

## 토양오염 실태조사

- 토양오염이 우려되는 지역과 오염사고발생 등의 지역을 조사하여 오염토양 정화복원을 위한 자료 제공
- 국가 및 지역 토양환경 보전정책 수립을 위한 기초자료 확보

### 1. 조사개요

- 조사 기간 : 2014년 1월 ~ 12월
- 조사 대상 : 산업단지 및 공장지역, 원광석·고철 등의 보관·사용지역 등 토양오염 가능성이 높은 9개 오염원지역
- 조사 항목 : 총 22개 항목(조사주변지역 토양오염원 감안 항목 조정)
  - ※ 토양오염물질(21개) : Cd, Cu, As, Hg, Pb, Cr<sup>+6</sup>, Ni, Zn, CN, BTEX(벤젠, 톨루엔, 에틸벤젠, 크실렌), TPH, PCB, 페놀, F, TCE, PCE, 유기인, 벤조(a)피렌
- 조사 지점 : 113개소 178개 시료(표토, 중간 및 심토)
  - ※ 연도별 채취지점 수 : '13년 147개, '12년 177개, '11년 178개, '10년 176개
- 조사 내용 : 토양오염이 확인가능하거나 추정되는 오염 유형에 따라 표토, 중간토 및 심토 구분 조사

### 2. 조사방법

- 조사지점 선정
  - 환경부 토양오염 실태조사 강화 방침에 따라 '14년도 중점오염원을 원광석·고철 등 보관·사용지역으로 선정하여 전년도 6개소에서 23개소로 증가 선정
  - 오염개연성이 큰 시설 48개소(산업단지 및 공장지역 4개소, 교통관련시설지역 5개소, 어린이놀이시설지역 21개소, 토지개발지역 등 18개소)를 신규 선정
  - 오염우려기준 이내이나 오염우려지역 42개소는 지속관리를 위해 대상에 계속 포함시켰으나 전년도 조사결과 우려기준 20 %미만 지점 34개소는 대상에서 제외
  - 구군별, 지역별 조사대상은 아래 표 1, 그림 1과 같으며, 총 대상 113개소 중 지역별 조사지점은 어린이놀이시설지역(37개소), 원광석·고철 등의 보관사용 지역(23개소)이 가장 많이 차지하였으며, 행정구역별 지점 현황은 강서구 15(13 %)개소, 사하구 15개소(12 %)개소로 모두 25 %를 차지하고 있으며 그 다음 사상구, 기장군, 해운대구 순

표 1. 구군 및 오염원지역별 조사지점수

구분	계(%)	중구	서구	동구	영도구	부산진구	동래구	남구	북구	해운대구	사하구	금정구	강서구	연제구	수영구	사상구	기장군
계	113(100)	3	4	3	4	6	4	6	7	9	13	9	15	4	4	12	10
산업단지 및 공장지역	17(15.0)		2		1					2	4	2	5				1
공장폐수 유입지역	1(0.9)										1						
원광석·고철 등의 보관·사용지역	23(20.4)				1	2		2	1	2	2	2	3	1	1	3	3
폐기물 처리 및 재활용 관련 지역	13(11.5)									1	3		2			4	3
교통관련시설지역	12(10.6)	2		1			1	2				1	1	2	2		
철도관련시설 및 철도 폐침목 사용지역	6(5.3)		2			4											
어린이 놀이시설지역	37(32.7)	1		2	2		2	2	6	2	3	4	3	1	1	5	3
사격장 관련시설지역	1(0.9)												1				
토지개발지역	3(2.7)						1			2							

표 2. 연도별 조사지점수

오염원지역별\연도별	'14(%)	'13	'12	'11	'10
계	113(100)	147	177	178	176
산업단지 및 공장지역	17(15.0)	29	29	32	31
공장폐수유입지역	1(0.9)	2	2	2	3
원광석,고철 등의 보관,사용 지역	23(20.4)	6	11	9	14
폐기물 처리 및 재활용 관련 지역	13(11.5)	17	16	20	15
광산 지역	-	2	1	1	0
교통관련시설지역	12(10.6)	8	12	27	21
철도관련시설 등 지역	6(5.3)	13	14	-	-
사고·민원 등 발생 지역	-	4	5	5	6
어린이놀이시설지역	37(32.7)	58	73	78	72
토지개발 지역	3(2.7)	7	13	4	13
기타	1(0.9)	1	1	0	1

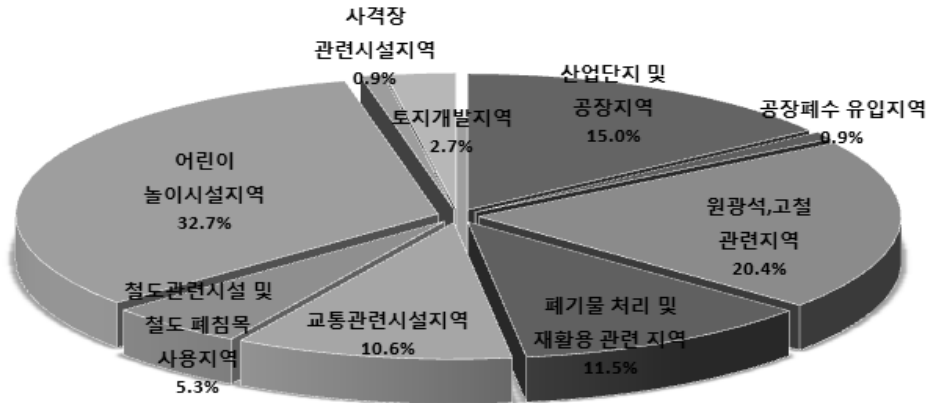


그림 1. 2014년도 오염원지역별 조사비율

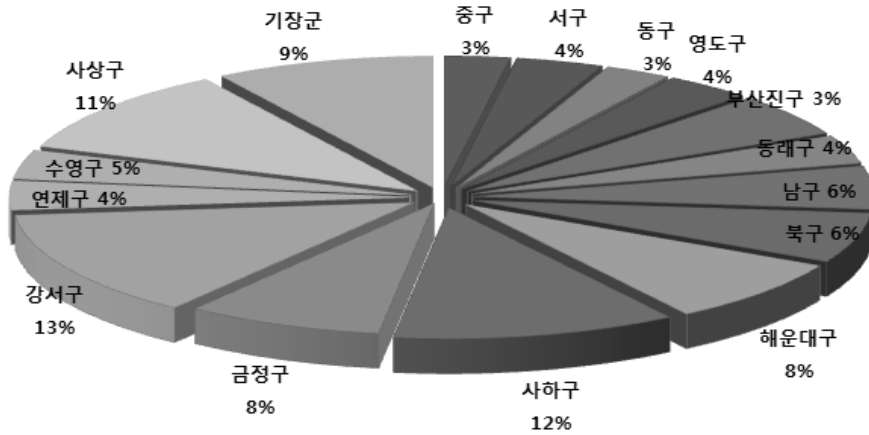


그림 2. 2014년도 구군별 조사지역 비율

- 표 3과 그림 3은 최근 3년간 지목별 조사지점 수를 비교한 것으로, 1지역은 총 42개소로 공원이 26개소로 가장 많은 비율을 차지하였으며, 2지역은 총 33개소로 대지(2지역) 15개소, 잡종지(2지역) 8개소, 임야 6개소 순이었고, 3지역은 총 38개소로 공장용지 19개소, 철도용지 9개소, 잡종지(3지역) 9개소 순으로 조사

표 3. 최근 3년간 지목별 조사지점 수 비교

연별	지점 수	1지역						2지역					3지역								
		소계	답	전	공원	학교 용지	대지 (1지역)	소계	임야	하천	대지 (2지역)	잡종 지(2지역)	수도	소계	주유 소	공장 용지	철도 용지	도로	주차장	잡종 지(3지역)	기타
2014	113	42	3	1	26	10	2	33	6	3	15	8	1	38	1	19	9	-	-	9	-
2013	113	71	4	3	47	12	5	23	7	3	10	3	1	53	3	20	14	2	--	14	-
2012	177	95	5	4	64	15	7	21	7	3	11	-	-	61	3	22	15	2	1	17	1

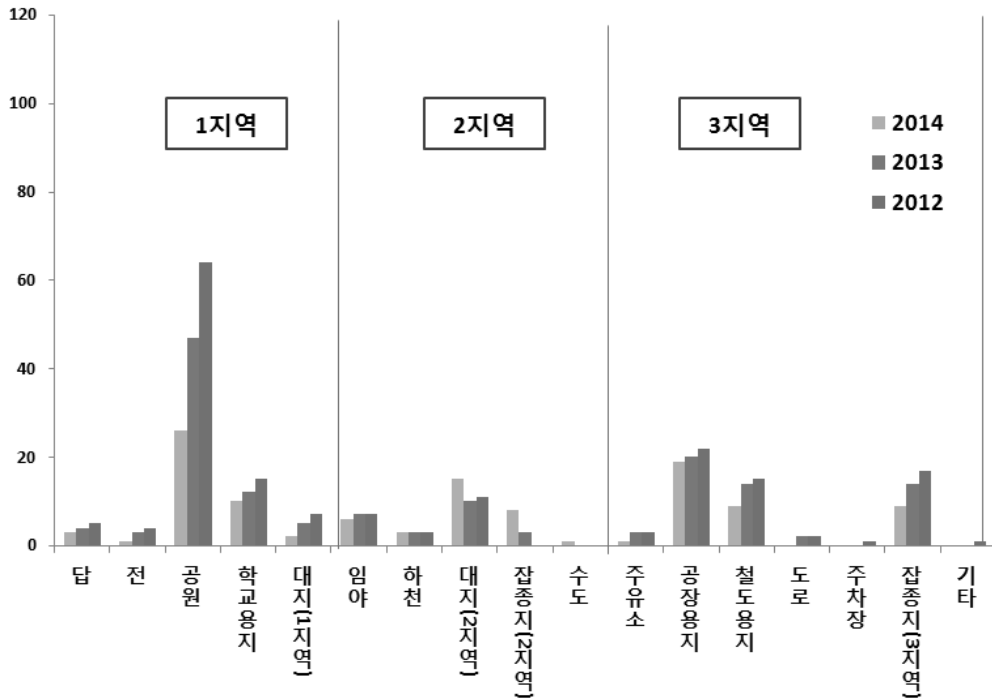


그림 3. 최근 3년간 지목별 조사지점수 비교

○ 조사항목

- 토양환경보전법 제2조의 2호 및 같은법 시행규칙 제1조에 규정한 토양오염물질 21개 및 토양 pH 등 총 22개 항목으로, 중금속류 8개 항목(Pb, Cd, Cu, Cr<sup>+6</sup>, As, Zn, Ni, Hg)과 불소, 벤젠, 톨루엔, 에틸벤젠, 크실렌, 석유계총탄화수소(TPH), TCE, PCE, 시안, PCB, 페놀, 유기인, 벤조(a)피렌, pH 해당

○ 시료의 전처리 및 분석

- 토양오염공정시험기준(환경부고시 제2013-113호, 2013.09.12.) ES 07130 시료의 채취 및 조제에 따라 시료를 처리하여 토양오염공정시험기준의 항목별 시험방법에 따라 분석

○ 토양 기준(2009.6 개정)

- 조사 결과는 토양오염우려기준을 중심으로 조사내용을 검토하였으며, 표 4는 토양환경보전법 시행규칙 제1조에 의한 토양오염 우려기준과 대책기준을 나타냈음.
- 토양오염 우려기준(토양환경보전법 제4조의2)
  - 사람의 건강, 재산이나 동물식물의 생육에 지장을 초래할 우려가 있는 토양오염의 기준
    - ▷ 토양오염 대책기준(같은법 제16조)
  - 토양오염우려기준을 초과하여 사람의 건강 및 재산과 동식물의 생육에 지장을 주어서 토양오염에 대한 대책을 필요로 하는 토양오염의 기준

표 4. 토양오염물질과 기준

(단위 : mg/Kg)

토양오염물질	우려기준(제1조의5)			대책기준(제20조)		
	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
볼소	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

※ 1지역은 「측량·수로조사 및 지적에 관한 법」에 따른 지목이 전·답·과수원·목장용지·광천지·대(「지적법 시행령」 제5조제8호가목 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) 부지를 말한다.

※ 2지역은 「임야·염전·대(1지역에 해당하는 부지 외의 모든 대를 말한다)·창고용지·하천·유지·수도용지·체육용지·유원지·종교용지 및 잡종지(「지적법 시행령」 제5조제28호가목 또는 다목에 해당하는 부지만 해당한다)인 지역을 말한다.

※ 3지역은 공장용지·주차장·주유소용지·도로·철도용지·제방·잡종지(2지역에 해당하는 부지 외의 모든 잡종지를 말한다)인 지역과 「국방·군사시설 사업에 관한 법률」 제2조제1항제1호부터 제5호까지에서 규정한 국방·군사시설 부지를 말한다.

### 3. 조사결과

○ 조사결과(총괄)

2014년 시내 토양오염실태조사를 위해 9개 오염원 지역에서 113개소 대상으로 표토(113개), 중간 및 심토(65개)를 포함한 178개의 시료를 분석한 결과는 다음과 같음.

- 토양오염우려기준 이내는 총 113개소 중 109개소(96.5 %)였으며, 우려기준 초과한 곳은 4개소(3.5 %)로 전년도 초과율 2.7 %보다 증가하였음.
- 우려기준을 초과한 4개소가 속한 오염원지역은 산업단지 및 공장지역 1개소, 폐기물처리 및 재활용관련 지역 1개소, 교통관련시설지역 1개소, 어린이놀이시설 지역 1개소였으며, 표 5에 지점별 초과내역을 나타내었음.
  - ※ 환경부에서 2014년 중점오염원으로 선정한 원광석·고철 등 보관·사용지역(전년 6개소에서 23개소 증가 선정)에서는 우려기준 초과지점은 없었음.
- 우려기준을 초과한 항목은 납, 아연, 불소 3개 항목이었으며, 각 항목별 초과 횟수는 납 1, 아연 1, 불소 2건으로 조사되었고, 유류오염을 나타내는 TPH 항목은 전년까지 빈번하게 초과되었지만 2014년은 초과된 지점이 없는 것으로 나타났음.
- 항목별 평균농도는 전년과 비교하여 TPH 및 검출되지 않은 몇 개 항목을 제외한 거의 모든 항목들이 높아졌으며, 이는 환경부 토양오염실태조사 강화 방침에 따른 지점 선정에 때문으로 전년도 낮은 지역은 제외되고 신규 오염의심 지점 선정에 따라 상대적으로 평균 오염도 높아진 것으로 사료됨.
- 2014년도 조사된 각 항목별 평균농도는 Cd 2.75 mg/Kg(1.95 mg/Kg, '13년 자료 : 이하 동일), Cu 55.79 mg/Kg(36.17 mg/Kg), As 7.01 mg/Kg(5.41 mg/Kg), Hg 0.11 mg/Kg (0.07 mg/Kg), Pb 79.97 mg/Kg(40.77mg/Kg), 6가크롬 0.1 mg/Kg(0.0 mg/Kg), CN 0.03 mg/Kg(0.01 mg/Kg), TPH 278 mg/Kg(364 mg/Kg), Ni 15.99 mg/Kg(10.2 mg/Kg), Zn 265.20 mg/Kg (156.11 mg/Kg), F 194.2 g/Kg(193.8 mg/Kg), pH 7.7(7.8), 벤조(a)피렌, 벤젠, 톨루엔, 에틸벤젠, 크실렌, TCE, PCE, PCB, phenol, 유기인은 불검출이었음.(표 6, 표 7, 그림 4)

표 5. 2014년 토양오염실태조사 토양오염 우려기준 초과지점 현황

연번	조사지역 종류	조사지역명	조사지역 위치	토지 지목	지역구분 (1/2/3 지역)	기준초과 내역		기준
						시료 깊이	항목 오염도 (mg/kg)	
1	교통관련 시설지역	씨제이 대한통운(주) 부산정비공장2	남구 감만동	잡종지	2	표토	아연 1153.00	600
2	산업단지 및 공장지역	삼한산업(주) 제1탱크터미널	사하구 구평동	대, 전,잡종지	2	표토	불소 461	400
3	어린이놀이시설 지역	다송공원	사하구 다대동	공원	1	표토	납 1164.00	200
4	폐기물처리 및 재활용 관련 지역	다다산업(주)	사상구 엄궁동	대지	2	표토	불소 465	400
						중간토	불소 454	400

표 6. 최근 3년간 주요항목 토양오염 실태조사 결과

(단위 : mg/Kg, pH 제외)

연도/항목	Cd	Cu	As	Hg	Pb	Zn	Ni	F	TPH	CN	pH
2014	2.75	55.79	7.01	0.11	79.97	265.20	15.99	194.2	278	0.03	7.7
2013	1.95	36.17	5.41	0.0695	40.77	156.11	10.20	193.8	364	0.01	7.8
2012	1.79	34.86	4.78	0.0195	35.69	131.92	8.83	99	358	0.03	7.7
'12.전국	0.75	31.35	4.91	0.091	38.07	119.57	16.03	143.86	128	0.02	7.3
자연함유량	0.040	0.480	0.089	0.085	3.06	54.27	17.25	-	-	-	-

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

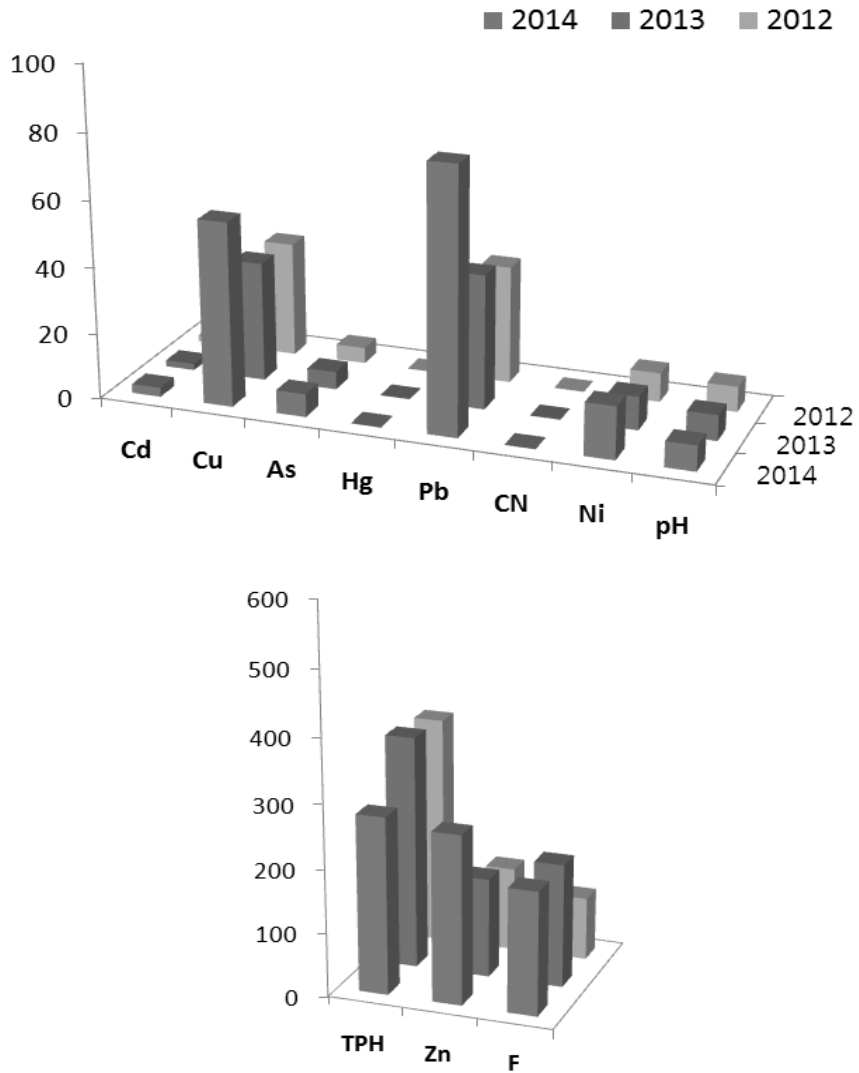


그림 4. 연도별 조사결과 비교('12~'14)

표 7-1. 오염원 지역별 항목별 조사결과(1)

조사 지역	조사 지역 수	조사 항목 수	조 사 항 목 별 토 양 오 염 도 현 황 (mg/kg)									
			카드뮴	구리	비소	수은	납	6가 크롬	아연	니켈	불소	
전체 토양 오염도	113	22	최소	1.10	6.83	0.00	0.00	3.23	0.0	34.43	2.93	0.0
			최대	18.93	1034.67	21.83	2.07	1164.00	2.9	1546.00	126.60	465.0
			평균	2.75	55.79	7.01	0.11	79.97	0.1	265.20	15.99	178.3
산업단지 및 공장지역	17	21	최소	1.17	8.47	2.00	0.00	5.20	0.0	45.17	2.93	0.0
			최대	11.20	1034.67	18.33	0.24	472.50	2.9	1206.67	126.60	461.0
			평균	2.92	79.19	6.52	0.07	62.39	0.1	264.16	21.58	94.3
공장폐수 유입지역	1	15	최소	2.90	108.10	13.33	0.04	178.00	0.0	485.67	16.53	-
			최대	2.90	108.10	13.33	0.04	178.00	0.0	485.67	16.53	-
			평균	2.90	108.10	13.33	0.04	178.00	0.0	485.67	16.53	-
원광석·고철 등의 보관·사용 지역	23	20	최소	1.37	11.50	1.17	0.00	14.70	0.0	47.20	3.17	58.0
			최대	8.97	541.33	21.83	2.07	410.33	1.8	1516.00	77.13	368.0
			평균	2.94	70.34	7.93	0.19	97.71	0.1	371.87	19.06	178.5
폐기물 처리 및 재활용 관련 지역	13	21	최소	1.43	9.70	0.00	0.00	3.23	0.0	40.10	4.87	33.0
			최대	4.63	89.27	13.80	0.42	620.00	0.0	782.00	22.70	465.0
			평균	2.91	34.19	6.79	0.09	65.66	0.0	238.87	13.74	245.8
교통관련 시설지역	12	16	최소	1.53	8.20	2.23	0.02	10.33	0.0	34.43	6.13	-
			최대	18.93	801.00	20.60	0.32	366.33	1.2	1546.00	52.13	-
			평균	3.35	87.75	7.65	0.10	108.44	0.1	365.17	15.66	-
철도관련 시설 및 철도 폐차목 사용지역	6	15	최소	1.50	14.33	4.83	0.03	29.60	0.0	87.97	7.43	-
			최대	5.53	118.20	16.07	0.35	322.00	0.0	545.33	34.00	-
			평균	2.65	55.81	9.19	0.11	110.28	0.0	252.66	15.68	-
어린이 놀이시설 지역	37	9	최소	1.10	6.83	2.60	0.00	11.70	0.0	68.83	3.77	-
			최대	3.97	82.50	20.70	0.48	1164.00	1.1	264.67	29.70	-
			평균	2.11	26.91	5.80	0.06	66.60	0.0	138.22	11.29	-
사격장 관련 시설지역	1	14	최소	1.93	99.70	12.13	0.13	249.00	0.0	235.67	12.07	-
			최대	1.93	99.70	12.13	0.13	249.00	0.0	235.67	12.07	-
			평균	1.93	99.70	12.13	0.13	249.00	0.0	235.67	12.07	-
토지개발 지역	3	21	최소	1.6	10.1	3.9	0.0	10.2	0.0	53.9	6.3	0.0
			최대	2.7	135.7	7.6	0.9	102.7	0.0	509.0	34.5	166.0
			평균	2.2	54.9	5.4	0.2	48.4	0.0	225.8	16.7	51.5



표 7-2. 오염원 지역별 항목별 조사결과(2)

조사 지역	조사 지역 수	조사 항목 수	조 사 항 목 별 토 양 오염 도 현 황 (mg/kg)														
			유기인	PCBs	시안	페놀	벤젠	톨루엔	에틸벤젠	크실렌	TPH	TCE	PCE	벤조(a)피렌	pH		
전체 토양 오염도	113	22	최소	0.000	0.000	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	52	0.0	0.0	0.000	4.3
			최대	0.000	0.000	0.20	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1803	0.0	0.0	0.000	9.1
			평균	0.000	0.000	0.02	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	278	0.0	0.0	0.000	7.7
산업단지 및 공장지역	17	21	최소	0.000	0.000	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	53	0.0	0.0	-	5.9
			최대	0.000	0.000	0.11	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	341	0.0	0.0	-	8.9
			평균	0.000	0.000	0.02	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	183	0.0	0.0	-	7.5
공장폐수 유입지역	1	15	최소	-	-	-	-	0.0	0.0	0.0	0.0	335	-	-	-	6.6	
			최대	-	-	-	-	0.0	0.0	0.0	0.0	335	-	-	-	6.6	
			평균	-	-	-	-	0.0	0.0	0.0	0.0	335	-	-	-	6.6	
원광석·고철 등의 보관·사용 지역	23	20	최소	0.000	0.000	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	83	0.0	0.0	-	5.4	
			최대	0.000	0.000	0.20	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	1269	0.0	0.0	-	9.1	
			평균	0.000	0.000	0.05	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	240	0.0	0.0	-	7.8	
폐기물 처리 및 재활용 관련 지역	13	21	최소	0.000	0.000	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	52	0.0	0.0	-	6.8	
			최대	0.000	0.000	0.09	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	745	0.0	0.0	-	9.1	
			평균	0.000	0.000	0.02	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	231	0.0	0.0	-	8.2	
교통관련 시설지역	12	16	최소	-	-	-	-	0.0	0.0	0.0	0.0	120	0.0	0.0	-	5.8	
			최대	-	-	-	-	0.0	0.0	0.0	0.0	1803	0.0	0.0	-	8.8	
			평균					0.0	0.0	0.0	0.0	446	0.0	0.0	-	7.7	
철도관련 시설 및 철도 폐침목 사용지역	6	15	최소	-	-	-	-	0.0	0.0	0.0	0.0	156	-	-	0.000	4.3	
			최대	-	-	-	-	0.0	0.0	0.0	0.0	1782	-	-	0.000	8.2	
			평균	-	-	-	-	0.0	0.0	0.0	0.0	445	-	-	0.000	6.8	
어린이 놀이시설 지역	37	9	최소	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6.0	
			최대	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8.9	
			평균	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7.9	
사격장 관련 시설지역	1	14	최소	-	-	-	-	0.0	0.0	0.0	0.0	181	-	-	-	7.9	
			최대	-	-	-	-	0.0	0.0	0.0	0.0	181	-	-	-	7.9	
			평균	-	-	-	-	0.0	0.0	0.0	0.0	181	-	-	-	7.9	
토지개발 지역	3	21	최소	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	68.0	0.0	0.0	-	6.8	
			최대	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	94.0	0.0	0.0	-	8.3	
			평균	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	80.3	0.0	0.0	-	7.7	

○ 조사결과(항목별)

- 카드뮴(Cd)

- '14년 토양오염 실태조사 결과 카드뮴 농도의 범위는 1.10 ~ 18.93 mg/Kg였음. 평균농도는 2.75 mg/Kg(1.95 mg/Kg, '13년 자료)로 1지역 우려기준의 4 mg/Kg보다 낮았으며, 2013년도 평균 결과보다 다소 높게 조사되었음. 토양오염 우려기준을 초과한 지점은 없었으며, 최고 농도를 보인 지점은 중구 소재 B○업체로 18.93 mg/Kg이었음.
- 지역별 카드뮴 평균농도는 산업단지 및 공장지역 2.92 mg/Kg(2.12 mg/Kg, '13년 자료 : 이하 동일), 공장폐수유입지역 2.90 mg/Kg(1.99 mg/Kg), 원광석·고철 등의 보관사용지역 2.94 mg/Kg(2.72 mg/Kg), 폐기물 처리 및 재활용 관련 지역 2.91 mg/Kg(2.04 mg/Kg), 교통관련시설지역 3.35 mg/Kg(2.27 mg/Kg), 토지개발 지역 2.20 mg/Kg(1.97 mg/Kg), 어린이놀이시설지역 2.11 mg/Kg(1.37 mg/Kg), 철도관련시설 등 지역 2.65 mg/Kg(3.08 mg/Kg), 사격장 관련 시설 지역 1.93 mg/Kg이었음. 이 중 교통관련 시설지역의 카드뮴 평균농도가 가장 높은 것으로 조사되었으며, 가장 낮은 지역은 어린이 놀이시설지역이었음.
- 그림 5에 최근 3년간 오염원 지역별 카드뮴 평균농도를 나타내었음.

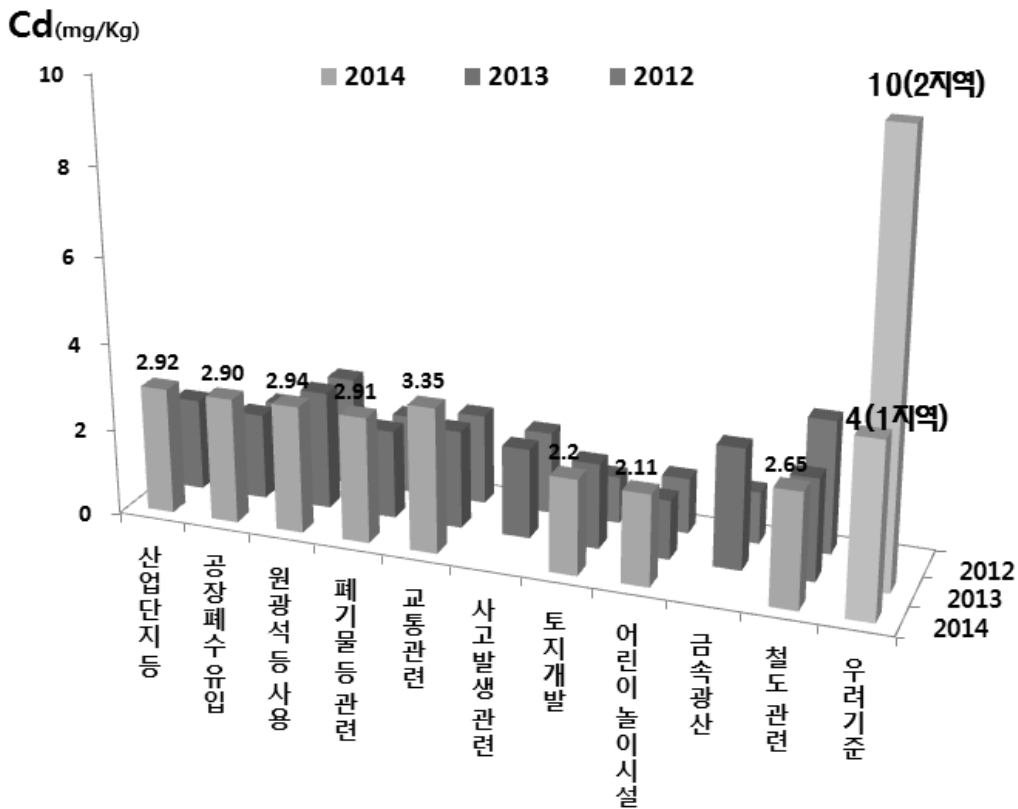


그림 5. 오염원 지역별 Cd 농도

- 구 리(Cu)

- '14년도 토양오염 실태조사 결과 구리의 농도범위는 6.83 ~ 1034.67 mg/Kg였음. 평균 농도는 55.79 mg/Kg(36.17 mg/Kg, '13년 자료)으로 1지역 우려기준 150 mg/Kg보다 낮았으며, 2013년도 평균 결과보다 높게 조사되었음. 최고농도를 보인 지점은 강서구 소재 D○업체였으며, 토양오염 우려기준을 초과한 지점은 없었음.
- 오염원지역별 평균농도는 산업단지 및 공장지역 79.19 mg/Kg(32.37 mg/Kg, '13년 자료, 이하동일), 공장폐수유입지역 108.10 mg/Kg(32.80 mg/Kg), 원광석고철 등의 보관 사용 지역 541.33 mg/Kg(56.48 mg/Kg), 폐기물 처리 및 재활용 관련 지역 89.27 mg/Kg(25.72 mg/Kg), 교통관련시설지역 801.0 mg/Kg( 40.08 mg/Kg), 토지개발 지역 54.90 mg/Kg(33.80 mg/Kg), 어린이놀이시설지역 26.91 mg/Kg(18.05 mg/Kg), 철도관련시설 등 지역 55.81 mg/Kg(76.02 mg/Kg), 사격장관련시설지역 99.70 mg/Kg 으로 조사되었음. 공장폐수유입지역과 사격장관련시설지역이 다른 지역에 비해 높았으며, 어린이놀이시설지역이 낮은 것으로 조사되었음.
- 그림 6에 최근 3년간 오염원지역별 구리 평균농도를 나타내었음.

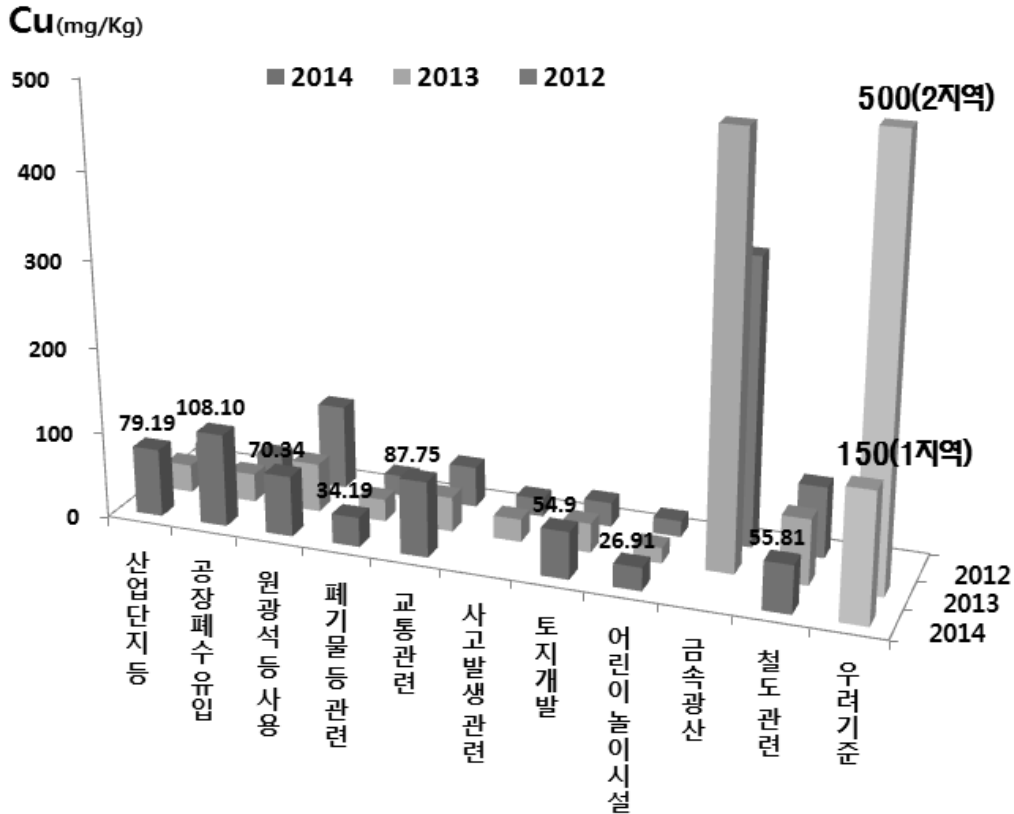


그림 6. 오염원 지역별 Cu 농도

- 비 소(As)

- '14년도 토양오염 실태조사 결과 비소의 평균농도는 7.01 mg/Kg(5.41 mg/Kg, '13년 자료)으로 전년대비 다소 높은 평균값을 보였으나 우려기준(1지역 25 mg/Kg)보다 크게 낮은 수치였음.
- 113개 전 지점의 비소농도는 토양오염우려기준 이내였으며, 최고 농도는 사하구 소재 D○업체 21.83 mg/Kg의 수치를 나타내었음. 오염원 지역별로 살펴보면 공장폐수유입지역의 평균농도가 13.33 mg/Kg로 가장 높은 수치를 보였으며, 어린이놀이시설 지역 및 토지개발 지역이 각각 5.82 mg/Kg, 5.40 mg/Kg로 낮은 수치를 보였음.
- 그림 7은 최근 3년간 오염원지역별 비소 평균농도를 나타내었음.

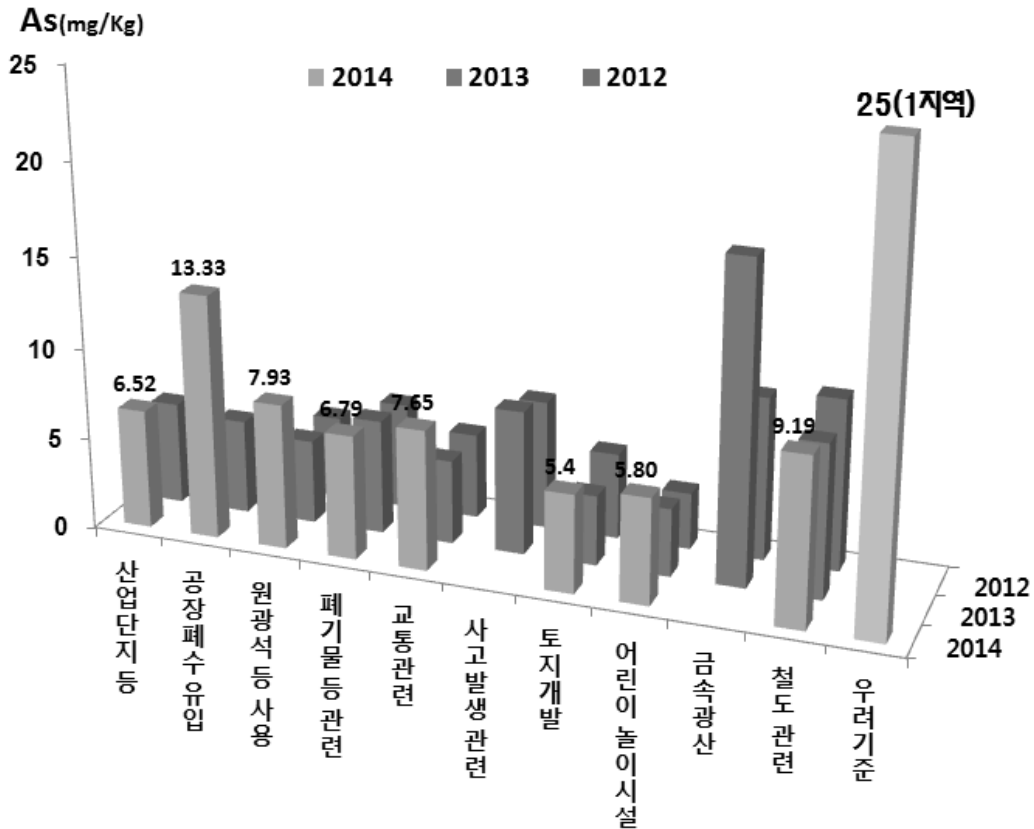


그림 7. 오염원 지역별 As 농도

- 수 은(Hg)

- 전년도와 같이 우려기준을 초과하는 지점은 없었으며, 2014년도 수은 전체 평균은 0.11 mg/Kg (0.07 mg/Kg, 11년)로 1지역 우려기준(4.0 mg/Kg)보다 매우 낮은 수준의 평균 조사농도를 보였음.
- 최고농도 지점은 북구 소재 S○업체(2.07 mg/Kg)였으며, 지역별 오염도 검토 결과 평균 오염도가 가장 높은 지역은 원광석·고철 등의 보관사용 지역(0.19 mg/Kg)이었음.

- 납(Pb)

- '14년도 토양오염 실태조사 결과 납 항목의 농도범위는 3.23 ~ 1164.00 mg/Kg였으며, 평균농도는 79.97 mg/Kg(40.77 mg/Kg, '13년 결과)으로 전년대비 높은 오염도를 보였고, 우려기준(1지역 200 mg/Kg)보다 매우 낮은 수치였음.
- 토양오염 우려기준을 초과한 지점은 어린이놀이시설지역내 사하구 다송공원 1개 지점이었으며 수치는 1164.00 mg/Kg(1기준, 200 mg/Kg)이었음.
- 지역별로 살펴보면 공장폐수유입지역의 평균농도가 178.00 mg/Kg로 가장 높은 수치를 보였으며, 토지개발지역이 48.4 mg/Kg으로 가장 낮게 조사됨.
- 그림 8은 최근 3년간 오염원지역별 납 평균농도를 나타내었음.

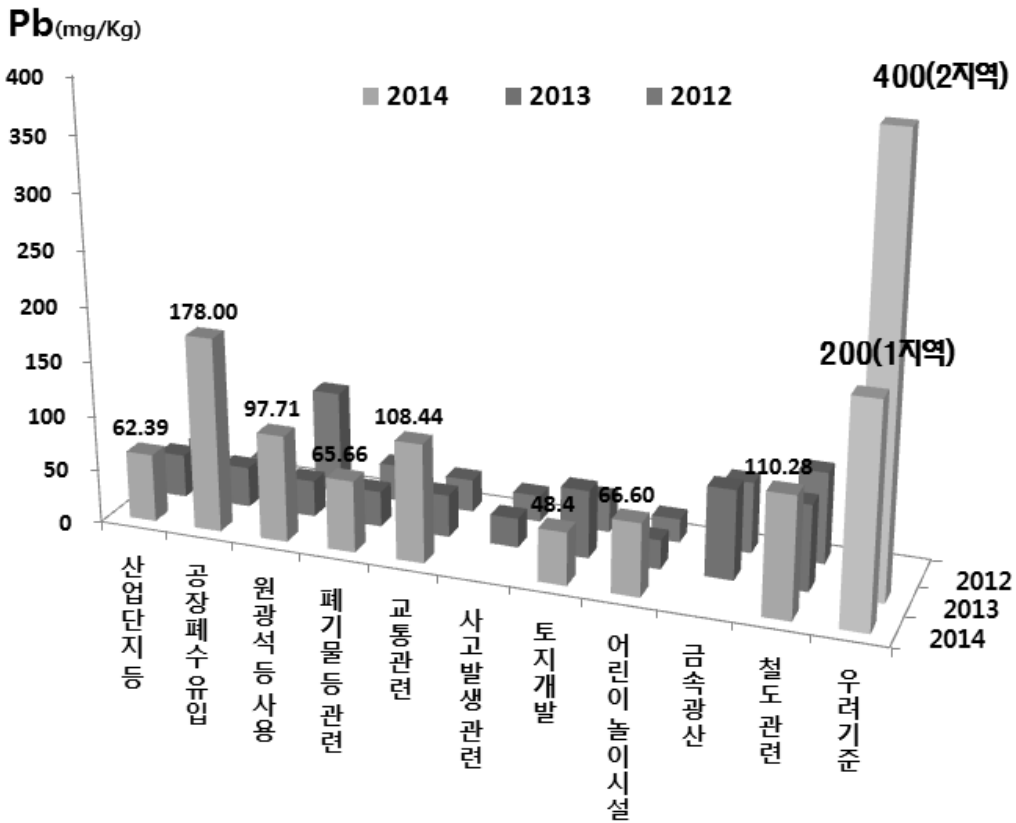


그림 8. 오염원 지역별 Pb 농도

- 아 연(Zn)

- 2014년 토양실태 오염조사 결과 아연의 농도범위는 34.43 ~ 1,546.00 mg/Kg였으며, 평균농도는 265.20 mg/Kg(156.11 mg/Kg, '13년 결과)으로 전년결과와 비교하여 높은 오염도를 보였음.
- 우려기준을 초과한 지점은 1개 지점으로 교통관련시설지역인 남구 소재 씨제이대한통운(주) 부산정비공장2지점이며 1,153.00 mg/Kg(2지역 기준 600 mg/Kg 초과)으로 조사됨.
- 오염원 지역별 평균 조사농도를 살펴보면, 공장폐수유입지역이 485.67 mg/Kg으로 가장 높았으며, 가장 낮은 지역은 어린이놀이시설지역으로 138.22 mg/Kg으로 나타남.
- 그림 9는 최근 3년간 오염원 지역별 아연 평균농도를 나타내었음.

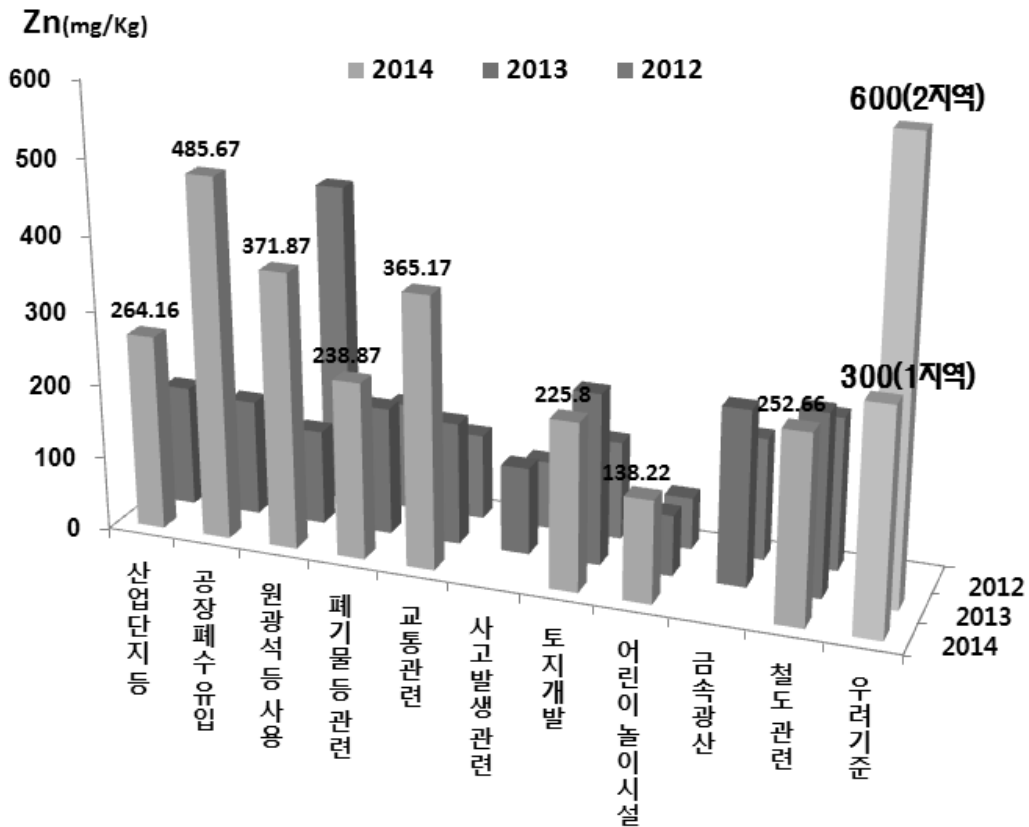


그림 9. 오염원 지역별 Zn 농도

- 니 켈(Ni)

- 2014년 토양실태 오염조사 결과 니켈의 농도범위는 2.93 ~ 126.6 mg/Kg였으며, 평균농도는 15.99 mg/Kg(10.20 mg/Kg, '13년 결과)으로 전년도보다 높게 조사되었고, 우려기준 100 mg/Kg보다 매우 낮은 값을 보였음.
- 113개 전 지점의 니켈농도는 토양오염우려기준 이내였으며, 최고 농도를 보인 지점은 금정

구 소재 LO업체로 126.6 mg/Kg의 수치를 나타내었음.

- 오염원 지역별로 살펴보면 산업단지 및 공장지역의 평균농도가 21.58 mg/Kg로 가장 높은 수치를 보였으며, 어린이놀이시설 지역 11.29 mg/Kg로 낮은 수치를 보였음.
- 그림 10은 최근 3년간 오염원 지역별 니켈 평균농도를 나타내었음.

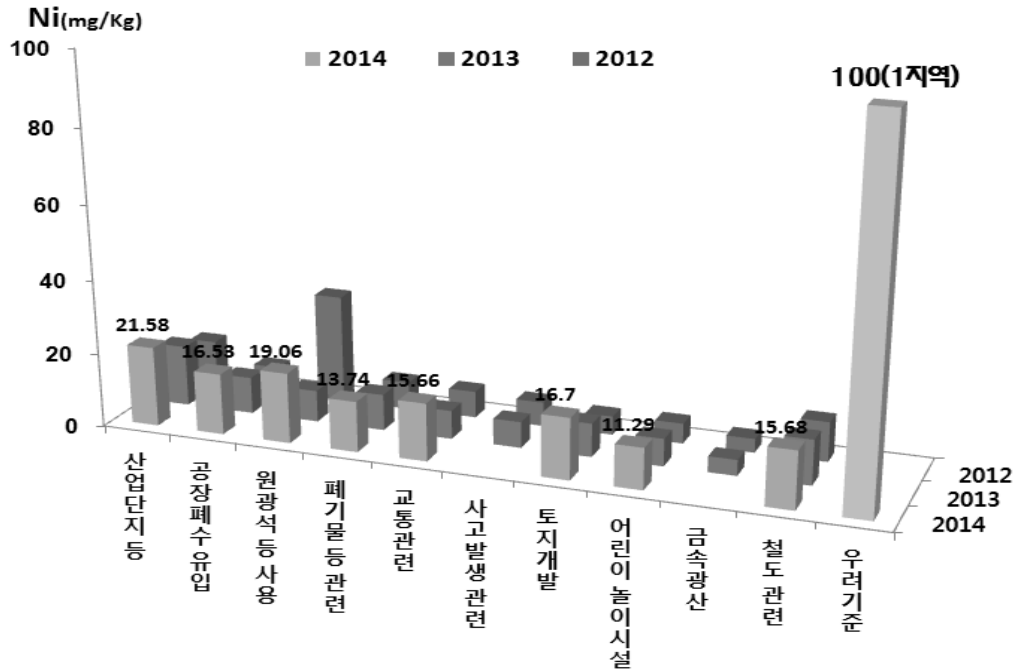


그림 10. 오염원 지역별 Ni 농도

- 6가 크롬(Cr<sup>+6</sup>)
  - 전체 조사대상 9개 지역별 113개 지점의 표토, 중간토 및 심토 178개 시료의 6가크롬을 조사한 결과 0.00 ~ 2.9 mg/Kg 범위로 조사되었음.
  - 평균농도는 0.01 mg/Kg(0.08 mg/Kg, '13년 결과)으로 전년도보다 낮았으며, 전 지점이 토양오염 우려기준 이내였음.
- 벤젠, 톨루엔, 에틸벤젠, 크실렌(BTEX)
  - 2014년 토양실태 오염조사 결과 조사대상 110개 지점 모두 불검출로 조사되어 토양오염우려기준을 만족
- 석유계총탄화수소류(TPH)
  - 2014년 토양실태 오염조사 결과 조사대상 128개 지점 모두 토양오염우려기준 이내였으며, 농도범위는 52 ~ 1,803 mg/Kg이었고, 평균 농도는 278 mg/Kg(364 mg/Kg, '13년 결과)이었으며, 전년도보다 오염도가 다소 낮게 조사됨.

- 지역별 평균 농도는 토지개발지역이 1,338 mg/Kg로 가장 높았으며, 사고·민원 등 발생 지역이 158 mg/Kg로 가장 낮게 나타남.
- 그림 11은 최근 3년간 오염원 지역별 TPH 평균농도를 나타내었음.

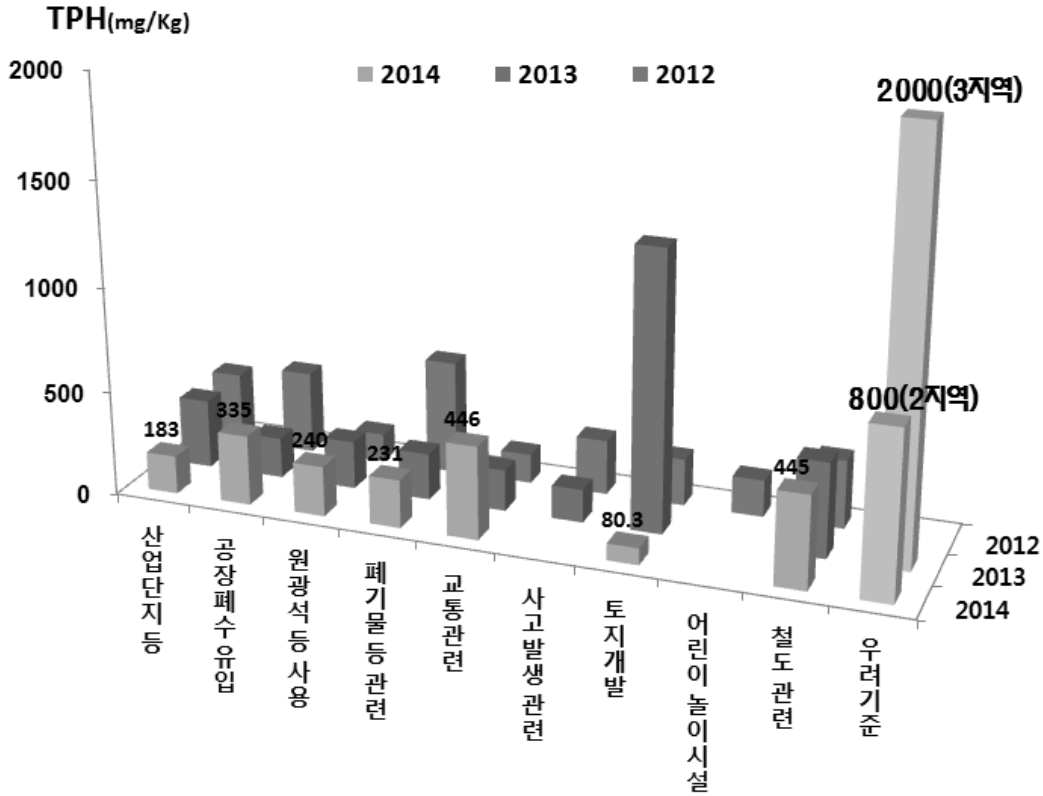


그림 11. 오염원 지역별 TPH 농도

- 불소(F)

- 2014년 토양오염실태지점에 대한 불소항목 조사결과 농도범위는 0 ~ 465 mg/Kg이며, 평균농도는 178.3 mg/Kg(194 mg/Kg, '13년 결과)으로 전년도보다 높게 조사되었고, 우려기준 400 mg/Kg보다 매우 낮은 값을 보임.
- 우려기준을 초과한 지점은 2개 지점으로 산업단지 및 공장지역의 사하구 소재 삼한산업(주) 제1탱크터미널 지점이 461 mg/Kg(2지역 기준 400 mg/Kg 초과), 폐기물처리 및 재활용 관련 지역의 사상구 소재 다다산업(주)가 표토 465 mg/Kg, 중간토 454 mg/Kg(2지역 기준 400 mg/Kg 초과)로 초과됨.
- 오염원 지역별 평균 조사농도를 살펴보면, 폐기물처리 및 재활용 관련 지역이 245.8 mg/Kg으로 가장 높았으며, 가장 낮은 지역은 토지개발지역으로 51.5 mg/Kg으로 나타났음.
- 그림 12는 최근 3년간 오염원 지역별 불소 평균농도를 나타냄.



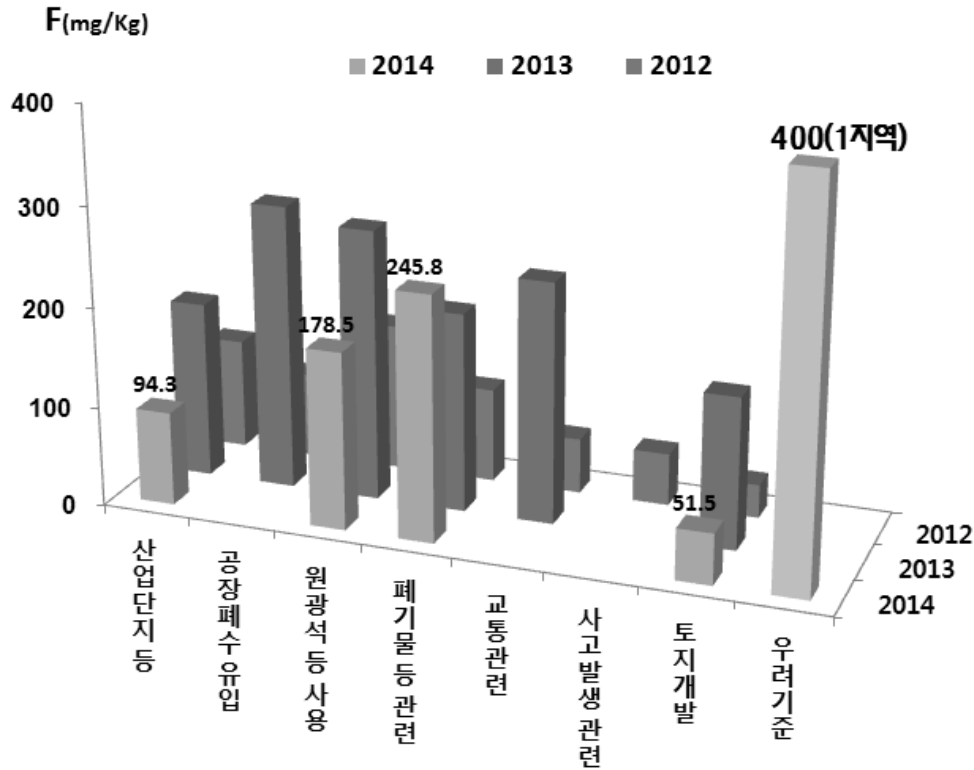


그림 12. 오염원 지역별 불소 농도

- 수소이온농도(pH)
  - 2014년 토양오염 실태조사 결과 수소이온농도 범위는 4.3 ~ 9.1 이었으며, 평균은 7.7로 전년 7.7보다 다소 낮게 조사됨.
  - 지역별 결과를 살펴보면, 공장폐수유입이 평균 6.6로 가장 낮았고, 폐기물처리 및 재활용 관련 지역이 평균 8.2로 가장 높은 값을 보임.
  - 그림 13은 최근 3년간 오염원 지역별 수소이온농도 평균을 나타냄.
- 시안(CN)
  - 2014년 토양오염 실태조사 결과 시안 평균농도는 0.02 mg/Kg(0.01 mg/Kg, 11년 결과)으로 1, 2지역의 우려기준(2.0 mg/Kg)보다 낮았으며, 우려기준을 초과한 지점도 없음.
  - 다소 높은 농도를 보인 지점은 원광석·고철 등의 보관·사용 지역의 사하구 소재 HO업체 0.20 mg/Kg로 가장 높게 조사되었으며, 그 외 다른 지점은 불검출이거나 낮은 수치로 조사됨.
- 벤조(a)피렌, 폴리클로리네이티드비페닐(PCB), 페놀(Phenol), 유기인, TCE, PCE
  - 조사대상 모두 불검출

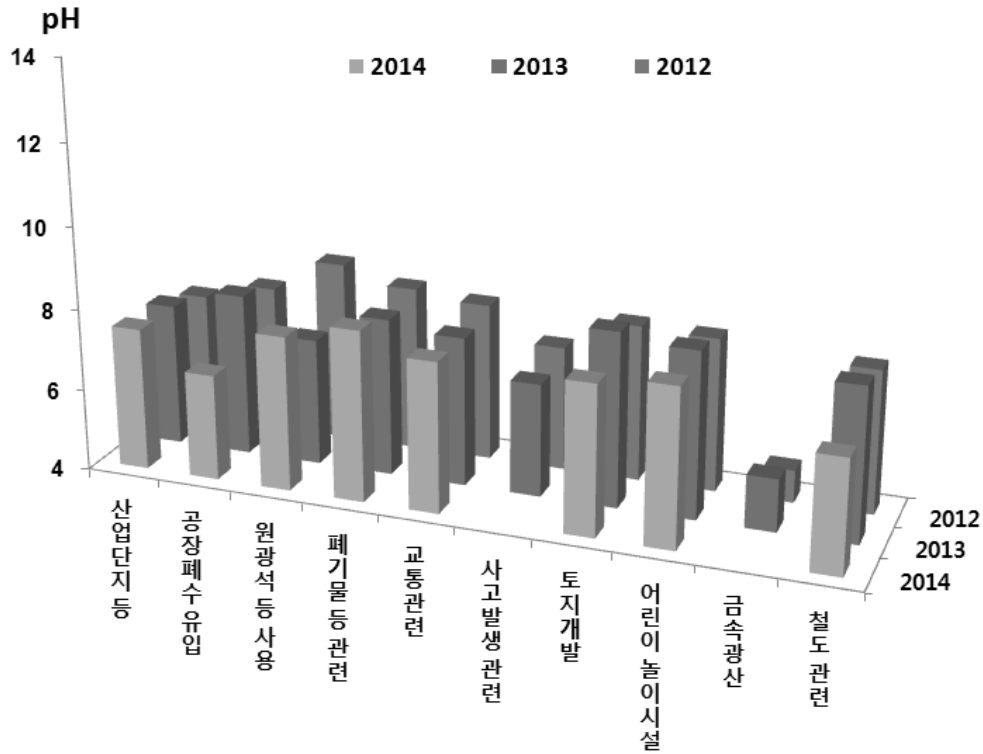


그림 13. 오염원 지역별 평균pH

○ 중금속 항목 및 pH와의 상관성

- 중금속검출의 주요 영향 인자인 pH와 중금속 7개 항목(6가크롬 제외)간의 항목별 상관성을 표 8에 나타낸 결과, 아연, 구리와 카드뮴, 구리, 니켈과 아연간 상관성이 다소 높게 나타났으며, 그 외 항목은 뚜렷한 상관성을 보이지 않았음.
- pH 역시 큰 상관성이 보이지 않았는데 이는 pilot 등 제어된 환경에서의 중금속 거동과 실제 토양에서의 pH는 서로 다를 수 있음을 나타내는 것으로 실제 토양시료의 중금속 농도 예측시 pH수치는 참고자료일 뿐 중금속 농도 예측 결과에 큰 영향인자로 인용할 시 주의가 필요할 것으로 사료됨.

표 8. 중금속 주요항목 및 pH간의 상관계수

	Cd	Cu	As	Hg	Pb	Zn	Ni	pH
Cd	1.000							
Cu	<b>0.740</b>	1.000						
As	0.217	0.180	1.000					
Hg	0.019	0.301	0.075	1.000				
Pb	0.318	0.310	0.397	0.140	1.000			
Zn	<b>0.611</b>	<b>0.636</b>	0.250	0.282	0.466	1.000		
Ni	0.439	0.479	0.072	0.218	0.349	<b>0.611</b>	1.000	
pH	-0.018	-0.108	-0.037	-0.095	0.090	0.026	-0.017	1.000

#### 4. 결 론

2014년 시내 토양오염실태조사를 위해 9개 오염원지역에서 113개소 대상으로 표토(113개), 중간 및 심토(65개)를 포함한 178개의 시료에 대한 조사 결과는,

- 토양오염우려기준 이내는 총 113개소 중 109개소(96.5 %)였으며, 우려기준 초과한 곳은 4개소 (3.5 %)로 전년도 초과율 2.7 %보다 증가하였음.
- 토양오염우려기준을 초과한 4개소가 속한 오염원지역은 산업단지 및 공장지역 1개소, 폐기물처리 및 재활용관련 지역 1개소, 교통관련시설지역 1개소, 어린이놀이시설 지역 1개소였음.
- 토양오염우려기준을 초과한 항목은 납, 아연, 불소 3개 항목이었으며, 각 항목별 초과 횟수는 납 1, 아연 1, 불소 2회로 조사되었음.
- 2014년도 조사된 각 항목별 평균농도는 Cd 2.75 mg/Kg(1.95 mg/Kg, '13년 자료 : 이하 동일), Cu 55.79 mg/Kg(36.17 mg/Kg), As 7.01 mg/Kg(5.41 mg/Kg), Hg 0.11 mg/Kg (0.07 mg/Kg), Pb 79.97 mg/Kg(40.77mg/Kg), 6가크롬 0.1 mg/Kg(0.0 mg/Kg), CN 0.03 mg/Kg(0.01 mg/Kg), TPH 278 mg/Kg(364 mg/Kg), Ni 15.99 mg/Kg(10.2 mg/Kg), Zn 265.20 mg/Kg (156.11 mg/Kg), F 194.2 g/Kg(193.8 mg/Kg), pH 7.7(7.8), 벤조(a)피렌, 벤젠, 톨루엔, 에틸벤젠, 크실렌, TCE, PCE, PCB, phenol, 유기인은 불검출이었음.
- 중금속류 8종과 수소이온농도와 상관관계 검토한 결과, 아연, 구리와 카드뮴, 구리, 니켈과 아연간 상관성이 다소 높게 나타났으며, 그 외 항목은 뚜렷한 상관성을 보이지 않았고, 중금속 거동에 주요 영향 인자인 pH 역시 큰 상관성을 보이지 않았음.