

토양오염실태조사

- 부산 관내 토양오염이 우려되는 지역과 오염 사고 발생 지역 등을 조사하여 오염 토양의 정화·복원을 위한 자료 제공 및 토양 위해 예방과 토양 환경 보전을 위한 정책 수립에 기여

1. 조사개요

- 조사기간 : 2024. 4. ~ 12.
- 조사대상 : 산업단지 및 공장지역, 원광석·고철 등의 보관·사용지역 등 토양오염 가능성이 높은 8개 오염원지역
- 조사항목 : 총 23개 항목(조사주변 지역 토양오염원 감안 항목 조정)
 - 토양환경보전법 제2조의 2호 및 같은 법 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 : 104개소 145개 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.)
 - 2024년도 토양오염 실태조사 계획(시 맑은물정책과-2082, 2024. 2. 22.)

2. 조사방법

- 부산광역시 토양보전계획('15~'24)에 의거 구·군별 우선관리대상지역 등급별 조사지점 차등 선정
 - '24년도 환경부 지침(중점오염원 조사지역 20% 이상)에 따라 중점오염원 조사지역 총 50개소(48%)와 오염개연성이 큰 시설 54개소(52%)를 포함하여 총 104개소 선정하였다.
- 구·군별 조사지점수와 오염원지역별 조사지점수는 그림 1과 그림 2에 각각 나타내었다.

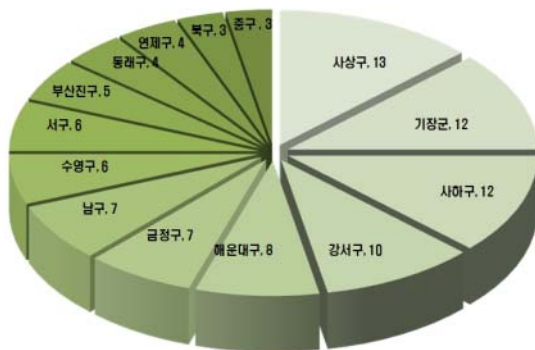


그림 1. 2024년 구·군별 조사지점수

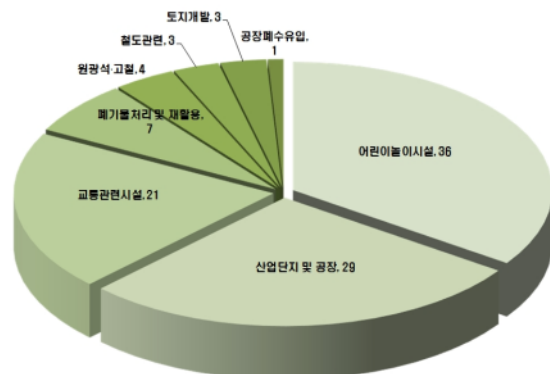


그림 2. 2024년 오염원 지역별 조사지점수

3. 조사결과

- 조사대상 104개소 중 토양오염 우려기준 이내는 101개소(97.1%), 우려기준 초과는 3개소 (2.9%)로 교통관련시설 지역 1개소, 폐기물 처리 및 재활용 관련 지역 1개소, 어린이놀이시설지역 1개소에서 기준 초과되었음
- 기준 초과항목은 아연과 석유계총탄화수소(TPH) 2개 항목임

- 총 104개소 중 토양오염우려기준 이내는 101개소 (97.1 %)이며, 우려기준을 초과한 곳은 3개소 (2.9 %)로 전년도 기준초과율 6.7% 보다 감소하였다. 최근 10년간 토양오염우려 기준초과율(표 1)을 보면 '15년 ~'19년까지 증가(4.4% → 9.7%) 추세를 보이다가 '20년 ~ '24년까지는 기준초과율 1.0 % ~ 6.7 % 수준에서 증감하고 있다.

표 1. 최근 10년간 ('15년 ~ '24년) 토양오염실태조사 토양오염우려기준 초과 현황

구 분	2024	2023	2022	2021	2020	2019	2018	2017	2016	2015
기준초과율(%)	2.9	6.7	2.8	1.0	5.0	9.7	8.5	10.2	7.0	4.4
초과지점수	3	7	3	1	5	10	9	12	8	5
조사지점수	104	105	106	100	100	103	106	118	114	114

- 토양오염 우려기준을 초과한 3개 지점은 교통관련시설지역 1개소, 폐기물 처리 및 재활용 관련 지역 1개소, 어린이놀이시설지역 1개소이며, 초과 항목은 아연과 석유계총탄화수소(TPH) 2개 항목이며, 각각 2회 초과되었다(표 2).
- 토양 중 아연의 인위적인 오염원인은 아연도금, 배터리제조 등 산업공정에서 배출되거나, 산업폐기물내에 포함된 아연이 토양에 축적되는 경우와 아연을 포함한 자동차 타이어 및 브레이크 패드, 엔진오일첨가제의 연소·산화·마모에 의해 발생한 아연 물질이 도로 위 먼지에 포함되었다가 주변 토양으로 오염될 가능성이 있다. 석유계총탄화수소(TPH)는 석유 탱크 및 저장시설의 노후화로 인한 유출, 교통관련시설 차량에서 누출된 연료, 윤활유 엔진오일, 폐유 등의 부적절한 폐기에 의해 토양에 오염될 수 있다.

표 2. 2024년 토양오염실태조사 토양오염우려기준 초과지점 현황

연번	조사지역 종류	조사지역 위치	토지 지목	지역 구분	기준 초과내역		
					깊이 (cm)	항목	오염도 (기준, mg/kg)
1	교통관련 시설지역	해운대구 반여동 **정비공사	대지	2	표토 (0~10)	석유계 총탄화수소	1264 (800)
					중간토 (10~150)	석유계 총탄화수소	3225 (800)
2	폐기물처리 및 재활용 관련 지역	사하구 다대동 *****(주)	임야	2	표토 (0~15)	아연	742.2 (600)
3	어린이놀이시설지역	사상구 덕포동 **초등학교	학교용지	1	표토 (0~10)	아연	372.3 (300)

- 토양오염우려기준 항목 중 주요 항목의 평균농도(표 3)는 카드뮴 1.67 mg/kg, 구리 304 mg/kg 비소 7.44 mg/kg, 수은 0.07 mg/kg, 납 44.2 mg/kg, 아연 183.4 mg/kg, 니켈 10.7 mg/kg, 불소 127mg/kg, 석유계총탄화수소 260 mg/kg 으로 조사되었다.

표 3. 주요 토양오염기준 항목 평균농도

(단위 : mg/kg, pH 제외)

구 분	카드뮴	구리	비소	수은	납	아연	니켈	불소	석유계 총탄화수소
2024	1.67	30.4	7.44	0.07	44.2	183.4	10.7	127	260
2023	1.95	91.2	6.01	0.14	48.2	182.3	13.0	266	380
2022	1.85	35.3	7.20	0.07	47.4	185.6	12.0	273	233
'22년 전국 ¹	1.10	36.2	5.57	0.04	35.0	159.3	17.3	288	73
배경농도 ²	0.13	18.9	5.31	0.03	18.3	90.5	12.7	252	13

¹ 2022년 토양오염실태조사 전국 평균 ² 환경부 토양측정망 2022년 배경농도(사람활동) 평균

○ 최근 3년간 주요 항목 평균농도(표 3, 그림 3)를 보면 '22년 전국 토양오염실태조사 평균 농도 대비 부산지역의 비소, 납, 석유계총탄화수소 농도가 대체적으로 높은 경향을 보인 것은 산업단지 및 교통관련 지역에 대하여 시(구·군) 주도의 토양오염우려지역 발굴이 더욱 적극적으로 이루어진 결과이다. '24년 조사에서 불소 농도가 '22년과 '23년 대비 2배 가량 감소하였으나 이는 토양 중 불소의 자연함유량(배경농도) 범위 수준 증감으로 불소항목을 검사한 대상 개소가 감소('22년 72개소, '23년 70개소, '24년 57개소)한 영향으로 보인다. 전년 조사에서 교통관련시설 중 선박(조선)업에 대한 집중 오염도 조사를 강화한 결과로 구리, 수은, 석유계총탄화수소 항목의 농도가 2배 가량 증가하였다가 '24년에 예년 수준으로 감소하였다.

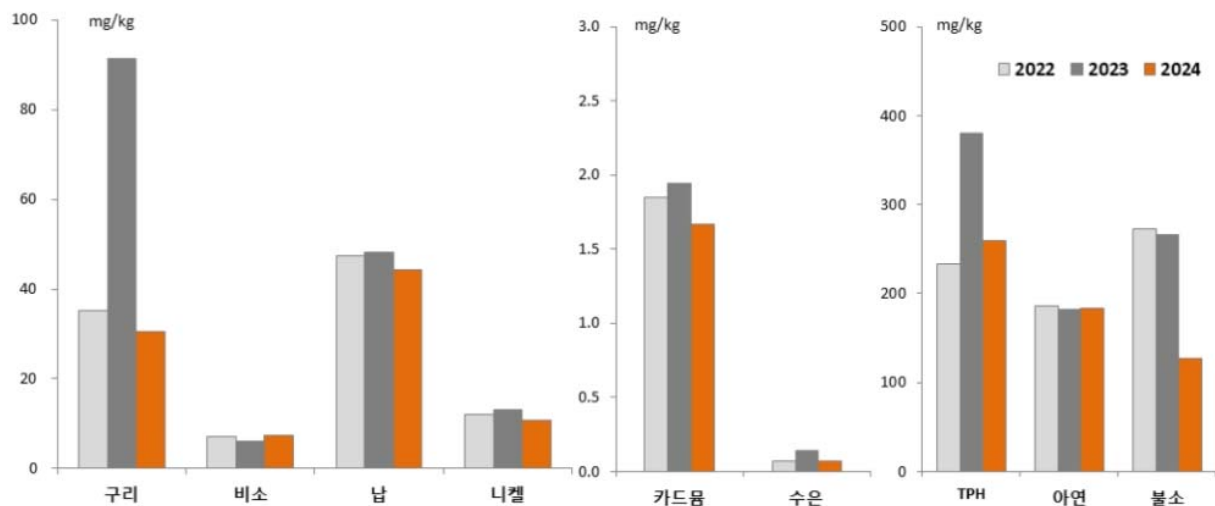


그림 3. 최근 3년간('22년 ~ '24년) 주요 항목 평균농도

○ 조사대상 8개 오염원 지역에 대한 대한 항목별 조사결과는 표 4-1과 표 4-2에 나타내었다.

표 4-1. 오염원 지역별 항목별 조사결과(1)

(단위 : mg/kg)

조사 지역	조사 지역수	조사항 목수	조 사 항 목 별 토 양 오 염 도 현 황									불소 (‘24.12.12. 이후)
			구분	카드뮴	구리	비소	수은	납	6가 크롬	아연	니켈	
토양오염 우려기준			1지역	4	150	25	4	200	5	300	100	400 (800)
			2지역	10	500	50	10	400	15	600	200	400 (1300)
			3지역	60	2000	200	20	700	40	2000	500	800 (2000)
전체 토양 오염도	104	23	평균	1.67	30.4	7.44	0.07	44.2	0.0	183.4	10.7	127
			최소	0.56	6.0	1.72	0.00	5.6	0.0	25.0	2.3	0
			최대	4.27	339.3	59.21	1.93	341.3	0.0	1196.7	52.1	327
산업단지 및 공장지역	29	23	평균	1.71	27.7	9.40	0.07	43.1	0.0	195.7	11.7	144
			최소	0.57	6.3	2.53	0.01	8.3	0.0	25.0	2.7	21
			최대	4.08	160.2	59.21	1.03	338.8	0.0	1038.1	52.1	327
공장폐수 유입지역	1	22	평균	1.73	23.7	5.50	0.06	61.6	0.0	258.2	9.7	205
			최소	1.73	23.7	5.50	0.06	61.6	0.0	258.2	9.7	205
			최대	1.73	23.7	5.50	0.06	61.6	0.0	258.2	9.7	205
원광석·고철 등의 보관·사용지역	4	22	평균	1.93	22.9	6.90	0.04	50.7	0.0	171.7	11.5	126
			최소	1.67	12.9	2.92	0.00	19.0	0.0	79.2	6.0	30
			최대	2.13	33.6	14.64	0.21	106.0	0.0	452.4	21.2	281
폐기물 처리 및 재활용 관련 지역	7	22	평균	1.98	25.5	13.38	0.03	88.2	0.0	208.6	10.8	83
			최소	1.49	10.3	2.53	0.00	13.0	0.0	51.2	2.3	0
			최대	3.05	69.2	27.23	0.09	341.3	0.0	742.2	25.5	250
교통관련 시설지역	21	23	평균	1.77	46.3	5.95	0.07	48.2	0.0	221.1	10.2	131
			최소	0.77	6.0	1.72	0.01	5.6	0.0	32.0	3.6	16
			최대	4.27	339.3	11.20	0.29	253.3	0.0	1196.7	26.3	290
철도관련시설 및 철도 폐침목 사용지역	3	15	평균	2.06	38.2	7.52	0.47	52.8	0.0	160.4	16.8	-
			최소	1.32	14.9	2.91	0.08	21.8	0.0	66.7	10.2	-
			최대	2.71	73.9	13.02	1.93	147.5	0.0	297.9	24.8	-
어린이 놀이시설지역	36	10	평균	1.31	20.2	4.92	0.04	24.9	0.0	128.4	8.7	69
			최소	0.56	6.7	1.89	0.00	7.3	0.0	35.8	2.7	42
			최대	2.95	61.2	14.32	0.16	69.9	0.0	372.3	18.9	109
토지개발지역	3	22	평균	1.49	19.9	7.20	0.05	27.2	0.0	134.4	14.1	203
			최소	1.45	16.2	6.16	0.03	18.9	0.0	95.8	6.3	193
			최대	1.52	25.3	7.94	0.06	41.7	0.0	165.2	18.9	212

표 4-2. 오염원 지역별 항목별 조사결과(2)

(단위 : mg/kg, pH 제외)

조사 지역	조사 지역수	조사 항목수	조 사 항 목 별 토 양 오 염 도 현 황															
			구분	유기 인	폴리클 로리네 이티드 비페닐	시 안	페 놀	벤젠	톨루 엔	에틸 벤젠	자일 렌	석유 계총 탄화 수소	트리 클로 로에 탄	테트 라클 로로 에탄	벤조 (a) 피렌	1,2- 디클 로로 에탄	수소 이온 농도	
토양오염 우려기준			1지역	10	1	2	4	1	20	50	15	500	8	4	0.7	5	-	
			2지역	10	4	2	4	1	20	50	15	800	8	4	2	7	-	
			3지역	20	12	120	20	3	60	340	45	2000	40	25	7	70	-	
전체 토양 오염도	104	23	평균	0.00	0.00	0.2	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	260	0.0	0.0	0.000	0.0	7.6	
			최저	0.00	0.00	0.0	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	61	0.0	0.0	0.000	0.0	4.4
			최대	0.00	0.00	1.4	0.00	0.0	0.4	0.1	0.1	3225	0.0	0.2	0.000	0.0	10.9	
산업단지 및 공장지역	29	23	평균	0.00	0.00	0.2	0.00	0.0	0.1	0.0	0.0	216	0.0	0.0	0.000	0.0	7.6	
			최저	0.00	0.00	0.0	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	61	0.0	0.0	0.000	0.0	4.8	
			최대	0.00	0.00	1.4	0.00	0.0	0.4	0.0	0.1	1123	0.0	0.0	0.000	0.0	10.2	
공장폐수 유입지역	1	22	평균	0.00	0.00	0.0	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	230	0.0	0.0	-	0.0	9.0	
			최저	0.00	0.00	0.0	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	230	0.0	0.0	-	0.0	9.0	
			최대	0.00	0.00	0.0	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	230	0.0	0.0	-	0.0	9.0	
원광석·고철 등의 보관·사용지역	4	22	평균	0.00	0.00	0.1	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	288	0.0	0.0	-	0.0	7.5	
			최저	0.00	0.00	0.0	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	89	0.0	0.0	-	0.0	5.1	
			최대	0.00	0.00	0.7	0.00	0.0	0.1	0.0	0.1	776	0.0	0.2	-	0.0	9.0	
폐기물 처리 및 재활용 관련 지역	7	22	평균	0.00	0.00	0.1	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	189	0.0	0.0	0.000	0.0	7.4	
			최저	0.00	0.00	0.0	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	65	0.0	0.0	0.000	0.0	5.8	
			최대	0.00	0.00	0.7	0.00	0.0	0.1	0.1	0.1	418	0.0	0.0	0.000	0.0	9.4	
교통관련 시설지역	21	23	평균	0.00	0.00	0.0	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	336	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	62	0.0	0.0	0.000	0.0	6.0	
			최대	0.00	0.00	0.0	0.00	0.0	0.2	0.0	0.1	3225	0.0	0.0	0.000	0.0	10.9	
철도관련시설 및 철도 폐침목 사용지역	3	15	평균	-	-	-	-	0.0	0.0	0.0	0.0	214	-	-	0.000	-	6.2	
			최저	-	-	-	-	0.0	0.0	0.0	0.0	159	-	-	0.000	-	4.4	
			최대	-	-	-	-	0.0	0.1	0.0	0.1	301	-	-	0.000	-	8.1	
어린이 놀이시설지역	36	11	평균	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7.5	
			최저	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4.9
			최대	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9.1
토지개발지역	3	10	평균	0.00	0.00	0.0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	83	0.0	0.0	-	0.0	7.4	
			최저	0.00	0.00	0.0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	80	0.0	0.0	-	0.0	6.5	
			최대	0.00	0.00	0.0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	86	0.0	0.0	-	0.0	9.1	

4. 활용방안

- 토양환경 보전자료 활용, 보건환경연구원 누리집에 자료 게재 및 연구원보 수록

5. 기대효과

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