계로 정책과 법을 이행할 수 있는 장점이 있으나 행정적 편의성은 떨어질 수 있다. 그 외의 여러 장단점을 고려할 때, 토양과 지하수의 독립 또는 종속적인 법체계는 호불호의 문제가 아니라 어느 것을 선택하는가의 문제이다. 다만, 두 법이 긴밀히 연계되어 기술적 문제에 대한 통합성을 갖추는 것이 필요하다.

#### 나. 오염부지 확인방법

토양오염 조사, 오염 확인, 오염부지 정화로 이어지는 한국과 대만의 오염부지 조사 및 정화체계의 흐름은 유사하다. 양측의 토양오염 조사는 국가 또는 개인이 시작할 수 있으며, 토양오염을 판단하기 위한 제도와 기준, 정화하기 위한 체계(위해성 평가 또는 기준 등)에 따라 오염부지의 정화를 이행할 수 있는 체계를 구축하고 있다.

그러나 오염이 확인된 토양에 대해 오염부지 및 정화 여부를 결정하는 기준 및 세부 이행절차와 체계는 양측이 상당히 다르다. 대만의 **오염확인조사(查證工作, Verification Work)**는 부지의 오염 여부를 확인하는 것으로서, 관할기관은 신분증명서를 지참한 직원을 파견하여 공공 또는 사유 부지에 들어가 부지사용자, 관리자 혹은 소유자에게 관련 정보의 제공을 명할 수 있다(대만 토양정화법 제7조제1항). 이를 위반할 경우 20만~100만 대만달러(NTD)<sup>21)</sup>의 벌금형에 처하도록 하고 있다(대만 토양정화법 제38조제1항).

우리나라에서는 잠재오염원의 경우 담당 공무원이 부지에 출입하여 임의의 조사지점을 선정하여 시료를 채취해 분석하는 방법이 사용되고 있으나, 조사지점 수가 매우 작아서 실태조사에서 확인되지 않은 오염이 존재할 가능성이 있다. 조사를 위해 토지 내에 있는 장애물의 변경 또는 제거를 요구할 수 있는 권한은 있으나(토양환경보전법 제8조), 대만과 같은 관련 정보 제출 등에 대한 요구권은 없다. 실태조사의 실효성을 높이기 위해 실태조사 방법을 대만과 같이 모니터링 방법으로 전환하는 등의 검토가 필요하다.

21) 20만~100만 대만달러(NTD)는 한국의 8,102,350원~40,511,751원에 해당한다(2020년 5월 환율 적용, 1NTD=40.5원)

토지를 양도하거나 토지용도 변경 시 적용되는 토양오염조사에 대한 강제력에도 양측은 상당한 차이가 있다. 한국의 경우, 토양환경평가는 강제규정이 아니지만, 대만의 토양오염평가(土壤汚染評估, Site-Soil pollution Assessment)는 강제규정이다. 토지를 양도하거나 토지용도 변경 시에는 반드시 토양오염평가가 필요하다.

[표 2.1] 양측의 오염부지관리제도 비교

구분	한국	대만
오염부지 확인	<ul style="list-style-type: none"> <li>토양오염신고, 토양오염도검사, 토양오염측정망, 토양오염실태조사, 토양환경평가, 토양정밀조사</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>정기모니터링, 산업지역검사, 오염확인조사, 의심지역조사, 토양오염평가</li> </ul>
오염관리	<ul style="list-style-type: none"> <li>토양정밀조사명령, 토양정화명령, 토양오염대책지역 지정, 긴급대응, 위해성평가</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>오염관리부지 및 오염정화부지 선정, 획정 지하수오염사용제한지구, 응급대응부지, 토양오염평가, 오염통제구역</li> </ul>
정화방법	<ul style="list-style-type: none"> <li>토양환경보전법에 규정(시행령 제10조제2항)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>법(대만 토양정화법)에 규정하지 않음(다양한 방법 현장 적용)</li> </ul>
정화기간	<ul style="list-style-type: none"> <li>최초 2년(최대 4년)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>제한 없음</li> </ul>
사후관리	<ul style="list-style-type: none"> <li>토양환경보전법에 모니터링계획을 포함하도록 명시하고 있으나 세부절차 및 지침 없음(사업완료 후 정화업체에 의해 2~3년 시행)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>오염관리부지, 오염정화부지에서 제외되면 지속적인 토양 및 지하수수질모니터링 요구(오염책임자가 통상 3년 시행)</li> </ul>
국유지 오염관리	<ul style="list-style-type: none"> <li>토양환경보전법 제6조3 국가가 정화책임자인 경우</li> <li>국가시설 토양정밀조사 결과 우려기준 초과시</li> <li>위해성평가를 통한 오염관리</li> </ul>	
정화지원 제도	<ul style="list-style-type: none"> <li>정부주도 정화(국가가 정화책임자인 경우, 국가부지, 위해성평가)</li> <li>정화비용지원(토양정화비용지원 업무처리 지침)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>정부주도 정화(오염행위자 또는 잠재오염원 인자가 명확하지 않거나 정화명령을 이행하지 않는 경우)</li> <li>정화비용 지원(정부의 오염정화기금)</li> </ul>
관련기관 관리	<ul style="list-style-type: none"> <li>토양관련전문기관(토양환경평가기관, 위해성평가기관, 토양오염조사기관, 누출검사기관) 지정, 토양정화업 등록</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>토양지하수 분석기관, 토양오염평가기관</li> </ul>
벌칙	<ul style="list-style-type: none"> <li>토양환경보전법 제5장 벌칙(징역, 벌금, 과태료, 양벌규정)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>대만 토양정화법 제7장 벌칙(벌금)</li> </ul>

### 1) 한국

토양오염 관리는 오염의 확인으로부터 시작된다. 우리나라에서는 [표 2.2]에서 보는 바와 같이 토양오염측정망으로 전국적인 토양오염 추이를 감시하고, 신고와 지자체의 실태조사 및 토양오염 유발이 예상되는 일정규모 이상의 시설들에 대한 주기적인 오염도검사로 토양오염을 확인하고 있다.

[표 2.2] 한국의 오염부지관련 법령

구분	관련법	대상
토양오염 신고	• 토양환경보전법 제11조(토양오염신고 등)	• 토양오염물질을 누출·유출 • 토양오염사실 발견
토양오염도 검사	• 토양환경보전법 제13조(토양오염 검사)	• 특정토양오염관리대상시설의 설치자
토양오염 측정망	• 토양환경보전법 제5조1(토양오염도 측정 등)	• 토양 측정망(상시측정)
토양오염 실태조사	• 토양환경보전법 제5조2(토양오염도 측정 등)	• 관할구역 중 토양오염이 우려되는 지역
토양환경평가	• 토양환경보전법 제10조2(토양환경평가)	• 토양오염의 우려가 있는 토지를 양도 양수 또는 임대 임차할 경우
토양정밀조사	• 토양환경보전법 제5조제4항제3호 및 토양환경보전법 시행령 제4조	• 토양정밀조사 수행

토양오염조사는 국가가 수행하는 토양오염도 조사, 토양오염실태조사, 개인이 수행하는 오염신고 및 토양정밀조사 등을 통하여 이루어진다. 토양오염의 상시측정, 토양오염실태조사 또는 토양오염물질이 누출·유출된 사실을 발견할 때, 그 밖에 토양오염이 발생한 사실을 알게 되어 수행한 예비조사에서 오염물질의 농도가 토양오염우려기준(이하 ‘우려기준’이라 칭함)을 초과하게 되면 토양정밀조사 또는 오염정화를 수행할 수 있다(토양환경보전법 제5조제1항, 제2항)[그림 2.2].

국가는 특정토양오염관리대상시설의 부지와 그 주변지역에 대하여 토양오염검사를 수행하고 있다(토양환경보전법 제13조). 특정토양오염관리대상시설은 토양을 현저하게 오염시킬 우려가 있는 특정토양오염관리대상로서 환경부령으로 정하는 것으로 석유류의 제조 및 저장시설, 유해화학물질의 제조의 저장시설, 송유관시설 등이 포함된다(토양환경보전법시행규칙 별표 2). 토양오염검사는 환경부에 의하여 허가된 토양관련전문기관이 수행한다.

토양환경평가란 토지를 양도·양수 또는 임대·임차하는 경우에 토지의 토양오염상태를 조사이다. 강제규정은 아니다. 토양환경평가는 “토양오염관리대상시설, 공장, 국방·군사시설이 설치되어 있거나 설치되어 있었던 부지, 그 밖에 토양오염의 우려가 있는 토지와 그 주변지역”을 대상으로 하도록 하고 있다(토양환경보전법 제10조2). 토양환경평가는 양도인·양수인·임대인 또는 임차인 누구나 할 수 있다. 토지를 양도·양수 또는 임대·임차할 당시, 토양환경평가를 받고 그 부지 또는 토지의 오염 정도가 우려기준 이하인 것을 확인한 경우에는 토양오염 사실에 대하여 선의이며 과실이 없는 것으로 추정된다.



[그림 2.2] 한국의 토양오염조사 및 정화체계

토양정밀조사는 “토양오염우려기준을 넘거나 넘을 가능성이 크다고 판단되는 지역에 대하여 오염물질의 종류, 오염의 정도 및 범위 등을 환경부령으로 정하는 바에 따라 조사하는 것”이다(토양환경보전법 제2조6). 토양정밀조사는 오염토양정화 이전에 수행한다(토양환경보전법 제6조의3). 토양정밀조사는 원칙적으로 시·도지사 또는 시장·군수·구청장의 명을 받아 정화책임자가 수행한다. 정화책임자를 알 수 없거나 정화책임자가 수행할 능력이 없을 때는 시·도지사 또는 시장·군수·구청장 등이 수행할 수도 있으며, 환경부장관이 시·도지사 또는 시장·군수·구청장의 요청에 의해 수행할 수도 있다(토양환경보전법 시행령 제5조의8).

환경부장관, 시·도지사 또는 시장·군수·구청장은 상시측정, 토양오염실태조사에서 우려기준을 넘는 지역 뿐 아니라, 우려기준을 넘을 가능성이 크다고 인정하는 지역에 대하여도 수행할 수 있다(토양환경보전법 제5조제4항제3호 및 토양환경보전법 시행령 제4조).

예외적으로 국내 4대 정유사와 환경부가 자발적협약을 체결하여, 정화책임자가 계획을 수립하여 조사와 정화를 추진하도록 한 경우가 있고, 국방부의 자체지침에 따라 군사시설의 부대이전 및 폐쇄 시 토양환경평가를 수행하는 과정에서 오염이 확인되는 경우가 있다.

## 2) 대만

대만 토양정화법 제6조제1항에 의하여, 모든 관할기관은 정기적으로 관할구역 내 토양 및 지하수의 질을 관측하고 있다(정기모니터링). 모든 관할기관은 토양 및 지하수 오염이 의심되는 지역이 있을 경우, 즉시 조사 및 확인하여야 한다(의심지역조사). **오염확인조사**는 부지사용자, 관리자 혹은 소유자가 부지조사에 응하고 오염 여부에 대해 증명하는 단계이다. 부지사용자, 관리자 혹은 소유자는 관할기관의 요구에 회피나 불응 또는 불복할 수 없는 강제규정이다(대만 토양정화법 제12조제1항). **산업지역검사**는 산업단지, 수출단지, 과학기반 산업단지, 환경기술단지, 농업기술단지, 그 밖에 중앙관할당국이 공식적으로 발표한 특별지정구역 등을 대상으로 하고 있다.

토지를 양도하거나 토지용도를 변경할 때에는 토양오염평가<sup>22)</sup>를 실시하고, 이를 통하여 토양의 오염 여부를 확인한다(대만 토양정화법 제8조, 제9조). 중앙관할기관이 공시한 사업장 부지의 양도인은 오염평가 및 검사 결과를 제공하고 직할시, 현 또는 시의 관할기관에도 향후 참고용으로 보고하도록 하고 있다. 그러하지 않을 경우, 양도인은 추후 해당부지가 오염관리부지 또는 오염정화부지로 공시되었을 때, 오염토지관계자로서 관리의무를 하지 않은 책임이 있다(대만 토양정화법 제8조<sup>23)</sup>). 사업의 전환과 관련된 것으로 토지의 양수·양도, 임대·임차가 없더라도, 중앙관할기관이 공시한 사업은 면허의 취득, 등록, 사업자 변경, 업종변경, 운영부지의 범위 변경 등의 경우 토양오염 공개 및 검사결과를 관할기관에 제공하여야 사업전환 허가를 받을 수 있다(대만 토양정화법 제9조<sup>24)</sup>) [그림 2.3].

22) 대만의 토양오염평가(土壤汚染評估)는 우리나라 토양환경보전법상의 토양환경평가제도와 유사해 보이나, 대만의 토양오염평가는 강제조항이고 관할기관에 결과도 보고해야 한다는 점에서 우리나라의 토양환경평가와는 다르다. 따라서 대만에서의 토양오염평가제도는 토양오염을 인지하는 중요한 수단이다.

23) 대만 토양정화법 제8조(사업소의 양도에 따른 '토양오염평가')

- ① 중앙관할기관이 공고한 사업소가 사용하던 토지가 양도될 경우, 양도인은 (양수인에게) 토양오염 공개·검사자료를 제공하고, 직할시, 현 또는 시의 관할기관에도 향후 참고용으로 보고해야 한다.
- ② 토지 양도인이 제1항에 기술된 관련 자료를 제공하지 않을 경우, 해당 토지가 오염관리부지 또는 오염정화부지로 공고되면 양도인은 본 법의 제31조 제1항에 명시된 바와 같은 의무를 지닌다.

24) 대만 토양정화법 제9조(사업의 변경 등에 따른 '토양오염평가')

- ① 중앙관할기관에 의해 공고된 사업은 다음에 해당하는 행위 이전에 해당지역 토양 오염평가 및 검사자료를 제출하고, 직할시, 현 또는 시의 관할기관 또는 중앙관할기관의 위탁을 받은 기관에 심사를 요청해야 한다.
  1. 법에 의거한 사업의 설립허가,登記, 영업허가신청 시
  2. 경영자 변경
  3. 업종변경. 단, 변경 전후의 사업 분야가 중앙관할기관에 의해 공고된 사업일 경우에는 해당업무로부터 면제된다.
  4. 영업용지 범위 변경
  5. 법에 의거하여 사업의 종료, 영업허가나 사업면허의 취소, 운영(또는 선적)의 종료; 공장(또는 시설) 폐쇄, 또는 생산, 제조 및 가공의 중단을 이행하는 경우
- ② 본조 제1항과 제8조 제1항에 의해, 중앙관할기관은 토양오염 공개 조사 및 검사결과와 내용, 보고시기, 필수제출 문서, 평가조사 방법, 검사 시기, 평가조사 인력의 요건과 훈련 및 지정, 운영절차검토, 기타 의무사항 등에 대한 규정을 마련한다.

[표 2.3] 대만의 오염부지 관련 법령

구분	관련법	내용
토양오염조사 (정기측정)	• 대만 토양정화법 6조1항	• 정기모니터링: 관할구역 관측망 정기관측
토양오염조사	• 대만 토양정화법 6조3항	• 산업지역검사
강제조사	• 대만 토양정화법 7조1항	• 오염확인조사: 공공 및 사유지에 대한 관할당국의 조사 및 오염 확인
환경오염현황조사	• 대만 토양정화법 12조1항	• 의심지역조사: 토양·지하수 오염이 의심되는 부지에 대한 오염 확인
토양환경평가	• 대만 토양정화법 8조, 9조	• 대만 내 모든 기업 및 국가기관이 사용한 부지 양도 시 • 부지운영자변경, 사업종류변경, 부지운영범위 변경, 사업장 폐쇄 시 등

#### 다. 토양오염조사의 후속조치

##### 1) 한국

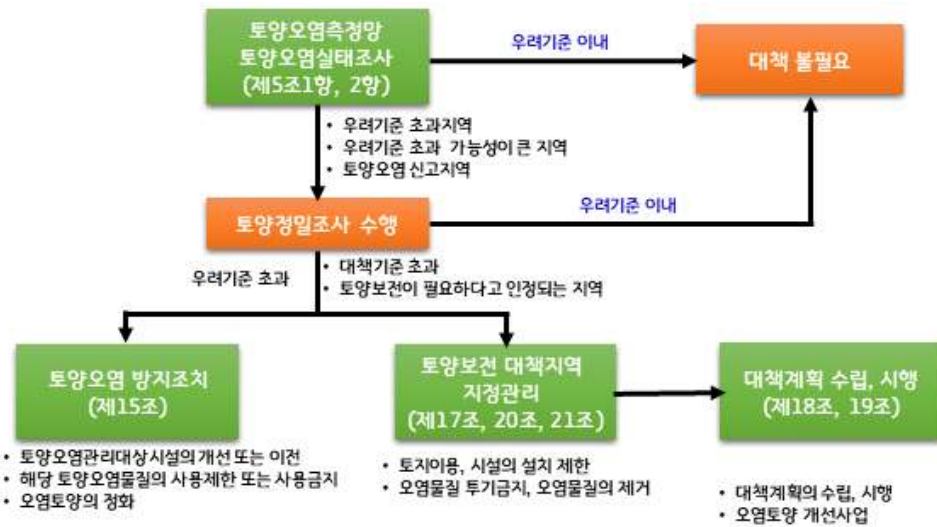
**토양보전대책지역 지정.** 토양오염도가 토양오염대책기준을 넘는 지역이나 대책기준을 넘지 않더라도 특별자치도지사·시장·군수·구청장이 요청하는 지역에 대하여는 관계 중앙행정기관의 장 및 관할 시·도지사와 협의하여 토양보전대책지역(이하 대책지역이라 한다)으로 지정할 수 있다(토양환경보전법 제17조). 대책지역은 환경부장관이 정한다.

특별자치도지사·시장·군수·구청장은 자신의 관할지역이 대책지역으로 지정된 경우, 1) 오염 토양 개선사업, 2) 토지 등의 이용 방안, 3) 주민건강 피해조사 및 대책, 4) 피해주민에 대한 지원 대책 등을 포함하는 토양보전대책에 관한 계획을 수립하여 환경부장관의 승인을 받아 시행하여야 한다(토양환경보전법 제18조제1항). 대책계획에는 오염토양의 개선사업이 포함되어야 하며(토양환경보전법 제18조 제2항), 오염토양의 개선사업의 종류는 다음과 같다(토양환경보전법 시행령 제13조). 토양보전대책지역에서는 모든 오염토양을 정화하는 것은 아니다.

- 객토 및 토양개량제의 사용 등 농토배양사업
- 오염된 수로의 준설사업
- 오염토양의 위생적 매립·정화사업
- 오염물질의 흡수력이 강한 식물식재사업
- 그 밖에 특별자치도지사·시장·군수·구청장이 필요하다고 인정하는 사업

대책지역에서는 오염 확산 방지를 하여 행위를 제한할 수 있으며, 대책계획의 수립·시행으로 토양오염의 정도가 정화기준 이내로 개선된 경우는 대책지역의 지정을 해제할 수 있다.





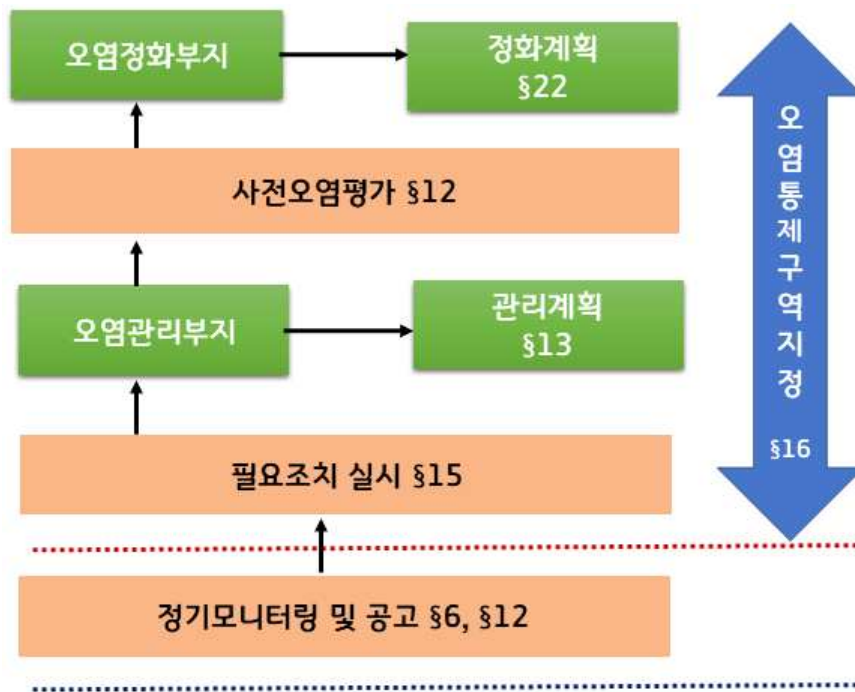
[그림 2.3] 한국의 토양오염 관리체계도

**긴급대응.** 오염누출이나 유출사고 시 긴급하게 오염을 정화하거나 또는 오염의 확산을 방지하기 위한 대책을 시행하는 규정은 토양환경보전법 체계에 따로 마련되어 있지 않다. 다만, 정화책임자를 알 수 없거나 정화책임자에 의한 토양정화가 곤란하다고 인정되는 경우 중 긴급하게 오염을 정화하거나 오염토양을 개선해야 한다고 시·도지사 또는 시장·군수·구청장이 요청하는 경우 환경부장관이 이를 수행할 수 있다(토양환경보전법 제6조의3).

## 2) 대만

중앙관할기관의 조사 결과, 오염물질농도가 관측기준(監測標準, Monitoring Standard)을 초과하나 통제기준(管制標準, Control Standard)을 초과하지 않을 경우에는 지방관할기관인 EPB에 의하여 공시되고 정기모니터링(定期監測, Routine Monitoring)을 실행하게 된다. 그러나 통제기준을 초과하게 되면 해당부지는 오염통제구역(汚染管制區, Pollution Control Area/Zone)로 지정된다.

**오염관리부지 및 오염정화부지 지정.** 오염물질의 농도가 토양 및 지하수의 관측기준을 초과하고, 오염원이 분명히 존재할 경우, EPB는 해당지역을 토양 및 지하수 오염관리부지(汚染控制場址, Pollution Control Site)로 공시·등록한다(대만 토양정화법 제12조제2항)[그림 2.4]. 오염관리부지에 대한 사전오염평가(初步評估, Preliminary Assessment) 결과 해당지역이 공중보건과 생활환경에 심각한 위해를 끼칠 경우, 중앙관할기관인 대만 EPA는 해당지역을 토양 및 지하수 오염정화부지(汚染整治場址, Pollution remediation site)로 지정하여 이를 등록한다(대만 토양정화법 제12조제3항).



[그림 2.4] 대만의 오염부지 지정 흐름도

**확정지하수오염사용제한지구 지정.** 지하수 오염은 관찰되었으나, 오염원이나 오염책임자 (오염행위인과 잠재오염책임인)가 확인되지 않은 경우, EPB는 해당지역을 확정지하수오염사용제한지구(劃定地下水受汙染使用限制地區: Delineated Groundwater Pollution Use Restriction Zone, 이하 ‘DGPURZ’)로 지정할 수 있다. 어느 지역이 DGPURZ로 설정될 경우, 관할당국은 오염원이 확인되기 전에 공중보건과 환경의 보호를 위하여 필요한 행정적 조치(부지조사, 제도권 통제 및 오염정화)를 취할 수 있다. 이와 같은 지구의 설정은 지하수오염부지에만 해당한다.

**응급대응부지.** 대만 토양정화법 제7조제5항에 따라 응급조치가 필요한 부지(依七條五採取應變必要措施場址<sup>25)</sup>)이다. 응급대응부지(應變必要措施場址; Emergency Response Site)로도 불린다. 이는 대만 토양정화법에 정확히 명시되어 있지 않으나, 당국에 의해 오염관리부지로 공시되기 이전에 제7조제5항에 따라 당국이나 오염책임자가 단기간 동안 응급대응이 필요한 부지이다.

**사전오염평가.** 부지의 오염물질 농도가 통제기준을 초과하면 EPB는 해당 부지를 오염관리부지로 선언·공시할 수 있다[그림 2.4]. 오염관리부지가 오염정화부지로 선언되기 위해서는 사전오염평가를 거쳐야 한다. 사전오염평가 결과, 해당지역이 공중보건과 생활환경에 심각한 위해

25) 依七條五採取應變必要措施場址: Necessary response measures site based on Article 7, Paragraph 5)를 말한다. 단순히 ‘제7조5항부지(Article 7 Paragraph 5 Site)’라 불린다.

를 줄 수 있다고 판단되는 경우, 대만 EPA는 해당지역을 오염정화부지로 공고한다. 사전오염평가 시에는 토지이용, 오염물질의 농도 및 위험성 등이 고려된다. 오염정화부지로 공시·등재되려면 평가점수가 일정 점수를 넘어야 한다. 지하수오염지역이 오염공제 또는 오염정화부지로 설정되기 위해서는 오염원이 확인되어야 한다. 그렇지 않은 경우에는 DGPURZ로 설정될 수 있다.

[표 2.4] 대만의 오염관리부지, 오염정화부지, 지하수오염사용제한지구, 응급대응부지의 특성

구분	오염관리부지 (Control site)	오염정화부지 (Remediation site)	지하수오염사용 제한지구 (DGPURZ)	응급대응부지 (Emergency Response Site)
정의	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 자연적인 오염 아님</li> <li>• 오염물질농도 통제 기준 초과</li> <li>• 오염원 확인</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 확인토양환경평가 결과 공중보건과 환경에 심각한 위험을 줄 것으로 나타난 오염관리부지</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 지하수 오염물질 농도가 통제기준을 초과하고 오염원이 불명확한 경우</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 오염농도가 통제기준을 넘어서고 공중보건에도 영향을 줄 수 있는 부지로 EPB가 오염관리부지로 선언하는 대신 필요 조치를 먼저 취하도록 허락한 부지</li> </ul>
법조항	• 제12조 제2항	• 제12조 제3항	• 제27조 제1항	• 제7조 제5항
선언주체	• EPB	• 대만 EPA	• EPB	• 공고되지 않음
관리주체	• EPB	• EPB (대만 EPA는 의견제시)	• EPB (대만 EPA는 의견 제시)	• EPB
정화수행자	1. 오염행위자, 잠재오염원인자 2. 오염토지관계자 또는 EPB가 지정하는 제3자 (오염행위자, 잠재오염원인자가 불명확하거나 조치를 취하지 않을 경우) * 제3자는 보통 환경용역회사		• EPB가 지정하는 제3자*	• 오염행위자, 잠재오염원인자, 오염토지관계자
관련계획	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 관리계획(EPB에 제출)</li> <li>• 정화계획 승인 이전에 일반대중의 검토가 필요하지 않음</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 조사평가계획과 정화계획(EPB에 제출)</li> <li>• 정화계획 승인이전에 일반대중의 검토가 필요</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 관리계획(EPB에 제출) 또는 조사평가 계획과 정화계획(EPB에 제출)</li> </ul>	• 필요조치계획(EPB에 제출)
목표	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 관리목표가 대만 토양정화법에 명시되지 않음</li> <li>• 등재목록에서 제외되기 위해서는 관리계획이 오염농도를 통제기준이하로 낮추어야 함</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 오염농도를 통제기준이하로 낮추는 것, 또는 건강위해도와 환경오염평가를 근거로 승인받을 수 있는 새로운 목표를 제안</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 필요조치의 채택</li> <li>• 평가 후 EPB가 정화를 계획할 경우, 정화부지와 같음</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 오염의 완화</li> <li>• 오염농도가 더 이상 통제기준을 넘지 못하게 함</li> </ul>

**오염통제구역.** 어떤 부지가 오염관리부지 또는 오염정화부지로 선언·공시되면, EPB는 오염 상황이나 오염범위에 따라 오염통제구역(汚染管制區, Pollution Control Area/Zone)으로 지정, 공시하고 대만 EPA에 보고한다(대만 토양정화법 제16조). 오염 통제구역에서는 법에서 규정한 행위들이 금지될 수 있다[표 2.5].

[표 2.5] 오염통제구역에서의 행위제한 내용

대만 토양정화법	행위	비고
제17조 제1항 (금지)	1. 오염물질을 토양에 주입하는 행위 2. 오·폐수를 지하수체에 주입하는 행위 3. 토양에 오·폐수를 폐기하는 행위 4. 관할기관이 공식 발표한 기타 규제행위	합법적인 오염부지 대책 계획, 정화계획 또는 기타 오염개선계획에 의한 작업일 경우 예외
제17조 제2항 (금지)	1. 환경영향평가법(環境影響評估法)에 명시된 개발행위 2. 오염공제계획, 오염정화계획 또는 기타 오염개선계획에 필요한 기간 동안 건물이나 시설의 신규건설이나 증설, 개조, 수리 및 철거하는 행위 3. 중앙관할기관이 거주자의 건강 및 생활환경에 영향을 준다고 정한 기타 토지사용행위	중앙관할기관이 동의한 경우 예외
제17조 제3항 (금지 가능)	지하수를 음용·사용하거나, 식수원으로 이용하는 행위	
제18조 (금지 가능)	식용작물의 재배, 가금류 및 가축의 사육 또는 수산동식물의 양식 및 재배	필요시 금지가능
제19조 제1항 (금지)	토양의 굴착, 채움, 임시 저장, 반출이나 지하수 채취	오염정화·대책계획 제출, 승인 후 가능

## 라. 오염부지 정화방법

### 1) 한국

토양환경보전법에 의하면 토양정화는 “생물학적 또는 물리적·화학적 처리 등의 방법으로 토양 중의 오염물질을 감소·제거하거나 토양 중의 오염물질에 의한 위해를 완화하는 것”이라고 정의되어 있다. 중금속의 경우에는 토양오염공정시험법이 왕수(王水, aqua regia)를 이용하여 전함량을 분석한다. 안정화하여 그 위해를 완화하는 방법은 인정되지 않는다.

우리나라의 토양오염 처리방법은 굴착, 처리(물리, 화학, 생물학적), 재사용, 봉쇄 및 노출제어 등이 있다. 토양이 굴착되면 처리, 재사용 또는 매립지에서 처분 및 봉쇄된다. 처리된 토양은 본래 부지로 되돌아가거나 다른 부지에서 재사용되어야 한다.

토양오염부지의 정화는 「토양환경보전법」 제15조의3(오염토양의 정화) 제1항에 의거해서 부지 토양의 오염물질을 「토양환경보전법」 시행령 제10조에서 정한 오염토양 정화기준(토양오염 우려기준) 이하로 처리하는 것이다. 이 방법은 토양에 존재하는 오염물질의 전함량을 오염토양의 세척, 분해, 분리, 추출 등을 통해 오염토양 정화기준 이하로 떨어뜨리는 것이다. 토양정화에 사용될 수 있는 방법들은 다음과 같다(시행령 제10조제2항).

1. 미생물이나 식물을 이용한 오염물질의 분해·흡수 등 생물학적 처리
2. 오염물질의 차단·분리추출·세척처리 등 물리·화학적 처리
3. 오염물질의 소각·분해 등 열적 처리

본 규정에 따라 우리나라에서는 특정토양오염관리대상시설의 토양오염방지시설 및 오염토양의 정화방법 등에 관한 고시(환경부고시 제2018-187호, 2018. 11. 29. 일부개정)에서 위와 같은 처리방법별 특정 정화공법을 명시하고 있다.

오염토양은 오염이 발생한 해당 부지에서 정화하여야 한다. 다만, 부지의 협소 등 환경부령으로 정하는 불가피한 사유로 그 부지에서 오염토양의 정화가 곤란한 경우에는 토양정화업자가 보유한 시설로 환경부령으로 정하는 바에 따라 오염토양을 반출하여 정화할 수도 있다(토양환경보전법 제15조3제3항).

[표 2.6] 한국 환경부에서 법률로 고시하고 있는 정화공법

생물학적 처리방법	물리적·화학적 처리방법	열적 처리방법	복합처리방법
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 생물학적 분해법 (Biodegradation)</li> <li>• 생물학적 통풍법 (Bioventing)</li> <li>• 토양경작법 (Land farming)</li> <li>• 바이오파일법 (Biopile)</li> <li>• 식물재배정화법 (Phytoremediation)</li> <li>• 퇴비화법 (Composting)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 토양세정법 (Soil Flushing)</li> <li>• 토양증기추출법 (Soil Vapor Extraction)</li> <li>• 토양세척법 (Soil Washing)</li> <li>• 용제추출법 (Solvent Extraction)</li> <li>• 화학적 산화/환원법 (Chemical Oxidation/Reduction)</li> <li>• 동전기법 (Electrokinetic Separation)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 열탈착법 (Thermal Desorption)</li> <li>• 소각법 (Incineration)</li> <li>• 유리화법 (Vitrification)</li> <li>• 열분해법 (Pyrolysis)</li> </ul>	<p>처리방법 중 두 가지 이상의 방법을 조합하여 토양 중의 오염물질을 제거·감소 등을 통해 오염토양 정화기준 미만으로 처리할 수 있는 효율을 가지는 처리방법</p>

## 2) 대만

대만의 토양정화 방법은 「토양 및 지하수 오염정화현장 환경영향 및 건강위험평가방법(土壤及地下水汚染整治場址環境影響與健康風險評估辦法, 2012.10.31.)」에서 제시하고 있다. 토양정화방법은 대만 토양정화법과 관련 규정에 한정되어 있지 않다. 정화책임자가 토양오염의 정화계획을 제안하고(토양 및 지하수 오염통제법 시행을 위한 세부규칙, 土壤及地下水汚染整治法施行細則 1999.12.31, 제18조, 제20조), EPB에서 이를 승인(시행계획 제18조, 제21조)함으로써 정화가 시작된다.

대만에서 현재 적용되는 오염토양 정화기술은 [표 2.7]과 같으며, 일반적으로 사용되는 지상 토양정화는 매립장처리, 반출처리, 열탈착법, 토양교반, SVE, 다중상추출법, 고형화, 식생복원 등을 다양하게 적용하고 있다.<sup>26)</sup>

[표 2.7] 대만 오염토양 정화기술

지상정화기술(Ex-Situ Soil Technologies)	지중정화기술(In-Situ Soil Technologies)
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 호기성 생물학적처리(Bioremediation-Aerobic)</li> <li>• 토양경작법(Landfarming)</li> <li>• 바이오파일(Biopile)</li> <li>• 토양세척법(Soil Washing)</li> <li>• 열적처리(Thermal)</li> <li>• 열증기추출(Thermal-enhanced vapor extraction)</li> <li>• 직접연소식 열탈착(Direct fired thermal desorption)</li> <li>• 간접연소식 열탈착(Indirect fired thermal desorption)</li> <li>• 고형화(Solidification)/안정화(Stabilization)/고정화(Fixation)</li> <li>• 화학적산화(Chemical Oxidation)</li> <li>• Civil</li> <li>• 매립(Landfill cells)</li> <li>• Lined structures</li> <li>• 매립장처리(Dig and dump)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 생물학적처리(Bioremediation)</li> <li>• 화학적산화/환원(Chemical Oxidation or Reduction)</li> <li>• AS/SVE</li> <li>• Multi-phase Extraction</li> <li>• 계면활성제 세정(Surfactant Flushing)</li> <li>• 열적처리(Thermal)</li> <li>• Stream-air</li> <li>• Thermal conductive heating</li> <li>• Electrical resistive heating</li> <li>• Thermally-enhanced vapor extraction</li> <li>• Civil</li> <li>• 차수벽(Barrier walls)</li> <li>• 토양교반(Soil mixing)</li> <li>• 안정화(Stabilization)</li> <li>• 산화(Oxidation)</li> <li>• 환원(Reduction)</li> </ul>

26) Golder Associates, 2019.04., Ex-situ Remediation of Petroleum Pollution Treatment Technologies and Future Development in Taiwan

마. 사후관리(모니터링)

1) 한국

한국은 토양환경보전법 시행령 10조 오염토양의 정화기준 및 정화방법에 대해 고시하고 있다. 정화방법에 오염부지 사후관리 및 정화토양 사용 등에 대한 모니터링 계획을 포함하고 있어야 한다고 명시하고 있지만 세부 절차 및 지침이 마련되어 있지 않아, 토양정화를 수행하는 자가 계획하며, 일반적으로 계약서에 명시된 토양정화사업 사후관리기간(하자담보 책임기간)은 사업완료 후 2~3년으로 정하고 있다.

2) 대만

대만에서는 관리부지, 정화부지가 목록에서 제외된 후에도 EPB는 오염 및 정화책임자에게 지속적인 토양 및 지하수 수질모니터링을 요구한다. 모니터링 기간은 검토위원회에서 결정하나, 통상적으로 3년이다. 이러한 모니터링 프로그램은 특히, 석유계총탄화수소(Total Petroleum Hydrocarbons, TPH)나 휘발성유기화합물(Volatile Organics Compounds, VOCs) 로 오염된 부지에서 잔류 오염물질의 반등현상(re-bound)이 있는지를 관측하기 위한 것이다.<sup>27)</sup>

바. 정화지원제도

1) 한국

가) 정부주도 정화

한국 정부에 토양정화 책임이 있는 경우를 토양환경보전법에서 [표 2.8]과 같이 규정하고 있다.

[표 2.8] 한국의 정부책임 토양정화 관련 법

구분	관련법	내용
토지 등 수용 및 사용	• 토양환경보전법 제7조	• 정부가 토양정화를 위해 필요한 경우 구역의 토지, 건축물 등 수용 또는 사용
오염토양의 정화책임 등	• 토양환경보전법 제10조4	• 국가 및 지방자치단체의 토양정화 비용 지원
토양오염방지 조치명령 등	• 토양환경보전법 제15조	• 정화책임자가 없거나 정화책임자에 의한 정화가 곤란할 때 지방자치단체장이 오염토양정화 실시

27) 한국환경산업기술원, 2017, 한-대만 지하수 수질 감시·관리 체계 비교·분석, p159

## 나) 정화비용지원

정화비용이 과도하게 발생 할 경우 관할 지방자치단체 장은 환경부장관에게 정화비용 지원을 요청 할 수 있다.

[표 2.9] 한국 정부의 토양정화비용 지원 관련 법

구분	관련법	내용
정화비용 지원	토양환경보전법 제10조4제5항 시행령 제5조의4	국가 및 지방자치단체의 토양정화 비용 지원
구상권 청구	토양환경보전법 제6조의3 제4항	긴급한 토양정화가 필요하다고 지방자치단체장이 요청하는 경우 정화책임자에게 구상권 청구할 수 있음

[표 2.10] 정화책임자 유형

구분	유형 "1"	유형 "2"	유형 "3"
정화책임자 유형	<ul style="list-style-type: none"> <li>행위책임자</li> <li>시설책임자</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>상태책임자</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>상태책임자</li> </ul>
기준시점 또는 정화책임 기준	<ul style="list-style-type: none"> <li>토양오염유발자</li> <li>토양오염관리대상시설의 소유자·점유자 또는 운영자</li> <li>포괄적 승계자</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>2001년 12월 31일 이전에 해당 토지를 양수하였거나 양도 또는 그 밖의 사유로 소유하지 아니하게 된 자</li> <li>2001년 12월 31일 이전 해당 토지를 양수한 후 2002년 1월 1일 이후에 이를 양도 또는 그 밖의 사유로 소유하지 아니하게 된 자</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>2002년 1월 1일 이후에 해당 토지를 양수한 자</li> <li>2002년 1월 1일 이후 해당 토지를 양수한 후 이를 양도 또는 그 밖의 사유로 소유하지 아니하게 된 자</li> </ul>

- 토양정화비용지원 업무처리 지침

- [시행 2018. 4. 27.] [환경부고시 제2018-62호, 2018. 4. 27. 일부개정]

<10조의4제5항>

국가 및 지방자치단체는 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 경우에는 제11조제3항, 제14조제1항, 제15조제1항·제3항 또는 제19조제1항에 따라 토양정화 등을 하는 데 드는 비용(제4항에 따른 구상권 행사를 통하여 상환받을 수 있는 비용 및 토양정화 등으로 인한 해당 토지 가액의 상승분에 상당하는 금액은 제외한다. 이하 같다)의 전부 또는 일부를 대통령령으로 정하는 바에 따라 지원할 수 있다. <개정 2017.11.28>

1. 제1항제1호·제2호 또는 제3호의 정화책임자가 토양정화등을 하는 데 드는 비용이 자신의 부담부분을 현저히 초과하거나 해당 토양오염관리대상시설의 소유·점유 또는 운영을 통하여 얻었거나 향후 얻을 수 있을 것으로 기대되는 이익을 현저히 초과하는 경우



2. 2001년 12월 31일 이전에 해당 토지를 양수하였거나 양도 또는 그 밖의 사유로 소유하지 아니하게 된 자가 제1항제4호의 정화책임자로서 토양정화 등을 하는 데 드는 비용이 해당 토지의 가액을 초과하는 경우
3. 2002년 1월 1일 이후에 해당 토지를 양수한 자가 제1항제4호의 정화책임자로서 토양정화 등을 하는 데 드는 비용이 해당 토지의 가액 및 토지의 소유 또는 점유를 통하여 얻었거나 향후 얻을 수 있을 것으로 기대되는 이익을 현저히 초과하는 경우
4. 그 밖에 토양정화 등의 비용 지원이 필요한 경우로서 대통령령으로 정하는 경우

## 2) 대만

### 가) 정부주도 정화

대만에서는 오염원인자 또는 정화책임자가 명확하지 않거나, 정화명령을 이행하지 않을 경우, 토양·지하수오염정화기금을 이용하여 국가가 직접 오염정화 및 관리를 수행하고 있다.

### 나) 정화비용지원

정부기관이 토양·지하수오염정화기금에서 토양·지하수 정화 관련 비용, 기금 운영 및 관리 관련 인력 비용 등의 자금을 제공한다.

## 사. 관련기관 및 지정방법

### 1) 한국

토양환경보전법 제23조2에 따라 토양관련전문기관으로 등록하려는 자는 관련 법령에서 정하는 바에 따라, 검사시설, 장비 및 기술능력을 갖추어 지정을 받아야 한다. 토양관련전문기관의 종류는 아래와 같다.

1. 토양환경평가기관: 토양환경평가를 하는 기관
2. 위해성평가기관: 위해성평가를 하는 기관
3. 토양오염조사기관: 다음 각 목의 업무를 수행하는 기관
  - 가. 토양정밀조사
  - 나. 제13조제3항에 따른 토양오염도검사
  - 다. 제15조의6제1항에 따른 토양정화의 검증
  - 라. 제19조제1항에 따른 오염토양 개선사업의 지도·감독
  - 마. 그 밖에 이 법 또는 다른 법령에 따라 토양오염의 현황 등을 파악하기 위하여 실시하는 조사
4. 누출검사기관: 제13조제3항에 따른 누출검사를 하는 기관

토양환경보전법 제23조7에 따라 토양정화업을 하려는 자(반입정화시설 포함)는 관련 법령에서 정한 시설, 장비 및 인력을 갖추어 등록하여야 한다. 토양정화업자는 다른 자에게 자기의 성명 또는 상호를 사용하여 토양정화업을 하게 하거나 등록증을 다른 자에게 빌려 주어서는 안 되며, 토양정화업자는 토양정화를 위하여 도급받은 공사를 일괄하여 하도급하거나 토양정화공사 중 토양정화와 직접 관련되는 공사로서 대통령령으로 정하는 공사를 하도급해서는 안된다.

## 2) 대만

- 토양·지하수 분석기관 지정

환경부의 별도의 허가가 없을 시, 토양·지하수 조사 및 정화를 시행하면서 채취한 시료는 환경부에서 승인을 받은 기관에서 분석해야 한다.

- 분석기관 관리

환경부는 분석기관의 기준, 시설, 허가, 검토, 폐지, 면허 취소 및 사업 재개, 감사 및 정도 검증, 기기 및 기구, 인력 검증, 기술 평가, 블라인드 테스트, 시험법 품질관리, 기술 관리를 위한 가이드라인 등을 관리하기 위한 규정을 결정한다.

## 아. 토양환경평가

### 1) 한국

- 토양환경평가 정의

- 토양환경평가는 토양오염관리대상시설이 설치되어 있거나 설치되어 있었던 부지를 거래함에 있어 대상 부지의 토양오염 여부와 그 범위를 조사·평가함으로써 거래 이후 발견될 수 있는 토양오염으로 인한 재산상의 불이익이나 정화비용과 관련된 법적책임 관계를 명확히 하여 부지를 인수한 자가 과실이 없음을 보호하기 위한 제도이다.

- 토양환경평가 시행 주체

- 토양오염관리대상시설이 설치되어 있거나 설치되어 있었던 부지를 양도·양수하거나 임대·임차하는 경우에 양도인·양수인·임대인 또는 임차인은 해당 시설이 설치된 부지 및 그 주변지역에 대하여 토양관련전문기관으로부터 토양오염에 관한 평가를 받을 수 있다.

- 토양환경평가 기관의 자격 요건

- 토양오염조사기관은 지방환경관서, 국·공립연구기관, 고등교육법에 의한 대학, 특별법에 의하여 설립된 특수법인 또는 환경부장관의 설립허가를 받은 비영리법인중에서 지정하며(토양환경보전법 제23조의2), 지정기준으로서 일정 시설, 장비 및 인력을 보유하도록 하고 있음(토양환경보전법 시

행령 제17조의2제1항 별표1) <신설 2005.6.30>

- 대통령령이 정하는 기관은 토양오염조사기관으로 지정된 것으로 간주함(토양환경보전법 제23조의2제2항, 토양환경보전법 시행령 제17조의3) <개정 2005.7.22>
- 토양환경평가 대상 물질
  - 토양환경보전법 상의 토양환경평가 대상물질은 중금속 항목 8종, 불소화합물, 유기인화합물, 폴리클로리네이티드비페닐, 시안화합물, 페놀류, 유류(동·식물성 제외), 유기용제류의 15개 항목을 포함한다.
  - 토양환경평가 대상부지의 특성에 따라 대상물질을 자율적으로 추가할 수 있다.
- 토양환경평가의 시행 절차
  - 토양환경평가에 대한 세부 평가항목·방법 및 절차 등은 토양환경평가지침(환경부 고시 제 2001-202호)에서 규정하고 있다.
  - 토양환경평가 지침은 미국 ASTM Phase I 및 Phase II ESA (Environmental Site Assessment) 지침을 준용하여 기초조사와 정밀조사로 구분되어 있다.
  - 1단계 기초조사에서는 대상 부지의 토양오염과 관련된 자료조사, 현장조사 및 청취조사 등을 통하여 토양오염의 개연성 여부를 평가하고, 오염의 개연성이 인정될 경우 오염물질의 종류 및 오염범위를 추정한다.
  - 2단계 정밀조사 단계에서는 대상 부지에 대한 오염도(오염물질의 종류, 오염범위, 오염정도 등)를 분석·평가하여 토양오염도를 최종 평가한다.

[표 2.11] 토양환경평가 1단계 기초조사에서의 조사 대상 자료 목록

기본 자료	기타 자료
1) 대상부지 및 주변지역 지적도 및 지형도	1) 특정토양오염유발시설 설치신고서
2) 대상부지의 토지등기부, 건축물대장, 인허가 서류 등	2) 토양오염도검사 또는 누출검사 자료
3) 시설운영 개요 및 관련 자료 (도로, 구조물, 냉난방시설, 하수시설, 상수시설 등)	3) 대상부지 및 주변지역 항공사진
4) 대상부지의 소유권에 대한 기록, 감정서 등	4) 대상부지 및 주변지역 조감도
	5) 대상부지 및 주변지역 지하수 오염도 검사자료
	6) 환경오염사고 관련자료
	7) 부지의 굴토 및 복토 등에 관한 자료
	8) 오·폐수 및 우수 흐름도
	9) 생산 공정도 및 유독물 관련 자료
	10) 기타 토양오염 상태의 확인에 필요한 자료

## 2) 대만

대만 내 모든 기업 및 국가기관이 사용한 부지 양도 시, 부지운영자 변경, 사업종류 변경, 부지운영범위 변경, 사업장 폐쇄, 운영허가, 사업자 등록 취소 시 토양환경평가를 의무적으로 수행하며, 토양오염조사 결과를 의무적으로 제출하여야 한다. 대만의 경우 토양오염이 부지의 부동산 가치와 연관되어 있음을 인지하여 적극적인 관리와 정화를 수행하고 있다.

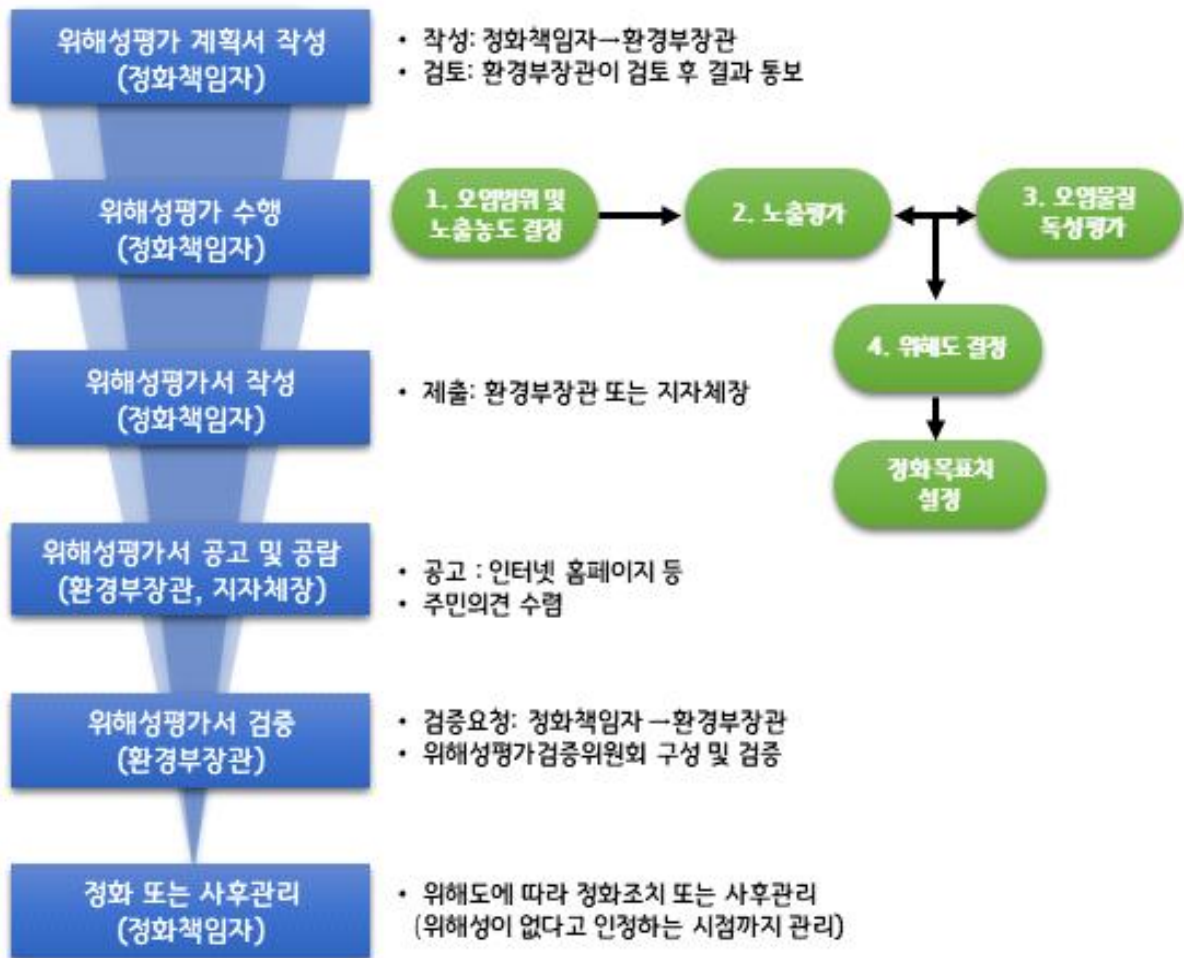
## 2.3 양측 위해성평가 제도 분석

### 2.3.1 양측의 위해성평가 제도

#### 가. 위해성평가 근거 및 절차

##### 1) 한국

오염토양의 정화이전에 필요시 위해성평가를 할 수 있다. 위해성평가는 오염물질의 종류 및 오염도, 주변 환경, 장래의 토지이용계획과 그 밖에 필요한 사항을 고려하여 해당 부지의 토양 오염물질이 인체와 환경에 미치는 위해의 정도를 평가한다(토양환경보전법 제15조5 제1항). 위해성평가 결과는 토양정화의 범위, 시기 및 수준 등에 반영될 수 있다. 지자체장 또는 정화책임자가 작성·제출한 위해성평가 계획서는 환경부장관이 검증하게 된다.



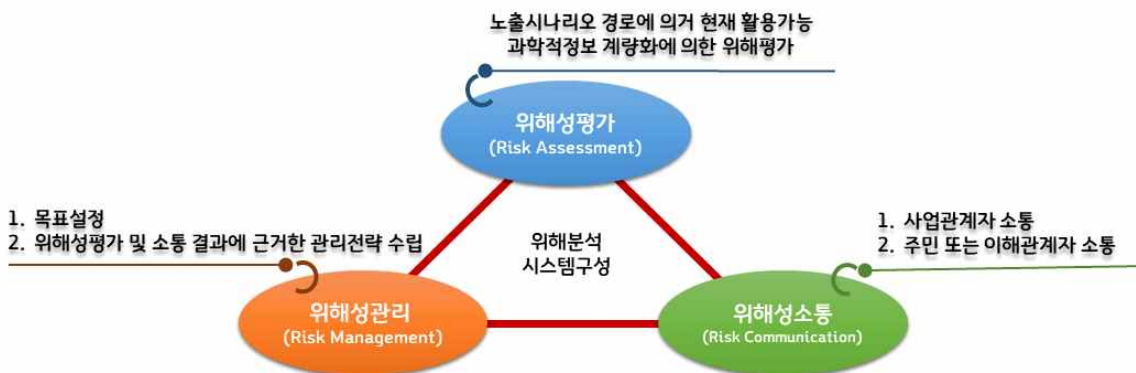
[그림 2.5] 한국의 위해성평가 절차

## 2) 대만

대만의 위해성평가 관련 사항은 대만 토양정화법 제24조 제8항의 규정에 의거 제정된 ‘토양 및 지하수오염정화부지 환경영향 및 건강위해 평가방법’(이하 “대만 위해성평가지침”)에 근거를 둔다. 동 지침은 2013년 10월 31일 공포되어, 2016년 4월 28일 개정된 바 있다. 대만은 EPB가 오염토양정화계획 수립 시, 환경 및 인체건강에 미치는 영향을 평가한 결과에 의하여 정화목표를 수립할 수 있으나 의무적 사항은 아니다. 대만은 위해성평가를 통한 토양오염 관리의 합리화를 지향하고 있다.

### 가) 기본구조

대만의 위해성 분석시스템은 [그림 2.6]과 같이 위해성평가, 위해성관리, 위해성소통의 3개 축으로 구성된다.



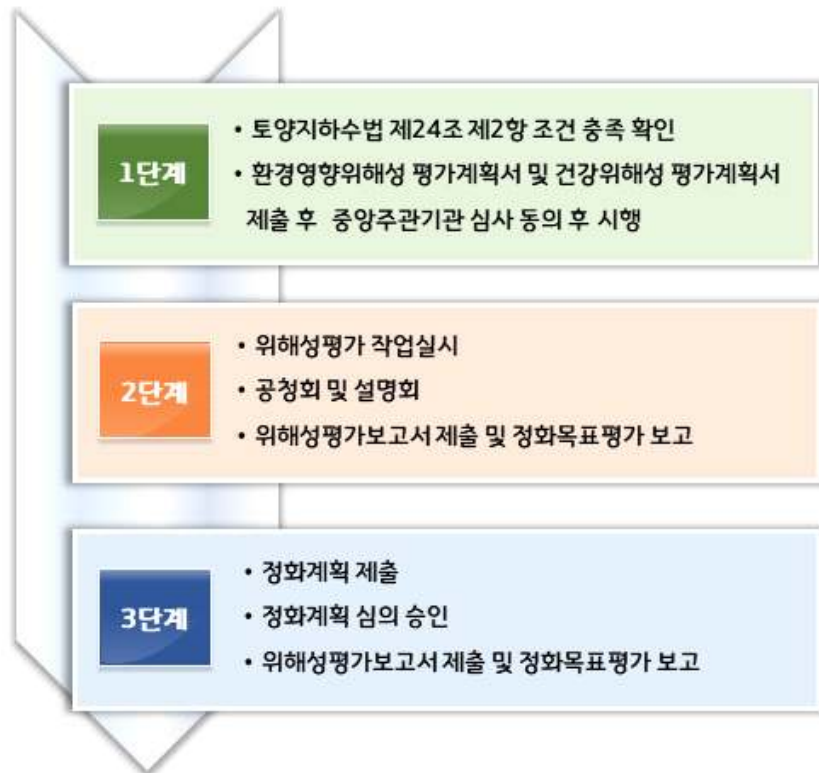
[그림 2.6] 대만의 위해성평가 기본구조

- 위해성평가는 인체건강 위해성평가와 생태 위해성평가로 구분하고 있다. 인체건강 위해성평가는 유해물질에 의한 인체 노출 및 건강에 대한 영향을 예측하기 위해 다양한 단계의 데이터 수집 및 평가를 실시한다. 위해성조사 및 노출농도평가, 선량-반응평가, 노출평가 및 위험 특성화 등을 통해 건강 위해를 평가하는 것으로 우리나라와 다르지 않다. 위해성평가가 복잡한 평가과정을 거치게 되어 있는 것을 감안하여, 대만은 단계별 위해성평가 방식을 도입하고 있다. 평가방법은 평가의 목적, 적용성 및 현장 조건에 따라 유연하게 평가할 수 있도록 하였다. 대만도 아직 생태 위해성평가는 시행하지 않는다.
- 위해성관리는 위해성평가 결과를 바탕으로 위해성 관리방안을 결정하는 것이다. 위해성평가의 결과에 따라 부지오염 및 주변 환경이 인체 건강에 영향을 미칠 수 있는 노출경로 및 각 노출경로의 잠재적 위해에 대해 적절한 조치를 취해 인체 노출을 감소시키는 과정이다.

- 위해성소통은 위해도 관리가 지역주민의 권리와 의무와 관련이 있는 것이므로, 적절한 의사소통으로 위해성관리를 결정하여 정책이 성공하도록 한다. 위해성소통은 위해성관리 및 의사결정을 원활히 하기 위한 도구로 활용하고 있다. 오염부지의 개선책임자, 관련 행정기관 및 이해당사자간의 소통을 통해, 일반 국민이 위해성평가 과정이나 위해성평가에 이용된 데이터를 명확하게 이해할 수 있도록 하여, 위해성관리 관련 의사 결정을 투명하게 운영하고 있다.

#### 나) 위해성평가 단계 및 절차

대만 토양정화법에 의거한 위해성평가는 [그림 2.7]과 같이 3단계로 나누어진다. 1단계는 토양정화법 제24조에 의해 위해성평가를 수행하기 위해 요구되는 조건이 충족되는지 확인하고 위험성평가의 내용과 범위를 계획한다. 2단계는 위해성평가를 실시하고 정화목표를 승인하고, 3단계는 정화계획을 심의하여 승인한다.



[그림 2.7] 대만의 위해성평가 단계별 내용

대만의 위해성평가 단계별 세부 추진절차는 [그림 2.8]과 같다.



[그림 2.8] 대만의 위해성평가 단계별 세부절차

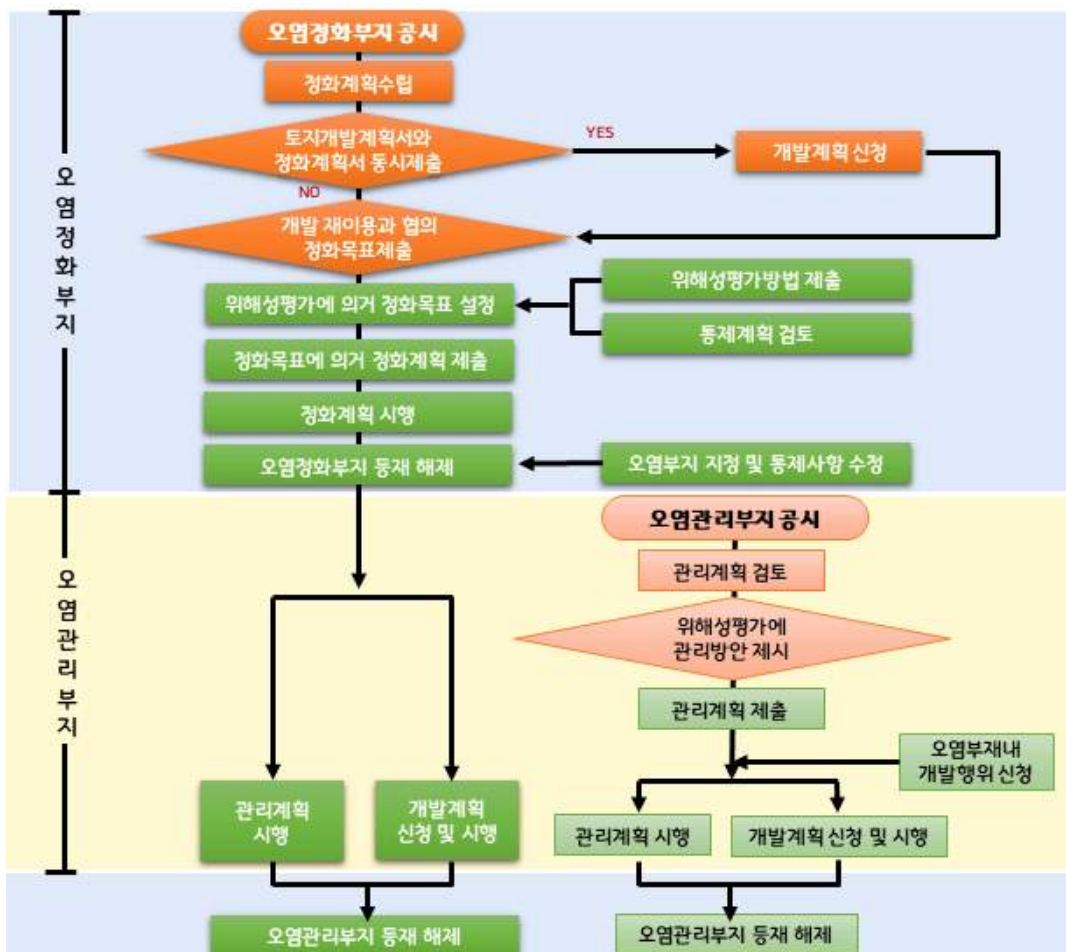
위해성평가를 실시하고자 하는 자는 오염부지의 조건이 위해성평가 대상에 해당되는지 여부를 확인하고, 환경영향 및 건강 위해성평가 계획서를 중앙관할기관(대만 EPA)에 제출하여야 한다. 중앙관할기관이 위해성평가 계획서를 접수하면, ‘토양 및 지하수 오염지역 환경 영향 및 위해성 평가팀’ 및 관련기관과 조직의 대표자를 대상으로 심의회를 소집한다. 이때에는 관할 지자체에서도 참석한다. 오염부지의 이해관계자는 관련 전문가 및 학자를 추천할 수 있으며, 중앙관할기관이 동의하면 심의에 참여할 수 있다. 심의에 통과되면 위해성평가를 실시하고 위해성평가보고서를 작성한다.

위해성평가 보고서는 오염부지 환경 위해성평가 보고서와 오염부지 인체건강 위해성평가 보고서로 구성되며, 지방자치단체의 관할부서에 제출하면, 중앙관할부서에서 심의하게 된다. 위해성평가보고서는 적정한 정화목표를 설정하고, 이를 달성하기 위한 위해성관리 방법을 제시하여야 한다. 심의에서는 위해성평가 보고서에서 제시한 정화목표의 기술적 달성 가능성과 생태위해 가능성 여부를 기반으로 적정성을 검토하여, 적절치 않은 경우에는 정화목표의 수정을 요구하게 된다. 승인되면 설정된 정화목표를 기반으로 위해성평가 보고서를 작성하여 관할기관에 제출하게 된다. 관할 지자체는 위해성평가 보고서의 접수일로부터 30일 이내에 공청회를 개최하여야 한다. 공청회는 중앙관할기관과 협의하여 시행하고 지자체에서는 공청회 개최일로부터 30일 이내에 위해성평가 보고서와 함께 공청회 회의록을 제출하여 심의를 받는다.



중앙관할기관은 위해성평가 보고서를 접수한 뒤 서면검토를 실시하고, 내용검토를 위해 위해성평가 소위원회회를 소집한다. 서면검토는 기본 자료의 제출 여부와 위해성평가 절차 준수 여부, 위해성평가지침 별표1 및 별표2 규정 부합성 등 제출자료의 적정성을 검토하는 것이다. 미비사항은 30일 내에 수정해야 하며, 수정은 1회로 제한된다. 내용검토에서는 위해성평가 소위원회회에서 노출 시나리오, 노출경로, 매개변수 및 모델의 정확성을 심의한다. 이 과정에서 지적된 미비사항은 90일 내에 보완해야 하며, 수정은 2회로 제한된다. 제한된 기간 내에 수정되지 않으면, 위해성평가를 다시 해야 한다.

위해성평가 보고서가 심의를 통해 승인되면, 보고서 제출자는 승인된 정화목표를 등록하고, 위해성평가보고서를 중앙관할기관에 제출해야 한다. 중앙관할기관에서는 보고서와 심의 의견을 바탕으로 정화목표 및 위해성관리계획을 승인하게 된다. 승인이 완료되면, 제출자는 오염부지의 이해관계자를 대상으로 설명회를 개최한다. 여기에서는 위해성평가 결과, 정화목표와 정화계획에 대하여 공개하고, 인터넷, 서면 및 기타의 방식으로 관련 자료를 공개해야 한다. 설명회가 완료되면 정화계획에 의거하여 정화작업에 착수한다. 대만의 위해성평가에 의한 정화추진 절차는 [그림 2.9]와 같다.



[그림 2.9] 대만의 위해성평가에 의한 정화 절차

## 나. 위해성평가 대상부지

### 1) 한국

한국의 위해성평가 대상부지는 토양환경보전법 제15조의5제2항에 의거한 다음의 경우이다.

- 환경부장관이 직접 토양정화를 하려는 경우(토양환경보전법 제6조의3)
  - 「국유재산법」 제2조제1호에 따른 국유재산으로 인하여 우려기준을 넘는 토양오염이 발생하여 토양정화가 필요한 경우로서 국가가 법 제10조의4 제1항에<sup>28)</sup> 따른 정화책임자인 경우
  - 오염토양을 반출하여 토양정화를 하는 경우로서 긴급한 토양정화가 필요하다고 시·도지사 또는 시장·군수·구청장이 요청하는 경우
  - 정화책임자가 존재하지 아니하거나 정화책임자에 의한 오염토양 개선사업의 실시가 곤란하다고 인정되어 특별자치시장·특별자치도지사·시장·군수·구청장이 오염토양 개선사업을 하는 경우로서 긴급한 토양정화가 필요하다고 특별자치시장·특별자치도지사·시장·군수·구청장이 요청하는 경우
- 상시측정, 토양오염실태조사 또는 토양정밀조사의 결과 우려기준을 넘으나, 정화책임자를 알 수 없거나 정화책임자에 의한 토양정화가 곤란하여 시·도지사 또는 시장·군수·구청장이 오염토양의 정화를 직접 실시하려는 경우(토양환경보전법 제15조제3항)
- 토양보전대책지역에 대한 토양보전대책으로 오염토양 개선사업을 수행하려하나, 그 정화책임자가 존재하지 아니하거나 정화책임자에 의한 오염토양 개선사업의 실시가 곤란하여 특별자치도지사·시장·군수·구청장이 그 오염토양 개선사업을 하려는 경우(토양환경보전법 제19조 제3항)
- 자연적인 원인으로 인한 토양오염이라고 대통령령으로 정하는 방법에 따라 입증된 부지의 오염토양을 정화하려는 경우
- 그 밖에 위해성평가를 할 필요가 있는 경우로서 대통령령으로 정하는 경우는 도로, 철도, 건축물 등 시설물 아래의 오염토양(국가, 지방자치단체 또는 「공공기관의 운영에 관한 법률」 제4조에 따른 공공기관이 정화책임자인 경우로 한정한다)을 정화하려는 경우로서 환경부장관이 환경부령으로 정하는 바에 따라 위해성평가가 필요하다고 인정하는 경우

자연적인 원인으로 인한 토양오염의 입증 방법은 다음과 같다.

- 해당 오염물질의 농도가 주변지역의 토양분석결과와 비슷함을 증명할 것

28) 제10조의4(오염토양의 정화책임 등) ① 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 자는 정화책임자로서 제11조제3항, 제14조제1항, 제15조제1항·제3항 또는 제19조제1항에 따라 토양정밀조사, 오염토양의 정화 또는 오염토양 개선사업의 실시(이하 "토양정화 등"이라 한다)를 하여야 한다. <개정 2017. 11. 28.>

1. 토양오염물질의 누출·유출·투기(投棄)·방치 또는 그 밖의 행위로 토양오염을 발생시킨 자
2. 토양오염의 발생 당시 토양오염의 원인이 된 토양오염관리대상시설의 소유자·점유자 또는 운영자
3. 합병·상속이나 그 밖의 사유로 제1호 및 제2호에 해당되는 자의 권리·의무를 포괄적으로 승계한 자
4. 토양오염이 발생한 토지를 소유하고 있었거나 현재 소유 또는 점유하고 있는 자

- 해당 오염물질이 대상 부지의 기반암으로부터 기인하였음을 증명할 것
- 그 밖에 과학적인 방법으로 해당 오염물질이 자연적인 원인으로 발생하였음을 증명할 것

## 2) 대만

대만의 위해성평가 대상부지가 되는 경우는 다음과 같다.

- 대만 토양정화법 제12조에 따라, 자연적 원인으로 인한 오염부지, 퇴적물오염일 경우
- 대만 토양정화법 제24조에 따라, 토양 및 지하수 오염정화계획이 지질학적 조건, 오염물질 특성 또는 정화기술상의 문제로 오염물질 농도를 관리기준 이하로 정화가 어려울 시, 정화목표는 환경영향 및 건강 위해성 평가결과에 근거하여 관할 당국의 승인을 얻어 설정
- 오염책임자가 명확하지 않아 정부가 오염부지를 정화할 경우
  - 정부 및 현장 상황에 따른 재정적인 문제가 있을 때 위해성기반 계획을 허가
- 정화부지를 재개발 할 경우
  - 부지의 정화계획 및 부지 재사용 계획은 위해성기반 계획과 함께 고려하여 결정

## 다. 위해성평가 대상물질

### 1) 한국

한국의 위해성평가 대상은 토양오염물질 23개 항목 중 카드뮴, 비소 등 14개 항목으로 되어 있다(토양오염물질 위해성평가 지침, 환경부고시 제2018-184호).

- 중금속류(8종): 카드뮴, 구리, 비소, 수은, 납, 6가크롬, 아연, 니켈
- 유류(5종): 벤젠, 톨루엔, 에틸벤젠, 크실렌, TPH
- 기타(1종): 불소

### 2) 대만

대만 위해성평가지침 제2조 제2항에 의하면, 위해성평가에서 평가대상 오염물질은 토양 및 지하수 통제기준을 초과하는 물질<sup>29)</sup> 및 이에 포함되지 않으나 중앙정부에서 지정하는 물질로 되어 있다.

29) 제3장 [표 3.5] 및 [표 3.6] 참조

## 라. 위해성평가 사후관리

### 1) 한국

한국은 위해성평가의 최초검증 이후 매년마다 위해성평가 대상지역에 대한 오염토양 모니터링을 실시하며, 환경부장관이 위해성이 없다고 인정하는 시점까지 사후관리를 하여야 한다.

- 토양오염물질 위해성평가 지침[환경부고시 제2018-184호]

### 2) 대만

대만은 관리부지, 정화부지가 목록에서 제외되면, EPB는 책임자 측에게 지속적인 토양 및 지하수 수질 모니터링을 요구한다. 모니터링 기간은 검토위원회에서 결정하나, 통상적으로 3년이다. 이러한 모니터링 프로그램은 특히, TPH나 VOCs로 오염된 부지에서 잔류 오염물질의 반등현상(rebound)이 있는지를 관측하기 위한 것이다.<sup>30)</sup>

## 마. 위해성평가기관

### 1) 한국

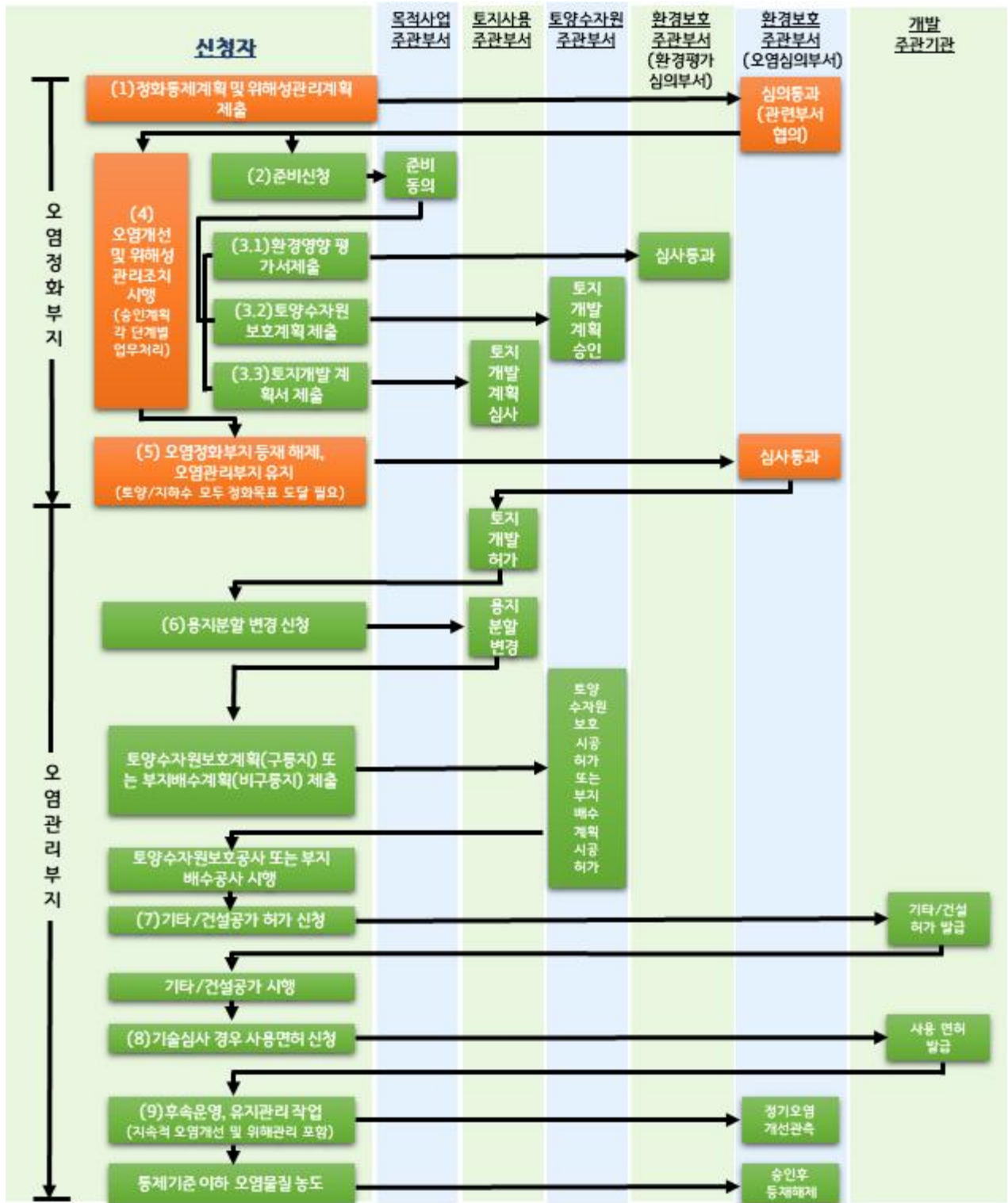
한국은 토양환경보전법 제23조의2 제1항 제1호에 따라 토양관련전문기관 중 검사시설, 장비 및 기술능력을 갖추어 환경부장관 또는 시·도지사로부터 위해성평가기관으로 지정받은 기관만이 위해성평가를 실시할 수 있도록 하고 있다.

### 2) 대만

대만은 위해성평가기관으로 특정한 기관을 지정하고 있지 않으며, 기술사무소, 컨설팅회사, 엔지니어링회사 및 국내외 관련 회사 또는 기관이 수행하고 있다. 다만, 위해성평가 계획 및 위해성평가 보고서는 중앙행정기관에서 주관하여 심의 평가하게 되며, 이때에는 관련 전문가, 학자, 관련 기관 및 단체 대표자가 관할 지자체 담당기관과 함께 참여한다<sup>31)</sup>.

30) 한국환경산업기술원, 2017, 한-대만 지하수 수질 감시·관리 체계 비교·분석, p159

31) 대만 토양 및 지하수오염 정화부지 환경위해성 및 건강위해성 평가법 제5조



[그림 2.10] 대만의 부지재이용 관련 기관별 업무 및 절차

### 2.3.2 양측의 위해성평가 제도 비교

양측의 위해성평가 제도를 비교하여 요약한 결과는 [표 2.12]와 같으며, 우리나라 관련 정책에 참고할 수 있는 사항은 다음과 같다.

첫째, 대만은 오염부지의 이용 시, 위해성평가를 활용하여 토양 및 지하수 오염 문제를 해결하는 방법을 채택하고 있다. 우리나라는 현재 위해성 정도에 관계없이 일률적 기준에 의해 정확하고 있으므로, 부지용도에 비해 과도한 비용을 지불하는 경우도 있다. 특히, 민간소유 부지에 대해서는 위해성평가에 의한 정화관리를 수립하여 적절한 ‘비용 대비 효과’를 확보할 필요가 있다. 이를 위해, 대만의 위해성평가 제도를 참조하여, 위해성평가 관리시스템을 갖추고, 관련 세부 규정을 하나씩 마련해 가야 할 것으로 판단된다.

둘째, 대만은 위해성평가에 사용되는 인자들의 부지특성 반영 정도에 따라, 3단계로 구성된 위해성평가 제도를 운영하고 있다. 우리나라의 현행 위해성평가는 많은 비용과 시간이 요구된다. 위해성평가를 단순히 정화목표의 상향조정을 위한 목적으로 활용하기보다는 정화현장에서 다양하게 발생하는 특수한 경우에 이러한 단계별 위해성평가를 이용하면 바람직할 것으로 생각된다. 관련 세부 내용은 제5장 정책제언에 제시하였다.

[표 2.12] 양측의 위해성평가 제도 비교

구분	한국	대만
근거	• 토양환경보전법 제15조의 5	• 대만 토양정화법 제24조 제2항, 제12조
위해성평가	• 예외적으로 허용	• 위해성평가에 기반한 정화
평가주체	• 환경부장관, 시·도지사, 시장·군수·구청장 또는 정화책임자	• 오염행위자, 잠재오염원인자, 오염토지관계자
평가비용	• 정화책임자	• 오염행위자, 잠재오염원인자, 오염토지관계자 또는 관련정부기관
대상지역	• 국가부지, 자연적 원인에 의한 오염부지 등으로 국가부지로 제한	• 자연적 원인, 퇴적물 오염, 정화, 정화곤란부지, 재개발부지 등
대상오염물질	• 현행법상 오염물질 14종	• 토양 및 지하수 통제기준 초과 항목 및 중앙관할기관에서 지정한 항목
조사	• 추가 현장조사 별도 실시	• 위해성평가에 필요한 조사 실시
정화	• 위해성평가를 통한 정화 수준, 방법 등 결정	• 위해성평가를 통한 정화 목표, 위해성관리 방법 등 결정
사후관리	• 최초 검증 이후 ‘매년’마다 오염토양 모니터링실시 (위해성이 없다고 인정하는 시점까지)	• 오염부지 지정 해제 시점으로부터 2년간 모니터링, 모니터링 결과는 관할 지자체에 보고

## 2.4 대만의 부지 재이용제도

대만 토양정화법 제52조 제2항은 토양 및 지하수가 오염된 부지의 경우, 토양 및 지하수 정화계획과 토지개발계획을 동시에 제출하여 정화하도록 규정하고 있다. 정화와 토지개발은 서로 연계되어 있으며, 오염부지의 이용방법은 두 가지로 나누어 볼 수 있다. 오염부지의 정화가 완료된 후에 개발이 가능한 경우와 정화와 부지 재이용을 병행하는 경우이다. 정화 후 재이용하는 방법은 정화부지의 정화목표 또는 오염관리목표를 통제기준 이하로 설정하거나, 오염부지 등재가 해제되어 자유롭게 개발계획을 추진하는 경우이다. 정화와 재이용을 병행하는 경우는 위해성평가에 의해 정화부지의 정화목표가 통제기준 이하로 설정되었거나, 위해성평가에 의해 오염관리부지의 관리방법이 제시된 경우로서, 오염관리부지로 등재가 유지되는 상태에서 정화를 진행하는 것이다(대만 EPA, 2020).

[표 2.13] 대만의 부지 재이용 방법

	대상	부지등재	제한사항
정화부지 해제후 재이용	오염정화부지 정화목표가 통제기준 이하(§24/1)	오염정화/오염관리부지 등재 해제	부지등재 해제 후, 토지지용은 토양정화법의 적용을 받지 않음
	오염관리부지 관리목표가 통제기준 이하		
정화와 재이용 병행	오염정화부지 토지개발이용자와 협의 및 향후용도에 의거, 인체건강 위해성평가에서 제출된 정화목표가 통제기준 이하(§24/4)	오염정화부지 등재 해제 단, 오염관리부지 등재 유지	토지는 등재상태이며 관리계획 및 위해관리 시행
	오염관리부지 인체건강 위해성평가에 의거 관리방안 제출	오염관리부지로 등재 유지	토지는 등재상태이며 관리계획 및 위해관리 시행

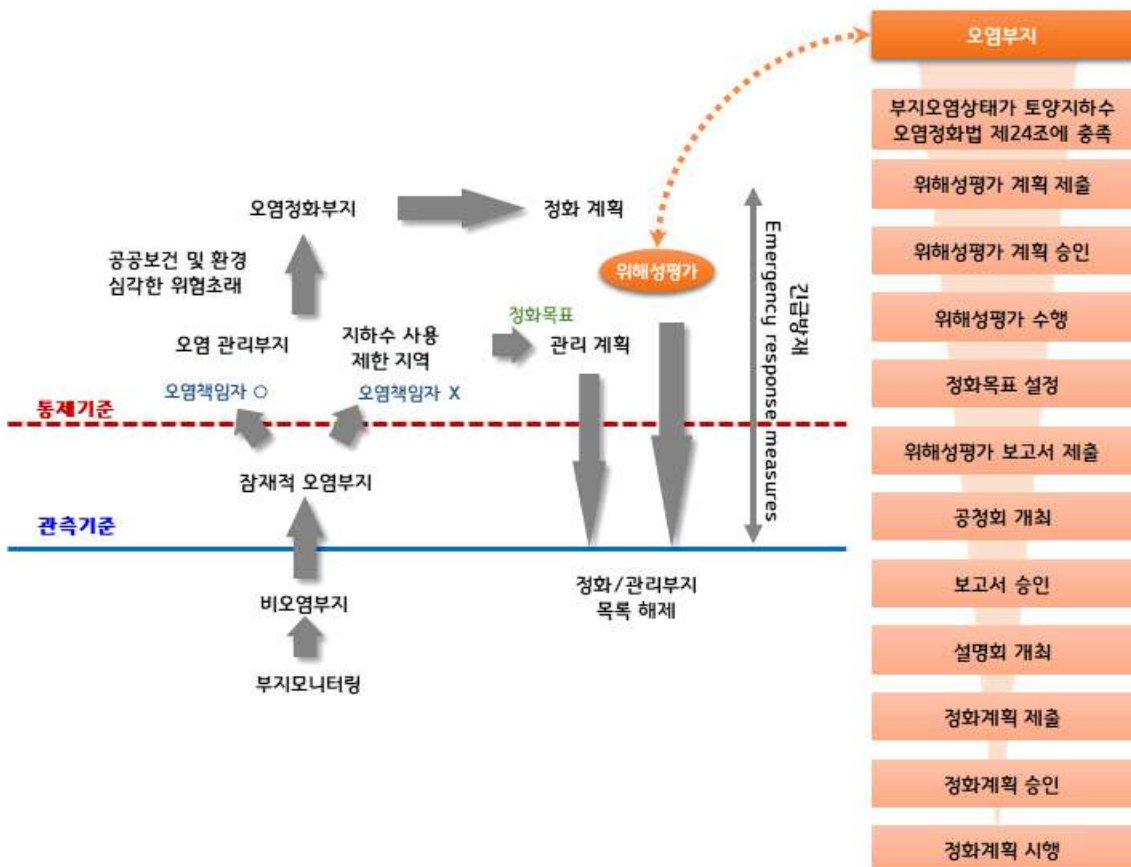
### 위해성평가와 정화계획

대만의 위해성평가는 원활한 부지 재이용을 위해 법적 기준인 통제기준보다 높은 정화목표를 설정하는데 활용된다. 한국과는 달리 국가 소유 부지와 민간 소유 부지에 모두 적용된다. 위해성평가를 추진하기 위해서는 법에서 규정하고 있는 위해성평가 대상에 해당되는지 여부를 우선 확인하여야 한다. 토지개발자가 위해성평가계획서를 작성하여 제출하면, 대만 EPA는 관련기관 및 관계자가 포함된 ‘토양 및 지하수오염지역 환경영향 및 건강위해성 평가위원회’를 구성하여 검토·승인한다. 승인되면 위해성평가를 수행하여 정화목표를 설정하고 위해성관리 방안을 도출한다. 적정한 정화목표가 설정되면 위해성평가 보고서를 작성하여 제출한다.

대만 EPA는 보고서를 제출받고 30일 이내에 ‘토양 및 지하수 오염부지정화를 위한 공청회 업무지침’에 따라 공청회를 개최하여 의견을 수렴한다. 공청회는 중앙기관이 함께 진행하며, 직할시 및 현(시), 주 관련기관 공청회 완료 후 30일 이내에 회의록과 위해성평가 보고서를 중앙기관에 제출하여 심사를 받아야 한다.

위해성평가를 받은 중앙관할기관은 서면검토를 진행하고 실제심사를 위해 위해성평가 소위원회에 부의한다. 서면검토에서는 관련 규정 적정성 및 관련 자료의 누락 여부를 검토하고, 실제심사에서는 노출시나리오, 노출경로, 매개변수 및 모델의 정확성을 검토한다. 심사결과 미흡한 사항은 90일 이내에 수정할 수 있는 기회를 부여하며, 수정기회는 2회로 제한하고 있다. 해당 시일 내에 수정되지 않으면, 위해성평가 작업을 다시 실시하여야 한다. 위해성평가 보고서가 승인되면, 위해성평가 승인 사실을 등록하고 위해성평가 보고서를 중앙관할기관에 송부하여 정화목표 및 위해성관리 방안을 승인받게 된다.

위해성평가 보고서 제출자는 정화목표가 승인되면, 부지와 관련된 이해관계자들을 대상으로 설명회를 개최하여야 한다. 설명회에서는 위해성평가 결과, 정화목표 및 정화계획에 대한 내용을 알리고, 인터넷, 서면 및 기타의 방법으로 공개하여야 한다. 설명회가 완료되면, 승인된 정화목표에 의한 정화계획을 수립하여 지자체에 제출한 정화작업을 실시한다(대만 EPA, 2019b).



[그림 2.11] 대만의 위해성평가에 의한 정화목표 설정

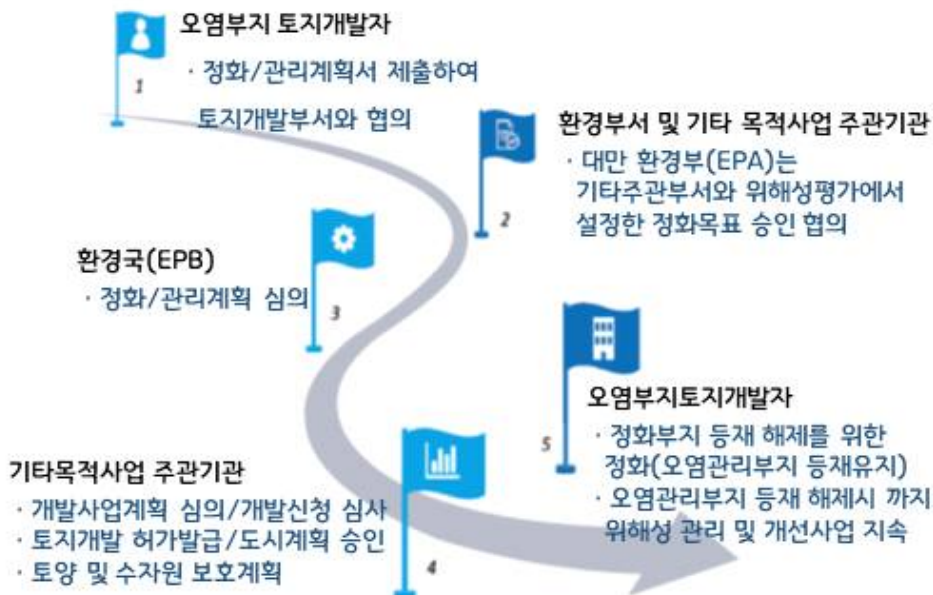


### 위해성평가에 의한 토지재이용 추진 절차

정화부지가 토지개발과 병행하여 진행되는 경우, 대만 토양정화법 제24조 제4항의 규정에 의거, 정화계획서 및 관리계획서를 제출해야 한다. 정화목표는 중앙관할기관이 유관기관과 협의하여 승인하며, 정화계획서 및 관리계획서는 지방 주관기관이 승인한다. 토양정화법 제24조 제7항에 의거 토양·지하수 정화계획서 승인시, 현재의 환경 상황을 참조하여, 정화계획 시행자에게 위해관리 방안과 토양·지하수관리 계획서를 제출하게 하고 주관기관의 승인 후에 실시하도록 명령한다.

오염부지 재이용 위해성평가 절차에 따라, 토지개발자는 위해성평가 계획서를 제출해야 한다. 중앙 주관기관이 검토하여 승인하면, 위해성관리 조치 및 정화목표를 설정하여 위해성평가 보고서와 정화목표평가 보고서를 제출한다. 관할기관에서는 위해성평가 보고서가 접수되면, 30일 이내에 공청회를 실시하여야 한다. 중앙 주관기관은 위해성평가 보고서와 변경된 정화목표를 검증한다.

위해성평가 보고서 제출자는 3단계에 걸친 위해성소통 과정을 거쳐야 한다. 첫 번째는 대만 위해성평가지침 제6조 규정에 의거, 위해성평가보고서 제출 전에 이해관계자와 소통하여야 하고, 둘째는 동지침 제9조 규정에 의거 주관기관에 위해성평가 보고서를 제출한 후 30일 이내에 공청회를 개최하여야 하며, 세 번째로는 동 지침 제11조 규정에 의거 위해성평가 보고서 및 정화목표 심의가 통과된 후에 이해관계자에게 설명회를 시행해야한다(대만 EPA, 2018).



[그림 2.12] 대만의 오염부지 재이용 관련기관별 관할업무



## 2.5 양측의 부지 재이용제도 비교 분석

양측의 오염부지 관리제도를 비교하여 요약한 결과는 [표 2.14]와 같으며, 우리나라 관련 정책에 참고할 수 있는 사항은 다음과 같다.

[표 2.14] 대만의 부지 재이용 제도

구분	한국	대만
부지재이용 정책 환경	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 방치 오염부지 발생 가능성 낮음</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 전국 산재 오염부지 및 방치오염부지 정화 중요</li> </ul>
부지재이용 제도	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 필요성 검토 필요</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 있음</li> </ul>
오염부지 정화기간	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 법정기간 이내 정화(2년: 최대 4년)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 제한 없음</li> </ul>
오염부지 정화목표	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 법정기준(우려기준)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 법정기준 이상 정화목표 설정 가능 (통제기준 또는 위해성평가 제시 정화 목표)</li> </ul>
오염부지 개발	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 제한 없음</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 정화완료 후 부지개발 가능 또는 위해성평가 결과에 의거 개발-정화 병행</li> </ul>

첫째, 대만은 지하수 오염이 확인되었으나 오염원이나 오염책임자가 확인되지 않는 경우에 지자체가 DGPURZ로 지정하여, 오염정화를 포함한 행정적 조치를 취할 수 있다. 우리나라에도 정화책임자가 없거나 정화책임자에 의한 정화가 곤란할 때 지자체에서 오염토양정화를 실시할 수 있으나, 정화책임자 존재와 정화비용 부담 능력 판단에 필요한 절차와 조사에 시간이 많이 소요된다. 시간 경과에 따른 오염 확산으로 더 많은 비용이 소요되는 것을 방지하기 위하여, 일정 요건에 해당되면 정화대상지구로 지정하고, 이러한 지정을 근거로 지자체는 환경부장관에게 정화비용 지원을 요청하는 절차의 수립이 필요하다.

둘째, 대만은 정화공법을 법으로 명시하고 있지 않다. 다양한 방법으로 발전되고 있는 정화 공법의 추세를 감안하여 우리도 대만과 같이 개선할 필요가 있다. 법적으로 허용되지 않아 다양한 정화방법을 사용하지 못하는 것은 정화기술의 발전을 저해하는 요소이며, 자연기원 등의 특수한 오염에 대해서도 고형화·안정화 등의 유연한 대처방안을 고려하지 못하게 한다. 정화 현장의 특성에 맞는 정화공법을 적용할 수 있도록 정책적으로 제한이 필요한 특정 공법을 명시하는 것이 바람직하다고 판단된다.

셋째, 대만은 정화기간을 법으로 정하고 있지 않다. 우리나라의 경우, 조사비용, 정화비용 및 기획비용을 감안할 때 정화책임자나 조사기관, 정화업체가 조사 및 정화기간을 고의로 장기화할 가능성은 거의 없다. 그러나 오염책임소재 및 범위가 문제될 경우 정화책임자가 정밀조사와 정화 명령의 착수시기를 지연하는 행위가 있으므로 이를 규제하는 방안을 모색해야 한다.

넷째, 대만은 오염물질 농도보다는 오염부지 관리에 중점을 두고 있어, 정화 후 사후 모니터링이 의무화되어 있다. 우리나라의 경우, 별도로 사후 모니터링 계약을 체결하여 시행하는 경우도 있지만, 법적 정화기간이 정해져 있어 정화업체는 그 기간 이내에 정화를 완료하고 준공하게 된다. 오염물질 농도의 재반등, 정화토 내 오염물질에 의한 지하수 오염과 암반지역으로부터의 오염물질 상승 등이 예상됨에도 불구하고 사후 모니터링이 의무화되어 있지 않다. 사후 모니터링 결과에 대한 책임 기준도 마련되어 있지 않다. 이러한 문제점을 보완하기 위하여 정화책임자에 의한 의무적 모니터링과 오염부지 인근 검증기관의 사후 모니터링 자료 평가 제도를 도입하는 것이 시급하다.

다섯째, 정화기금의 필요성이 날로 증대되고 있다. 지자체의 잠재오염부지 확인을 위한 조사, 정화책임자에 의한 정화곤란부지 문제 해결, 조사 및 정화결과 평가시스템 운용, 부지오염 정보 공개·관리 등을 위한 정화기금 마련이 필수적이다. 소요비용의 우선순위 설정에 의한 단계적 기금 마련 방법을 고려하더라도 조속히 착수하는 것이 필요하다.

## 2.6 외국의 오염부지 재이용제도

우리나라 오염부지 재이용에 대한 연구는 2010년대에 들어 꾸준히 연구되어 왔다. 일반적으로 선진국의 제도와 사례를 조사하여, 우리나라에 적용 가능성과 방안을 제시하는 것이 주된 내용으로 되어 있다. 이러한 연구는 대부분 브라운필드에 집중되어 있다.

### 브라운필드의 발생

토양·지하수의 오염이 의심되는 부지는 눈에 보이지 않아 불확실성이 높은 오염으로 인한 건강 영향의 문제가 존재하고, 토지정화의 시간과 비용, 정화 수준이 만족할 만한 수준에 이르지 못할 경우에 건강 및 환경 영향 등에 드는 비용이 개발 이익을 보장하지 않는 경우에는 이용을 포기한다. 이와 같이 과거의 사용에 의한 오염 때문에 현재의 이용에 지장을 받는 토지를 브라운필드(brownfields)라 하고 있다. 브라운필드 문제는 지하에 존재하여 조사와 정화에 드는 재원과 노력에 대한 불확실성이 크고 오염에 대한 위해 정도도 파악하기 힘들어 사용을 기피하고, 연쇄적으로 인근지역의 토지가격 뿐만 아니라 공동체의 이미지에 나쁜 영향을 끼치는 복합적 파급효과를 가지고 있다(한국환경정책·평가연구원, 2013).

### 브라운필드 관리

미국은 CERCLA (Comprehensive Environmental Response, Compensation, and Liability Act, 1980)에 의한 엄격한 책임부담으로 인해 과거 공장이나 산업부지 취득을 회피하여 재개발이 이루어지지 못하는 부지가 도시 주변부를 중심으로 급증하는 결과를 초래하여 브라운필드 발생 여건이 조성되었다. 이에 따라 2002년 「중소기업 책임경감 및 브라운필드 활성화에 관한 법률」(Small Business Liability Relief and Brownfield Revitalization Act, 브라운필드 법)이 제정되었다. 이 법률에서는 중소기업 활동으로 인해 발생한 오염이 고의가 아닌 경우 정화책임을 경감시켜주고 연방정부가 오염부지의 재활용에 대해 각종 세제혜택을 줄 수 있도록 규정하였다. 또한 2000년에는 미국 주택도시개발부(Department of Housing and Urban Development, HUD)에서 브라운필드 경제개발정책(Brownfield Economic Development Initiative)을 채택하여 시행하고 있다. 동 정책에서 브라운필드의 오염물질 정화기술에 대한 지원과 환경청 관리부지 재개발에 대한 연방정부의 지원을 규정하고 있다. 요약하면 CERCLA의 제정 이후, 브라운필드에 대한 관점이 관리와 오염정화였다면, 최근에는 개발 촉진을 위한 연방정부 차원의 정책적 개입이 이루어지고 있다. 하지만 연방정부의 정책적 개입은 세제지원 등 최소한에 머무르도록 권장하고 있는데, 브라운필드가 지역자산이라는 인식이 저변에 깔려있기 때문이다(박종원, 2007). 오히려 브라운필드 법의 제정이나 브라운필드 경제개발정책의 채택 이후 브라운필드의 재활용은 지방정부의 몫이며 필요에 따라 지방정부를 돕는 역할을 연방정부가 수행하도록 하고 있다.

브라운필드의 재활용 당위성과 재활용 효과, 정책도구의 선택 등에 관한 해외 학계의 다양한 연구에도 불구하고 아직 우리나라의 학계에서는 브라운필드(혹은 오염부지)의 재활용을 위한 정부의 정책적 개입을 연구한 학술적 논의가 많지 않다. De Sousa (2000)가 제시한 바와 같이 브라운필드 개발의 당위성과 필요성에 입각하여 브라운필드를 가지고 있는 국가는 반드시 관심을 두어야 할 문제이다.

### 우리나라의 브라운필드

외국의 브라운필드 발생 환경은 우리나라와는 다른 점을 많이 가지고 있어, 본 연구에서는 최근의 국내 브라운필드 발생 가능성에 대하여 별도로 검토하였다. 한국환경정책·평가연구원(2013)의 ‘지역오염부지 재이용 비전과 전략’에서 우리나라의 토양 및 지하수 오염현황을 살펴본 바에 의하면, 우리나라도 많은 수의 잠재 오염원을 가지고 있는 것으로 보인다. 우리나라 오염부지 재이용 수요를 파악하기 위해서는 이 중에서 개발가치가 있는 토지를 선별해야 하나, 아직까지는 이러한 조사가 이루어지지 않았다.

이광현 외(2010)의 ‘브라운필드 재개발사업의 문제점과 녹색정화 대응방안’에서는 우리나라의 브라운필드 발생 가능성을 제기하고, 오염부지 개발과정에서 상당한 규모의 기획비용, 개발지연 보상비용 및 오염정화 비용이 소요된다는 점을 부각하였다. 동 연구에서 사례로 제시한 부산 문현금융단지와 용산 역세권사업 부지는 엄밀히 말해서, 오염토양 및 지하수 정화비용이 부지의 경제적 가치의 극히 일부에 지나지 않는다는 점에서 전형적 브라운필드 사례로 보기는 어렵다.

한국환경정책·평가연구원(2013)에서는 지속가능한 개발과 생물다양성 보호 등 다양한 국제적 환경이슈들을 고려한 지역오염부지 재이용 방안을 제시하였다. 도시개발에 있어서 기존에 개발되었던 토지를 재이용하는 과정에서 브라운필드를 줄이고 자연 상태의 토지 및 농지(그린필드<sup>32)</sup>)는 보호하는 정책 방향을 권유하였다. 국내의 토양 및 토지 이용관련 어느 정책에도 브라운필드의 개념이 포함되어 있지 않다. 이를 위해서는 한국 상황에 맞는 브라운필드, 또는 지역 오염부지의 개념을 확립하고 각종 정책에 반영할 것을 강조하였다.

김윤승 등(2013)은 1990년대부터 미국을 중심으로 선진국에서 지속가능한 도시계획의 중요한 주제로 다루어져 온 “브라운필드”의 개념을 한국 상황에 맞게 도입하기 위해 ‘지역오염부지’라는 개념을 도입하였다. 이러한 개념은 토양오염물질 오염도가 기준을 초과한 일반적인 토양·지하수오염부지와는 다른 성격으로 규정하고 있다. 사회경제적으로 낙후된 지역에서 토양·지하수 오염이 정화되지 않아 이용이 중지되고 있는 토지를 재이용하는 지역성장 모델을 제시하며, 지역주도 재이용의 추진 정책 방안에 대해 논하였다. 오염이 환경에 미치는 영향을 뜻하는 환경성과 재이용의 경제적 편익을 뜻하는 경제성을 두 축으로 하여 지역오염부지를 구분해 본 결과 환경성과 경제성이 모두 높은, 즉 환경적 영향도 크지만 재이용 수요도 높은 경우의 지역

32) Green field: 도시개발 용어로서 건설되지 않은 토지 또는 이전에 건설에 사용된 적이 없는 토지에 건설된 건물

오염부지는 지자체를 중심으로 재이용을 추진하여 공공의 이익을 추구하기에 가장 적합하다고 논한다. 여기에서도 한국형 브라운필드의 존재 형태와 규모에 대해서는 언급되지 않았다.

이자원(2016)은 ‘한국형 브라운필드 개발을 위한 사례 연구’에서 유럽에서 도시의 이해를 기반으로 한 도시계획이 어우러진 브라운필드 개발과 미국형 브라운필드 개발의 지원과 법제화 환경을 소개하면서, 한국형 브라운필드에 대한 뚜렷한 정의가 없음을 지적하였다. 한국의 브라운필드로 소개되고 있는 디지털단지개발 마스터플랜은 변화하고 있는 사업의 패러다임을 수용하기 위한 정부의 전략으로서, 유럽이나 미국의 브라운필드와는 차이가 있다고 하였다. 그러면서도 서울의 용산 철도정비창부지, 김포공항 인근 마곡지구, 덕수궁 외곽, 소공동 등을 재개발할 때에 역사성과 지역성을 보전하여 가치를 보전하는 것이 브라운필드 개발의 의의를 가진다고 하였고, 경제적 가치 상승뿐 아니라 생태환경 개선과 오염정화가 함께 조화되어야 한다는 점도 언급은 하였지만, 이 또한 오염부지의 재이용 측면 보다는 도시개발 측면에서 한국형 브라운필드를 바라본 것이다. 지역오염부지 재이용은 자연자원으로서의 가치를 상실한 것으로 인식되는 토양·지하수 자원을 복원하여 사람과 생태계에 미치는 영향을 최소화하고, 그린필드나 농지의 무분별한 개발을 최소화함으로써 지역이 가진 특성을 보전하면서도 균형 잡힌 성장을 이루는 지속가능한 성장을 도모한다. 또한, 재이용 사업의 대상을 낙후지역에 위치한 오염부지로 하고 그 주체를 지역공동체로 함으로써 지역이 겪어온 환경적 불평등뿐 아니라 경제적, 사회적 불평등까지 해소하여 균형발전을 이루고자하는 다각도의 미래상을 제시하고 있다. 도시의 무분별한 성장을 막고 도시 내·외부의 그린필드를 보전하고자 하는 노력은 지속가능한 발전의 중요한 기초 중의 하나로 본 것이다. 이 또한 지역오염부지에서 환경의 역할이 포함된다는 것으로, 환경문제가 지역오염부지 개발의 능동적 주체가 아니라는 결론으로 이어진다(최유진, 2013).

최유진(2013)은 미국의 경우 중앙정부와 지자체가 역할을 분담하며, 지자체에 주된 역할을 부여하고 있음을 소개하였다. 한편 한국의 경우 2019년 전국 평균 지자체 재정자립도는<sup>33)</sup> 51.4%로서, 최근 10년간 50.3%~53.7%의 범위 내 큰 변화가 없었으며, 앞으로도 이러한 상태가 유지될 것으로 보인다. 특히, 시·군의 경우는 각각 31.1%, 18.3%에 불과하다. 각 지자체는 지역개발사업을 통하여 지역의 거주 및 사회 환경을 개선하려는 노력을 지속적으로 추진하고 있으며, 경제적 가치를 보유한 토지들은 대부분 민간 차원에서 개발되고 있다. 하지만 토양 및 지하수 오염정화 비용이 토지의 경제적 가치를 초과하는 경우에는 오염된 부지가 방치될 수 밖에 없다. 이러한 개발대상지역 중에서, 토양 및 지하수 오염으로 개발이 저해되거나 지연되는 경우가 얼마나 되는지 파악해야 구체적인 부지 개발 관련 정책목표를 설정할 수 있고, 이에 따른 재정 자원의 분배 문제를 검토할 수 있다. 오염부지 재이용 활성화를 위한 정책 개발을 위해서는 부지 오염현황 파악이 가장 시급한 사안이 될 것이다.

33) 나라지표, 행정안전부, 지방자치단체 재정자립도, [http://www.index.go.kr/potal/main/EachDtlPageDetail.do?idx\\_cd=2458](http://www.index.go.kr/potal/main/EachDtlPageDetail.do?idx_cd=2458)

## 외국 정책과의 차이점

외국의 오염부지 재이용정책은 주로 브라운필드 개발에 중점을 두고 있다. 우리나라는 브라운필드 발생 여건이 외국과 같지 않다. 우리나라는 인구밀도가 매우 높고, 국토의 70%가 산지로 되어 있어 활용 가능한 토지자원이 비교적 제한되어 있다. 비교적 평탄하고 풍부한 토지자원을 가지고 있는 미국과 같은 국가들의 경우, 오염된 부지의 경제성이 낮으면 이를 방치하고, 새로운 인근 부지를 개발하여 활용하는 것이 가능하므로 브라운필드가 발생된다. 그러나 우리나라는 도시화가 급속히 진전되어 실제로 방치되는 토지는 매우 제한적이다. 도시지역 내의 혐오·기피시설로 인한 브라운필드는 토양이나 지하수 오염과는 거리가 있는 도시개발 상의 문제점일 뿐이다. 한국형 브라운필드의 개념 정립에 대한 연구도 있었지만, 이것 역시 도시개발에 초점을 둔 것이다.

김유진 외(2015)는 미국의 브라운필드 재개발정책을 소개하면서, 해당부지 재이용 분위기 조성, 다양한 재개발 지원방안, 중앙정부와 지방정부의 역할 분담 및 재이용 부지 데이터베이스 확충 등을 오염부지 재이용을 위한 시사점으로 제시하였다. 이러한 제안 내용이 참고 사항이 될 수는 있으나, 거대한 토지자원을 보유하고 있는 미국과 우리나라를 직접 비교하는 것은 경제적 및 사회문화적 측면에서 거리가 있다.

결론적으로 외국의 브라운필드 지원사업을 참조한 오염부지 재이용의 개념은 우리나라에서는 적절치 않다. 또한, 도시재개발 및 지역개발 차원에서는 정화비용을 중앙정부 및 지자체에서 지원하거나, 대만과 같이 오염 규제를 완화하여 주는 방법은 형평성 문제로 인해 모든 민간 부지에 적용하기는 어려울 것으로 보인다. 다만, 국가에서 도시계획상 필요하여 특정 민간소유 부지를 개발하려는 경우에는 대만의 경우와 같이 위해성평가를 활용하여 환경규제를 완화하는 방법이 대안이 될 수 있다.



## 제3장

# 한국과 대만의 부지용도별 법적정화기준 분석

### 3.1 서론

한국과 대만의 토양오염 정화정책은 1990년대 중반 이후 시작됐다. 양측의 토양과 지하수 오염관리는 유사하면서도 상당한 차이를 보이고 있다(김강주 등, 2017). 우리나라의 토양오염은 토양환경보전법, 지하수는 지하수법에 의해 독립적으로 관리되고 있다. 반면, 대만은 토양과 지하수를 묶어 대만 토양정화법에 의하여 토양이 지하수와 상호 연계되어 관리된다. 양측은 토양오염 인지 방법, 정화 및 모니터링 등에서 서로 다른 체계로 발전해 왔으나, 한-대만 공동연구가 진행됨에 따라 상호간의 토양 및 지하수환경 분야의 오염정책, 법·제도 및 정책에 대한 이해가 많이 진전되었다.

본 장에서는 그간의 연구 성과에 기초로 하여, 한국과 대만의 부지 용도별 법적 정화기준을 비교·분석하여 제도적 시사점을 도출하고자 하였다. 대만의 관련 제도 중 국내에 적용 가능한 제도에 대해서는 우리나라의 제도에 원용할 수 있는 정책을 검토하였다.

### 3.2 양측의 법적 정화기준

#### 3.2.1 한국

우리나라에서 1995년 토양환경보전법이 제정되어 토양질과 토양오염기준에 관한 규정이 마련되기 이전에는 수질보전환경법에서 농작물 재배 등을 제한하는 오염기준에 의해 토양오염이 규제되었다. 여기에는 현미 중 크롬 농도와 토양 중 구리와 비소 농도 기준이 반영되었으나 근본적 토양환경 관리에는 크게 영향을 미치지 못했다.

1996년에 설정된 토양질 기준은 토양오염판단기준, 토양오염우려기준, 토양오염대책기준으로 구분한 「토양질 기준의 설정에 관한 연구」(임수길 등, 1994)와 「토양중 농약 잔류 허용량 기준설정 연구」(이서래 등, 1995)를 바탕으로, 11개 토양오염물질에 대한 농경지와 공장·산업지역에서의 토양오염우려기준과 토양오염대책기준을 마련함으로써, 본격적인 틀을 갖추었다. 이후 정화 항목의 확대, 정화기준 적용을 위한 부지 구분에 대한 개정을 진행하였다[표 3.1].

[표 3.1] 한국의 부지용도 구분 변화

구분	부지종류	부지구분	부지용도구분
제정시 (96.1.4)	2 종	농경지	논·밭·과수원·목장용지·체육용지(수목·잔디 식생지에 한함)
		공장·산업지역	공장용지·잡종지
1차개정 (99.2.7)	2 종	가지역	지적법 제5조제1항의 규정에 의한 전·답·과수원·목장용지·임야·학교용지·하천·수도용지·공원·체육용지(수목·잔디 식생지에 한한다)·유원지·종교용지 및 사적지
		나지역	지적법 제5조제1항의 규정에 의한 공장용지·도로·철도용지 및 잡종지  다음 각목의 1에 해당하는 경우에는 지목 구분에 관계없이 나지역의 토양오염우려기준을 적용한다. 가. 토양오염유발시설이 설치된 경우 나. 가지역에서 폴리클로리네이티드비페닐 또는 유류에 의한 토양오염사고가 발생한 경우 다. 가지역을 제외한 지역에서 토양오염사고가 발생한 경우
2차개정 (09.6.25)	3 종	1지역	전·답·과수원·목장용지·광천지·대(주거의 용도로 사용되는 부지 만 해당한다)·학교용지·구거(溝渠)·양어장·공원·사적지·묘지인 지역과 「어린이놀이시설 안전관리법」 제2조제2호에 따른 어린이 놀이시설(실외에 설치된 경우에만 적용한다) 부지
		2지역	임야·염전·대(1지역에 해당하는 부지 외의 모든 대를 말한다)·창고용지·하천·유지·수도용지·체육용지·유원지·종교용지 및 잡종지
		3지역	공장용지·주차장·주유소용지·도로·철도용지·제방·잡종지인 지역과 「국방·군사시설 사업에 관한 법률」 제2조제1호 가목부터 마목까지에서 규정한 국방·군사시설 부지

토양오염으로 규제되는 토양오염물질은 토양오염의 원인이 되는 물질이며(토양환경보전법 제2조), 이들 물질에 대한 토양오염 기준으로는 토양오염우려기준과 토양오염대책기준이 있다. 토양오염우려기준은 사람의 건강·재산이나 동물·식물의 생육에 지장을 줄 우려가 있는 토양오염의 기준이다(토양환경보전법 제4조의2). 토양오염대책기준은 우려기준을 초과하여 사람의 건강 및 재산과 동물·식물의 생육에 지장을 주어서 토양오염에 대한 대책이 필요한 기준이다(토양환경보전법 제16조). 토양오염물질 21개에 대한 토양오염우려기준은 토양환경보전법 시행규칙 제1조의5 별표3에 제시되어 있다. 토양오염대책기준은 토양환경보전법 시행규칙 제20조 별표7에 제시되어 있다[표 3.1]. 오염토양의 정화기준은 토양환경보전법 제4조의2의 규정에 의한 토양오염우려기준으로 정하고 있다(토양환경보전법 시행령 제10조).

[표 3.2] 토양오염 우려기준과 토양오염 대책기준 (단위: mg/kg)

토양오염물질	토양오염 우려기준			토양오염 대책기준		
	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
1,2-디클로로에탄	5	7	70	15	20	210

[표 3.3] 토양오염 법적기준 적용지역 구분

구분	우려기준 및 대책지역 대상지역
1지역	「공간정보의 구축 및 관리 등에 관한 법률」에 따른 지목이 전·답·과수원·목장용지·광천지·대(「공간정보의 구축 및 관리 등에 관한 법률 시행령」 제58조제8호 가목 중 주거의 용도로 사용되는 부지만 해당한다)·학교용지·구거(溝渠)·양어장·공원·사적지·묘지인 지역과 「어린이놀이시설 안전관리법」 제2조제2호에 따른 어린이 놀이시설(실외에 설치된 경우에만 적용한다) 부지
2지역	「공간정보의 구축 및 관리 등에 관한 법률」에 따른 지목이 임야·염전·대(1지역에 해당하는 부지 외의 모든 대를 말한다)·창고용지·하천·유지·수도용지·체육용지·유원지·종교용지 및 잡종지(「공간정보의 구축 및 관리 등에 관한 법률 시행령」 제58조제28호 가목 또는 다목에 해당하는 부지만 해당한다)인 지역
3지역	「공간정보의 구축 및 관리 등에 관한 법률」에 따른 지목이 공장용지·주차장·주유소용지·도로·철도용지·제방·잡종지(2지역에 해당하는 부지 외의 모든 잡종지를 말한다)인 지역과 「국방·군사시설 사업에 관한 법률」 제2조제1호 가목부터 마목까지에서 규정한 국방·군사 시설 부지

토양오염기준의 지역구분 적용 예외 규정으로는 다음의 경우가 있다.

- 「공익사업을 위한 토지 등의 취득 및 보상에 관한 법률」 제48조에 따라 취득한 토지를 반환하거나 「주한미군 공여구역주변지역 등 지원 특별법」 제12조에 따라 반환공여구역의 토양오염 등을 제거하는 경우에는 해당 토지의 반환 후 용도에 따른 지역 기준을 적용
- 벤조(a)피렌 항목은 유독물의 제조 및 저장시설과 폐반침목을 사용한 지역(예: 철도용지, 공원, 공장용지 및 하천 등)에만 적용
- 법 제11조제3항, 제14조제1항, 제15조제1항 및 같은 조 제3항 각 호에 따른 토양정밀조사의 실시나 오염토양의 정화 등을 명하는 경우 토양오염우려기준은 조치명령 당시의 지목을 기준으로 한다. 다만, 정밀조사 기간 또는 정화 기간이 완료되기 전에 지목이 변경된 경우에는 변경된 지목을, 다음 각 목의 어느 하나에 해당하여 지목변경이 예정된 경우에는 변경 예정 지목을 기준으로 함.
- 가. 「국토의 계획 및 이용에 관한 법률」 등 관계 법령에 따라 개발행위 허가 또는 실시계획 인가 등을 받고 토지의 형질변경 등의 공사가 착공된 경우
- 나. 건축물의 용도변경을 위하여 「건축법」에 따라 용도변경 허가를 받았거나 신고한 후 공사가 착공된 경우
- 다. 다른 법령에 따라 지목변경 사유에 해당하는 공사가 착공된 경우
- 「공간정보의 구축 및 관리 등에 관한 법률」에 따른 지목이 등록되어 있지 않은 토지에 대하여 법 제11조제3항, 제14조제1항, 제15조제1항 또는 같은 조 제3항 각 호에 따른 토양정밀조사의 실시나 오염토양의 정화 등을 명하는 경우 토양오염우려기준은 「국토의 계획 및 이용에 관한 법률」, 「공유수면 관리 및 매립에 관한 법률」 등 관계 법령에 따른 개발행위 허가 또는 실시계획 인가 등의 관계 서류를 통하여 확인할 수 있는 토지의 용도에 부합하는 지목을 기준으로 한다. 다만, 관계 서류를 통하여 그 용도를 확인할 수 없는 경우에는 1 지역에 해당하는 지목을 기준으로 함

### 정화목표

오염토양의 정화목표는 토양오염우려기준이다(토양환경보전법 시행령 제10조제1항). 예외적으로 법 제15조의5에 의해, 토양의 오염물질이 인체와 환경에 미치는 위해성 정도를 평가(이하 “위해성평가”라 함)하여 오염의 정도 및 재정 여건 등을 고려하여 오염토양의 정화 범위 및 시기를 조정할 수 있다. 위해성평가는 장래 토지이용계획과 그 밖에 필요한 사항을 고려하여 해당 부지의 토양오염물질이 인체와 환경에 미치는 위해의 정도를 평가하는 것이며, 그 결과를 토양정화의 범위, 시기 및 수준 등에 반영할 수 있다. 따라서 오염부지의 특이성에 따라 오염토양의 정화방법과 기준이 다르게 나타날 수 있다.

### 3.2.2 대만

앞서 언급하였듯, 대만은 토양과 지하수 모두에 대하여 각각 관측기준과 통제기준을 갖고 있다. 토양과 지하수오염 관측기준은 토양 및 지하수의 오염을 방지하기 위하여, 오염 점검이 필요하다고 정해진 오염물질의 농도이다. 토양·지하수오염 통제기준은 토양 및 지하수의 오염 심화를 방지·억제하기 위하여 설정된 오염물질의 허용한도이다.

#### 가. 토양 및 지하수 오염기준

대만은 오염부지 관리를 위해 이중규제 방식이 시행되고 있으며, 관측기준 및 통제기준으로 나뉘어 있다. 대만 토양정화법 제6조제2항에 의하여, 토양·지하수 오염물질의 종류, 이들의 관측기준 및 통제기준은 중앙관할기관인 대만 EPA가 정하고 있다.

##### 관측기준(Monitoring Standard, 監測標準)

토양의 통제기준의 1/2에 해당되는 농도이며, 토양 및 지하수 오염을 방지하기 위해 오염 점검이 필요하다고 규정한 오염물질 농도를 의미한다. 이러한 관측기준을 초과하면 오염 가능성이 잠재되어 있는 것으로 보아, 정기 모니터링 대상인 **오염관리지역(Pollution Control Site, 汚染控制場址)**으로 지정된다. 오염관리지역은 토양 및 지하수 오염이 명확하게 확인되고, 오염물질이 자연적으로 발생하여 존재하는 것이 아닌 빗물, 확산, 퇴적 또는 관개행위에 의해 오염된 경우에 지정된다(한국환경산업기술원, 2017).

관측기준을 초과하였으나 통제기준 미만인 경우 대만 EPB는 지속적인 모니터링을 수행한다. 또한 모니터링 결과를 대중에게 공개하고, 그 결과를 대만 EPA에 보고해야 한다. 토양과 지하수는 각각 관측기준을 가지고 있으며, 토양오염물질의 관측기준은 중금속 8종(비소, 카드뮴, 크롬, 구리, 수은, 니켈, 납 및 아연)이 지정되어 있다.

지하수의 관측기준은 대만 EPA에서 2011년 공포·시행되었으며, 2013년 마지막으로 개정되어 2014년 1월에 시행되었다. 지하수 오염물질의 관측기준은 지하수 통제기준 50개 항목에 배경농도 및 수질 지시항목에 해당하는 오염물질을 더한 총 59개 항목이 지정되어 있다. 배경농도 및 수질 지시항목은 철, 망간, 경도(총경도), 부유물질량, 염소, 암모니아성 질소, 황산염, 총유기탄소, 및 페놀 등 9개 항목이다. 지하수 관측기준의 농도 값은 일률적으로 통제기준의 1/2에 해당되는 값이다<sup>34)</sup>.

대만은 토양의 경우, 부지용도를 식용작물 재배농지와 그 외 지역으로 구분하여 오염물질 항목별 관측기준을 제시하고 있고[표 3.4], 지하수 경우에는 식수원보호구역과 그 외의 지역으로 구분하고 있다[표 3.6].

34) 중화민국 환경보호서령 제1020109443호 제4조 제1항

[표 3.4] 대만의 토양오염물질 관측 기준(중화민국 환경보호서 제1000008485호)

항 목	기준 (mg/kg)	
	식용작물 재배농지 제외 부지	식용작물 재배농지
비소(As)	30	30
카드뮴(Cd)	10	2.5
크롬(Cr)	175	175
구리(Cu)	220	120
수은(Hg)	10	2
니켈(Ni)	130	130
납(Pb)	1,000	300
아연(Zn)	1,000	260

### 통제기준(Control Standard, 管制標準)

토양 및 지하수 오염의 확산 및 방지를 위해서 설정된 오염기준을 말하며, 통제기준을 초과하는 지역은 토지등기부에 오염관리부지, 오염정화부지와 같은 오염부지로 등재된다. 대만 EPA와 대만 EPB는 적절한 조치를 취하고, 오염에 책임이 있는 당사자를 조사하며, 대만 EPB는 대만 EPA에게 보고해야한다. 부지를 식용작물 재배농지와 그 외 부지(식용작물 재배농지 제외 부지)로 구분하고, 토양오염물질로는 중금속, 유기화합물 및 농약으로 세분하여 총 39개 항목에 대해 통제기준이 설정되어 있다[표 3.5]. 지하수 통제기준은 총 50개의 오염물질을 지정하고 있다[표 3.6].

[표 3.5] 대만의 토양오염물질 통제기준(중화민국 환경보호서 제0073684호)

항 목	기준(mg/kg)		
	식용작물재배 농지 제외	식용작물재배 농지	
중금속 및 벤젠	비소 ( As )	60	60
	카드뮴 ( Cd )	20	5
	크롬 ( Cr )	250	250
	구리 ( Cu )	400	200
	수은 ( Hg )	20	5
	니켈 ( Ni )	200	200
	납 ( Pb )	2000	500
	아연 ( Zn )	2000	600
	벤젠 ( Benzene )	5	5
유기 화합물	사염화탄소 ( Carbon tetrachloride )	5	5
	클로로포름 ( Chloroform )	100	100
	1,2-디클로로에탄 ( 1,2-Dichloroethane )	8	8

항 목	기준(mg/kg)		
	식용작물재배 농지 제외	식용작물재배 농지	
시스-1,2-디클로로에틸렌 ( cis-1,2-Dichloroethylene )	7	7	
트랜스-1,2-디클로로 에틸렌 (trans-1,2-Dichloroethylene )	50	50	
1,2- 디클로로 프로판 (1,2-Dichloropropane )	0.5	0.5	
1,2-디클로로벤젠 ( 1,2-Dichlorobenzene )	100	100	
1,3-디클로로벤젠 ( 1,3-Dichlorobenzene )	100	100	
3,3'-디클로로벤지딘 ( 3,3'-Dichlorobenzidine )	2	2	
에틸벤젠 ( Ethylbenzene )	250	250	
헥사클로로벤젠 ( Hexachlorobenzene )	500	500	
펜타클로로페놀 ( Pentachlorophenol )	200	200	
테트라 클로로에틸렌 ( Tetrachloroethylene )	10	10	
톨루엔 ( Toluene )	500	500	
총석유계탄화수소 (TPH)	1000	1000	
트리클로로에틸렌 ( Trichloroethylene )	60	60	
2,4,5-트리클로로페놀 ( 2,4,5-Trichlorophenol )	350	350	
2,4,6-트리클로로페놀 ( 2,4,6-Trichlorophenol )	40	40	
염화 비닐 ( Vinyl chloride )	10	10	
크실렌 ( Xylenes )	500	500	
농약	알드린 ( Aldrin )	0.04	0.04
	클로데인 ( Chlordane )	0.5	0.5
	DDT 및 유도체	3	3
	디엘드린 ( Dieldrin )	0.04	0.04
	엔드린 ( Endrin )	20	20
	페부타 ( Heptachlor )	0.2	0.2
	톡사펜 ( Toxaphene )	0.6	0.6
	엔도수판 ( Endosulfan )	60	60
기타 유기 화합물	다이옥신 ( Dioxins ) †	1000††	1000††
	폴리염화바이페닐(Polychlorinated biphenyls )	0.09	0.09

† 다이옥신 관리 기준치의 농도는 국제독성당량인자(I-TEF)의 총계를 계산하여 표기하고, 독성당량(TEQ)을 병기한다.

†† 단위 : ng-독성당량/kg

지하수 오염의 지역 구분시 식수원보호구역이 아닌 지역의 관측기준과 통제기준은 식수원보호구역 기준치의 1/10 수준이다. 대만도 토양과 지하수의 오염기준을 각각 정하고 있지만, 토양이 정화기준을 만족할 때, 정화토양의 잔류농도가 지하수 수질에 미치는 영향에 대한 언급은 없다. 예를 들어, TPH의 경우, 지하수의 통제기준은 일반지역에서 10 mg/L이고 토양은 1,000 mg/kg이다. 우리나라의 경우, 3지역의 TPH 기준은 2,000 mg/kg이고, 지하수 수질기준은 1.5 mg/L이다. TPH를 구성하고 있는 물질 및 존재형태에 따라 지하수 수질에 미치는 영향이 다를 수는 있지만, 2,000 mg/kg 농도의 토양을 수조에 잠겨 놓고 관찰하면, 수질에 미치는 영향이

관찰된다. 대만에서는 정화 후 사후모니터링에 의해 영향을 관측하고 있는 것을 감안할 때, 우리나라에서도 정화부지의 사후모니터링이 필요하다.

[표 3.6] 대만의 지하수 오염물질 관측기준 및 통제기준 (중화민국 환경보호서 제1020109443호)

No.	Items	GMPSs		GPCSs		Remark
		C1	C2	C1	C2	
Monocyclic Aromatics Hydrocarbons						
1	1	Benzene	0.0025	0.0025	0.0050	0.0050
2	2	Toluene	0.50	5.0	1.0	10
3	3	Ethylbenzen	0.35	3.5	0.70	7.0
4	4	Xylene	5.0	50	10	100
Polycyclic Aromatics Hydrocarbons						
5	1	Naphthalene	0.020	0.20	0.040	0.40
Chlorinated Hydrocarbons						
6	1	Carbon tetrachloride (CT)	0.0025	0.025	0.005	0.050
7	2	Chlorobenzene (CB)	0.050	0.50	0.10	1.0
8	3	Chloroform (CF)	0.050	0.50	0.10	1.0
9	4	Chloromethane (CA)	0.015	0.15	0.030	0.30
10	5	1,4-Dichlorobenzene (1,4-DCB)	0.0375	0.375	0.075	0.75
11	6	1,1-Dichloroethane (1,1-DCA)	0.425	4.25	0.85	8.5
12	7	1,2-Dichloroethane (1,2-DCA)	0.0025	0.025	0.0050	0.050
13	8	1,1-Dichloroethene (1,1-DCE)	0.0035	0.035	0.0070	0.070
14	9	Cis-1,2-Dichloroethene (cis-1,2-DCE)	0.035	0.35	0.070	0.70
15	10	Trans-1,2-Dichloroethene (trans-1,2-DCE)	0.050	0.50	0.10	1.0
16	11	2,4,5-Trichlorophenol (2,4,5-TCP)	0.185	1.85	0.37	3.7
17	12	2,4,6-Trichlorophenol (2,4,6-TCP)	0.0050	0.050	0.010	0.10
18	13	Pentachlorophenol (PCP)	0.0040	0.040	0.0080	0.080
19	14	Tetrachloroethene (PCE)	0.0025	0.025	0.0050	0.050
20	15	Trichloroethylene (TCE)	0.0025	0.025	0.0050	0.050
21	16	Vinyl Chloride (VC)	0.0010	0.010	0.0020	0.020
22	17	Dichloromethane (DCM, Methylene chloride)	0.0025	0.025	0.0050	0.050
23	18	1,1,2-Trichloroethane (1,1,2-TCA)	0.0025	0.025	0.0050	0.050
24	19	1,1,1-Trichloroethane (1,1,1-TCA)	0.10	1.0	0.20	2.0
25	20	1,2-Dichlorobenzene (1,2-DCB)	0.30	3.0	0.60	6.0
26	21	3,3-Dichlorobenzidine	0.005	0.050	0.010	0.10
Agricultural Chemicals						
27	1	2,4-D	0.035	0.35	0.070	0.70
28	2	Carbofuran	0.020	0.20	0.040	0.40
29	3	Chlordane	0.0010	0.010	0.0020	0.020
30	4	Diazinon	0.0025	0.025	0.0050	0.050
31	5	Methamidophos	0.010	0.10	0.020	0.20
32	6	Parpquat	0.015	0.15	0.030	0.30
33	7	Parathion	0.011	0.11	0.022	0.22
34	8	Toxaphene	0.0015	0.015	0.0030	0.030



No.	Items	GMPs		GPCs		Remark	
		C1	C2	C1	C2		
Heavy Metals							
35	1	Arsenic (As)	0.025	0.25	0.050	0.50	Judged by "Procedure of pollution potential area establishment and evaluation of groundwater As"
36	2	Cadmium (Cd)	0.0025	0.025	0.0050	0.050	
37	3	Chromium (Cr)	0.025	0.25	0.050	0.50	
38	4	Copper (Cu)	0.50	5.0	1.0	1.0	
39	5	Lead (Pb)	0.0050	0.050	0.010	0.10	
40	6	Mercury (Hg)	0.0010	0.010	0.0020	0.02	
41	7	Nickel (Ni)	0.050	0.50	0.10	1.0	
42	8	Zinc (Zn)	2.5	25	5.0	50	
43	9	Indium (In)	0.035	0.35	0.070	0.70	Applicable to groundwater pollution investigation for industrial processes using In or Mo as raw material.
44	10	Molybdenum (Mo)	0.035	0.35	0.070	0.70	
General Items							
45	1	Nitrate (NO <sub>3</sub> -N) (Nitrate as N)	5.0	50	10	100	
46	2	Nitrite (NO <sub>2</sub> -N) (Nitrite as N)	0.50	5.0	1.0	10	
47	3	Fluoride (Fluoride as F)	0.40	4.0	0.80	8.0	
Other Pollutants							
48	1	Methyl tert-butyl ether (MTBE)	0.050	0.50	0.10	1.0	
49	2	Total Petroleum Hydrocarbon (TPH)	0.50	5.0	1.0	10	
50	3	Cyanide (Cyanide as CN)	0.025	0.25	0.050	0.50	
Background and Water Quality Indicators							
1	1	Iron (Fe)	0.15	1.5	-		
2	2	Manganese (Mn)	0.025	0.25			
3	3	Hardness (Total hardness as CaCO <sub>3</sub> )	150	750			
4	4	Total dissolved solid (TDS)	250	1250			
5	5	Chloride (Chloride as Cl <sup>-</sup> )	125	625			
6	6	Ammonium nitrogen (NH <sub>3</sub> -N)	0.050	0.25			
7	7	Sulfates (Sulfate as SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	125	625			
8	8	Total organic carbon (TOC)	2.0	10			
9	9	Phenols	0.014	0.14			

These Standards are pursuant to Article 6, Paragraph 2 of the Soil and Grounwater Pollution Remediation Act. The latest version was promulgated by EPA on December 18, 2013 and took effect from January 1, 2014

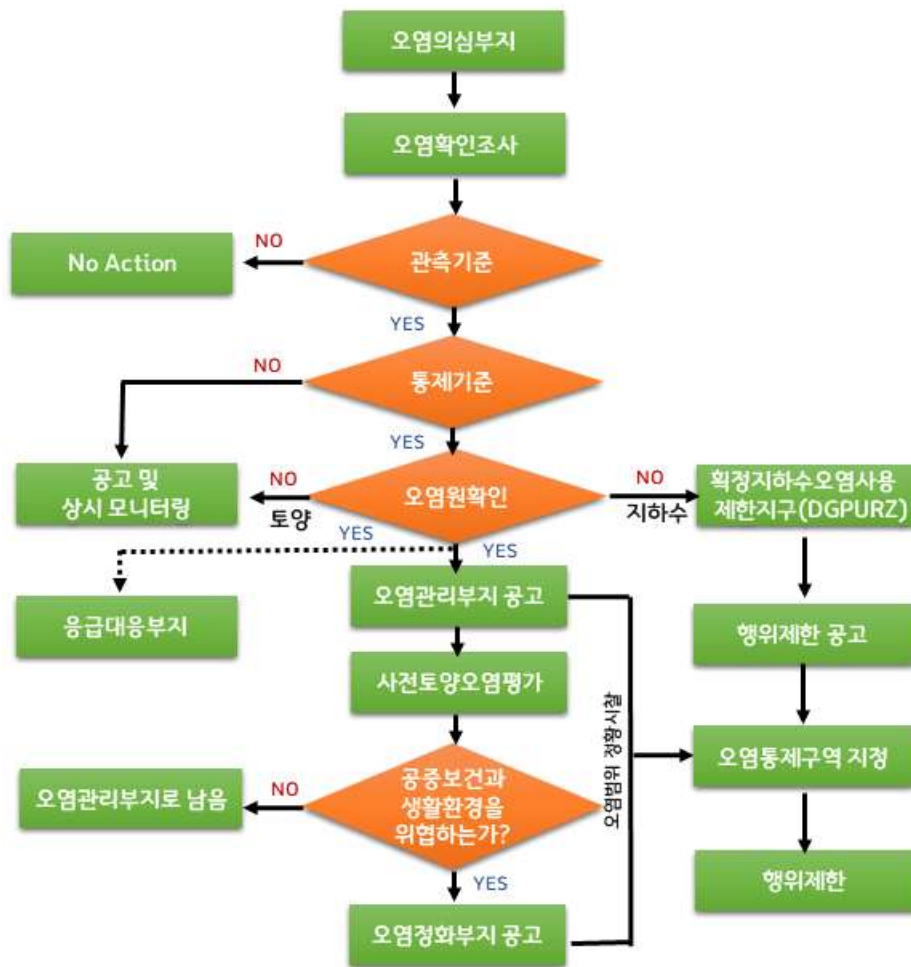
Notes:

1. All units are in mg/L
2. GPMs: Groundwater Pollution Monitoring Standards
3. GPCs: Groundwater Pollution Control Standards
4. C1: Category 1, Groundwater in drinking water source protection areas.
5. C2: Category 2, Groundwater which is not of Category 1.
6. Monitoring Watch Items: Items of GPMs are consistent with those of GPCs. Those levels are half of those control values that stated in GPCs.
7. When the concentrations of substances in grounwater listed in these Standards are affected by local hydrological, geological, and environmental background factors, and it is determined that the control values of pollutants listed in these Standards are reached for reasons not attributable to external pollution, after obtaining the approval from the central competent authority, these Standards shall not be applicable.

### 오염기준에 의한 토양관리

대만의 오염기준에 의한 토양관리는 크게 3가지로 분류할 수 있다. 첫째, 오염물질 농도가 관측기준 이하인 경우, 해당 토양은 오염되지 않은 것으로 간주된다. 둘째, 오염물질 농도가 관측기준 이상이지만 통제기준 이하인 경우에는 잠재적 오염부지로 간주되어 주기적으로 모니터링을 실시해야 한다. 셋째, 통제기준 초과 시, 기초 오염조사의 대상인 관리지역으로 구분되며, 기초 오염조사 결과 공중보건 및 환경에 심각한 영향을 미치는 오염 파악 시 대만 EPA에 의해 정화지역으로 공시한다.

- 오염물질의 농도가 통제기준을 초과하면 긴급조치를 취하고, 오염의 책임을 규명한다. 오염의 책임이 확인되면 해당부지는 오염관리부지로 공시된다.
- 해당부지가 오염관리부지로 지정된 경우, 오염주체는 관리계획 혹은 정화계획을 제출할 책임이 있고, 오염물질의 농도가 통제기준 이하가 되도록 정화계획을 수행하여야 한다. 오염물질 농도가 규제기준 이하인 경우에는 대만 EPB에서 관리 및 정화행위 결과를 확인하고 오염관리부지 또는 오염정화부지로 등재되어 있는 것을 해제한다.



[그림 3.1] 대만의 토양오염조사 및 정화 체계(김강주, 2017 참조)

대만에서는 2013년에 토지용도 세분화, 관측기준, 통제기준의 개정이 추진되었다. 개정안은 인체건강 위해성을 기반으로, 위해성에 따라 오염물질 통제를 강화 또는 완화하는 방향으로 작성되었다. 비소와 납의 기준은 강화하고, 구리와 아연은 건강 위해성이 높지 않으므로 작물 흡수에 대한 영향이 기준 완화의 영향보다 크지 않다는 관점에서 기준을 완화하는 안을 제시하였다<sup>35)</sup>. 또한, 토지용도에 따른 법정기준이 식용작물 재배농지와 일반 지역으로 나뉘어져 있었지만, 일반지역에는 공장 및 주택과 같이 다양한 용도의 토지가 존재하고 있어, 동일한 기준을 사용하는 것이 불합리하다는 의견이 제시되어, 용도 세분을 개정(안)에 반영하여 농지 및 식수원 수질보호구역, 일반지역, 산업 및 산업밀집지역 등 세 종류의 부지용도로 변경하는 것을 추진하였다. "공업 및 산업밀집지역"은 산업지역, 가공수출지역과 공원 및 환경보호기술단지를 의미한다. 인체건강의 보호를 위해 농지와 쌀에 대한 3가크롬과 6가크롬을 세분하여야 한다는 의견이 있었지만, 개정안에는 반영되지 못하고 총크롬만 규제하는 것으로 반영한 것이다<sup>36)</sup>. 개정(안)의 기준 변경내역은 [표 3.7]과 같다.

[표 3.7] 대만 관측기준 2013년 개정(안)

구 분	개정 전 (mg/kg)		개정(안), (mg/kg)		
	일반지역	식용작물 재배지역	농지 및 음용수, 식수원 보호구역	일반지역	공업 및 산업 밀집 지역
비소 (As)	60	60	30	30	60
카드뮴 (Cd)	20	20	5	5	20
크롬 (Cr)	총크롬	250	200	250	-
	3가크롬	-	-	-	1,000
	6가크롬	-	-	-	10
구리 (Cu)	400	200	400	400	2,000
수은 (Hg)	20	5	5	20	100
니켈 (Ni)	200	200	200	200	1,000
납 (Pb)	2000	500	150	150	300
아연 (Zn)	2000	600	900	2,000	-

그러나, 본 개정안은 폐기되어 현재의 기준이 유지되었다. 시민단체는 개정안에 대해 농도 기준이 하향조정되는 것은 바람직하나, 이미 과거기준으로 정화한 부지와 의 형평성문제가 발생될 뿐아니라, 일부 기준완화는 슬래그, 집진먼지와 기타 폐기물의 매립을 조장하고 고철의 수입이 확대되며, 국내농지와 산업지역이 혼재되어 있는 상황에서, 개정기준을 적용하면 산업지

35) 대만 EPA, 토양오염 관측기준 제4조 수정초안개요 및 통제기준 제5조 수정초안개요

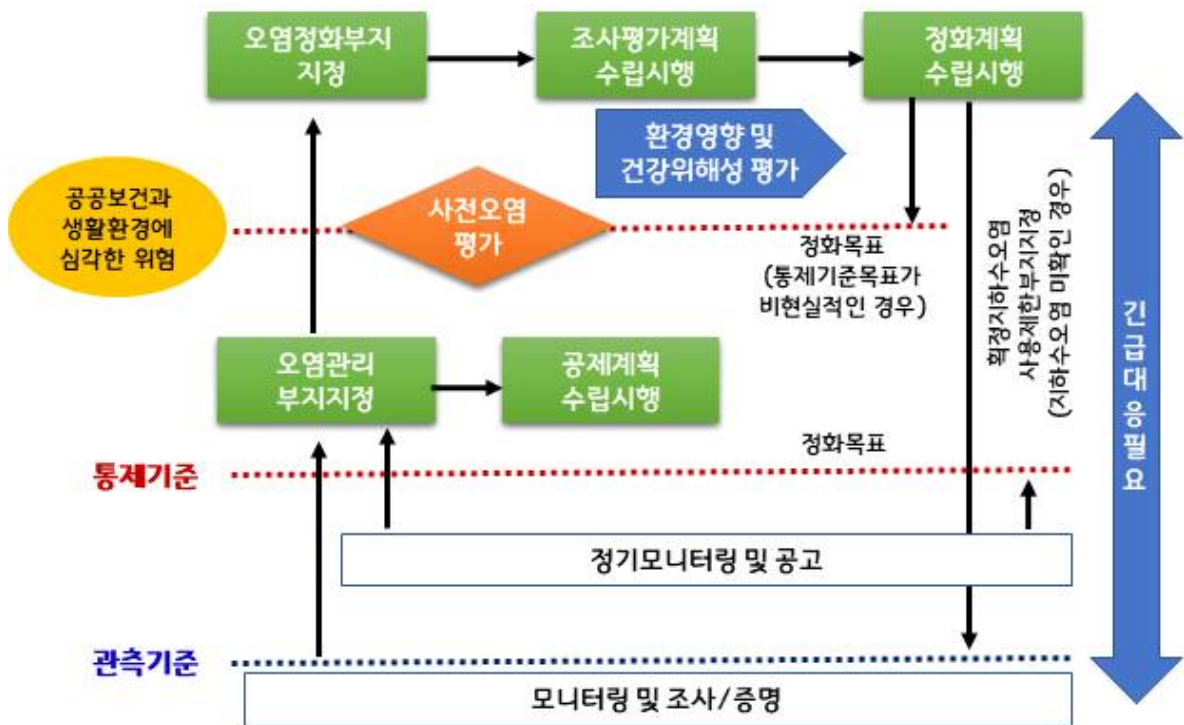
36) 환경보호국 토양기금재단 사무총장 차이홍드(環保署土基會執秘 蔡鴻德)

역이 농지기준의 5배인 경우에도 공공보건과 식품안전을 보장하기 어렵다는 이유로 반대하였다. 또한 산업지역의 기준완화는 농지의 오염으로 이어져 국민건강에 해로운 결과를 초래할 것이라는 우려도 제기하였다.<sup>37)</sup>

#### 나. 관리목표 및 정화목표

대만 토양정화법에는 오염관리부지의 관리목표가 명확하게 명시되어 있지는 않다. 그러나 해당 오염관리부지가 공시된 관리부지 목록에서 제외되기 위해서는 대만 토양정화법 제24조제 1항에 의해 대책 계획을 통하여 오염물질의 농도를 통제기준 이하로 낮춰야 한다.

반면, 특수한 상황에서는 통제기준보다 높은 오염정화목표를 허용하고 있다(대만 토양정화법 제24조제2항). 즉, “지질학적 조건, 오염물질 특성, 오염정화기술 등의 요인으로 인해 오염물질 농도가 토양 및 지하수 오염 통제기준보다 낮아지도록 정화가 불가능한 경우, 중앙관할기관에 문의하여 승인을 받은 후, 환경영향 및 건강위해성평가 결과에 근거한 토양 및 지하수 오염 정화목표를 제출할 수 있다”(대만 토양정화법 제24조제2항). 즉, 통제기준보다 완화된 정화목표를 인정받기 위해서는 ‘환경영향 및 건강위해성평가’를 받아야 한다(그림 3.2).



[그림 3.2] 대만의 법적기준 및 오염관리

37) 대만 Environmental Information Center, 2014.01.12일자, e-info.org.tw/node/97363

### 3.3 양측 기준 비교 · 분석 및 시사점

#### 3.3.1 양측의 법적 정화기준 비교 · 분석

우리나라에서 토양오염부지는 정밀조사 결과, 토양오염우려기준을 초과한 부지이다. 토양오염우려기준은 오염부지의 개연성을 판단하기도 하나 토양오염을 판단하는 절대적인 기준으로 사용되기도 한다. 토양환경보전법에 지정된 21개의 토양오염물질에 대해서 3종 부지용도(1, 2, 3지역)에 따른 토양오염우려기준을 초과한 경우의 부지는 오염부지로 정해진다. 이 부지에 대해 토양오염방지 조치가 취해지거나 정화가 이루어지게 되고, 토양오염우려기준을 정화기준으로 삼게 된다. 오염부지의 정화는 토양오염물질의 농도를 토양오염우려기준(정화기준) 이하로 낮추어야 한다[표 3.8].

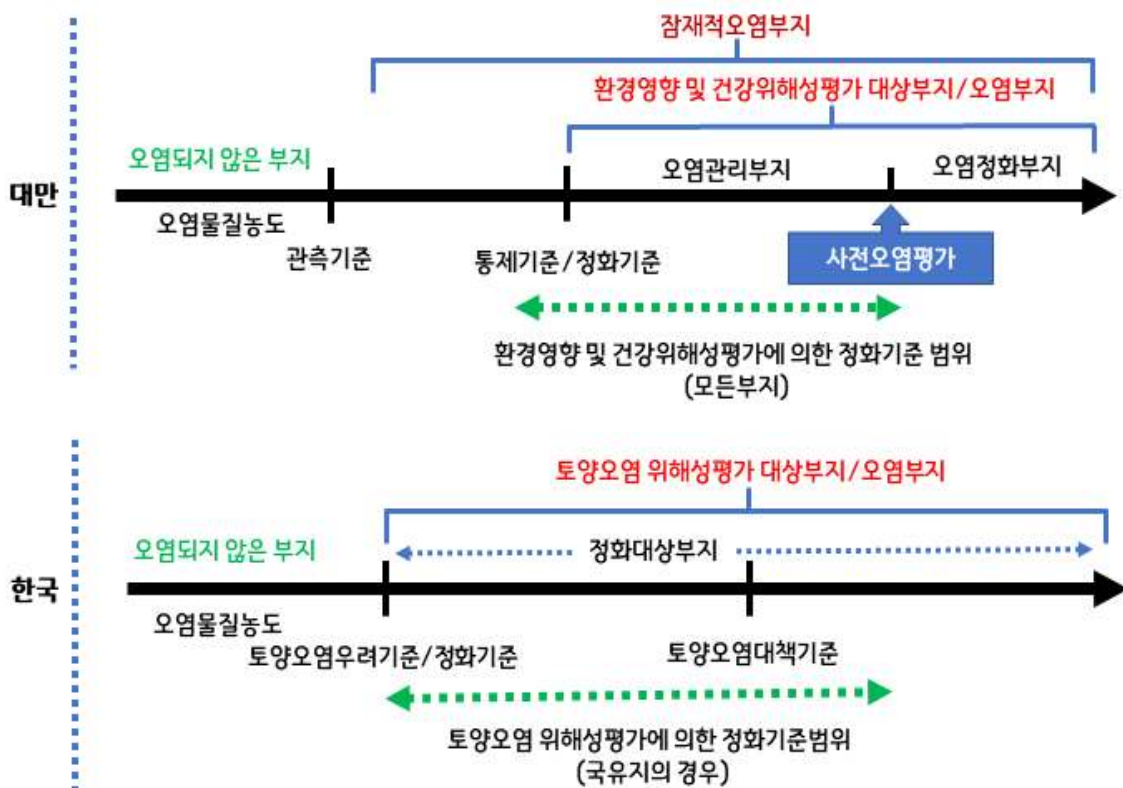
[표 3.8] 한국과 대만의 토양오염기준과 정화기준, 정화부지

구분	기준		정화기준/부지
한국	토양오염 우려기준	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 사람의 건강·재산이나 동물·식물의 생육에 지장을 줄 우려가 있는 토양오염의 기준</li> <li>• 사람의 행위가 필요한 기준</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 토양오염우려기준</li> <li>• 토양오염 위해성평가: 국유지이며 정화곤란지역의 경우, 위해성평가 결과에 따라 오염부지의 범위, 수준(정화목표), 시기 등이 달라질 수 있음</li> </ul>
	토양오염 대책기준	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 이에 해당하는 대만 기준 없음</li> </ul>	
대만	관측기준	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 토양오염의 여부 가능성 파악</li> <li>• 이에 해당하는 한국 기준 없음</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 통제기준</li> <li>• 환경영향 및 건강위해성평가: 대상 부지 제한 없으며, 통제기준 이하로 정화목표를 설정하는 것이 비현실적이어서 통제기준을 넘어서는 정화목표를 허가받기 위하여 수행하는 평가                         <ul style="list-style-type: none"> <li>- 대부분 통제기준보다 높은 오염농도를 정화목표로 허용</li> </ul> </li> <li>• 환경영향 및 건강위해성평가를 받은 후, 목표를 상향 설정할 수 있음</li> </ul>
	통제기준	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 토양 및 지하수의 오염심화를 방지·억제하기 위하여 설정된 오염물질의 허용한도를 지칭, 사람의 행위가 필요한 기준</li> </ul>	

대만의 경우, 토양오염부지로 정해지고 토양오염부지가 정화과정에 이르는 것은 좀 더 복잡한 과정을 거친다. 대만 토양정화법에 명시된 오염부지의 개연성과 오염의 여부를 판단하는 관

측기준과 통제기준에서 다루는 토양오염물질의 종류와 우리나라 토양환경보전법에서 지정하고 있는 21개의 토양오염물질에는 차이가 있다. 대만의 관측기준은 8개의 중금속 물질만을 대상으로 하고 있으며, 통제기준은 39개 물질을 대상으로 하며, 각 오염물질에 대해 식용작물재배 농지와 이를 제외한 부지에 대해 기준치를 제시하고 있다. 식용작물재배 농지라 함은 벼, 보리, 채소 등 식용작물 재배 농지를 뜻하며, 섬유, 화훼 등 식용목적 외의 작물재배 농지는 포함되어 있지 않다. 식용작물재배 농지에 대해서는 5개 중금속에 대한 관측기준과 통제기준이 있다. 식용작물재배 농지를 제외한 부지에서는 그 외 물질에 대한 관측기준치와 통제기준치가 없다.

대만의 통제기준은 미국의 Soil Screening Level (SSL)에 해당하는 토양오염 지시기준과 동일하다. 통제기준은 우리나라의 토양오염우려기준과 일부 유사한 목적과 기능을 보여주고 있으나<sup>38)</sup>, 부지용도에 따른 설정 항목과 기준치는 다르다. 통제기준을 초과한 부지는 사전오염평가를 거쳐 환경영향 및 건강위해성평가를 거친 후 보건과 환경에 심각한 위험성이 있는 부지를 정화부지로 지정하게 된다[그림 3.3].



[그림 3.3] 한국과 대만의 토양오염을 판정하는 기준과 절차

38) 우리나라의 토양오염우려기준은 사람의 건강·재산이나 동물·식물의 생육에 지장을 줄 우려가 있는 토양오염의 기준으로(토양환경보전법 제4조의2), 토양환경보전법이 제정될 1995년 당시에는 토양오염대책기준을 보조하는 토양오염을 지시하는 성격이었다.

대만의 경우, 오염물질의 농도가 통제기준을 넘으면 오염부지(오염관리부지)로 인식된다. 이는 미국 CERCLA의 Response Level (RL)에 해당한다. 오염관리부지 중에서 사전오염평가 결과 해당지역이 공중보건과 생활환경에 심각한 위해를 끼칠 경우, 중앙관할기관인 대만 EPA는 해당지역을 토양 및 지하수 오염정화부지로 지정하게 된다. 환경영향 및 인체건강위해성평가를 하지 않을 경우에는 통제기준에 의해 토양정화 목표치가 설정된다.

오염부지에 대한 대만의 환경영향 및 건강위해성평가에 해당하는 우리나라의 절차는 토양환경보전법 제15조의5에 의한 위해성평가라 할 수 있다. 그러나 대만의 환경영향 및 건강위해성평가와 한국의 위해성평가의 대상과 방법이 동일하지 아니함을 인식해야 한다. 특히 한국의 위해성평가는 국유지만을 대상으로 하고 있으며, 대만의 환경영향 및 건강위해성평가는 모든 오염부지를 대상으로 한다는 차이가 있다.

토양오염물질의 농도는 [표 3.9]와 같이, 우리나라의 농지와 비교하면 대만의 농지기준이 한국보다 일반적으로 높고, 우리나라 3지역과 대만의 일반지역을 비교하면 한국의 농도기준이 다소 높다. 대만에서 2006~2016년까지 지하수 수질을 관측한 결과에 의하면, 중금속의 기준 초과 빈도가 매우 낮은 것으로 볼 때(한국환경산업기술원, 2017), 양측의 지화학적 특성이 다르기 때문에 의미있는 차이라고 보기는 어렵다. 하지만, 대만에서 공장지역 토양 및 지하수 오염을 조사한 결과, 중금속의 기준 초과 비율이 약 80%에 달하고 있는 것을 감안할 때(대만 EPA, 2019), 중금속 위주의 관측은 의미가 있다.

[표 3.9] 대만 통제기준과 한국 토양오염우려기준

구 분		대만 (mg/kg)		한국 (mg/kg)		
		일반지역	식용작물 재배지역	1지역	2지역	3지역
비소 (As)		60	60	25	50	200
카드뮴 (Cd)		4	10	4	10	60
크롬 (Cr)	총크롬	250	250	-	-	-
	6가크롬	-	-	5	15	40
구리 (Cu)		400	200	150	500	800
수은 (Hg)		20	5	4	10	20
니켈 (Ni)		200	200	100	200	500
납 (Pb)		2,000	500	200	400	700
아연 (Zn)		2,000	600	300	600	2,000

### 3.3.2 제도적 시사점

#### 가. 부지용도 구분

대 만	부지용도에 관계없이 법적기준을 통일적으로 적용
-----	---------------------------

대만은 전국에 걸쳐 오염원이 분포하고 있음에도 불구하고, 부지용도에 관계없이 토양오염 법적기준을 통일적으로 적용하고 있다. 식용작물 재배농지에 대해서만 총 39개 항목의 토양오염물질 중 5개 중금속 항목(Cd, Cu, Hg, Pb, Zn)의 농도기준을 따로 정하고 있을 뿐이다. 지하수의 경우에도 식수원보호구역과 그 외의 지역으로 구분하고 있다. 우리나라에서 그간 연구되어 온 외국의 사례들을 보면, 주거지, 비주거지, 상업 및 산업시설, 지하수수질보전지역 등으로 실질적인 토지의 이용 형태에 따라 간단하게 구분하고 있어, 부지용도 구분이 그다지 세분화되어 있지 않다.

우리나라의 지목별 관리방법에 따라 발생되고 있는 문제점들을 보면 아래와 같다. 특히 정확기준이 다른 필지가 경계를 같이 하고 있는 경우는 정확 후에도 잔류 농도가 인접부지에 영향을 미칠 수 있다는 점에서 매우 불합리하다고 할 수 있다.

- 현재의 토지용도가 공부상의 지적과 다른 경우
- 정확기준이 서로 다른 필지의 경계가 맞닿아 있는 경우(예 주유소와 주택, 철도 상부/인접 상업시설, 도로 인접 주거지역, 농지인근 공장 등)
- 독립된 부지 내에 정확기준이 다른 다수의 지목으로 구성되어 있는 경우(공장 부지 내에 주거시설 또는 구거 등) 등

도시지역에서 토지개발사업에 의해 정확사업을 하는 경우는 대부분 용도 변경이 전제가 되는 경우가 많다. 현재의 지목에 근거하여 정밀조사를 수행하고, 향후 용도를 감안하여 정확계획을 수립해야 하는 불편도 따른다. 토양오염에 의한 인체건강 위해가 급성 위해보다는 만성적 위해로 전제되어 있다는 점을 감안할 때, 부지의 개념을 보다 넓게 확장한 관리로 개선하여야 할 필요가 있다. 정밀조사 및 정확명령은 기존의 방법대로 필지별 토지소유자에게 통보하면 큰 혼란은 없을 것이다. 기존 정확부지와 의 형평성 문제는 이미 우리나라가 지역구분을 몇차례 개정하여 온 경험이 있으므로, 이를 참조하면 될 것이다.

토지를 용도별로 구분하자면 ‘국토의 이용 및 계획에 관한 법률’에 의한 토지이용계획을 활용하는 것이 국가적으로 통일성을 기할 수 있다. 모든 필지의 토지이용계획은 토지이용규제정보서비스를 이용해 쉽게 확인 가능하다. 심도 있는 연구를 통해, 부지용도를 보다 포괄적이고 실용적으로 구분하는 방법으로서의 개선 검토가 바람직하다.



## 나. 농지의 법적정화기준

대 만	법적정화기준 적용 시, 식용작물 재배농지 중점 관리
-----	------------------------------

대만의 경우, 토지용도 구분에서 농지만을, 그것도 식용작물 재배농지 만을 구분하여 오염 관리하고 있는 것은 시사점으로 참고할 만하다. 우리나라 농지는 토양환경보전법 제3조에 의해 법 적용 예외로 되어 있다. 물론 농지법에 의해 토양개량사업으로 정화하는 경우로 제한되어 있지만, 실질적으로 토양개량사업에 의한 토양오염물질 관리가 토양환경보전법에서와 같이 강력하게 시행되지는 않고 있다. 2018년 농지면적은 1,596,000 ha로 2013년 1,711,000 ha에서 115,000 ha 감소했다<sup>39)</sup>. 5년 사이 해마다 2만 ha 규모의 농지가 감소되고 있다.<sup>40)</sup> 농지는 토양오염으로 인한 먹거리 안전문제가 최우선 과제이지만, 우량 농지 보전과 토양 질 유지를 위한 정책적 배려가 필요하다. 다른 한편으로는 우리나라의 쌀 생산량이 소비량을 크게 초과하고 있어, 논의 경우는 휴경을 통해 생산량을 조절하고 있는 상황이므로, 과다한 환경복원 비용 때문에 농지로서의 보전가치가 높지 않은 한계농지에 대한 강제적 정화정책도 검토가 필요하다.

농지법 시행령 제22조에 의하면, 농지 토양의 개량·보전사업은 중금속 등으로 오염된 농지의 토양개량이 포함되는 것으로 되어 있으나, 농식품부의 농산물우수관리기준에는 농경지의 토양이 「토양환경보전법」 시행규칙 제1조의 5의 [별표 3]에서 정한 토양오염우려기준 ‘1지역’의 중금속 기준을 초과하지 않도록 관리하여야 한다(다만, 니켈은 토양오염우려기준 적용 대상에서 제외). 토양환경보전법 측면에서는 농지 토양에 대한 오염물질의 관리의 사각지대가 발생되고 있는 것이다.

농지법에 의한 토양개량사업으로 정화하는 경우가 아닌 경우, 즉, 토양환경보전법에 의해 오염토양을 정화할 때, 대부분 농지 토지가격에 비해 월등히 높은 농지의 오염정화비용이 소요된다. 오염으로 인해 생산성이 감소된 농지의 관리방법은 환경 정책적 문제를 넘어 설 수 있다 하더라도, 최소한 관련 전문가들의 연구를 통해 농지의 오염기준, 오염농지의 처리방안, 오염농지의 복구방안 및 복구기준 등에 대한 대책이 필요하다.

## 다. 오염 모니터링

대 만	정화기준 외에 관측기준을 설정하여 모니터링을 통한 추가오염 가능성 감시
-----	---

대만은 오염 상황을 모니터링하기 위해 법적으로 관측기준을 활용하고 있다. 우리나라도 법 제정 초기에 확인기준<sup>41)</sup>이라는 제도가 있었다. 특정토양오염관리대상시설에서 오염 개연성을

39) 최근 5년 사이에 감소한 농지면적은 여의도 면적의 397배에 해당한다.

40) 한국농정신문(<http://www.ikpnews.net>), 2019.04.15일자

41) 토양환경보전법 제정 초기에는 정화기준이 없어서 확인기준을 정화기준으로 하는 경우가 있었음, 정화기준이 제정

파악하기 위한 목적으로 활용되었다. 그러나, 정화기준으로 우려기준이 설정되면서 실용적 의미가 상실되었다. 특정오염관리대상시설에 대한 누출검사 제도가 있기는 하지만 저장시설 또는 배관이 땅속에 묻혀 있거나 땅에 붙어 있어 누출 여부를 눈으로 확인할 수 없는 시설에 한정되어 있다. 현재의 오염 확인제도가 토양시료 채취에 의한 농도분석 결과에 의한 방법을 채용하고 있기에 불확실성이 클 뿐만 아니라 비용도 많이 소요되는 방법이다.

특정토양오염관리대상시설 뿐만 아니라, 우리나라에서 오염 빈도가 가장 높게 나타나고 있는 주유소의 오염관리방법을 모니터링에 의한 오염 관측으로 전환하는 것이 바람직하다. 우리나라에서도 관측기준을 설정하여, 오염유발 가능 시설이 있는 부지에 관측정을 설치하여 관리하면, 상시 오염상황의 확인이 가능하여 오염예방 효과도 매우 클 것이고, 매번 정기검사 시에 반복적인 시료를 채취해야 하는 불편과 제한된 지점에서 시료를 채취함으로써 인한 불확실성도 감소시켜 주어 실질적인 토양오염관리에 기여할 수 있을 것이다. 관측정이 설치되면, 부지 소유자 또는 관리자가 취기, 기름띠, 지하수 색깔 등에 대한 이상 여부를 감시하도록 하고, 토양 오염도 조사기관이 관측정을 정기적으로 확인 점검하여 이상이 있는 경우 지하수 시료를 채취하여 분석하도록 하면 오염 확인이 매우 효율적으로 이루어질 것이다.

우리나라에서는 토양오염이 부지 내에서 정화될 때, 정화토는 대부분 부지내에 되메움 된다. 정화기준을 만족하는 정화토도 잔류농도의 지하수 수질에 대한 영향이 관찰되는 경우가 많다. 용해도 및 이동성이 높은 오염물질은 시간경과에 따라 정화완료 부지로부터 외부로 유출될 가능성이 있다. 정화완료부지에는 관측정을 설치하도록 의무화하고 일정기간동안 사후모니터링을 반드시 실시하여 신고하도록 하는 것이 바람직하다. 부지 관리자가 정부의 토양지하수관리 시스템에 모니터링 결과를 직접 등록하도록 하는 것도 방안이다. 시스템을 통하여 이상 유무를 직접 지자체에게 통보하게 하면 실시간으로 관리가 가능할 것이다.

## 라. 민간부지 위해성평가 확대

대 만	민간부지에 위해성평가 적용
-----	----------------

대만과 우리의 가장 큰 차이점은 한국은 토양오염물질의 농도 관리 정책임에 반하여, 대만은 부지 위주의 정책을 시행하고 있다는 것이다. 우리나라 토양오염우려기준 및 토양오염대책 기준에서 제시되고 있는 오염물질의 토양오염 판단기준은 외국의 자료를 수집·분석하여 우리의 토양오염기준을 설정한 것으로서 우리의 인체 및 환경독성평가에 의한 농도기준이 아니라는 지적이 있다(환경부, 2003). 농도관리 위주의 정책은 위해성평가에 의해 정화목표를 설정하는 방법보다 비용 측면에서 비효율적일 수 밖에 없다.

되어 확인기준은 의미가 없어짐(우려기준의 40%), 토양환경보전법 시행령(1996.01.06.) 제8조제3항제4호

우리나라가 국유지 또는 환경부 및 지자체가 시행하는 정화사업에 제한적으로 위해성평가를 활용할 수 있도록 되어 있는 반면에 대만은 법적 정화기준의 완화를 골자로 하는 위해성평가를 민간분야까지 확장하여 활용하고 있다. 외국의 경우를 보더라도 위해성평가 제도가 얼마나 합리적이고 효율적인 방법이라는 것을 알 수 있다. 우리나라에서도 민간분야까지 위해성평가의 확대적용이 되어야 할 것이다. 이를 위해 지금부터 대만 사례 등을 참조하여 제도 시행에 필요한 것들을 하나씩 준비하는 것이 필요하다. 우리나라는 아직 위해성평가 사례가 매우 적어, 실무를 수행할 수 있는 평가기관의 숫자와 관련 전문가의 수가 매우 제한적이다. 그러므로 통일된 방법으로 평가를 수행하여 평가기관에 따라 크게 차이가 나는 결과가 발생되지 않도록 해야 한다. 대만의 위해성평가 매뉴얼은 약 200쪽에 달하는 분량으로 되어 있다. 위해성평가 방법 매뉴얼 작성, 위해성평가보고서의 검증 방법 및 검증위원 선정 및 검증위원회 운영방법 등을 마련하고 시범사업을 통해 절차와 방법을 다듬는 것이 필요하다.

#### 마. 대만의 중금속 위주 모니터링

대 만	오염감시를 위한 관측에 중금속 항목만 적용
-----	-------------------------

대만 관측기준의 토양 오염물질은 중금속에 한정되어 있는 반면, 우리나라에서 정화대상으로 가장 높은 빈도를 보이는 오염물질은 TPH와 BTEX이다(한국환경경산업기술원, 2019). 대만은 공장들의 산업폐수 배출에 의한 토양오염이 많아 중금속 오염의 모니터링 필요성이 더 높은 것으로 생각된다. 우리나라에서 관측기준을 설정한다면, 과거의 오염사례를 보다 정밀하게 분석하여, 오염빈도가 높은 물질을 중심으로 설정하는 것이 합리적이다.



## 제4장

# 한국과 대만의 오염토양 정화완료 부지 활용사례

### 4.1 한국 오염토양정화 완료부지 활용사례

#### 4.1.1 대규모 오염부지 정화 및 개발

##### 가. 공공분야: 구) 장항제련소 주변지역 토양정화사업

충남 서천군에 위치한 구)장항제련소는 1936년부터 1989년까지 운영되었으며, 제련소 운영 과정에서 배출된 대기오염물질 등으로 주변 토양 및 농작물 오염에 대한 민원이 지속적으로 제기되었다. 한국 정부에서는 2008년 국무총리 주재 국정현안정책조정회의와 차관회의에서 오염 부지를 매입하여 문제를 해결하기로 하고, 2009년 7월 정부합동으로 관계부처 협의를 통하여 오염부지 매입 및 정화, 매입 토지 이용방안을 골자로 하는 “토양오염개선 종합대책”을 수립하였다. 이후 중금속 오염지역(1,154,484 m<sup>2</sup>)에 대하여 정부와 장항제련소가 오염기여율에 따라 정화비용을 분담하여 1차 구역(농경지 및 거주지 226,000 m<sup>2</sup>, 2012~2015) 및 2차 구역(매입지 928,700 m<sup>2</sup>, 2016~2019)로 나누어서 정화사업을 수행하였다.

- 구) 장항제련소 주변 오염토양개선 종합대책(2009.07.)

주요 내용	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 제련소반경 1.5 km 이내는 국가가 매입하여 토양정화 후 토지이용계획을 수립하고, 1.5~4 km 구간은 매입 없이 정화사업만 추진</li> <li>• 비매입구역 오염토양 우선 정화 추진</li> </ul>
지원	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 부지매입: 국가 80 %, 지자체 20 %</li> <li>• 토양정화: 국가 72.5 %, 관련기업 27. %(국가와 관련 기업간 오염기여율에 따라 분담)</li> </ul>
관계기관	기획재정부, 행정안전부, 지식경제부, 환경부, 국토해양부, 충청남도, 서천군

1) 사업개요

가) 오염 현황<sup>42)</sup>

- 오염부지: 충남 서천군 장암리 장항제련소 일원(면적 1,123,673 m<sup>2</sup>)
- 오염원인: 장항제련소 운영과정에서 배출된 중금속
- 오염항목: As, Cd, Cu, Pb, Ni, Zn
- ※ 최고농도(mg/kg) : As 492, Cd 14, Cu 3,857, Pb 2,097, Ni 181, Zn 963
- 오염토량: 704,602 m<sup>3</sup>(오염면적: 1,123,673 m<sup>2</sup>)

구분	오염면적(m <sup>2</sup> )	오염토량(m <sup>3</sup> )	비고
비매입구역	225,784	206,172	굴착정화('12.11.~'15.11.)
매입구역	897,889	498,430	굴착정화 572,463 m <sup>2</sup> ('16.01.~'19.12.) 위해성평가 : 송림숲 325,426 m <sup>2</sup> - 위해성저감조치('16.07.~'19.07.)



[그림 4.1] 구장항제련소 정화사업 구역도

나) 정화 방법 : 토양세척법, 위해도 저감조치(식물정화법)

- 정화기준 : 우려기준 “1지역”

42) 구장항제련소 주변지역 토양오염 개선 종합대책(안), 2009, 관계부처합동

다) 정화 기간 : 2009년~2023년

라) 정화 비용 : 약 3,960억 원

2) 추진 경과

일자	내용	비고
2007.05.~06.	지역주민의 환경피해 주장 및 대책요구 (오염실태조사, 주민이주대책, 건강영향조사, 농산물 수매 및 보상)	주민비상대책위원회
2007.07.~11.	주변지역 오염조사(183 m <sup>2</sup> ) 결과 전 지역 토양오염우려기준 초과 및 농산물(쌀) 오염기준을 초과	
2007.12.11.	LS니꼬동제련(주), LS산전(주)에 토양오염정밀조사명령 처분 → 해당기업은 토양정밀조사명령 취소 청구소송	서천군
2007.12.~ 2008.01.	서천군에서 중앙정부차원의 대책수립 건의 (07'12. 지식경제부,환경부, 농림수산식품부/ 08'1. 청와대)	
2008.06.	관계부처 합동 TFT 및 국장급 협의체 구성	민간협의체
2009.07.	구)장항제련소 주변지역 토양오염 개선 종합대책 수립	환경부
2015.04.	매입구역 토양정화 추진(제련소 반경 1.5 km 이내)	
2015.12.	정화업체 선정(매입구역 1, 2, 3 공구)	
2016.01.	매입구역 토양정화사업 착수	
2016.01.	위해성평가 공고·공람(1차) 및 주민 의견서 접수	
2016.03.	위해성평가 검증위원회 개최	
2016.05.	위해성평가 수정 공고·공람 및 주민 의견서 접수	
2016.09.	위해도 저감 조치를 위한 업체 선정	
2016.06.~	매입구역 1-3공구 토양정화설비 현장 설치 및 운영 위해도 저감 조치 실시설계(2016.10.~2017.09.)	

3) 부지용도 및 재이용 계획

- 오염부지 지목: 농경지, 주거지
- 재이용부지 지목: 주거지
- 재이용부지 활용계획: 토양환경산업단지 조성, 학교용지, 국립생태원 등 검토 중



[그림 4.2] 구장항제련소 위해도 저감조치(송림숲 일대)



## 나. 민간분야 : 달천광산 환경복원사업

울산 달천광산은 삼한시대부터 철광석 생산지였으며, 1906년 4월부터 2002년 9월까지 철광석과 사문석을 채취하여 온 유비철석(비소를 함유한 철광석)광산이다. 2003년 1월 달천광산 토양오염 관련 언론보도가 나오자 울산광역시에서 울산보건환경연구원에 의뢰하여 2003년 2월과 2003년 4월~6월 2차에 걸쳐 광산지역내 18개 지점에 대하여 토양오염실태조사를 실시한 결과 비소, 아연, 니켈 등의 중금속이 토양오염우려기준을 초과하였다. 이에 울산광역시에서는 토양환경보전법 제15규정에 따라 토지소유자인 성우종합건설(주)와 비엔지스틸(주)에 토양오염방지 조치명령을 함으로써 달천광산 환경복원사업이 착수되었다.

### 1) 사업개요

#### 가) 오염 현황

- 오염부지: 울산광역시 북구 달천동 산 20-1 일대(면적: 396,700㎡)
- 오염원인: 철광석 및 사문석 광산으로 인한 오염(2002년 9월 폐광)
- 오염항목: 중금속(As, Zn, Ni 등)
- 오염토량: 2,350,000 m<sup>3</sup>

#### 나) 정화 방법

- 오염부지 정화방법: 부지내 정화(차수벽 설치, 복토, 토양세척)
- 정화기준: 토양환경보전법 “가 지역(1지역)” 우려기준 이하

다) 정화 기간 : 2004년 04월~2009년 03월


라) 정화 비용 : 650억 원

### 2) 추진경과

- 2002.12.13.: 광산지역 토양(3개소) 중 비소, 아연 기준치 초과 (북구청)
- 2003.01.30.: 달천광산 토양오염 언론보도(YTN)
- 2003.02.19.: 1차 토양오염 실태조사 실시(울산시)
- 2003.04.02.: 오염토양 복원명령(울산시→토지 소유주)
- 토양정밀조사: 2003.04.~2004.03./ 토양복원실시 : 2004.04.~2005.03.

- 2003.04.24.: 2차 토양오염 실태조사 실시(울산시)
- 2003.05.27.: 토양오염정밀조사 착수
- 2003.06.17.: 조사계획 설명회 개최(울산환경운동연합 회의실)
- 2004.03.25.: 조사결과 및 복원계획 설명회(달천광산 현장)
- 2004.09.: 달천광산 대책위원회 구성
- 2005.01.: 달천광산 지역 아파트 건설 인가(울산시)
- 2006.08.: 2006년 8월 복원계획 일부 변경(광미와 오염토양 분리 처리)
- 2009.01.~2010.12.: 지하수 관측정 사후 모니터링

### 3) 환경오염정화<sup>43)</sup>

	위치	울산광역시 북구 달천동 산 20-1 일대
	개발	1906년
	폐광	2002년
	면적	396,700 m <sup>2</sup>



[그림 4.3] 울산 달천광산개발 구역별 오염토량

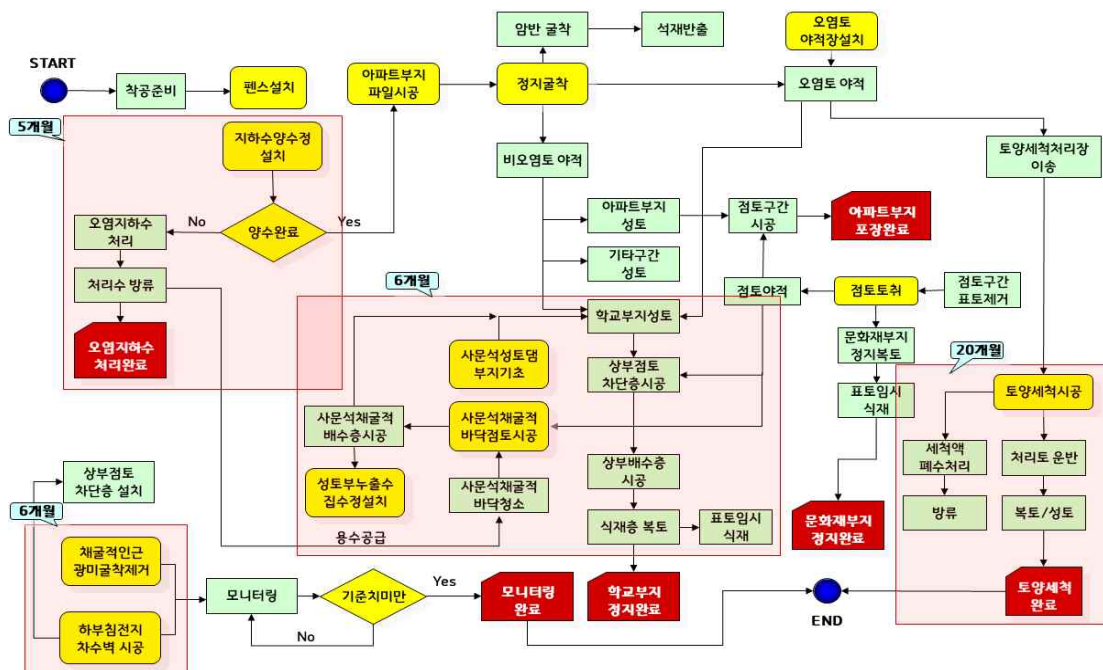
43) 농업기반공사, 2004, 달천광산 부지복원 기본계획

가) 부지복원 설계

- 기본설계 : 차폐를 통해 오염물질 이동경로를 차단하여 위해성 최소화
  - 정밀조사결과, 중금속 기준치 초과는 지질특성에 기인
  - 비소 등의 토양오염물질이 안정된 형태로 보존되고 있어 실질적인 위해가 낮음
  - 광미는 실트내지 점토 범위의 입경으로 토양환경보전법에서 제시한 정화공법 적용 불가
- 매체별 부지환경복원 방법

광 미		토 양		지하수	
지중처리	굴착제거	굴착제거	굴착제거	광미장 내 층적지하수	암반지하수
차단벽 설 치	이 동	이 동	이 동	양수처리	무처리
차폐	부지내 성토	부지내 성토	토양세척	사용제한	사용제한
차폐	차폐	차폐	수처리	사용제한	사용제한
모니터링	모니터링	모니터링	성토재활용	모니터링	모니터링

• 부지복원 공정도

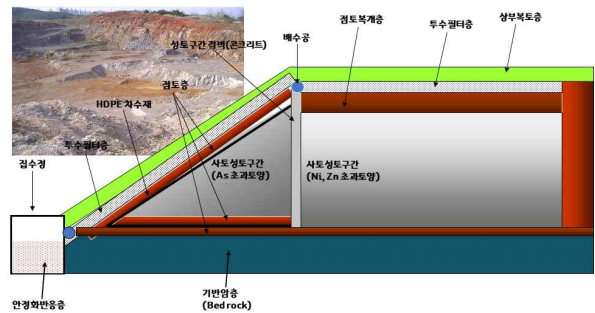


나) 부지복원 및 토양정화 공법

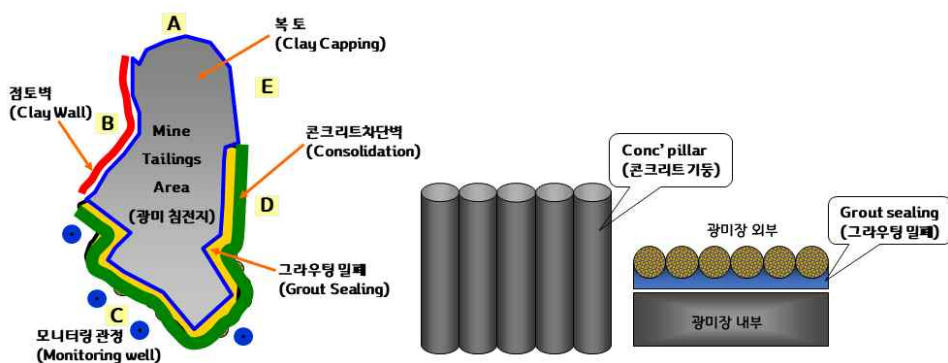
- ① 광미침전지: 차수벽 설치
- ② 성토구역: 차폐시설
- ③ 토양세척공법



[그림 4.4] 토양세척플랜트



[그림 4.5] 성토지역 차폐시설



[그림 4.6] 광미침전지 차단벽 설치

#### 4) 사후관리 모니터링

- 복원사업 완료 후 3년간 토양 및 지하수의 비소 노출여부를 모니터링하고 결과 공개
- 정화책임자의 3년 모니터링 완료 후에는 지역주민 자체에서 모니터링을 지속할 수 있도록 지역주민단체에 모니터링 비용 공탁

#### 5) 주요 성과

- 2004년 수립된 오염토양정화계획은 광산 활동 과정에서 발생한 '광미'(광산활동 부산물의 일종)는 아파트 인근 매립장에 차수벽, 차폐막 등을 설치해 매립하고, 오염토양은 세척해 유해성을 제거하고 난 이후 매립하는 방법으로 오염부지 정화 완료
  - 부지내의 광미담내에 존재하고 있었던 광미는 토양정화방법으로 정화가 불가능한 물질로서, 굴착 제거되어야 하는 광미 토양 매립을 위해서는 별도로 매립지를 건설하여야 하나, 개발 사업자는 매립지 조성에 필요한 시간과 비용 문제로 개발타당성을 확보할 수 없는 상태였음
  - 오염부지의 개발이 진행되지 않으면, 개발부지와 경계를 같이하고 있는 인접 아파트와 신축 중인 아파트 거주 주민들의 환경 피해가 예상되고, 흙물로 남아있는 광산 잔해로 인해 주민의 안전 문제와 경관상의 문제도 심각하게 대두되는 상황이었음
  - 개발사업자의 장기에 걸친 소통노력과 해당 지자체 및 지역 주민들의 신뢰로 방치될 수 밖에 없었던 오염부지를 재이용하게 된 성공적 사례

#### 6) 민원사례

##### 가) 토양 및 지하수 비소 오염 관련 주요 논란

- 비소 발암성
- 주변지역 오염현황 파악 및 대책
- 건강역학조사

##### 나) 해결

정화책임자가 12개월간 동안 수행한 토양·지하수 정밀조사 결과를 토대로, 약 1년여에 걸쳐 시민단체 및 지역주민협의회와 수 차례의 주민설명회를 통해 조사결과 및 복원계획을 투명하게 공개하면서 개발계획을 진행하여 오염부지를 성공적으로 개발

- 달천광산 및 주변지역 비소오염 대책위원회 구성  
(울산시청, 울산시의회, 북구청, 시민단체, 주민대표, 전문가 및 시행사 18명으로 구성)
  - 개발부지 및 주변지역 생태조사를 통한 오염영향 조사 실시<sup>44)</sup>
  - 토양 및 지하수내 비소 독성 확인을 위한 존재형태 정밀조사 실시<sup>45)46)</sup>
  - 위해성평가 실시: 위해성평가전문기관(ERM, 영국지사)
  - 광산 근로자 및 지역주민 대상의 중금속 인체영향조사 실시
  - 천곡지구 주변지역 조사 실시: 오염토(약 13,000 t)는 복원대책에 포함하여 처리

### 7) 정화완료 후 부지이용 현황

- 오염부지 지목: 광산(임야)
- 재이용부지 지목: 주거용지
- 재이용부지 활용: 대규모 주거단지(아파트), 학교(초,중,고)
- 재이용관련사업자: 현대산업개발(주)



[그림 4.7] 개발 전



[그림 4.8] 개발 후

44) 동의과학대학 환경과학연구소, 2004, 울산달천광산 생태환경조사, 농업기반공사

45) 울산대학교, 2004, 중금속의 지화학적 거동특성 전문조사, 농업기반공사

46) 부경대학교, 2004, 광화대 지질특성 전문조사, 농업기반공사

### 4.1.2 공공분야 오염부지 정화 및 개발

#### 가. 국방부: 창원 구)39사단 사령부 부지 토양정화사업

경남 창원시는 도시개발을 위하여 1955년부터 주둔하던 육군 39사단(부지 130만 m<sup>2</sup>) 이전을 추진하였으며, 함안군 일대 506만 m<sup>2</sup> 부지에 병영시설, 주거복지시설, 교육훈련장을 지어 국방부에 기부하는 기부대양여<sup>47)</sup> 방식으로 2015년에 이전을 받았다. 이전받은 부지에 약 7,000가구 대규모 아파트 단지 및 상업시설 개발사업을 추진하는 과정에서 부지 내 토양 및 지하수 오염에 대해 의문을 제기하는 환경단체(NGO)의 반발에 부딪혔다.<sup>48)</sup> 이에 따라 창원시에서는 민관협업체계를 구성하고 토양·지하수오염조사, 정화과정 및 검증을 지역사회에 공개하고 오염부지 정화를 완료하였다.<sup>49)</sup>



[그림 4.9] 사업대상지 및 오염분포 (적색: 유류, 녹색: 유류·중금속, 파란색: 중금속)

#### 1) 사업개요 <sup>50)</sup>

##### 가) 오염현황

- 오염부지: 창원시 의창구 중동 53 일원(면적 1,154,667 m<sup>2</sup>)
- 오염원인: 지하유류탱크, 드럼야적장, 사격장
- 오염항목: TPH, Pb, Cu, As, Zn, Cd, PCE, B, X
- 오염토량: 183,367 m<sup>3</sup> (오염면적 312,874 m<sup>2</sup>)

47) 국유재산법, 국방·군사시설사업에 관한 법률, 국방대체시설 기부채납에 따른 양여사업 훈령에 의거하여 사업시행자는 대체시설(부지+건축물)을 조성하여 기부하고 국가는 사업시행자에게 기존 부지(국유지)를 양여하는 방식

48) 한겨레, “옛 39사단터 오염...아파트 분양 말라”, 2016.04.25일자

49) 경남도민일보, “39사단 터 오염 정화 완벽했다”, 2018.10.30일자

50) 창원시/(주)유니시티, 2018, 구)39사단 토양정화과정과방법 백서

[표 4.1] 구)창원39사단 부지오염현황

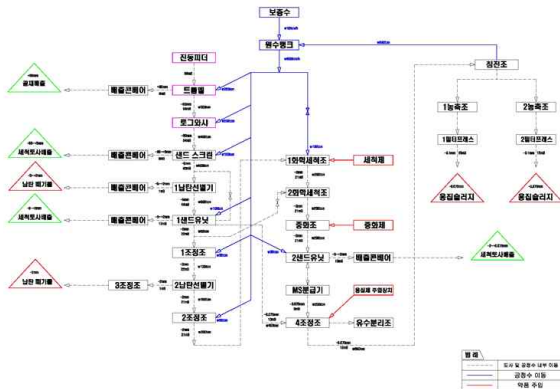
석유류		중금속		석유류·중금속	
오염면적(㎡)	오염토량(㎡)	오염면적(㎡)	오염토량(㎡)	오염면적(㎡)	오염토량(㎡)
59,248	74,163	248,627	107,566	4,999	1,636

나) 정화방법

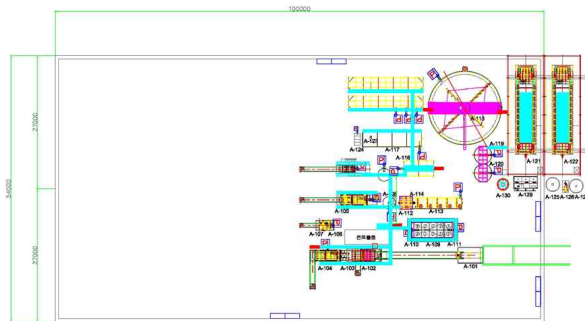
- 오염부지 정화방법: 부지내정화(토양세척법)
- 정화기준: 우려기준 “1지역”

[표 4.2] 구)창원39사단 정화기준

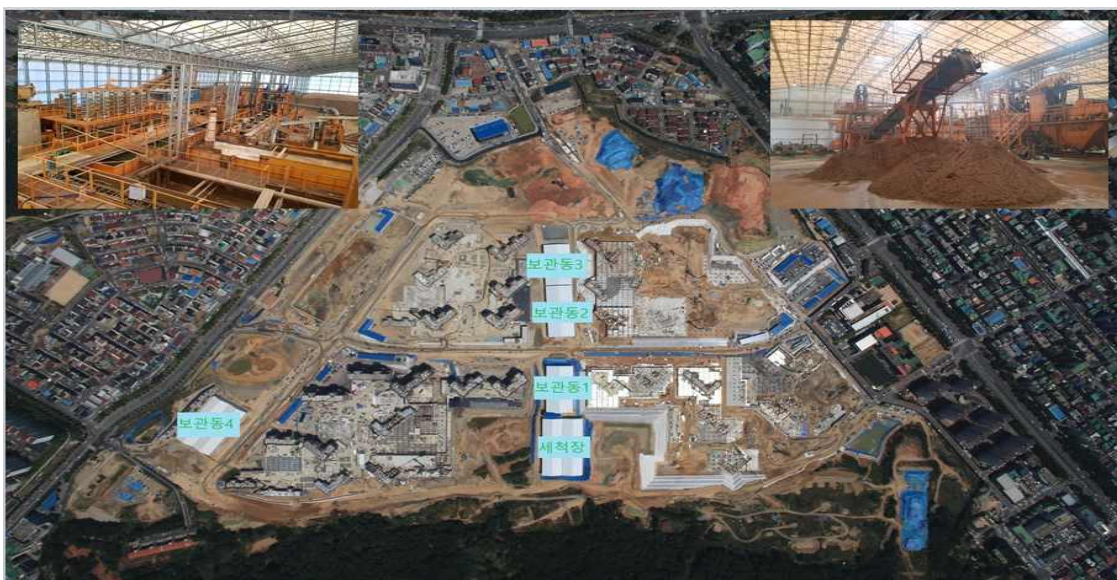
구분	Cu	Pb	Zn	Cd	As	TPH	PCE	B	X
정화기준(mg/kg)	150	200	300	4	25	500	4	4	15



[그림 4.10] 토양세척 공정도



[그림 4.11] 세척장치 위치도



[그림 4.12] 토양정화시설 배치도



다) 정화기간 : 2016년 01월 22일~2018년 06월 30일

라) 정화비용 : 450억 원

## 2) 추진절차

일자	내용	비고
2008	국방부와 창원시 부대이전 합의각서 및 협정서 체결 <sup>51)</sup>	지자체내 전담부서 신설
2010~2011	기본계획 및 실시계획 승인(국방부)	
2015.03.	부대 이전	
2014.12.~ 2015.11.	구)39사단 부지의 토양환경평가 - TPH(29,912 mg/kg), 중금속(32,673 mg/kg)	
2016.1.23.	토양정화명령(의창구 → 창원시(부대협력과))	
2016.04.	민관협의회 발족(10명) <sup>52)</sup> - 전문가, 환경단체, 시민연대, 시의원, 시청, 사업관리단	
2016.05.17. ~ 07.12.	1차 토양정밀조사 - 오염면적 : 27,510 m <sup>2</sup> , 오염토량 20,303 m <sup>3</sup>	우선분양 아파트단지 1,2블럭
2016.06.14. ~10.14	2차 토양정밀조사 - 오염면적 : 68,141 m <sup>2</sup> , 오염토량 45,832 m <sup>3</sup>	3,4블럭, 중앙공원
2016.10.24. ~17.01.18	3차 토양정밀조사 - 오염면적 : 114,076 m <sup>2</sup> , 오염토량 35,070 m <sup>3</sup>	북면사격장
2016.10.31. ~17.9.25	4차 토양정밀조사 - 오염면적 : 11,369 m <sup>2</sup> , 오염토량 5,834 m <sup>3</sup>	1차, 2차, 5차 제외 나머지 지역
2017.10.31. ~18.01.12	5차 토양정밀조사 - 오염면적 : 59,092 m <sup>2</sup> , 오염토량 10,478 m <sup>3</sup>	영내 사격장
2016.07.~ 2018.06.	토양정화 시행 - 정화공법 : 토양세척법	
2018.10.	민관협의회 해산 <sup>53)</sup>	

## 3) 민관협의회 구성 및 운영

- 명칭: 구)39사부지 토양오염정화 관련 민관협의회
- 목적: 오염토양 현황 분석, 정화과정, 정화결과 검증 등의 과정을 공개적이고 투명하게 하기 위한 목적으로 구성
- 구성: 총 10명(창원시 1명, 창원시의원 2명, 전문가 2명, 마산창원진해환경연합 2명, 창원물생명시민연대 1명, 건설사업관리단 1명, 유니시티 1명)

51) 경남일보, “39사단 함안 이전 24년만에 마무리”, 2015.06.24일자

52) 천지일보, “창원시 “옛 39사 부지 토양환경평가, 정화조치명령 받았다”, 2016.07.19일자

53) 연합뉴스, “60년 주둔 창원 39사단터 토양오염 정화 마무리...백서발간”, 2018.10.29일자

- 주요 추진 활동
  - 1차 회의('16.04.28.): 운영규정 의결 및 위원장, 부위원장, 간사 선출
  - 2차 회의('16.05.03.): 조사의 신뢰성 확보를 위해 복수의 조사기관 참여
  - 3차 회의('16.05.11.): 신규 조사지점 추가
  - 6차 회의('16.06.15.): 정밀조사 착수/정화업체 선정 방법 결정
  - 8차 회의('16.07.08.): 정화업체 선정/검증기관 선정
  - 11차 회의('17.02.24.): 정화시설 현장 확인/토양정화기준 상향조정
  - 15차 회의('18.08.07.): 토양오염정화 완료('18.06.) 확인

#### 4) 부지용도 및 재이용 계획

- 오염부지 지목: 군사용지
- 재이용부지 지목: 주거용지, 상업용지
- 재이용부지 활용: 대규모 아파트, 교육시설, 교육시설
- 재이용관련사업자: (주)유니시티(6개 건설회사가 컨소시엄 형태로 참여한 특수목적법인)



[그림 4.13] 개발 후 전경

### 나. 국토교통부: 한국토지주택공사(LH) 국유지 개발사업에 따른 토양정화<sup>54)</sup>

국유지는 크게 국·공유지를 의미하는 국가 또는 지자체 소유의 토지로서, 국유재산법과 공유재산법에 근거하여 취득, 운영 관리되는 국유지 재산은 그 용도에 따라 행정재산과 일반재산으로 구분된다[표 4.21].

[표 4.3] 국유지 종류 및 유형

구분	중분류	주요 내용	유형
행정 재산	공용재산	국가(지자체)가 직접 사무용, 사업용 또는 공무원의 주거용으로 사용하거나 대통령령으로 사용하기로 결정한 재산	-청사, 관사, 교정시설, 군부대 시설
	공공용재산	국가(지자체)가 직접 공공용으로 사용, 사용 결정한 재산	-도로, 하천, 제방, 항만, 댐 등
	기업용재산	정부기업(공기업)이 사무용, 사업용 또는 당해 기업이 종사하는 직원의 주거용으로 사용, 사용하기로 결정한 재산	-우체국, 상하수도, 공여개발사업 등
	보존용재산	법령의 규정 또는 기타 필요에 의해 국가재산으로서 보존이 필요한 재산	국보, 중요문화재, 기념물 및 사적지
일반 재산	행정재산 이외 모든 국유재산(대부, 매각, 교환, 양여, 개발 가능)		

국유지의 개발은 주로 일반재산을 대상으로 국유재산법과 국방·군사시설사업에 관한 법률에 근거하여 기금개발, 위탁개발, 신탁개발, 민간참여의 방식으로 추진하고 있으며, 일반재산 외에도 특수사업 목적에 따라 개별 법률에 근거하여 다양하게 추진되고 있다. 이러한 유휴재산 시설유형으로는 폐교(폐교활용법), 철도 유휴부지, 도청 종전부지(도청이전법), 공공기관 종전부동산(혁신도시법), 미군부지 반환공여구역(미군공여구역법), 군공항 종전부지(군공항이전법), 유휴 군부대(국방·군사시설 사업에 관한 법)이 있다.

한국토지주택공사(LH)의 국유지 개발사업은 도시재생사업의 일환으로 국유재산법 제57조에 의거하여 국유지는 위탁개발사업, 주변지역은 자체 개발사업으로 시행된다. 2019년 12월 기획재정부(제6차 경제활력대책회의)에서 [그림 4.14]와 같은 국유재산 토지개발선도사업 11개소(6,932,000 m<sup>2</sup>)를 선정·발표함에 따라 한국토지주택공사에서 국유지 개발을 본격 착수하였으며, 사업의 추진절차는 [그림 4.15]와 같다. 사업대상 부지오염 확인을 위하여 사업절차 과정 중 공사시행 전 단계에서 오염도 조사를 실시하고 있으며, 이때 토양오염이 확인되면 토양환경보전법에 따라 토양정화를 완료한 후 공사를 시행하고 있다.

54) 국토연구원, 2017, 국유지의 효율적 활용을 위한 도시·지역계획 부문의 대응전략과 과제  
 토지주택연구원, 2016, 국유지를 활용한 사업화 방안 연구, 한국토지주택공사  
 조달교육원, 2019, 국유재산 관리제도 일반  
 국토연구원, 2016, 공공기관 지방이전 및 혁신도시 건설 백서




[그림 4.14] 국유지 선도사업 선정지역 현황



[그림 4.15] 사업추진절차도

1) 위례 신도시 개발사업 토양정화

개발사업	부지용도		활용내역
	전	후	
위례 신도시 	군사용지	주거용지, 상업용지	도시개발사업 추진 - 공동주택(45,257세대), 단독주택, 상업지구, 공공건축물 등

- 오염부지: 서울시 송파구, 경기도 성남시, 하남시 일원(면적 6,788,000 m<sup>2</sup>)
- 오염원인: 유류고, 사격장
- 오염항목: TPH, BTEX, Pb, Zn, Cu
- 오염면적: 49,499.2 m<sup>2</sup>
- 정화방법: 부지내정화(토양세척법), 반출정화(토양경작법)
- 정화기준: 우려기준 “1지역”
- 정화기간: 2012.12.~2017.12.
- 정화비용 : 288.6억 원

## 2) 김포 한강 신도시 개발사업 토양정화

개발사업	부지용도		활용내역
	전	후	
김포한강 신도시 	군사용지	주거용지, 상업용지	도시개발사업 추진 - 주택건설, 상업시설, 공공시설 조성

- 오염부지: 김포시 장기, 운양, 구래, 마산동 일원(면적 10,865,251 m<sup>2</sup>)
- 오염원인: 유류탱크
- 오염항목: TPH, BTEX
- 오염면적: 8,446 m<sup>2</sup>
- 정화방법: 반출정화(토양경작법)
- 정화기준: 우려기준 “1지역”
- 정화기간: 2011.09.~2012.09.
- 정화비용 : 32억 원

## 3) 강원원주 혁신도시 개발사업 토양정화

개발사업	부지용도		활용내역
	전	후	
강원 혁신도시 	군사용지	주거용지	택지조성 - 공동주택(LH 3,953호/민간 3,496호)

- 오염부지: 강원도 원주시 반곡동 일원(면적 3,595,824 m<sup>2</sup>)
- 오염원인: 사격장
- 오염항목: Cu, Pb
- 오염면적: 1,134,270 m<sup>2</sup>
- 정화방법: 반출정화(토양세척법)
- 정화기준: 우려기준 “1지역”
- 정화기간: 2012.08.~2013.02.
- 정화비용 : 2.9억 원

### 다. 산업통상자원부: 한국광해관리공단 광해방지사업(토양개량·복원사업)

광해방지사업은 2005년 제정된 「광산피해의 방지 및 복구에 관한 법률 (약칭: 광산피해방지법)」 제1호의 규정<sup>55)</sup>에 따른 광산피해(이하 “광해”라 한다)의 예방 및 원상회복을 위하여 제11조의 규정<sup>56)</sup>에 따라 시행하는 사업을 말한다.

산업통상자원부에서는 광산피해방지법 제7조 및 동법 시행령 제2조 및 제3조에 근거하여 '07년부터 5년마다 전국의 광해발생현황, 광해원인별 광해방지계획, 광해방지시설의 설치·운영 계획, 투자계획을 포함한 '광해방지기본계획'을 수립·시행하고 있다. 관련 부처(환경부, 산업통상자원부, 농식품부)는 각 부처의 업무에 따라 매년 예산을 편성하여 [그림 4.16]과 같이 사업을 추진하고 있으며, 2020년 현재 3단계 광해방지기본계획(2017~2021)에 따라 광해방지사업을 수행하고 있다.



[그림 4.16] 광해방지사업 관련 관계부처 간 업무체계<sup>57)</sup>

55) 제1조(목적) 이법은 광산피해를 적정하게 관리함으로써 자연환경을 보호하고, 모든 국민이 쾌적한 환경에서 생활할 수 있게 함을 목적으로 한다.

56) 제11조(광해방지사업의 범위) 광해방지사업의 범위는 다음 각호와 같다.<개정 2008. 3. 28.>

1. 가행광산·휴지광산 및 폐광산에서 발생하였거나 발생이 예상되는 다음 각 목에 해당하는 광해의 방지 및 훼손지 복구사업
  - 가. 광산개발 중에 발생하는 폐석
  - 나. 광물을 선광 및 제련하는 과정에서 발생하는 광물찌꺼기·광재 및 침출수
  - 다. 광물을 채굴한 자리의 붕괴 등으로 인하여 발생하는 지표의 함몰 및 지반의 균열
  - 라. 갱에서 유출되는 오염수 및 선광장에서 발생하는 오·폐수
  - 마. 광업활동으로 인한 소음·진동 및 먼지
  - 바. 그 밖에 광업활동에 의한 산림 및 토지훼손(토양 및 농경지오염을 포함한다)
2. 폐광산에서 사용하지 아니하고 있는 시설물·자재 등의 철거 및 처리
3. 가행광산·휴지광산 및 폐광산에 대한 광해방지시설의 설치·운영 및 관리
4. 광해방지를 위한 조사(토양정밀조사를 포함한다)·연구·기술개발 및 교육
5. 광해방지에 관한 국내·외 기술협력
6. 토양오염의 개량 등 대통령령이 정하는 사항

광해방지사업의 토양개량·복원사업은 산업통상자원부에서 주관하고 있으며, 2007년부터 시행된 사업의 추진실적은 [표 4.4]와 같다. 토양개량·복원사업은 토양환경보전법 제5조4항(토양오염도 측정 등)에 따라 환경부에서 실시하는 ‘폐광산 주변지역 토양오염 실태조사’ 및 한국광해관리공단의 ‘전국광해실태조사’의 결과에 따라 [그림 4.17]의 절차로 수행된다.<sup>58)</sup>

[표 4.4] 광해방지사업(토양개량복원) 단계별 추진실적

구 분	1단계(2007~2011)		2단계(2012~2016)		3단계(2017~2021)			
	개소	예산(억원)	개소	예산(억원)	계획		2017~2019	
					개소	예산(억원)	개소	예산(억원)
대상 광산	654개		382개		365개		미확인	
사업시행지역	1,219	3,913	1,315	4,187	848	6,125	695	2,239
토양개량복원	328	887	499	1,918	404	1,820	281	869
사업진행사항	완료		완료		추진 중			




[그림 4.17] 토양오염 개량·복원사업 수행절차<sup>59)</sup>

57) 한국환경공단, 2016, 폐광산주변지역 토양오염실태조사 안내서, 환경부

58) 산업통상자원부, 2016, 제3단계 광해방지기본계획(2017~2021)

59) 한국광해공단, 2020, 사업안내/광해방지사업/토양오염 개량·복원(검색일: 2020. 5.20)

1) 광천 석면광산 토양개량복원사업<sup>60)</sup>

토양오염개량·복원사업		부지용도		비고
		전	후	
광천 석면광산		광산 주거지 농경지	태양광발전단지 주거지 농경지	- '토양개량복원사업에 따른 토지의 일시 휴경에 대한 보상(광산피해방지법시행령 제15조제6호)' 지급 -복원 완료 후 5년간 토양분석으로 추가오염여부 확인

- 오염부지: 충남 홍성군 광천 석면광산 일대
- 오염원인: 석면광산
- 오염항목: 석면
- 오염면적: 1,570,000 m<sup>2</sup>(삼림, 농경지 및 주거지)
- 복원방법: 산림(노천채굴적, 암반비탈면, 폐석장 및 노출갱구 복구공사), 석면 1 % 이상 농경지 및 주거지(토양안정화처리, 복토)
- 복원기간: 2009.12.~2017.06.
- 복원비용: 301억 원

2) 어상천 망간광산 토양개량복원사업

토양오염개량·복원사업		부지용도		비고
		전	후	
어상천 광산		농경지	농경지	-1972년, 1988년 홍수 시 폐석적치장 오염물질이 인근 하천으로 유실: 주변 농경지 오염 -2014년 전국광해실태조사 실시

- 오염부지: 충북 단양군 어상천 광산 일대
- 오염원인: 어상천 망간광산 폐석적치장 오염물질 유실
- 오염항목: 중금속(As, Zn, Pb, Cu 등)
- 오염면적: 2,430,000 m<sup>2</sup> (오염기준초과 159개소, 농산물 부적합 필지 2개, 협재 필지 2개)
- 복원방법: 토양안정화처리, 복토(객토 및 시비)
- 복원기준: 토양환경보전법 토양오염우려기준
- 복원기간: 2016.12.~2018.6.
- 복원비용: 22억 원

60) 중앙일보, “광천석면광산광해방지사업완료...자연친화적복구로‘청정국토’만들기”, 2017.09.25일자



### 4.1.3 민간분야 오염부지 정화 및 개발

#### 가. 주유소부지: 수원 권선동 유류오염부지 정화사업

##### 1) 사업개요<sup>61)</sup>

##### 가) 오염현황

- 오염부지: 수원시 권선동 1041-6번지 외 2필지
- 오염원인: 석유판매시설 저장탱크의 기름 누출
- 오염내용: 토양 및 지하수 오염

[표 4.5] 수원 권선동 유류오염부지 토양 및 지하수 오염 현황

토양			지하수		
오염면적	오염토량	오염항목	오염면적	오염부피	오염항목
562 m <sup>2</sup>	2,007 m <sup>3</sup>	TPH, X	436 m <sup>2</sup>	785 m <sup>3</sup>	TPH, B, X, Phenol

구분	토양(mg/kg)		지하수(mg/L)			
	TPH	X	TPH	B	X	Phenol
최고농도	9,780	136.8	64.5	0.0630	2.994	0.073

##### 나) 정화방법

- 오염부지 정화방법: (토양)반출정화/토양경작법, (지하수)양수처리법<sup>62)</sup>
- 정화기준
  - 토양: 우려기준 “2지역”
  - 지하수: 『지하수의 수질보전 등에 관한 규칙』 제7조 오염지하수 정화기준

[표 4.6] 수원 권선동 유류오염부지 토양 및 지하수 정화농도

구분	토양(mg/kg)		지하수(mg/L)			
	TPH	X	TPH	B	X	Phenol
정화기준	800	15	1.5	0.015	0.75	0.005

##### 다) 정화기간: 착수 후 3개월(2020년 7월 착수 계획)

##### 라) 정화비용: 약 7천만 원(설계기준)

61) 나라장터, 2020, 과업지시서, 권선동오염부지 토양 및 지하수 정화 실시설계용역(검색일: 2020.06.30)

62) 폐놀정화방법은 선정업체에서 결정 후 협의

## 2) 추진배경 및 절차<sup>63)</sup>

- 추진배경

수원시는 2017년부터 착수 한 “수원농수산물도매시장 현대화사업” 공사 과정에서 구)석유 판매소 부지오염으로 인해 공사 지연 및 인근 지역 피해가 커지자 해당 건물을 매입하여 토양 정화를 수행하고 해당 공사 진행을 계획

- 추진절차

일자	내용	비고
1991~1994	(토지주 A) 석유판매소 운영	
1994~2003	(토지주 B) 석유판매소 운영	
2003	석유판매소 운영 종료	
2003	2003년 3층 건물 신축	
2007.03.	토양오염확인	
2007~2014	토지주(A, B)에게 3차례 정화명령	
2014.05.	법원 토지주 A 무죄 판결 - 수원시에게 정화명령 취소 처분명령 - 취소사유: 토양환경보전법제정 이전(1994년)에 양도	
2019	토지주 B 정화불이행 - 수원시 해당건물 매입 후 정화시행을 위한 정밀조사 실시 <sup>64)</sup>	민·형사소송 종료
2020	실시설계 후 정화 진행	구상권 청구

## 3) 부지용도 및 재이용 계획

- 오염부지 지목: 상업용지
- 재이용부지 지목: 상업용지
- 재이용 부지 활용: 농수산물 도매시장
- 재이용 관련 사업자: 수원시



[그림 4.18] 농수산물도매시장 전경도(2021년 완공예정)

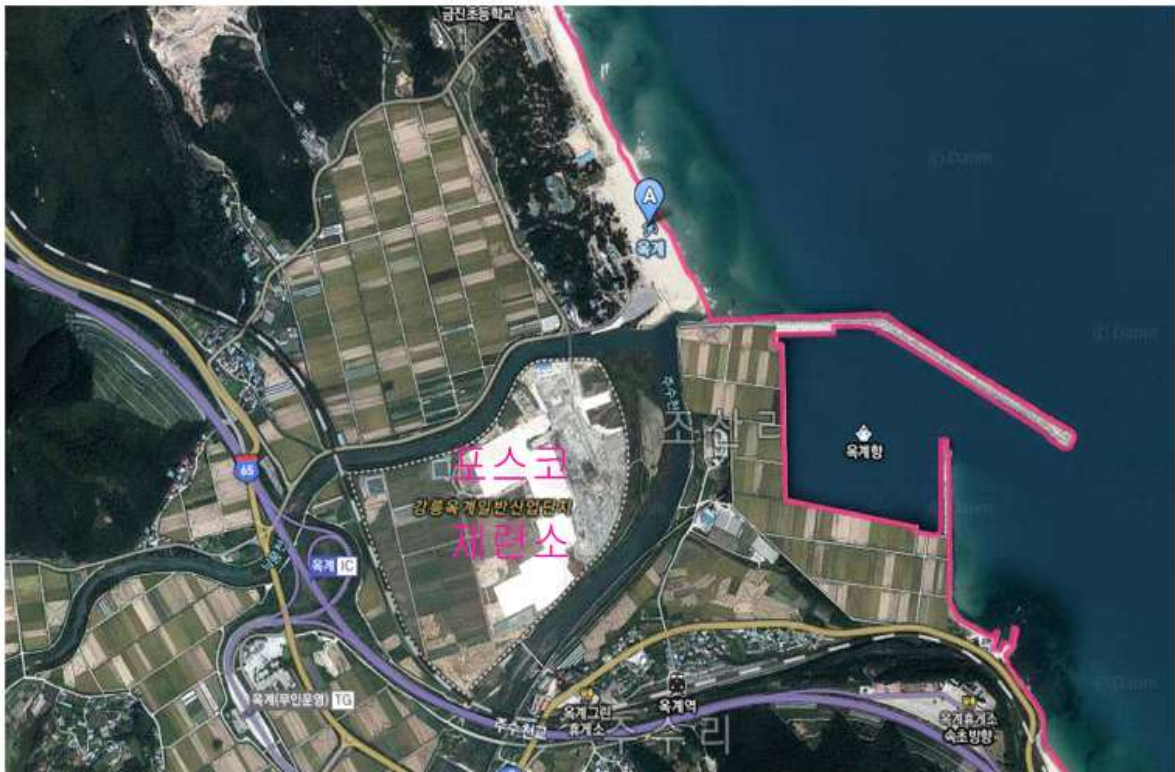
63) 수원시. 2019, 권선구 오염 발생 토지, 6월부터 정화작업; 보도자료(2019.05.28일자)

64) 토양환경보전법 제7조: 정부가 토양정화를 위해 필요한 경우 구역의 토지, 건축물 등 수용 또는 사용  
토양환경보전법 제15조: 정화책임자에 의한 정화가 곤란할 때 지방자치단체장이 오염토양 정화 실시

## 나. 산업 및 상업용지: 포스코 마그네슘 제련공장 폐놀유출 환경사고

### 1) 사업개요

본 환경사고는 2013년 6월 2일, 강릉 옥계에 위치한 포스코 마그네슘 제련공장 인근 하천 교량공사장에서 다량의 폐놀오염 신고가 접수되어 확인한 결과 2012년 2월 가동을 시작한 제련공장의 배관파손에 의한 폐놀(약 15.7 t)의 유출사실을 확인하였다. 강릉시는 토양 시료채취 및 분석결과에 따라 (주)포스코건설에게 주변지역을 포함한 공장부지의 토양오염정밀조사 명령을 내렸다. (주)포스코건설은 약 1년간의 정밀조사를 실시하고 토양 및 지하수 오염정화를 착수하였다.



[그림 4.19] 강릉 포스코 제련공장 전경

가) 오염현황

- 오염부지: 강원도 강릉시 옥계면 주수리 179-2외 38필지
- 오염원인: 석탄가스 생산시설의 순환수 저장시설 연결배관 균열
- 오염내용: 페놀 유출에 의한 토양 및 지하수 오염

[표 4.7] 포스코 마그네슘 제련공장 토양 및 지하수 오염 현황

토양			지하수		
오염면적	오염토량	오염항목	오염면적		오염항목
			Phenol	TPH	
31,419 m <sup>2</sup>	133,994 m <sup>3</sup>	Phenol, CN, TPH, BTX,	98,000 m <sup>2</sup>	114,000 m <sup>3</sup>	Phenol, TPH

구분	토양(mg/kg)						지하수(mg/L)	
	Phenol	CN	TPH	B	T	X	TPH	Phenol
최고농도	1,907	4,082	93,447	8.94	38	129	1,468	1,563.5

나) 정화방법

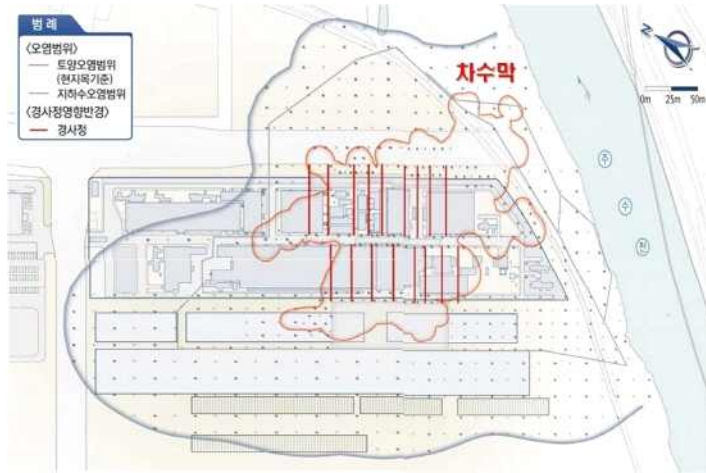
- 오염부지 정화방법
  - 토양: 부지내 정화(토양세척법, 산화처리, 토양세정법), 반출정화(고농도 오염토)
  - 지하수: 양수처리(펜톤산화) 후 5년간 지중처리(생물학적 처리)
- 정화기준
  - 토양: 우려기준 “2지역”
  - 지하수: 『지하수의 수질보전 등에 관한 규칙』 제7조 오염지하수 정화기준

[표 4.8] 포스코 마그네슘 제련공장 토양 및 지하수 정화농도

구분	토양(mg/kg)						지하수(mg/L)	
	Phenol	CN	TPH	B	T	X	TPH	Phenol
정화기준	4	2	800	1	20	15	1.5	0.005

다) 정화기간: 2014.06.~2017.11.(지하수 2014.06.~2023.03.)

라) 정화비용: 900억 원



[그림 4.21] 포스코 마그네슘 제련공장 토양오염범위 및 정화작업 전경

## 2) 추진배경 및 절차

일자	내용	비고
2013.06.02.	석탄가스 생산시설의 순환수 저장탱크 지반침하에 따른 배관 균열로 인근 토양 및 지하수 오염	환경사고(폐놀 대량 유출)
2013.07.	토양정밀조사 명령(강릉시) 및 조사 착수(포스코)	
2014.06.	오염부지 정화 착수	
2014.11.	민관 공동대책 협의회 발족 - 매월 정기회의 개최: 개선대책 수립	
2016.06.	정화변경계획서 제출 : 정화기간 연장(1년) 신청	강릉시
2017.11.	토양정화 완료 : 토양정화완료이행보고서 제출	강릉시
2023.03.	지하수정화 완료 예정	

## 3) 부지용도 및 재이용 계획

- 오염부지 지목: 산업용지
- 재이용부지 지목: 산업용지
- 재이용 부지 활용: 기존의 공장부지로 활용 예정
- 재이용 관련 사업자: (주)포스코건설

## 다. 주거용지: 구)한국철강 마산부지 토양정화사업

### 1) 사업개요

2003년에 (주)부영주택은 한국철강 마산공장 부지(249,340 m<sup>2</sup>)를 매입하고 아파트 건립을 추진하였다. 그러나 2005년 환경단체(NGO)가 공장부지에 대형주거단지 조성을 우려하여 토양오염조사를 요구하였으며 (주)부영주택에서 토양오염조사결과를 실시한 결과 중금속 등의 토양오염이 확인되었다. 이에 따라 마산시는 정화조치 명령을 하였으나 부지 내 철강슬래그의 처리방법 논란, 정화책임자 확인을 위한 법적 공방, 마산시와 창원시의 행정구역 합병 등으로 부지정화가 장기간 지연되었다. 부지정화는 최초 정화명령 5년이 지난 2012년부터 착수되었으며, 정화과정은 민간환경협약체에 공개하고 2015년에 완료하였다(창원시, 2018).



[그림 4.23] 구)한국철강 마산부지 전경 및 토양 오염도

### 가) 오염현황

- 오염부지: 경남 창원시 마산합포구 월영동 621번지 일원
- 오염원인: 철강공장 운영(철강생산)
- 오염내용: 철강생산 공정 및 철강슬래그 매립에 의한 토양 오염

[표 4.9] 구)한국철강 마산부지 토양오염 현황

오염면적 (m <sup>2</sup> )	오염토량 (m <sup>3</sup> )	오염항목 및 최고농도(mg/kg)								
		TPH	Zn	Cd	Cu	As	Hg	Pb	Ni	F
249,340	694,995 (슬래그 577,016)	52,554	251,339	166	1,253	58	35	1073	723	3,625

나) 정화방법

- 오염부지 정화방법: 부지내 정화(토양세척법)
- 정화기준: 우려기준 “1지역”

[표 4.10] 구)한국철강 마산부지 토양 및 지하수 정화농도

구분	토양(mg/kg)								
	TPH	Zn	Cd	Cu	As	Hg	Pb	Ni	F
정화기준	500	300	4	150	25	4	200	100	400



[그림 4.24] 구)한국철강 마산부지 정화현장

다) 정화기간: 2014.01.~2015.01.(정화명령기간: 2007.09.~2015.01.)

라) 정화비용 : 310억 원

2) 추진배경 및 절차

일자	내용	비고
2005.06.	마산시 (주)부영에 토양환경평가 실시 요청	
2005.08.~10.	토양환경평가 실시 - 아연 등 6개항목 토양오염우려기준 초과	경희대학교
2006.10.	토양정밀조사 실시	서울대, 한국환경공단, 경상대
2007.09.	토양정화 조치명령(1차)	구. 마산시청 → (주)부영
2010.10.	토양정화 조치명령(2차)	
2011.10.	토양정화 조치명령(3차)	
2012.04.	환경정화사업 실시설계 보고서 제출	한국지하수토양학회

일자	내용	비고
2012.10.	오염토양정화공사 1차 연장	
2013.11.	오염토양정화공사 2차 연장	
2013.11.05.	1차 민간환경협의회 - 민간환경협의회 구성: 시공사, 시민단체, 시·도의원(11인)	- 철강슬래그 처리방안 제시
2013.11.25.	2차 민간환경협의회	- 오염토양정화계획서 협의회 검토 요청 - 현장 모니터링요원 상시 배치 요청
2013.12.02.	3차 민간환경협의회	- 검증기관 검증계획서 협의회 검토 요청
2013.12.26.	4차 민간환경협의회	- 검증기관 선정 - 검증계획서 검토 의견 제시
2014.02.18.	5차 민간환경협의회	- 오염토양정화계획서 자료제출 및 설명
2014.04.25.	6차 민간환경협의회	- 검증기관 변경 - 정화계획서 제출 승인
2014.05.	오염토양정화공사 변경계획서 제출	
2014.07.15.	오염토양정화 사업현장 주민공개	
2014.11.	오염토양정화공사 3차 연장	
2015.01.	토양정화 이행완료보고서 제출	

### 3) 정화관련 소송<sup>65)</sup>

#### 가) 정화조치명령 처분취소 소송

- ① 한국철강, (주)부영이 마산시를 상대로 정화조치명령 처분취소 청구
  - 창원지방법원 2008.12.18. 판결: 청구 기각
- ② 한국철강, (주)부영 제1심 판결에 대한 항소
  - 부산고등법원 2009.06.26(주부영) 및 07.10.(한국철강) 판결: 항소 기각
- ③ 한국철강, (주)부영 대법원 상고
  - 대법원 2009.12.24. 판결: 상고 기각

#### 나) 위헌법률심판 제청 신청

- ① 「토양환경보전법」의 토양오염관리대상시설 정의 규정 및 정화책임조항에 대한 위헌법률심판 제청 신청

65) 한국법제연구원, 2012, 토양정화책임 관련 분쟁사례분석



- 대법원 2009.12.24. 판결: 상고기각 및 제청신청 기각

② 상기 건에 대한 위헌확인을 구하는 헌법소원심판 청구

- 헌법재판소 2012.08.23. 선고: 정화책임조항에 대하여 헌법불합치

다) 정화비용 청구 소송

① (주)부영에서 한국철강을 상대로 토양오염의 정화비용에 해당하는 280억 원의 손해배상청구

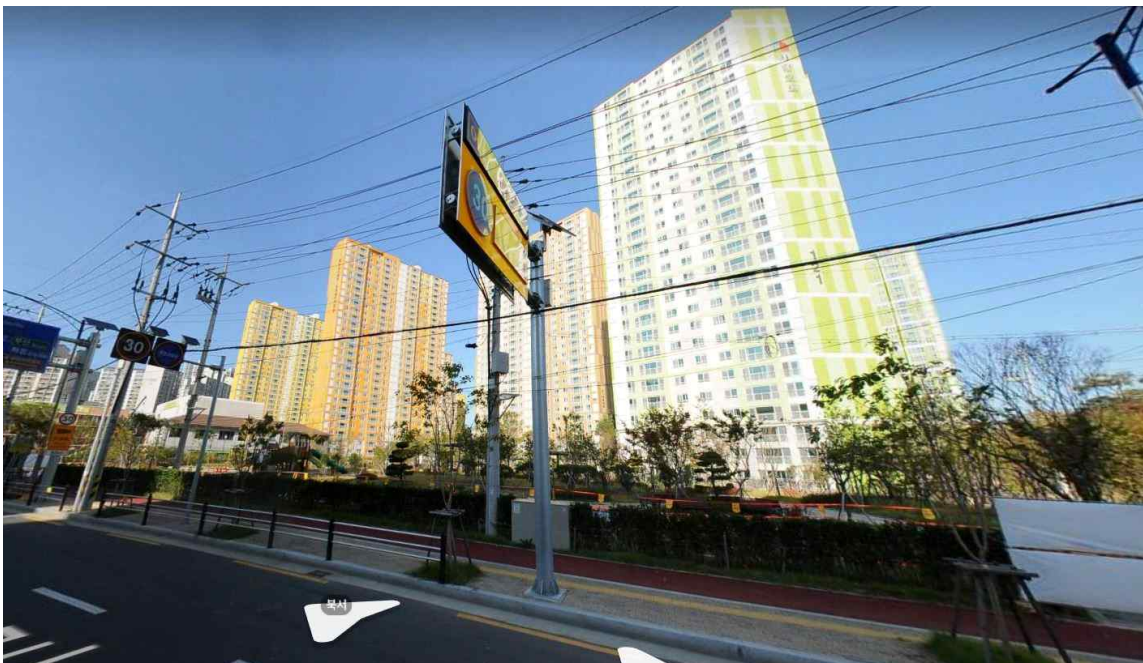
- 창원지방법원 2011.12.20. 판결: 기각

② (주)부영 제1심 판결에 대한 항소

- 부산고등법원 2011.10.11. 결정 : 한국철강은 (주)부영에게 100억 원을 지급하는 내용 조정

3) 부지용도 및 재이용 계획

- 오염부지 지목: 공장용지
- 재이용부지 지목: 주거용지
- 재이용 부지 활용: 대규모 주거단지(아파트)
- 재이용 관련 사업자: (주)부영주택



[그림 4.25] 개발 후 전경도

## 4.2 대만 오염토양정화 완료부지 활용사례

대만의 오염부지 재개발사례는 대만 측에서 자료를 제공받은 대규모 개발사례 2개 지구를 조사하였으며, 대만의 정부 또는 민간부문의 오염부지 개발 사례도 살펴보았다. 아시아신항만 오염부지 개발사업과 가오슝정유공장 개발사업의 경우, 이 두 사업은 현재 진행 중으로서, 비교적 규모가 크고 앞으로도 장기간에 걸쳐 계속될 것으로 보인다. 대만금속광업 사례는 위해성평가에 의해 대규모 면적의 오염관리를 위한 노력이 이루어지고 있는 곳으로서, 사업 과정의 기술적, 사회적 논의에 대한 추가 연구도 우리에게 많은 시사점을 가져다 줄 수 있을 것으로 본다. 이 사업들은 진행과정에서 향후 용도를 감안한 정화방법과 정화비용 측면에서 끊임없는 논의와 검토가 이루어질 것으로 예상되므로, 지속적인 교류를 통해 사업과정과 정화방안에 대한 모니터링이 이루어지는 것이 필요할 것으로 생각된다. 이번 연구에서는 대만에서 특히 문제가 되고 있는 농지 중금속오염 대책에 관한 내용을 소개함으로써, 우리나라에서 구체적인 방향을 아직 마련하고 있지 못한 농지 오염대책에 대한 참고자료로 활용될 수 있도록 하였다.

### 4.2.1 대규모 오염부지 개발사례

#### 가. 아시아신항만 오염부지 개발사업(Asian New Bay Area, Kaohsiung)

##### 1) 개요

가오슝항은 대만의 남서부 해안에 위치한 대마에서 가장 큰 규모의 국제항이다. 대만 카오슝시의 신항만구는 가오슝항과 인근 가오슝지역의 재개발 지역으로서, 전체 면적이 약 600 ha에 달한다. 이 지역은 중국석유화학공업개발주식유한공사(China Petrochemical Development Corporation, 이하 'CPDC'), 포모사플라스틱그룹 등의 산업시설부지로 이용되던 곳이었으며, 개발과정에서 산업시설들이 철거되면서 심각한 토양과 지하수 오염이 확인되었다. 가오슝시 EPB는 토양 및 지하수 정화법에 의거 2016년까지 총 22개 지구 62 ha의 오염부지의 정화사업을 진행하였다. 현재는 다목적 경제무역파크로 개발 중이며, 해양문화·팝뮤직센터, 가오슝항 교통센터, 가오슝 세계무역컨벤션센터 및 가오슝 시립도서관 본관 등이 들어서면서 가오슝시의 경제중심지역으로 개발되고 있다. 이 지역의 개발은 중앙정부와 가오슝시정부 및 기업에서 출연하고 있다.

이 지역은 2014년 3월 가오슝시 EPB가 TPH 오염을 확인함에 따라, 토양예비대책지구로 지정하고, 같은 해 5월에는 2015년 6월 27일까지 오염방지대책을 강구하도록 하여 최종적으로 수정된 개선안이 2015년 12월 24일 승인되었다. 이후 현재까지 건축공사가 진행되고 있으며, 오염토양은 임시 야적지로 굴착하여 운반되고 있다. 이 지역의 개발사업은 2021년 완료될 예정이다.



[그림 4.26] 아시아신항만개발사업지구 전경



[그림 4.27] 사업지구 오염현황(적색 : 등재지역, 녹색 : 해제지역)

이 지역의 개발과정에서 시당국은 정부 및 토양정화기업 관계자, 학계 전문가와 일반 시민들을 대상으로 전시회와 세미나 등의 행사를 통해 브라운필드 개발 및 오염부지 재이용을 홍보하고 있다. 이를 통해 가오슝의 오염정화사업을 세계적으로 홍보하고 진흥시키려는 목적도 가지고 있다.

이 부지는 공공용지와 민간부지가 혼재되어 있는 상황에서, 시정부와 인근 지자체 및 민간 기업들이 개발계획을 공유하고, 공청회 등을 거쳐 지역사회 의견을 최대한 수렴하여 재개발을 추진하고 있는 사례이다. 이러한 과정에서 환경부서는 기존 법령 하에서 부지 개발을 촉진하기 위해서는 관련 정책을 유연하게 시행할 수밖에 없다. 우리나라에서도 대규모 부지 종합개발계획이 추진되는 경우, 정책 수립의 참고가 될 수 있는 사례이므로 관련 정보를 지속적으로 수집하여 분석하는 것이 도움이 될 것으로 판단된다.

## 2) 부지별 재개발 현황

### 가) 가오슝시 첸전구 스자구역(제2소구역 555호) 부지

- 부지면적: 19,994.28 m<sup>2</sup>
- 오염물질: 중금속(As, Cr, Cu, Ni)
- 정확방법: 굴착 반출
- 부지용도: 현재 가오슝시 시립도서관
- 개발주체: 가오슝시



(a) 정화 전



(b) 정화 후

[그림 4.28] 스자구역 제2소구역 555호 정화 전·후

나) 포모사플라스틱주식회사 가오승공장

- 부지면적: 65,044 m<sup>2</sup>
- 오염물질: 중금속(Hg)
- 정화방법: 굴착 반출
- 정화기간: 2016.04.27.~2017.04.26.
- 부지용도: 개발계획 수립 중



(a) 정화 전

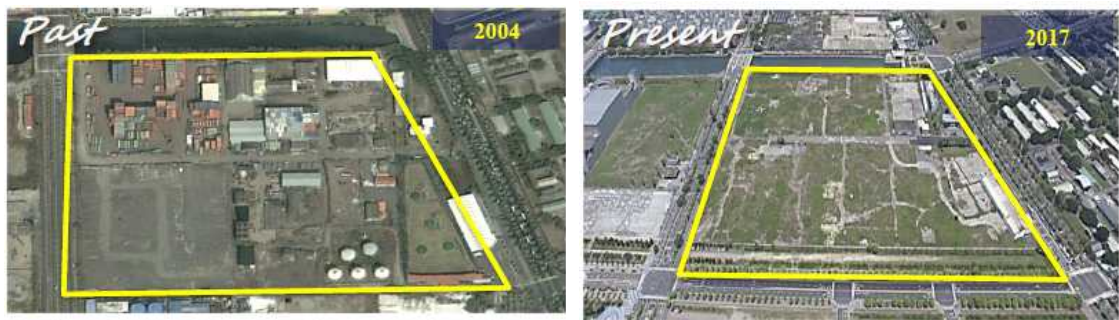


(b) 정화 후

[그림 4.29] 포모사플라스틱그룹 가오승공장 정화 전·후

다) CPDC 첸전공장부지

- 부지면적: 168,409 m<sup>2</sup>
- 오염물질
  - 토양오염: 중금속(Hg)
  - 지하수오염: 염화비닐(Vinyl chloride)
- 정화방법: 굴착 반출, 열탈착, 경화공정, 원위치 화학적산화, 혐기성 생물학적 공정
- 부지용도: 개발계획 수립 중



(a) 정화 전

(b) 정화 후

[그림 4.30] CPDC 정화 전·후

라) 포모사플라스틱주식회사 첸전공장

- 부지면적: 108,088 m<sup>2</sup>
- 오염물질: 중금속(Zn, Hg)
- 정화기간: 2009.09.~2014.10.
- 부지용도: 개발계획 수립 중



(a) 정화 전

(b) 정화 후

[그림 4.31] 포모사플라스틱그룹 첸전공장 정화 전·후

마) 스자구 420-4호

- 부지면적: 21,598 m<sup>2</sup>
- 오염물질: 유류(TPH)
- 정화방법: 굴착 반출
- 정화기간: 2015.08.~2015.10.
- 부지용도: 대형쇼핑몰



(a) 정화 전



(b) 정화 후

[그림 4.32] 스자구역 420-4호 정화 전·후

바) 링야야적운송사업소 부지

- 부지면적: 74,637 m<sup>2</sup>
- 오염물질: 유류(TPH)
- 정화방법: 원위치 화학적산화, 혐기성 생물학적 공법, 바이오파일
- 정화기간: 2015.08.10.~2018.08.11.
- 부지용도: 현 해양문화 및 대중음악 센터



(a) 정화 전

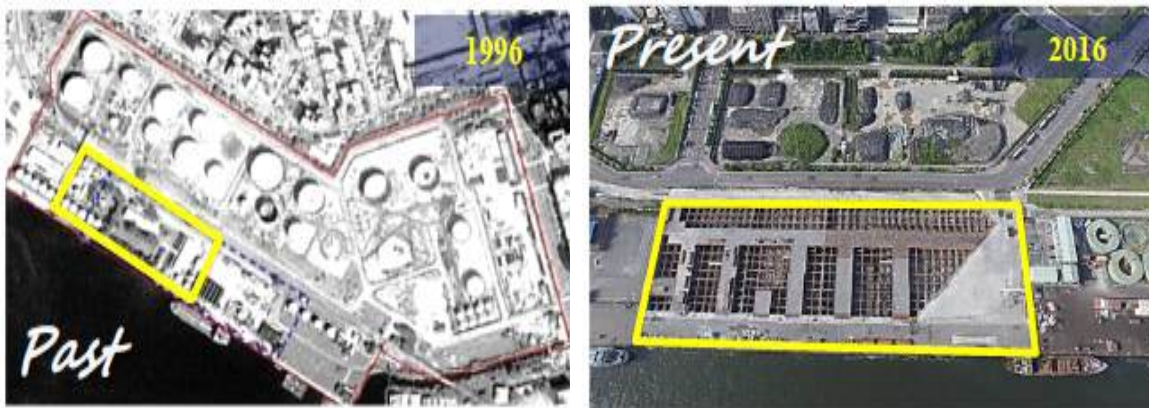


(b) 정화 후

[그림 4.33] 가오슝 항구 일대 정화 전·후

사) 가오슝항 터미널 부지

- 부지면적: 30,460 m<sup>2</sup>
- 오염원인: 유류(TPH)
- 정화방법: 굴착 반출
- 정화기간: 2016.11.04.~2019.11.03.
- 부지용도: 현재 복합기능 상업 및 무역단지로 조성 계획



(a) 정화 전

(b) 정화 후

[그림 4.34] 가오슝 항구 일대 정화 전·후

3) 추진경과

- 1999년: 가오슝시 “다목적 상업 및 무역특구” 프로그램 계획
- 2005년: 가오슝 항구 일대 재개발, 해군 부두 폐쇄
- 2006년: 가오슝 소프트웨어 기술 단지 개발
- 2007년: 드림몰 운영
- 2012년: 국제컨테이너센터 착공
- 2014년: 포모사플라스틱그룹 가오슝공장 폐쇄
- 2015년: 가오슝 시립도서관 본관 개관
- 2016년: 해안센터 1단계 완공



(a) 해양문화 및 대중음악 센터



(b) 가오슝 원형 경전철



(c) 가오슝 전시관



(d) 가오슝항 야간전경

[그림 4.35] 가오슝 일대 부지복원 후 재개발 현황

#### 나. 대만 금속광업주식유한공사 오염부지 개발사업

##### 1) 개요

대만금속광업주식유한공사(Taiwan metal mining company, 이하 ‘대만금속광업’)는 신베이시 농촌지역의 특정전용구 및 산릉지보호육성구 에 위치하고 있으며, 토지는 대만전력주식회사와 재정부 국유재산청의 공동 소유로 면적은 29필지 총 297,668 m<sup>2</sup>이다. 대만금속광업은 1971년부터 구리 정제사를 이용한 동제련을 하였으며, 공정 특성에 의하여 토양 및 지하수 오염이 발생되었다. 또한 동제련 과정에서 생성된 배가스는 표고 150m에 위치한 연도<sup>66)</sup>를 통해 공장 후면 산비탈 쪽으로 배출되었으며, 연도내 퇴적물에는 비소(As), 납(Pb), 구리(Cu)가 포함되어 추가 토양오염을 유발하였다.

대만금속광산은 1987년 폐쇄되어, 행정원은 1991년 대만금속광산과 대만제당공사의 합병을 승인하여 대만제당공사로 존속하였다. 또한, 대만전력공사는 1984년 3월 (구)대만광업공사의 동제련 관련 사업을 위탁받아, 위탁기간 중 리엔동 동제련공장에서 동선 피복제거, 정련 및 저장운반 업무를 수행하였으며, 1989년 이 회사의 리엔동 동제련공장 토지와 건물 및 설비를 취

66) 煙道(flue duct)



특하게 되었다. 대만전력공사와 재정부 국유재산청은 동 공장의 리엔동 동제련공장과 3개 연도 부지의 소유권을 보유하게 되었다.

구)타이페이현 지방정부 환경보호청은 대만 EPA 조사 자료에 의거, 2010년 3월 26일 및 4월 9일에 대만 금속광산 부지를 토양과 지하수 오염관리부지로 지정하여 공고하였다. 토양에서는 비소, 구리, 수은, 크롬, 아연, TPH, PCB가 토양오염 통제기준을 초과하였으며, 지하수에서는 비소가 지하수오염 통제기준을 초과하였다. 리엔동 공장 부지에 속한 3곳의 폐연도<sup>67)</sup>에서 조사된 중금속은 비소 104,000 mg/kg, 구리 36,300 mg/kg, 수은 107 mg/kg, 카드뮴 125 mg/kg, 납 12,300 mg/kg, 아연 2,390 mg/kg까지 높은 농도를 보였으며, TPH는 92,500 mg/kg, PCB 1.58 mg/kg로 조사되었다. 지하수에서는 중금속 비소 최고농도가 0.657 mg/L로 나타났다. 리엔동 공장부지의 토양에서 비소, 구리 및 PCB의 농도 분포는 [그림 4.35]에서 [그림 4.37]과 같았다.

이 부지의 오염행위자는 대만금속광업이지만, ‘회사법’ 제75조 및 제319조에 따라 합병이나 소멸되는 회사의 권리와 의무는 합병 후 존속되는 회사 또는 별도로 설립되는 회사가 승계한다. 따라서 오염시설이 합병 이전에 발생하였다 하더라도 현재의 승계법인인 대만제당공사가 오염에 대한 책임이 있다. 또한, 대만금속광업의 동제련 관련 업무를 수탁 받아 수행한 대만전력공사는 위탁기간 중 작업과정에서 고농도의 구리가 함유된 슬래그를 배출하여, 공장 부지의 토양 오염을 야기하였다. 인근 토양을 조사한 결과, 대만전기공사가 사용하는 특수재료인 열전도체, 전기제품 및 전압기의 가열 또는 단열시 사용되는 PCB가 통제기준을 초과하였다. 이는 대만전기공사가 수탁기간 중에 적절한 보관, 저장 및 청결유지를 다하지 못하여 주변 토양이 PCB에 오염되었다고 보았다.

대만제당공사와 대만전력공사는 공장부지 오염을 장기간 인지하여 왔으나, 인수 또는 자산이관 후에도 적극적 개선행위를 하지 않았다. 이에 따라, (구)타이페이현정부 EPB는 2011년 10월 26일자 공문(복환수자 제1001264784호)으로 대만제당공사와 대만전기공사 모두를 오염행위자로 판정하였다.

현재, 당초 공장 건물과 연도는 운영되거나 사용되지 않고 있는 상태이다. 공장 지역의 일부 공장 건물과 시설은 철거되었고, 일부 남아있는 건물과 폐연도는 철거되지 않았다. 지금은 오염지역을 표시하는 울타리 및 표지판이 설치되어 있으며, 공장 지역 내에서는 어떠한 농업 및 어업 활동은 이루어지지 않고 있다. 폐연도가 위치하고 있는 지역은 산림지 보호육성구이며, 대부분 유희 산림지이다.

대만금속광업 부지는 토지 재이용 계획을 위한 후보지로 선정되었으며, 부지의 오염현황, 자연 환경 현황, 부지 주변의 역사 및 경관 자원, 부지가 위치한 지역 개발 현황(토지 소유주, 토지 이용 구획, 사회경제적 조건, 교통 시스템, 부지 현황 조사 등)을 포함하여 토지 이용 적합성과 개발 제한 등을 고려한 계획이 검토되고 있다.

67) 용도 폐기된 연도

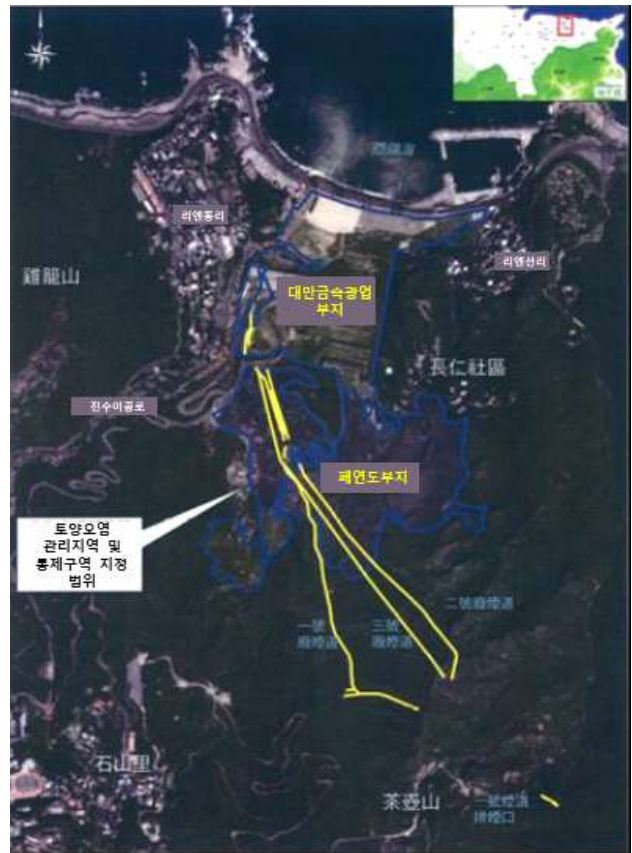
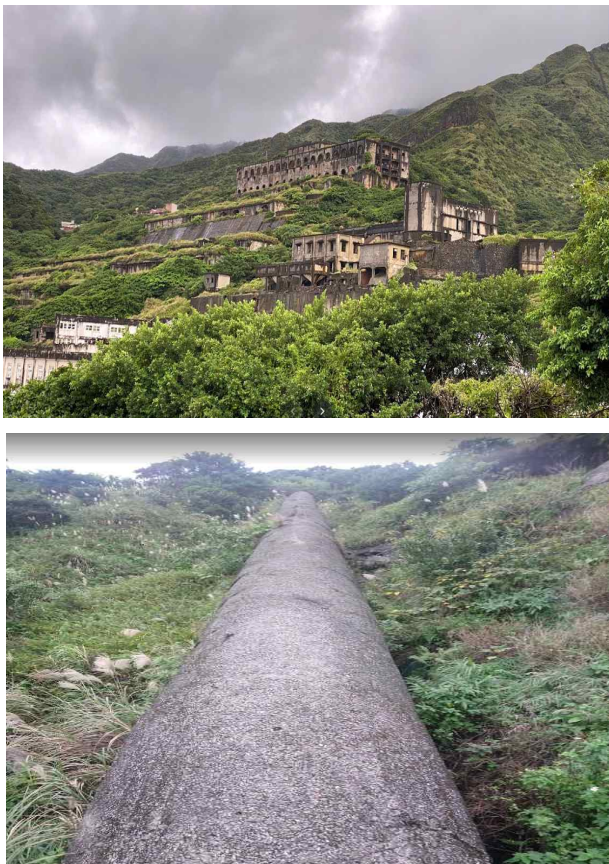
[표 4.11] 대만금속광업 공장부지 현황

주소	면적(㎡)	토지사용구분	소유자
신북시 서방구 수남동단	126,498	비도시계획구 특정전용구	대만전력공사
	30,737	비도시계획구 산릉지보호육성구	
	150,433		재무부 국유재산청

자료출처 : 서방구 지역행정사무소

## 2) 오염 현황

- 오염부지: 구)대만금속광업 리엔동 동제련공장 및 3개소 폐연도 부지
- 부지면적: 297,668 m<sup>2</sup>
- 오염물질: 중금속(비소, 구리, 수은, 크롬, 아연), TPH, PCBs



[그림 4.34] 부지전경(좌상), 연도(좌하), 부지 시설 위치도(우)<sup>68)</sup>



[그림 4.35] 토양 비소 농도 분포도



[그림 4.36] 토양 구리 농도 분포도

68) 자료 : 구글지도



[그림 4.37] 토양 PCB 농도 분포도

### 3) 부지 조사 및 처분

이 부지와 관련된 과거 오염 조사자료는 “구)대만금속광업 리엔동 동제련공장 잔류 3개 폐연도 환경영향 및 인체건강 위험평가계획서”, “폐기 공장의 토양 및 지하수 오염 가능성에 대한 제4차 조사계획서(A)”, “1998~1999년 토양 및 지하수 오염사고 대응 조사, 검증 및 기술지원 계획서”, “(구)대만금속광업 및 폐연도 3개소 지역 오염통제계획서” 등이다. 각 조사보고서 내용은 다음과 같다.

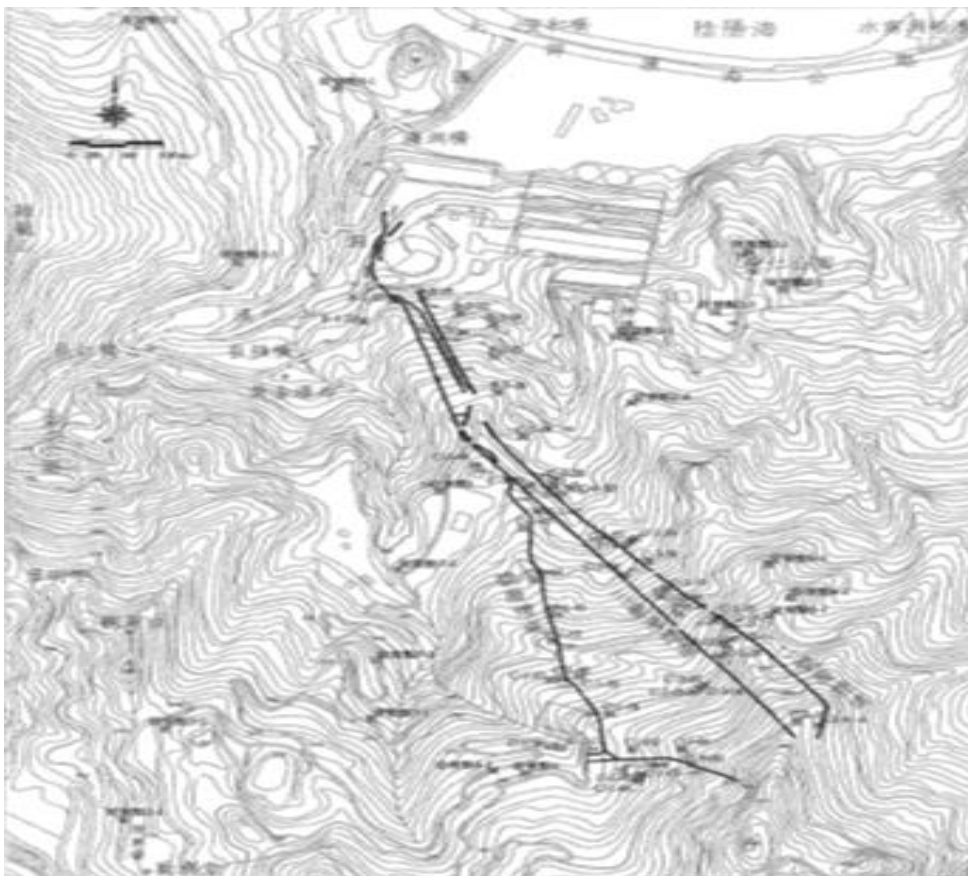
#### 가) 구)대만금속광업 리엔동 동제련공장 잔류 3개 폐연도 환경영향 및 인체건강 위험평가 계획서

이 평가계획서는 [그림 4.38]과 같은 구간 조사지점에서 타이페이현 루이팡진 수이야오동 지역의 국유지에 남겨진 폐연도에 대해 1993년부터 1995년까지 실시된 것이며, 부지 안전성 조사, 폐연도 및 연도내 잔류물 시료 채취, 토양 및 환경 매체 시료채취가 실시되었고, 아울러 오염평가가 수행되었다. 폐연도의 총 길이는 약 2,960 m로, 구역 B의 경우는 약 850 m이고 구역 C는 약 2,100 m이었다. 총 연장 중에서 폐연도 구조물의 파열 구간 길이는 약 289 m로 총 폐연도 길이의 9.8 %에 해당한다. 연도 배가스 잔류물 시료 50점 가운데, 40점의 비소 용

출량이 5.0 mg/L을 초과하므로 연도 잔류물은 유해사업폐기물에 해당된다.

문헌 자료와 통계 이론을 바탕으로 내린 이 부지의 평균 배경농도 권장 값은 110 mg/kg이며, 특정 지역 내 토양 비소의 평균 검출 농도가 권장 값을 초과할 경우, 이 지역의 토양오염은 당초 공장 운영이나 폐연도의 영향을 받은 것으로 추정된다. 조사 결과에 따르면, B 지역 내 비소의 평균값은 765 mg/kg(최소값은 167 mg/kg)으로서, B 지역 내 토양은 전적으로 폐연도의 영향을 받았다. C 지역의 비소 평균값은 1,961 mg/kg이다. C 지역의 토양도 오염 영향을 받을 것으로 추정되었다. 폐연도 지역 인근의 우판콩 계곡과 리엔동 계곡 하류는 광산 지역의 광천수의 영향을 받아 수질이 산성을 보였고, 폐연도 지역의 지하수 비소 농도는 10 mg/L 이상으로 지하수 통제기준(0.5 mg/L)을 초과하며, 이는 광산구역 지질과 광산수의 영향을 받은 것으로 보인다.

이 평가계획서는 3개소의 폐연도 구조가 현저하게 악화되고 일부분이 균열되거나 붕괴되어, 폐연도 내 잔류물 일부가 환기구를 통해 외부로 노출되거나 빗물에 의해 균열구간을 통해 유실되었음을 지적하였다. 이 공장 부지의 지형이 가파르기에, 오염물질이 토양 침식 및 지표 유출에 의해 확산되는 현상이 이미 진행되어, B, C 지역의 토양은 보편적으로 폐연도의 영향을 받아 오염된 것이 명백하다고 보았다.

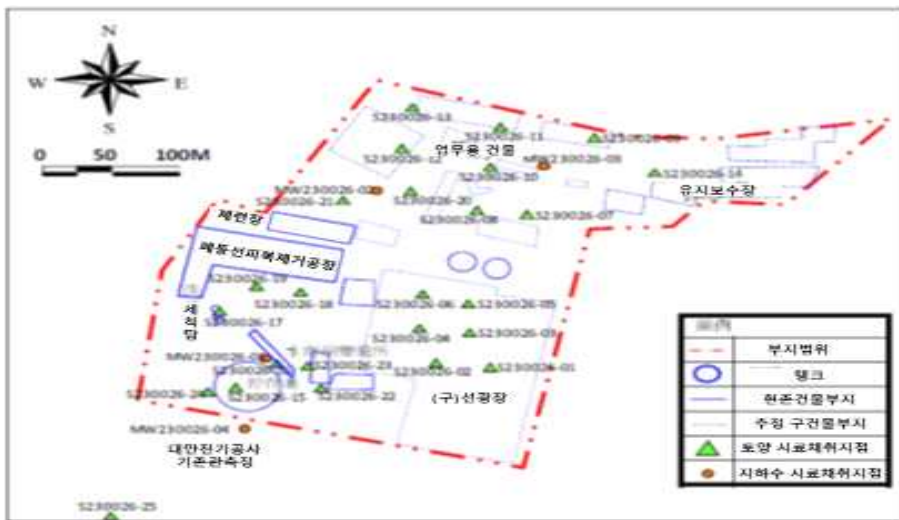


[그림 4.38] 폐연도 구간 조사지점

나) 폐기 공장의 토양 및 지하수 오염 가능성에 대한 제4단계 조사 계획서(A)

이 조사보고서에서는 2009년 공장부지 현장조사, 토양 및 지하수 시료채취와 분석을 수행하였으며, 조사 결과, 토양은 주로 중금속 비소 및 구리에 의해 오염되었고, 오염면적은 전체 공장 지역에 걸쳐 있는 것으로 확인되었다[그림 4.39]. 비소 농도는 118 mg/kg~12,500 mg/kg로 이는 토양 오염 통제기준(60 mg/kg)을 초과하여, 최고농도는 통제기준의 208.3배에 해당되었다.

제련공장 지역과 구)동제련 선광지역 부근의 비소 농도가 비교적 높았고, 구리 농도는 72.7 mg/kg~36,300 mg/kg로 통제기준(400 mg/kg) 대비 최대 90.8배 높게 나타났다. 구리 오염 분포는 비교적 불규칙하고, 공장 주변의 고농도 구리 오염 지역에서는 통제기준의 10배 이상을 보였다. 일부 지역에서는 수은, 크롬, 아연, 폴리염화비닐, TPH가 토양오염 통제기준을 초과하였다. 수은을 조사한 결과, 농도는 3.87 mg/kg~90.9 mg/kg로 통제기준(20 mg/kg) 대비 최대 4.5배 높게 나타났으며, 토양 PCB 농도는 0.027 mg/kg~1.58 mg/kg 사이로 이는 통제기준(0.09 mg/kg) 대비 최대 17.6배로 높게 나타났다. 토양 중금속 크롬, 아연 및 TPH 등의 농도는 각각 382 mg/kg (통제기준 250 mg/kg), 2,390 mg/kg (통제기준 2,000 mg/kg), 92,500 mg/kg (통제기준 1,000 mg/kg) 농도를 보였으며, 오염 분포는 국지적으로 나타났다. 지하수 조사 결과, 비소 함량은 0.657 mg/L로서 이는 제2종 지하수 오염 통제기준(0.5 mg/L) 대비 1.31배를 보였다.



[그림 4.39] 구리엔동 공장 구역 시료채취지점 분포도

다) 1998~1999년도 토양 및 지하수 오염 사고 대응 조사, 검증 및 기술 지원 계획서

이 조사 보고서는 2009년(민국 98년) 폐연도 지역의 토양 및 지하수 시료 채취 및 검사 결과이다. 연도 내 잔류물 노출 지역의 4점의 토양 시료는 비소 농도가 104,000 mg/kg로 높아,

연도 잔류물이 노출되어 토양이 비소로 오염되었음을 보이고 있다. 또한, 토양 시료에서 수은, 납, 카드뮴 및 구리도 통제기준을 초과하였다. 산업 도로 옆의 토양 시료 4점 대한 조사 결과, 토양 시료의 비소 농도는 폐연도로부터 시료채취 지점까지의 거리와 관련이 있음을 보였다. 예를 들어 폐연도 구조물 아래에서 채취한 비소 농도는 8,350 mg/kg로 조사되었으며, 폐연도 구조물 주변에서의 비소 농도는 2,450 mg/kg 이었고, 모두 토양 오염 통제기준을 초과하였다. 폐연도 구조물에서 거리가 떨어진 곳의 토양 비소 농도는 이보다 비교적 낮은 814 mg/kg 및 39.2 mg/kg로 나타났다.

이 보고서의 현장조사 결과에 따르면, 폐연도 내의 오염물질이 우수에 의해 씻겨 외부로 노출되어, 폐연도 구조물 또는 환기구 주변으로 유출되거나, 지표 유출이나 기타 요인에 의해 확산된 것으로 보았다.

또한, “과시-수이나이타이 구간 트롤리 건설공사”의 류겐정류장과 인근 나대지에서 채취한 3점의 토양 시료 분석 결과, 비소 농도가 토양오염 통제기준(60 mg/kg)을 초과하는 것으로 나타났다. 대만 EPA는 타이페이현(지금의 ‘신 타이페이시’) 환경보호국에 분석 결과를 통보하였고, 타이페이현 환경국은 2010년 3월 26일에 루이팡진 내 수이난 마을의 아래 29개 필지를 토양오염 관리지역 및 토양오염 통제지역으로 공고했다<sup>69)</sup>. 또한, 루이팡현 내 수이난 마을 필지 4-1을 지하수 통제지역으로 하고 획정지하수 지역으로 총 23개 필지를<sup>70)</sup> 공시했다(북환수자제0990017708호). 세부 오염 상황은 [표 4.12]와 같다.

[표 4.12] 부지공고 오염물질 및 오염현황

토양오염물질 항목	통제기준(mg/kg)	오염물질 최고농도(mg/kg)
비소(As)	60	104,000
구리(Cu)	400	36,300
수은(Hg)	20	107
크롬(Cr)	250	382
카드뮴(Cd)	20	125
납(Pb)	2,000	12,300
아연(Zn)	0002	2,390
TPH	1,000	92,500
PCBs	0.09	1.58
지하수오염물질	통제기준(mg/L)	오염물질 최고농도(mg/L)
비소(As)	0.5	0.657

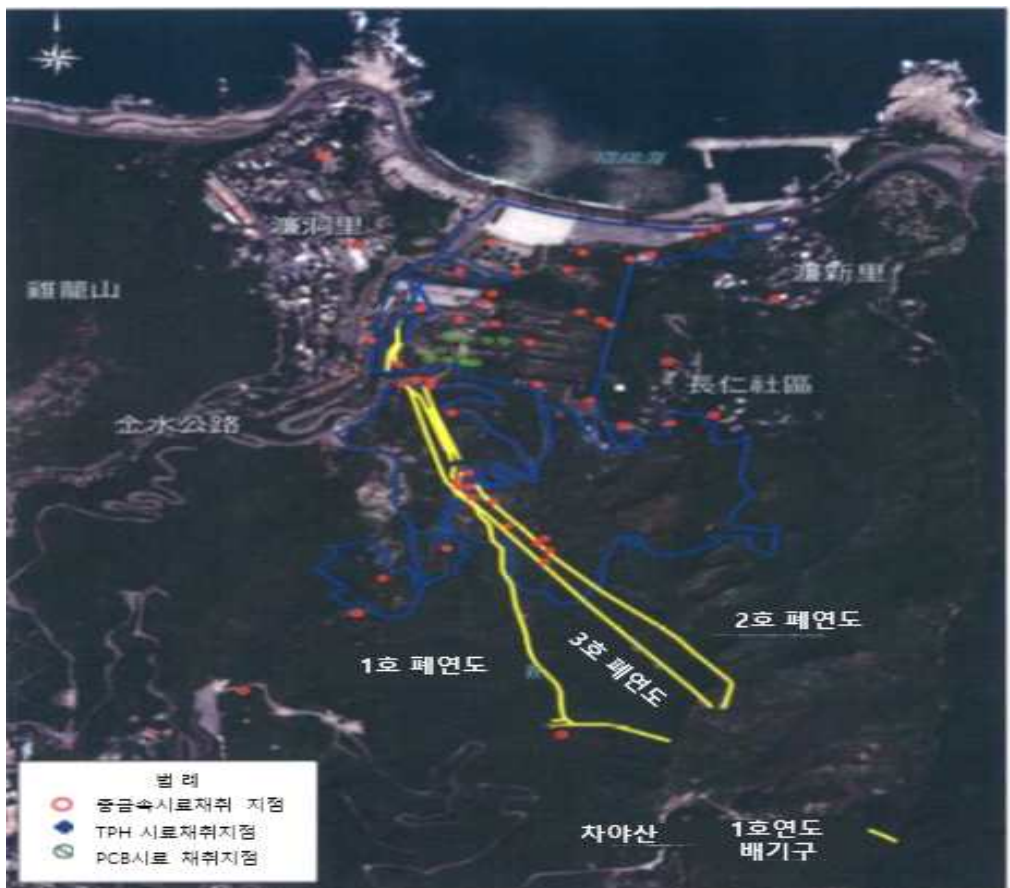
자료출처 : 토양및지하수오염정화망(<http://sgw.epa.gov.tw/public/ContaminatedSitesMap/Default.aspx>)

69) 필지 4, 4-1, 6, 20, 20-1, 20-9, 20-20, 20-25, 21, 22, 22-1, 22-2, 22-3, 22-4, 23, 24, 24-1, 25, 26, 27-1, 27-2, 27-3, 27-9, 20-12, 20-17, 20-18, 43-8, 180, 204 등

70) 4, 4-1, 6, 20, 20-1, 20-9, 20-20, 20-25, 21, 22, 22-1, 22-2, 22-3, 22-4, 23, 24, 24-1, 25, 26, 27-1, 27-2, 27-3 및 27-9 등

라) 구)대만금속광업 및 3개 폐연도 지역(부분) 오염 통제계획서

2013년에 실시한 토양조사 결과에 따르면 중금속 비소와 구리가 토양오염 통제기준을 가장 많이 초과했으며, 기타 토양오염 통제기준을 초과 한 중금속은 납, 크롬, 니켈, 수은으로 확인되었다. 비소 농도는 21.9 mg/kg~15,600 mg/kg의 범위를 보였으며, 이 중 46개 지점이 통제기준(60 mg/kg)을 초과함으로써 이 부지의 토양이 일반적으로 비소로 오염되어 있음을 나타냈다. 구리 농도는 7.34 mg/kg~10,000 mg/kg로서 22개 지점이 통제기준(400 mg/kg)을 초과하였다.



[그림 4.40] 공장부지 오염관리계획서 시료채취 지점 분포도

공장 지역에서는 총 10개의 TPH 시료채취지점을 선정하였으며, 분석 결과 각 채취 지점에서 TPH의 농도가 검출되지 않음으로써 오염이 없는 것으로 추측되었다. 다른 15 지점의 PCB 시료채취 결과 7개 지점에서 통제기준을 초과한 것으로 나타났으며 농도 범위는 0.103 mg/kg~0.20 3mg/kg로, 통제기준(0.09 mg/kg) 대비 최대 2.26배 이었다.

PCB 오염 지역은 변전소 인근에 분포되었으며, 변전소에서 비교적 멀리 떨어진 측정 지점에서는 PCB가 검출되지 않았다. 부지 외곽 배경지역에서 토양 내 중금속은 비소 및 구리가 토



양오염 통제 기준을 초과하였으나, 공장으로부터 유래된 것이 아니고, 광산지역(황, 비소, 구리 광산)이기 때문인 것으로 추정되었다. 또한, 총 8 지점의 지하수 시료를 채취하였으며, 조사결과 중금속 항목들이 지하수 오염 통제기준을 충족함으로써 지하수가 오염되지 않은 것으로 나타났다.

이 오염관리계획의 토양오염 관리 방법은 토양의 오염물질을 처리하지 않고, 건강 위험성평가 보고서의 위험 관리 대책을 기반으로 오염관리를 수행하고자 하는 것으로 토양 섭취 및 피부 접촉과 같은 노출 경로를 차단함으로써, 위험 관리를 하는 것이었다. 리엔동 공장의 일부 지역에는, 이 부지가 규제 부지임을 표시하기 위해 이 부지 4면에 펜스와 경고 표지판을 도로의 적절한 위치에 배치하고, 부지의 북쪽 임시 주차장 주변과 창렌샤 지역으로 통하는 보도에 펜스(높이 약 2.4 m, 총 길이는 550 m)를 설치하였으며, 폐연도 통로 지역에서는 폐연도 통로와 인도의 교차점에 펜스를 설치하여 주민이 진입하지 못하도록 하였다. 규제 지역을 통과하는 차도의 경우 도로와 폐연도 구역 주변에 펜스를 설치하였고, 차야산 등산로에도 경고판 및 펜스를 설치하였다. 폐연도 지역 주위에 설치한 펜스는 총 1,050 m에 이르렀고, 등산로 입구와 전망대 보도에 각각 경고판을 설치하고, 그 외의 적절한 장소에 작은 경고팻말을 설치하였다.

#### 4) 위해성 특징

현장에 대한 위해성평가 결과에 따르면, 산업 및 상업 지역 내 모든 노출 경로에 대한 총 발암 위험도는 현재 허용 가능한 발암 위험도인  $1E-06$ 을 초과하고 있으며, 또한 정확 기준으로 설정된 발암 위험도 범위  $1E-04 \sim 1E-06$ 도 초과하는 것으로 나타났다. 각종 오염물질에 대한 위해성평가의 계산 결과에 따르면 오염물질 중 비소가 발암 위험도가 가장 높으며, 그 다음으로는 납이 높은 것으로 조사되었다. 노출 경로는 산업 및 상업 지역의 6가지 발암성 위해 노출 경로 중 하나로서, 오염 토양에 의한 경로가 주요 경로이며, 다음으로는 오염된 지하수 섭취에 의한 위험도가 높게 나타났다. 토양과 지하수에 의한 노출경로와 비교할 때 나머지 노출 경로는 총 위험도에 거의 기여하지 않는 것으로 나타났다(총 위험도 비율의 0.1% 미만이다).

노출 경로는 산업 및 상업 지역의 각 노출 경로의 발암성 위험지수(Hazard Index, HI)의 합이 1보다 클 경우 발암 위험을 야기한다. PCB, 구리, 비소 및 수은의 위험 지수는 모두 1보다 크며, 주로 발암위험을 유발하는 오염물질이다. 노출 경로는 산업 및 상업지역에서 6가지 종류의 발암 위험 노출 경로가 있다. 오염 토양에서 생산된 작물, 오염된 토양과 피부 접촉, 표토 오염물질에 의한 증기 흡입의 발암 위험 값은 모두 1보다 크다. 부지 외 위험 평가 섹션에서, 노출 경로는 주거지역에서 각 노출 경로의 총 발암 위험으로서 현재 허용 가능한 발암 위험도  $1E-06$ 에 비해 훨씬 낮다. HI의 합은  $3.55E-06$ 으로 1보다 작아서 발암 위험이 없다. 따라서 부지 바깥에서 활동할 때의 건강 위험은 부지 내 활동 시 보다 낮다. 따라서 사후 위험 관리 계획은 부지 내 오염 관리와 상기에서 언급된 종류의 오염물질의 사용에 초점을 두어야 한다. 각 노출 경로는 후속 위험 관리에서 고려되어야 하는 중요한 사항이다.

## 5) 정화부지 재활용

대만금속광업 부지는 토지 재이용 계획을 위한 후보지로 선정되었으며, 부지의 오염현황, 자연 환경 현황, 부지 주변의 역사 및 경관 자원, 부지가 위치한 지역 개발 현황(토지 소유주, 토지 이용 구획, 사회경제적 조건, 교통 시스템, 부지 현황 조사 등)을 포함하여 토지 이용 적합성과 개발 제한 등을 고려한 계획이 검토되고 있다.

### 4.2.2 오염부지 개발사례

#### 가. 가오슝정유공장(Kaohsiung Oil Refinery)

##### 1) 개요

가오슝 정유공장은 대만중국석유유한주식회사<sup>71)</sup> 산하의 정유공장으로 가오슝시 난지구의 반빙산 자락에 위치한 석유정제공장으로, 약 262 ha의 면적에 3,000명 이상의 직원을 보유하고 있었다. 연간 에틸렌 생산량은 400,000톤에 이르렀으며, 대만의 중요 정유시설 중의 하나로서, 렌다공업구 및 다운스트림 공장들과 관인산 저유소 및 우차이린 저유소에 유류를 공급하는 역할을 하였다. 이 공장의 전신은 일본제국 해군 제6유류창의 가오슝 공장이었으며, 제2차 세계대전 중에 파괴되었다. 1947년 2월 이를 보수하여 생산을 재개하였으며, 크래킹공장의 5차 확장공사에 대한 시민들의 반대가 28년간 지속되다가, 2015년 11월 1일 가동이 중단되었으며, 2020년 10월 30일 공식적으로 폐쇄되었다(F+L Daily, 2020)<sup>72)</sup>.

1941년 일제 점령기에 일본제국 해군은 대만에 제2유류창을 건립하였고, 이 유류창은 신쑤 및 신가오와 함께 3대 공업구가 되었다. 가오슝 공장은 가오슝군에 위치하며, 약 5,300×2,500 피트의 면적 위에 1942년에 건설해 1944년 4월 1일 정상 가동에 착수하였다. 가오슝 공장에서는 주로 항공유, 중유, 항공 윤활유 등을 생산하였고, 유류저장시설 및 관련 시설들을 함께 제조하였다. 당초 설계는 1일 10,000 배럴 및 5,000~15,000 배럴 규모의 2개의 원유 정유시설이 계획되었고, 1944년 2개 정유시설이 완공되었으나, 타이완 공습으로 인해 일부 시설이 파괴되었다. 당초 보르네오로부터 북부지역까지 운송할 계획이던 원유 수송선은 연합군 잠수함에 의해 격침되어, 1944년 생산을 개시하였지만 여러 차례에 걸쳐 조업이 중단되자, 일본군은 민간 인력을 동원해 반빙산을 굴착하여 주요 정유시설을 은폐하려는 계획을 수립하였다. 일제가 패망한 후, 중국정부는 각종 산업을 인수하게 되었으며, 제6 정유창은 중국 해군에 관련 부속시설은 1946년 6월 1일 정부 자원위원회에 인계되었다. 자원위원회는 이후 중국국영석유공사(이하 'CPC')가 되어 시설을 보수하였고, 이때 제6정류창은 가오슝 정유공장으로 명칭이 변경되었

71) 台灣中油股份有限公司: 2007년 中國石油公司(Chinese Petroleum Corporation)의 명칭 변경, 중화민국 경제부 소속의 국영회사

72) F+L Daily, 2020, CPC's Kaosiung oil factory now officially closed

<https://www.fuelsandlubes.com/cpcs-kaohsiung-oil-refinery-now-officially-closed/> (검색일: 2020. 10.5)

다. 가오슝 정유공장의 제2증류설비는 1948년 보수되었고, 제1증류설비는 1948년 보수되어 정유 생산을 개시하게 되었다. 국민당정부가 대만으로 옮긴 후, 가오슝정유공장은 수소화탈황공장, 촉매 크래킹 공장 및 경유 크래킹공장 등을 지속적으로 확대하여 가동해 오다가, 2015년 10월 31일 정유공장이 폐쇄되었다[그림 4.41].



[그림 4.41] 가오슝 정유공장 전경

## 2) 오염 및 사고 이력

- 1983.05.: 주민이 밭에서 모기향을 피우다 기름과 가스에 점화
- 1988.08.15.: 숙소에서 흡연으로 인한 가스 폭발로 직원 1인 전신 화상
- 1996.08.09.: 제5 유류 크래킹공장의 중유필터 파손으로 반경 약 3Km에 유류가 비산되어, 공장 외부 기숙사 및 거주지역 피해 발생
- 2002.04.03.: P-37 유류저장탱크 기름 누출
- 2003.: 오염관리지역으로 지정
- 2004.06.25.: Q-102 유류저장탱크 월류(시민 항의 시작의 원인이 됨)
- 2007.07.29.: 제6 증류설비공장의 원유 분출로 화재, 동년 10.26일 제6증류공장 누유로 화재 발생
- 2007.10.26.: 제6 정유공장에서 유류 누출로 화재 발생
- 2008.01.05.: 고압분리탱크 파이프 폭발로 화재 및 직원 2인 부상(인근 주거지역 유리창 파손)

- 2012.04.06.: 새벽에 우칭 부타디엔공장 폭발로 화재는 2시간 내 진화되었으나, 가오슝시 환경방지국은 대기오염방지법에 의거 100만 NTD<sup>73)</sup>의 벌금 부과
- 2013.02.19.: 제5 파이프 내 원료가 소각탑에 인입되는 사고 발생으로 화재 발생, 가오슝시 100만 NTD 벌금 부과
- 2013.05.27.: 제2 저유황연료공장 폭발로 인근 주택 유리창 파손; 가오슝시 환경오염방지국 100만 NTD 벌금 부과
- 2013.07.30.: 제2 저유황연료공장 조정 운전 과정에서 황화수소 누출사고 발생으로 공장장 등 직원 4명이 중독되어 병원 이송
- 2014.04.25.: 연소탑으로부터 비정상 화염 및 연기가 배출되어, 가오슝시 소방서 화재 진압

### 3) 정화부지 재개발

가오슝정유공장은 76.3 ha의 공장 부지와 176.7 ha의 시설부지를 가지고 있으며, 현재는 도시계획 변경과 토양 및 지하수 정화작업이 진행되고 있다. 이 지역에서는 오랜 시간 공장으로부터 퍼져 나오는 냄새에 시달리고 있는 중에, 앞서의 사고 이력에서 보듯이 주민이 공장 부지 밖에서 사용한 불에 의해 사고가 발생하자 불안과 공포를 호소해 왔던 대만에서 가장 심하게 오염된 지역이다<sup>74)</sup>. 2002년에 발생된 P-37 유류저장탱크 파손으로 인한 누출 기름은 27,850 kg에 달했으며, 이는 140개 주유소 누출량에 해당되는 것으로 보았다. 중국국영석유공사는 지표로부터 30 cm 깊이까지의 토양만 제거하고 사고를 마무리 하였다. 가오슝정유공장 부지는 2003년 오염관리지역으로 지정되었다. 262 ha 의 면적을 차지하고 있는 정유공장은 운영과정에서 공장지역, 인접 유류탱크, 송유관 경로 및 주변 지역의 심각한 오염으로 인해 현재 까지 토양 및 지하수 오염관리부지로 지정된 총면적은 200 ha가 넘고 있다. 중국국영석유공사는 정화비용에 한화 약 4,000억 원이 소요되고 기간은 20년이 걸릴 것으로 추정하고 있으나, 일부 전문가는 최소 한화 약 1조 2,000억이 들어갈 것이라는 의견을 제시하고 있다<sup>75)</sup>.

현재 이 부지는 단계별, 구역별로 나누어 토양과 지하수 정화를 진행 중에 있으며, 정화는 2033년 완료될 예정이다. 중국석유법에 의거 부지내 6조의 송유관 제거를 위해, 2019년부터 36개 현장에서 제거 작업이 진행되고 있다. 2020년 6조의 송유관을 추가로 해체할 계획이다<sup>76)</sup>. 이미 오염부지로 등재된 지역에 대해서는 오염원인자가 긴급대응 조치계획을 제출하고, 지정된 기한내에 관리계획 및 정화계획 수행을 완료하여야 한다. 이때, 토양 및 지하수 오염방

73) 한화 약 3,945만원(1NTD)=0.035 USD)

74) 春發綠能科技有限公司, 2015, 우리나라 최대 오염부지-대만오염토지대조사 [http://www.chuenfagreen.com/tw/news/news\\_detail.php?n\\_id=27](http://www.chuenfagreen.com/tw/news/news_detail.php?n_id=27) (검색일: 2020. 6.20)

75) 가오슝해양과학기술대학교 해양환경공학과 Shen Jianquan 교수

76) 企業社會責任, 2020, 에너지자원 및 폐기물 관리, <https://www.cpc.com.tw/csr/cp.aspx?n=2849> (검색일: 2020. 6.21)

지계획은 환경 관할부서, 학계 및 전문가의 심의를 거쳐야 한다. 미등재부지에서는 유류저장고 및 주유소에 대한 유류누출 감시용 지하수 관측정을 설치하여 운영하여야 하며, 토양과 지하수 오염상태에 대한 비정상적 관측 정보가 확인되면, 즉시 오염정화 계획을 수립하여 시행하는 방식으로 이루어지고 있다. 대만의 재개발 관련 절차에 따라, 동 부지내에서 신규 공사, 추가공사, 재건축 및 철거는 대만 EPA의 동의를 받아야 한다. 아울러, 토양굴착, 퇴매움, 임시야적, 토양운반 및 지하수 양수는 환경보호국의 승인을 받아야 한다. 매우 넓은 지역에서 다양한 오염을 다루어야 하는 관계로, 오염정화가 쉽지 않아 봉쇄조치 비용을 동시에 검토하는 것이 바람직하다는 전문가 의견이 제시되고 있으나, 전반적인 비용은 예상치의 2배에 이를 것으로 추정되고 있다. 이 부지에서는 오염정화 및 그린에너지 개발을 추진하게 되면, 공장부지는 오염정화 현장견학구역, 그린에너지 개발구역, 역사적 가치가 있는 공장시설 보존구역, 자연생태 및 환경교육 공원 시설 등이 들어서게 되며<sup>77)</sup>, R&D구역, 주거 및 사업구역 및 문화재 구역 등 3개 구역으로 개발될 예정이고[그림 4.21][그림 4.22], 공장부지는 2033년에 재개발될 예정이다. R&D구역에는 ‘국제재료대학’과 ‘순환기술 및 소재혁신 연구개발구’가 들어설 계획이며, 전자는 석유화학 및 금속산업을 위한 재활용 기술 및 재료공학 분야의 인재 육성을 위한 시설로 이루어져 있다. 2020년 8월 21일 중국국영석유공사는 이 공장부지의 새 명칭인 사오슝중점특별산업구를 주거지역, 상업지역, 보존구역 및 특별산업구역으로 변경하는 도시계획변경 심포지엄을 개최하고 사업을 추진 중이다<sup>78)</sup>.

이 사례는 오염정화사업과 부지개발사업이 현재 진행 중으로서, 앞으로도 장기간 계속될 전망이다. 이 부지와 관련해 현재의 정화 기술과 비용 동원 방법에 대해 끊임없는 검토가 이루어질 것으로 보인다. 대규모 부지의 정화방안과 관련하여 우리에게 많은 시사점을 가져다 줄 수 있다고 생각되므로, 지속적인 교류를 통해 사업과정과 정화사업 방안에 대한 모니터링이 필요할 것으로 보인다.



[그림 4.42] 부지 재개발 현황



[그림 4.43] 환경교육으로 활용

77) TVBS뉴스, “2018.가오슝공장 정유공장공원으로 변신”, <https://news.tvbs.com.tw/politics/934624>, 2018.06.08 일자(검색일: 2020.07.10)

78) 경제일보, “2020.석유화학사업의 아픔/가오슝공장은 순환경제의 부활을 위해 노력”, 2020.04.04일자, <https://money.udn.com/money/amp/story/5648/4466464> (검색일, 2020.07.12)

## 나. 타이난시 중국석유화학 안순공장 오염부지 개발사업

(Tainan Anshun Plant of China Petrochemical Industry Development Co., Ltd.)

### 1) 개요

대만 중국석유화학공업개발유한주식회사(CPDC) 안순공장은 대만 타이난과학기술공업구 서남쪽에 위치하고 있으며, 타이지방국가산업지구에 포함되어 있다. (구)안순공장은 1942년 염수를 수은음극 전기분해법을 이용하여 클로르 알카리를 생산하였으며, 이 과정에서 약 2.4톤의 수은이 사용되었다. 슬러지 및 폐수와 부실한 공장 운영으로 인해 인근지역에 수은오염을 야기하였다. 클로르 알카리에 1956년에는 펜타클로로페놀(제초제)을 제조하다가, 1982년 6월 환경문제 및 경제성 문제로 공장이 폐쇄되었고, 그 결과 공장 주변에 약 5,000 kg의 나트륨 펜타클로로페놀이 잔류되었다. 오랜 기간에 걸친 우수로 인해 약 37.1 ha의 공장 부지 내 토양과 지하수가 펜타클로로페놀과 수은, 다이옥신에 의해 오염된 상태로 남게 되었다. 어업과 양식 위주의 지역경제와 푸드체인 오염에 의한 인근 주민 건강에 심대한 타격이 발생되었다. 2003년 3월 20일 타이난시는 안순공장 부지를 토양오염 관리부지로 공시하였고, 적극적으로 오염정화와 건강보호를 추진하기 위한 전담 태스크포스팀을 구성하였다. 안순부지는 2009년 정화작업에 착수하였다<sup>79)</sup>.

토양오염 조사결과 다이옥신 기준 농도의 60배를 초과한 것으로 나타났다. 이러한 다이옥신 오염으로 인해 인근 주민 300여명이 각종 암 등 질병으로 고통받았다고 주장한 사건으로, 주민들은 10년간 340백만 NTD(한화 약 137억 원)의 국가보상금을 요구하였다. 1심 판결 결과 CPDC와 경제부가 연대하여 160백만 NTD(한화 약 65억 원)을 배상해야 한다고 판시하였으며, 이는 다이옥신 오염에 대한 국가 배상 첫 사례로 기록되었다. 2심은 원심을 변경하여, 보상금을 190백만 NTD(한화 약 77억 원)로 인상하였으며, 경제부는 공기업 환경보호 문제에 대한 예방과 시정 책임이 없다고 판단하여, 국가배상 책임을 면제하였다. 대법원 판결은 CPDC가 약 400명의 피해주민에게 180백만 NTD(한화 약 73억 원)를 배상해야 한다고 판결했으며, 경제부의 보상책임은 면제하였다.

[그림 4.44]는 안순공장 부지의 전경 및 오염 지역을 나타낸 것으로, 공장 부지의 모든 시설물이 철거되어 공개된 채로 남아있다. 수은 오염지역은 해수저장 연못(SWSP), 염소-알칼리 공장(CAP), 펜타 클로로 페놀 공장(PCP), 석회 식물 지역(LVA) 및 잔디 지역(GA) 이다. 몇 년에 걸쳐 현장 조사 프로그램을 진행한 결과 토양의 수은 최대 오염농도는 9,550 mg/kg으로 조사되었으며, 퇴적물의 수은 최대오염농도는 1,410 mg/L로 나타났고, 총 수은 질량은 49톤 이상인 것으로 조사되었다. 현재까지도 오염지역의 정화가 진행 중에 있으며, 계획에 따르면 2024년 정화가 완료될 예정이다.

79) 대만 행정원 EPA 토양 및 지하수오염정화기금관리위원회, 2020, 오염부지 개요, 타이난 중석화 안순정화부지 [https://sgw.epa.gov.tw/public/introduction/introduction-03/0601-cps/cps-2\(검색일: 2020. 7.10\)](https://sgw.epa.gov.tw/public/introduction/introduction-03/0601-cps/cps-2(검색일: 2020. 7.10))

## 2) 오염 및 사고이력

- 1938년: 일본 가네가후치소다주식회사가 화학제품 생산공장 설립
- 1982년: 대만 EPB 인근해역 수은오염 조사 실시
- 1994년: 국립칭화대학이 공장부지 토양의 다이옥신 오염 발견
- 2001년: 타이난시 환경보호국 오염통제구역 지정
  - 오염물질: 수은, 펜타클로르페놀, 다이옥신
  - 오염원인: 알칼리성 염소를 생산하기 위해 이용한 수은에 의한 오염, 펜타클로르페놀과 펜타클로르페놀 나트륨(제초제) 시험 생산에 따른 펜타클로르페놀, 다이옥신 오염
  - 오염내용: 장기적인 강우로 인해 펜타클로르페놀과 다이옥신에 의한 토양 및 지하수 오염
- 2002년: 대만 EPA 오염정화부지로 지정
- 2002년: 고농도 다이옥신 및 펜타클로르페놀 오염 토양을 굴착하여 철근콘크리트 구조 저장탱크에 매립 폐쇄
- 2004년: 안순공장 인근 주민 역학조사 결과 혈중 다이옥신 농도 확인
- 2013년: 잔디, 삼림 및 식생지역과 알칼리 염화공장 부지 오염제거 완료

## 3) 정화공법

- 2009년~2014년 고농도 열처리 정화
- 2015년~현재 2단계 정화, 2024년 정화완료 목표(총 14년 정화 예정)



[그림 4.44] 현장 사진 및 오염 지역

### 열처리 시스템

안순 부지의 열처리 설비(로터리 킬른)는 2014년 11월에 설치되었다. 열처리 공법은 4단계에 걸쳐 7번의 시운전 후, 시간당 처리량 3.3톤 규모로 2017년 6월에 공식적으로 개시되었다. 2018년 4월에는 처리 능력이 시간당 6톤으로 증가되었다. 열처리 공법은 수은과 다이옥신의 낮은 비등점 특성을 활용하며, 열전도를 이용하여 오염물질의 상을 변화시킨 후 오염물질을 응축이나 흡착으로 회수하여 고온에서 분해시킨다. 오염물질을 제거하기 위한 주요 공정은 선별, 로터리 킬른의 간접 가열 및 응축으로 나뉘어진다. 그 후, 정화토는 타이난시 EPB에서 승인한 정화계획서에 따라 되메움 된다. 2019년 말 현재, 누적 정화토량은 42,426톤이다.

### 습식처리 시스템

안순 부지의 습식처리공정은 2012년 9월에 설치 완료되어 운영을 시작했다. 습식처리공정은 다이옥신 (5,000 ng I-TEQ/kg 미만) 및 수은 (200 mg/kg 미만) 오염토양의 중간 처리 기술로서 사용되었다. 오염토 처리를 위한 주요 절차는 토양 세척·선별 및 화학적 세정 등의 두 부분으로 나뉜다. 여기서, (1)정화기준을 충족한 토양은 타이난시정부 EPB의 검증 및 승인한 정화계획서에 제시된 방법대로 되메움 된다. (2)필터 케이크는 최종적으로 열처리나 다른 공법으로 처리된다. 2019년말 현재, 누적 오염토 처리량은 177,994톤이다.

### 환경 녹화 및 미관 공정

안순 부지의 오염이 제거되고, 타이난시정부 EPB가 정화에 대한 검증이 완료되면, 녹화작업이 시행된다. 삼림구역에 삼림회관을 건설하고 풀밭 구역을 임시 주차장으로 활용하는 것 이외에 염회비닐 공장구역에 종합폐수처리시설과 열처리 설비 등의 정화시스템이 설치된다.

## 4) 정화부지 재개발

CDPC 안순 공장의 토양오염 정화부지에 대한 당초 발표에 따르면, 오염 면적은 37.1 ha였다. 대만 EPA가 실시한 1994년도 조사와 CDPC가 제안한 정화계획에 따르면, 다이옥신과 수은 오염토의 최고 농도는 64,100,000 ng I-TEQ/kg 및 9,950 mg/kg으로, 총 수량은 약 500,000톤이다. 정화 작업에는 습식처리(중간 저감처리) 및 열처리(최종 처리)가 이용되며, 처리 완료 후, 정화토는 사전 승인계획에 따라 어류 양식장 패쇄에 사용된다. 1998년 이후, CDPC는 여러 지역에서 정화 작업을 성공리에 수행했으며, 2019년 말 현재, 타이난시정부 EPB에 의해 복원검증을 통과한 지역은 초지구역, 삼림구역, 단일 초목구역, 공장부지 식생구역 및 생물학적 처리 시험운영구로 나누어 개발 중이다. 정화면적 누계는 14.8 ha로서 총 면적의 약 40 %이다. 또한, 2017년 7월 5일 타이난시가 초지구역 2.7 ha는 토양오염통제부지 및 오염관리부지의 해제를 발표함에 따라 현재 토양오염 면적은 34.4 ha이다. 안순공장부지의 정화가 완료되면, 주변 관광, 종교 및 문화 시설과 함께 어울리는 상업지구 및 산업업무지구로 개발할 예정이다<sup>80)</sup>.





[그림 4.45] 정화지역 재활용 현황

#### 다. 전국 농지중금속 잠재오염조사 추진사례

(National survey of potential for heavy metal pollution in agricultural land)

##### 1) 개요

1982년 타오유안시 관인구 루주구(구 타오유안현 관인향)에서 카드뮴 쌀 사건이 처음 발생하였다. 이는 현지의 질리화학공장이 고농도의 카드뮴이 함유된 산업 폐수를 적절한 처리 없이 방출하고 이것이 농지로 흘러 들어가, 관개 수로와 농지가 오염되면서 농지에서 재배된 쌀이 카드뮴에 오염된 사건이다. 2년 후인 1984년, 타오유안시 루주구에서 질리화학공장에서 미처리 고농도 카드뮴과 납을 포함한 산업폐수 불법 처리로 인하여 종푸촌, 신싱촌 및 신장촌 등 3개 마을 농지를 오염시켰으며, 이로 인해 카드뮴 쌀 사건이 재발생하였다. 타오유안시에서의 카드뮴 쌀 사고 발생 후, 오염 사고가 창화현, 타이중시, 윈린현과 그 밖의 지역에서도 발생하였으며, 이로부터 농지 오염 문제가 대중의 관심사가 되었다. 정부의 환경 및 농정 관에서는 농업 생산을 위한 토지의 안전성을 확인하고 농지의 토양오염 분포를 파악하기 위해 즉시 토양 중금속 조사를 강화했다.

중금속은 섭취, 흡입 또는 피부 접촉을 통해 인체로 흡수되며 주로 신장과 간에 축적된다.

80) 중석화안순장정화부지, 2002, “토양및지하수오염정화법 202년 특별전, 환경보호국 안순현장 가다”  
[https://epb3.tnepb.gov.tw/cpdc/ch/01\\_news\\_page.asp?num=20201029142721](https://epb3.tnepb.gov.tw/cpdc/ch/01_news_page.asp?num=20201029142721) (검색일: 2020. 7.10)

단백질, 아미노산 및 당류의 흡수 문제를 초래함으로써 구루병과 골다공증의 간접적인 원인이 되며, 가장 잘 알려진 사례는 일본 도야마현의 진즈가와 유역에서 발생하여 지역 주민의 심각한 중독과 평생 후유증을 야기시킨 “이타이이타이병”이 있다.

## 2) 농지오염 배경(오염 현황)

지난 30년 동안, 대만은 산업과 상업이 급속하게 발전하면서 공업부지와 도시 개발은 점차 농촌 지역으로 확대되었다. 이로 인해, 무질서한 토지 이용 계획, 공공 배수 및 하수도 시설 건설 부족으로 환경오염이 발생했다. 일반적으로, 농지 오염은 공업지역 하류와 공업용지와 농지가 섞여있는 지역에 집중되고 있어, 이는 공업 부문과 농업 생산활동이 양립될 수 없다는 환경오염의 근본적인 문제를 가지고 보여주고 있다. 공장에서 발생하는 폐기물, 폐수 또는 석유 화학 산업단지에서 발생하는 매연과 먼지, 폐기물의 연소 등으로 인하여 토양오염 정도가 다양하게 나타날 수 있다. 중금속이 함유된 공장폐수가 관개용수와 함께 농지로 유입되어 관개용수의 수질이 나빠지며, 농업용수 분배에 의해 불량 수질의 관개수가 순환되는 이런 두 가지 문제가 농지 중금속 오염의 주요 원인이 되고 있다.

대만 농지의 토양 오염 사고는 주로 관개용수 수질에 의해 발생하므로, 국민의 식량작물 안전을 위하여 대만 보건부의 EPA는 1982년부터 토양오염 확인조사사업을 시작하여, 식용 작물이 재배되는 농지 토양의 오염 예방과 관리에 중점을 두어, 토양 중금속 함량에 대한 전국조사를 실시하였다. 2000년 토양오염법 시행 이후, 보건부 EPA는 과거에 농촌과 도시 지역에서 발견된 고농도 오염 잠재 농지에 대해 오염 검증작업을 실시하였으며, 2010년에는 전국의 중금속 고농도오염 잠재 농지 선별 원칙을 마련했다. 이는 농지 토양오염 확인조사를 추진해 가면서 농지 오염이 발견되면 즉시 개선 및 정화 작업을 실시하여 토양오염 방지 및 관리를 해나가겠다는 정부의 의지를 보여준 것이다.



[그림 4.46] 산업폐수에 의한 농지 관개용수 오염과 중금속 오염 작물(벼)

### 3) 농지 조사 및 처리방법

중금속에 의한 농지의 토양 오염을 파악하기 위해, 환경보호국은 1971년부터 토양의 중금속 함량을 조사하기 시작하였으며, 조사 항목은 농지 토양을 오염시킬 수 있는 비소(As), 카드뮴(Cd), 크롬(Cr), 수은(Hg), 니켈(Ni), 납(Pb), 아연(Zn) 및 구리(Cu)의 8가지 중금속을 대상으로 하였다.

조사 방법은 격자 방식을 기반으로 하고, 격자 크기는 각각 1,600ha, 100ha, 25ha, 1ha 중에서 선택하도록 하여, 총 1,024개의 격자(1,024ha)가 선별되었고, 8가지 중금속 중 구리와 아연을 제외한 6 종류 중금속이 높은 오염도를 보인 319ha가 확인되었다

토양오염 통제기준 공포 및 시행과 더불어, 대만 EPA는 2002년 319ha 농지에 대해 오염 확인조사를 실시하였으며, 2003년부터 2009년까지 지방 환경보호기관은 관할지역내 오염 가능성이 높은 농지와 개별 오염 사례에 대한 토양 조사를 실시하였다. 관측대상 농지는 2010년부터 전반적인 관리와 지속적 영농에 진입하게 되었다. 이로서 EPA는 전국 단위의 체계적인 농지 토양오염 확인 조사를 실시하고, 개별 오염농지는 지방 환경관련 기관이 사안에 따라 업무를 처리하도록 하며, 아울러 토양오염 확인에 따른 오염원 관리를 철저히 하는 등, 양면으로 농지 토양의 오염방지와 정화를 추진해 나가겠다는 방향을 갖추게 된 것이다. 조사 결과, 중금속 농도가 토양 오염 통제기준을 초과한 농지는 법령에 따라 토양오염 관리지역으로 공고되는 동시에 EPA는 농지 토양오염 개선사업을 위해 각 현(시)정부에 보조금을 지원한다.



[그림 4.47] 조사를 위한 현장방문

2010년 이후, 보건부 환경보호국은 “중금속 오염 가능성이 높은 농지에 대한 국가 통제 및 조사 계획서”을 발간하여, 과거 토양조사 자료와 영농 관행을 바탕으로 중금속 오염 가능성 조사를 위한 포괄적인 지수 평가시스템을 구축하였다. 농지 조사에서 수집 및 분석한 130,000개의 토양 조사 자료를 이용하여 “네멜로우 종합지표(N.L.Namelow)”를 오염 지표로 사용하여 평가하였다. 평가에 의하면, 약 21,000 ha의 지역에서 토양의 중금속 오염도가 잠재 고오염

수준에 도달하였으며, 주로 타오유안시, 창화현, 타이중시 및 가오슝시에 분포되어 있다. 대만 EPA는 평가 결과에 따라 농경지를 지역별로 구분하여 토양 오염 조사 작업을 진행하게 된다.

#### 4) 농지 조사 결과에 따른 후속 행정규제 조치

토양오염법 규정에 따라, 농지 토양의 오염물질 농도 조사 후, 토양오염 통제기준에 도달한 경우 아래와 같은 조치를 취해야 한다.

- 토양오염법 제12조 규정에 따라, 최대한 빨리 해당 오염 농지를 오염 통제부지로 공고하고, 후속 오염 개선 작업에 착수한다.
- 토양오염법 제15조 규정에 따라, 필요한 조치를 취하여야 한다. 즉, 표지판 또는 펜스를 설치하고, 특정 작물의 재배를 제한한다.
- 농업 및 보건 주관 기관과 함께 협의하여 토양오염으로 인해 오염되거나 오염 위험이 있는 농수산물에 대한 검사를 실시하고, 필요한 경우 농업 및 보건 주관 기관과 함께 협의하여 농수산물을 통제하거나 폐기해야 한다.

폐기된 농수산물에 대해 충분한 보상을 지급하거나 농지에 대해 특정 작물의 재배를 제한하고, 식용 작물의 뿌리 제거 및 폐기에 대한 보상은 다음과 같은 원칙에 따라 정해진다.

##### (1) 당해연도 지자체 정부 및 시가 수립하는 “농수산물, 양식제품, 축산 및 가금류의 보상 및 이전에 대한 참고 기준”

1. 벼 : 1기작은 80% 보상, 2기작은 70% 보상
2. 과수류 농작물은 할인 대상이 아니며, 실사 결과에 의거 종류와 수량 확인
3. 기타 농작물은 80% 보상

##### (2) 행정원 농업위원회가 발간한 최근 3개년의 “대만 농산물 비용 조사 보고서”의 상품가격에 따르되, 농산물 가격은 우량 기준으로 지급

농지 오염관리부지의 개선 기간 중에 농민은 영농을 중지하여 협조해야 한다. 농민 생계의 영향을 줄이기 위해, 농민이 단기 영농 중단기간 동안 생활을 할 수 있도록 공정하게 보상하여야 한다. 영농 중단에 대한 보상금은 당해연도 행정원 농업위원회가 집행하는 “유휴 농지의 녹비작물 재배 직불액 한도”에 따라 처리한다(원칙상 매년 2기작 보조).

신청 기간은 2회로 나뉘며 1기작 비용 신청기간은 매년 3월1일~3월 31일까지 이며, 2기작 신청 기간은 매년 9월 1일~9월 30일까지 이다. 해당 신청기간을 넘긴 경우에는, 다음 신청 기간 중에 보완 신청한다.



汚染農地插牌警示

오염농지표지판 설치

環保人員協助民眾辦理農地列管相關事宜

환경관리원의 농지등재업무 지원

汚染農地作物剷除銷燬

오염 농작물 폐기

[그림 4.48] 오염농지에 대한 사후처리

## 5) 농지 오염 개선 방법

대만의 현행 법적 정화 기준, 현행 기술 타당성, 농지 토양 특성과 조건, 정화비용 및 시간 관련 고려사항 등과 같은 요인에 따라, 정화 기술 선정의 우선순위는 일반적으로 토양경작법, 토양반출/객토법, 추출 제거법, 식물 추출법 및 동전기법 등이다.

토양경운과 굴착반출은 현재 중국의 농지 중금속 오염부지에서 가장 많이 사용 중인 정화 기술이다[그림 4.49]. 토양경운과 굴착반출은 정화 기술이 쉬우며 복잡한 정화 공정을 거치지 않아도 된다. 이러한 공정은 단기간에 표토 내 중금속 오염을 낮추어 주며, 대부분의 중금속 오염 농지에 적용 가능하다. 그에 반해 추출 제거법은 제한 요인이 많다. 추출액의 종류, 토양의 물리적 및 화학적 특성, 추출 환경 및 기타 조건들을 고려해야 하며, 중금속 처리 후 폐수를 회수하기 위한 폐수 처리 시스템도 구축해야 한다. 식물 추출은 국내외에서 연구되어 왔지만, 정화의 시간과 효과 때문에 중국에서 널리 사용되지 않고 있다.

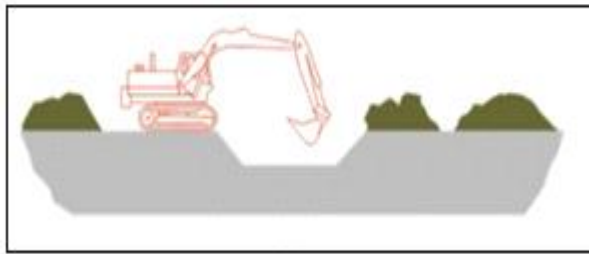
현재, 식물 안정화, 추출에 의한 오염물질 안정화와 같은 녹색정화기술<sup>81)</sup>은 아직 개발 단계에 있으며, 이러한 기술들은 더 많은 모델 현장 적용시험과 함께 세밀한 연구와 법규 개정을 거쳐 오염토 정화에 적용될 수 있을 것이다.

## 6) 농지 오염 개선 현황

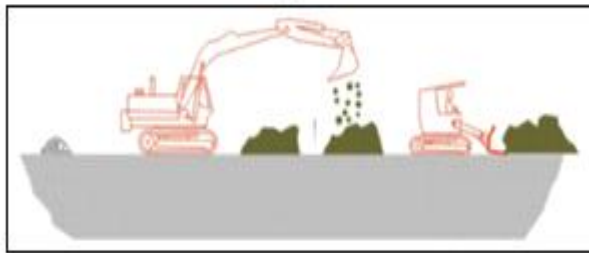
오염된 농지 개량 및 관리에 대한 자세한 내용은 EPA 환경자원 데이터베이스<sup>82)</sup>를 참조할 수 있다. 향후, 보건부는 농지를 농업용으로 복원하고 국민 식량자원의 안전을 보장한다는 목표 하에 지속적으로 지방 정부의 오염농지 조사에 대한 지원을 강화하고 최대한 조속히 오염 개선을 마무리할 예정이다.

81) green remediation

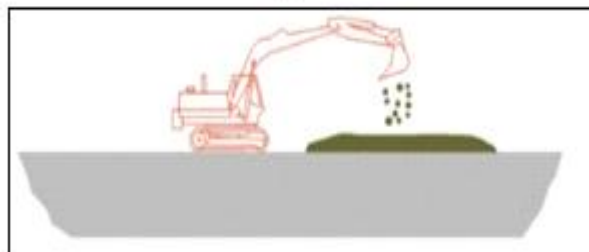
82) 행정원 EPA 환경자료실(行政院環境保護署環境資源資料庫)



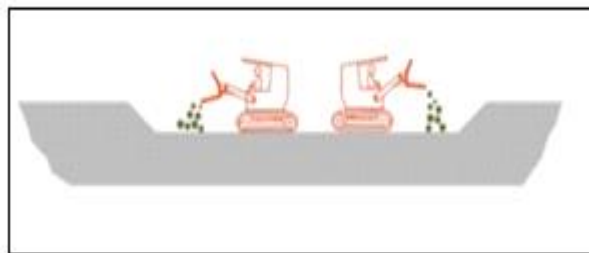
- 굴삭기를 이용, 예정심도까지 굴착, 폐기물 제거 및 풍건, 흙 쌓기



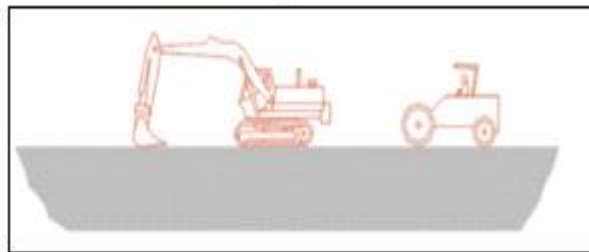
- 건조 후, 굴삭기를 이용하여 혼합, 큰 흙덩어리는 압쇄 또는 파쇄



- 희석이 설계기준 도달시까지 수차례 희석 혼합



- 되메움, 혼합과 분산효과를 위해 로더를 이용해 흙을 높이 들어 올려 수직 낙하



- 예정효과에 도달을 확인하고, 굴삭기를 이용 정지 및 다짐

[그림 4.49] 토양경운 작업절차

## 7) 향후 전망

종합조사 결과에 따르면, 오염 농지는 주로 관개수로 용수의 오염에서 발생된다. 각 부처들은 관개수의 수질을 개선하고 보호하기 위해 지속적으로 협력해 나갈 것이다. 농업위원회는 오염 방지를 위해 단계적으로 관개수로를 통한 폐수 배출을 제한하고 폐수 배출의 일몰 조항을 규정하기 위해 2013년 10월 31일 “관개수질 보호계획”을 공포했다. 그리고 규제 대상 산업폐수는 더 이상 관개 수로로 배출이 허용되지 않으며, 경제부는 농업위원회의 관개수질 보호계획에 협력하고, 농업위원회가 추진하는 수질 개선사업을 지원하며, 이 사업에는 공장 이전, 폐수 처리시설 기능 개선 및 폐수 방출 위치의 하류로 이전 등이 포함된다.

EPA는 하천수 총량 관리와 관련된 연구 개발을 담당하여, 2016년 1월 6일 “배출기준” 개정과 2016년 1월 19일 “수질오염 예방 및 규제 조치와 허가심사 관리기준” 개정·고시하였다. 주로 수역 보호·통제 필요에 따라 폐수 오염물질을 방출하고, 수역 보호 및 관리 필요성에 기반하여 특별 보호 대상 농지 수역의 수질 자료를 확보하여 규제 지역의 오염원 허가 관리를 줄이고, 타오유안시와 창화현정부가 총량규제지역을 설정하는 것을 지원한다.

창화시정부는 2016년 2월 2일 싱지에 계곡과 푸신계곡을 총량규제지역으로 공고했으며, 2018년 1월 5일 난간계곡을 총량규제지역으로 공고하였다. 신주시 정부는 2017년 8월 9일 시양산 관개구를 총량규제지역으로, 미아오리현정부는 2018년 5월 3일 팡리시를 총량규제지역으로, 타이중시 정부는 2016년 12월 23일 장쑤유안현을 총량규제지역으로 공고했다. 장화현정부는 2018년 9월 25일 통시2천, 통시3천과 파바오이천을 총량규제지역으로 수정·고시하였다.

EPA는 검경합동조사단과 협력하여 불법 전기 도금 및 금속 표면 처리 공장을 수사하고 전기도금 공장에 농토 오염 정화비용 보상을 청구했다. 보상에는 지상 식량작물 수매 및 폐기가 포함되었으며, 농지 오염 방지조치를 수립하는데 3가지 측면(오염원, 오염경로 및 오염 수용기)이 고려되었다.

향후, 농지 오염의 동태를 파악하여 오염 방지 및 관리와 보상책임을 강화하고, 토양 품질 데이터베이스를 구축, 토지 계획 및 관리 전략 협의를 위해 부처간 회의를 개최하며, 고품질 토양을 위한 지속 가능한 환경보호 메커니즘을 개발하여 각 단계의 과정을 촉진하게 된다. 이러한 관리 조치의 궁극적인 목적은 귀중한 토양자원의 지속 가능한 사용을 보장하고, 양질의 토질을 유지하며, 미래 세대에게 아름다운 환경을 전달하는 것이다.

## 4.3 한국의 정화과정 민원 사례 분석

우리나라의 토양 및 지하수 정화사업 과정에서 다양한 갈등이 나타나고 있다. 오염이 되면 막대한 정화비용으로 소요됨으로 인하여 현 시점에서 확인된 오염책임에 대한 논란이 많다. 법제10조의4 제3항은 시·도지사 또는 시장·군수·구청장은 토양정화 등을 명할 수 있는 정화책임자가 2명 이상인 경우에는 대통령령으로 정하는 바에 따라 해당 토양오염에 대한 각 정화책임자의 귀책정도, 신속하고 원활한 토양정화의 가능성 등을 고려하여 토양정화 등을 명하여야 하며, 필요한 경우에는 제10조의9에 따른 토양정화자문위원회에 자문할 수 있도록 되어 있다. 토양정화자문위원회는 시·도지사 또는 시장·군수·구청장의 자문에 응하기 위하여 환경부에 설치된다. 이외에 오염부지의 조사 및 정화과정에서 나타나고 있는 갈등을 해소하기 위해 환경부는 여러 가지 정책 추진을 계획하고 있다.

### 4.3.1 갈등형태

공공 및 민간부지 토양정화사업 사례 연구를 통해 도출된 정화책임자와 이해관계자간의 갈등은 다양하게 나타나고 있다. 본 연구에서 수집한 갈등을 형태별로 분류하여, 갈등관리 사례를 살펴보고자 한다.

#### 가. 정책 지원 필요 갈등

##### 1) 토양 및 지하수 오염

신고나 시민환경단체의 활동에 의해 토양 오염이 확인된 경우, 지역에서는 오염에 대한 대책을 요구하게 된다. 정화책임자가 분명하고 토양오염물질의 법적기준치 초과가 확인되면, 관할 지자체에서는 조사 또는 정화명령을 발부하게 되므로 더 이상 지역 현안이 되지 않는다는 일반적인 정책책임자가 조사 및 정화의 내용과 결과를 수시로 공개하는 것으로 오염과 관련된 갈등은 해소될 수 있으므로, 주민대책위원회 등의 지역 이해당사들과의 긴밀한 소통을 유지하는 것이 중요하다.

다만, 법정 토양오염물질에는 포함되지 않은 오염물질로 오염된 토양에 대한 대책 수립이 요구되는 경우가 있다. 예를 들어, 다이옥신과 방사성물질 오염 문제가 제기되는 사례이다. 현실적으로 토양오염의 기준, 오염물질의 정화기준 및 조사방법에 대한 규정이 마련되어 있지 않아서 관할 지자체가 행정적으로 규제하기 어려운 문제이지만 오염에 대한 주민들의 관심이 지대한 경우는 이를 외면하기 어렵다.



환경부는 잔류성 오염물질 등에 의해 토양이 오염되었을 때는 지역주민의 의견을 반영한 정화계획안에 대하여 환경부장관과의 협의를 거쳐 정화계획을 수립하도록 관련 법령을 보완하였지만, 국가가 정화책임이 있는 부지 또는 그 주변지역으로 한정하고 있다. 민간 소유부지에서 동일한 갈등이 발생되었을 때에 법정 토양오염물질의 정화만으로 부지 이용이 가능할 것인지에 대한 고려가 필요하다.

## 2) 부실조사 및 부실정화

지역사회나 시민단체에서 부실한 조사나 부실한 정화에 대한 의혹을 제기되는 경우가 있으므로 부실 조사와 정화를 방지하기 위한 정책적 도구가 필요하다.

## 3) 정화책임 분쟁

정화비용과 관련하여, 정화책임에 의한 갈등이 빈번하게 일어나고 있으며, 대부분 오염부지의 소유자 변경에 의한 책임 한계와 임차인과 임대인간의 분쟁이 주를 이루고 있다. 토양 및 지하수의 정화책임자를 판별하거나 오염에 대한 책임한계를 규명하는 것은 기술적으로 쉬운 일이 아니다. 결국 법정 소송으로 이어지는 경우가 많지만, 소송비용을 부담하기 어려운 경우와 오염책임 입증자료를 작성하는 비용을 감당할 수 없는 경우에는 오염 책임을 질수 밖에 없다. 정화책임 분쟁과 관련하여 부당한 오염책임으로 인한 피해를 최소화하는 제도의 도입이 검토되어야 한다. 이러한 제도마련을 위해서는 오염자 판별기법의 표준화가 필요할 것이다. 이와 관련하여 환경부의 오염자 판별기법에 대한 연구가 진행되고는 있지만, 아직까지는 관련 연구나 전문가가 부족한 실정이다.

## 4) 인접토지 오염확산

오염부지로부터 인접토지로 오염이 확산된 경우의 갈등은 여러 가지로 나타난다. 인근부지 소유자의 보상 요구가 과도한 경우, 오염규모에 비해 정화비용이 과다하게 소요되는 경우, 정화작업에 동의하지 않는 경우, 정화작업이 현실적으로 어려운 경우 또는 적절한 정화공법 선택이 어려운 경우 등이 있다. 인근부지 소유자가 정화책임자의 정화에 동의하지 않는 경우는 사례에 따라 민법 관련조항에 의거 처리하는 방법 밖에 없다. 향후, 환경부는 이런 경우에 대한 정책을 검토할 필요가 있다. 예를 들어, 인접토지 오염확산이 있는 경우 정화책임자가 오염정화비용을 공탁하고 위해성평가에 의해 정화시기를 조정하여 주거나, 정화책임자가 오염피해에 대한 보상을 지급하고, 인근부지 소유자에게 정화명령을 발부하는 방법 등의 방안을 검토할 수 있을 것이다.

## 5) 오염조사 요구

지역주민이나 시민단체가 오염 사실을 인지하고, 오염개연성이 있는 부지에 대한 전면조사와 함께 오염정화를 요구하는 경우이다. 이러한 경우는 지자체에서 실태조사를 통해 정화책임자에게 조사 명령이나 정화명령을 발부하면 될 것이나, 정화책임자의 책임을 규명하는데 상당한 시간과 비용이 필요한 경우도 발생된다. 이런 경우에 대비하여 중앙정부에서 지자체 필요 예산이 지원 될 수 있도록 하는 것이 바람직 할 것이다.

### 나. 일반 민원에 의한 갈등

#### 1) 정화공법

정화책임자가 계획한 토양정화 상의 토양정화공법에 대한 의견이 제시되기도 한다. 정화공법은 다소 전문적인 내용이기에 지역사회에서 주목할 만한 의견이 있는 경우는 많지 않지만, 다이옥신 오염토양의 경우에 정화공법에 대한 의견이 분분하였던 사례가 있다.

#### 2) 환경피해

토양정화과정에서 발생하는 소음, 진동, 악취, 비산먼지 등에 대한 민원은 대부분의 정화사업 현장에서 제기되고 있다. 환경피해는 매우 다양한 민원으로 나타나고 있어, 모든 정화사업 현장에서 최우선적으로 고려하여야 하는 일이다. 환경피해에 대한 시정과 보상 요구가 뒤따르게 되며, 이것이 적절하게 협의되지 못하면 정화사업의 중지를 요청하는 등으로 사업지연이 발생된다.

진동에 의한 건물 피해, 소음에 의한 축사의 가축 몰살, 비산먼지에 의한 생활 불편 및 소음에 의한 학업지장이나 수면장애 등 객관적인 사실 확인이 곤란한 민원이 제기되었을 때는 이를 입증하기 위한 과도한 시간과 비용이 소요되기도 한다.

#### 3) 부당 행정처분

법령에 규정된 반출정화 허용조건에 부합하지 않은 오염토양을 반출처리한 경우에 대해 시민단체의 공익감사 요청으로 감사원이 부당함을 지적한 사례가 있다. 이것은 특정업체에 대한 의혹 차원에서 제기된 것이지만, 부적절한 행정처분에 대한 시민단체의 감시는 지속될 것으로 본다.

#### 4) 민간의 조사 및 정화과정 참여

오염조사 및 정화의 투명성 확보를 위해, 시민단체에서 조사과정이나 정화과정에 참여를 요구하는 경우가 빈번하게 발생된다. 특히 부지규모가 커서 관련 이해당사자가 많은 사업에서 자주 거론된다. 외국의 경우에도 유사한 민원사례를 확인할 수 있다<sup>83)</sup>. 이러한 요구에는 지역사회와의 협의체 구성, 시민단체 현장감시인 상주, 정화검증기관의 시민단체 지정, 지역 정화업체 참여 보장, 부지이용 시기 결정<sup>84)</sup> 또는 오염토양 및 정화토양에 대한 교차 검증 등이 포함된다.

시민단체 등이 참여하는 주민협의체 등에서 다루고자 하는 협의 안건에 대해 정화책임자나 정화업체가 수용하기 어려운 일도 발생된다. 환경부에서 갈등 사례 조사 및 갈등조정 시범사업을 통해, 주민협의체의 정화현장 참여 범위에 대한 공감대가 형성될 수 있도록 지원하면 좋을 것으로 생각된다.

#### 5) 건강피해

건강피해에 대한 민원은 지역주민들이 대규모 또는 장기간의 토양 및 지하수 오염에 노출이 의심되는 경우 건강피해와 역학조사를 요구하는 경우이다. 건강피해에 대한 입증과 반증 그리고 단기적인 역학조사에 의해 건강 피해를 입증하기 쉽지 않은 문제이기에, 지역주민들과의 긴밀한 소통이 필요한 갈등이다.

#### 6) 기타

지역시민단체의 조사보고서 불신 및 재조사 요구, 지자체 처분에 대한 정화책임자의 수용 거부 또는 정화책임자의 고의적 명령이행 지연 등에 대한 갈등을 들 수 있다.

### 4.3.2 갈등관리: 토양환경관리협의체의 활성화

정화사업 과정에서 나타나는 다양한 형태의 갈등으로 인해 정화작업이 지연되는 경우가 많이 발생되고 있다. 토양보전기본계획에서는 지자체, 시민대표, 전문기관, 정화업체 및 정화책임자가 참여하는 토양환경관리협의체 활용을 통한 갈등 예방 및 해소를 정책목표로 제시하고 있기도 하다. 토양정화사업과 관련된 대부분의 갈등은 지역 주민들과의 협의에 의해 해결 가능하므로, 토양환경관리협의체의 기능은 반드시 필요하다. 참여인력 선정의 객관성 확보와 누구나 쉽게 접근하여 최대한 빠른 시간 내에 쟁점사항 논의 결과를 도출해 낼 수 있는 역할을 할

83) 호주 시드니항 바랑가루지역 오염정화 사업으로 지역시민단체는 부지개발사업의 건축물배치계획, 건물 스카이라인 및 신축건물의 고도에 대한 문제도 제기

84) 부지 개발사업을 정화완료 후로 요구하는 경우 등

수 있을 것이다. 일부에서는 참여인력의 중립성 보장, 절차상의 복잡성, 협의사항의 구속력 및 강제성 미비에 의한 비효율 등의 문제로 토양환경관리협의회의 활용을 기피하기도 한다.

법적 문제와 결부되어 소송으로 문제를 해결할 수 밖에 없는 경우를 제외하고, 일반적인 이해당사자간의 갈등은 자연스러운 과정에 의해 원만한 결과가 도출될 수 있도록 하는 것 외에는 별다른 방법이 없다. 토양환경관리협의회에는 갈등관리 전문가의 참여를 활성화하여, 시민단체, 환경단체 및 주민대표와 적극적이고 투명한 협의가 진행될 수 있도록 하여야 할 것이다.

환경부에서 구상하고 있는 정책 방향에 따라, 공공기관에서 수행하는 정화사업부터 토양환경관리협의체의 구성·운영 시범사업을 의무적으로 시행하여 사례를 수집하고 전파하여, 효율적인 사업운영이 가능하도록 추진되어야 한다. 미국의 US EPA에서 주민협의(Community Relations)가 조사계획 및 정화계획에 포함되도록 하고 있는 것과 우리나라 위해성평가에서 주민참여 결과를 포함하도록 하고 있는 점을 참고하여 환경부에서는 정기적으로 갈등사례를 수집·발간하여 갈등관리의 과정 및 결과가 공유될 수 있도록 하는 것이 바람직하다. 갈등관리에 대한 심도 있는 연구를 진행하는 것이 성숙한 사회를 이루어 나가는 길일 것이다.

정화책임자가 토양정밀조사 또는 오염정화사업의 추진 중에 발생하는 제반 민원 및 문제점에 대한 지침을 마련하여, 보다 효율적으로 관련 업무가 진행될 수 있도록 하여, 본연의 업무 수행 상의 불편을 최소화하고, 오염정화의 목적이 효과적으로 달성될 수 있도록 정책적 지원을 시행하는 것이다.

# 제5장

## 오염부지 재이용 활성화 방안

### 5.1 현안 분석 및 시사점 도출

#### 5.1.1 연구 방법

오염부지 재이용을 위한 현재의 주요 정책여건들을 살펴보고, 이로부터 정책영향 요인을 도출하였다. 일반적으로 수행되는 PESTLE분석에 의한 우선순위 산정보다는 정책영향 요인들로부터 주요 정책개선방향을 도출하는 것에 중점을 두었다. 도출된 정책 영향요인들을 개선방안에 따라 크게 분류하여 발전방향을 제시하였으며, 각각의 제시된 발전방향에 맞추어, 세부과제들을 설정하였다[그림 5.1]. 각각의 세부과제의 설정 배경과 필요성에 대한 의견과 이를 실현하기 위한 현안 위주의 정책제언 사항을 다음 절에 기술하였다.



[그림 5.1] 정책개선방향 도출에 사용한 PESTEL 분석

### 5.1.2 대만제도의 시사점

대만은 우리보다 산업화가 일찍 시작되었으며, 초기에 중소기업 제조업 중심으로 산업 발전이 이루어져 왔다. 그 과정에서 현재 중국 본토와 같이 많은 공해 유발 산업시설들이 도시와 도시지역 주변에 산재하게 되었다. 경제 발전에 따라 산업시설의 재배치 필요성이 높아지고, 특정산업의 사양화에 의한 부지의 재개발 수요도 많아졌다. 한편, 도시지역에서는 생활하수 및 산업체에서 배출되는 고형폐기물의 처리가 완전하지 못하여 1998년 기준으로 약 40%의 강이 중금속으로 오염되었으며(한국환경산업기술원, 2017), 농촌지역에서는 폐수와 농업용 관개수로가 별도로 구분되지 않아 산업단지 주변의 농지가 산업폐수로 오염되는 결과를 초래하였다. 지하수 이용 형태도 우리와는 차이가 있어서(한국환경산업기술원, 2017a), 토양과 지하수의 오염에 대한 국민의 인식 자체도 다르다. 대만 국토면적은 한국의 35.7%에 해당되지만 인구밀도가 한국의 1.32배, 1인당 GDP가 한국의 79%로, 양측은 인구구조, 경제수준 및 경제발전 배경이 유사한 점이 있다. 이러한 차이점을 충분히 감안하면서, 대만의 토양·지하수 관리현황과 정책에서 국내의 토양·지하수 관리 및 오염부지 재이용 활성화에 필요한 시사점을 도출하고자 하였다.

기존의 한-대만 공동연구 결과와 대만의 부지이용 정책을 검토한 결과, 토양 및 지하수 오염부지 관리에 있어 우리나라는 오염물질의 농도 관리에 초점을 맞추고 있는 반면, 대만은 오염부지의 이용에 중점을 두고 있다. 대만은 위해성평가제도를 이용하여 과도한 정화비용이 투입되는 것을 억제하고 있는데, 이러한 부지이용 및 자원분배 측면의 시스템 운영은 한국보다 합리적이라고 판단된다.

대만은 도시개발 과정에서 오염과 관련된 부지환경 조사가 이루어진 후 개발 사업이 추진된다. 물론 우리나라에서도 일정규모 이상의 개발사업은 환경영향평가가 선행되지만, 대만과 같이 우선 검토대상이 아닌 것이 차이점이다. 우리나라는 급속한 경제성장 과정에서 토지자원의 수요를 충족하기 위한 개발우선 정책으로 환경 분야가 소홀히 다루어져 왔다. 정부 환경부서의 승격과 확대를 통해 많은 노력을 기울여 왔으나 아직 개발우선 정책에서 크게 벗어나지 못하고 있다.

대만은 모든 개발에서 주요 잠재오염원에 의한 모니터링을 우선하고 있다. 이는 개발 전에 오염사실을 빨리 확인하는 예방 중점의 시스템이다. 토양과 지하수 오염이 우려되는 부지와 오염 부지는 모두 목록에 등재되어 관리된다. 등재 정보는 모두 국민들에게 공개되어 토지 이용 및 거래에 쉽게 활용할 수 있게 제도를 운영하고 있다. 토양오염 정보의 접근 용이성은 토양환경 관리에 가장 중요한 도구로 인식되고 있다. 또한 비용 효율적인 조사와 정화기법을 개발하는데 노력을 기울이고 있다.

인구가 밀집한 우리나라에서는 대기, 수질 그리고 폐기물의 무단방치 등은 누구나 쉽게 인지할 수 있고, 토양과 지하수 오염은 바로 사회적 문제로 대두되기 때문에 즉시 제거되어야 한다. 통상 토양과 지하수 오염은 지하에서 발생되기 때문에 일반인에게 인지되기 어려울 뿐

아니라, 현재의 기준을 크게 초과하여도 그 위해성은 장기에 걸친 위해성을 기준으로 평가되고 있으므로, 개발우선 논리에 적극적으로 방어하기 쉽지 않다. 그럼에도 불구하고, 토양과 지하수 오염을 예방하고 현재의 오염을 제거하려는 노력은 다음 세대의 경제적 부담을 줄여주는 미래를 위한 정책이다. 정책입안 과정에서 대만의 정책과 비교하여 어떠한 것이 현명한 선택인지의 여부가 충분히 고려되어야 한다.

본 연구에서는 대만 오염부지 관리정책을 분석하고 시사점을 도출하였고, 동시에 우리나라의 오염부지관리를 보다 효율적으로 해나가기 위한 대만 정책과의 비교를 통하여 정책을 제언하였다.

## 5.2 오염부지 재이용 발전방안

토양환경보전법은 토양 생태계를 보전하고, 토양자원의 합리적 이용을 통해 보전과 이용이 지속가능한 토양환경을 조성하는 것을 목표로 하고 있다. 이를 위해 토양환경보전·관리제도를 구축하여 토양오염 방지와 토양정화를 통해 오염토양으로 인한 환경적 피해를 최소화하기 위한 노력이 지속되고 있다. 1996년 관련법 제정 이후, 많은 오염부지가 정화되었다. 우리나라 대부분의 오염부지는 개발 계획을 수립하고 정화가 이루어지므로 정화 후의 부지 재이용에 대한 고민은 거의 없다. 그러나, 최근 장항제련소와 같이 개발 계획이 확정되지 않은 부지의 정화가 이루어지고 있으므로, 정화 후의 부지이용에 대한 절차 및 정책의 필요성이 대두되고 있다.

토양기본계획은 2010년부터 10년 단위로 수립하고 있으며, 토양보전을 통해 국민건강과 환경상 위해를 예방하기 위한 국가정책의 목표 및 실천방향을 제시하는 국가 기본계획이다. 제2차 토양기본계획(2020~2029)에서 제시하고 있는 4대 추진전략에는 오염부지 재이용과 연관이 있는 추진계획들이 포함되어 있다. 이러한 추진계획들을 감안하여 발전방향과 정책제언 사항을 검토하였다. 오염부지 재이용에 따른 환경보전 및 경제적 가치의 제고로 지역 경제 활성화를 위한 발전방향을 다음과 같이 설정하였으며, 구체적인 실행방안은 다음 절의 정책제언에 제시하였다.

### 첫째, 오염정화의 효율적 추진

우리나라의 현재 오염토양 및 지하수 관리정책은 오염물질에 의한 오염도 관리이다. 오염토양의 경우는 최대 4년 이내에 오염물질이 법적기준 이하로 제거되어야 하므로, 다른 OECD국가에 비해 높은 정화비용이 지불되고 있다. 정화책임자에게 부과되는 막대한 정화비용은 정화의 지연, 책임회피 등으로 이어지므로, 합리적인 정화비용을 위한 제도적 개선이 필요하다. 이러한 고비용 구조의 개선은 궁극적으로 기술발전과 효율적 오염정화로 이어질 것이며, 이를 위해서는 오염 토양 및 지하수 관련 기관들의 책임 강화가 동시에 이루어져야만 한다. 정화사업의 효율 증대를 위한 주요 과제는 다음과 같다.

- (1) 토양오염조사의 적정성 확보
- (2) 정화비용의 적정성 확보
- (3) 조사 및 정화기간의 적정성 확보



## 둘째, 적정 정화품질 확보

우리나라에서는 부지의 오염이 국민의 재산권에 직접 영향을 미치기 때문에, 법에 의해 토양관련전문기관을 지정하여 이러한 기관들이 토양환경평가, 위해성평가, 토양오염조사 및 누출검사를 실시하도록 하고 있다. 토양정화업을 하려는 자도 일정한 시설, 장비 및 기술인력을 갖추어 시·도지사에게 등록하도록 하고 있으며, 각종 책임과 의무사항 준수를 엄격하게 요구하고 있다. 특히 토양오염조사기관은 공정성을 확보하기 위해 환경관련 정부기관과 환경관리공단, 지방환경청, 국공립연구기관, 대학, 특수법인 및 비영리기관만이 지정될 수 있고, 토양정화업을 겸업할 수 없도록 하고 있다. 각 분야별로 소관 업무가 적절히 이루어지지 않을 경우에는 별칭 조항도 마련되어 있으므로, 각 기관의 신뢰성만 확보되면 정화품질 확보에는 큰 문제가 없다.

토양관련전문기관은 토양오염조사 결과와 정화 결과를 지자체의 관할 부서에 제출하고, 관할 부서는 토양조사기관과 토양정화업체에 대한 지도감독을 한다. 그러나 현행 제도 하에서는 지자체 관할 부서에서 토양오염조사, 정화, 검증 결과의 적정성에 대한 전문적 검토가 이루어지기 어렵다. 따라서 관련기관의 보고서 제출로 정화를 종결하고 있으므로, 정화 완료부지에 대한 토양오염조사 및 토양정화에 대한 문제가 제기되기도 한다. 가장 큰 문제점은 조사 결과와 정화 결과의 신뢰성에 대한 것이다. 정화책임자도 모든 비용을 지불함에도 불구하고 관련 분야의 전문성 부족으로 조사와 정화 결과를 그대로 수용할 수 밖에 없다.

민간부문 토양오염조사와 정화 과정상의 문제는 환경부 지도점검<sup>85)</sup>, 언론 탐사보도<sup>86)</sup>와 연구보고<sup>87)</sup>에 의해 대부분 확인되었다. 다만 과도한 행정력 부담으로 인해 부당 행태와 현장을 확인하기 어렵다는 것이 문제이다. 현실적으로 이러한 문제점을 해결하기 위해서는 토양관련전문기관, 정화업체의 구조적 보완이 필요하다. 환경부에서는 다각도로 대책을 마련해오고 있고, 대부분의 내용은 2차 토양보전기본계획에 반영되어 있다. 그러나 전체적인 구조 개선에는 시간이 필요하므로, 우선 현행 제도를 일부 보완하여 즉시 반영하는 것이 적절하다. 본 연구에서는 다음 사항에 대하여 중점적으로 검토하였다.

- (1) 정화품질 검증
- (2) 정화과정 품질관리

## 셋째. 오염부지의 체계적 관리 시스템 구축

오염부지와 관련된 정보는 국민의 일상생활과 밀접하게 연관되어 있으므로, 국가가 독점해야 하는 정보가 아니고 국민들에게 공개가 되어야 한다. 그러나 현재로서는 토양 및 지하수 오

85) 2012년 환경부 지도점검

86) 환경미디어 실태고발시리즈

87) 오염정화토양의 재활용 촉진 및 반출정화 관리체계 개선방안 연구

염정보에 접근하여 확인할 수 있는 정보가 매우 제한적이다. 전국의 잠재오염원에 대한 실태조사는 이루어지고 있지만, 관련된 토양 및 지하수 오염실태는 완전히 파악되지 않고 있다. 정부는 지속적으로 축적되고 있는 오염부지의 정보를 국민들이 실시간으로 확인할 수 있는 관리시스템을 구축하여야 한다. 검토한 세부 정책제언 사항은 다음과 같다.

- (1) 오염현황 실태관리
- (2) 토양오염원 인벤토리 구축
- (3) 토양오염이력관리시스템 구축

### 넷째. 최적 토양자원 보전관리

토양환경보전법 제1조에 명시된 바와 같이 오염토양정화사업은 유한자원인 토양자원 관리·보전의 목적을 담고 있다. 1cm의 표토가 생성되는데 200여년이 소요될 만큼 재생속도가 느린 토양 자원의 보전은 매우 중요한 일이다. 환경부는 표토가 식물생장의 근간이며 오염물질 정화 및 양분·수분·탄소 저장 등 매우 중요한 역할을 하고 있지만 관리는 상대적으로 미흡한 것으로 평가하고 있다. 표토의 다양한 기능과 중요성을 고려할 때, 환경적·경제적 측면의 가치를 높이고 공익적 기능을 보전하는 방향으로 표토관리가 필요하며, 표토침식은 수질오염, 토양탄소의 방출, 생태계파괴 및 바이오매스 생산저하 등 생태계에 악영향을 초래한다.

환경부는 토양 훼손을 예방하고 적절히 관리하기 위한 목적으로, 표토보전을 체계화하기 위해 개발사업 과정의 표토보전 및 표토 재이용에 관한 지침 마련하였으며, 개발사업 완료 후에 적용되어야 할 최적표토관리방안(BMP) 등의 지침을 수립할 계획이다. 또한 표토침식 모니터링 체계를 구축·운영하고, 표토 침식 취약부지의 조사·평가방안을 마련하여 복구 가이드라인과 복원기술 개발을 계획하고 있다.

토양정화사업은 최근까지 토양 내 오염물질을 법정 기준치 이하로 저감시키는 것에 중점을 두어 왔다. 토양환경기본계획은 자원으로로서의 토양가치를 높이기 위하여, 표토보전을 체계화하고 토양건강성평가 기반구축을 추진과제에 포함하고 있다. 토양세척법 등 물리적·화학적 처리를 통한 토양정화기술 외에 식물 및 토양생물 등 생태계를 활용한 오염토양 정화의 적극적 도입을 검토하고 있으며, 토양 환경의 건강성 회복을 위한 기술개발도 정책목표로 삼고 있다. 토양정화사업 과정에서 토양자원의 가치를 보완 및 유지하기 위한 주요 과제는 다음과 같다.

- (1) 개발사업 표토보전 및 재이용
- (2) 토양건강성 고려 정화기술 활용
- (3) 퇴매움 정화토 관리

#### (4) 신규오염물질 지정과 정확토 관리

##### 다섯째. 오염방지부지 관리

정화책임자가 토양정밀조사 또는 오염정화사업을 수행할 수 없는 다양한 여건의 발생으로 오염부지가 방지되는 것을 적극 방지하여, 국민건강과 토양환경 보전의 목표가 달성될 수 있도록 필요한 지원을 시행하여야 한다.

##### 여섯째. 정화사업 갈등관리

토양 및 지하수정화사업 시행과정에서 나타나고 있는 다양한 갈등은 오염 확인을 위한 조사와 오염제거가 지연될 수 있는 주요 요인이 된다. 갈등은 대부분의 오염조사 및 오염현장에서 발생되고 있을 뿐만 아니라, 지역사회와의 갈등은 물론 지자체, 정화책임자 및 다양한 이해관계자에 의해서도 갈등이 발생된다. 원활한 토양환경의 조성을 위하여 이러한 갈등 해소 방안을 갖추어 사회적 비용을 최소화하는 것이 필요하다.

## 5.3 정책 제언

본 연구의 토양 및 지하수 오염부지의 관리를 위한 정책 제언은 위에 제시한 발전방향 설정을 위해 도출된 주요 이슈들을 중심으로 검토하고 각각의 이슈에 대한 정책을 제안하였다.

### 5.3.1 오염정화의 효율적 추진

#### 가. 토양오염조사의 적정성 확보

토양정화사업에서 사업비에 가장 큰 영향을 미치는 것은 오염토량이다. 오염토량은 토양정밀조사를 통하여 오염범위가 확인됨으로써 산정된다. 토양정밀조사는 환경부 고시 <토양정밀조사의 세부방법에 관한 규정(이하 '토양정밀조사 규정')>에 따라 수행하게 되며, 동 고시에는 토양과 지하수의 시료채취 밀도와 심도 등이 규정되어 있다. 오염 토량은 이러한 시료채취 밀도에 의한 오염물질 농도를 기반으로 산출된다. 광산 지역이나 사고발생 지역 등의 특수한 경우를 제외하고 개황조사 밀도는 1,000 m<sup>2</sup>당 1지점의 빈도가 되며, 이 보다 상세한 조사는 개황조사에서 오염이 확인된 지점을 중심으로 수행된다.

환경부에서 이렇게 조사 밀도를 상세히 규정한 것은 조사 비용과 관련이 깊다. 토양오염조사기관은 조사 결과에 대한 정밀도 확보를 위하여 가능한 많은 수의 토양시료 채취를 희망할 것이나, 시료수가 많아지면 비용도 증가하여 정화책임자의 비용 부담이 크게 증가된다. 환경부의 조사 밀도 규정은 과도 산정하여 비용이 증가되는 것과 과소 산정하여 오염이 은폐 또는 누락되는 것을 방지하기 위한 최소한의 행정 조치이다.

개황조사의 경우, 1,000 m<sup>2</sup>당 1지점의 빈도는 면적의 크기 측면(31.6 m × 31.6 m)에서 우선 불확실성이 크다. 채취한 시료가 면적 내의 오염상황을 대표하지 못할 경우, 오염토량이 누락되거나 과도하게 산정된다. 1,000 m<sup>2</sup> 면적을 4등분하여 4지점을 추가할 때 시료채취 및 분석에 드는 비용은 약 162만 원인데 만약 정밀한 상세조사를 통해 개황조사 1/2 정도의 면적에서 오염이 확인되지 않는다면, 약 1억원<sup>88)</sup>의 정화비용이 절감된다. 이 때의 상세조사 비용은 전체 절감비용의 약 1/62에 불과하다. 조사 정밀도를 높이는 것은 오염토량 산정의 신뢰도를 높여 주고, 정화비용이 보다 합리적인 수준으로 결정될 수 있도록 해준다.

이와 같이, 토양오염조사의 적정성을 확보하는 것이 매우 중요하다. 토양오염조사기관이 제반 규정을 철저히 준수하면서, 가지고 있는 전문적 기술을 충실히 활용하면 바람직할 것이나, 일부에서는 여러 가지 현실적 문제로 인하여 적정 수준의 조사 품질을 제공하지 못하고 있다. 이에 따라, 조사의 적정성 확보를 위한 다음의 개선방향을 제시하고자 한다.

88) 유류로 오염된 지역에서 지하 5 m까지 TPH로 오염된 경우, 정화비용 20만 원/m<sup>3</sup> 기준

## 1) 조사방법 개선

상세조사에서 단계적 시료채취를 의무화하는 것이 필요하다. 유류오염은 오염범위의 예측 또는 추정이 가능하고 조사지점 선정이 비교적 용이하지만, 중금속 오염은 비유동적인 중금속 특성으로 인해 오염분포가 균일하지 않으므로 반드시 단계적으로 조사해야 한다.

일반적으로 조사기관에서는 토양정밀조사 규정에 따라 산출된 조사량을 기준으로 비용을 산정하여 계약하는데, 이때 비용과 시간이 가장 적게 드는 방법을 제시하기도 한다. 예를 들자면, 개황조사와 상세조사 지점이 중복되지 않도록 배치하여 동일한 기간 중에 시료채취가 이루어지는 경우이다. 이러한 방법은 조사비용 부담자에게 조사 당시에는 비용 절감으로 느껴지겠지만, 오염토량의 누락 및 과다 산정으로 정확도를 고려한 전체 비용에서는 더 많은 비용을 지불할 수 있다. 따라서 동 규정을 보완하여 합리적인 조사가 수행되도록 해야 한다. 토양정밀조사 규정에 시료채취가 포함되어 있는 개황조사와 상세조사를 시간상으로 구분하여 실시해야 한다. 상세조사 시료채취지점은 반드시 개황조사 결과를 분석하여 기술적으로 타당성을 갖추어야 하며, 조사지점 선정 사유의 합리성이 조사보고서에 포함되어야 한다. 토양정밀조사 규정은 상세조사를 일부 조정하여 실시한 경우 그 구체적 사유를 기재하고 이를 증명할 수 있는 자료를 첨부하도록 하고 있다.

토양정밀조사에서 오염범위와 오염토량 계산에 일반적으로 서퍼(Sufer@)와 같은 등고선 작성 프로그램을 사용하고 있다. 이러한 프로그램은 단순히 시료채취 지점별 농도 입력값을 사용하여 등농도선을 작성한다. 오염부지의 지형이나 오염 분포특성을 충실히 반영하기 어렵기 때문에, 변수에 의한 오류를 방지하기 위하여 일반적으로 작성자의 판단에 의거 임의의 값을 입력하여 조정한다. 이러한 임의적 판단도 오염토량 산정에 큰 영향을 미칠 수 있기 때문에, 오염범위 조정은 합리적이어야 하고, 재현성이 확보되어야 한다. 임의 조정시에는 그 내용이 보고서에 상세히 기술되도록 하는 것이 필요하다. 이러한 조치는 위에서 언급한 바와 같이 규정에 상세조사 조정 사유를 포함토록 하고 있는 것과 동일한 의미이다.

토양오염과 오염물질에 대한 전문적 분석이 미흡한 상태에서 서퍼와 같은 프로그램을 이용하여 오염 범위를 산정하는 것은 오류의 가능성을 내포하고 있다. 오류를 최소화하기 위해, 우선적으로 격자방법을 통해 오염면적을 산출한 다음 프로그램이 산출한 오염면적과 비교하여 최종 오염면적을 산정하고, 그 과정을 보고서에 기재하도록 지침을 보완하는 것이 필요하다. 특히, 유동성이 적은 중금속에 의한 오염 부지에서는 이러한 방법이 필수적이다.

토양에서 중금속과 유류 등의 유기화학물질이 동시에 검출되는 부지의 경우에는, 일반적으로 오염채취는 1m 간격으로 수행되며, 중금속 오염심도는 1 m 구간 전체가 오염된 것으로 본다. 이때, 중금속 오염토량이 과다하게 산정될 수 있으므로, 복합오염이 나타나는 부지에서는 중금속만으로 오염된 면적에 대해서 보완 시료를 채취하여 오염범위를 재산정하는 것이 필요하다. 대규모 오염부지에서는 일반적으로 실시설계를 위한 조사가 있으므로, 이 과정에서 정확한 오염토량 산정을 위한 방법을 적용할 수 있다.

토양조사기관에서는 지하에 위치한 토양의 불균질성으로 인한 안전율의 필요성을 제기할 수 있다. 토양정밀조사에 의한 오염범위나 오염토량은 토양정밀조사 규정에 제시된 시료채취 빈도에 따라 채취한 시료에 근거한 추정치에 불과하다. 이런 기술적 한계로 인해 실제 정화사업에서는 오염범위 및 오염토량의 증감이 반드시 발생한다. 명확한 것은 합리적이며 효율적인 조사가 정화사업에서 오염토량 증감을 최소화시켜 준다는 것이다. 임의적인 조사방법에 의해 오염토양이 과다 산정되는 것은 정화책임자의 불필요한 재정 지출 및 비오염토 정화로 인한 자원가치 파괴를 초래하므로 지양되어야 한다.

## 2) 적정 조사기간 확보

단계별 조사에 의해 오염범위를 확인하는 방법은 조사 비용과 조사 시간이 추가로 소요된다. 일반적으로 토양정밀조사 규정에 의해 산출된 조사 계획물량을 일시에 채취한 후, 이를 분석하고 있다. 대부분 시료 채취 후 분석에 많은 시간이 소요되고, 시료의 분석 결과가 나온 후에는 오염분포를 모델링하는 시간이 필요하고, 이에 따라 다음 단계의 조사계획을 수립한다. 따라서, 적정 조사기간 확보를 위해 공공기관에서 발주하는 토양정밀조사부터 시작할 필요가 있다. 환경부에서는 토양오염조사기관협의회를 통하여 조사계획 수립시 필요한 절차에 따라 충분한 조사기간을 산정하도록 유도해야 하며, 국방부, 국토교통부 및 산자부 등 부처 간 협의를 통해 주요 발주기관에서도 조사기간 적정성을 검토하도록 해야 한다.

## 3) 조사결과에 대한 책임 강화

앞에서 언급한 바와 같이 토양정밀조사 결과는 정화비용에 직접적인 영향을 미친다. 토양오염에 대한 전문성을 갖추지 못한 정화책임자는 그 결과를 일방적으로 수용할 수밖에 없다. 불합리한 토양정밀조사 결과로 인한 과도한 정화비용 지출에 대해 정화책임자를 보호하는 제도가 마련되어야 한다. 이것은 조사 결과에 대해 조사기관의 책임을 강화하는 것으로 충분하다. 책임강화는 벌칙조항의 강화로 이어지므로, 환경부에서 오염조사의 품질 향상을 목적으로 강력하면서도 적절한 수준의 책임을 검토하고 반영하여야 한다.

토양정밀조사는 제한된 시료 채취에 의해 오염을 추정하는 것이다. 특히 오염지하수 조사는 오염토양 조사보다 많은 비용이 소요되므로 조사량의 제약이 따른다. 정밀조사 결과의 오류를 최소화하는 방법은 가능한 최대한 시료를 확보하는 것이지만, 시간과 비용의 제약, 기술적 한계로 인해 완벽하게 수행하기 어렵다. 따라서 조사기관에서는 조사의 한계로 인해 정화과정에서 오염토량의 증감이 발생할 수 있다는 것을 정밀조사보고서에 기재하고 있다. 토양오염조사는 전수조사가 아니므로 오염범위와 오염토량의 산정에 기술적 한계를 가지고 있다. 따라서 조

사기관은 리스크 방지를 위하여 오염범위와 오염토양을 여유 있게 설정할 수밖에 없다. 토양오염조사기관이 주의 의무를 다하였음에도 기술적 제약성으로 인해 발생하는 조사결과 오류에 대해 무한책임을 요구하는 것은 부당하다. 그러나 현행법으로 조사기관의 관리만 철저히 하면 조사결과 신뢰성을 유지할 수 있다고 보는 것도 현실을 외면하는 것이다. 오염조사 및 정화검증 결과의 신뢰성을 높이기 위해서는 평가방법 등에 대한 관련 지침의 제도적 보완이 이루어져야 한다.

#### 4) 조사방법의 다양성 확보

현행 토양정밀조사의 오염도 확인은 토양오염공정시험법에 따라 시료채취 후 실험실에서 이루어지고 있으며, 결과 확인까지 시간이 많이 소요되고 비용도 높다. 시료채취 및 분석 비용이 높은 것은 적정 수준의 조사물량 확보의 장애요소가 된다. 토양오염공정시험법에서 실험실 분석과 현장 측정을 병행하는 방법을 도입하면, 현장에서 오염상태를 확인하고 조사지점을 선정할 수 있으므로 합리적인 조사로 이어질 수 있다. 현장조사에 활용할 수 있는 장비는 현장측정 유류오염 측정장비, 실시간 연속적 오염도 측정 장비, 중금속 조사용 XRF 등이 있다. 이러한 장비의 사용은 조사의 효율성을 높이고 같은 정밀한 조사가 될 수 있게 한다. 조사의 정밀도 향상은 정화책임자의 정화비용 부담 적정성과도 직결된다.

토양오염조사기관이 자체적으로 이러한 현장용 장비를 이용하여 조사하는 사례도 많다. 문제는 시간이 추가로 소요된다는 것과 이러한 임의적 조사의 법적 구속력이다. 상세한 현장용 장비 측정결과와 조사지점 판단에 활용된 근거를 조사보고서에 기재하는 것으로 임의성을 최소화할 수 있다. 관련 규정에서 상세조사 지점 변경사유로 실험실 분석 값이 아닌 현장 측정치를 인정하는 것이 바람직하다.

현장측정용 장비는 대부분 외국산이다. 다른 제품과 같이 국내시장 수요 문제로 관련 장비의 국산화가 부진하므로, 환경부의 연구개발 계획에 반영하여 현장용 측정 장비 국산화를 장려하는 것이 바람직하다. 관련 장비의 국산화는 국내시장에서의 활용을 위한 것이지만, 동남아 및 중동 등 해외 진출도 가능하다. 대만은 현장용 측정 장비의 국산화에 많은 노력을 기울이고 있다.

#### 나. 정화비용의 적정성 확보

오염부지의 정화와 관련하여 가장 큰 이해관계는 정화비용이다. 이러한 측면에서 환경부에서는 정화비용의 적정성을 객관적으로 확보하기 위하여 지속적으로 노력하고 있다. 지난 20년간의 토양·지하수 정화사업 시행 결과를 토대로 정화방법별 정화비용 통계를 제시하고, 정화단

가의 기본을 마련하기 위한 품셈 작성을 위한 시도도 계속되었다. 하지만, 오염정화는 오염부지에 따라 오염물질, 오염농도, 오염시기, 토성, 분포범위 등이 모두 달라서 획일적으로 규정하기 어렵다. 오염물질이 동일하고 오염도 분포가 유사한 경우에도 부지의 상황에 따라 정화비용이 다르다. 각기 다른 상황에 따른 정화비용을 전부 제시하기 어려우므로, 외국과 같이 정화공법별 비용 범위로 제시된다. 문제는 이러한 범위의 폭이 커서, 정화방법별 적정 비용 산출 기준으로 참고하기가 쉽지 않다는 점이다.

정화사업비는 토양오염조사기관이 개략사업비를 산출하여 제시하는 경우가 있고, 대부분은 토양정화업체가 설계하여 제시하게 된다. 주유소 부지와 같은 소규모 정화사업은 지난 20년간의 시행 실적을 토대로 정화공법별 정화단가가 어느 정도 형성되어 있다. 민간부문에서 발주되는 중규모 내지 대규모 정화사업비는 견적을 기초로 협상에 의해 결정되는 경우가 많다. 정화책임자가 토양오염에 대한 전문적 지식을 보유하고 있지 않은 경우, 비용의 적정 여부를 판단하기 어렵다. 정화비용은 시장에서 비용이 결정되는 것이 적절하지만, 여러 가지 이유에서 현재 정화비용은 다소 왜곡되어 있다. 합리적이지 않은 정화사업비는 과다 산정되어 정화책임자의 부담이 커지고, 정화업체간의 과다경쟁으로 인한 낮은 정화사업비 책정은 정화품질 저하로 이어진다. 양쪽의 경우 모두 정화책임자에게는 피해가 발생한다.

우리나라에는 정화의 적정성 및 비용을 평가하는 시스템이 없다. 일부 환경컨설팅 업체에서 수행되기도 하지만 객관성 확보 문제는 여전히 남는다. 대만은 정부에서 관리하고 있는 정화기금에서 정화계획 평가를 위한 예산 집행이 가능하도록 하고 있으며, 미국 및 유럽과 같은 국가에서도 지자체나 공공기관에서 정화계획의 적정성을 평가하고 있다. 우리나라에서도 환경부 산하의 조직에서 최소한 정화계획의 적정성을 검토할 수 있는 시스템을 갖추는 것이 필요하다. 토양환경 분야 연구사업을 수행하고 있는 한국환경산업기술원 환경기술사업처와 같은 부서를 보강하여 기능을 부여하고, 가이드라인을 제시하여 일정 규모 이하의 사업은 지자체가 수행하게 한다면 업무의 분산이 가능하다. 이러한 시스템을 갖추는 것만으로도 부당한 정화비용에 대한 견제가 가능하다.

#### 다. 조사 및 정화기간 적정성 확보

토양보전기본계획에서는 일률적으로 적용되고 있는 행정처분 이행기간의 적절성 검토·개선을 추진과제 중의 하나로 설정하고 있다. 오염토양의 정화기간은 토양환경보전법에 따라 2년(최대 4년)으로 규정되어 있다. 이러한 이행기간의 경직성은 경우에 따라 비효율적인 정화비용 증가로 이어질 수 있다. 정화책임자가 오염토양 정화에 대한 의지가 있을 경우, 최소비용에 의한 정화가 가능하여야 한다.

정화책임자는 특정한 경우를 제외하고 토양정화명령이 발부되면, 원래의 용도로 부지를 이용할 목적이나 부지의 타 용도 전환을 위해 가능한 짧은 기간에 정화하기를 원한다. 토양정화



업자도 정화대상 오염토양을 최단 시간에 정화하는 것이 사업적으로 이익이다. 따라서 정화책임자나 정화업체는 특별한 사유를 제외하고는 정화기간을 지연할 이유가 없다. 그러므로 정화기간 지연에 따른 행정처분은 토양정화 착수를 고의로 지연하는 행위를 방지하는 방향으로 이루어져야 한다. 토양정밀조사 이행기간도 마찬가지이다. 앞서 언급한 바와 같이 토양정밀조사의 정밀도 향상은 정화비용의 절감과 직결되므로, 토양정밀조사의 이행 기간을 규제하는 것은 정화기술의 발전 측면에서도 바람직하지 않다.

또한, 토양정밀조사나 토양정화를 비용 및 부지여건(산업시설 운영 등) 등의 이유로 장기화하려는 것도 방지되어야 한다. 토양정밀조사는 부지면적에 따라 적정 소요기간을 판단할 수 있으므로, 환경부에서 내부지침을 마련하여 토양오염조사기관의 토양정밀조사계획서 제출을 의무화하고 관할 지자체에서 검토하면 될 것이다. 토양정화기간의 고의적 지연은 토양정화계획서의 평가를 통해 방지할 수 있다. 토양정화계획서 평가는 아래 항에 포함하였다.

부지 소유자가 토양정화에 충분한 시간과 공간을 제공할 수 있는 경우에는 정화공법에 따라 정화비용 절감되는 경우도 많이 있다. 이때에는 그 선택을 감안하여 정화기간을 정하는 것이 합리적이다. 그간의 정화 경험을 통해 정화공법별 정화소요기간 및 비용에 대한 사례가 충분히 있으므로, 법정 기간에 정화공법을 맞추는 것이 아니고, 부지 여건과 선정 공법에 따라 기간이 설정되도록 하여야 한다. 국공유지 내지 국가기반시설 오염부지에 대해서도 이러한 제도 개선을 통해 정화기간을 맞추기 위해 과도하게 정화하여 국가예산이 낭비되는 것을 방지할 수 있다.

### 5.3.2 적정 정화품질 확보

#### 가. 정화품질 검증

오염토양정화에 막대한 재원을 투입하는 것은 토양의 오염도를 적절히 관리하기 위한 것이다. 비용을 부담하는 정화책임자에게는 정화완료 부지에서 더 이상 오염으로 인한 문제가 발생되지 않을 것이라는 보증이 필요하다. 정화책임자 입장에서는 정기점검, 정밀조사, 정화설계, 토양정화에 소요되는 비용은 물론 정화검증비용까지 모두 부담하였는데도 불구하고, 이를 보증받기는 어려운 상황이라면 받아들이기 쉽지 않다. 정화검증 결과 정화가 적절히 이행되었다는 검증서를 발급받아도, 기술적 한계로 인하여 정화 후에도 오염토양이 발견될 수 있는 가능성은 여전히 있다. 이런 경우에는 국가는 정화책임자가 정화비용을 부담하여 정화를 완료한 후에는 부지오염으로 인한 피해가 발생하지 않을 것이라는 신뢰를 가질 수 있도록 관리하여야 한다.

우리나라에서 정화토의 오염도를 확인할 수 있는 것은 법 제16조의6에서 규정하고 있는 토양정화의 검증(이하 '정화검증')이 유일한 수단이며, 정화검증 결과는 법 규정에 의한 부지오염여부의 최종적 판단이다. 토양정밀조사 규정에 제시되어 있는 채취시료의 수가 적지 않음에도

오류 발생의 가능성이 항상 내포되어 있는 것과 같이 정확검증도 표본 시료에 의한 결과이므로 동일한 문제를 가지고 있다.

토양검증기관이 검증업무의 이행에 선량한 주의 의무를 다하였음에도 기술적 한계로 인해 발생된 정확검증 오류의 책임은 토양검증기관과 정확책임자에게 있다. 토양정화업자와 토양검증기관의 과실이 없고, 정확책임자에게도 과실이 없는 상황에서 실질적인 피해가 발생하여도 현실적으로 구제가 어렵다. 이것은 토양검증의 기술을 강화하여 오류의 가능성을 최소화하는 것이 최선이나, 시간과 제도 정비가 필요하다. 빠른 시일 내에 해소할 수 있는 방법은 법 제10조의5에 의한 토양정화공제조합의 설립을 통해 구제될 수 있도록 하는 것이다. 토양정화공제조합의 설립을 서둘러야 하는 이유이다.

문제가 되는 것은 부실한 토양정화와 부실한 토양검증에 의한 법적 기준치를 초과한 정확토이다. 부실한 토양정화는 정확검증에 의해 확인되어야 한다. 부실한 정확검증은 정확책임자의 피해로 직결되므로 정밀한 과정을 통해 정확검증이 시행되어야 한다. 오염정화 현장을 크게 부지 내 정확(on-site)와 반출정화(off-site)로 나누어 볼 수 있다.

부지 내 정확의 경우, 대규모부지는 공공기관 및 비교적 큰 기업에서 정확사업을 발주하므로, 정확과정에 발주처의 공사감리 인원이 참여하는 것이 일반적이고 시료채취·분석비 등의 비용을 계상하여 정확 품질을 확인할 수 있으므로 부실정화의 견제가 가능하다. 중소규모 정확사업의 경우에는 발주처의 정확품질관리가 미약하여 정확업체에 일임하고 있으므로 정확검증 이외에는 견제장치가 없다는 것이 문제이다.

정확완료검증은 표본시료의 분석 결과이므로 불확실성이 내포되어 있다. 불확실성을 최소화할 수 있는 방법은 정확과정의 철저한 품질관리이다. 현재로서는 정확과정의 품질관리는 정확업체의 책임이지만, 부실정화에 대한 법적 책임을 정확업체에만 맡겨 둔다는 것은 매우 소극적 방법이다. 현행 제도 하에서 부실정화를 방지하는 방법은 정확업체가 과정검증에서 충분한 시료 분석을 통해 정확 상태를 확인하고 진행하고 있는 정확기술의 적정성을 점검하는 것이지만, 비용문제로 이에 호의적인 정확책임자는 없다. 따라서 정확업체는 최소한의 시료수로 정확 여부를 확인하고 있는 실정이므로 정확과정 평가를 제대로 하지 못하여 부실정화로 이어지는 경우가 많다. 이러한 현실을 반영할 때 정확업체의 벌칙조항 강화로 부실정화를 근본적으로 해결하기 어렵다. 결국 정확과정의 철저한 품질관리가 필요하다.

불행히도 현행 제도의 과정검증은 큰 의미가 없다. 과정검증의 본질은 정확현장의 적용기술에 대해 정확이 정상적으로 이루어지고 있는지를 확인하는 것이다. 즉, 검증기관이 정확업체의 품질관리 모니터링 자료를 분석하여, 정확과정의 이상 여부를 확인해야 한다. 예를 들어, 토양경작의 경우 설계에 제시된 분해속도상수가 현장 실측치에서는 크게 벗어나지 않은지, 토양 세척은 토양에서 분리된 오염물질의 농도가 미세토 및 공정수에 적절히 전이되고 있는지, 열탈착은 설계에서 제시된 토양온도가 적정한 수준으로 운영되고 있는지, 산화공법 설계상의 산화제 효과의 확인 및 적정량 투입 여부 등을 확인하는 것이다. 이러한 확인은 검증기관이 정확업

체가 수행하는 자체 품질관리 데이터를 분석하여, 정화업체의 적정 수준 품질관리를 유도하는 것이다. 제공되는 데이터에 대한 모든 책임은 정화업체에게 있는 방법이다. 현재와 같이 검증기관이 제한된 표본시료의 분석결과에 근거하여 전체 정화토의 정화품질을 보증하는 방법은 정화업체의 부실한 품질관리를 추인하는 것이므로 매우 부적절하다. 토양보전기본계획에도 정화공법별 토양정화 공정의 효율성 평가와 검증방법의 고도화를 추진과제로 제시하고 있다. 과정 검증 과정에서 활용할 수 있는 이와 같은 검증 보조지표 개발을 이용하면 유용할 것이다.

반출정화의 경우 부지 내 정화와 달리 정화기간에 대해 제약이 없고 오염토양을 인계하는 순간 오염관리에 대한 책임도 벗어나므로, 정화책임자는 가능한 경우라면 반출정화를 선호한다. 반출된 토양정화품질은 반입처리장의 현장 운영과정에서 이루어질 수밖에 없다. 반입처리장에는 다양한 오염물질에 의한 오염토양과 법적기준이 상이한 오염토양이 동시에 정화되고 있다. 다른 오염부지에서 반입된 오염토양은 정화검증기관이 모두 다룰 수 있다. 반입처리장의 운영관리 및 오염정화 과정의 적정성을 확인하지 않고 정화검증기관의 채취시료 분석결과에만 의존하는 정화완료검증은 반입처리장의 부적절한 행위를 발생시키는 주요 원인이다.

부지 내 정화의 정화검증 방법과는 달리, 반입정화시설에는 검증기관이 상주하면서 운영관리 확인 및 과정검증을 수행할 필요가 있다. 부지 내 정화는 정화토가 부지 내에 잔류되어 있기 때문에 언제라도 부실정화 여부를 확인할 수 있다. 하지만 반입정화시설에서는 정화토가 외부로 일단 반출되면 정화토의 이력 관리와 매립위치에 대한 사후관리가 뒤따르지 않는 한 부실정화 여부의 입증이 곤란하므로, 정화토 인수자의 피해로 이어진다. 이를 방지하기 위해 현재의 오염토양별 검증수수료 산정 방식을 변경하여, 반입정화시설별 상주 검증원에 대한 수수료로 산정하는 것이 바람직하다. 이러한 방법은 정화검증기관이 검증사업 수주를 위하여 특정 반입처리시설과의 이해관계로 결탁되는 것을 방지하고, 정화책임자로서는 검증수수료를 경감시킬 수 있다. 동시에 정화검증기관이 본연의 업무에 충실할 수 있는 기반이 되어, 정화품질 제고에도 결정적인 역할을 할 수 있게 될 것이다. 부지 내 정화 과정 검증과 같이 반입정화시설에서의 검증도 정화과정 중의 부실정화를 방지하는 것에 중점을 두고, 완료검증은 반입정화시설로부터 반출되는 토양에 대한 검증으로 대체하는 것이 합리적이다.

세부 실행 방법으로는 환경부의 행정지도를 통해, 동일 반입정화시설에 복수 정화검증기관 지정, 반출처리 규모를 고려한 지정검증기관 컨소시엄 허용, 연고지 기반 반입처리시설 검증 배제, 2년 주기 반입처리시설 검증기관 재지정, 지정 반입처리시설에 대한 정화검증기관의 연차검증평가보고서 제출, 토양정화검증평가위원회 제도 도입에 의한 검증평가보고서 정기평가, 관할 지자체의 점검단 구성 및 정기점검 강화 등을 포함하는 것이 바람직하다. 이와 동시에 정화검증기관의 책임 강화도 필요하다. 반입처리시설의 부실정화와 시설로부터 외부 반출된 토양의 부적성에 대한 책임을 반입정화시설과 정화검증기관이 동시에 책임지는 양별 규정의 도입으로 강력하게 규제하는 것이 필요하다.

## 나. 정화과정 품질관리

오염부지의 소유 또는 관리자가 정화책임자인 경우 법령 규정에 따라 오염 토양·지하수의 정화를 완료하고, 정화업체로부터 정화된 부지를 받는다. 이때는 정화완료 부지의 법적 무결성이 전제된다. 정부에서는 이를 확인하기 위해 정화검증제도를 시행하고, 부실 정화의 경우에는 벌칙조항이 있다. 그러나 이러한 제도만으로 정화부지의 안전성, 즉 정화완료 부지에서 기준치 이상의 토양이 발생하지 않을 것이라는 보장은 없다. 부실 정화를 최대한 방지하는 방법은 정화검증의 오류를 최소화하고, 정화과정의 철저한 품질관리를 이행하는 것이다. 정화과정 품질관리는 정화토의 오염도 관리이다. 오염도 관리를 위해서는 고도의 품질관리를 통한 오염물질 정화과정의 관리와 정화과정 확인을 위한 표본 시료의 대표성 확보가 필요하다.

정화업체는 정화책임자에게 적절한 품질관리에 따라 정화했다는 증빙을 제시할 수 있어야 한다. 정화업체는 정화착수 전에 정화설계서를 작성하여 정화책임자에게 제출하고, 설계에 따라 산출된 정화 비용에 대한 책임을 져야 한다. 이러한 정화설계서는 전문가에 의해 검토 가능하다. 검증기관은 정화설계서를 기반으로 앞서 언급한 과정검증 방법으로 업무를 수행하면 오염물질 정화과정의 합리적 관리가 가능하다. 즉, 과도하거나 과소한 정화비용으로 인한 피해가 예방되는 것이다.

검증과정에서 검토하여야 할 지표는 토양보전기본계획에 반영되어 있는 바와 같이 환경부에서 개발해 보급하여야 할 것이다. 정화업체는 이러한 지표에 의거 정화공정관리를 수행하고, 품질관리 활동에 대한 내용을 보고서로 작성하여 정기적으로(가능한 월별 또는 격월) 검증기관에 제출하면 된다. 자체적으로 지표에 의한 품질관리가 어려운 정화업체는 외부 전문기관의 지원을 받도록 하면 된다. 이때 외부 전문기관은 기존의 정화업체 및 검증기관과 이해관계가 없는 제3의 전문기관으로 국내의 환경컨설팅 기업들을 활용하는 것이 좋은 방안이다.

환경컨설팅 기업의 역할은 검증기관의 과정평가 결과를 기반으로 공정개선 방안을 제시하도록 해야 한다. 환경컨설팅 기업은 정화업체가 제공하는 품질관리 데이터를 기초로 품질관리 보고서를 작성하여 검증기관에 제출하고, 정화업체에는 정화공정의 현황과 개선점에 대한 피드백을 준다면 적절한 품질관리가 이루어지게 된다. 이러한 방법이 활성화되면 토양 및 지하수 환경 분야의 경험과 경력을 갖춘 많은 전문가들이 독립적으로 활동할 수 있는 기반이 형성되어 고급 일자리 창출에도 기여할 수 있다.

품질관리 비용은 정화사업의 수행에 필수적이므로, 정화책임자에게 적절한 비용을 반영하도록 하여야 한다. 품질관리의 차이는 정화 비용의 차별화로 구현되게 하면, 현재와 같은 단순 사업비 위주의 경쟁보다는 기술에 의한 경쟁으로 이행되는 발판을 구축하게 될 것이다. 이러한 과정을 통해 기술개발의 동기가 부여되고, 합리적인 정화시장을 형성하게 할 것이다.

표본시료의 대표성 확보는 정화관리의 핵심적 요소이다. 환경부에서는 표본시료의 채취방법에 대한 기준에 관한 지침을 마련하고 정화업체는 지침에 따라 시료채취 및 분석 비용을 산출하도록 하여야 한다. 품질관리는 결국 정화업체의 정화사업 리스크를 최소화시켜 주는 것이다.

정화책임자가 품질관리 비용을 충분한 수준으로 지불하지 않으려는 경우도 있겠지만, 정화사업의 리스크는 정화업체의 몫이므로 정화책임자에게 일방적으로 미루는 것은 바람직하지 않다. 정화업체는 자체적인 품질관리 역량을 갖추어 외부 품질관리에 의존을 낮추는 것이 비용측면에서 유리할 것이다.

이와 동시에 환경부에서는 현장관리용 장비의 국산화 연구개발을 추진하여 실험실 분석에 의해 품질관리 비용이 증가하는 것을 방지하고, 저렴한 비용으로 장비의 활용이 가능하도록 지원해야 한다. 세계적인 정화사업 현황을 살펴보면, 토양정화에서 현재 적용되고 있는 정화기술보다 획기적인 기술을 개발한다는 것은 현실적으로 어려운 일이다. 오히려 정화효율 최적화기법(remediation optimization)을 통해 '정화비용 대비 효과'를 증진시키는 것이 기술개발과 기술자립에 도움이 된다.

이러한 품질관리에는 필수적으로 고급 전문인력이 필요하다. 2014년 토양환경보전법 개정으로 반출정화가 허용된 후 국내 토양정화는 반입처리장으로 집중되는 추세이다. 부지내 정화의 경우에는 오염부지의 다양성에 따라 정화설계, 정화시설 설치 및 운영에 많은 전문 인력이 필요하고, 이러한 전문 인력들의 현장 경험을 토대로 국내 정화기술의 발전을 이루었다. 하지만 정화기간 동안 부지사용 제약 등의 이유로 반출정화에게 빠르게 정화시장 점유율을 내어주고 있다. 반입정화장의 경우 이미 설치된 처리시설에서 반입된 오염토만 정화하므로 소수 전문 인력으로 운용하고 있다. 따라서 기존 현장경험을 보유한 많은 전문 인력들이 설자리가 없고, 특히 초급 전문인력을 양성할 기회가 부족하다. 전문인력의 이탈은 결국 비전문적 인력에 의한 부실 정화로 이어진다. 따라서, 모든 부지 내 정화 및 반출정화 현장에 품질관리 전담인력을 상주하게 한다면, 정화업체에서는 고급 및 초급 전문인력을 활용할 것이다. 전담인력은 현장 품질관리 업무과 품질관리보고서 작성, 과정검증 수검, 과정검증 평가내용의 정화공정 반영 등을 주업무로 하는 인력이다. 강화된 품질관리는 정화품질의 향상, 기술발전 및 인력양성에 모두 좋은 영향을 주어 합리적 정화시장의 기반을 구축할 수 있다.

### 5.3.3 오염부지 체계적 관리

#### 가. 오염현황 실태 관리 강화

토양환경관리는 오염실태 파악으로부터 시작된다. 토양측정망은 장기적으로 국토의 토양오염 실태를 관리하기 위한 수단이므로, 우발적인 오염행위에 의한 토양오염과는 거리가 있다. 우리나라 오염실태는 실태조사, 특정토양오염관리대상시설 정기 오염도검사, 산업단지조사, 휴폐광산·주변지 조사 및 오염사고로 확인된다. 지자체별 토양보전기본계획의 수립에 의해 오염 유발시설에 대한 현황 파악은 비교적 잘 되어 있으나, 이러한 시설들의 오염 현황 파악과 특히, 특정토양오염관리대상시설에서 제외된 시설과 법 제3조에 의해 적용 배제된 농공단지 등의 오염 현황 파악이 미흡하다. 특정토양오염관리시설은 시설 소유자의 자체 예방 노력과 정기 오

염도검사로 비교적 관리가 잘 되고 있으므로, 오히려 적절한 오염방지시설을 갖추고 있지 않거나 영세성으로 인해 오염관리가 부실한 소규모 산업체의 오염물질 배출에 의한 주변지역 토양 오염 기여도가 더 크다. 환경부의 산업단지 조사결과에 의하면 부지 조성과정에서 오염된 성토재를 사용하거나 공정에서 발생된 부산물이나 폐기물 등으로 인해 토양이 오염되는 사례가 있으므로(환경부, 2020), 소규모 오염유발시설에서도 유사한 경우가 많을 것으로 예상된다.

지자체의 토양오염실태조사는 대부분 잠재오염원에 대한 표본을 추출하여 오염을 확인하는 방법이다. 지자체의 체계적 오염관리를 위해 잠재오염원 전수에 대한 주기적 오염 파악이 필요하다. 중앙정부는 이러한 실태조사 예산을 과감하게 지원하여 지자체 단위로 토양·지하수 오염 현황을 정확히 파악하여 체계적으로 관리해야 한다.

대만은 사업용 부지의 토양품질을 효과적으로 파악하고 오염의 신속한 발견을 위해, 토양지하수오염정화법 제8조 제1항 및 제9조를 개정(토양오염관리위원회, 2009.07.27.)하였다. 개정법으로 신규 지정된 13종 산업분야의 사업종류 30개를 포함하여 총 99개 사업이 관리대상으로 지정되었으며, 오염물질을 취급하거나 오염유발 가능성이 있는 사업에 대해서 지속적으로 관리대상을 확대하여 지정 관리하고 있다(표 5.1). 한국은 시설물 규모를 기준으로 관리하고 있으므로 대만사례를 참조하여 오염유발 특성을 고려한 체계적 조사계획의 수립을 고려할 필요가 있다.

대만의 산업별 오염원관리는 각 산업별 연혁과 제조공정 및 오염특성에 관한 정보를 제공하고, 조사에 참고할 수 있는 다양한 기술정보와 조사방법을 제공하고 있다. 그 내용과 정보량의 방대함으로 볼 때 상당한 노력을 들였음을 알 수 있다. 실제로 대만에서는 관련법 제정 초기에 이 부분에 대한 연구개발을 집중적으로 지원하였다. 우리나라에서도 토양정화제도의 특정 토양오염대상시설 관리에 참고할 만하다.

[표 5.1] 대만 토양정화법의 오염관리대상 산업 분류 및 정보

주요 산업분야	산업정보 및 환경정보
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 피혁, 모피 및 관련 제품제조시설</li> <li>2. 목재 및 축제품제조업</li> <li>3. 석유화공원료제조업</li> <li>4. 합성수지 및 플라스틱제품제조업</li> <li>5. 합성고무제조업</li> <li>6. 인조섬유제조업</li> <li>7. 농약 및 환경위생용 약제제조업</li> <li>8. 도료, 염료 및 안료제조업</li> <li>9. 플라스틱제품제조업</li> <li>10. 기본금속제조업</li> <li>11. 금속표면처리업</li> <li>12. 전자부품제조업(반도체, 인쇄회로기판 제조)</li> <li>13. 컴퓨터, 전자제품 및 광학제품제조업</li> <li>14. 전력설비제조업(전지, 전선 제조)</li> <li>15. 폐기물처리업</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 제조산업별 특성                         <ul style="list-style-type: none"> <li>• 제조산업별 연혁</li> <li>• 제조공정 개요</li> <li>• 오염특성</li> </ul> </li> <li>2. 조사방법                         <ul style="list-style-type: none"> <li>• 기본자료 수집가능 출처</li> <li>• 산업구조</li> <li>• 공장배치도</li> <li>• 공정흐름도</li> <li>• 시료채취 항목 및 기준</li> <li>• 폐수 및 폐기물 발생 특성</li> <li>• 주요폐기물 배출량</li> </ul> </li> </ol>

## 나. 토양오염원 인벤토리 구축

토양오염원 인벤토리는 토양환경관리의 핵심으로 매우 중요한 부분이다. 토양보전계획에서는 토양오염원 인벤토리 DB의 시계열적, 공간분포 및 시설특성 분석을 통해 환경관리 수립의 기초자료를 확보하고자 계획하고 있다. 아울러 타 분야 DB와의 연계분석, 빅데이터 활용 등을 통해 토양오염원 인벤토리 활용방안을 지속적으로 개발하기 위한 계획도 있다.

인벤토리 구축에 도시 주변지역이나 청정한 농촌지역에 위치하고 있으며, 오염유발 가능성이 큰 소규모 산업체 등의 오염원들이 포함되도록 하는 것이 필요하다. 이러한 산업체들은 영세성으로 인하여 자체적으로 오염 사실을 확인하거나 오염토양과 지하수를 정확히 측정할 수 있는 능력이 부족할 것이므로, 정부가 이를 적극 지원하기 위해 관련 목록을 구축하여, 중앙정부와 지자체가 협력하여 재정 지원 우선순위 설정에 활용해야 할 것이다.

## 다. 토양오염이력관리시스템 구축

토양보전기본계획에서는 토양·지하수정보시스템을 고도화하여 이력관리시스템을 구축하고, 이에 반출정화시스템을 연계한 후, 국가지하수정보시스템 및 향후 구축예정인 ‘국가물관리정보 통합관리 플랫폼’과의 통합을 계획하고 있다. 환경부에는 토양오염실태조사, 토양오염정밀조사, 토양정화결과보고서 토양검증보고서 등의 다양한 자료를 이용한 DB가 구축되어 있다.

법 제5조 제4항에서는 상시측정, 오염실태조사 및 토양정밀조사 결과를 공개하도록 규정하고 있다. 토양과 지하수 오염은 국민 재산권과 긴밀히 연결되어 있을 뿐만 아니라 국민 건강과도 깊은 관계가 있다, 일반의 토양·지하수 오염에 대한 인식도 지속적으로 높아져 왔다. 국민 개개인의 이해가 밀접하게 연관되어 있는 특정 부지의 토양·지하수 오염 관련 정보에 접근 가능하여야 한다. 환경부는 토양오염에 대한 이력을 국민이 쉽게 접근 가능하도록 하여, 오염부지 거래 등으로 인한 갈등과 정화 및 소송 등에 따른 사회적 비용 최소화하고자 계획하고 있다. 정부는 국민들의 토지 거래에서 오염 사실로 인한 환경권 및 재산권 침해를 사전에 방지할 책임이 있다.

**토양환경보전법 제4조의5(토양오염 이력정보의 작성·관리)** 환경부장관은 토양오염이 발생하였거나 제5조에 따른 상시측정, 토양오염실태조사, 토양정밀조사를 실시한 토지에 대하여 토지의 용도, 토양오염관리대상시설의 설치현황, 오염 정도, 정화 조치 여부 등 토양오염 이력정보를 작성하여 관리하여야 한다.

**토양지하수정보시스템 구축 및 운영에 관한 규정 제3조(정보공개)** ① 환경부장관은 법 제5조 제4항에 따른 정보공개방법과 시기를 정하여 실시간으로 공개하여야 한다.

**제4조(정보 범위)** ① 정보시스템에서 수집, 분석 및 제공하는 정보는 다음 각 호와 같다.

1. 법 제4조의4 및 같은 법 시행규칙 제1조의6에 따른 토양오염관리대상시설 등의 조사결과
2. 법 제5조 및 같은 법 시행규칙 제2조, 제3조, 제4조에 따른 토양오염도 측정망, 토양오염실태조사, 토양정밀조사 결과

아울러, 토지이력정보는 토양환경평가에도 활용될 수 있도록 하여야 한다. 미국의 경우, 공공 데이터 및 보험회사에서 보유하고 있는 부지 및 건물 이력 등이 토양환경평가에 활용될 수 있도록 하고 있다. 토양오염 이력과 토지이력정보의 접근이 용이하면, 토양환경평가 비용의 절감에도 기여할 수 있어 국민들의 부담을 줄여 줄 수 있고, 토양환경평가 활성화 기반 구축에도 도움이 된다.

오염사실의 공개로 인한 소유주의 반발, 오염부지의 거래 기피 등의 다양한 부작용도 예상은 가능하나, 해당 부지 관련 이해관계자의 실질적 침해 이익에 비하여 우려할 만한 수준이 아니다. 토양오염부지에 대한 정보를 누구나 접근 가능하도록 하고 있는 외국 사례에 비추어, 조속한 시일 내에 환경부에서 운영하고 있는 토양지하수정보시스템에 포함되도록 하거나, 토지등기부에 등록되도록 하는 것이 필요하다.

**토양환경보전법 제4조의3(정보시스템 구축·운영)** ① 환경부장관은 다음 각 호의 정보에 국민이 쉽게 접근할 수 있도록 정보시스템을 구축·운영하여야 한다. <개정 2017. 11. 28.>

1. 제4조의4에 따른 토양오염관리대상시설 등 조사 결과
  - 1의2. 제4조의5에 따른 토양오염 이력정보
2. 제5조에 따른 상시측정, 토양오염실태조사, 토양정밀조사 결과

**토양환경보전법 제5조(토양오염도 측정 등)** ④ 환경부장관, 시·도지사 또는 시장·군수·구청장은 토양보전을 위하여 필요하다고 인정하면 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 지역에 대하여 토양정밀조사를 할 수 있다.

1. 제1항에 따른 상시측정(이하 "상시측정"이라 한다)의 결과 우려기준을 넘는 지역
2. 토양오염실태조사의 결과 우려기준을 넘는 지역
3. 다음 각 목의 어느 하나에 해당하는 지역으로서 환경부장관, 시·도지사 또는 시장·군수·구청장이 우려기준을 넘을 가능성이 크다고 인정하는 지역
  - 가. 토양오염사고가 발생한 지역
  - 나. 「산업입지 및 개발에 관한 법률」 제2조제5호에 따른 산업단지(농공단지는 제외한다)
  - 다. 「광산피해의 방지 및 복구에 관한 법률」 제2조제4호에 따른 폐광산(廢鑛山)의 주변지역
  - 라. 「폐기물관리법」 제2조제8호에 따른 폐기물처리시설 중 매립시설과 그 주변지역
  - 마. 그 밖에 환경부령으로 정하는 지역

⑤ 상시측정, 토양오염실태조사 및 제4항에 따른 토양정밀조사의 결과는 공개하여야 한다.



환경부의 2차 토양보전기본계획에 의하면 공공부지부터 토양환경평가제도를 의무화하여 민간부문으로 확대해 나갈 방침이다. 민간부문의 토양환경평가제도가 새로운 규제로 인식되어 제도 시행의 걸림돌이 된다면, 현재 확인된 정보만이라도 토지등기부에 등록할 필요가 있다. 이러한 과정을 통해 국민들에게 필요성이 부각되면 자연스럽게 제도화될 수 있다. 대만의 경우, 토양·지하수 환경에 대한 전반적인 이해와 공감대가 형성되어, 토양환경정보 공개에 대한 일반인들의 반발이나 거부감이 거의 없다(한국환경산업기술원, 2017A)<sup>89)</sup>.

환경부에서는 2005년부터 토양·지하수 정보관련 분야간 정보공유 및 대국민 서비스를 위하여 토양지하수정보시스템(Soil Groundwater Information System, SGIS)을 운영하고 있다. 토양환경보전법 제15조의3에 따르면 토양정화와 관련된 정보시스템을 운영하도록 하고 있으나, SGIS에서는 반출오염토양에 한해서만 전산관리를 하고 있다. 반출오염토양전산관리는 정화업체에서 반출정화 정보를 기입하는 것으로, 일반 국민에게 공개되지 않는다. SGIS를 통해 구축되어 있는 정보 중에서 최소한 정화토의 농도 및 매립 위치는 공개하는 것이 바람직하다.

**토양환경보전법 제15조의3(오염토양의 정화) ⑨** 환경부장관은 오염토양의 반출·운반·정화 또는 사용 과정을 전산처리할 수 있는 오염토양 정보시스템을 설치·운영하여야 한다.<신설 2012.06.01., 2017.11.28.>

### 5.3.4 최적 토양자원 보전관리

#### 가. 개발사업 표토보전 및 재이용

표토관리는 중요한 토양자원을 보존하는 방법이므로, 관련 지침 제정을 통해 적절하게 이루어져야 한다. 개발사업의 오염토양 정화과정에서도 마찬가지이다. 오염토양은 대부분 지표아래 있으므로, 오염토양을 굴착하여 정화할 때, 표토가 제거된다. 이 때, 정화현장에서 오염되지 않은 표토는 따로 관리하여, 정화토 되메움 시 정화토의 상부에 표토가 다시 원래의 위치로 복구되도록 하는 최소한의 노력이 필요하다. 이것은 추가 비용이 필요한 것이 아니고, 현장 작업 관리만으로 가능한 것이므로 즉시 이행이 가능하다.

굴착작업이 필요한 오염부지에서는 토양정밀조사 시에 오염 표토의 분포를 확인하도록 하여 정화계획 수립시 표토보전계획이 포함될 수 있도록 관련 규정을 보완하고, 정화검증에서 표토보전계획의 이행 여부를 평가하도록 하면 적절할 것이다. 이행 적성성 평가는 환경부에서 최소한의 관련지침을 제정하여, 제거된 표토의 정화기간 중 관리방법, 정화 완료 후 복원된 표토의

89) p.46

위치, 심도를 포함한 복원내역 등에 대하여 검토할 수 있다. 이러한 최소한의 노력은 오염토양 정화부지에 대한 국민들의 거부감을 경감시킴으로써, 오염부지 재활용에 일정한 기여를 할 수 있으며, 토양 자원의 효율적 이용에도 도움이 된다.

**토양환경보전법 제4조의4(토양오염관리대상시설 등 조사)** ① 환경부장관은 제4조에 따른 기본계획과 지역계획, 제6조의2에 따른 표토 침식 방지 및 복원대책, 제18조에 따른 토양보전대책지역에 관한 계획을 합리적으로 수립 또는 승인하거나 제5조에 따른 토양오염도 측정을 효율적으로 수행하기 위하여 토양오염관리대상시설의 분포현황 및 제5조제4항에 따른 토양정밀조사, 제10조의4제1항에 따른 토양정밀조사, 오염토양의 정화 또는 오염토양 개선사업의 실시현황을 정기적으로 조사(이하 이 조에서 "토양오염관리대상시설 등 조사"라 한다)하여야 한다.

**토양오염관리대상시설 등 조사에 관한 고시 제7조(조사결과의 활용)** 환경부장관은 토양오염관리대상시설 등 조사결과를 다음 각 호에 대한 기초자료로 활용할 수 있다.

2. 표토 침식 방지 및 복원대책 수립

표토보전과 함께 다루어야 하는 문제는 반입처리시설에서 발생되고 있는 정화토이다. 반입처리시설 정화토는 대부분 정화 후 시설 외부로 반출된다. 오염토양이 법적기준 이하로 정화되었다 하더라도, 정화대상이 아닌 위해한 오염물질이 배경농도를 초과할 수도 있고, 기술적 한계로 인해 법적기준을 초과하는 토양의 발생을 배제할 수 없다. 정화토의 확률적 위해성이 인체건강에 크게 위협이 되는 수준은 아니라 하더라도, 일반인들은 심리적 거부감을 가질 수 밖에 없으며, 굳이 본인 소유의 부지에 사용할 필요를 느끼지 않는다. 환경부에서는 법적으로 부지내 정화가 원칙이며, 반출처리는 특정한 경우에만 허용되므로, 반입처리시설에서 발생하는 정화토의 토량은 많지 않을 것으로 예상한 것 같다. 하지만 최근 반출처리규정을 적용한 반출정화가 급격히 증가하는 추세이고, 이에 따라 반입처리시설에서는 정화토의 처분에 애로를 겪고 있다. 토양환경보전법의 반출 정화토 처분방법은 지목별 처분 원칙만 있고 구체적인 규정이 없으므로, 일부 언론보도에서와 같은 각종 편법들이 발생하는 원인이 되고 있다. 이는 환경부의 필요에 따라 인가한 반입처리시설에서 발생되고 있는 문제이므로, 원활한 토양정화사업의 수행을 위해 정책적 도구를 마련해야 한다.

반출처리장의 정화토를 재활용하기 위해서는 재생골재 활용과 같은 정책적 배려가 필요하지만, 단순히 정화업계 차원에서 방안을 찾을 수 있는 문제가 아니다. 반입처리시설에서 나오는 정화토의 용도 문제는 환경 차원의 문제가 아니므로, 관련부처와의 협의가 필요한 사항이다. 즉, 환경부와 관련 부처간에 정화토의 건설용 골재사용, 토석정보관리정보시스템에 의한 토사거래, 건설용 부자재로의 활용 방안 등에 대한 합리적 협의를 통해 해결해야 한다.

정화토 용도는 국민 건강에 해가 없어야 하고, 수요자들이 원하는 토양 사양에 적합하여

야 하여야 하므로, 정화토를 특정 용도로 사용하기 위한 기준 마련을 위한 연구가 선행되어야 한다. 하지만, 정화토 처분 방안은 현 시점의 당면한 문제이므로, 환경부는 전문가 검토를 거쳐, 환경부에서 시행하는 각종 건설 공사에 의무적으로 사용토록 하는 등 즉시 시행 가능한 방안을 동시에 검토하는 것이 필요하다.

#### 나. 토양건강성 고려 정화기술 활용

토양건강성은 인간 생활과 산업 활동을 위한 지지기반을 제공함과 동시에 토양이 지니고 있는 수원함양, 탄소저장, 오염물질 여과·저감, 생물서식처 제공 등 토양 기능을 원활히 수행할 수 있는 정도를 말한다. 환경부는 토양환경의 건강성을 고려한 정화기술을 확보하고, 정화된 토양의 건강성 회복을 위한 기술적 가이드라인 마련 계획을 가지고 있다.

토양정화 과정에서 적용 정화공법에 따라, 토양의 열화가 발생되어 토양건강성이 저하되는 경우가 발생된다. 토양을 자원으로 보전하고자 하는 것이 국가정책 방향이므로, 오염토양의 정화를 통하여 토양오염물질의 농도를 기준치 이하로 낮추는 것은 물론이고, 정화과정에서 토양의 건강성이 저하되지 않도록 노력해야 한다.

한국환경산업기술원에서는 2020년 ‘토양 건강성 연계 정화토양 재활용 관리시스템 구축’을 위한 연구용역에 착수하였으며, 2022년에 완료될 예정이다. 동 연구에서는 오염토 및 정화토양의 건강성 평가·진단 시스템 개발, 토양특성, 오염원, 정화기술 및 재활용 용도를 고려한 정화토의 건강성 최적 회복기술 적용 가이드라인, 정화토 재활용을 위한 관리시스템 구축 및 정책 개발 그리고 오염토양 및 정화토양의 건강성 단계별 관리지침이 마련될 계획이다. 이러한 연구 결과 및 개발 정책은 토양 자원의 건강성을 유지시켜 인체 건강 및 생태계 보전에 기여할 것이다. 정화토가 건강한 토양의 모습을 갖추게 되면, 오염이력을 보유한 부지를 이용하는 국민들의 심리적 안정감이 높아져 부지의 적극적 활용에 도움이 될 것이다.

오염부지 토양정밀조사 단계에서는 오염토양의 토양건강성 지표에 대한 평가를 실시하여, 토양건강성의 열화가 최소화 될 수 있는 정화공법의 선정과 정화과정을 통해 토양건강성이 악화될 것으로 예상되는 평가지표 항목의 개선방안 마련에 참고가 될 수 있도록 해야 한다. 정화과정에서는 정화토의 토양건강성 악화가 최대한 적게 발생하도록 관리하고, 토양건강성이 저하된 지표항목을 복원시키기 위한 방법을 강구해야 한다. 정화작업이 완료된 후 정화검증 과정에서 토양건강성을 평가하고, 평가 결과를 국민에게 공개하여, 전체 정화 과정에서 토양건강성을 관리하는 것이 바람직하다. 오염토양 정화과정에서 발생하는 토양질의 열화에 대한 연구는 이미 국내외에서 많이 수행되었다. 토양질의 회복에 많은 시간이 소요될 수 있음을 감안하여, 토양건강성의 회복 및 유지를 위한 다양한 정화방법의 개발을 지금부터 진행해야 한다.

## 다. 되메움 정화토 관리

현재 부지내 정화가 완료된 이후에 되메움 정화토의 존재 여부, 존재위치 및 오염물질에 대한 정보를 확인할 방법이 없다. 정화사업은 부지개발의 사전작업으로 진행되는 곳이 많다. 정화토가 부지내에 그대로 있다면 문제가 없으나, 정화완료 후 개발사업 과정에서 되메움토가 부지외로 반출되는 경우가 종종 있다. 우리나라의 토지 여건상 부지개발시에 지하주차장이나 지하시설 건설을 위해 상당한 심도까지 굴착되고, 굴착된 대부분의 토사는 외부로 반출된다. 이러한 과정에서 되메움 정화토의 이동이 발생된다. 현재로서는 정화 완료된 토양의 사후관리 제도가 없으므로, 반입 제한된 지목으로 정화토가 이동한다면 토양환경보전법에서 규정하고 있는 지목별 정화토 사용 원칙에 위배되지만 확인할 방법이 없다. 물론, 토사를 이용하고자 하는 자가 본인의 지목에 적합 여부의 증빙을 요구할 수도 있지만, 대부분 경우에는 토사를 사용할 때, 토양 오염도에 대한 증빙을 요구하지 않고 있다. 부지 개발사업자가 정화토임을 알고서 고의로 반입 제한된 지목으로 이동하였을 경우, 수요자에게 정화토임을 고지하지 않는다면 선의의 수요자는 예상치 못한 정화비용의 발생과 손해배상 소송을 진행해야 할 수도 있는 것이다.

되메움 정화토와 관련한 정보관리는 어려운 일이 아니다. 우선적으로는 정화부지의 개발사업자는 정화토의 위치를 확인하고, 정화토를 외부로 반출할 필요가 있는 경우에는 관련법 규정을 준수하도록 하면 된다. 또한, 지자체의 개발계획 심의시, 오염토양의 정화 이력을 보유한 부지에서 토양 이동 발생 여부와 그 적정성을 심의에 포함되도록 해야 한다.

다른 한편으로, 정화사업과정에서 정화토를 되메움할 때에는, 가능한 지표면에 노출되지 않도록 하는 것이 바람직하다. 정화부지 내에서는 건강한 표토를 따로 관리하여, 정화토를 우선 되메움하고, 그 상부에 표토를 덮어 노출경로를 차단하는 것이 필요하다. 이때, 정화토 되메움시 지하수위를 감안하여 가능한 수위 변동 구간을 회피하도록 하는 것이 좋다. 이러한 사항을 설계시에 반영하도록 유도하고, 검증기관에서는 이를 확인하도록 관련 지침을 보완하면 가능할 것이다.

## 라. 신규오염물질 지정과 정화토 관리

토양보전기본계획에서는 미규제 토양오염물질은 토양오염물질로 지정하기 이전에 감시항목으로 지정·관리한 후, 감시항목의 조사결과 분석과 위해성 평가 등을 통해 신규 토양오염물질로 지정 여부를 검토할 계획이다. 신규오염물질의 지정은 부지활용에 직접적 영향을 미친다. 부지내 정화의 경우에는 개정법에 의한 소급 적용을 받지 않으므로 문제가 없으나, 정화토양이 해당부지에서 외부로 이동되는 경우는 다시 오염토양이 된다.

정화부지 개발사업의 경우 설계시 부지내에서 정화토의 이동을 최소화하여 외부 반출 토양이 발생하지 않도록 하는 것이 최선이나, 도시지역에서 개발사업이 시행되는 경우, 앞서의 경

우와 같이 많은 토사의 외부 반출이 발생된다. 법적 기준치를 초과한 토양의 활용 타당성 검토를 위해서는 위해성평가를 활용하는 것이 가장 바람직하지만, 위해성평가는 많은 시간이 소요되어 부지이용이 상당히 지연된다. 부지개발의 지연은 반출정화로 해결할 수 있다. 결국 정화완료 부지내에서는 신규지정 오염물질의 기준치 초과는 용인되지만, 부지 외부로 반출하여 사용할 경우에는 기준치를 초과하면 안된다는 형평성 문제가 야기된다.

따라서, 정화완료 부지의 정화토가 신규지정 오염물질의 기준치를 초과하고 있으나 외부 반출이 필요한 경우에는, 반출되어 사용되는 용도에 맞은 기준을 적용하면 될 것이다. 예를 들어, 도로기층재로 사용할 경우 폐기물법에 의한 기준치를 초과하지 않으면 사용할 수 있도록 하는 것이다. 반출 전에 안정화를 통해 처리한 후 지정된 용도로의 사용을 목적으로 반출하는 것도 고려할 수 있는 방안이다. 정화 완료부지 내에서 신규지정오염물질이 기준치를 초과한 경우에는 고형화·안정화 방법을 허용하는 것도 검토해 볼 수 있다. 이러한 문제의 해결을 위해서도 정화토 매립위치와 매립량을 포함한 매립정보의 사후관리는 반드시 필요하다.

아울러 검토가 필요한 부분은 자연기원의 오염물질이 법적기준 초과 토양이나 신규지정 오염물질이 법적기준을 초과한 토양의 굴착 또는 이동이 있는 경우 이를 오염행위로 볼 것인가의 문제이다<sup>90)</sup>. 특정 부지로부터 자연기원 오염물질이 외부로 반출되어 청정한 지역에 반입되는 경우는 다른 부지를 오염시키는 결과를 초래하는 것이므로 명백한 오염행위로 간주해야 한다. 신규지정 오염물질의 경우도 마찬가지일 것이다.

그러나, 정화부지 또는 개발부지 내에서 지하매설물 설치 또는 오염토 굴착을 위해 주변토양을 굴착하여 그 자리에서 되메움하는 경우, 자연기원 및 신규지정 오염물질이 법적기준치를 초과한다고 정화대상 토양으로 간주하는 것은 부지 내의 굴착되지 않은 토양과의 형평성 문제가 발생된다. 이러한 경우는 경미한 오염으로 간주하여 이를 용인하는 것이 바람직하다고 판단된다. 오히려, 자연기원의 토양오염물질이 지하수 수질에 영향을 주고 있는 경우는 국가에서 지하수 사용 제한이나 수질 보전을 위한 대책을 수립하는 것이 마땅하다.

### 5.3.5 오염방치부지 관리

우리나라에서는 토양오염이 신고 또는 조사에 의해 확인되면 정해진 기간 이내에 정화하도록 규정하고 있으므로, 오염부지가 방치될 수 없다. 그러나, 토양오염이 확인되어 토양정밀조사나 토양정화 명령을 받았으나 비용 등의 이유로 정화책임자가 조사나 정화를 지연하는 경우는 있다. 이 경우에는 조사 또는 정화 명령 미이행으로 인한 부지 이용제한이나 벌칙이 부과된다.

외국의 경우, 토지가치가 오염정화 비용을 초과할 때, 오염부지 방치가 발생된다. 토지자원이 빈약하고 토지의 이용도가 높은 우리나라의 여건 상, 특수한 경우를 제외하고 민간부문에서

90) 복합오염토는 문제의 소지가 없으므로, 단일 오염물질로 오염된 토양의 경우를 말한다.

방치된 오염부지가 발생될 여지가 없는 것이다. 공공부지의 경우, 도로, 철도, 시설물 하부 토양오염 등에 의한 정화곤란 부지는 위해성평가에 의해 정화계획을 조정·시행하게 하여, 방치가능성을 예방하고 있다.

**제10조의4(오염토양의 정화책임 등) ⑤** 국가 및 지방자치단체는 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 경우에는 제11조제3항, 제14조제1항, 제15조제1항·제3항 또는 제19조제1항에 따라 토양정화 등을 하는 데 드는 비용(제4항에 따른 구상권 행사를 통하여 상환받을 수 있는 비용 및 토양정화 등으로 인한 해당 토지 가액의 상승분에 상당하는 금액은 제외한다. 이하 같다)의 전부 또는 일부를 대통령령으로 정하는 바에 따라 지원할 수 있다.<개정 2017.11.28.>

1. 제1항제1호·제2호 또는 제3호의 정화책임자가 토양정화 등을 하는 데 드는 비용이 자신의 부담부분을 현저히 초과하거나 해당 토양오염관리대상시설의 소유·점유 또는 운영을 통하여 얻었거나 향후 얻을 수 있을 것으로 기대되는 이익을 현저히 초과하는 경우
2. 2001년 12월 31일 이전에 해당 토지를 양수하였거나 양도 또는 그 밖의 사유로 소유하지 아니하게 된 자가 제1항제4호의 정화책임자로서 토양정화 등을 하는 데 드는 비용이 해당 토지의 가액을 초과하는 경우
3. 2002년 1월 1일 이후에 해당 토지를 양수한 자가 제1항제4호의 정화책임자로서 토양정화 등을 하는 데 드는 비용이 해당 토지의 가액 및 토지의 소유 또는 점유를 통하여 얻었거나 향후 얻을 수 있을 것으로 기대되는 이익을 현저히 초과하는 경우
4. 그 밖에 토양정화 등의 비용 지원이 필요한 경우로서 대통령령으로 정하는 경우

지자체에서는 실태조사를 통하여 오염가능성이 있는 부지에 대해 지속적으로 확인하고 있으며, 시민단체와 환경단체들의 활동으로 인해, 민간부문에서 오염된 토지가 방치되기 어려운 측면도 있다. 다만, 전수조사에 의한 실태조사가 되어 있지 않아 현황을 파악하기 어려운 점이 있으므로, 관련 예산을 확보하여 잠재오염원에 대한 실태조사가 필요하다.

우리나라에서는 주유소가 가장 높은 빈도로 토양오염을 보이고 있는 시설이나, 최근 들어 주유소 난립에 의해 수익성이 악화되어 폐업하고자 하여도 토양정화비용을 포함한 폐업비용이 부담되어, 휴업을 택함으로써 오염토양이 방치될 가능성이 제기되고 있다. 주유소협회에서는 폐업비용 지원을 위한 공제조합 설립을 추진하여 왔지만 진전을 보이지 못하고 있다. 이러한 문제는 주유소 뿐만의 문제가 아니고 소규모 영세 산업체의 경우에도 발생 가능한 문제이므로, 실태파악이 필요하다. 이 경우, 정화책임자의 토양정화비용 부담 능력이 제한적일 것으로 추정되므로, 실태조사와 함께 민간 정화곤란부지의 정화대책 마련을 위한 연구가 필요하다.

## 제6장

### 결언

대만과 한국은 사회·문화적 차이로 인해 오염부지 재이용이란 용어가 다르게 인식되고 있다. 한국에서는 토양정화는 부지사용의 필요성에 의해 착수되므로, 현재의 용도 지속 및 향후의 개발계획이 전제된다. 이 때문에 한국에서는 오염부지 재이용이란 용어는 토양정화와 관련해서는 그다지 의미가 없다. 그러나 대만에서는 1930년대 이후 중공업시설의 인프라 정비과정에서 방치되고 있는 브라운필드가 많기 때문에 부지재이용과 토양정화는 동일한 의미로 사용되고 있다. 이는 대만 EPA의 ‘부지재이용정책 해설 핸드북’에서 확인할 수 있는데, 토양 및 지하수 정화 관리가 주요한 내용이며, 완료 후 오염부지 재이용을 위한 구체적인 제도는 없다. 이에 대해서는 2장에서 상세히 기술하였다. 대만에서는 브라운필드를 해결하기 위해 정화부터 개발까지의 전체적인 제도 운영을 고민하는 것 같다. 이런 상이한 배경으로 한국과 대만은 토양·지하수 정화를 포함하여 동일한 형태의 오염부지 재이용 정책을 구현할 수는 없다. 따라서, 본 연구는 이러한 배경을 감안하여 제2장과 제3장에서 한국과 대만의 토양·지하수 정책을 비교하고, 제4장에서 토양정화 및 오염부지 재이용 현황의 사례를 살펴본 후, 제5장에서 PESTLE 분석을 통해 오염부지관리를 위한 5가지 세부과제를 선정하고 이에 필요한 정책 방향을 제시하였다.

본 연구에서는 자세히 다루지 않았지만, 한국에서는 최근 장항제련소와 같이 환경부 소유의 부지가 개발계획을 확정하지 못하고 토양정화를 완료한 곳도 있고, 민간에서는 비용문제로 일부 주유소 방치 문제가 발생할 가능성이 있다. 장항제련소의 부지 재이용은 환경부가 개발계획을 수립하고 정부와 협의하여 진행하면 되기 때문에 정화부지 재이용은 환경문제가 아니다. 하지만, 영세 주유소의 오염부지 방치는 브라운필드에 해당하므로 토양오염부지 방치에 따른 환경문제가 발생한다. 우리나라의 토양·지하수 관리제도하에서는 대규모 부지에서의 브라운필드가 발생할 여지가 없으나, 주유소와 같은 소규모 부지의 브라운필드는 발생할 수 있다. 따라서, 이에 대한 현황파악과 더불어 실용적인 제도 마련을 위한 연구가 필요할 것이다.

우리나라에서는 오염부지의 재이용 방향이 정화계획에 의해 설정되는 것이 아니고, 토양과 지하수 오염문제는 부지 재이용 과정에서 해결해야 하는 과제 중의 하나에 해당되므로, 오염부지 재이용을 활성화하기 위해서는 오염조사 및 정화의 신뢰도를 향상시켜, 부지 재이용에 장애가 되지 않도록 하는 것이 최선이라고 판단된다. 이에 따라 많은 연구들이 진행되고 있고, 실질적인 제도개선에 대한 요구가 높아지고 있음에 따라, 제도개선 시에는 현재의 개선 필요사항의 보완과 더불어 향후 예측 가능한 문제점도 고려하여 이루어져야 할 것이다.





## 참고 문헌

- 경기도의회, 2018, 양주시 반환공여지 활용방안 및 주변지역 활성화 방안연구,  
 관계부처합동, 2009, 舊 장항제련소 주변지역 토양오염 개선 종합대책(안)  
 국토연구원, 2017, 국유지의 효율적 활용을 위한 도시·지역계획 부문의 대응전략과 과제  
 국토연구원, 2016, 공공기관 지방이전 및 혁신도시 건설 백서  
 국토연구원, 2011, 군사시설 이전부지를 활용한 재생사례  
 김명아, 2013, 대만의 토양오염관리를 위한 국가재원 체계와 법제에 관한 연구, 대만연구(5), 59~83  
 김윤승 등, 2013, 지역 오염부지 재이용 비전과 전략 II, 한국환경정책·평가연구원  
 김철, 2004, 울산달천광산 생태환경조사, 동의공업대학 환경과학연구소  
 김홍균, 2009, 토양환경보전법 책임체계의 새로운 방향: 브라운필드 문제, 저스티스 110, 254~279  
 나라장터, 2020, 과업지시서; 권선동오염부지 토양 및 지하수 정화 실시설계용역(검색일: 2020.6.30.)  
 나무위키, 2020, 대만/경제, <https://namu.wiki/w/대만/경제#fn-16> (검색일: 2020. 5.30)  
 농업기반공사, 2004, 달천광산 부지복원 기본계획  
 류석환, 2004, 중금속의 지화학적 거동특성 전문조사, 울산대학교  
 박맹언, 2004, 광화대 지질특성 전문조사, 부경대학교  
 법제처, 2017, 대만의 법률 및 입법체계  
 산업통상자원부, 2016, 제3단계 광해방지기본계획(2017~2021)  
 수원시, 2019, 권선구 오염 발생 토지, 6월부터 정화작업; 보도자료(2019.05.28일자)  
 윤정란, 2016, 국유지를 활용한 사업화 방안 연구, 한국토지주택공사 토지주택연구원  
 이자원, 2016, 한국형 브라운필드 개발을 위한 사례 연구, 국토지리학회지 50(4), 425~437  
 임준형 등, 2014, 민관 파트너십 중심의 지역개발과 증재집단의 역할, 한국자치행정학보 28(4), 305~325  
 임혜란, 1999, 한국과 대만의 산업화패턴과 경제위기, 한국정치학회보 33(1), 269-288  
 조달교육원, 2019, 국유재산 관리제도 일반  
 중앙일보, “광천석면광산광해방지사업완료...자연친화적복구로‘청정국토’만들기”, 2017.09.25일자

지식경제부, 2012, 2011 경제발전경험모듈화사업:산업단지 개발전략과 운영사례, 한국산업단지공단  
창원시, (주)유니시티, 2018, 구)39사단 토양정화 과정과 방법 백서

최유진, 2013, 브라운필드 재활용 촉진을 위한 정책도구 연구, 도시행정학보 26(3), 219~244

토지주택연구원, 2020, 오염토양에서의 개발사업 시행 시 갈등관리 방안

토지주택연구원, 2016, 국유지를 활용한 사업화 방안 연구, 한국토지주택공사

한국광해공단, 2020, 사업안내/광해방지사업/토양오염 개량·복원,

<https://www.mireco.or.kr/board?menuId=MENU00659&siteId=null> (검색일: 2020. 5.15)

한국법제연구원, 2012, 토양정화책임 관련 분쟁사례분석,

한국환경공단, 2016, 폐광산주변지역 토양오염실태조사 안내서

한국환경산업기술원, 2019a, 토양·지하수 기술·산업·인력 통계 동향분석 및 DB 구축

한국환경산업기술원, 2019b, 한-대만 유류오염부지의 지중정화 및 관리 활성화 방안 연구

한국환경산업기술원, 2019c, 한-대만 지하수자원 및 수질의 스마트 운영 전략

한국환경산업기술원, 2017a, 한-대만 지하수 수질 감시·관리체계 비교·분석

한국환경산업기술원, 2017b, 한-대만 토양오염관리 정책 및 법·제도 비교·분석

한국환경정책평가연구원, 2014a, 오염정화토양의 재활용 촉진 및 반출정화 관리체계 개선방안 연구

한국환경정책평가연구원, 2014b, 토양오염 정화부지 관리체계 개선방안 연구

한국환경정책평가연구원, 2013, 지역 오염부지 재이용 비전과 전략 II

한국환경정책평가연구원, 2003a, 토양오염지역의 관리 및 복원방안 II

한국환경정책평가연구원, 2003b, 토지 이용 용도별 토양오염기준 및 복원기준 마련을 위한 연구

환경부, 2016, 폐광산주변지역 토양오염실태조사 안내서

환경일보, 2020, 2018년 전국 상수도보급률 99.2%... 지속적 증가(2020. 1. 17일자)

Golder Associates, 2019.04, Ex-situ Remediation of Petroleum Pollution Treatment Technologies and Future Development in Taiwan

New Jersey Department Environmental Protection, 1998, 1998 Revised Guidance Document for the Remediation of Contaminated Soils

Prokop, G., Schamann, M., and Edelgaard, E., 2002, Management of Contaminated Sites in Western Europe, European Environmental Agency, Copenhagen, Denmark

---

VROM, 1999, Policy Document “How to Deal with Contaminated Excavated Soil”, Online Available  
: <http://www2.minvrom.nl/Docs/internationaal/ Infoleaflet.pdf>

US EPA, 2019, 2019 Brownfields Federal Programs Guide, EPA560-B-19-001

臺灣 EPA(環境保護署), 2019a, 107年度 土壤及地下水污年報

臺灣 EPA(環境保護署), 2019b, 土壤及地下水污染場址健康風險評估作業手冊

臺灣 EPA(環境保護署), 2019c, 土壤及地下水污染整治法

臺灣 EPA(環境保護署), 2018, 污染土地再利用; 制度說明手冊, 土壤及地下水污染整治基金管理會



# 부록 1

## 대만의 토양오염관련 법규



## 대만의 토양및지하수오염정화법과 관련 명령 및 행정규칙

- |    |    |   |
|----|----|---|
| 1  | 法律 | 土壤及地下水污染整治法 (토양 및 지하수오염정화법)                                       |
| 2  | 命令 | 土壤及地下水污染場址初步評估暨處理等級評定辦法 (토양 및 지하수오염부지 기초 조사처리등급 평정방법)             |
| 3  | 命令 | 土壤及地下水污染整治法施行細則 (토양 및 지하수오염정화법 시행세칙)                              |
| 4  | 命令 | 土壤及地下水污染整治基金收支保管及運用辦法 (토양 및 지하수오염정화기금 수지 보관 및 운용방법)               |
| 5  | 命令 | 土壤及地下水污染整治基金補助研究及模場試驗專案作業辦法 (토양 및 지하수오염정화기금보조연구 및 모의시험 프로젝트 작업방법) |
| 6  | 命令 | 土壤及地下水污染整治場址環境影響與健康風險評估辦法 (토양 및 지하수오염정화장 지현경영향여건강풍험평고판법)          |
| 7  | 命令 | 土壤及地下水污染整治費收費辦法 (토양 및 지하수정화비용 수취방법)                               |
| 8  | 命令 | 土壤污染評估調查人員管理辦法 (토양오염평가조사 인원관리방법)                                  |
| 9  | 命令 | 土壤污染評估調查及檢測作業管理辦法 (토양오염평가조사 및 검측작업 관리방법)                          |
| 10 | 命令 | 土壤污染評估調查及檢測資料審查收費標準 (토양오염평가조사 및 검측자료심사 비용수취기준)                    |
| 11 | 命令 | 土壤污染監測標準 (토양오염관측기준)   |
| 12 | 命令 | 土壤污染管制標準 (토양오염통제기준)   |
| 13 | 命令 | 土壤底泥及地下水污染物檢驗測定品質管制準則 (토양저니 및 지하수오염물질 검측 품질관리준칙)                  |
| 14 | 命令 | 目的事業主管機關檢測土壤及地下水備查作業辦法 (목적사업 주관기관 토양 및 지하수 검측 참조방법)               |
| 15 | 命令 | 目的事業主管機關檢測底泥品質備查作業辦法 (목적사업 주관기관 저니품질 검측 참조방법)                     |
| 16 | 命令 | 地下水污染監測標準 (지하수오염관측표준)   |
| 17 | 命令 | 地下水污染管制標準 (지하수오염통제표준)   |
| 18 | 命令 | 污染土地關係人之善良管理人注意義務認定準則 (오염토지관계인의 선량관리인 주의 의무 인정준칙)                 |
| 19 | 命令 | 底泥品質指標之分類管理及用途限制辦法 (저니 품질지표의 분류관리 및 용도제한)                         |

방법)

- 20   命令  辦理土壤及地下水污染場址整治目標公聽會作業準則 (토양 및 지하수오염부지 정화 목표 공청회 관리 작업준칙)
- 21   命令  土壤及地下水污染整治法第九條第一項之事業 (토양 및 지하수오염정화법 제9조제1항의 사업)
- 22   命令  土壤及地下水污染整治法第八條第一項之事業 (토양 및 지하수오염정화법 제8조제1항의 사업)
- 23   命令  土壤污染評估調查及檢測作業管理辦法 (토양오염평가조사 및 검측작업 관리방법)
- 24   行政規則  土壤、地下水污染整治場址依風險評估結果研訂整治目標作業指引 (토양, 지하수오염정화부지의 위해성평가 결과에 의한 정화목표 설정 작업지침)
- 25   行政規則  土壤及地下水污染研究與技術提昇補(捐)助計畫申請作業須知 (토양 및 지하수오염 연구 및 기술고도화 보조금 증감계획 신청업무 지침)
- 26   行政規則  土壤及地下水污染控制計畫撰寫指引 (토양 및 지하수오염 관리계획 작성지침)
- 27   行政規則  土壤及地下水污染整治計畫撰寫指引 (토양 및 지하수오염 정화계획 작성지침)
- 28   行政規則  土壤及地下水污染整治基金管理會設置要點 (토양 및 지하수오염 정화기금관리회 설치 개요)
- 29   行政規則  土壤及地下水污染整治費收費辦法之免徵比例審理原則 (토양 및 지하수오염 정화비용 수취법의 면제비율 심의원칙)
- 30   行政規則  土壤及地下水污染整治費審理原則 (토양 및 지하수오염 정화비용 심의원칙)
- 31   行政規則  土壤及地下水監測資訊整合作業要點 (토양 및 지하수 관측정보 통합업무 개요)
- 32   行政規則  目的事業主管機關檢測土壤及地下水資料格式 (토양 및 지하수 서식)





# 부록 2



## 양측 용어 대조표



대만명칭	한글/영문	설명
土壤及地下水污染整治法 (토양급지하수오염정치법)	대만 토양정화법 Soil and Groundwater Pollution Remediation Act (SGPRA)	토양과 지하수의 오염 예방 및 정화에 관한 기본법
水利法 (수리법)	대만 물관리법 Water Act	지표수 및 지하수 이용을 관장하고 있는 기 본법. 1942년 공포, 1943년 4월 시행
監測標準 (감측표준)	관측기준 Monitoring Standard	통제기준의 1/2. 본 기준을 넘어서고 통제기 준에는 미치지 못하는 경우 지속적인 모니 터링을 수행
管制標準 (관제표준)	통제기준 Control Standard	토양과 지하수 오염의 심화방지 및 억제를 위해서 설정된 오염기준. 본 기준을 넘어서 는 지역은 토지등기부에 오염관리부지, 오염 정화부지와 같은 오염부지로 등록
定期監測 (정기감측)	정기모니터링 Routine Monitoring	정기적 관측을 통해 오염을 감시하는 작업
查證工作 (사증공작)	오염확인조사 Verification Wokk	강제조항으로 부지사용자, 관리자 혹은 소유 자는 부지조사 및 자료요청을 회피, 불응, 불복할 수 없음(SGPRA 제7조)
初步評估 (초보평고)	사전오염평가 Preliminary Assessment	오염관리부지가 오염정화부지로 선언되기 전에 수행하는 기초평가. 평가결과 공중보건 과 생활환경에 심각한 위해가 예상되는 경 우 대만 EPA에 의하여 정화부지로 공시
土壤污染評估 (토양오염평고)	토양오염평가 Site-Soil Pollution Assessment	우리나라 토양환경평가와 유사한 제도이나 강 제성 있음. 관할기관에 결과도 보고해야 함
環境影響與健康風險評估 (환경영향여건강공험평고)	환경영향및건강위해성평가 Environmental Impact and Health Risk Assessment	통제기준이하로 정화목표를 설정하는 것이 비현실적이어서 통제기준을 넘어서는 정화 목표를 허가받기 위하여 수행하는 평가
토양급지하수오염정화부지 환경영향및건강위해평가방법	대만 위해성평가지침 Soil and Groundwater Pollution Site Heath Risks Assessment Method	대만 토양 및 지하수 오염정화부지의 환경 영향 및 건강위해성 평가의 방법
污染控制場址 (오염공제장지)	오염관리부지 Pollution Control Site	토양 또는 지하수의 오염농도가 통제기준을 넘어서고 오염원이 확인된 부지로서, EPB에 의해 오염부지로 공시, 등록된 부지
污染整治場址 (오염정치장지)	오염정화부지 Pollution Remediation Site	토양오염 사전오염평가 결과, 사람의 건강과 주변환경에 심각한 위해를 주는 것으로 나 타나 대만 EPA에 의하여 오염정화가 필요 하다고 공시된 부지
應變必要措施場址 (응변필요조시장지)	응급대응부지 Emergency Response Site	오염관리부지나 오염정화부지와 같은 오염 부지로 등록하지 않고 긴급조치를 취하여 오염의 농도를 낮출 수 있도록 허가된 부지. 긴급조치 후 오염농도가 통제기준 이하로 낮아지면 오염부지로 등록되지 않음
區域性監測井 (구역성감측정)	구역 지하수관측정 Regional Groundwater Monitoring Well	일정 구역의 배경 지하수질을 관측하기 위 한 관측정

대만명칭	한글/영문	설명
場置性監測井 (장치성감측정)	부지 지하수관측정 Site-Specific Groundwater Monitoring Wells	오염우려지역의 지하수 수질을 관측하기 위 한 관측정
汚染管制區 (오염관제구)	오염통제구역 Pollution Control Area/Zone	토양 또는 지하수의 오염관리부지나 정화부 지에서 토양 또는 지하수 오염의 범위에 따 라 지정된 구역
劃定地下水受汙染使用限制 地區 (획정지하수수오염사용제한 지구)	획정지하수오염 사용제한지구 Delineated Groundwater Pollution Use Restriction Zone (DGPURZ)	지하수 오염물질이 유입되고 지하수사용이 제한되는 획정 지구. 지하수의 오염원이 확 인되지 않은 경우에 설정될 수 있으며, 지구 로 설정되면 정화기금을 통하여 오염관리를 받을 수 있음
環境保護署 (환경보호서)	대만 EPA Environmental Protection Administration	중앙행정부의 환경담당부서, 우리나라 환경 부에 해당
環境保護局 (환경보호국)	EPB Environmental Protection Bureau	직할시, 현, 시 정부(우리나라의 광역자치단 체)의 환경담당부서
環境檢驗所 (환경검험소)	EAL Environmental Analysis Laboratory	환경샘플에 대한 샘플링과 분석표준에 대한 방법을 발행하는 기관, 우리나라 국립환경과 학원에 해당
汚染土地關係人 (오염토지관계인)	오염토지관계자 Polluter	부지가 오염정화부지로 고시되었을 때에 해 당 부지의 오염 행위인은 아니지만 해당 토 지의 사용자, 관리자 혹은 소유자
汚染行為人 (오염행위인)	오염행위자 Person Potentially Responsible for Pollution	법 또는 규정위반을 통하여 오염물질의 누출 /폐기, 불법방류/유입 행위를 하거나 이를 중 개 또는 승인한 자
潛在污染責任人 (잠재오염책임인)	잠재오염원인자 Interest Party of the Polluted Land	법규 내에서 한 행동이지만 오염물질이 지 하수 및 토양에 축적되게 하여 결과적으로 토양과 지하수오염을 발생시킨 자
處理等級 (처리등급)	정화등급 Remediation Grade	부지가 토양및지하수오염정화기금을 활용하 서 오염을 정화하기 위해서 EPA로부터 부 여받는 등급. CERCLA의 National Priority List과 유사
土壤及地下水汚染整治基金 (토양급지하수오염정화기금)	토양및지하수오염 정화기금 Soil and Groundwater Pollution Remediation Fund	대만 토양정화법에 따라 토양·지하수 오염관 리의 목적으로, 대만 EPA가 지정하는 화학 물질을 제조하거나 자국으로 반입하는 업체 가 부담하는 비용으로 조성한 기금
土壤及地下水汚染整治基金 管理會 (토양급지하수오염정화기금 관리회)	토양및지하수오염 정화기금관리위원회 Soil and Groundwater Pollution Remediation Fund Management Board	토양및지하수오염정화기금을 관리와 관련된 사무를 집행하기 위하여 만들어진 조직. 환 경부의 토양지하수과와 비슷한 역할을 하는 조직
土壤及地下水汚染整治基金 收支保管及運用辦法 (토양급지하수오염정화기금 수지보관급운용판법)	토양및지하수오염 정화기금관리방법 Soil Pollution and Groundwater Pollution Remediation Fund Revenues and Expenditures, Safekeeping, and Utilization Regulations	토양및지하수오염정화기금의 수입과 지출, 보 관 및 운영에 관한 규정. 2001년 6월 공포