

토양오염 실태 조사

- 토양오염이 우려되는 지역과 오염사고발생 등의 지역을 조사하여, 오염토양 정화·복원을 위한 자료를 제공하고,
- 국가 및 지역 토양환경 보전정책 수립을 위한 기초자료 수집에 목적이 있음

1. 조사개요 및 현황

○ 조사개요

- ▷ 기간 : 2008년 1월~12월
- ▷ 대상 : 공장 및 공업지역, 폐기물관련 지역 등 토양오염 가능성이 높은 10개 오염원지역
- ▷ 항목 : 중금속류, 유류, 유기용제류 등 토양오염물질 17개 및 토양 pH(총 18개 항목)
- ▷ 지점 : 189개 지점(※ 연도별 지점 수 : '07년 101, '06년 98, '05년 96)
- ▷ 내용 : 토양오염이 확인가능하거나 추정되는 오염 유형에 따라 표토, 중간 및 심토 구분 조사

○ 연혁

- ▷ 1987 : 토양측정망운영 개시
- ▷ 1995 : 토양환경보전법 제정
- ▷ 1996 : 토양측정망지점 확충
- ▷ 1997 : 전국망 및 지역망 확대운영
- ▷ 1999 : 전국망과 지역망 지점 확충
- ▷ 2001 : 지역망은 토양오염실태조사로 전환

○ 관련근거

- ▷ 관련법령 : 환경정책기본법 제15조(환경상태의 조사), 토양환경보전법 제5조(토양오염도 측정 등), 제15조(토양오염 방지조치 명령 등), 같은법 시행규칙 제3조(토양오염실태조사)
- ▷ 관련지침 : 토양오염실태조사 지침에 의한 통일된 조사 자료를 생산할 근거 마련(환경부 예규 제272호 2006. 1. 10.)
- ▷ 2008년 조사계획
 - 부산광역시 환경보전과 : 2727(2008. 3. 4) “2008년도 토양오염 실태조사 계획 알람”
 - 부산광역시 환경보전과 : 7689(2008. 7. 4) “2008년도 토양실태조사 지점 변경사항 알람”

2. 조사내용

○ 기간별 추진내용

- ▷ 2008. 01.~03 : 세부추진계획 수립과 토양시료 채취 교육(구군 담당자)
- ▷ 2008. 03.~06 : 시료접수
- ▷ 2008. 03.~10 : 시료전처리 및 분석
- ▷ 2008. 11. 07 : 조사결과 보고(시, 구, 군)
- ▷ 2008. 12. 31 : 최종 조사 보고서 작성보고, 조사결과 연구원 홈페이지 게시

○ 조사대상 선정

- ▷ 조사대상은 공장및공업지역, 폐기물매립·소각 등 지역, 금속광산지역, 사고발생 민원유발 지역 등 토양오염 가능성이 높아 오염도 조사 및 복원이 필요한 지역과 기타 국가가 지정하는 지점 등으로, 표 3은 최근 4년간의 조사지점과 지목별 지점수를 각각 나타냈으며, 2008년도 “가”지역 147개와 “나”지역 42개로 총 189개 지점을 조사하였다.
- ▷ “가”지역은 대지 28(19%), 답 25(17.0%), 임야 10(6.8%), 전·학교용지 각각 9(6.1%), 공원 64(43.5%), 하천 2(1.4%) 순으로 나타났으며,
- ▷ “나”지역은 공장용지 21(50%), 잡종지 18(42.9%), 철도용지 2(4.8%), 도로 1(2.4%) 등으로 그림 3에 나타내었다.
- ▷ 구·군에서 선정한 조사지점 수와 오염원지역은 표 1에 나타냈으며, 그림 1, 2는 지점 수와 오염원지역별 비율을 나타냈다.

표 1. 구·군 및 오염원지역별 조사지점수

구 분	계	중 구	서 구	동 구	영 도 구	부 산 진	동 래 구	남 구	북 구	해 운 대	사 하 구	금 정 구	강 서 구	연 제 구	수 영 구	사 상 구	기 장 군
계	189	2	2	2	9	6	6	10	14	14	22	12	35	6	7	17	25
공장 및 공업지역	28		1		1	1		1		2	7	4	5		1	4	1
공장폐수유입지역	3										1	1				1	
원광석·고철야적	28				1					1			26				
금속제련소지역	3										3						
폐기물관련지역	19				3			1	1	2	4		2			4	2
금속광산지역	14							1								1	12
교통관련시설지역	12	1				2	1				2	1	1	2	2		
사고발생, 민원유발	5						1	1							2		1
어린이놀이터지역	69	1	1	2	4	1	4	3	13	6	5	6	1	4	2	7	9
기타토지개발지역	8					2		3		3							

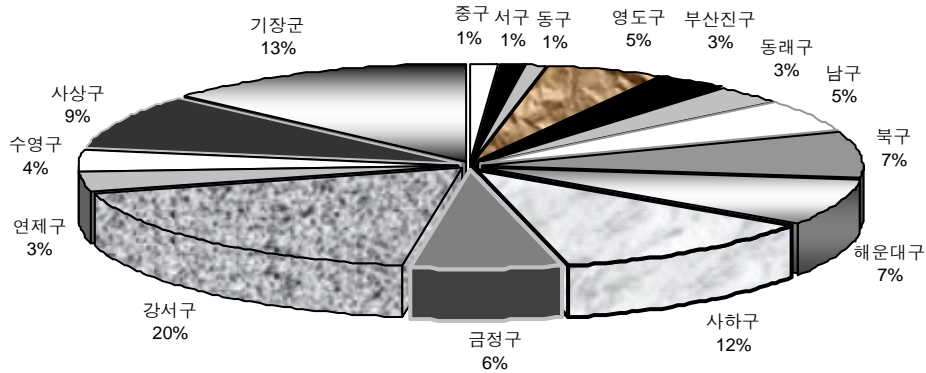


그림 1. 행정구역별 지점 배분율

표 2. 오염원 지역별 조사지점 수('04~'08.)

오염원지역별 \ 연도별	'08.	'07.	'06.	'05.	'04.
계	189	101	98	96	92
공장 및 공업지역	28	24	24	28	34
공장폐수유입지역	3	3	3	3	4
원광석·고철야적 등 지역	28	7	7	5	3
금속제련소주변 지역	3	3	3	4	4
폐기물 관련지역	19	22	23	21	21
금속광산주변지역	14	14	14	16	13
교통관련시설지역	12	12	9	11	7
사고발생, 민원 등 지역	5	4	5	2	4
어린이놀이터 지역	69	4	3	0	0
기타 토지개발 등 지역	8	8	7	6	2

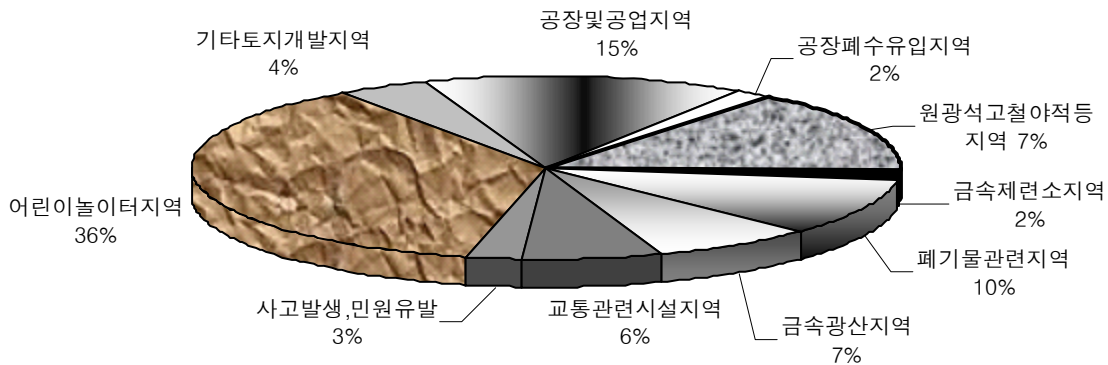


그림 2. 2008년도 10개 오염원지역별 조사비율

표 3. 최근 4년간 지목별 조사지점 수 비교('05.~'08.)

연 별	지점수	“가” 지역										“나” 지역				
		소계	대지	답	임야	전	공원	종교 용지	학교 용지	주유 소	하천	소계	공장 용지	잡종 지	철도 용지	도로
2008	189	147	28	25	10	9	64	-	9	-	2	42	21	18	2	1
2007	101	57	20	18	10	4	4	-	3	1	2	44	23	17	3	1
2006	98	55	20	13	10	4	3	1	2	1	1	43	25	14	3	1
2005	96	51	25	13	9	2	1	-	-	-	1	45	25	11	3	6

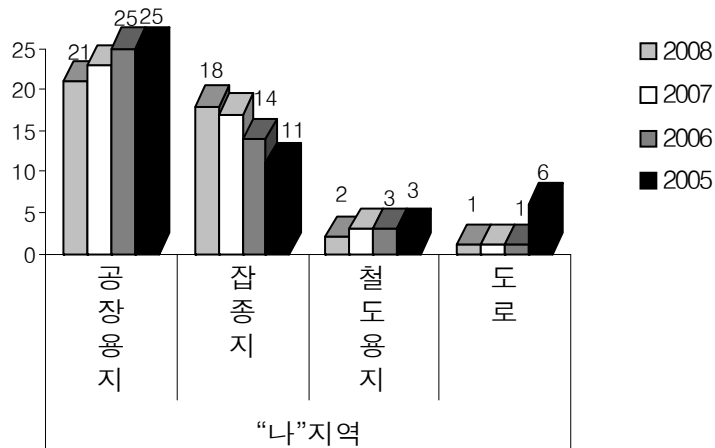
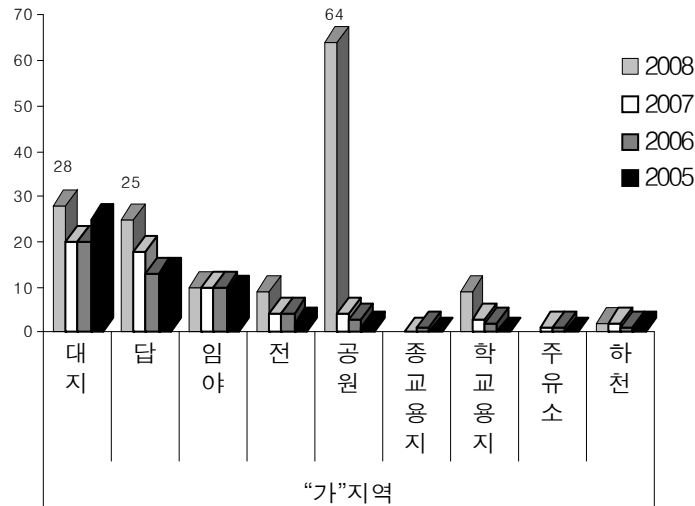


그림 3. 최근 4년간 지목별 조사지점수 비교('05. ~'08.)

※ 최근 3년간 전국 토양오염실태조사 지점 수 및 시도별 조사비율

- 2005 ~ 2007년까지 조사지점 수 변동이 많은 시·도는 인천 119개소에서 81개(38개소 감소), 전남 185개에서 159개소(26개소 감소), 충북 158개소에서 151개(7개소 감소)로 각각 줄었으며, 반면 서울 53개소, 대전 6, 경북 49개소 등이 증가하여 전체 조사지점 수 배분으로 균형을 맞춘 것으로 보인다.

- 표 4 및 그림 4는 전국의 2005~2007년 사이 지점 수 비율을 나타내었다.

표 4. 전국 토양오염 실태조사 지점 수 및 시도별 지점 비율

구분	계	서울	부산	대구	인천	광주	대전	울산	경기	강원	충북	충남	전북	전남	경북	경남	제주
'07.	2,344 (%)	209 (8.9)	101 (4.3)	120 (5.1)	81 (3.5)	64 (2.7)	94 (4.0)	88 (3.8)	270 (11.5)	217 (9.3)	151 (6.4)	159 (6.8)	159 (6.8)	159 (6.8)	244 (10.4)	173 (7.4)	55 (2.3)
'06.	2,294 (%)	162 (7.1)	98 (4.3)	121 (5.3)	80 (3.5)	72 (3.1)	89 (3.9)	87 (3.8)	258 (11.2)	220 (9.6)	154 (6.7)	159 (6.9)	159 (6.9)	166 (7.2)	236 (10.3)	183 (8.0)	50 (2.2)
'05.	2,402 (%)	156 (6.5)	96 (4.0)	125 (5.2)	119 (5.0)	63 (2.6)	88 (3.7)	87 (3.6)	285 (12.0)	229 (9.5)	158 (6.6)	182 (7.6)	165 (6.9)	185 (7.7)	195 (8.1)	218 (9.1)	51 (2.1)

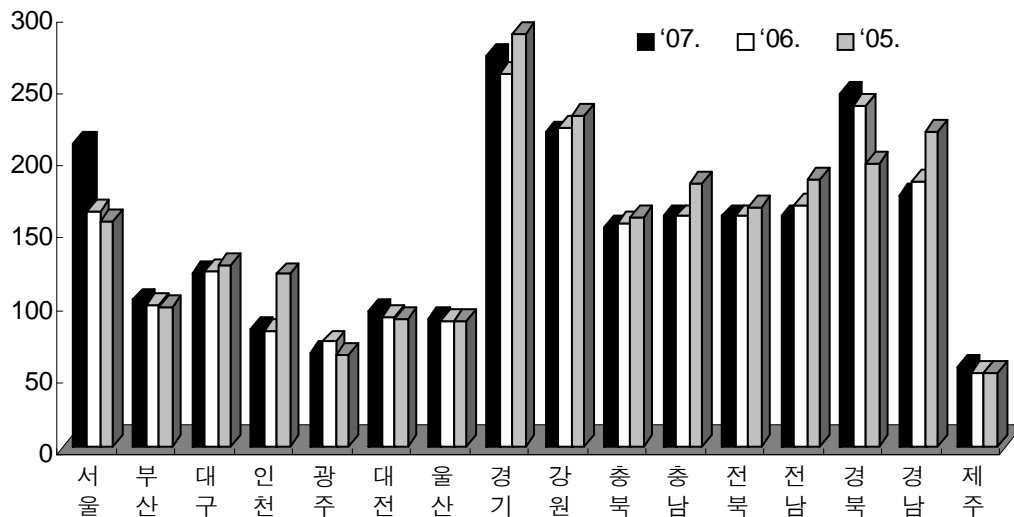


그림 4. 최근 3년간 전국 토양오염 실태조사 지점 수('05.~'07.)

○ 토양오염우려기준이 적용되는 지역구분 및 토양기준

- ▷ "가"지역은 "지적법"에 의한 지목이 전, 답, 대, 과수원, 목장용지, 임야, 학교용지, 하천, 수도용지, 공원, 체육용지(수목, 잔디 식생지에 한한다), 유원지, 종교용지 및 사적지인 지역을 말함.
- ▷ "나"지역은 "지적법"에 의한 지목이 공장용지, 도로, 철도용지, 잡종지를 말한다.
- ▷ 토양오염우려 및 대책기준
 - 토양오염우려기준은 토양환경보전법 제4조의2에 "사람의 건강, 재산이나 동물·식물의 생육에 지장을 초래할 우려가 있는 토양오염의 기준"으로 정의하며,
 - 토양오염대책기준은 같은법 제16조 "우려기준을 초과하여 사람의 건강 및 재산과 동·식물의 생육에 지장을 주어서 토양오염에 대한 대책을 필요로 하는 토양오염의 기준"으로 정의하고 있다.
 - 조사결과는 우선적으로 토양오염우려기준을 중심으로 조사내용을 검토하였으며, 표 5는 토양환경보전법 시행규칙 제1조에 의한 토양오염 우려기준과 대책기준을 나타냈다.

표 5. 토양오염물질과 기준

(단위 : mg/kg)

물 질	우려기준(제1조의5)		대책기준(제20조)	
	가 지역	나 지역	가 지역	나 지역
카드뮴	1.5	12	4	30
구리	50	200	125	500
비소	6	20	15	50
수은	4	16	10	40
납	100	400	300	1,000
6가크롬	4	12	10	30
아연	300	800	700	2,000
니켈	40	160	100	400
불소	400	800	800	2,000
유기인 화합물	10	30	-	-
폴리클로리네이티드비페닐	-	12	-	30
시안	2	120	5	300
페놀	4	20	10	50
유류(동·식물성 제외)				
- 벤젠·톨루엔·에틸벤젠·크실렌	-	80	-	200
- 석유계총탄화수소(TPH)	500	2,000	1,200	5,000
트리클로로에틸렌(TCE)	8	40	20	100
테트라클로로에틸렌(PCE)	4	24	10	60

○ 토양시료채취 방법 교육 : 구·군 담당자

▷ 시료채취 방법

- 토양오염실태조사 지침에 따라 농경지는 대상지역 내에서 지그재그 형으로 5~10개 지점(그림 5, 뒤)에서 채취하며,
- 공장지역, 매립지역, 시가지 지역 등 기타지역의 경우는 대상지역의 중심이 되는 1개 지점과 주변 4방위의 5~10 m 거리에 있는 1개 지점씩 총 5개 지점을 선정(그림 5, 앞)
- 유기인 화합물, PCB, CN, Hg, 페놀류, TCE, PCE, BTEX, TPH 시료는 농경지 또는 기타 지역의 구분에 관계없이 대상지역에서 대표치를 구할 수 있는 1개 지점을 선정하고,
- 자료 및 현장조사를 통하여 지형, 풍향, 지하수 유동을 고려하여 대표지점을 선정.
- 선정된 지점에서 토양시료채취는 지침의 제3장 제1절 나. 시료의 채취 및 보관방법에 따르도록 하였다.

▷ 오염원에 따른 시료채취

- 토양시료채취는 오염원이 대기나 수질에 의한 경우 표토를 중심으로 채취하고, 지하저장시설, 매립지 등에 의한 경우는 표토부터 오염개원성이 있는 깊이까지 표층, 중간층, 심토층의 시료를 채취, 그 외 현장의 여건에 따라 적절히 판단하여 채취토록 하였다.

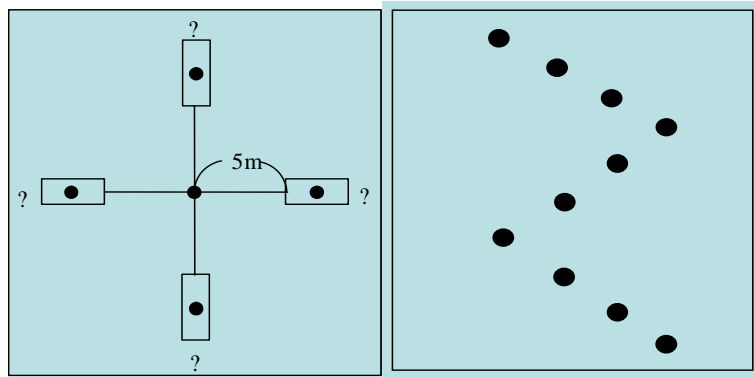


그림 5. 시료채취 방법(앞 : 농경지 / 뒤 : 공장, 매립지, 시가지 등)

○ 조사항목

- ▶ 조사항목은 토양환경보전법 제2조의 2호 및 같은법 시행규칙 제1조에 규정한 토양오염 물질 17개 및 토양 pH 등 총 18개 항목으로, 중금속류 8개 항목 (Pb, Cd, Cu, Cr⁺⁶, As, Zn, Ni, Hg)과 F, 유류(BTEX, TPH), 유기용제류 및 기타 TCE, PCE, CN, PCB, 페놀, 유기인, pH 등이다.
- ▶ 중금속의 경우 주된 중금속과 함께 부수적으로 검출될 수 있는 항목, 유류의 경우 유종에 따라 BTEX, TPH 등 해당 항목, 유기용제류는 TCE, PCE 등을 각각 조사하였다.

○ 시료의 전처리 및 분석

- ▶ 10개 오염원지역 189지점에서 표토, 중간 및 심토 248개의 시료를 토양오염공정 시험방법(환경부고시 제2007-26호, 2007. 02. 14.) 제3장 토양오염도 검사방법 제2항 시료의 조제 방법에 따라 시료를 처리하여, 제3절 항목별 시험방법에 따라 분석하였다.

○ 분석장비

- ▶ 중금속 분석은 AA(Furnace, Flame), 수은분석기(Mercury Analyzer)를 사용하였으며, 휘발성물질은 GC(FID, ECD, NPD), UV, pH meter 등 기타 분석에 필요한 장비를 이용하였다.

3. 조사결과 고찰

- 조사대상 189개 지점 중 31개 지점(16.4 %)에서 우려기준초과, 초과지점 수는 고철야적 14, 금속광산 9, 공장 및 공업지역 3, 기타지역 5개 지점으로 나타남.
- 금속광산 14개 지점 중 9개 지점에서 기준초과, 초과지점 중 7개 지점은 기장군 일광광산
- 강서구 고철야적장 25개 지점 중 14개 지점은 유류(TPH), Ni, Zn 오염으로 우려기준 및 일부 대책기준 초과

※ 우려기준 : 토양오염우려기준, 대책기준 : 토양대책기준

○ 조사방향

- ▶ 2008년부터는 각 구군에서 채취한 토양시료를 검사하는 방식으로 변경하여 시행된 첫 해이며,

전년도까지 우리원에서 직접 채취하여 검사하였던 것과 달리 업무효율도 높았다.

- ▷ 조사대상은 전년도 조사에서 토양오염도가 낮은 15개점을 제외한 86개 지점과 신규 103개 지점을 합한 총 189개 지점 248개('07.년 101지점 178시료)시료를 조사하였으며, 신규 103개 지점 중에는 어린이놀이터(49개 지점)와 고철야적지역(24개 지점)이 70.9 %를 차지하였다.
- ▷ 조사대상 189개 지점에서 오염원 지역별로 표토, 중간 및 심토를 포함한 248개 시료를 의뢰 받아 토양오염물질 중 BTEX, PCB, 유기인, 불소 등 일부 항목은 토지사용 이력에 따라 선별적으로 분석하였다.
- ▷ 토양오염물질 항목에서 중금속류는 전 지점을 대상으로 조사하였으며, 그 외 오염원지역별 중점 조사항목으로는 폐기물관련지역 TPH, F, Zn, Ni, PCB, phenol (6개 항목), 공장 및 공업지역과 금속광산지역은 중금속류 그리고 교통관련지역은 BTEX, TPH 등을 조사하였다. 또한 전년도와 같이 유류 중 BTEX와 유기용제류인 TCE, PCE 등도 조사하였다.

○ 전년대비

- ▷ 오염지역 발견율 16.4 %로 전년 15.8 % 보다 약간 증가하였다. 오염원 지역별 평균 농도도 전년보다 약간 높게 나타났으나, 어린이놀이터지역은 낮게 조사되었다.
- ▷ 어린이놀이지역은 전년도 4개 지점에서 신규지점을 포함한 69개 지점으로 대폭 증가 하였으며, 조사결과 중금속 오염도는 낮은 수준으로 나타났다.
- ▷ 원광석 고철야적지역 조사지점도 전년대비 4배 증가한 28개 지점으로 이들 중 25개(89.3 %)는 장서구로 이곳의 우려기준 초과는 14개 지점으로 나타났다.
- ▷ 올해 조사된 중금속의 평균농도는 Cd 0.455 mg/kg('07.년 0.328 mg/kg), Cu 29.307 mg/kg('07.년 19.973 mg/kg), As 1.828 mg/kg('07.년 1.247 mg/kg), Hg 0.050 mg/kg('07.년 0.182 mg/kg), Pb 25.94 mg/kg('07.년 15.23 mg/kg), Cr⁺⁶ 0.000 mg/kg('07.년 0.000 mg/kg), Ni 27.500 mg/kg('07.년 25.165 mg/kg), Zn 303.770 mg/kg('07.년 235.418 mg/kg) 등으로 조사되었다.
- ▷ 특히 금속광산지역의 Cd 1.929 mg/kg('07.년 0.530 mg/kg), Cu 237.965 mg/kg('07.년 84.615 mg/kg), 공장 및 공업지역의 Pb 42.46 mg/kg('07.년 22.35 mg/kg), 금속 광산지역의 Zn 244.067 mg/kg('07.년 87.076 mg/kg)으로 전년도 조사결과에 비해 높게나왔다.
- ▷ 공장폐수유입지역의 CN 0.220 mg/kg('07.년 0.000 mg/kg), TPH는 원광석·고철야적지역 1087 mg/kg('07.년 1505 mg/kg), 금속제련소지역 331 mg/kg('07.년 484 mg/kg), 폐기물관련지역 226 mg/kg('07.년 256 mg/kg)으로 전년도 조사결과보다 감소하였다.
- ▷ 표 6은 최근 3년간 부산지역과 전국의 실태조사결과 및 자연함유량을 비교하였다.

표 6. 최근 3년간 부산지역 토양오염실태조사결과('05.~'08.)

(단위 : mg/kg, pH 제외)

연도/항목	Cd	Cu	As	Hg	Pb	Cr ⁶⁺	CN	BTEX	TPH
'08.년	0.455	29.307	1.823	0.050	25.94	0.000	0.070	2.320	366
'07.년	0.328	19.973	1.247	0.182	15.23	0.000	0.061	0.268	296
'06.년	0.558	33.878	4.280	0.142	40.78	0.000	0.003	0.070	443
'05.년	0.306	22.834	1.566	0.083	15.05	0.000	0.001	0.046	103
연도/항목	PCB	Phenol	Org-P	Ni	Zn	F	TCE	PCE	pH
'08.년	0.000	0.000	-	27.500	303.770	144.045	0.000	0.000	8.3
'07.년	0.000	0.000	0.000	25.166	235.418	242.263	0.048	0.000	8.0
'06.년	0.000	0.000	0.000	22.589	308.519	218.441	0.000	0.000	8.5
'05.년	0.000	0.000	0.000	21.137	266.333	368.644	0.000	0.000	7.6

※ 전국 토양오염실태조사 결과

(단위 : mg/kg, pH 제외)

구분	Cd	Cu	As	Hg	Pb	Cr ⁶⁺	CN	BTEX	TPH
'07.전국	0.145	6.457	1.412	0.060	9.438	0.012	0.013	2.008	68
'06.전국	0.123	6.302	1.242	0.058	7.28	0.017	0.140	8.779	313
자연함유량	0.040	0.480	0.089	0.085	3.06	0.090	-	-	-
구분	PCB	Phenol	Org-P	Ni	Zn	F	TCE	PCE	pH
'07.전국	0.000	0.146	0.000	16.132	99.379	154.452	0.003	0.000	6.7
'06.전국	0.000	0.148	0.000	14.834	101.251	132.232	0.001	0.000	6.9
자연함유량	-	-	-	17.280	54.27	-	-	-	-

※ 자연함유량은 국립환경과학원에서 실시한 산림지역 토양('04.)의 분석결과임.

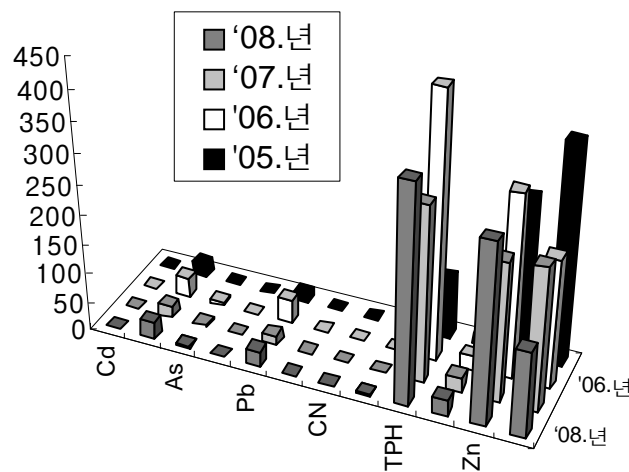


그림 6. 연도별 조사결과 비교('05.~'08.)

○ 지목분류에 따른 조사결과

▷ “가”지역

- 가지역으로 분류된 147개 지점에서 표토 및 심토 180개 시료를 분석하여 다음과 같은 결과를 얻었다.
- 중금속류 평균은 Cd 0.470 mg/kg('07.년 0.344 mg/kg), Cu 36.080 mg/kg('07.년 26.856 mg/kg), As 1.957 mg/kg('07.년 1.880 mg/kg), Hg 0.043 mg/kg('07.년 0.184 mg/kg), Pb 10.64 mg/kg('07.년 15.56 mg/kg), Zn 231.236 mg/kg('07.년 167.716 mg/kg), Ni 27.791 mg/kg('07.년 24.696 mg/kg)으로 전년도에 비해 대체로 높게 나타났다. 유류의 BTEX 1.468 mg/kg('07.년 0.292 mg/kg), TPH 505 mg/kg('07.년 398 mg/kg), 일반항목 중 CN 0.049 mg/kg('07.년 0.023 mg/kg), F 150.521 mg/kg('07.년 212.301 mg/kg)으로 조사되었다.
- 조사지점의 최고농도는 Cd 30.525 mg/kg, Cu 3845.0 mg/kg, Zn 2600.0 mg/kg(이상 남구 용호휴광산), As 64.0 mg/kg(강서구 부강스틸), Hg 0.469 mg/kg(강서구 용진), Pb 443.0 mg/kg(사상구 경창광산), Ni 437.333 mg/kg(강서구 경북철재), F 344.0 mg/kg(영도구 남일환경), TPH 6990 mg/kg(강서구 창성스틸), BTEX 15.630 mg/kg(북구 공공용지) 등으로 TPH(“가”지역 1,200)와 Zn(“가”지역 700)은 토양오염에 대한 대책이 필요한 기준인 “대책기준”을 각각 초과하는 것으로 조사되었다.
- 대책기준을 초과하는 이들 고농도 토양오염물질은 고철폐기물과 폐기계류에 묻은 폐윤활유, 기계유 등이 우수에 노출되어 토양으로 침투했거나 고철취급 과정에서 발생한 것으로 추정된다.
- 표 7은 최근 3년간 조사결과와 전국실태조사결과를 비교하였다.

표 7. “가” 지역의 최근 3년간 토양오염실태조사 결과

(단위 : mg/kg, pH 제외)

구 분		Cd	Cu	As	Hg	Pb	CN	BTEX	TPH	Ni	Zn	F	pH
연도별	'08.	0.470	36.080	1.957	0.043	10.64	0.049	1.468	505	27.791	231.236	150.521	8.2
	'07.	0.344	26.856	1.880	0.184	15.56	0.023	0.292	398	24.696	167.716	212.301	7.5
	'06.	0.670	48.690	2.900	0.133	17.53	0.002	0.045	409	24.476	205.702	262.121	8.0
전국	'07.	0.145	6.457	1.412	0.060	9.44	0.012	2.008	68	16.132	99.379	154.452	6.9
	'06.	0.123	6.302	1.243	0.058	7.28	0.140	8.779	313	14.834	101.251	132.232	6.9

※ 6가크롬, 페놀, PCB, TCE, PCE 는 불검출

▷ “나”지역

- “나”지역은 42개 지점으로부터 표토 및 심토를 포함한 68개 시료를 분석하였다.
- 중금속 평균농도는 Cd 0.416 mg/kg('07.년 0.307 mg/kg), Cu 11.778 mg/kg('07.년 11.267 mg/kg), As 1.475 mg/kg('07.년 0.450 mg/kg), Hg 0.057 mg/kg('07.년 0.179 mg/kg), Pb 65.54 mg/kg('07.년 14.64 mg/kg), Zn 491.505 mg/kg('07.년 323.844 mg/kg), Ni 26.748 mg/kg('07.년 25.909 mg/kg)으로 전년도 보다 Cd, As, Pb, Ni, Zn 은 높게 조사되었으나 Hg와 Cu는 비슷하거나

감소하였다.

- 유류 중 BTEX 3.213 mg/kg('07.년 0.246 mg/kg), TPH 208 mg/kg('07.년 212 mg/kg)으로 조사되었으며, 전년도에 이어 올해 조사에서도 TCE, PCE, PCB는 불검출 이었다.
- 최고 농도는 Cd 4.590 mg/kg(강서구 대한항공전봉대), Cu 288.75 mg/kg(사하구 해경정비창), As 5.6 mg/kg(금정구 청륜산업), Hg 0.425 mg/kg(사하구 대한제강), Pb 2,820 mg/kg(사하구 경기색소), Ni 139.0 mg/kg(해운대구 태광산업반여공장), Zn 5,133.333 mg/kg(사하구 한국주철관) 등으로 조사되었다.
- 그 외 CN 0.748 mg/kg, F 397.5 mg/kg, BTEX 19.831 mg/kg, TPH 1,044 mg/kg 등으로 “나”지역이 “가”지역보다 낮은 오염도를 보인 것은 상대적으로 오염이 심한 금속광산이나 원광석 및 고철야적 지점이 “가”지역보다 적은 것과 관련된다.
- 표 8은 최근 3년간 조사결과와 전국실태조사결과를 비교하였다.

표 8. “나” 지역의 최근 3년간 토양오염실태조사 결과 (단위 : mg/kg, pH 제외)

구 분		Cd	Cu	As	Hg	Pb	CN	BTEX	TPH	Ni	Zn	F	pH
연도별	'08.	0.416	11.778	1.475	0.057	65.54	0.091	3.213	208	26.748	491.505	140.026	8.5
	'07.	0.307	11.267	0.450	0.179	14.64	0.110	0.246	212	25.909	323.844	271.038	8.5
	'06.	0.416	15.219	6.019	0.153	70.06	0.003	0.102	500	20.166	438.041	98.725	9.1
전국	'07.	0.145	6.457	1.412	0.060	9.44	0.012	2.008	68	16.132	99.379	154.452	6.9
	'06.	0.123	6.302	1.243	0.058	7.28	0.140	8.779	313	14.834	101.251	132.232	6.9

※ 6가크롬, 페놀, PCB, TCE, PCE는 불검출

○ 오염원 지역별 조사결과

▷ 중금속 오염도 지역별 특징

- 중금속을 대상으로 10개 오염원지역별로 각 항목의 검출량에 따라 순위를 정하여 가장 오염도가 낮은 순위를 0.1로하고, 가장 높은 순위는 1로 하였을 때 얻어진 지역별 순위 값을 살펴보면,
- 가장 오염도가 낮았던 어린이놀이터 지역은 0.8로 나왔으며, 다음으로 기타토지개발지역 2.5, 사고발생 민원유발지역 3.7, 교통관련지역 3.8, 공장및공업지역 4.0, 공장폐수유입지역 4.1, 폐기물관련지역 4.2, 원광석고철야적등지역 4.8, 금속광산지역, 금속제련소지역 각 5.3 으로 나타났고,
- 오염도가 가장 낮은 지역과 높은 지역의 오염도 차이는 약 6.6배로 나타났다.

▷ 공장 및 공업지역

- 24개 지점에서 채취한 30개의 시료를 분석한 평균은 “가”지역 우려기준의 0.0 %~144.6 %, “나”지역우려기준의 0.0 % ~ 54.2% 수준으로 조사되었다.
- 중금속류의 평균농도 Cd 0.474 mg/kg('07.년 0.450 mg/kg), Cu 11.815 mg/kg('07.년 14.450 mg/kg), As 0.868 mg/kg('07.년 0.737 mg/kg), Hg 0.030 mg/kg('07.년 0.195 mg/kg), Pb 42.46 mg/kg('07.년 22.35 mg/kg), Ni 32.992 mg/kg('07.년 20.192 mg/kg), Zn 433.732 mg/kg('07.년

- 268.802 mg/kg) 이었으며, CN 0.102 mg/kg('07.년 0.020 mg/kg), BTEX 1.575 mg/kg('07.년 0.199 mg/kg), TPH 202 mg/kg('07.년 169 mg/kg), F 77.095 mg/kg('07.년 242.750 mg/kg) 이었다.
- 우려기준 초과지점 3곳은 삼한산업(주)제1탱크터미널의 Pb(416.30 mg/kg), Zn(2,106.667 mg/kg), Ni(304.333 mg/kg)과 수산업협동조합 Zn(953.333 mg/kg), 고려제강 Zn(3,033.333 mg/kg)으로 지목은 대지 2곳(탱크터미널, 수협)과 공장용지 1곳(고려제강)이었다.
- '07.년 전국토양오염실태조사 공장 및 공업지역의 Cd 0.130 mg/kg, Cu 5.521 mg/kg, As 0.742 mg/kg, Hg 0.075 mg/kg, Pb 6.381 mg/kg, Ni 15.931 mg/kg, Zn 99.286 mg/kg, F 140.520 mg/kg, BTEX 1.314 mg/kg, TPH 69.322 mg/kg 등으로 조사되었다.
- 그림 7은 최근 3년간의 조사평균과 “가”, “나” 지역의 우려기준을 비교하여 나타내었다.

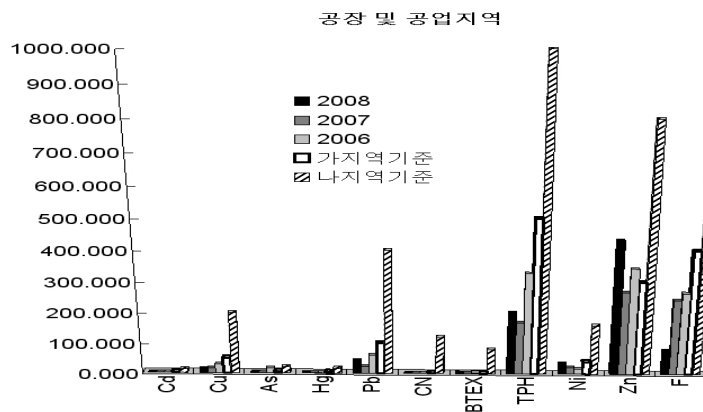


그림 7. 공장 및 공업지역의 최근 3년간 조사평균값 비교('06.~'08.)

▷ 원광석 고철야적 지역

- 전년도 조사에서 우려기준초과로 정밀조사대상이 된 3개 지점을 제외한 신규 24개 지점과 기존 4개 지점을 합한 28개 지점으로, 강서구에 25개 지점이 있다.
- 강서구는 기존 1개와 신규 24개 지점을 합한 것으로 원광석고철야적 지역전체의 89.3%에 해당한다. 이처럼 신규지점이 대폭 늘어난 이유는 농경지를 점용한 고철야적장의 민원에 따른 것이다.
- 조사결과 28개 지점 중 14개 지점에서 중금속(As, Zn, Ni), 유류(TPH)로 우려기준을 초과하였다.
- 우려기준을 초과한 최고농도는 Ni 437.333(경북철재), Zn 4,042.667(경종스틸), As 64.000(부강스틸), TPH 6,990(창성스틸)로 모두 “가”지역의 우려 및 대책기준을 초과하였다.
- 중금속과 유류(TPH)를 조사한 평균은 Cd 0.423 mg/kg('07.년 0.369 mg/kg), Cu 5.111 mg/kg('07.년 2.956 mg/kg), As 4.026 mg/kg('07.년 0.512 mg/kg), Hg 0.128 mg/kg('07.년 0.935 mg/kg), Pb 4.71 mg/kg('07.년 8.46 mg/kg), Ni 96.581 mg/kg('07.년 186.429 mg/kg), Zn 670.812 mg/kg('07.년 524.417 mg/kg), TPH 1,087 mg/kg('07.년 1,505 mg/kg)로 조사되었다.
- '07.년 전국토양오염실태조사 원광석고철야적지역의 평균농도는 Cd 0.120 mg/kg, Cu 6.410 mg/kg, As 0.820 mg/kg, Hg 0.115 mg/kg, Pb 5.127 mg/kg, Ni 31.840 mg/kg, Zn 146.677 mg/kg, F 150.079 mg/kg, BTEX 0.000 mg/kg, TPH 364.140 mg/kg 등과 비교시 우리시의 오염도가 높은 것으로 조사되었다.

- 그림 8은 최근 3년간의 조사평균과 “가”, “나”지역의 우려기준을 비교하여 나타내었다.

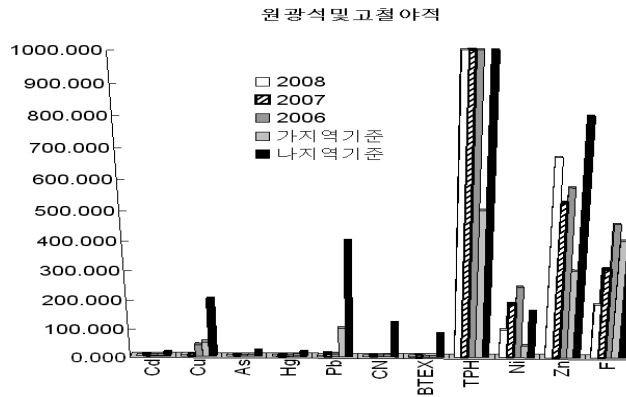


그림 8. 원광석, 고철야적지역의 최근 3년간 조사평균값 비교('06.~'08.)

▷ 금속광산지역

- 금속광산지역 14개 지점 24개 시료를 검사한 결과 전년도 보다 평균농도가 높게 조사되었다. 항목별 평균농도는 Cd 1.929 mg/kg('07.년 0.530 mg/kg), Cu 237.965 mg/kg('07.년 84.615 mg/kg), As 5.770 mg/kg('07.년 132.5 mg/kg), Hg 0.053 mg/kg('07.년 0.198 mg/kg), Pb 30.66 mg/kg('07.년 31.41 mg/kg), Ni 21.010 mg/kg('07.년 6.978 mg/kg), Zn 244.667 mg/kg('07.년 87.076 mg/kg)로 이었다.
- 우려기준 초과지점은 전년도 일광광산, 용호휴광산, 경창광산과 동일하다. 일광광산 10개 지점 중 7개 지점에서 구리, 비소가 우려기준을 초과하였고, 용호휴광산은 카드뮴, 구리, 경창광산은 납이 우려기준을 초과하는 것으로 조사되었다.
- 일광광산의 농지 오염은 과거 광미를 이용한 토양개량의 결과로 추정되며, 용호휴광산과 경창광산은 광미(폐석) 포설로 인해 주변이 오염된 것으로 나타났다.
- '07.년 전국토양오염실태조사 금속광산지역의 평균농도는 Cd 0.642 mg/kg, Cu 19.218 mg/kg, As 3.328 mg/kg, Hg 0.127 mg/kg, Pb 30.050 mg/kg, Ni 99.692 mg/kg, Zn 130.018 mg/kg, F 99.692 mg/kg, BTEX 0.000 mg/kg, TPH 000.000 mg/kg 등으로 조사되었다.
- 그림 9은 최근 3년간의 조사평균과 “가”, “나”지역의 우려기준을 비교하여 나타내었다.

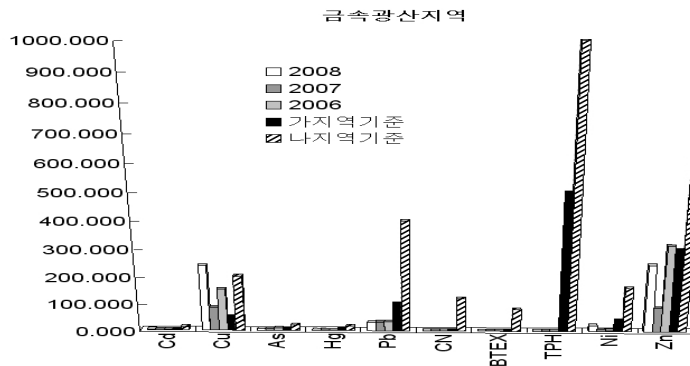


그림 9. 금속광산지역의 최근 3년간 조사평균값 비교('06.~'08.)

▷ 폐기물적치·매립·소각 지역

- 19개 지점으로부터 표토 및 심토 47개 시료를 검사한 결과 1개 지점에서 우려기준을 초과하였다. 전년도 22개 지점 66개 시료보다 지점 및 시료 수는 줄었으나 오염도는 비슷한 추이를 보였다.
- 우려기준 초과를 보인 에너지넥트웍(주)의 표토는 Pb 602.50 mg/kg(기준 400 mg/kg), 심토의 Zn 1,180 mg/kg(기준 800 mg/kg)으로 각각 조사되었다.

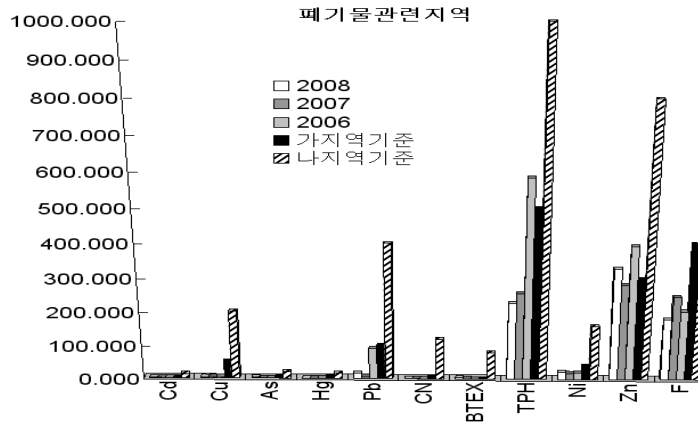


그림 10. 폐기물적치·매립·소각 지역의 최근 3년간 조사평균값 비교('06.~'08.)

▷ 교통관련 지역

- 12개 지점 표토 및 심토 19개 시료를 검사한 결과 1개 지점에서 Cu가 우려기준을 초과 검출되었다.
- 유류 중 TPH의 최고농도는 458 mg/kg로 “가”지역 기준(500 mg/kg)이내이며, 평균 조사농도 127 mg/kg로 우려기준대비 비교적 낮은 수준이나, 전국의 '07.년도 교통관련지역 실태조사 평균 97 mg/kg 보다는 다소 높은 값이다.
- 우려기준을 초과한 해양경찰청다대정비창은 Cu 288.750 mg/kg으로 “나”지역 기준(200 mg/kg)을 초과하였으며, 초과원인으로 인근 선박건조 및 수리에 사용된 페인트, 금속먼지 등의 영향으로 추정된다.

▷ 어린이놀이터 지역

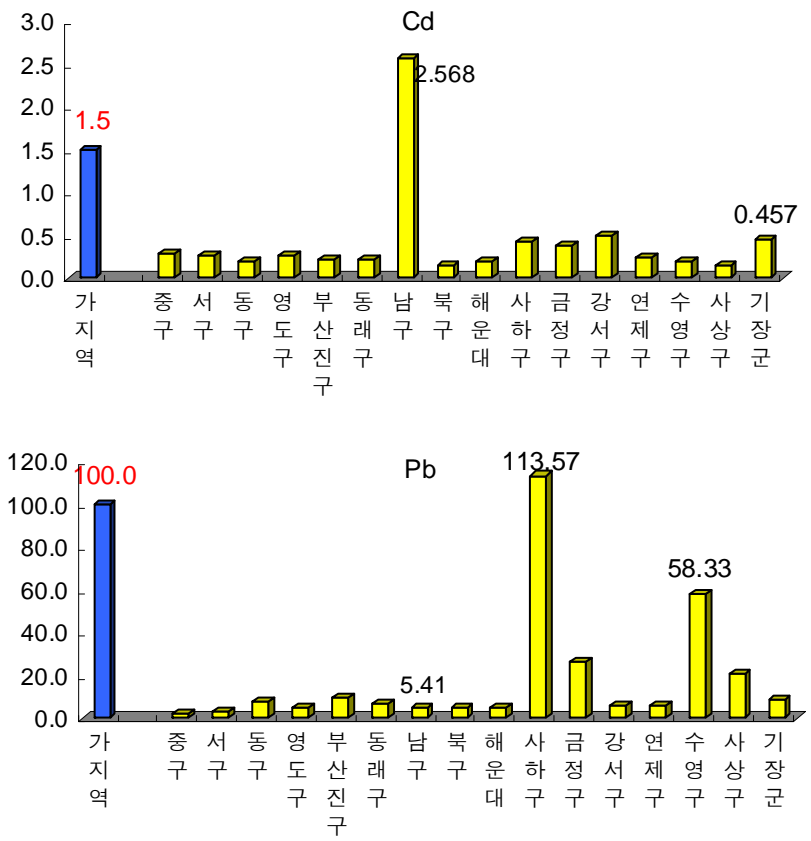
- 깨끗하고 안전한 놀이터 관리를 위해 조사지점이 대폭 증가하였다. 전년도 4개 지점에서 69개 지점으로 각 구군 평균 4.3개소에 이른다.
- 조사결과 중금속류의 평균농도는 Cd 0.160 mg/kg, Cu 2.187 mg/kg, As 0.302 mg/kg, Hg 0.004 mg/kg, Pb 3.03 mg/kg, Cr⁶⁺ 0.000 mg/kg, Ni 6.545 mg/kg, Zn 62.935 mg/kg 로 “가”지역 우려기준에 크게 낮은 수준으로 유지되고 있는 것으로 나타났다.
- '07.년도 전국 249개 지점의 토양오염실태조사결과 중금속류의 평균농도는 Cd 0.065 mg/kg, Cu 3.646 mg/kg, As 0.639 mg/kg, Hg 0.025 mg/kg, Pb 5.24 mg/kg, Cr⁶⁺ 0.004 mg/kg, Ni 10.621 mg/kg, Zn 71.339 mg/kg 으로 나타났다.

▷ 그 외 조사지역

- 공장폐수 유입지역, 금속제련소지역, 교통관련지역, 사고발생 및 민원유발지역, 기타토지개발지역 등 5개 지역에서 3개 지점이 우려기준을 초과하였다.
- 초과지점과 조사항목은 공장폐수유입지역의 경기색소에서 Pb 2,820.00 mg/kg로 우려기준 및 대책기준을 초과하였으며, Zn은 금속제련소 지역의 대한제강 2,166.667 mg/kg, 한국주철관공업(주) 5,133.333 mg/kg에서 고농도가 검출되었다.

○ 구·군별 조사결과

- ▷ 조사 중금속류 8종에서 유해성과 검출 특이성, 인위적 오염을 중심으로 3개 중금속과 F, TPH 검출의의를 행정구별로 살펴보면,
- ▷ Cd은 남구가“용호휴폐광산”의 영향으로 타 지역보다 높았으나, 대부분 구·군은 “가”지역 우려기준보다 낮았다. Pb에서도 사하구의 공장 및 공업지역의 토양이 다른 구·군 보다 높았다. Zn은 서구, 사하구, 수영구 모두 “공장지역 및 공장”이전 부지에서 고농도가 검출되었으며, TPH는 강서구 “고철취급사업장”의 토양에서, F는 영도구, 북구, 사상구에서 높게 조사되었고 모두 “폐기물관련사업장” 부지 및 매립지로 나타났다.
- ▷ 각 구·군의 Cd, Pb, Zn과 F, 유류(TPH)의 평균농도를 아래 그림 11과 같이 간략히 나타내었다.



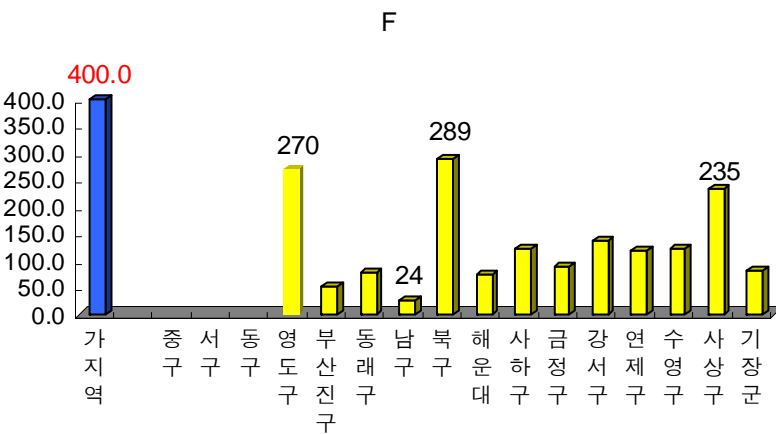
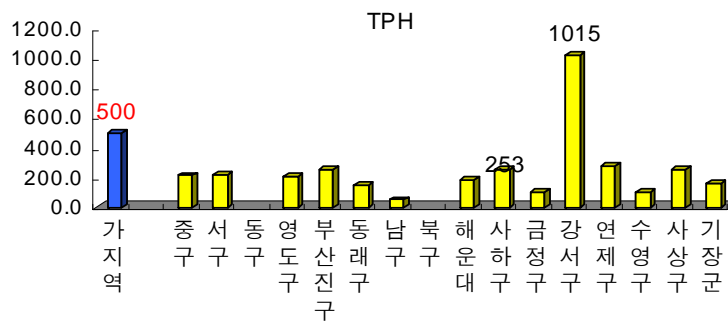
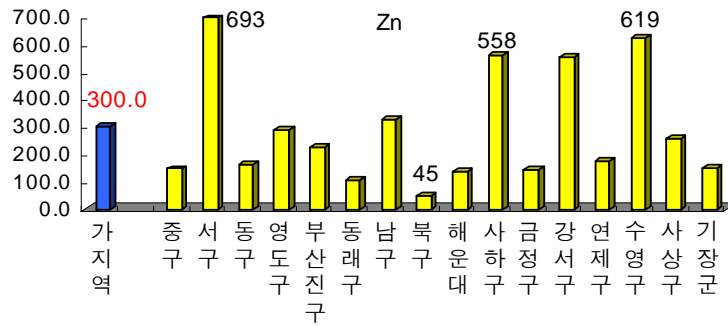


그림 11. 각 구군의 Cd, Pb, Zn과 F, 유류(TPH)의 평균농도

○ 항목별 조사결과

▷ 중금속류

- 카드뮴(Cd)

- 카드뮴 농도는 금속광산지역과 금속제련소지역이 다른 지역에 비해 높았으며, 공장폐수유입 지역이 낮은 것으로 조사되었다.
- Cd의 전체 평균농도는 0.455 mg/kg로 “가”지역 우려기준의 1.5 mg/kg보다는 낮았다. 남구 용호휴광산 30.525 mg/kg 으로 우려기준(1.5 mg/kg) 및 대책기준(12.0 mg/kg)을 초과하여

최고농도를 보였다.

- 각 오염원지역별 오염도는 공장 및 공업지역 0.474 mg/kg('07.년 0.450 mg/kg), 공장폐수유입 지역 0.198 mg/kg('07.년 0.201 mg/kg), 원광석고철야적지역 0.423 mg/kg('07.년 0.369 mg/kg), 금속제련소지역 0.855 mg/kg('07.년 0.612 mg/kg), 폐기물관련지역 0.267 mg/kg('07.년 0.206 mg/kg), 금속광산지역 1.929 mg/kg('07.년 0.530 mg/kg), 교통관련 0.330 mg/kg('07.년 0.259 mg/kg), 사고발생지역 0.379 mg/kg('07.년 0.347 mg/kg), 토지개발지역 0.247v('07.년 0.347 mg/kg), 어린이놀이터지역 0.160 mg/kg('07.년 0.535 mg/kg)으로 조사되었다.
- 그림 12는 최근 4년간 오염원지역별 조사 평균을 나타내었다.

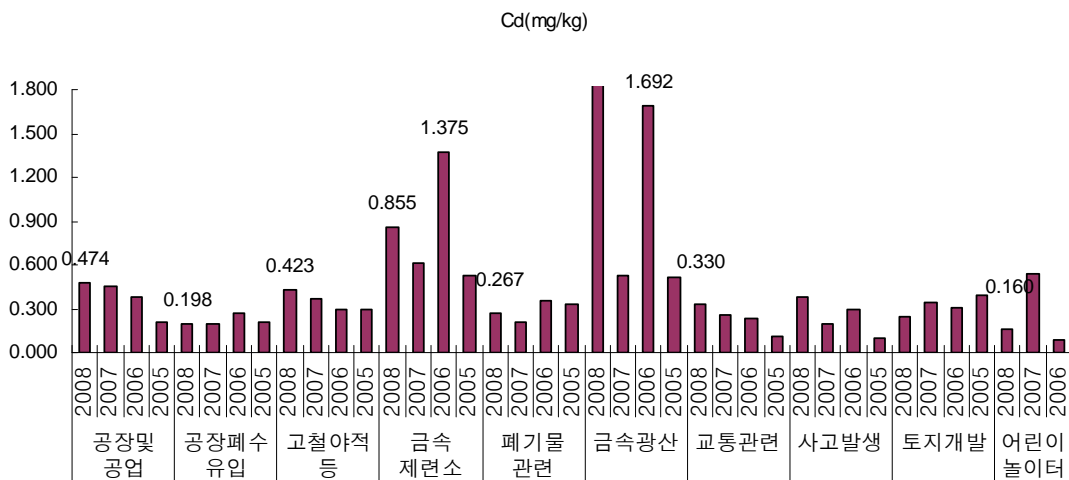


그림 12. 오염원 지역별 Cd 농도

- 구 리(Cu)

- 조사지역의 전체평균농도는 29.307 mg/kg('07.년 19.973 mg/kg)으로 2008년도 조사오염원 지역 중 금속광산지역을 제외한 대부분 지역은 비교적 낮은 농도분포를 보였다.
- 우려기준(“가”지역 50) 초과지점은 금속광산지역인 기장군 일광광산 주변 10개 지점 중 7개 지점에서 나타났다. 그 외 초과지점으로 용호휴광산(3,845.000 mg/kg)과 해양경찰청다대정비창(288.75 mg/kg)에서 높게 조사되었다.
- 오염원지역별 조사농도는 공장 및 공업지역 11.815 mg/kg('07.년 14.450 mg/kg), 공장폐수유입지역 20.927 mg/kg('07.년 3.867 mg/kg), 원광석고철야적지역 5.111 mg/kg('07.년 2.956 mg/kg), 금속제련소지역 6.323 mg/kg('07.년 0.573 mg/kg), 폐기물관련지역 2.732 mg/kg('07.년 3.418 mg/kg), 금속광산지역 237.965 mg/kg('07.년 84.615 mg/kg), 교통관련지역 23.401 mg/kg('07.년 26.224 mg/kg), 사고발생및민원유발지역 12.697 mg/kg('07.년 8.091 mg/kg), 기타토지개발지역 5.333 mg/kg('07.년 4.448 mg/kg), 어린이놀이터지역 2.187 mg/kg('07.년 22.080 mg/kg)으로 조사되었다.
- 그림 13은 최근 4년간 오염원지역별 조사 평균을 나타내었다.

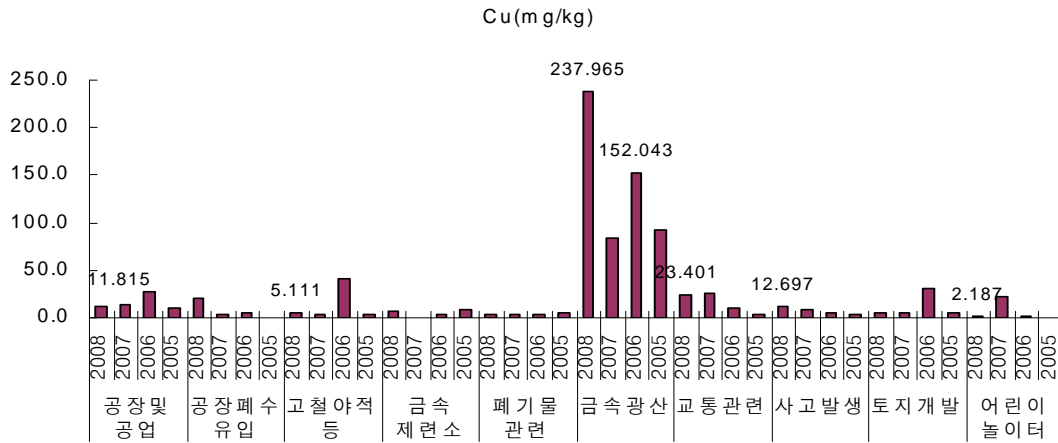


그림 13. 오염원 지역별 Cu 농도

- 비 소(As)

- 189개 지점 248개 시료를 분석한 평균농도는 1.823 mg/kg('07.년 1.247 mg/kg)으로 우려기준 (“가”지역 6, “나”지역 20)에는 크게 못 미치는 결과였다.
- 우려기준을 초과한 3개 지점은 기장군 일광광산1(21.000 mg/kg), 일광광산10(심토) (24.000 mg/kg)과 강서구 원광석 및 고철야적지역의 부강스틸(45.000 mg/kg)로 조사되었다. 그림 14는 최근 4년간 오염원지역별 조사 평균을 나타내었다.

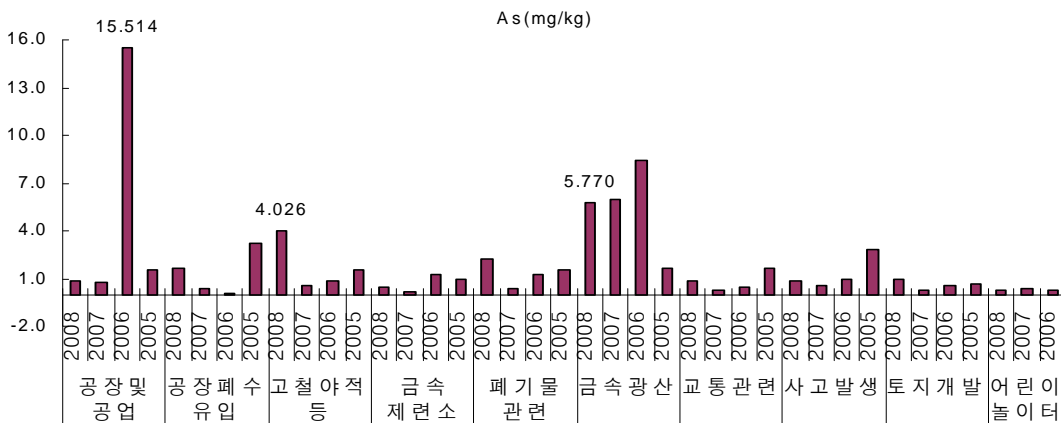


그림 14. 오염원 지역별 As 농도

- 수 은(Hg)

- 전년도와 같이 우려기준을 초과하는 지점은 없었으며, “가”지역 우려기준(4.0) 대비 1.2 % 수준의 낮은 평균 조사농도를 보였다.
- 최고농도 검출지점은 강서구 원광석고철야적지역의 (주)용진(0.469 mg/kg)으로 2008년도 실태조사 지점의 평균보다 약 10배 높은 결과이다.

- 오염원지역별 최고 평균농도는 금속제련소지역 0.206 mg/kg('07.년 0.304 mg/kg), 원광석고철야적지역 0.128 mg/kg('07.년 0.935 mg/kg) 등의 순으로 조사되었다.
- 납(Pb)
 - 189개 지점 248개 시료를 분석한 평균농도는 25.94 mg/kg('07.년 15.23 mg/kg)으로 전년도와 달리 4개 지점에서 우려기준을 초과하였다.
 - 초과지점은 삼한산업(주)제1탱크터미널 416.30 mg/kg(기준 400), 경기색소 2,820 mg/kg(기준 400), 에너지넥트웍 602.50 mg/kg(기준 400), 경창광산 443.00 mg/kg(기준 100)으로 조사되었다.
- 니켈(Ni)
 - 189개 지점 248개 시료를 분석한 평균농도 27.500 mg/kg('07.년 25.166 mg/kg)으로 전년도보다 약간 높게 조사되었다.
 - 각 오염원 지역별 평균 조사농도 분포는 6.545 mg/kg ~ 77.589 mg/kg으로 최고 오염원지역인 원광석 및 고철야적지역은 96.581 mg/kg('07.년 186.429 mg/kg)으로 전년도는 크게 낮았으나 다른 오염원 지역 보다는 높았다.
 - 그림 15는 최근 4년간 오염원지역별 조사 평균을 나타내었다.

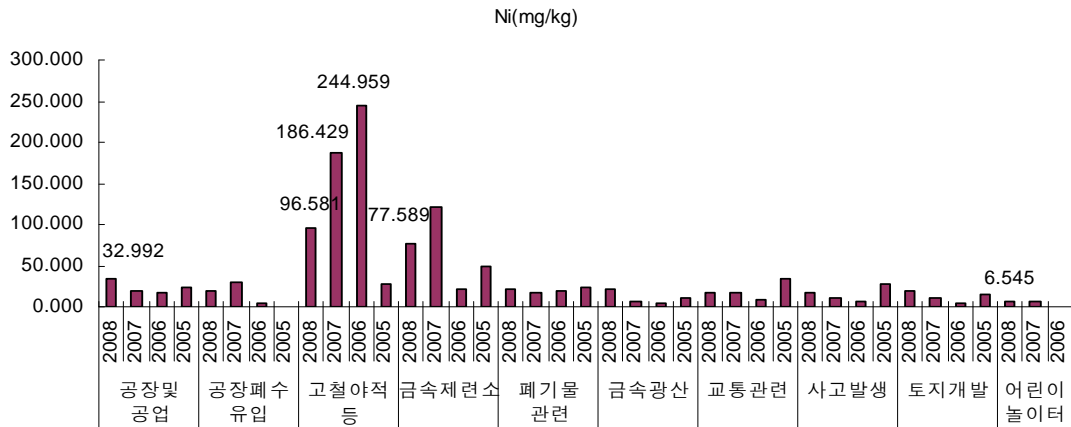


그림 15. 오염원 지역별 Ni 농도

- 아연(Zn)
 - 조사평균 농도 303.770 mg/kg('07.년 235.418 mg/kg)으로 Ni과 마찬가지로 전년도 보다 높게 조사되었다. 특히 금속제련소 지역의 평균이 2,693.333 mg/kg('07.년 412.956 mg/kg)으로 “나”지역의 우려기준(800) 및 대책기준(2000)을 초과하는 수준을 보였다.
 - 우려기준을 초과한 시료수는 총 20개로 공장및공업지역 3, 원광석고철야적등지역 13, 금속제련소주변 2, 폐기물관련 및 금속광산지역 각 1로 조사되었다.
 - 원광석고철야적지역의 우려기준 초과지점 14개소 중 13개소에서 Zn이 초과하였고, 사하구 신평동의 대한제강(주) 2,166.667 mg/kg, 한국주철관공업(주) 5,133.333 mg/kg으로 우려기준 및 대책기준도 초과하는 수준으로 나타났다.
 - 원광석고철야적지역 670.812 mg/kg('07.년 524.417 mg/kg), 공장 및 공업지역 433.333 mg/kg('07.년 268.802 mg/kg) 등의 순으로 높았으나 조사농도가 가장 낮은 지역은 어린이놀

이터지역으로 62.935 mg/kg으로 나타났다.

- 서구, 사하구, 남구, 수영구, 강서구 등 공장지역과 광산, 잡종지 등 인위적 요인에 의한 오염으로 추정되는 결과이다.
- 그림 16은 최근 4년간 오염원지역별 조사 평균을 나타내었다.

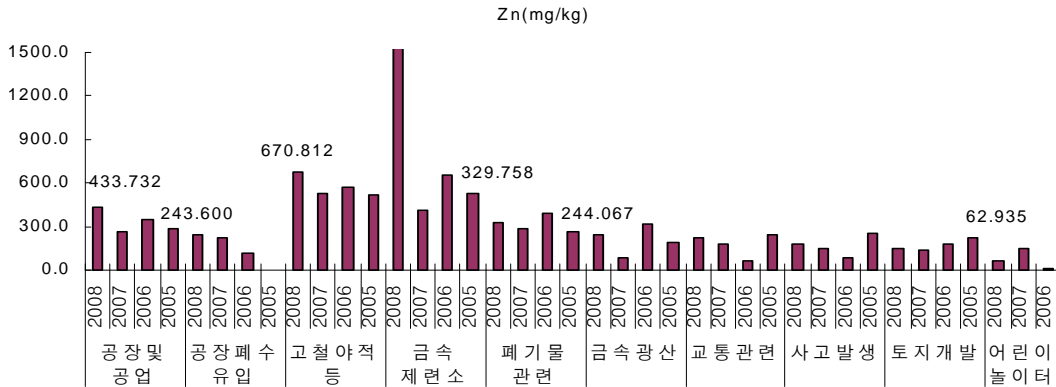


그림 16. 오염원 지역별 Zn 농도

- 6가 크롬(Cr⁺⁶)

- 전체 조사대상 10개 지역별 189개 지점의 표토, 중간토 및 심토 248개를 조사한 결과 모두 불검출로 우려기준(“가”지역 4, “나”지역 12)을 만족하였다.

▷ 유류(TPH)

- 96개 지점으로부터 143개의 시료를 분석한 평균 농도는 366 mg/kg('07.년 296 mg/kg)이었으며, 우려기준 초과는 원광석고철야적지역의 10개 지점에서 나왔다.
- 조사대상 28개 원광석고철야적지역 중 10개 지점 35.7%가 초과하는 결과로 모두 강서구에 소재하는 “고물상” 관련 사업장이었으며, 초과지점의 TPH 농도분포는 820 ~ 6,990 mg/kg(평균 2,610 mg/kg)으로 “가”지역 우려기준(500)의 1.6 ~ 14배를 초과하는 결과로 나타났다.
- '07.년도 전국 토양오염실태조사에서 가장 오염도가 높았던 원광석고철야적지역의 평균농도 364 mg/kg보다 오염이 심한 것을 알 수 있는 결과이다.
- 그림 17은 최근 4년간 오염원지역별 조사 평균을 나타내었다.

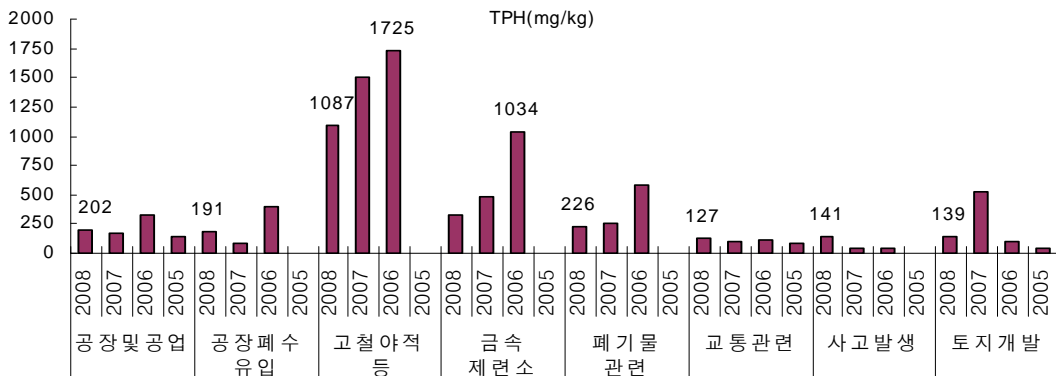


그림 17. 오염원 지역별 TPH 농도

▷ 불소(F)

- 10개 오염원지역 54개 지점으로부터 94개 시료를 검사한 결과 144.045 mg/kg('07.년 242.263 mg/kg)의 평균농도를 보여 우려기준을 초과하는 지점은 없었다.
- “가”지역 우려기준(400)에는 크게 못 미치는 수준이었으나 원광석 및 고철야적지역이 184.167 mg/kg('07.년 305.813mg/kg)으로 가장 오염이 심한 지역이었고, 대부분 오염원지역은 낮은 농도로 조사되었다.
- 지점별 조사에서 불소농도가 가장 높은 지점은 영도구 (주)늘푸른환경의 표토에서 397.5 mg/kg 나왔다.
- 각 오염원지역별 평균농도는 공장및공업지역 77.095 mg/kg('07.년 242.750 mg/kg), 공장폐수유입지역 243.6 mg/kg('07.년 222.533 mg/kg), 폐기물관련지역 179.952 mg/kg('07.년 247.765 mg/kg), 금속제련소지역 31.5 mg/kg('07.년 324.667 mg/kg), 기타토지개발지역 88.167 mg/kg('07.년 261.3 mg/kg) 등으로 조사되었다.

▷ 시안 (CN)

- 10개 오염원지역 116개 지점으로부터 175개 시료를 검사한 평균농도는 0.065 mg/kg('07.년 0.061 mg/kg)으로 “가”지역의 우려기준(2.0) 보다 낮았으며, 우려기준 초과지점도 없었다.
- 조사 최고농도는 폐기물관련지역의 사하구 서봉리사이클링(주)의 심토(2.0 m)에서 19.831 mg/kg로 표토 9.945 mg/kg보다 2배 이상 높은 농도로 보였다. 또 다른 지점은 북구 공공용지 심토(4.0 m) 16.630 mg/kg으로 표토 1.080 mg/kg와 많은 차이를 보였다.

▷ 폴리클로리네이티드비페닐(PCB), 페놀(Phenol)

- 전년도와 같이 검사시료 모두 불검출로 나타났다.

▷ 수소이온농도(pH)

- 189개 지점 248개 시료의 평균값은 8.3 이었으며, 금속광산지역 평균은 5.7('07.년 5.6)로 가장 산성도가 강하였고, 원광석고철야적지역 9.7('07.년 8.2), 폐기물관련지역 9.3('07.년 9.0)으로 알칼리성으로 조사되었다.
- 각 오염원지역별 pH에서 공장 및 공업지역 7.8, 공장폐수유입지역 7.9, 금속제련소지역 8.6, 교통관련지역 7.1, 사고발생 및 민원유발지역 7.0, 기타토지개발지역 8.3, 어린이놀이터지역 8.5로 pH변화 추이는 전년도와 비슷한 경향을 보였다.

4. 결론

- 10개 오염원지역에서 189개 지점의 표토(187개), 중간 및 심토(61개)를 포함한 248개의 시료를 분석한 결과, 토양오염우려기준 초과정도를 나타내는 오염지역 발견율은 16.4 %(31개 지점)로 전년도 15.8 %(16개 지점) 보다 0.6 % 증가하였으며, 일부 지점에서는 대책기준을 초과하는 고농도를 보였다.
- 토양오염우려기준을 초과한 항목의 횟수는 총 65회로 나타났으며, 각 항목별 초과횟수는 Zn 20, Cu 13, Ni 12, TPH 10, As 5, Pb 4, Cd 1회로 나왔다. 오염원지역별 초과항목 수는 원광석 및 고철야적지역 35, 금속광산지역 19, 공장및공업지역 5, 금속제련소주변지역 및 폐기물관련지

역 각 2, 공장폐수유입지역 및 교통관련지역 각 1로 조사되었다.

- 조사 중금속류 8종에서 유해성과 검출 특이성, 인위적 오염 등의 가능성으로 3개 중금속과 F TPH 검출의의를 행정구별로 살펴본 결과, Cd은 남구가 “용호휴폐광산”의 영향으로 타 지역보다 높았으나, 대부분 구·군은 “가”지역 우려기준보다 낮았다. Pb은 사하구의 공장및공업지역의 토양이 다른 구·군보다 높았으며, Zn은 서구, 사하구, 남구, 수영구, 강서구 등 공장지역과 광산, 잡종지 등 인위적 요인에 의한 오염 추정으로 높게 검출되었다. TPH는 강서구 원광석및고철야적지역의 토양에서 “가”지역 우려기준(500)의 1.6 ~ 14.0배를 초과하였고, F는 영도구, 북구, 사상구의 폐기물관련 사업장 부지 및 매립지에서 높게 검출되었다.
- 우려기준 초과 31개 지점이 속한 오염원지역별 지점 수는 원광석 및 고철야적지역 14(45.2%), 금속광산지역 9(29.0%), 공장 및 공업지역 3(9.7%), 공장폐수유입지역 1(3.2%), 교통관련지역 1(3.2%), 금속제련소지역 2(6.5%), 폐기물관련지역 1(3.2%) 등으로 조사되었으며, 전년도는 16개 지점은 금속광산지역 11(68.8%), 원광석 및 고철야적지역 3(18.8%), 폐기물관련지역 1(6.3%), 기타토지개발 지역 1(6.3%) 순으로 나타났다.
- 오염원지역별 중금속류 오염도 평가는 금속광산지역 및 금속제련소지역>원광석고철야적등지역>폐기물관련지역>공장폐수유입지역>공장및공업지역>교통관련지역>사고발생민원유발지역 >기타토지개발지역>어린이놀이터지역 순으로 조사되었다.
- 2008년도 조사된 각 항목별 평균농도는 Cd 0.455 mg/kg('07.년 0.328 mg/kg), Cu 29.307 mg/kg('07.년 19.973 mg/kg), As 1.823 mg/kg('07.년 1.127 mg/kg), Hg 0.047 mg/kg('07.년 0.182 mg/kg), Pb 25.94 mg/kg('07.년 15.23 mg/kg), CN 0.065 mg/kg('07.년 0.061 mg/kg), BTEX 2.323 mg/kg('07.년 0.268 mg/kg), TPH 366 mg/kg('07.년 296 mg/kg), Ni 27.5 mg/kg('07.년 25.166 mg/kg), Zn 303.77 mg/kg('07.년 235.418 mg/kg), F 144.045 mg/kg('07.년 242.263 mg/kg), PCB,phenl, TCE, PCE는 0.000, pH 8.3('07.년 8.0)으로 조사되었다.
- “가”지역 조사 평균농도는 Cd 0.470 mg/kg, Cu 36.080 mg/kg, As 1.957 mg/kg, Hg 0.043 mg/kg, Pb 10.635 mg/kg, Ni 27.791mg/kg, Zn 231.236 mg/kg으로 우려기준 1.1~77.1% 수준으로 조사되었다. 특히 금속광산 지역에서 고농도 카드뮴, 구리, 납, 비소, 아연이 검출되었으며, 일부항목은 우려 및 대책기준을 초과하였다. “가”지역의 유류(TPH) 평균농도가 우려기준(500 mg/kg)을 초과하는 505 mg/kg으로 조사된 것은 강서구에 위치한 원광석 및 고철야적지역 25개 지점의 평균 TPH가 1,210 mg/kg으로 높게 검출된 것이 원인으로 나타났다.
- “나”지역 조사 평균농도는 Cd 0.416 mg/kg, Cu 11.778 mg/kg, As 1.475 mg/kg, Hg 0.057 mg/kg, Pb 65.542 mg/kg, Ni 26.748 mg/kg, Zn 491.505 mg/kg으로 우려기준 0.4~61.4% 수준으로 조사되었다. 특히 금속제련소 지역과 폐기물관련 지역에서 고농도 납, 아연이 검출되었다.

붙임 : 1. 부산지역 토양오염실태조사 항목별 평균농도(mg/kg)

2. 부산지역 토양오염실태조사 “가”, “나” 지역별 토양오염도 평균농도(mg/kg)

3. 부산지역 오염원지역별 토양오염도 평균농도(mg/kg)

4. 2008년도 구·군별 토양오염실태조사 평균농도(mg/kg)

5. 전국 토양오염실태조사 평균농도(mg/kg)

붙임 1. 부산지역 토양오염실태조사 항목별 평균농도 (mg/kg)

년/항목	Cd	Cu	As	Hg	Pb	Cr ⁶⁺	CN	BTEX	TPH
'08.년	0.455	29.307	1.823	0.05	25.94	0.000	0.07	2.32	366
'07.년	0.328	19.973	1.247	0.182	15.23	0.000	0.061	0.268	296
'06.년	0.558	33.878	4.280	0.142	40.78	0.000	0.003	0.07	443
'05.년	0.306	22.834	1.566	0.083	15.05	0.000	0.001	0.046	103
년/항목	PCB	Phenol	Org-P	Ni	Zn	F	TCE	PCE	pH
'08.년	0.000	0.000	-	27.5	303.77	144.045	0.000	0.000	8.3
'07.년	0.000	0.000	0.000	25.166	235.418	242.263	0.048	0.000	8.0
'06.년	0.000	0.000	0.000	22.589	308.519	218.441	0.000	0.000	8.5
'05.년	0.000	0.000	0.000	21.137	266.333	368.644	0.000	0.000	7.6

붙임 2. 부산지역 토양오염실태조사 “가”, “나” 지역별 토양오염도 평균농도 (mg/kg, pH제외)

구분	Cd	Cu	As	Hg	Pb	Cr ⁶⁺	CN	BTEX	TPH	Ni	Zn	F	pH	
가 지역	기준	1.5	50.0	6.0	4.0	100.0	4.0	2.0	-	500	40.0	300.0	400.0	-
	'08.	0.470	36.080	1.957	0.043	10.64	0.000	0.049	1.468	505	27.791	231.236	150.521	8.2
	'07.	0.344	26.856	1.880	0.184	15.56	0.000	0.023	0.292	398	24.696	167.716	212.301	7.5
	'06.	0.670	48.690	2.900	0.133	17.53	0.000	0.002	0.045	409	24.476	205.702	262.121	8.0
나 지역	기준	12.0	200.0	20.0	16.0	400.0	12.0	120.0	80.0	2000	160.0	800.0	800.0	-
	'08.	0.416	11.778	1.475	0.057	65.54	0.000	0.091	3.213	208	26.748	491.505	140.026	8.5
	'07.	0.307	11.267	0.450	0.179	14.64	0.000	0.110	0.246	212	25.909	323.844	271.038	8.5
	'06.	0.416	15.219	6.019	0.153	70.06	0.000	0.003	0.102	500	20.166	438.041	98.725	9.1
전국 실태조사	'07.	0.145	6.457	1.412	0.060	9.44	0.012	0.012	2.008	68	16.132	99.379	154.452	6.9
	'06.	0.123	6.302	1.243	0.058	7.28	0.017	0.14	8.779	313	14.834	101.251	132.232	6.9

붙임 3. 부산지역 오염원지역별 토양오염도 평균농도 (mg/kg)

구분	Cd	Cu	As	Hg	Pb	CN	BTEX	TPH	Ni	Zn	F	
토양오염 우려기준	“가”	1.5	50	6	4	100	2	-	500	40	300	400
	“나”	12	200	20	16	400	120	80	2000	160	800	800
공장 및 공업	2008	0.474	11.815	0.868	0.030	42.46	0.102	1.575	202	32.992	433.732	77.095
	2007	0.450	14.450	0.737	0.195	22.35	0.020	0.199	169	20.192	268.802	242.750
	2006	0.383	27.851	15.514	0.113	60.01	0.010	2.064	328	16.330	343.726	265.433
	2005	0.206	10.160	1.554	0.092	13.95	0.000	0.106	143	23.471	280.619	384.389
공장 폐수 유입	2008	0.198	20.927	1.612	0.046	578.68	0.220	9.035	191	18.927	243.600	222.375
	2007	0.201	3.867	0.362	0.107	35.55	0.000	0.000	80	29.207	222.533	240.300
	2006	0.273	4.612	0.100	0.045	14.68	0.001	0.000	398	3.241	112.444	-
	2005	0.205	0.520	3.226	0.033	0.37	0.000	0.000	-	-	-	-

붙임 3. 계속

구분		Cd	Cu	As	Hg	Pb	CN	BTEX	TPH	Ni	Zn	F
토양 오염 우려 기준	“가”	1.5	50	6	4	100	2	-	500	40	300	400
	“나”	12	200	20	16	400	120	80	2000	160	800	800
고철 야적 등	2008	0.423	5.111	4.026	0.128	4.71	0.087	0.798	1,087	96.581	670.812	184.167
	2007	0.369	2.956	0.512	0.935	8.46	0.000	0.000	1,505	186.429	524.417	305.813
	2006	0.297	40.309	0.815	0.311	8.59	0.016	0.000	1,725	244.959	574.414	455.950
	2005	0.293	3.891	1.500	0.546	3.36	0.000	-	-	28.063	518.820	409.099
금속 제련 소	2008	0.855	6.323	0.500	0.206	2.77	0.148	-	331	77.589	2,693.333	31.500
	2007	0.612	0.573	0.187	0.304	1.33	0.093	0.000	484	122.244	412.956	324.667
	2006	1.375	3.072	1.283	0.053	3.30	0.013	0.000	1,034	20.242	652.222	-
	2005	0.525	8.461	0.991	0.226	23.36	0.000	-	-	49.875	529.983	404.918
폐기 물 관련	2008	0.267	2.732	2.209	0.065	16.15	0.098	3.144	226	22.279	329.758	179.952
	2007	0.206	3.418	0.360	0.143	5.63	0.152	0.405	256	18.021	282.152	247.765
	2006	0.357	3.523	1.200	0.169	91.26	0.004	0.004	585	19.715	394.442	204.325
	2005	0.327	5.035	1.520	0.072	10.08	0.072	-	-	23.684	263.204	352.739
금속 광산	2008	1.929	237.965	5.770	0.053	30.66	0.031	-	-	21.010	244.067	-
	2007	0.530	84.615	6.013	0.198	31.41	0.000	-	-	6.978	87.076	-
	2006	1.692	152.043	8.407	0.138	32.60	0.000	0.000	-	3.789	313.680	-
	2005	0.516	91.731	1.610	0.042	19.02	-	-	-	11.210	189.412	-
교통 관련	2008	0.330	23.401	0.846	0.030	9.16	0.030	1.039	127	18.037	223.965	68.800
	2007	0.259	26.224	0.263	0.096	16.00	0.000	0.388	93	16.071	183.471	224.882
	2006	0.236	11.102	0.421	0.141	15.29	0.001	0.400	114	9.126	63.000	238.796
	2005	0.111	4.177	1.687	0.051	25.78	0.003	0.010	82	34.967	239.778	376.064
사고 발생	2008	0.379	12.697	0.878	0.070	14.82	0.015	0.069	141	16.311	180.222	106.750
	2007	0.191	8.091	0.538	0.051	12.41	0.000	0.085	40	11.330	148.667	152.611
	2006	0.296	5.495	0.916	0.099	10.95	0.001	0.000	39	6.408	85.590	289.233
	2005	0.103	2.823	2.778	0.037	4.95	-	-	-	28.467	255.600	376.531
토지 개발	2008	0.247	5.333	0.988	0.020	6.04	0.009	0.278	139	18.383	146.361	88.167
	2007	0.347	4.448	0.239	0.069	8.95	0.000	0.000	521	9.733	135.973	261.300
	2006	0.309	31.436	0.513	0.047	20.87	0.000	0.000	101	4.357	177.405	147.233
	2005	0.389	5.830	0.703	0.016	17.09	0.000	0.000	40	14.550	226.833	323.752
어린이 놀이 터	2008	0.160	2.187	0.302	0.004	3.03	0.017	3.165	-	6.545	62.935	-
	2007	0.535	22.080	0.396	0.049	32.30	0.000	0.000	-	6.583	147.667	189.375
	2006	0.092	1.557	0.293	0.094	3.25	0.000	0.000	-	0.633	15.111	-
	2005	자료없음										

붙임 4. 2008년도 구·군별 토양오염실태조사 평균농도 (mg/kg, pH제외)

구 분	Cd	Cu	As	Hg	Pb	Cr ⁶⁺	CN	BTEX	TPH	Ni	Zn	F	pH
가 지역	1.5	50.0	6.0	4.0	100.0	4.0	2.0	-	500	40.0	300.0	400.0	-
나 지역	12.0	200.0	20.0	16.0	400.0	12.0	120.0	80.0	2000	160.0	800.0	800.0	-
중구	0.285	4.638	0.495	0.095	2.39	0.000	0.114	0.206	211	14.217	145.500	-	8.3
서구	0.268	2.240	1.548	0.046	3.47	0.000	0.000	0.047	220	18.117	693.333	-	8.3
동구	0.200	2.900	0.370	0.011	7.85	0.000	0.000	-	-	9.100	161.667	-	8.3
영도구	0.256	3.424	1.061	0.064	5.07	0.000	0.053	2.233	202	16.262	285.640	269.864	9.9
부산진구	0.224	7.926	0.830	0.014	9.54	0.000	0.019	0.399	249	17.195	221.657	51.667	8.2
동래구	0.227	6.878	0.596	0.054	6.89	0.000	0.017	0.081	148	10.380	101.993	76.833	6.1
남구	2.568	300.028	1.020	0.024	5.41	0.000	0.011	0.502	48	19.385	324.545	24.250	7.9
북구	0.160	3.064	0.432	0.013	4.78	0.000	0.000	4.368	-	6.123	45.356	288.583	8.6
해운대	0.199	5.116	0.595	0.019	5.10	0.000	0.026	0.317	181	17.524	135.835	73.650	7.8
사하구	0.439	16.862	1.430	0.058	113.57	0.000	0.165	6.786	253	36.029	558.034	122.403	8.8
금정구	0.380	7.530	0.836	0.013	26.36	0.000	0.152	-	96	12.267	143.784	89.917	8.0
강서구	0.500	4.891	3.333	0.101	5.59	0.000	0.062	-	1015	78.495	549.875	135.500	9.1
연제구	0.242	3.795	0.485	0.015	6.04	0.000	0.031	0.302	277	11.094	171.975	119.000	7.6
수영구	0.207	7.552	0.295	0.018	58.33	0.000	0.027	0.675	102	14.356	618.749	122.500	7.8
사상구	0.159	4.122	2.163	0.048	21.28	0.000	0.095	2.183	248	17.173	254.158	234.750	9.1
기장군	0.457	48.067	3.703	0.042	8.53	0.000	0.020	0.070	159	18.462	146.522	79.750	6.9

※ PCB, TCE, PCE, Phenol : ND

붙임 5. 전국 토양오염실태조사 평균농도 (mg/kg, pH제외)

구 분	Cd	Cu	As	Hg	Pb	Cr ⁶⁺	Ni	Zn	CN
'07.평균	0.145	6.457	1.412	0.060	9.438	0.012	16.132	99.379	0.012
'06.평균	0.123	6.302	1.242	0.058	7.277	0.017	14.834	101.251	0.140
'05.평균	0.135	7.078	0.543	0.038	6.743	0.034	13.656	92.354	0.014
자연 함유량*	0.040	0.48	0.089	0.085	3.06	0.09	17.28	54.27	-
구 분	BTEX	TPH	PCB	Phenol	Org-P	F	TCE	PCE	pH
'07.평균	2.008	68	0.000	0.146	0.000	154.452	0.003	0.000	6.9
'06.평균	8.779	313	0.000	0.148	0.000	132.232	0.001	0.003	6.9
'05.평균	4.591	86	0.000	0.001	0.000	113.947	0.001	0.000	6.8

※ 자연 함유량은 국립환경과학원 연구보고서 중 우리나라 산림지역 토양의 분석결과임