

## 토양오염실태조사

○ 부산시 내 토양오염이 우려되는 지역과 오염사고 발생 지역 등을 조사하여 오염토양의 정화·복원을 위한 자료 제공 및 토양 위해예방과 토양환경보전을 위한 정책 수립에 기여

### 1. 조사개요

- 조사기간 : 2023. 4. ~ 12.
- 조사대상 : 산업단지 및 공장지역, 원광석·고철 등의 보관·사용지역 등 토양오염 가능성이 높은 9개 오염원지역
- 조사항목 : 총 23개 항목 (조사주변지역 토양오염원 감안 항목 조정)
  - 토양환경보전법 제2조의 2호 및 같은법 시행규칙 제1조에 규정한 토양오염물질 22개 항목 및 수소이온농도
  - 중금속류 8개 항목(납, 카드뮴, 구리, 6가크롬, 비소, 아연, 니켈, 수은), 불소, 벤젠, 톨루엔, 에틸벤젠, 자일렌, 석유계총탄화수소(TPH), 트리클로로에틸렌(TCE), 테트라클로로에틸렌(PCE), 시안, 폴리클로리네이티드비페닐(PCBs), 페놀, 유기인, 벤조(a)피렌, 1,2-디클로로에탄 및 수소이온농도
- 조사지점 : 105개소 154개 시료(표토, 중간토 및 심토)
  - 토양오염이 확인 가능하거나 추정되는 오염 유형에 따라 표토, 중간토 및 심토 구분 조사 (표토 : 15 cm 이내, 중간토 : 30 cm ~ 150 cm, 심토 : 150 cm ~ 300 cm)
- 조사근거
  - 토양환경보전법 제5조(토양오염도 측정 등), 제15조(토양오염 방지조치 명령 등), 같은법 시행규칙 제3조 (토양오염실태조사)
  - 토양오염실태조사지침(환경부 예규 제668호, 2020. 2. 7.)
  - 2023년도 토양오염 실태조사 계획(시 맑은물정책과-2147, 2023. 2. 28.)

### 2. 조사방법

- 부산광역시 토양보전계획('15~'24)에 의거 구·군별 우선관리대상지역 등급별 조사지점 차등 선정
  - '23년도 환경부 지침(중점오염원 조사지역 20% 이상)에 따라 중점오염원 조사지역 총 76개소(72%)와 오염개연성이 큰 시설 29개소(28%)를 포함하여 총 105개소 선정하였다.
- 구·군별 조사지점수와 오염원 지역별 조사지점수는 그림 1과 그림 2에 각각 나타내었다.

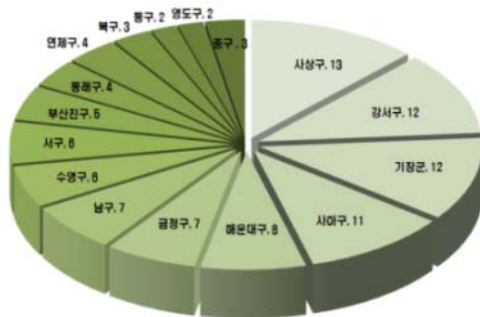


그림 1. 2023년 구·군별 조사지점수

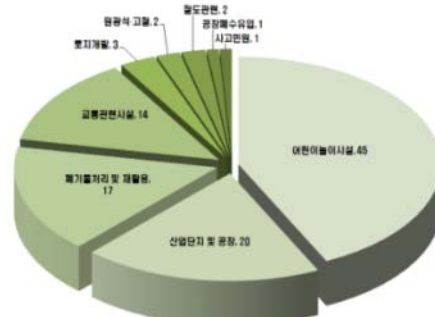


그림 2. 2023년 오염원 지역별 조사지점수

### 3. 조사결과

- 조사대상 105개소 중 토양오염 우려기준 이내는 98개소(93.3%), 우려기준 초과는 7개소 (6.7%)로 교통관련시설지역 4개소, 폐기물 처리 및 재활용 관련 지역 2개소, 산업단지 및 공장지역 1개소에서 기준 초과되었음
- 기준초과항목은 총 8개 항목[카드뮴, 구리, 수은, 납, 아연, 니켈, 불소, 석유계총탄화수소(TPH)]임

- 총 105개소 중 토양오염우려기준 이내는 98개소 (93.3%)이며, 우려기준을 초과한 곳은 7개소 (6.7%)로 전년도 기준초과율 2.8% 보다 증가하였다. 최근 10년간 토양오염우려 기준초과율(표 1)을 보면 '14 ~ '19년 동안 증가 추세였으나 '20년부터 오염도 기준 초과율이 감소추세를 보이다가 '23년 기준 초과율이 전년 대비 증가

표 1. 최근 10년간 ('14년 ~ '23년) 토양오염실태조사 토양오염우려기준 초과 현황

구 분	2023	2022	2021	2020	2019	2018	2017	2016	2015	2014
기준초과율(%)	6.7	2.8	1.0	5.0	9.7	8.5	10.2	7.0	4.4	3.5
초과지점수	7	3	1	5	10	9	12	8	5	4
조사지점수	105	106	100	100	103	106	118	114	114	113

- 토양오염 우려기준을 초과한 지점은 교통관련시설지역 4개소, 폐기물 처리 및 재활용 관련 지역 2개소, 산업단지 및 공장지역 1개소이며, 초과한 항목은 카드뮴, 구리, 수은, 납, 아연, 니켈, 불소, 석유계총탄화수소 (TPH) 8개 항목이며, 각 항목별 초과 횟수는 TPH 5회, 아연 3회, 구리 3회, 납 2회, 카드뮴 1회, 니켈 1회, 수은 1회, 불소 1회로 나타났다(표 2).

표 2. 2023년 토양오염실태조사 토양오염우려기준 초과지점 현황

연번	조사지역 종류	조사지역 위치	토지 지목	지역 구분	기준 초과내역		
					깊이	항목	오염도(기준, mg/kg)
1	교통관련 시설지역	사하구 다대동	공장용지	3	표토	구리	2654.8 (2,000)
					표토	납	1177.8 (700)
					표토	아연	2644.9 (2,000)
					표토	TPH	2886 (2,000)
2	교통관련 시설지역	사하구 다대동	잡종지	2	표토	구리	4352.3 (500)
					표토	아연	2178.1 (600)
					표토	TPH	1196 (2,000)
3	교통관련 시설지역	사하구 다대동	잡종지	2	표토	카드뮴	12.38 (10)
					표토	구리	2240.6 (500)
					표토	수은	11.50 (10)
					표토	납	429.9 (400)
					표토	아연	2659.5 (600)
4	교통관련 시설지역	사상구 학장동	공장용지	3	중간토	TPH	873 (800)
					표토	TPH	5,485 (2,000)
5	폐기물처리 및 재활용 관련 지역	사상구 감전동	잡종지	3	표토	TPH	5,230 (2,000)
6	산업단지 및 공장지역	사상구 모라동	공원	1	표토	니켈	198.3 (100)
7	폐기물처리 및 재활용 관련 지역	기장군 정관읍	잡종지	2	심토	불소	422 (400)

- 토양오염우려 기준 항목 중 주요 항목의 평균농도(표 3)는 카드뮴 1.95 mg/kg, 구리 91.2 mg/kg 비소 6.01 mg/kg, 수은 0.14 mg/kg, 납 48.2 mg/kg, 아연 182.3 mg/kg, 니켈 13.0 mg/kg, 불소 266 mg/kg, TPH 380 mg/kg, pH는 7.8로 조사되었다.
- 전년과 비교해서 구리(2.6배), 수은(2배), TPH(1.6배)가 증가한 것으로 나타났는데, 이는 오염원 지역별 조

사결과(표 4)에서 교통관련시설지역의 구리, 수은, 납, 아연, TPH가 모두 최대 측정값을 나타내었고 이들 항목의 평균값 역시 가장 높은 값을 나타낸 결과의 영향으로 보인다. 오염도 측정 최대값은 주로 사하구 다대동 일원 선박(조선)업 관련 조사지점에서 주로 나타났다.

표 3. 주요 토양오염기준 항목 평균농도 (단위 : mg/kg, pH 제외)

구 분	카드뮴	구리	비소	수은	납	아연	니켈	불소	TPH	pH
2023	1.95	91.2	6.01	0.14	48.2	182.3	13.0	266	380	7.8
2022	1.85	35.3	7.20	0.07	47.4	185.6	12.0	273	233	7.7
2021	1.65	32.8	7.26	0.07	42.5	162.2	11.1	294	241	7.6
'21년 전국 <sup>1</sup>	0.62	32.2	5.36	0.05	30.1	132.1	17.7	267	76	7.5
배경농도 <sup>2</sup>	0.10	18.6	5.16	0.04	20.8	85.7	11.8	213	30	6.6

<sup>1</sup> 토양오염측정망오염도 2021년 전국평균 <sup>2</sup> 환경부 토양측정망 2021년 배경농도(자연과 사람활동) 전국평균

○ 최근 3년간 주요 항목 오염도 추이(그림 3)를 보면 '23년 구리, 수은, TPH 항목이 '21년과 '22년에 비해 2배 가량 증가하였으며, 구리·납·니켈·카드뮴 농도가 최근 3년간 증가 경향을 나타내고 있다. 구리, 납, 니켈 및 카드뮴은 주로 자동차 엔진배기가스, 자동차 부속품 마모 등 교통 관련 먼지 등에서 주로 기원하는 오염 물질이므로 차량증가, 선박 관련 산업 등 각종 산업화와 관련하여 시(구·군) 주도의 토양오염우려지역 발굴이 적극적으로 이루어진 결과로 보인다.

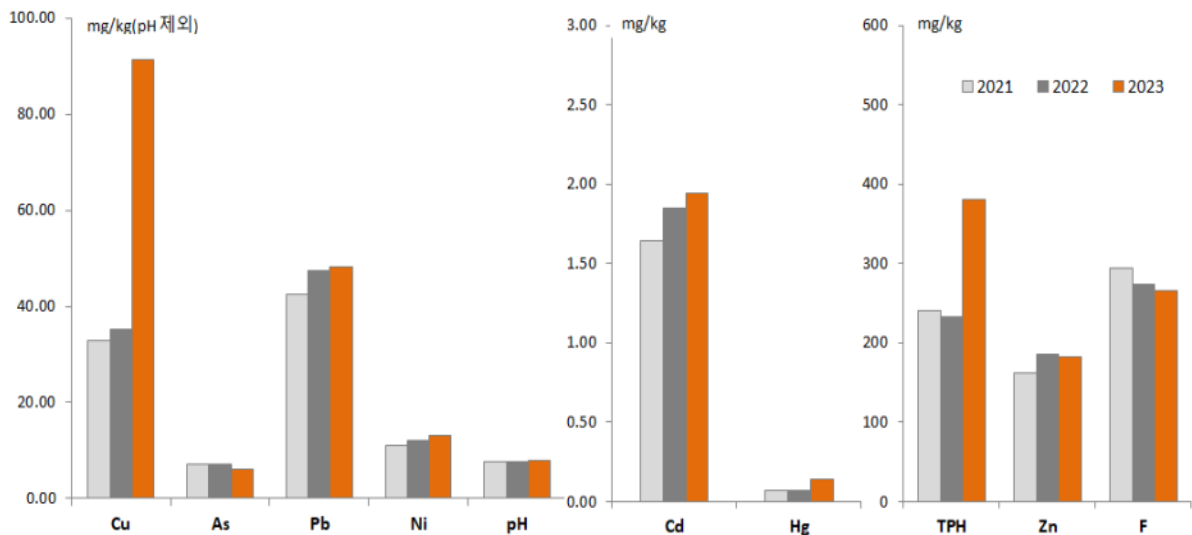


그림 3. 최근 3년간 ('21년 ~ '23년) 주요 항목 평균농도

표 4-1. 오염원 지역별 항목별 조사결과(1)

(단위 : mg/kg)

조사 지역	조사 지역 수	조사 항목 수	조 사 항 목 별 토 양 오 염 도 현 황									
			구분	카드뮴	구리	비소	수은	납	6가 크롬	아연	니켈	볼소
전체 토양 오염도	105	23	평균	1.95	91.2	6.01	0.14	48.2	0.0	182.3	13.0	266
			최소	0.45	4.0	1.54	0.00	5.2	0.0	25.7	1.3	79
			최대	13.92	4352.3	24.79	11.50	1177.8	0.0	2659.5	198.3	506
산업단지 및 공장지역	20	23	평균	2.26	50.8	7.43	0.15	51.5	0.0	187.6	20.4	280
			최소	0.75	4.0	1.81	0.00	8.9	0.0	29.6	2.0	132
			최대	13.92	461.7	24.79	1.43	493.2	0.0	1840.1	198.3	506
공장폐수 유입지역	1	22	평균	2.11	26.9	5.87	0.02	21.1	0.0	111.2	15.4	186
			최소	2.11	26.9	5.87	0.02	21.1	0.0	111.2	15.4	186
			최대	2.11	26.9	5.87	0.02	21.1	0.0	111.2	15.4	186
원광석·고철 등의 보관·사용지역	2	22	평균	2.33	30.1	5.33	0.05	29.5	0.0	169.7	15.7	206
			최소	1.44	17.2	3.69	0.01	19.6	0.0	82.7	6.0	183
			최대	2.82	41.9	7.74	0.13	39.1	0.0	258.4	30.1	242
폐기물 처리 및 재활용 관련 지역	17	22	평균	2.11	68.7	9.73	0.05	80.7	0.0	<u>394.6</u>	16.1	322
			최소	1.23	6.4	0.84	0.00	18.9	0.0	76.1	2.4	64
			최대	4.21	355.7	30.06	0.15	237.6	0.0	1690.0	35.3	571
교통관련 시설지역	14	23	평균	2.47	<u>302.2</u>	6.26	<u>0.40</u>	<u>87.8</u>	0.0	<u>326.7</u>	13.5	251
			최소	0.85	4.9	2.12	0.00	10.0	0.0	25.7	3.4	150
			최대	12.38	4352.3	20.52	11.50	1177.8	0.0	2659.5	61.5	365
철도관련시설 및 철도 폐침목 사용지역	2	15	평균	1.90	28.7	5.14	0.21	25.5	0.0	103.4	15.6	-
			최소	1.88	16.5	4.58	0.09	15.8	0.0	73.4	14.3	-
			최대	1.92	40.8	5.69	0.32	35.1	0.0	133.3	16.9	-
사고·민원 등 발생지역	1	22	평균	2.16	36.2	24.17	0.04	31.7	0.0	177.5	9.5	244
			최소	2.16	36.2	24.17	0.04	31.7	0.0	177.5	9.5	244
			최대	2.16	36.2	24.17	0.04	31.7	0.0	177.5	9.5	244
어린이 놀이시설지역	45	11	평균	1.23	16.0	3.83	0.02	18.3	0.0	89.6	8.0	195
			최소	0.45	4.2	1.67	0.00	5.2	0.0	28.2	1.3	79
			최대	2.72	53.6	12.20	0.16	64.6	0.0	289.5	25.7	268
토지개발지역	3	10	평균	1.65	24.4	8.10	0.06	27.7	0.0	115.4	12.3	231
			최소	1.32	16.7	5.32	0.02	12.3	0.0	90.4	9.8	114
			최대	2.26	39.8	13.29	0.11	53.6	0.0	149.5	15.3	353

표 4-2. 오염원 지역별 항목별 조사결과(2)

(단위 : mg/kg, pH 제외)

조사 지역	조사 지역 수	조사 항목 수	구분	조 사 항 목 별 토 양 오 염 도 현 황											수소 이온 농도				
				유기 인	폴리클로리네이티드 비페닐	시안	페놀	벤젠	톨루엔	에틸벤젠	자일렌	석유계총탄화수소	트리클로로에탄	테트라클로로에탄		벤조(a)피렌	1,2-DCE		
전체 토양 오염도	105	23	평균	0.00	0.00	0.4	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	380	0.0	0.0	0.000	0.0	7.8
			최저	0.00	0.00	0.0	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0.000	0.0	0.0	4.5
			최대	0.00	0.00	2.4	0.00	0.0	0.1	0.1	0.1	5485	0.0	0.0	0.000	0.0	0.0	12.3	
산업단지 및 공장지역	20	23	평균	0.00	0.00	0.5	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	221	0.0	0.0	0.000	0.0	8.0	
			최저	0.00	0.00	0.0	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	55	0.0	0.0	0.000	0.0	0.0	4.8	
			최대	0.00	0.00	2.4	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	689	0.0	0.0	0.000	0.0	0.0	12.3	
공장폐수 유입지역	1	22	평균	0.00	0.00	0.0	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	248	0.0	0.0	-	0.0	6.4		
			최저	0.00	0.00	0.0	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	248	0.0	0.0	-	0.0	6.4		
			최대	0.00	0.00	0.0	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	248	0.0	0.0	-	0.0	6.4		
원광석·고철 등의 보관·사용지역	2	22	평균	0.00	0.00	0.3	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	165	0.0	0.0	-	0.0	8.6		
			최저	0.00	0.00	0.0	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	117	0.0	0.0	-	0.0	8.0		
			최대	0.00	0.00	1.4	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	280	0.0	0.0	-	0.0	9.1		
폐기물 처리 및 재활용 관련 지역	17	22	평균	0.00	0.00	0.1	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	223	0.0	0.0	-	0.0	8.1		
			최저	0.00	0.00	0.0	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	-	0.0	6.3		
			최대	0.00	0.00	0.3	0.00	0.0	0.1	0.0	0.1	616	0.0	0.1	-	0.0	9.8		
교통관련 시설지역	14	23	평균	0.00	0.00	0.0	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	525	0.0	0.0	0.000	0.0	8.1		
			최저	0.00	0.00	0.0	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0.000	0.0	6.3		
			최대	0.00	0.00	0.0	0.00	0.0	0.1	0.1	0.1	5485	0.0	0.0	0.000	0.0	10.4		
철도관련시설 및 철도 폐침목 사용지역	2	15	평균	-	-	-	-	0.0	0.0	0.0	0.0	448	-	-	0.000	-	4.6		
			최저	-	-	-	-	0.0	0.0	0.0	0.0	396	-	-	0.000	-	4.5		
			최대	-	-	-	-	0.0	0.0	0.0	0.0	500	-	-	0.000	-	4.6		
사고·민원 등 발생지역	1	22	평균	0.00	0.00	0.0	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	121	0.0	0.0	-	0.0	8.0		
			최저	0.00	0.00	0.0	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	121	0.0	0.0	-	0.0	8.0		
			최대	0.00	0.00	0.0	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	121	0.0	0.0	-	0.0	8.0		
어린이 놀이시설지역	45	11	평균	0.00	-	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7.4		
			최저	0.00	-	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5.7		
			최대	0.00	-	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9.0		
토지개발지역	3	10	평균	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7.3		
			최저	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6.4		
			최대	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7.9		

4. 활용방안

- 토양환경 보전자료 활용, 보건환경연구원 누리집을 통한 정보공개 및 연구원보 수록

5. 기대효과

- 토양오염 우려지역 실태 파악에 따른 토양오염 예방 및 오염통화 정확도를 통한 지하수 오염 예방으로 시민 건강에 기여
- 토양오염예방 대책 및 오염 토양의 정확, 복원 기초자료 제공으로 오염예방 및 생태계 보전