

## 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 : 2007년 1월~2007년 12월
- 대상 : 공장 및 공업지역, 폐기물관련 지역 등 토양오염 가능성이 높은 10개 오염원지역
- 항목 : 중금속류, 유류, 유기용제류 등 토양오염 물질 17개 및 토양 pH(총 18개 항목)
- 지점 : 101개 지점('06. 98지점, '05. 96지점, '04. 92지점)
- 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 지역망확대 운영
- 1999 : 전국망과 지역망지점 확충
- 2001 : 지역망은 토양오염 실태 조사로 전환

#### □ 관련근거

- 환경정책기본법 제15조(환경상태의 조사), 토양환경보전법 제5조(토양오염도 측정 등), 제15조(토양오염 방지조치 명령 등), 같은법 시행규칙 제3조(토양오염 실태 조사)
- 통일된 조사를 위해 세부 조사지침으로 환경부 예규 제272호(2006.01.10.)
- 조사계획
  - ▷ 부산광역시 환경보전과 - 5487(2007.03.15)호 : 2007년도 토양오염 실태 조사 계획 알림
  - ▷ 부산광역시 환경보전과 - 7356(2007.04.10)호 : 2007년도 토양오염 실태 조사 계획 확정 통보

## 2. 조사내용

### □ 기간별 추진내용

- 2007.01.~03. : 세부추진계획 수립과 토양시추장비 임대계약
- 2007.03.28.~05.17. : 시료채취(비연속)를 구·군의 협조를 받아 수행
- 2007.03.28.~11.07. : 시료분석과 시료채취를 동시에 실행
- 2007.11.07. : 결과 정리 및 검토, 결과보고(통보)
- 2007.12.31. : 최종 조사 보고서 작성보고, 조사결과 연구원 홈페이지 게시

### □ 대상지역

#### ○ 조사지점 수

구 분	계	중구	서구	동구	영도구	부산진구	동래구	남구	북구	해운대구	사하구	금정구	강서구	연제구	수영구	사상구	기장군
계	101	1	1	1	6	4	2	7	3	9	16	6	10	3	4	12	16
공장및공업지역	24		1	1	2			1		2	6	4	3		1	1	2
공장폐수유입지역	3										1	1				1	
원광석·고철야적	7				1					2			4				
금속제련소지역	3										3						
폐기물관련지역	22				3		1	2	2	4		2				6	2
금속광산지역	14						1									1	12
교통관련시설지역	12	1				2	1		1	2	1	1	2	1			
사고발생, 민원유발	4						1	1							2		
어린이놀이터지역	4													1		3	
기타토지개발지역	8					2		3		3							

#### ○ 행정 구역별 조사비율

▷ 그림 1은 2007년도 행정 구역별 조사지점 비율을 나타내었다.

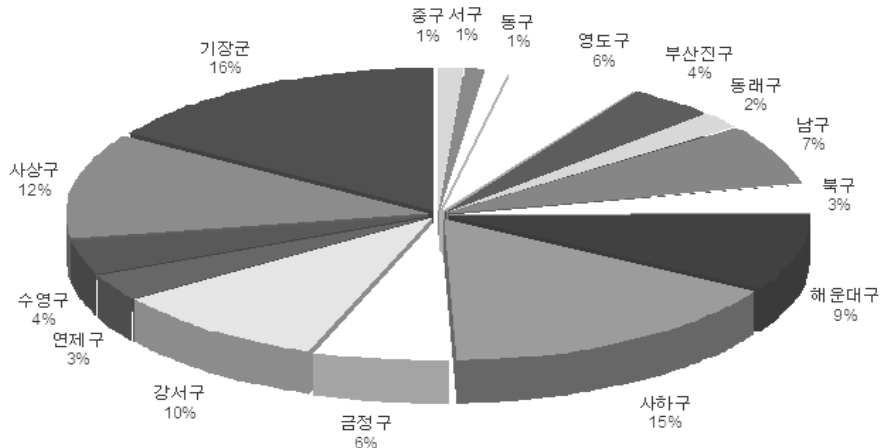


그림 1. 행정 구역 별 조사 비율.

□ 토양기준 적용이 되는 “지역”구분

- “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 지역
- “나”지역으로는 “지적법”에 의한 지목이 공장용지, 도로, 철도용지, 잡종지

□ 지목 별 조사지점 수

- 표 1은 최근 3년간 조사 지점과 지목별 조사지점수를, 그림 2는 표 1을 기준으로 그래프로 나타냈으며, 2007년도는 “가”지역 57개, “나”지역 44개로 총 101개 지점을 조사

표 1. 최근 3년간 지목별 조사지점수 비교('05.~'07.)

연별	지점수	“가”지역										“나”지역				
		소계	대지	답	임야	전	공원	종교용지	학교용지	주유소	하천	소계	공장용지	잡종지	철도용지	도로
2007	101	57	20	13	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

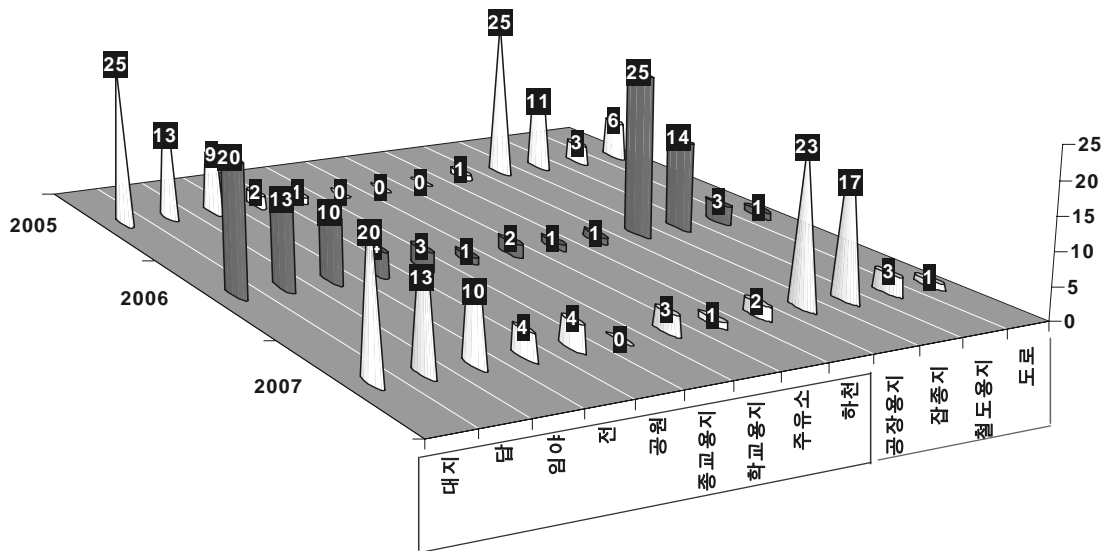


그림 2. 최근 3년간 지목별 조사지점수 비교('05.~'07.).

□ 조사지점 선정 및 조사방법

○ 지점 선정기준

- ▷ 공장 및 공업지역, 폐기물매립·소각 등 지역, 금속광산지역, 사고발생 민원유발지역 등 토양오염 가능성이 높아 오염도조사 및 복원이 필요한 지역과 기타 국가가 지정하는 것으로 각 구·군에서 선정

○ 오염원지역과 지목별 조사 비율

- ▷ 조사 대상 부지의 오염원지역별 선정비율을 그림 3, 그림 4는 지적법의 지목분류 비율
- ▷ “가”지역으로 분류된 57개 지점 중 대지 34%, 답 23%, 임야 18% 비율로 조사
- ▷ “나”지역은 모두 44개 지점으로 공장용지 52%, 잡종지 39%, 철도용지 7%, 도로 2%

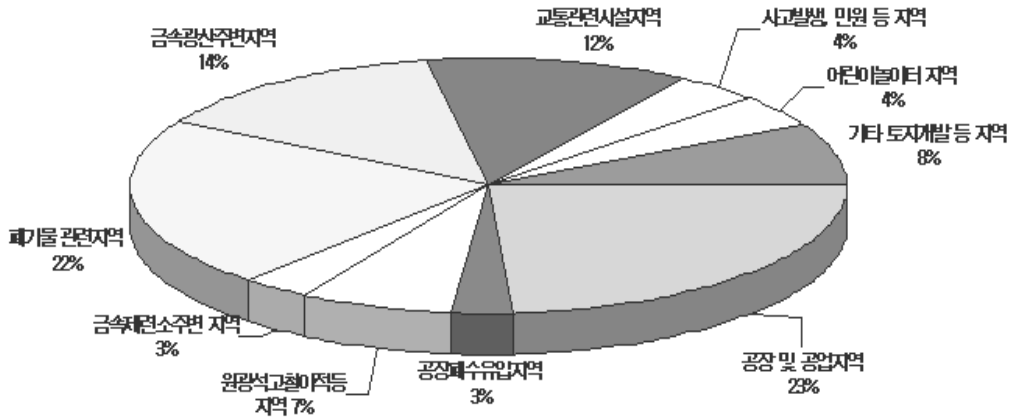


그림 3. 2007년도 10개 오염원지역별 조사비율.

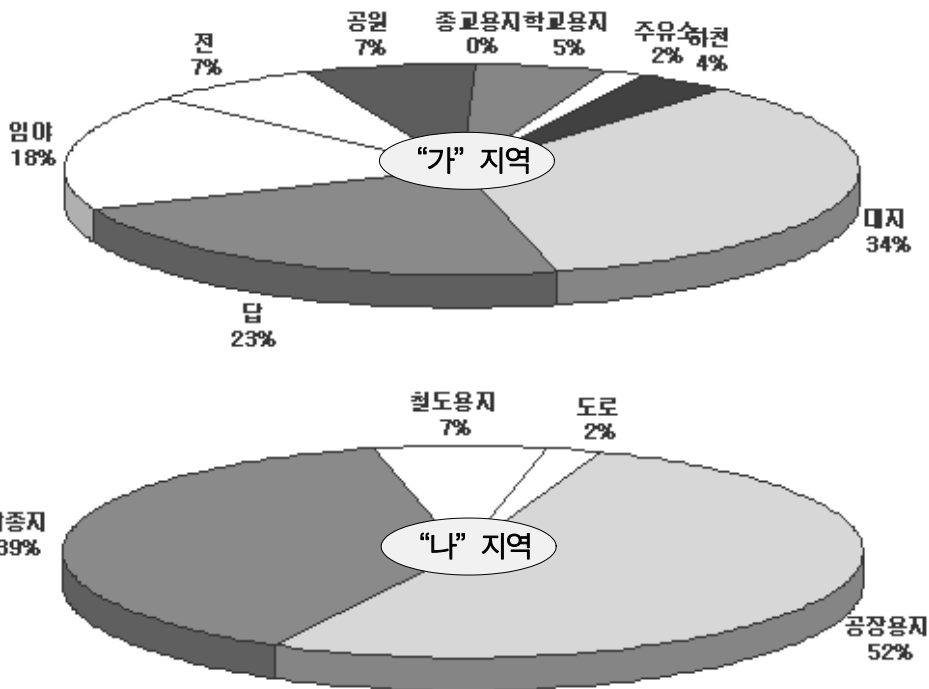


그림 4. “가”지역(上), “나”지역(下)의 토지 지목별 조사 비율.

○ 시료채취 방법

- ▷ 토양오염 실태 조사지침에 따라 농경지는 대상지역 내에서 지그재그 형으로 5~10개 지점

에서 선정하고, 공장지역, 매립지역, 시가지 지역 등 기타지역의 경우는 대상지역의 중심이 되는 1개 지점과 주변 4방위의 5~10 m 거리에 있는 1개 지점씩 총 5개 지점을 선정하였으며, 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 선정하였다.

▷ 선정된 지점에서 토양시료채취는 지침의 제3장 제1절 나. 시료의 채취 및 보관방법 따랐음

○ 오염원에 따른 시료채취

▷ 토양시료채취는 오염원이 대기나 수질에 의한 경우 표토를 중심으로 채취하고, 지하저장시설, 매립지 등에 의한 경우는 표토부터 오염개연성이 있는 깊이까지 표층, 중간층, 심토층의 시료를 채취, 그 외 현장의 여건에 따라 적절히 판단하여 채취함

○ 오염원지역 별 조사지점 수

- ▷ 전년대비 3곳이 증가한 101개 지점으로, 교통관련시설지역과 기타토지개발 등 지역, 어린이놀이터 지역이 증가한 반면, 폐기물관련시설과 사고발생 등 지역이 줄어 전체 조사 지점 수는 3곳 증가
- ▷ 올해 조사한 시료 수는 표토 97개(54.5%)와 심토 81개(45.5%)를 포함한 178개로 전년도의 174개보다 4개 시료가 증가하였으며,
- ▷ 표 2는 최근 5년간 실태조사 지점 수 비교로 오염원 지역별 조사건수와 비율을 나타내었다.

표 2. 오염원 지역별 조사지점수('03.~'07.)

오염원지역별 \ 연도별	'07.	'06.	'05.	'04.	'03.
계	101	98	96	92	85
공장 및 공업지역	24	24	28	34	40
공장폐수유입지역	3	3	3	4	1
원광석·고철야적 등 지역	7	7	5	3	3
금속제련소주변 지역	3	3	4	4	4
폐기물 관련지역	22	23	21	21	13
금속광산주변지역	14	14	16	13	5
교통관련시설지역	12	9	11	7	7
사고발생, 민원 등 지역	4	5	2	4	3
어린이놀이터 지역	4	3	0	0	2
기타 토지개발 등 지역	8	7	6	2	7

※ 최근 3년간 전국 토양오염 실태 조사 지점 수 및 시도별 조사비율('05.~'07.)

▷ '05.~'07. 사이 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 3 및 그림 5는 전국의 '05.~'07. 조사지점 수와 비율을 나타내었다.

표 3. 전국 토양오염 실태 조사 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)

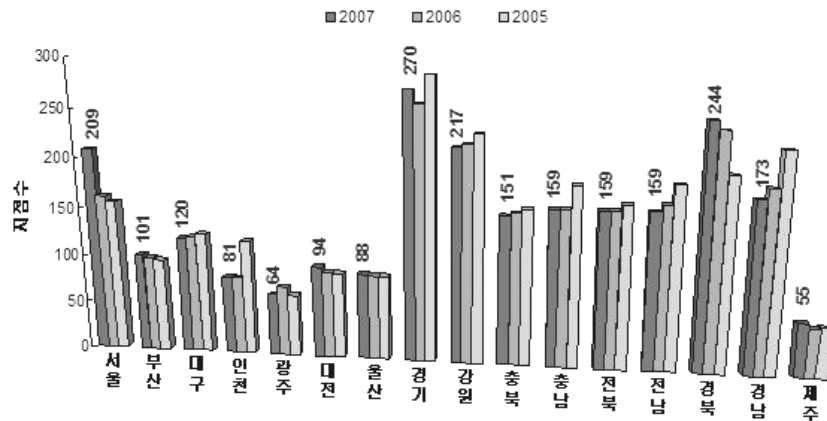


그림 5. 최근 3년간 전국 토양오염 실태조사 지점 수('05.~'07.).

□ 조사항목과 토양기준

○ 조사항목

▷ 조사대상 항목은 토양환경보전법 제2조의 2호 및 같은법 시행규칙 제1조에 규정한 토양 오염 물질 17개 및 토양 pH 등 총 18개 항목으로, 중금속류 8개 항목(Pb, Cd, Cu, Cr<sup>+6</sup>, 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.

○ 토양오염 우려 및 대책기준

▷ 토양오염 우려기준은 토양환경보전법 제4조의2에 “사람의 건강, 재산이나 동물·식물의 생육에 지장을 초래할 우려가 있는 토양오염의 기준”으로 정의하며,

▷ 토양오염 대책기준은 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 토양오염 우려기준을 중심으로 조사내용을 검토하였으며, 표 4는 토양환경보전법 시행규칙 제1조에 의한 토양오염 우려기준과 대책기준을 나타냈다.

표 4. 토양오염 물질과 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
유기인화합물	10	30	-	-
폴리클로리네이티드비페닐	-	12	-	30
시안	2	120	5	300
페놀	4	20	10	50
유류(동·식물성 제외)				
- 벤젠·톨루엔·에틸벤젠·크실렌(BTEX)	-	80	-	200
- 석유계총탄화수소(TPH)	500	2,000	1,200	5,000
트리클로로에틸렌(TCE)	8	40	20	100
테트라클로로에틸렌(PCE)	4	24	10	60

□ 시료의 전처리 및 분석

- 10개 오염원지역 101지점에서 표토, 중간 및 심토 178개의 시료를 채취하여, 토양오염 공정 시험방법(환경부고시 제2002-122호, 2002.07.24.) 제3장 토양오염도 검사방법 제2항 시료의 조제방법에 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 등을 사용하였다.

3. 조사결과

- 기장군 일광광산 주변 10개 지점의 입야 및 담에서 전년도에 이어 Cu가 우려기준을 초과하였으며, 5개 지점은 대책기준도 넘어 심각한 수준의 토양오염도를 보였다.
- 강서구 고철야적장 3곳도 TPH로 오염이 심한 것으로 나타났고, 그 외 공장이전부지, 폐기물관련지역 각 1개 지점도 TPH와 중금속으로 우려기준을 초과하였다.
- 초과지점 모두 전, 담, 입야, 대지로 토양오염이 상대적으로 덜할 것으로 추정되는 곳이 기준을 초과하여 심각성을 주고 있다.

※ 1. 우려기준 : 토양오염 우려기준, 대책기준 : 토양대책기준.

2. pH를 제외한 모든 분석항목의 단위는 mg/kg으로 별도 언급이 없는 경우 모두 이 단위를 적용하며, 본 보고서 검토내용에서 편의상 단위는 생략하였다.

□ 조사총괄

- 오염원지역별로 분류된 10개 지역 101개 지점에서 표토(97개), 중간 및 심토(81개)를 포함 178개의 시료를 분석한 결과,
- 토양오염 우려기준 초과 정도를 나타내는 오염지역 발견율은 15.8%(16개 지점)로 전년도 19.4%(19개 지점) 보다는 약간 감소하였으나, 일부 지점에서는 대책기준을 초과하는 고농도를 보였다.
- 우려기준 초과지역 분포는 전년도와 비슷한 금속광산지역, 폐기물관련지역, 고철야적장 및 기타토지개발 지역인 것으로 나타났다.
- 중금속 조사 평균농도는 “가”지역 기준의 15.2~78.5% 수준으로 전년 보다 낮았으며, 특히 금속광산 지역에서 카드뮴, 구리, 납, 아연 등의 평균 검출농도가 크게 감소하였다. 석유계총탄화수소(TPH)도 “가”지역 기준(500 mg/kg)의 59.2% 수준이었으나, 전년도와 같이 원광석 고철야적 지역과 기타토지개발지역 일부지점에서 우려기준을 초과하였다.
- 전체 오염도가 전년도보다 낮게 조사된 원인은 조사대상 부지면적이 넓은 곳은 해당 부지토양의 대표성을 기하고자 전년도 채취지점과 달리하여 토양오염 추정지점을 확대 조사한 영향으로 판단된다.
- 그 외 지역은 전년대비 특이점이 없었으나, 우리시의 금속광산지역과 폐기물관련 지역의 조사비율(35.6%)이 전국평균('06. 25%)보다 높아 오염지역 발견율에서도 앞서는 것으로 판단된다.
- 표 5는 실태조사에서 나타난 부산지역의 중금속농도와 전국 실태조사 평균농도를 비교하였다.

표 5. 토양오염 실태 조사에서 나타난 부산지역과 전국의 중금속 농도비교 (단위 : mg/kg)

구 분	Cd	Cu	As	Hg	Pb	Cr <sup>6+</sup>	Ni	Zn	
부산	'07.평균	0.328	19.973	1.247	0.182	15.23	0.000	25.166	235.418
	'06.평균	0.558	33.873	4.280	0.142	40.78	0.000	22.589	308.519
전국	'06.평균	0.123	6.302	1.242	0.058	7.277	0.017	14.834	101.251
	'05.평균	0.135	7.078	0.543	0.038	6.743	0.034	13.656	92.354
우려기준(가지역)	1.5	50.0	6.0	4.0	100	4.0	40	300	
<b>자연함유량</b>	<b>0.040</b>	<b>0.48</b>	<b>0.089</b>	<b>0.085</b>	<b>3.06</b>	<b>0.09</b>	<b>17.28</b>	<b>54.27</b>	

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

□ 전년대비

- 오염지역 발견율은 15.8%로 전년 19.4% 보다 3.6%가 감소하였다. 평균농도는 전년도보다 낮게 나타났으나, 어린이놀이터지역 일부 항목에서 높게 조사되었다.
- 어린이놀이터지역 중 공장지역 중심에 위치한 사상구 삼락중학교(운동장)에서 중금속류인 카드뮴, 구리, 비소, 납 등이 전년도보다 높게 조사되었다. 전년도 조사이후 복토나 토양의 물리적 변화가 크지 않았던 점에서 주변공장 등으로부터 오염 물질 배출사고를 추정할 수도 있어 실태조사 지점으로써 지속적인 관찰이 필요할 것으로 사료된다.



- 공장 및 공업지역, 원광석 고철야적지역, 금속광산지역 등 전반적으로 조사 평균농도가 감소하였으며, 특히 카드뮴의 경우 금속광산 지역 평균농도가 전년도의 31.3% 수준인 0.530 mg/kg('06. 1.692 mg/kg)으로, 금속제련소 지역 44.5% 수준인 0.612 mg/kg('06. 1.375 mg/kg)으로 나타났다.
- TPH를 조사한 4개 오염원지역 중 공장 및 공업지역 169 mg/kg('06. 328 mg/kg), 폐기물관련지역 256 mg/kg('06. 585 mg/kg), 교통관련지역 93 mg/kg('06. 114 mg/kg), 사고발생 민원유발 지역 40 mg/kg('06. 39 mg/kg)으로 전년대보다 평균농도가 감소
- 그 외 CN, TCE, PCE, BTEX, F 등은 전년도와 비슷한 결과를 보였고, 표 6과 그림 6은 조사 평균 농도와 중금속을 비교하여 그래프로 나타내었다.

표 6. 최근 3년간 부산지역 토양오염 실태 조사 결과('05.~'07.) (단위 : mg/kg)

연도/항목	Cd	Cu	As	Hg	Pb	Cr <sup>6+</sup>	CN	BTEX	TPH
'07.	0.328	19.973	1.247	0.182	15.23	0.000	0.061	0.268	296
'06.	0.558	33.878	4.280	0.142	40.78	0.000	0.003	0.070	443
'05.	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
'07.	0.000	0.000	0.000	25.166	235.418	242.263	0.048	0.000	8.0
'06.	0.000	0.000	0.000	22.589	308.519	218.441	0.000	0.000	8.5
'05.	0.000	0.000	0.000	21.137	266.333	368.644	0.000	0.000	7.6

※ '06년도 전국 토양오염 실태 조사 결과 (단위 : mg/kg)

구분	Cd	Cu	As	Hg	Pb	Cr <sup>6+</sup>	CN	BTEX	TPH
'06. 전국	0.123	6.302	1.242	0.058	7.28	0.017	0.140	8.779	313
<b>자연함유량</b>	<b>0.040</b>	<b>0.480</b>	<b>0.089</b>	<b>0.085</b>	<b>3.06</b>	<b>0.090</b>	-	-	-
구분	PCB	Phenol	Org-P	Ni	Zn	F	TCE	PCE	pH
'06. 전국	0.000	0.148	0.000	14.834	101.251	132.232	0.001	0.000	6.9
<b>자연함유량</b>	-	-	-	<b>17.280</b>	<b>54.27</b>	-	-	-	-

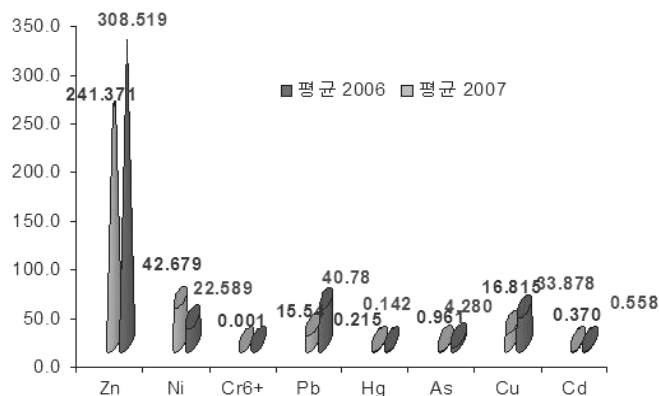


그림 6. 부산지역 토양오염 실태 조사 중금속류 결과 비교('06.~'07.).

## □ 토지지목 분류에 따른 조사결과

## ○ “가”지역

- ▷ “가”지역으로 분류된 57개 지점에서 100개 시료의 중금속류 평균농도는 Cd 0.344 mg/kg(0.670 mg/kg), Cu 26.856 mg/kg(48.690 mg/kg), As 1.880 mg/kg(2.900 mg/kg), Hg 0.184 mg/kg(0.133 mg/kg), Pb 15.56 mg/kg(17.53 mg/kg), Zn 167.716 mg/kg(205.702 mg/kg), Ni 24.696 mg/kg(24.476 mg/kg)으로 **팔호속의 전년도 결과**에 비해 Zn, Ni을 제외하고 대체로 낮게 나타났으며, 유류의 BTEX 0.292 mg/kg(0.045 mg/kg), TPH 398 mg/kg(409 mg/kg)로 조사되어 경질유에서 나오는 BTEX는 전년 보다 크게 증가하였으나 TPH는 전년도와 비슷한 수준이었고, TCE, PCE, PCB, Org.-P은 전년도와 같이 불검출 이었다.
- ▷ “가”지역에서 조사된 중금속 최고 농도는 (구)CJ부산공장 Cd 1.775 mg/kg(기준 1.5 mg/kg), 일광광산(9) Cu 279.300 mg/kg(기준 50 mg/kg), 일광광산(1) As 132.500 mg/kg(기준 6.0 mg/kg), 민하산업 Hg 3.076 mg/kg(기준 4.0 mg/kg), 경창광산 Pb 500.20 mg/kg(기준 100 mg/kg), 천세철강 Ni 1141.000 mg/kg(기준 40 mg/kg), 근화고철 Zn 1044.500 mg/kg(기준 300 mg/kg)으로 조사되었다.
- ▷ 불소는 (구)CJ부산공장1.0m 386.5 mg/kg(기준 400 mg/kg), 경남기업 TPH 9621 mg/kg(기준 500 mg/kg), 호생환경 pH 11.5 등으로 비오염지역 토양보다 높은 수준의 오염도를 나타냈다.
- ▷ 대책기준을 초과하는 이들 고농도 검출지점은 대부분 금속광산지역과 고철야적장, 공장이 전부지 등으로 산업활동 등과 영향이 있는 것으로 나타났다.

## ○ “나”지역

- ▷ “나”지역은 44개 지점으로부터 78개 시료를 분석한 결과 중금속 농도는 Cd 0.307 mg/kg(0.416 mg/kg), Cu 11.267 mg/kg(15.219 mg/kg), As 0.450 mg/kg(6.019 mg/kg), Hg 0.179 mg/kg(0.153 mg/kg), Pb 14.64 mg/kg(70.06 mg/kg), Zn 323.844 mg/kg(438.041 mg/kg), Ni 25.909 mg/kg(20.166 mg/kg)로 **팔호속의 '06.**과 비슷하였으나, Pb, Zn은 크게 감소하였고, 유류 중 BTEX 0.246 mg/kg(0.045 mg/kg), TPH 212 mg/kg(409 mg/kg)로 조사되었으며, TCE, PCE, PCB, Org.-P은 불검출 이었다.
- ▷ 중금속류 최고농도는 대한항공전봉대 Cd 3.680 mg/kg(기준 12 mg/kg), 노포차량기지 Cu 140.100 mg/kg(기준 200 mg/kg), 광진목재상사 As 13.250 mg/kg(기준 20 mg/kg), 대한항공전봉대 Hg 1.452 mg/kg(기준 16 mg/kg), 육성화학 Pb 154.00 mg/kg(기준 400 mg/kg), 와케이스틸 Ni 152.400 mg/kg(기준 160 mg/kg), 잭시엔 2.0m Zn 781.200 mg/kg(기준 800 mg/kg) 으로 조사되었다.
- ▷ 그 외 부산리사이클링 2.0 m F 624.500 mg/kg(기준 800 mg/kg), 광진목재상사 TPH 1658 mg/kg(기준 2000 mg/kg), 부영개발 2.0 m pH 11.3으로, “가”지역과 비슷한 수준의 오염도로 조사되었다. 표 7은 올해 조사결과와 '06. 전국실태조사결과를 비교하였다.

표 7. 최근 2년간 토양오염 실태 조사 “가, 나” 지역 결과 비교

(단위 : mg/kg)

구분		Cd	Cu	As	Hg	Pb	Cr <sup>6+</sup>	CN	BTEX	TPH	Ni	Zn	F	pH
가지역	'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
나지역	'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
'06. 실태조사 전국평균		0.123	6.302	1.243	0.058	7.277	0.017	0.140	8.779	313	14.834	101.251	132.232	6.9

## □ 오염원 지역별 조사결과

## ○ 공장 및 공업지역

- ▷ 24개 지점 30개 시료에서 중금속류와 유류, 시안, 불소 등 18개 항목을 검사한 결과 Cd 0.450 mg/kg, Cu 14.450, mg/kg As 0.737 mg/kg 등은 전년도 보다 크게 감소하였고, 그 외 항목은 비슷한 수준으로 나타났다.
- ▷ 우려기준 초과 지점은 없었으나, 대한항공전봉대의 Cd, 동일고무벨트 Cu가 최고농도를 보였으며, 각 항목별 최고농도는 Cd 3.680 mg/kg, Cu 58.900 mg/kg, As 13.250 mg/kg, Hg 1.452 mg/kg, Pb 154.00 mg/kg, Cr<sup>6+</sup> 0.01 mg/kg, CN 0.606 mg/kg, BTEX 5.983 mg/kg, TPH 1658 mg/kg, Ni 81.670 mg/kg, Zn 679.900 mg/kg, F 492.500 mg/kg, pH 10.1로 나타났으며, 그 외 불검출로 조사되었다.

## ○ 원광석 고철야적 지역

- ▷ 영도구 한진중공업 등 7개 지점 8개 시료를 검사한 결과 Cd, Hg은 전년도보다 증가하였으나 대부분 항목은 감소하였다.
- ▷ Cd의 검출농도는 0.369 mg/kg(전년 0.297 mg/kg), Hg 0.935 mg/kg(전년 0.311 mg/kg)로 조사되었으며, 우려기준 초과지점은 강서구에 소재한 천세철강 Zn 674.667 mg/kg(기준 300 mg/kg), Ni 1141.000 mg/kg(기준 40 mg/kg) 경남기업 Zn 1008.200 mg/kg(기준 300 mg/kg), Ni 139.833 mg/kg(기준 40 mg/kg), TPH 9621 mg/kg(기준 500 mg/kg), 근화고철 Zn 1044.800 mg/kg(기준 300 mg/kg), Ni 105.667 mg/kg(기준 40 mg/kg), TPH 1069 mg/kg(기준 500 mg/kg)으로 전년도와 같이 높은 농도로 조사되었다.
- ▷ PCB, phenol, 유기인을 제외한 항목별 최고농도 중 Cd, Cu는 인우아스콘으로 나타났으며, 각 항목별 최고 검출농도는 Cd 1.135 mg/kg, Cu 9.385 mg/kg, As 1.46 mg/kg, Hg 3.076 mg/kg, Pb 55.8 mg/kg, TPH 9621 mg/kg, Ni 1141.0 mg/kg, Zn 1045.000 mg/kg, F 544.000 mg/kg, pH 9.4 그 외 불검출로 조사되었다.

## ○ 폐기물적치·매립·소각 지역

- ▷ 해운대구 석대쓰레기매립장을 비롯 22개 지점에서 표토, 중간층 및 심토를 포함한 총 66개 시료를 채취하여 PCB, phenol, 유기인을 제외한 중금속류 등 15개 항목을 검사한 결과 대부분 전년도와 비슷한 농도를 보였으나 As와 Pb은 낮게 조사되었다.

- ▷ 우려기준 초과는 전년도에 이어 올해도 사상구 삼정환경산업에서 TPH(기준 500 mg/kg)가 표토 557 mg/kg, 심토 2.0 m 1891 mg/kg로 나왔다. 조사결과 최고 검출지점은 생곡매립장 Cd 1.070 mg/kg, 석대매립장 Cu 53.200 mg/kg, 청하환경 2.0 m As 3.450 mg/kg, 을숙도매립장(2차)1.0 m Hg 0.876 mg/kg, 부산리사이클링 2.0 m Pb 136.500 mg/kg와 F 624.500 mg/kg, 부영개발 CN 2.674 mg/kg와 BTEX 7.408 mg/kg, 삼정환경 2.0 m TPH 1891 mg/kg과 TCE 7.219 mg/kg, 잭시엔 Ni 100.900 mg/kg, 잭시엔 2.0 m Zn 781.167 mg/kg, 호생환경 1.0 m pH 11.5 이외 불검출로 조사되었다.

### ○ 금속광산지역

- ▷ 금속광산 14개 지점 26개 시료에서 광산활동과 관련 낮은 TPH, BTEX, F, TCE, PCE, PCB, phenol, 유기인 등의 항목을 제외하고 검사한 결과 전년도 보다 대부분 감소하였으나 Ni은 증가하였다. 원인으로 최고농도 검출지점의 시료채취는 전년도보다 주변으로 확대하여 이루어진 결과로 이는 토양오염 범위가 중심에서 멀어질수록 오염도가 감소하는 것을 의미하며, 한편으로 일부 범위내에 토양오염 물질이 분포함을 나타낸다.
- ▷ 구체적으로 각 항목별 최고 농도 값을 전년도 최고치와 비교하면, Cd 1.740 mg/kg(전년도 31.80 mg/kg), Cu 279.300 mg/kg( " 2066.0 mg/kg), As 132.500 mg/kg( " 200.0 mg/kg), Hg 2.814 mg/kg( " 1.966 mg/kg), Pb 500.20 mg/kg( " 457.0 mg/kg), Ni 13.900 mg/kg( " 27.10 mg/kg), Zn 246.267 mg/kg ( " 4846.667 mg/kg)로 많은 차이를 알 수 있었다. 그러나 14지점 중 11개 지점이 우려기준을 초과하였으며, 정밀조사 후 신속한 토양 복원 등의 조치가 있어야 할 것으로 사료된다.

### ○ 그 외 조사지역

- ▷ 공장폐수 유입지역과 금속제련소지역 6개 지점, 사고발생 민원유발 지역과 어린이 놀이터 지역 8개 지점, 기타토지개발지역 8개 지점 조사한 평균농도를 표 8~9-1에 전년도와 비교하여 나타내었다.
- ▷ 기타토지개발지역 부산진구 (구)CJ부산공장에서 우려기준을 초과한 Cd, Zn, TPH가 검출되었으며, 대부분 지역이 전년도와 비슷하였으나 어린이놀이터 지역 중 사상구 삼락중학교 중금속에서 Cd 1.460 mg/kg(0.10 mg/kg), Cu 24.600 mg/kg(0.935 mg/kg), As 0.395 mg/kg(0.260 mg/kg), Hg 0.006 mg/kg(0.026 mg/kg), Pb 96.00 mg/kg (2.35 mg/kg), Ni 2.000 mg/kg(불검출), Zn 240.267 mg/kg(16.000 mg/kg)로 괄호속의 전년도와 많은 차이를 보였다.

표 8. 오염원 지역별 중금속류 조사결과('06.~'07.)

(단위 : mg/kg)

항목/조사지역	조사 년도	Cd	Cu	As	Hg	Pb	Cr <sup>6+</sup>	Ni	Zn
평 균	2007	0.328	19.973	1.247	0.182	15.23	0.000	25.165	235.418
	2006	0.558	33.878	4.280	0.142	40.78	0.000	22.589	308.519
공장및공업지역	2007	0.450	14.450	0.737	0.195	22.35	0.000	20.192	268.802
	2006	0.383	27.851	15.514	0.113	60.01	0.000	16.330	343.726
공장폐수유입지역	2007	0.201	3.867	0.362	0.107	35.55	0.000	29.207	222.533
	2006	0.273	4.612	0.100	0.045	14.68	0.000	3.241	112.444
원광석·고철야적	2007	0.369	2.956	0.512	0.935	8.46	0.000	186.429	524.417
	2006	0.297	40.309	0.815	0.311	8.59	0.000	244.959	574.414
금속제련소지역	2007	0.612	0.573	0.187	0.304	1.33	0.003	122.244	412.956
	2006	1.375	3.072	1.283	0.053	3.30	0.000	20.242	652.222
폐기물관련지역	2007	0.206	3.418	0.360	0.143	5.63	0.000	18.021	282.152
	2006	0.357	3.523	1.200	0.169	91.26	0.000	19.715	394.442
금속광산지역	2007	0.530	82.047	6.013	0.198	12.40	0.000	6.978	87.076
	2006	1.692	152.043	8.407	0.138	32.60	0.000	3.789	313.68
교통관련시설지역	2007	0.259	26.224	0.263	0.096	16.00	0.000	16.071	183.471
	2006	0.236	11.102	0.421	0.141	15.29	0.000	19.126	63.000
사고발생, 민원유발	2007	0.191	8.091	0.538	0.051	12.41	0.000	11.330	148.667
	2006	0.296	5.495	0.916	0.099	10.95	0.000	6.408	85.590
기타토지개발지역	2007	0.347	4.448	0.239	0.069	8.95	0.002	9.733	135.973
	2006	0.309	31.436	0.513	0.047	20.87	0.000	4.357	177.405
어린이놀이터지역	2007	0.535	22.080	0.396	0.049	32.30	0.000	6.583	147.667
	2006	0.092	1.557	0.293	0.094	3.25	0.000	0.633	15.111

표 8-1. 전국 토양오염 실태 조사 결과('05.~'06.)

(단위 : mg/kg)

구 분	Cd	Cu	As	Hg	Pb	Cr <sup>6+</sup>	Ni	Zn
'06.평균	0.123	6.302	1.242	0.058	7.277	0.017	14.834	101.251
'05.평균	0.135	7.078	0.543	0.038	6.743	0.034	13.656	92.354
우려기준 (가지역)	1.5	50.0	6.0	4.0	100	4.0	40	300
자연함유량	0.040	0.48	0.089	0.085	3.06	0.09	17.28	54.27

표 9. 오염원 지역별 휘발성물질 등 조사 결과('06.~'07.)

(단위 : mg/kg)

항목/조사지역	조사 년도	CN	BTEX	TPH	PCB	Phenol	Org-P	F	TCE	PCE	pH
공장및공업지역	2007	0.020	0.199	169	0.000	0.000	0.000	242.750	0.000	0.000	8.1
	2006	0.003	0.184	321	0.000	0.000	0.000	-	0.000	0.000	8.3
공장폐수유입지역	2007	0.000	0.000	80	-	-	-	240.300	0.000	0.000	7.8
	2006	0.001	0.000	398	-	-	-	65.136	0.000	0.000	8.6
원광석, 고철야적	2007	0.000	0.000	1505	-	-	-	305.813	0.000	0.000	8.2
	2006	0.005	0.000	1725	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	8.9
금속제련소지역	2007	0.093	0.000	484	-	-	-	324.667	0.000	0.000	8.9
	2006	0.013	0.000	1661	-	-	-	-	0.000	0.000	9.1
폐기물관련지역	2007	0.152	0.405	256	0.000	0.000	0.000	247.765	0.109	0.000	9.0
	2006	0.004	0.004	585	0.000	0.000	0.000	-	0.000	0.000	9.6

표 9. 계속

(단위 : mg/kg)

항목/조사지역	조사 년도	CN	BTEX	TPH	PCB	Phenol	Org-P	F	TCE	PCE	pH
금속광산지역	2007	0.000	-	-	-	-	-	-	-	-	5.6
	2006	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5.9
교통관련시설지역	2007	0.000	0.388	93	-	-	-	224.882	0.000	0.000	7.6
	2006	0.001	0.360	111	0.000	0.000	0.000	66.746	0.000	0.000	8.4
사고발생, 민원유발	2007	0.000	0.085	40	-	-	-	152.611	0.000	0.000	7.4
	2006	0.001	0.000	39	0.000	0.000	0.000	-	0.000	0.000	8.5
기타토지개발지역	2007	0.000	0.000	521	-	-	-	261.300	0.000	0.000	7.7
	2006	0.000	0.000	101	0.000	0.000	0.000	-	0.000	0.000	8.5
어린이놀이터지역	2007	0.000	0.000	-	-	-	-	189.375	0.000	0.000	8.0
	2006	0.000	0.000	-	-	-	-	-	0.000	0.000	8.6

표 9-1. 전국 토양오염 실태 조사 결과('05.~'06.)

(단위 : mg/kg)

구 분	CN	BTEX	TPH	PCB	Phenol	Org-P	F	TCE	PCE	pH
'06.평균	0.140	8.779	313	0.000	0.148	0.000	132.232	0.001	0.003	6.9
'05.평균	0.014	4.591	86	0.000	0.001	0.000	113.947	0.001	0.000	6.8

## □ 오염원지역과 항목별 조사결과

## ○ 중금속류

## ▷ 카드뮴(Cd)

- 카드뮴 농도는 금속광산지역이 가장 높았으나, 전년도 1.738 mg/kg보다 감소한 0.530 mg/kg으로 조사되었으며, 올해 조사한 전체시료의 평균농도는 **0.328** mg/kg으로 전년도 **0.557** mg/kg(전국평균 0.123 mg/kg) 보다 낮았다.
- 공장 및 공업지역, 공장폐수유입지역, 원광석·고철야적지역 등 대부분 오염원 지역이 전년도와 비슷한 수준으로 조사되었으나, 금속광산지역 및 금속제련소지역이 전년에 비해 평균 조사농도가 큰 폭으로 감소하였다. 그러나 조사지점 중 카드뮴의 최고 검출농도는 공장 및 공업지역으로 분류된 강서구 대한항공전봉대(3.680 mg/kg, 기준 12 mg/kg)로 나타났다.
- “가”, “나”지역 평균은 각각 0.344 mg/kg(전년 0.670 mg/kg), 0.307 mg/kg(전년 0.415 mg/kg)으로 전년도보다 낮았으며, 조사결과를 “가”지역기준으로 나눈 오염지수는 그림 7에 나타냈으며, 오염지수 0.4 이하가 전체 87.6%에 분포하는 것으로 조사되었다. 이는 전년도 보다 금속광산지역의 고농도 검출시료수가 감소하여 전체 평균치에도 반영된 것이며, 2007년도 조사결과 오염원지역별 Cd의 평균, 최대, 최소는 표 10과 그림 8에 나타냈다.

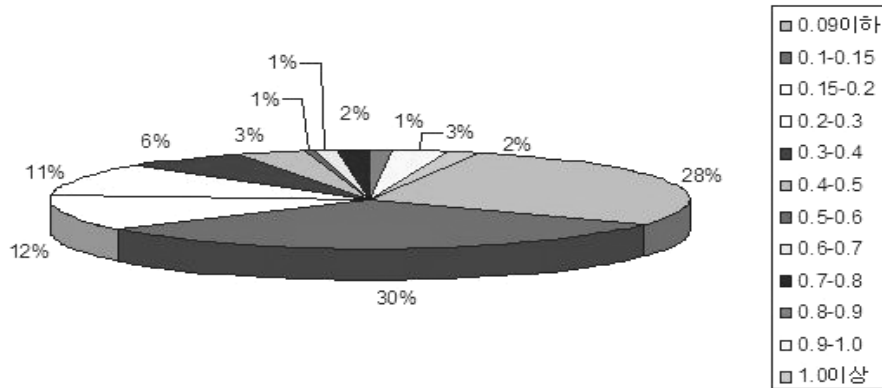


그림 7. Cd 오염지수 분포.

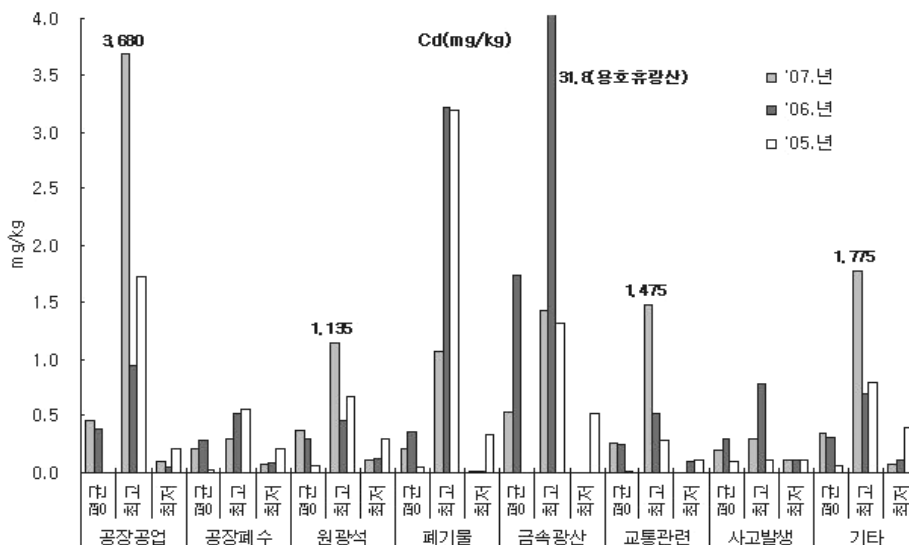


그림 8. 오염원지역별 최근 3년간 Cd의 평균, 최고, 최저 농도.

표 10. 오염원 지역별 카드뮴의 평균, 최고, 최저 농도 비교('05.~'07.) (단위 : mg/kg)

구분	공장공업			공장폐수			원광석			폐기물		
	평균	최고	최저	평균	최고	최저	평균	최고	최저	평균	최고	최저
'07.	0.450	3.680	0.090	0.201	0.300	0.070	0.369	1.135	0.115	0.206	1.070	0.015
'06.	0.381	0.940	0.050	0.273	0.515	0.085	0.297	0.450	0.120	0.357	3.220	0.015
'05.	0.005	1.725	0.206	0.025	0.555	0.205	0.065	0.665	0.293	0.055	3.190	0.327
구분	금속광산			교통관련			사고발생			기타토지개발지역		
	평균	최고	최저	평균	최고	최저	평균	최고	최저	평균	최고	최저
'07.	0.530	1.430	0.000	0.259	1.475	0.000	0.191	0.295	0.105	0.347	1.775	0.075
'06.	1.738	31.800	0.000	0.250	0.525	0.095	0.296	0.775	0.110	0.309	0.685	0.115
'05.	0.000	1.310	0.516	0.015	0.285	0.111	0.095	0.11	0.103	0.060	0.790	0.389

▷ 구리(Cu)

- 조사지역 중 Cu의 최고농도는 금속광산지역에서 84.615 mg/kg('06. 157.4 mg/kg), 최저는 원광석 고철야적 지역에서 2.956 mg/kg('06. 40.309 mg/kg)로 조사되었다.
- 구리의 조사평균 농도는 19.973 mg/kg으로 전년도 33.878 mg/kg 보다 30.4% 감소 하였으며, 우려기준("가"지역 50 mg/kg, "나"지역 200 mg/kg) 초과 지점은 금속광산지역인 기장군 일광광산 주변 10개 지점으로 나타났다. 이 지역 중 가장 고농도 검출지점은 일광광산(9) 279.300 mg/kg으로 일광광산 평균농도 92.605 mg/kg("가"기준 50.0 mg/kg)에 비해 3배나 높은 것으로 나타났다.
- 오염원지역별 조사농도는 교통관련시설지역 26.224 mg/kg, 어린이놀이터지역 22.080 mg/kg, 공장 및 공업지역 14.450 mg/kg, 금속제련소지역 0.573 mg/kg 등으로 조사 되었으며, 표 11과 그림 9는 오염원지역별 구리 조사결과('06.~'05.)를 나타내었으며, 전체시료의 검출농도 구간을 그림 10과 같으며, "나"지역기준(12.0 mg/kg) 이하는 134(75.3%)개로 조사되었다.

표 11. 오염원 지역별 구리의 평균, 최고, 최저 농도 비교('05.~'07.)

(단위 : mg/kg)

구분	공장공업			공장폐수			원광석			폐기물		
	평균	최고	최저	평균	최고	최저	평균	최고	최저	평균	최고	최저
'07.	14.450	58.90	0.12	3.867	8.700	0.435	2.956	9.385	0.145	3.418	53.200	0.16
'06.	27.815	215.75	0.20	4.612	10.455	1.170	40.309	85.70	0.53	3.523	34.600	0.14
'05.	10.160	150.30	0.08	0.520	1.750	0.095	3.891	8.97	0.41	5.035	29.005	0.14
구분	금속광산			교통관련			사고발생			기타토지개발지역		
	평균	최고	최저	평균	최고	최저	평균	최고	최저	평균	최고	최저
'07.	84.615	279.3	0.11	26.224	140.10	0.425	8.091	17.00	2.190	4.448	9.505	0.205
'06.	157.400	2066.0	0.76	12.220	82.55	0.245	5.495	20.85	0.315	31.436	50.95	9.95
'05.	91.731	349.2	0.96	4.177	23.08	0.180	2.823	5.32	0.325	5.830	16.15	0.73

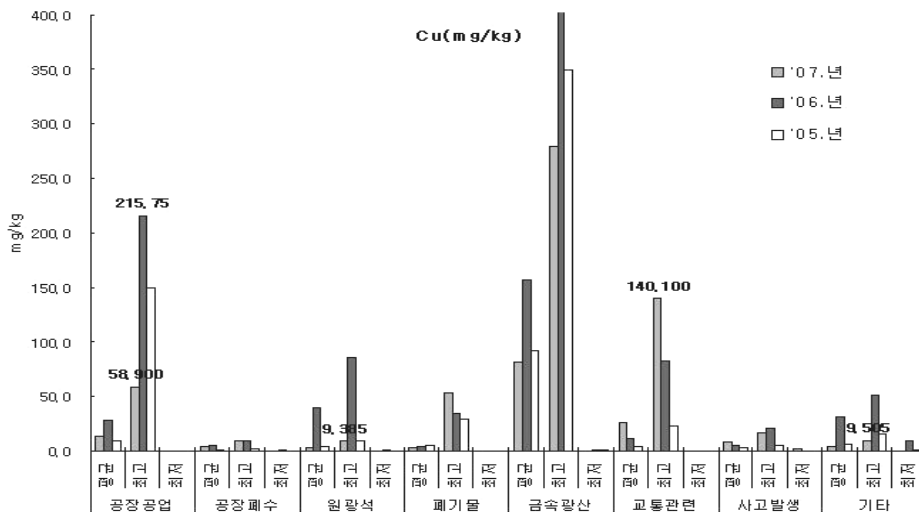


그림 9. 오염원 지역별 최근 3년간 Cu의 평균, 최고, 최저 농도.



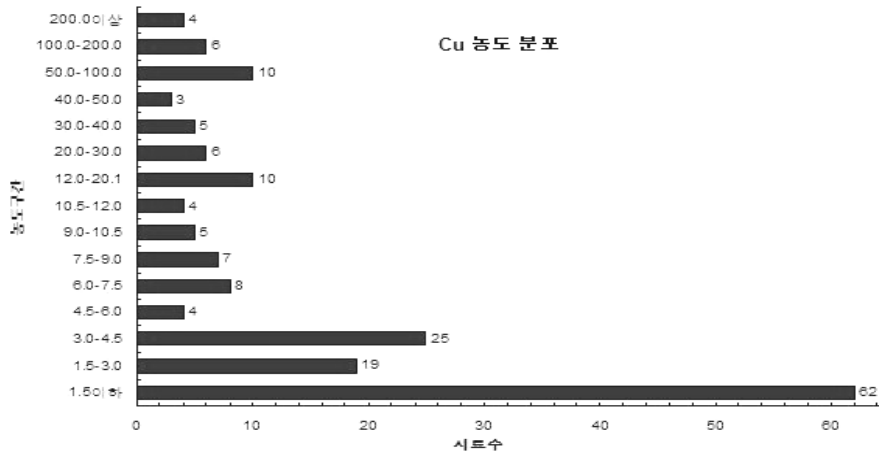


그림 10. Cu 농도의 분포.

▷ 비소(As)

- Cu, Cd에 이어 As도 금속광산지역의 평균농도가 가장 높게 조사되었다. 전년도는 공장 및공업지역의 농도가 높았으나, 광산의 광미로 인한 고농도 As 검출은 심각한 수준의 고농도를 보였다. 2007년도 비소 평균농도는 1.247 mg/kg로 전년도 4.280 mg/kg 보다는 낮았다. 일광광산(1) 지점에서 고농도 비소검출은 외부오염원에 노출보다는, 광미와 주변 토양 영향의 자연함유량으로 추정되며, 하류 지역의 토양과 비교되는 특징을 보이고 있다.
- 올해 조사한 As의 표준편차는 9.965 mg/kg(전년도 32.408 mg/kg)로 전년도 조사결과 보다 농도구간 변동 폭이 많이 감소한 것으로 이는 고농도 검출지점의 감소를 의미하며, 공장 및 공업지역이 0.737 mg/kg(전년도 15.514 mg/kg), 금속광산지역 6.013 mg/kg(전년도 8.688 mg/kg), 폐기물 관련지역 0.360 mg/kg(전년도 1.200 mg/kg) 등으로 조사되었다. 표 12와 그림 11은 최근 3년과 조사한 오염원지역별 As의 평균, 최대, 최소 농도를 나타내었다.

표 12. 오염원 지역별 비소의 평균, 최고, 최저 농도 비교('05.~'07.)

(단위 : mg/kg)

구분	공장공업			공장폐수			원광석			폐기물		
	평균	최고	최저	평균	최고	최저	평균	최고	최저	평균	최고	최저
'07.	0.737	13.250	0.000	0.362	0.980	0.000	0.512	1.460	0.000	0.360	3.450	0.000
'06.	15.514	380.000	0.010	0.100	0.160	0.010	0.815	1.590	0.010	1.200	12.140	0.000
'05.	1.554	16.000	0.402	3.226	3.725	2.435	1.500	2.244	1.070	1.520	4.359	0.348
구분	금속광산			교통관련			사고발생			기타토지개발지역		
	평균	최고	최저	평균	최고	최저	평균	최고	최저	평균	최고	최저
'07.	6.013	132.50	0.005	0.263	0.945	0.000	0.538	0.860	0.180	0.239	0.435	0.000
'06.	8.688	200.00	0.010	0.501	1.345	0.010	0.916	2.645	0.295	0.513	0.800	0.255
'05.	1.610	5.967	0.425	1.687	4.050	0.405	2.778	4.470	1.087	0.703	1.025	0.389

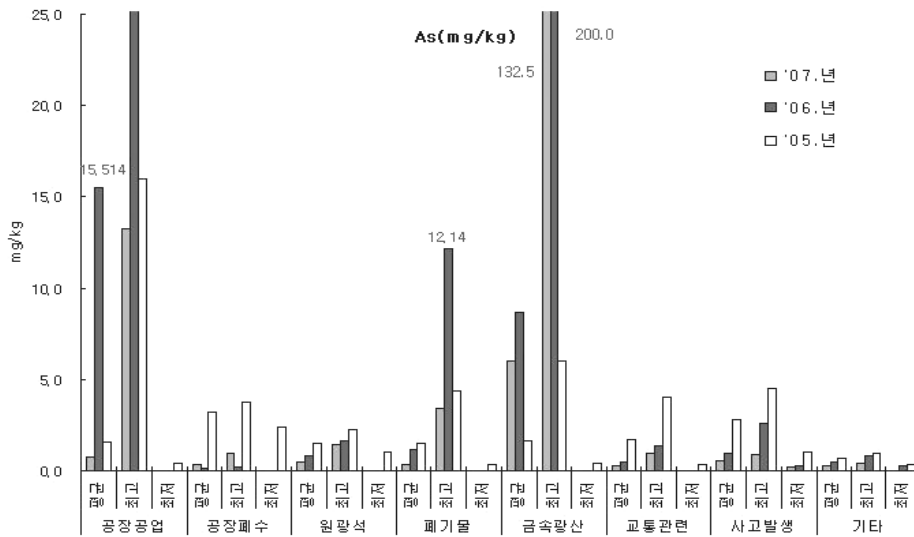


그림 11. 오염원 지역별 최근 3년간 As의 평균, 최고, 최저 농도.

▷ 수은(Hg)

- 우려기준을 초과하는 오염원 지역은 없었으며, 최고 평균 농도는 원광석 고철야적지역에서 0.935 mg/kg('06. 0.311 mg/kg)으로 조사된 반면, 최저는 사고발생 및 민원유발 지역에서 0.051 mg/kg('06. 0.099 mg/kg)로 나타났다.
- 조사지역 중 최고농도는 원광석 고철야적지역에 나왔으며, 각종 폐금속과 건축물 해체시 발생하는 폐기물 등을 취급하는 해운대구 석대동의 민하산업(3.076 mg/kg, 기준 4.0 mg/kg)으로 조사되었고, 표 13은 최근 3년간 조사한 오염원지역별 Hg의 평균, 최대, 최소를 나타내었다.

표 13. 오염원 지역별 수은 평균, 최고, 최저 농도 비교('05.~'07.)

(단위 : mg/kg)

구분	공장공업			공장폐수			원광석			폐기물		
	평균	최고	최저	평균	최고	최저	평균	최고	최저	평균	최고	최저
'07.	0.195	1.452	0.014	0.107	0.218	0.031	0.935	3.076	0.015	0.143	0.876	0.007
'06.	0.113	1.471	0.002	0.045	0.113	0.001	0.311	1.054	0.015	0.169	3.304	0.001
'05.	0.092	0.695	0.002	0.033	0.079	0.003	0.546	1.472	0.008	0.072	0.368	0.008
구분	금속광산			교통관련			사고발생			기타토지개발지역		
	평균	최고	최저	평균	최고	최저	평균	최고	최저	평균	최고	최저
'07.	0.198	2.814	0.012	0.096	0.526	0.013	0.051	0.097	0.015	0.069	0.277	0.014
'06.	0.138	1.966	0.005	0.141	1.000	0.004	0.099	0.434	0.018	0.047	0.216	0.001
'05.	0.042	0.132	0.006	0.051	0.521	0.003	0.037	0.048	0.025	0.016	0.047	0.001

▷ 납(Pb)

- 오염지역별 최고 평균농도는 공장폐수유입지역에서 35.55 mg/kg, 최저 지역은 금속제련소 주변지역으로 1.33 mg/kg이었다. 그 외 금속광산지역 31.41, 공장 및 공업지역

22.35 mg/kg 등으로 나타났다. 납의 조사 **평균농도**는 15.23 mg/kg 으로 전년도 40.76 mg/kg 보다 큰 폭으로 감소하였으며, 검출농도가 100 이상인 지점은 총 4개 지점으로 사상구 모라동 경창광산 500.20 mg/kg(기준 100 mg/kg), 옥성화학 154.00 mg/kg, 경기색소 151.00 mg/kg, 부산리사이클링(2.0 m) 136.5 mg/kg(기준 400 mg/kg) 이었고, 경창광산은 우려기준을 초과하였으나, 나머지 3개 지점은 “나”기준을 적용되는 지역으로 기준이내를 유지하였다.

- 올해 최고 농도는 사상구 경창광산에 이어 페인트 안료를 생산하는 금정구 옥성화학 154.00 mg/kg(기준 400 mg/kg)로 조사되었으며, 표 14와 그림 12는 오염원지역별 Pb의 평균, 최대, 최소 농도를 나타내었다.

표 14. 오염원 지역별 납의 평균, 최고, 최저 농도 비교('05.~'07.) (단위 : mg/kg)

구분	공장공업			공장폐수			원광석			폐기물		
	평균	최고	최저	평균	최고	최저	평균	최고	최저	평균	최고	최저
'07.	22.35	154.00	1.20	35.55	151.00	1.30	8.46	55.80	1.05	5.63	136.50	0.00
'06.	57.57	390.00	0.01	14.68	27.05	7.45	8.59	26.35	0.10	91.26	2250.00	0.00
'05.	13.95	100.40	0.01	0.37	1.22	0.00	3.36	13.50	0.01	10.08	122.35	0.00
구분	금속광산			교통관련			사고발생			기타		
	평균	최고	최저	평균	최고	최저	평균	최고	최저	평균	최고	최저
'07.	31.41	500.20	0.10	16.00	70.00	0.00	12.41	21.60	3.05	8.95	19.80	1.65
'06.	33.25	457.00	0.10	15.44	95.22	1.40	10.95	37.28	1.45	20.87	79.00	4.00
'05.	19.02	90.56	0.08	25.78	342.15	0.01	4.95	9.89	0.02	17.09	76.33	0.35

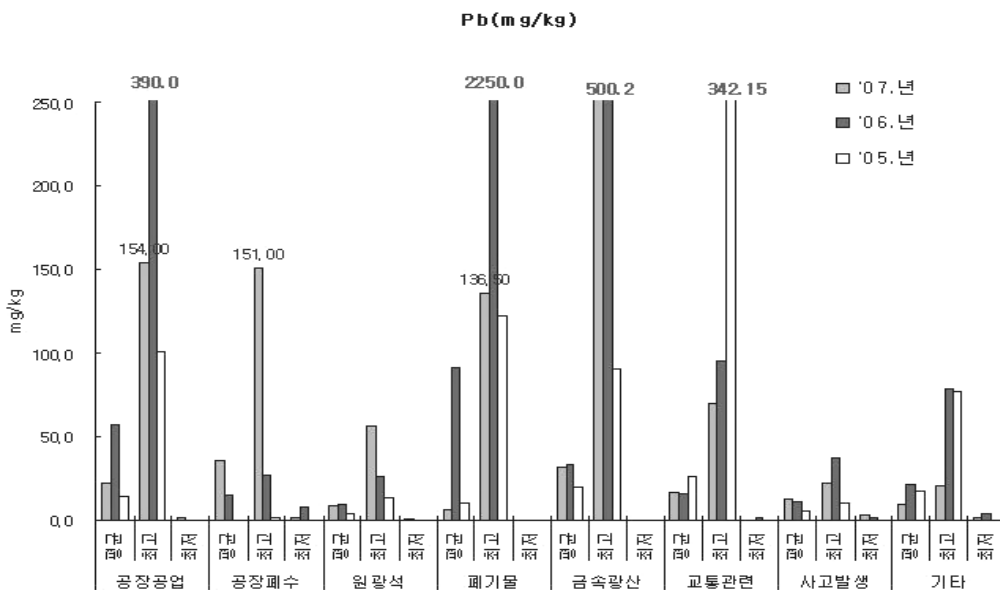


그림 12. 오염원 지역별 최근 3년간 Pb의 평균, 최고, 최저 농도.

▷ 아연(Zn)

- 최고농도 오염원 지역은 원광석 고철야적지역에서 524.417 mg/kg('06. 574.414 mg/kg)로 조사되어 전년도 보다 약간 낮았으나 타 지역에 비해 1.9~27배나 높은 것으로 조사되었으며, 전체 아연 평균농도는 **235.418** mg/kg로 전년도 **308.519** mg/kg 보다 감소하였다.
- 조사지역 중 원광석·고철야적지역이 524.417 mg/kg(전년도 574.414 mg/kg)로 전년도와 같이 최고 농도지역으로 조사되었으며, 다음으로 금속제련소 주변지역 412.956 mg/kg(전년도 652.222 mg/kg), 공장및공업지역 268.802 mg/kg(전년도 343.726 mg/kg) 순으로 높게 조사되었다. 농도가 가장 낮았던 금속광산지역은 87.076 mg/kg 이었으며, 그 외 기타토지개발지역 135.973 mg/kg, 어린이놀이터지역 147.667 mg/kg, 사고발생및민원유발지역 148.667 mg/kg, 교통관련지역 183.471 mg/kg 등으로 나타났다.
- 기준초과는 총 4개 지점으로 (구)CJ부산공장 416.800 mg/kg(기준 300 mg/kg), 강서구에 소재한 천세철강 674.667 mg/kg, 경남기업 1008.200 mg/kg, 근화고철 1044.800 mg/kg으로 전년도에 이어 올해도 우려기준을 초과하였다.

표 15. 오염원 지역별 아연의 평균, 최고, 최저 농도 비교('05.~'07.) (단위 : mg/kg)

구분	공장공업			공장폐수			원광석			폐기물		
	평균	최고	최저	평균	최고	최저	평균	최고	최저	평균	최고	최저
'07.	268.802	679.867	78.533	222.533	617.333	73.467	524.417	1044.8	84.9	282.152	781.2	29.667
'06.	343.726	756.667	14.667	112.444	190.667	3.333	574.414	1440.0	191.333	394.442	4120.0	1.667
'05.	280.619	531.000	100.000	-	-	-	518.820	690.7	252.600	263.204	749.6	78.667
구분	금속광산			교통관련			사고발생			기타토지개발지역		
	평균	최고	최저	평균	최고	최저	평균	최고	최저	평균	최고	최저
'07.	87.076	246.267	19.267	19.267	183.471	43.733	148.667	267.00	69.800	135.973	416.8	62.667
'06.	315.827	4846.667	1.833	89.300	563.333	0.667	85.590	224.00	5.333	177.405	286.0	59.333
'05.	189.412	285.333	75.667	239.778	384.667	143.667	255.600	255.60	255.600	226.833	244.7	209.000

▷ 니켈(Ni)

- 최고 검출평균 농도 지역은 원광석 및 고철야적지역(186.429 mg/kg, 전년도 244.959 mg/kg)으로 전년보다는 낮았으나 검출농도는 높게 유지되고 있었으며, 조사 오염원지역 중에서 가장 낮은 곳은 사고발생 및 민원유발 지역이 6.408 mg/kg로 나타났다.
- 2007년도 니켈의 평균농도는 **25.165** mg/kg로 최근 3년간('06. 22.589 mg/kg, '05. 21.137 mg/kg) 결과로부터 매년 약간씩 높게 조사되고 있다.
- 최고 농도는 원광석·고철야적지역에서 186.429 mg/kg로 이었고, 금속제련소 지역 122.244 mg/kg, 공장폐수유입지역 29.207 mg/kg, 공장및공업지역 20.192 mg/kg 등으로 조사되었고, 우려기준을 초과한 3개 지점 모두 원광석 및 고철야적지역인 강서구 대저동 고철 수집업을 하는 천세철강 1141.000 mg/kg('06. 1459.733), 경남기업 139.833 mg/kg('06. 114.067), 근화고철 105.667 mg/kg('06. 101.467)로 우려기준(40.0)

및 대책기준(100.0)도 초과하는 것으로 조사되었다. 표 16과 그림 13은 174개 검체에 서 얻은 니켈농도의 분포와 지역별 평균을 나타내었다.

표 16. 오염원 지역별 니켈의 평균, 최고, 최저 농도 비교('05.~'07.) (단위 : mg/kg)

구분	공장공업			공장폐수			원광석			폐기물		
	평균	최고	최저	평균	최고	최저	평균	최고	최저	평균	최고	최저
'07.	20.192	81.667	0.000	29.207	55.267	12.267	186.429	1141.00	10.60	18.021	100.90	0.000
'06.	16.330	72.400	0.667	3.241	5.323	0.200	244.959	1459.733	1.967	19.708	147.733	0.000
'05.	23.471	36.900	11.400	-	-	-	28.063	44.000	8.067	23.684	103.067	8.233
구분	금속광산			교통관련			사고발생			기타토지개발지역		
	평균	최고	최저	평균	최고	최저	평균	최고	최저	평균	최고	최저
'07.	6.978	13.90	0.000	16.071	83.733	3.300	6.408	27.233	0.633	9.733	23.700	0.000
'06.	3.682	27.100	0.000	10.368	33.400	0.000	6.408	27.233	0.633	4.357	15.700	0.433
'05.	11.210	19.067	4.567	34.967	48.600	19.733	28.467	28.467	28.467	14.550	14.800	14.300

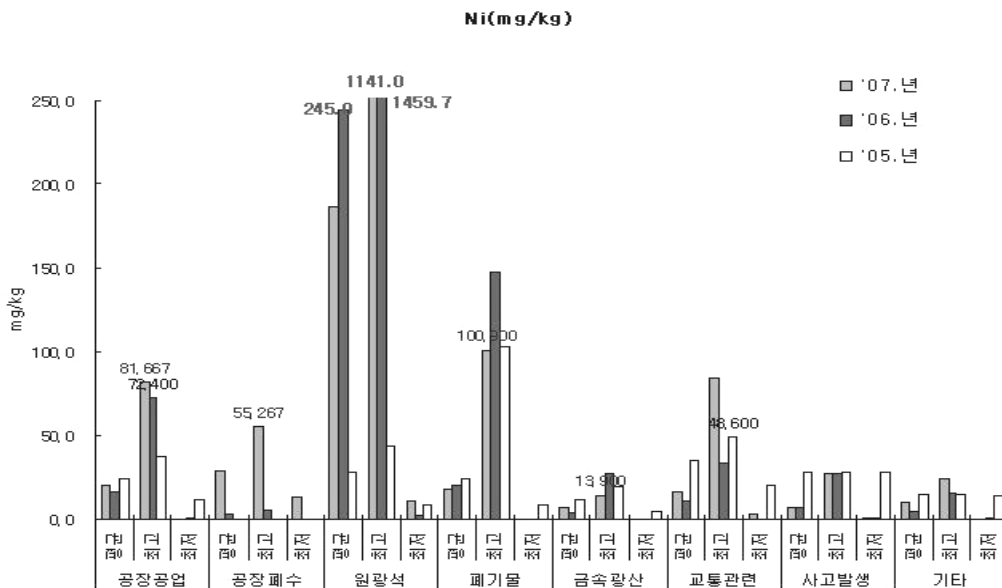


그림 13. 오염원 지역별 최근 3년간 Ni의 평균, 최고, 최저 농도.

▷ 6가 크롬(Cr<sup>+6</sup>)

- 전체 조사대상 10개 지역별 101개 지점의 표토, 중간토 및 심토 178개를 조사한 결과 모두 불검출로 우려기준(“가”지역 4, “나”지역 12)을 만족하였다.

○ 유류(TPH, BTEX) 및 휘발성 유기용제류(TCE, PCE)

▷ TPH

- TPH로부터 노출가능성이 적은 금속광산지역, 학교운동장, 매립장과 소각장 등을 제외한 126개 시료를 조사한 TPH 평균 농도는 296 mg/kg으로 전년도 443 mg/kg 보다

- 낮았으며, 토양오염 우려기준 (“가”지역 500 mg/kg, “나”지역 2,000 mg/kg)은 4개 지점에서 초과하였다.
- 조사된 8개 오염원 지역 중 최고농도는 원광석 및 고철야적지역으로 나타났으며, 우려기준 초과지점도 강서구 대저동 고철야적장의 근화고철 1069 mg/kg('06. 1175), 경남기업 9621 mg/kg('06. 9768)으로 전년도 조사에서 우려기준초과로 이미 토양정밀조사 명령을 받은 곳이며, 공장이전부지로 부산진구의 (구)CJ부산공장 표토 709 mg/kg, 중간층 1.0 m 1721 mg/kg, 심토 2.0 m 1574 mg/kg로 각각 “가”지역 기준 500 mg/kg을 초과하고 있다.
  - '06. 전국 토양오염 실태 조사 TPH 평균농도는 313 mg/kg('05. 86) 이었으며, 서울시가 785 mg/kg('06. 345), 부산 443 mg/kg('06. 103), 인천 124 mg/kg, 울산 120 mg/kg, 경기 114 mg/kg 등으로 조사되었다. 그림 14는 오염원별 TPH농도를, 그림 15는 “가”지역 기준이 되는 500 이상 지점과 전체에서 차지하는 함유율을 나타냈었다.

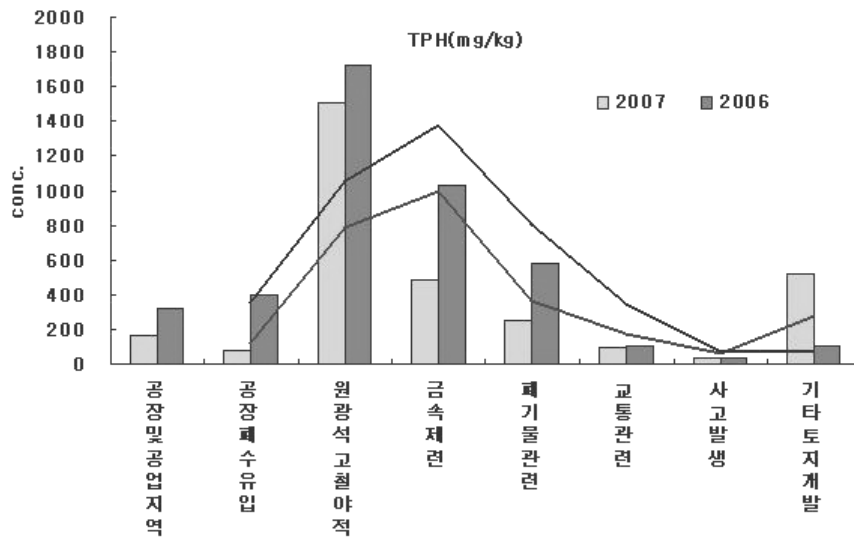


그림 14. 오염원 지역별 TPH 평균 농도.

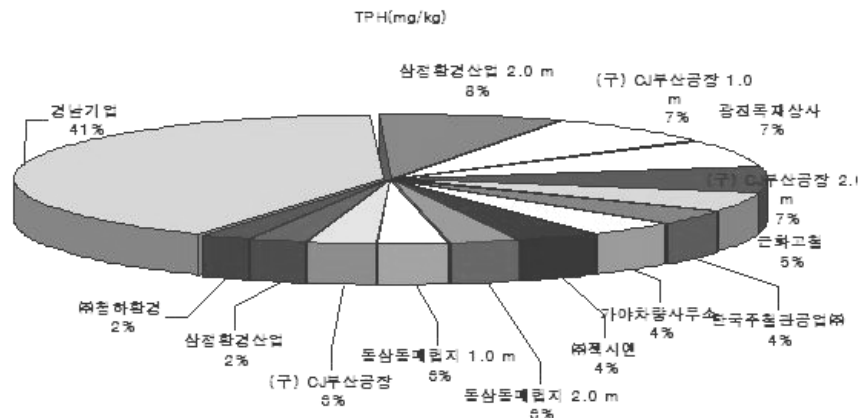


그림 15. TPH 500 mg/kg 이상 검출지점 및 농도백분율.

○ 불소(F)

- ▷ 10개 오염원 지역 178개 시료 중 금속광산을 제외한 152개를 조사한 결과, 원광석 및 고철야적 지역은 전년의 67.1% 수준인 305.813 mg/kg(전년 455.950)이었으며, 교통 관련 지역은 올해 평균조사 농도와 비슷하였고, 어린이놀이터지역은 189.375 mg/kg로 평균 조사농도의 78.2% 수준으로 나타났다.
- ▷ 불소는 폐기물관련지역 등 152개 시료를 조사한 평균농도는 **242.263** mg/kg으로 전년도 **218.441** mg/kg 보다 약간 높았다. 고농도가 오염원 지역 순위는 금속제련, 기타 토지개발지역, 원광석 및 고철야적, 폐기물관련, 공장 및 공업, 공장폐수 유입지역 등으로 나타났다. 그러나 전년도는 공장 및 공업지역, 교통관련시설, 폐기물 관련 지역 등으로 조사되었다.
- ▷ 불소농도가 500.0 이상 지점은 영도구 한진중공업의 심토(1.0, 2.0 m) 529.000 mg/kg, 544.000 mg/kg으로, 남구 동국제강(주)슬래그매립지 2.0 m 557.500 mg/kg, 사상구 부산리사이클링(주) 624.500 mg/kg으로 3개 지점 모두 “나”지역(기준 800 mg/kg) 기준은 만족하는 수준이었다.
- ▷ 농도 범위별 분포는 100.0이하 20개소, 100이상~200이하 44개소, 200이상~300이하 44개소, 300이상~400이하 29개소, 400이상~600이하 15개소로 분포하였으며, 조사 결과 중 100이상~300이하가 57.9 %를 차지하였다. 그 외 400.0~-500.0 사이농도는 9개 지점으로 폐기물관련지역 4개소와 공장용지 5개소로 나타났다. 우려기준(“가”지역 400 mg/kg, “나”지역 800 mg/kg)을 초과한 지역은 없었으며, 표 17은 조사한 오염원 지역별 불소 평균농도를 그림 16은 폐기물관련 지역의 불소농도 분포결과를 도식하였다.

표 17. 오염원 지역별 불소 평균농도 비교('05.~'07.) (단위 : mg/kg)

구 분	공장공업	공장폐수	원광석	금속제련	폐기물	교통관련	사고발생	기타토지	어린이 놀이터
'07.	242.750	240.300	305.813	324.667	247.765	224.882	152.611	261.300	189.375
'06.	265.433	-	455.950	-	204.325	238.796	289.233	147.233	-
'05.	384.389	-	409.099	-	352.739	376.064	376.531	323.752	-

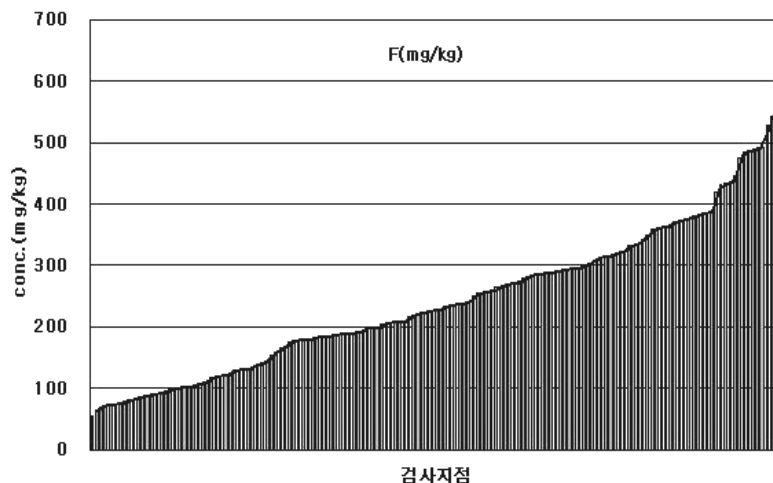


그림 16. 폐기물관련 지역의 불소농도 검출분포.

○ 시안(CN)

▷ 대부분 지점이 불검출로 조사된 반면 폐기물 적치·매립·소각지역의 평균농도가 가장 높게 나왔으며, 지점별 결과는 영도구 늘푸른환경 0.747 mg/kg, 사하구 부영개발 1.480 mg/kg, 사상구 청하환경 0.365 mg/kg 등으로 일반지역에 비하여 높은 것으로 나타났다.

○ 폴리클로리네이티드비페닐(PCB), 페놀(Phenol), 유기인(Organic Phosphorous Compound)

▷ 전년도와 같이 폐기물 적치·매립·소각지역 66개의 시료를 검사한 결과 모두 불검출로 나타났다.

○ 수소이온농도(pH)

▷ 금속광산지역 평균은 5.6으로 타 지역에 비해 산성도가 높은 것으로 조사되었으나 폐기물 관련지역은 9.0으로 알칼리성의 토양을 유지하고 있는 것으로 조사되었다.

▷ 개별조사지점에서 pH가 높은 지점은 부산리사이클링(주)의 표토 및 심토에서 12.1~12.8로, 낮은 곳은 기장군 철마 임기납석광산 3.1, 정관 용천납석광산 4.0 등으로 조사되었다. 부산리사이클링(주)은 폐콘크리트를 재생하는 사업장으로 콘크리트 성분이 심토에도 영향이 있는 것으로 추정되었고, 갯내에서 배수되는 유출수의 영향이 있는 일광광산 10개 지점 22개 검체 평균은 5.6(전년도 5.9)으로 산성토양으로 조사되었다. pH변화 추이는 전년도와 비슷한 경향을 보였으며, 표 18은 주요 오염원별 pH를 평균하여 비교하였다.

표 18. 오염원 지역별 pH의 평균, 최고, 최저 농도비교('05.~'07.)

구 분	공장공업			공장폐수			원광석			폐기물		
	평균	최고	최저	평균	최고	최저	평균	최고	최저	평균	최고	최저
'07.	8.1	10.1	5.6	7.8	9.4	7.1	8.2	9.4	7.1	9.0	11.3	6.3
'06.	8.3	9.8	6.5	8.6	9.2	7.8	8.9	9.4	8.2	9.6	12.8	7.5
'05.	8.2	9.5	5.2	8.6	9.6	7.8	8.3	8.7	7.8	7.8	9.2	5.5
구 분	금속광산			교통관련			사고발생			기타		
	평균	최고	최저	평균	최고	최저	평균	최고	최저	평균	최고	최저
'07.	5.6	8.1	3.2	7.6	9.7	3.8	7.4	8.8	6.3	7.7	8.7	6.0
'06.	5.9	7.8	3.1	8.4	10.5	5.5	8.5	11.9	6.7	8.5	9.4	7.7
'05.	5.3	6.8	3.4	8.4	9.5	7.3	8.2	8.3	8.1	7.8	8.6	6.6

3. 조사결과 분석 및 고찰

□ 조사방향

○ 조사대상 101개 지점에서 오염원 지역별로 표토, 중간 및 심토를 포함한 178개 시료를 채취하여 토양오염 물질 중 BTEX, PCB, 유기인, 불소 등 일부 항목은 토지사용 이력에 따라 선별적으로 분석하였다.



- 조사지점수는 전년(98지점 174시료)보다 3개 지점이 늘었으며, 중간 및 심토채취는 비슷한 수준으로 이루어졌다.
- 올해도 Ni, Zn, CN은 전 지역을 대상으로 확대하여 조사하였으며, 오염원지역별 중점 조사 항목으로는 폐기물관련지역 TPH, F, Zn, Ni, PCB, phenol(6개 항목), 공장및공업지역과 금속광산지역은 중금속류(8개 항목) 그리고 교통관련지역은 BTEX, TPH 등을 조사하였다. 또한 전년도와 같이 유류 중 BTEX와 유기용제류인 TCE, PCE 등은 올해도 금속광산지역을 제외한 전체 시료에 걸쳐 조사하였다.

#### □ 결과분석 및 고찰

- 중금속류 8개 항목 대부분이 전년보다 오염도가 낮았으나, 어린이놀이터 지역 일부 지점의 고농도 검출이 조사 평균농도 증가를 가져오기도 하였다.
- 오염지역 발견율 15.8%로 전년도 19.4%보다 다소 감소하였으며, 초과지역은 전년도와 같은 금속광산지역, 폐기물관련지역, 원광석·고철야적지역과 기타토지개발지역으로 나타났다.
- 금속광산지역은 카드뮴 및 구리, 원광석·고철야적 지역은 아연, 니켈, TPH, 기타토지 개발 지역은 Zn, TPH가 토양오염 우려기준을 초과하였다.

- 1) **공장 및 공업지역과 공장폐수유입지역**은 공장에서 취급하는 토양오염 물질의 노출 가능성을 감안하면 타 오염원지역에 비해 토양상태가 양호한 것으로 조사되었다.
  - ▷ 이들 지역은 토양오염 유발시설이나 관리에 대한 행정관청의 주기적인 점검과 업체 스스로 환경시설에 대한 지속적인 투자결과에 따른 것으로 추론되며, 토양환경에는 바람직한 것으로 사료된다.
  - ▷ 그러나 토양오염이 국소적으로 발생하는 공장부지의 특성상 넓은 부지 중 일부에서 채취된 시료의 결과가 대표 값으로 설명하기는 부족한 점이 많다. 실제 오랜 기간 공장부지로 사용된 경우 심각한 토양오염 유발 사례가 많으며, 2007년 조사에서도 공장이전 부지에서 TPH와 Zn이 토양오염 우려기준을 초과한 지점 1곳이 있었다.
  - ▷ **토양오염 예방을 위하여 공장내 장기 방치 미신고 토양오염 유발시설물 자진신고 유도**와 **색출로 체계적인 관리가 요구된다.**
- 2) **원광석·고철야적지역**은 대부분 고철수집 및 폐기물관련 업체로 임야, 답, 전, 잡종지 등에 수집된 폐기물이나 고철 등을 비포장 상태의 공장내 공터에 덮개 없이 보관하여 토양오염 물질이 주변 토양으로 유출되어 오염을 유발하는 것으로 추정되는 곳이 많았다.
  - ▷ 강서구 3개 지점은 전년도에 이어 올해도 TPH, Zn, Ni이 우려기준을 초과하였으며, 고철 중에 함유된 기름성분 유출로 추정되는 흔적과 이로 인한 심각한 토양오염이 실태조사 결과에 나타나고 있다.
  - ▷ 따라서 원광석·고철야적지역은 수집, 분류된 금속폐기물과 고철 저장소의 노면관리에 행정적인 지도점검이 강화되어야 할 것으로 나타났으며, 특히 낙동강에 인접한 고철야적 사업장은 수질 오염예방을 위하여 장·단기적으로 대책마련을 서둘러야 할 것으로 사료된다.

- 3) **금속제련소지역** 조사비율은 3%로 오염원지역별 조사결과의 대표성은 부족하나 대한제강(주), 한국주철관공업(주), 와이케이스틸(주)로 대규모 철강공장부지로 일반지역보다 니켈, 아연, 불소 오염도가 높았다.
- ▷ 니켈평균농도 122.244 mg/kg로 올해 조사평균농도 25.166 mg/kg 보다 4.9배 높은 결과이고, 원광석·고철야적지역(186.429 mg/kg)에 이어 2번째로 높은 값이다.
  - ▷ 아연의 평균농도 412.956 mg/kg(올해평균 235.428 mg/kg)으로 조사되었으며, 불소는 324.667 mg/kg로 조사오염원 지역 중 가장 높은 결과이다.
- 4) **폐기물관련지역** 조사비율은 22%로 취급하는 폐기물과 토양오염의 상관성이 가장 강하게 나타났으며, **지속으로 행정적인 지도점검이 요구되는 지역**으로 조사되었다.
- ▷ 대부분 지점이 비포장 공장부지에 폐기물 적재가 이루어지고 있어 직간접적으로 토양에 미치는 영향이 큰 것으로 나타났다.
  - ▷ 조사결과 건설폐기물(폐콘크리트)을 취급하는 곳은 시멘트 성분인 석회나 석고의 영향으로 pH 10.7의 알칼리성 토양으로 나타났으며, 폐아스콘을 취급하는 곳에는 유류성분 중 고농도 TPH 검출, 공장폐기물 취급소의 납 등의 항목에서 타 오염원지점에 비하여 높은 조사결과를 보였다.
- 5) **금속광산지역**은 광산에서 발생된 광미와 점토광물에 함유된 자연중금속이 대부분으로 가장 군 일광광산의 고농도 구리, 비소 검출과 사상구 경창광산의 납, 구리가 대표적이다.
- ▷ 가장군 일광광산 주변 10개 지점 모두에서 고농도 구리와 갯 입구에서 비소가 우려기준을 초과 검출되고 있으며, 일부지점은 대책기준도 초과하는 농도를 보였다.
  - ▷ 사상구 경창광산도 갯 입구에서 구리와 납이 우려기준을 초과하여 검출되었다.
  - ▷ 금속광산 지점은 최근 몇 년간 지속적으로 우려기준을 초과하는 조사결과로 토양복원 조치 없이 매년 토양실태 조사지점으로 유지되는 것은 행정력 낭비로 이어져 검토되어야 할 것으로 사료된다.
- 6) **교통관련시설지역**은 타 오염원 지역보다 토양오염 특성이 낮게 조사되었다.
- ▷ 차량정비, 급유설비 등 유류취급이 많은 지점이 대부분이었으나 토양 중에 TPH는 93 mg/kg(전년 111 mg/kg)으로 올해 조사된 토양 평균 TPH 농도 296 mg/kg의 31.4% 수준으로 나타났다.
  - ▷ 조사지점 다수가 지면의 포장상태가 양호하여 지상오염물이 지하침투가 되지 않도록 관리되고 있어 오염노출은 극히 제한된 것으로 판단되었다.
- 7) **사고발생 및 민원유발지역** 조사는 4개 지점으로 1개는 먹는물공동시설(지하수)에서 As가 수질기준을 초과한 지점이며, 나머지 3개 지점은 저장시설에서 유류 오염사고가 있었던 지점으로 이미 토양정화 및 복원이 완료된 지점들이다.
- ▷ 먹는물공동시설(지하수폐공)에서 비소 검출로 토양조사 지점으로 추가된 곳의 토양 중 As는 0.555 mg/kg로 올해 조사한 전체 토양 평균농도 1.247 mg/kg보다 낮게 나왔다. 먹는물관리법에 따른 비소는 지하대수층에서 나온 수질의 결과이며, 토양은 표토 및 심토 0.4 m로 서로의 상관관계는 낮은 것으로 사료된다.
  - ▷ 유류오염 사고 지점이었던 3개소는 이미 정화 및 복원이 완료되어 올해 조사한 오염원지역 중 TPH 최저 평균농도인 40으로 조사되었다.

- 8) 어린이놀이터지역은 공원과 학교 각 2개 지점으로 토양오염 우려 기준초과는 없었으나, 공단내에 위치한 삼락중학교에서 카드뮴과 납이 평균농도 이상으로 검출되었다.
- ▷ 삼락중학교는 직선거리 20 m 이내에 페인트 제조공장이 가동 중에 있으며, 3방향으로 공장과 경계에 있고 토양오염 노출에 취약한 지점으로 조사되었다.
  - ▷ 공원 2개 지점 중 사상구 “어울림공원”은 외부에서 반입한 토양으로 조성된 지점이며 검사 항목 대부분에서 자연함유량 정도의 결과를 보였고, 하천변에 위치한 “운천천시민공원”은 토양오염 우려 기준이하로 조사되었다.
- 9) 기타토지개발지역은 총 8개 지점으로 군부대 관련 4개, 도로변 2개, 공장이전 부지 1개, 기타 1개 지점에서 검사한 결과이다.
- ▷ 군부대 관련지역 중 1개 지점은 현재 군용지로 사용 중이고, 이전 부지 3개소는 TPH 오염으로 토양 복원사업이 완료된 지점이며, 올해 조사결과 TPH 뿐만 아니라 조사항목 모두 우려기준 이하로 조사되었다.
  - ▷ 공장이전부지는 1개 지점은 Zn과 TPH가 우려기준을 초과하였으며, 도로변과 기타 지점은 우려기준 이하로 유지되고 있었다.