

2016년 토양오염 실태 조사

- 토양오염이 우려되는 지역과 오염사고발생 등의 지역을 조사하여, 오염토양 정화복원을 위한 자료를 제공하고,
- 지역 내 토양 위해예방과 환경보전을 위한 정책 수립에 기여코자 함.

1. 조사현황

□ 조사개요

- 기간 : 2016년 3월 ~ 12월
- 대상 : 산업단지 및 공장지역, 원광석·고철 등의 보관·사용지역 등 토양오염 가능성이 높은 10개 오염원지역
- 항목 : 총 22개 항목(조사주변지역 토양오염원 감안 항목 조정)
※ 토양오염물질 21개 항목 및 pH
- 지점 : 114개소 192개 시료(표토, 중간토 및 심토)
- 내용 : 토양오염이 확인가능하거나 추정되는 오염 유형에 따라 표토, 중간토 및 심토 구분 조사

□ 조사근거

- 환경정책기본법 제15조(환경상태의 조사), 토양환경보전법 제5조(토양오염도 측정 등), 제15조(토양오염 방지조치 명령 등), 같은법 시행규칙 제3조(토양오염실태조사)
- 토양오염실태조사지침(환경부 예규 제503호 2014. 2. 7.)
- “2016년도 토양오염 실태조사 계획” (환경보전과-3667(2016. 2. 25.) 및 환경부 토양지하수과-1828(2016. 6. 8.)

2. 조사 내용

□ 추진 내용

- 2016. 2. ~ 3. : 세부추진계획 수립과 토양시료 채취 교육(구군 담당자)
- 2016. 4. ~ 5. : 시료접수
- 2016. 4. ~ 11. : 시료전처리 및 분석
- 2016. 11. : 조사결과 보고(시, 구, 군)
- 2016. 11. ~ 12. : 최종 조사 보고서 작성 및 보고

□ 조사 대상

○ 조사지점 선정

- 환경부 토양오염 실태조사 강화 방침에 따라 '16년도 중점오염원을 원광석·고철 등의 보관·사용지역, 지하수오염지역으로 선정하여 해당지역 전년도 총 9개소에서 27개소로 증가 선정하였으며,
- 오염개연성이 큰 시설 61개소(산업단지 및 공장지역 6개소, 교통관련시설지역 5개소, 어린이놀이시설지역 30개소 등)를 신규 선정하였다.
- 전년도 조사결과 중금속 70%이상, TPH 40%이상인 오염우려지역 26개소는 지속관리를 위해 대상에 계속 포함시켰으나, 전년도 조사결과 우려기준 20%미만 지점 12개소는 대상에서 제외시켰다.

○ 구군별, 지역별 조사대상은 아래 표 1, 2 및 그림 1, 2 와 같으며, 총 대상 114개소 중 지역별 조사지점은 어린이놀이시설지역(35개소), 원광석·고철 등의 보관·사용지역(26개소), 폐기물처리 및 재활용 관련지역(18개소) 순으로 많이 차지하였으며, 행정구역별 지점 현황은 강서구 12개소(10.5%)개소, 사상구 12개소(10.5%)개소로 모두 21%를 차지하고 있으며 그 다음 기장군, 사하구 순이었다.

표 1. 구군 및 오염원 지역별 조사지점수

구분	계(%)	중구	서구	동구	영도	부진구	동래구	남구	북구	해운대구	사하구	금정구	강서구	연제구	수영구	사상구	기장군
계	114(100)	4	6	4	5	6	6	7	6	8	9	8	12	4	6	12	11
산업단지 및 공장지역	8(7.0)		2		1					1	2	2					
공장폐수 유입지역	1(0.9)										1						
원광석·고철 등의 보관·사용지역	26(22.8)		1	1	1	1	1	2	1	2	3	2	3	1	1	3	3
폐기물 처리 및 재활용 관련 지역	18(15.8)							1	1	2	3		4			3	4
지하수오염지역	1(0.9)	1															
교통관련시설지역	10(8.8)				1	1		2				1	1	1	3		
철도관련시설 및 철도 폐침목 사용지역	9(7.9)	2	2	1		4											
사고, 민원발생지역	1(0.9)							1									
어린이 놀이시설지역	35(30.7)	1	1	2	2		4	1	4	2		3	1	2	2	6	4
토지개발지역	5(4.4)						1			1			3				

표 2. 연도별 조사지점 수

오염원지역별\연도별	2016	2016	2014	2013	2012	2011	2010
계	114	114	113	147	177	178	176
산업단지 및 공장지역	8	14	17	29	29	32	31
공장폐수유입지역	1	1	1	2	2	2	3
원광석,고철 등의 보관,사용 지역	26	9	23	6	11	9	14
폐기물 처리 및 재활용 관련 지역	18	19	13	17	16	20	15
광산 지역	-	-	-	2	1	1	0
교통관련시설지역	10	9	12	8	12	27	21
철도관련시설 등 지역	9	11	6	13	14	-	-
사고·민원 등 발생 지역	1	2	-	4	5	5	6
어린이놀이시설지역	35	46	37	58	73	78	72
토지개발 지역	5	2	3	7	13	4	13
기타	1		1	1	1	0	1

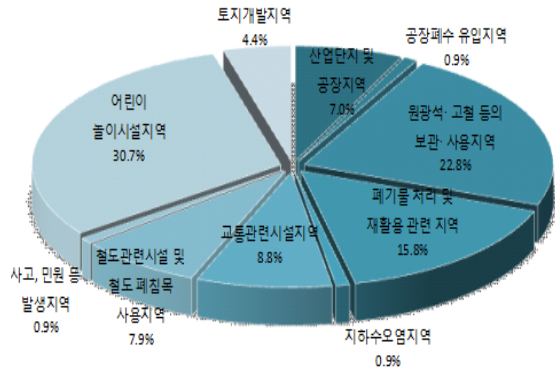


그림 1. 2016년도 오염원지역별 조사비율

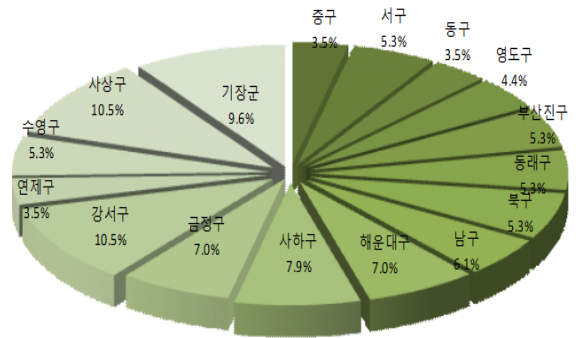


그림 2. 2016년도 구군별 조사지역 비율

○ 표 3과 그림 3은 최근 3년간 지목별 조사지점 수를 비교한 것으로, 1지역은 총 39개소로 공원이 23개소로 가장 많은 비율을 차지하였으며, 2지역은 총 35개소로 대지(2지역) 17개소, 잡종지(2지역) 10개소, 임야 6개소 순이었고, 3지역은 총 40개소로 공장용지 16개소, 철도용지 10개소, 잡종지(3지역) 10개소 순으로 조사하였다.

표 3. 최근 3년간 지목별 조사지점 수 비교

연도	지점 수	1지역							2지역							3지역						
		소계	답	전	공원	학교용지	대지(1지역)	하천	소계	답	임야	하천	대지(2지역)	잡종지(2지역)	수도	소계	주유소	공장용지	철도용지	주차장	잡종지(3지역)	기타
2016	114	39	3	0	23	11	2	-	35	1	6	1	17	10	-	40	1	16	10	1	10	2
2015	114	49	2	0	30	15	1	1	30		7	1	13	9	-	35	3	15	10	-	5	2
2014	113	42	3	1	26	10	2	-	33		6	3	15	8	1	38	1	19	9	-	9	-

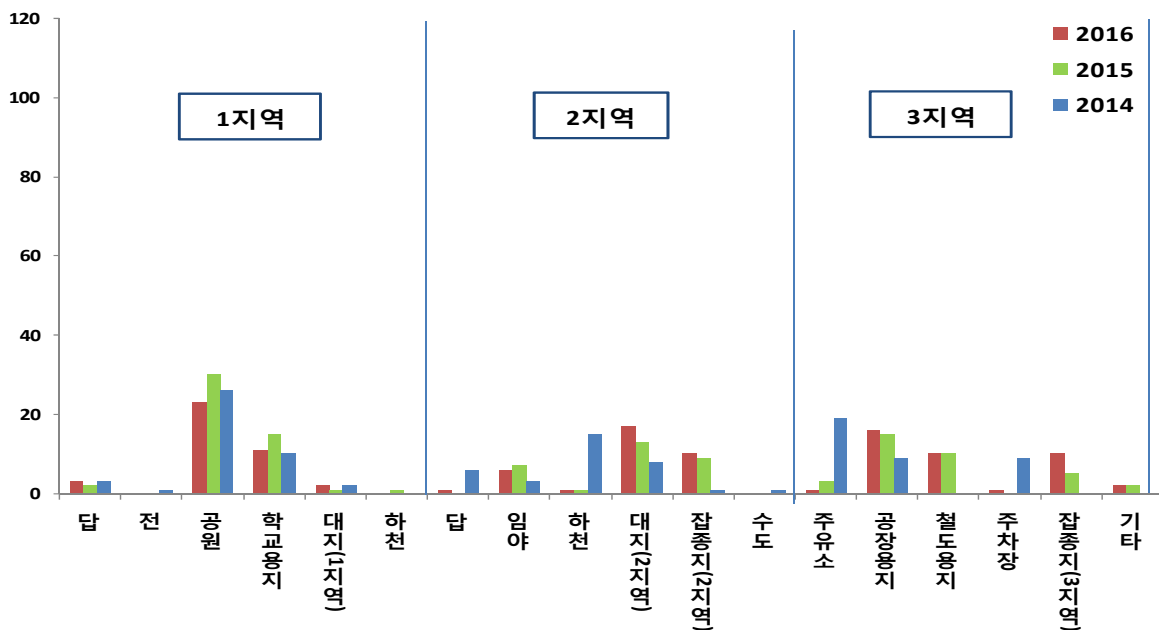


그림 3. 최근 3년간 지목별 조사지점수 비교

□ 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⁺⁶, As, Zn, Ni, Hg) 과 불소, 벤젠, 톨루엔, 에틸벤젠, 크실렌, 석유계총탄화수소(TPH), TCE, PCE, 시안, PCB, 페놀, 유기인, 벤조(a)피렌, pH항목이다.

□ 시료의 전처리 및 분석

- 토양오염공정시험기준(환경부고시 제2015-261호, 2016. 1. 5.) ES 07130.b 시료의 채취 및 조제에 따라 시료를 처리하여 토양오염공정시험기준의 항목별 시험방법에 따라 분석하였다.

3. 조사결과 고찰

- 조사대상 114개소 중 토양오염 우려기준 이내는 106개소(93.0 %)였으며, 우려기준 초과는 8개소(7.0 %)로 원광석고철 등의 보관 사용 지역 1, 폐기물처리 및 재활용관련 지역 2, 철도관련시설 및 철도폐침묵 사용 지역 1, 어린이 놀이시설지역 3, 토지개발 지역 1개소에서 초과되었음.
- 초과항목은 카드뮴, 납, 아연, 벤젠, 총석유계탄화수소(TPH) 5개 항목이었음.

※ 우려기준 : 토양오염우려기준, 대책기준 : 토양오염대책기준

□ 조사결과(총괄)

2016년 시내 토양오염실태조사를 위해 10개 오염원지역에서 114개소 대상으로 표토(114개), 중간 및 심토(78개)를 포함한 192개의 시료를 분석한 결과는 다음과 같다.

- 토양오염우려기준 이내는 총 114개소 중 106개소(93.0 %)였으며, 8개 지점에서 토양오염우려기준을 초과하여 기준초과 지역 발견율은 7.0 %로 나타났다.[전년(4.4 %)대비 소폭 증가]
- 토양오염우려기준을 초과한 8개소가 속한 오염원지역은 원광석고철 등의 보관 사용 지역 1, 폐기물처리 및 재활용관련 지역 2, 철도관련시설 및 철도폐침묵 사용지역 1, 어린이 놀이시설지역 3, 토지개발 지역 1개소였다.
- ※ 원광석고철 등의 보관 사용 지역은 2016년 중점오염원 지역(환경부 선정)이며, 그 외 중점오염원지역인 폐기물처리 및 재활용관련 지역, 철도관련시설 및 철도 폐침묵 사용지역에서도 우려기준 초과지점이 나타났다.
- 토양오염우려기준 초과 항목은 총 5가지이며, 카드뮴, 납, 아연, 벤젠, 총석유계탄화수소(TPH)로 전년도 대비 2항목이 증가하였다.
- 조사항목별 기준초과 지점 수는 아연이 3개소로 가장 많았으며, 다음으로 총석유계탄화수소(2개소), 카드뮴, 납, 벤젠 각 1개소로 나타났다.
- 항목별 평균농도는 전년과 비교하여 카드뮴, 납과 불소를 제외한 모든 항목들이 높아졌으며,
- 2016년도 조사된 각 항목별 평균농도는 Cd 1.80 mg/kg(1.94 mg/kg, '15년 자료 : 이하 동일), Cu 43.29 mg/kg(35.99 mg/kg), As 7.68 mg/kg(6.74 mg/kg), Hg 0.28 mg/kg (0.08 mg/kg), Pb 60.86 mg/kg(96.70 mg/kg), 6가크롬 0.1 mg/kg(0.1 mg/kg), Zn 260.89 mg/kg (188.71 mg/kg), Ni 15.40 mg/kg(12.55 mg/kg), F 206.3 mg/kg(248.2 mg/kg), CN 0.17 mg/kg(0.03 mg/kg), TPH 316 mg/kg(232 mg/kg, pH 7.9 (8.0), 벤조(a)피렌, 벤젠, 톨루엔, 에틸벤젠, 크실렌도 일부 검출되었고, TCE, PCE, PCB, phenol, 유기인은 불검출이었다(표 5, 표 6, 그림 4).

표 4. 2016년 토양오염실태조사 토양오염 우려기준 초과지점 현황

연번	조사지역 종류	조사지역 위치	토지 지목	지역 구분	기준초과 내역			기준
					깊이	항목	오염도 (mg/kg)	
1	철도관련시설 및 철도 폐침목 사용지역	부산진구 부전동	철도	3	심토	납	779.04	700
2	토지개발 지역	해운대구 우동	임야	3	심토	벤젠	4.0	3
3	원광석·고철 등의 보관· 사용 지역	사하구 구평동	공장	3	표토	아연	3,281.83	2000
					중간토	납	763.67	700
						아연	5,286.17	2000
4	폐기물처리 및 재활용 관련 지역	강서구 죽림동	대지	2	표토	TPH	1,318	800
5	어린이놀이시설 지역	강서구 명지동	공원	1	표토	카드뮴	5.28	4
6	폐기물처리 및 재활용 관련 지역	사상구 엄궁동	대지	2	중간토	TPH	1,731	800
7	어린이놀이시설 지역	기장군 기장읍	공원	1	표토	아연	487.62	300
8	어린이놀이시설 지역	기장군 장안읍	공원	1	표토	아연	406.98	300

표 5. 최근 3년간 주요항목 토양오염실태조사결과 (단위 : mg/kg, pH 제외)

구분	Cd	Cu	As	Hg	Pb	Zn	Ni	F	TPH	CN	pH
2016	1.80	43.29	7.68	0.28	60.86	260.89	15.40	206.3	316	0.17	7.9
2015	1.94	35.99	6.74	0.08	96.70	188.71	12.55	248.2	232	0.03	8.0
2014	2.75	55.79	7.01	0.11	79.97	265.20	15.99	194.2	278	0.03	7.7
'15.전국	0.573	40.487	5.801	0.059	49.743	129.055	19.676	157.030	101.817	0.005	7.3
자연 함유량	0.040	0.480	0.089	0.085	3.06	54.27	17.25	-	-	-	-

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

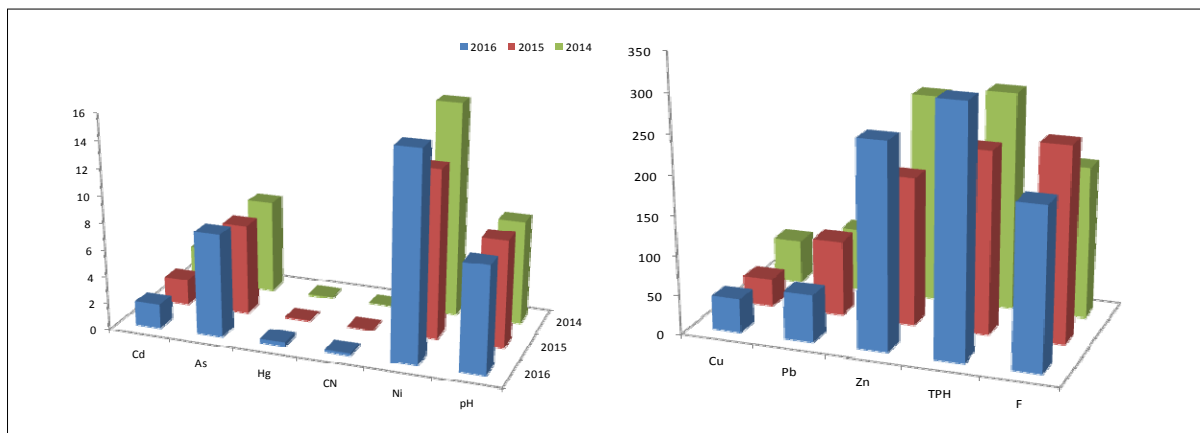


그림 4. 연도별 조사결과 비교(2014 ~ 2016)

표 6-1. 오염원 지역별 항목별 조사결과(1)

조사 지역	조사 지역 수	조사 항목 수	조 사 항 목 별 토 양 오염 도 현 황 (mg/kg)									
			구분	카드뮴	구리	비소	수은	납	6가 크롬	아연	니켈	불소
전체 토양 오염도	114	22	평균	1.80	43.29	7.68	0.28	60.86	0.1	260.89	15.40	206.3
			최저	0.26	6.30	0.48	0.00	8.31	0.0	51.03	0.98	0.0
			최대	8.14	435.20	46.97	8.32	779.04	4.3	5286.17	143.06	380.0
산업단지 및 공장지역	8	21	평균	1.89	44.44	8.88	0.39	56.10	0.4	199.96	16.57	241.7
			최저	0.47	16.63	2.65	0.02	18.80	0.0	65.50	6.07	97.0
			최대	3.42	124.63	18.19	2.34	182.21	4.3	537.63	29.38	327.0
공장폐수 유입지역	1	21	평균	1.54	120.21	9.19	0.08	115.79	0.8	579.87	143.06	205.3
			최저	1.54	120.21	9.19	0.08	115.79	0.8	579.87	143.06	205.3
			최대	1.54	120.21	9.19	0.08	115.79	0.8	579.87	143.06	205.3
원광석·고철 등의 보관·사용 지역	26	21	평균	2.23	62.37	9.73	0.48	80.44	0.2	435.69	19.40	197.3
			최저	0.99	11.09	0.65	0.00	14.08	0.0	51.03	3.00	0.0
			최대	8.14	405.23	46.97	8.32	763.67	3.1	5286.17	77.14	348.6
폐기물 처리 및 재활용 관련 지역	18	21	평균	1.79	33.88	7.24	0.30	46.05	0.0	192.36	12.72	198.1
			최저	0.84	9.74	1.53	0.01	12.29	0.0	81.15	2.99	35.0
			최대	6.09	90.96	19.09	7.35	157.72	0.6	586.00	37.36	380.0
지하수 오염지역	1	9	평균	2.60	21.9	4.23	0.02	30.4	0.0	160.29	8.90	-
			최저	2.60	21.9	4.23	0.02	30.4	0.0	160.29	8.90	-
			최대	2.60	21.9	4.23	0.02	30.4	0.0	160.29	8.90	-
교통관련 시설지역	10	22	평균	1.34	34.24	6.24	0.04	39.95	0.0	155.93	11.35	119.3
			최저	0.69	10.78	1.60	0.02	11.31	0.0	57.00	4.86	0.0
			최대	2.78	138.01	14.27	0.10	221.73	0.0	483.33	24.19	183.0
철도관련 시설 및 철도 폐침목 사용지역	9	15	평균	2.43	78.83	10.39	0.62	154.57	0.1	322.46	19.93	-
			최저	0.78	16.90	2.78	0.01	16.42	0.0	104.63	6.17	-
			최대	7.15	435.20	22.84	4.94	779.04	0.6	1201.70	34.89	-
사고, 민원 등 발생지역	1	16	평균	1.52	59.06	6.12	0.07	77.43	0.0	489.60	15.83	180.0
			최저	1.52	59.06	6.12	0.07	77.43	0.0	489.60	15.83	180.0
			최대	1.52	59.06	6.12	0.07	77.43	0.0	489.60	15.83	180.0
어린이 놀이시설 지역	35	9	평균	1.22	17.77	4.78	0.04	25.99	0.1	188.52	9.83	-
			최저	0.26	6.30	0.48	0.01	8.31	0.0	55.45	0.98	-
			최대	5.28	47.82	13.25	0.63	79.97	0.7	487.62	20.73	-
토지개발 지역	5	21	평균	1.60	25.72	6.73	0.04	26.12	0.0	129.46	13.15	238.6
			최저	0.88	11.07	1.93	0.01	11.99	0.0	60.70	8.52	0.0
			최대	3.34	45.37	23.09	0.09	46.28	0.0	270.42	17.53	379.0

표 6-2. 오염원 지역별 항목별 조사결과(2)

조사 지역	조사 지역 수	조사 항목 수	조 사 항 목 별 토 양 오 염 도 현 황 (mg/kg)													
			구분	유기인	PCBs	시안	페놀	벤젠	톨루엔	에틸벤젠	크실렌	TPH	TCE	PCE	벤조(a)피렌	pH
전체 토양 오염도	114	22	평균	0.000	0.000	0.17	0.00	0.0	0.1	0.0	0.1	316	0.0	0.0	0.051	7.9
			최저	0.000	0.000	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	41	0.0	0.0	0.000	4.6
			최대	0.000	0.000	1.27	0.00	4.0	7.6	3.1	10.6	1731	0.0	0.0	0.124	9.5
산업단지 및 공장지역	8	21	평균	0.000	0.000	0.16	0.00	0.0	0.1	0.0	0.1	298	0.0	0.0	-	8.1
			최저	0.000	0.000	0.01	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	136	0.0	0.0	-	7.0
			최대	0.000	0.000	0.32	0.00	0.0	0.7	0.0	0.4	641	0.0	0.0	-	8.9
공장폐수 유입지역	1	21	평균	0.000	0.000	0.23	0.00	0.0	0.2	0.0	0.2	578	0.0	0.0	-	7.3
			최저	0.000	0.000	0.23	0.00	0.0	0.2	0.0	0.2	578	0.0	0.0	-	7.3
			최대	0.000	0.000	0.23	0.00	0.0	0.2	0.0	0.2	578	0.0	0.0	-	7.3
원광석·고철 등의 보관·사용 지역	26	21	평균	0.000	0.000	0.35	0.00	0.0	0.0	0.0	0.1	282	0.0	0.0	-	7.9
			최저	0.000	0.000	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	41	0.0	0.0	-	4.6
			최대	0.000	0.000	1.27	0.00	0.0	0.3	0.0	0.3	1224	0.0	0.0	-	9.5
폐기물 처리 및 재활용 관련 지역	18	21	평균	0.000	0.000	0.17	0.00	0.0	0.1	0.0	0.1	392	0.0	0.0	-	8.0
			최저	0.000	0.000	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	84	0.0	0.0	-	6.5
			최대	0.000	0.000	0.93	0.00	0.0	1.3	0.3	0.9	1731	0.0	0.0	-	9.3
지하수 오염지역	1	9	평균	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7.1	
			최저	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7.1
			최대	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7.1
교통관련 시설지역	10	22	평균	0.000	0.000	0.07	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	299	0.0	0.0	0.124	8.3
			최저	0.000	0.000	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	57	0.0	0.0	0.124	6.7
			최대	0.000	0.000	0.15	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	737	0.0	0.0	0.124	9.1
철도관련 시설 및 철도 폐침목 사용지역	9	15	평균	-	-	-	-	0.0	0.0	0.0	0.0	247	-	-	0.014	7.1
			최저	-	-	-	-	0.0	0.0	0.0	0.0	129	-	-	0.000	5.0
			최대	-	-	-	-	0.0	0.8	0.3	0.8	479	-	-	0.028	8.7
사고, 민원 등 발생지역	1	16	평균	-	-	0.12	-	-	-	-	-	215	-	-	-	7.8
			최저	-	-	0.12	-	-	-	-	-	215	-	-	-	7.8
			최대	-	-	0.12	-	-	-	-	-	215	-	-	-	7.8
어린이 놀이시설 지역	35	9	평균	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7.6	
			최저	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5.2	
			최대	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9.2	
토지개발 지역	5	21	평균	0.000	0.000	0.01	0.00	0.4	0.6	0.3	0.9	343	0.0	0.0	-	8.0
			최저	0.000	0.000	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	224	0.0	0.0	-	6.6
			최대	0.000	0.000	0.05	0.00	4.0	7.6	3.1	10.6	516	0.0	0.0	-	9.0

□ 조사결과(항목별)

○ 카드뮴(Cd)

- '16년 토양오염 실태조사 결과 카드뮴 농도의 범위는 0.26 ~ 8.14 mg/kg였다. 평균농도는 1.80 mg/kg(1.94 mg/kg, '15년 자료)로 1지역 우려기준의 4 mg/kg보다 낮았으며, 2015년도 평균농도보다 다소 낮게 조사되었다.
- 토양오염 우려기준을 초과한 지점은 어린이놀이시설 지역인 강서구 어린이공원 1개 지점이었으며 수치는 5.28 mg/kg(1지역 기준, 4 mg/kg)이었다.
- 지역별 카드뮴 평균농도는 산업단지 및 공장지역 1.89 mg/kg(1.64 mg/kg, '15년 자료 : 이하 동일), 공장폐수유입지역 1.54 mg/kg(1.38 mg/kg), 원광석·고철 등의 보관·사용 지역 2.23 mg/kg(1.98 mg/kg), 폐기물 처리 및 재활용 관련 지역 1.79 mg/kg(2.01 mg/kg), 교통관련시설 지역 1.34 mg/kg(2.06 mg/kg), 토지개발 지역 1.60 mg/kg(2.20 mg/kg), 어린이놀이시설지역 1.22 mg/kg(1.73 mg/kg), 철도관련시설 등 지역 2.43 mg/kg(2.54 mg/kg), 사고·민원 등 발생지역 (2.13 mg/kg), 지하수 오염지역 2.60 mg/kg이었다. 이 중 어린이놀이시설 지역의 카드뮴 평균농도가 낮은 지역으로 조사되었으며, 철도관련시설 지역과 원광석·고철 등의 보관·사용지역의 평균농도가 다른 지역보다 높은 것으로 조사되었다.
- 그림 5에 최근 3년간 오염원지역별 평균농도와 '16년 오염원지역별 농도분포를 나타내었다.

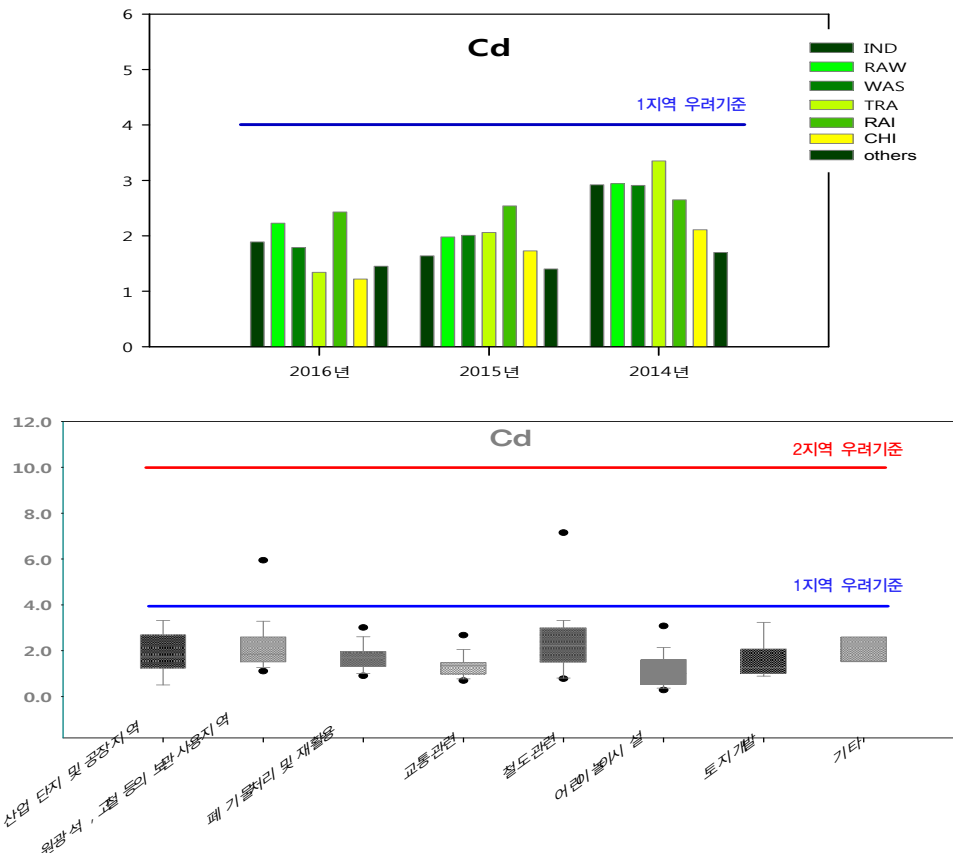


그림 5. 오염원 지역별 Cd 농도

○ 구 리(Cu)

- '16년도 토양오염 실태조사 결과 구리의 농도범위는 6.30 ~ 435.20 mg/kg였다. 평균농도는 43.29 mg/kg(35.99 mg/kg, '15년 자료)으로 1지역 우려기준 150 mg/kg보다 낮았고, 2015년도 평균농도보다 다소 높게 조사되었으며, 토양오염 우려기준을 초과한 지점은 없었다.
- 오염원지역별 평균농도는 산업단지 및 공장지역 44.44 mg/kg(27.50 mg/kg, '15년 자료, 이하동 일), 공장폐수유입지역 120.21 mg/kg(12.83 mg/kg), 원광석고철 등의 보관사용 지역 62.37 mg/kg(61.02 mg/kg), 폐기물 처리 및 재활용 관련 지역 33.88 mg/kg(34.53 mg/kg), 교통관련 시설지역 34.24 mg/kg(38.25 mg/kg), 철도관련시설 등 지역 78.83 mg/kg(64.57 mg/kg), 사고·민원 등 발생지역 59.06 mg/kg(19.00 mg/kg), 어린이놀이시설지역 17.77 mg/kg(23.33 mg/kg), 토지개발 지역 25.72 mg/kg(46.45 mg/kg), 지하수 오염지역 21.88 mg/kg으로 조사되었다. 철도관련시설지역과 원광석·고철 등의 보관·사용지역이 다른 지역에 비해 높았으며, 어린이놀이시설지역이 낮은 것으로 조사되었다.
- 그림 6에 최근 3년간 오염원지역별 평균농도와 '16년 오염원지역별 구리 농도분포를 나타내었다.

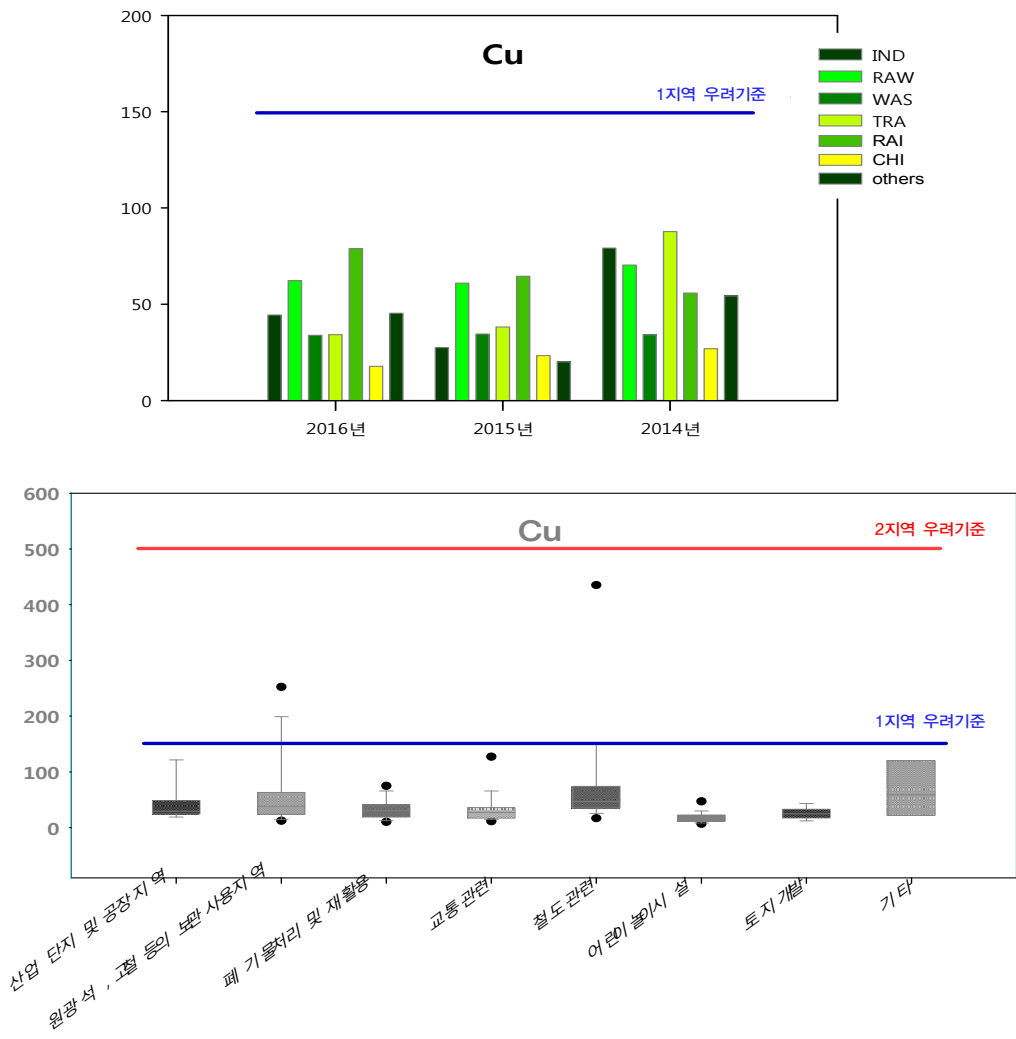


그림 6. 오염원 지역별 Cu 농도

○ 비 소(As)

- '16년도 토양오염 실태조사 결과 비소의 평균농도는 7.68 mg/kg(6.74 mg/kg, '15년 자료)으로 전년대비 다소 높은 평균농도를 보였으나 우려기준(1지역 25 mg/kg)보다 크게 낮은 수치였다.
- 114개 전 지점의 비소농도는 토양오염우려기준 이내였으며, 오염원 지역별로 살펴보면 철도관련시설지역의 평균농도가 10.39 mg/kg(9.60 mg/kg)로 가장 높은 수치를 보였으며, 어린이놀이시설지역 4.78 mg/kg(4.68 mg/kg), 지하수 오염지역이 4.23 mg/kg로 다른지역보다 낮은 평균농도를 보였다.
- 그림 7은 최근 3년간 오염원지역별 평균농도와 '16년 오염원지역별 비소 농도분포를 나타내었다.

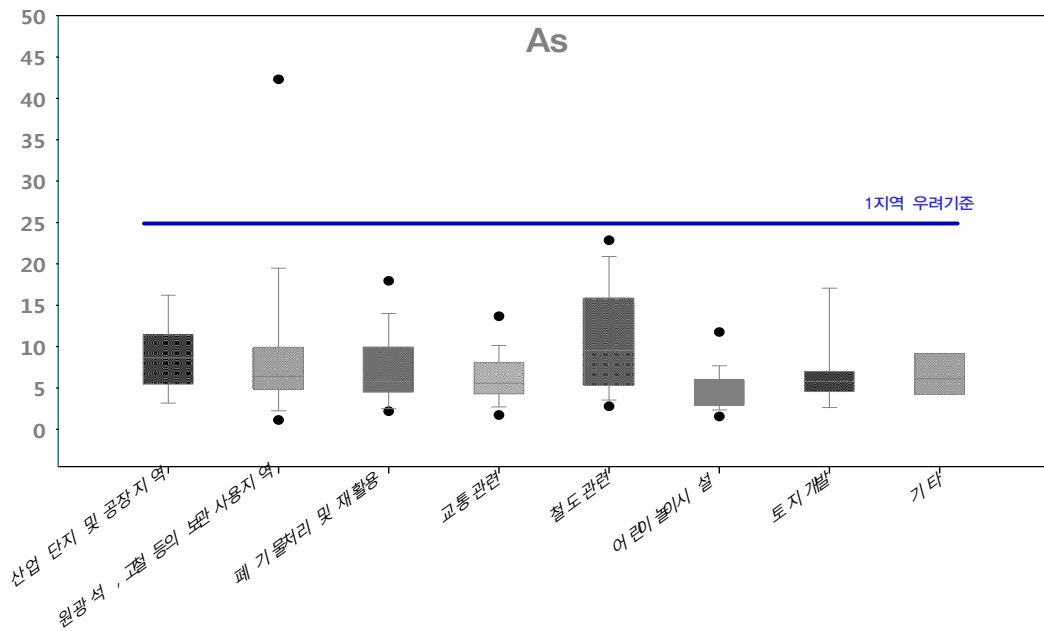
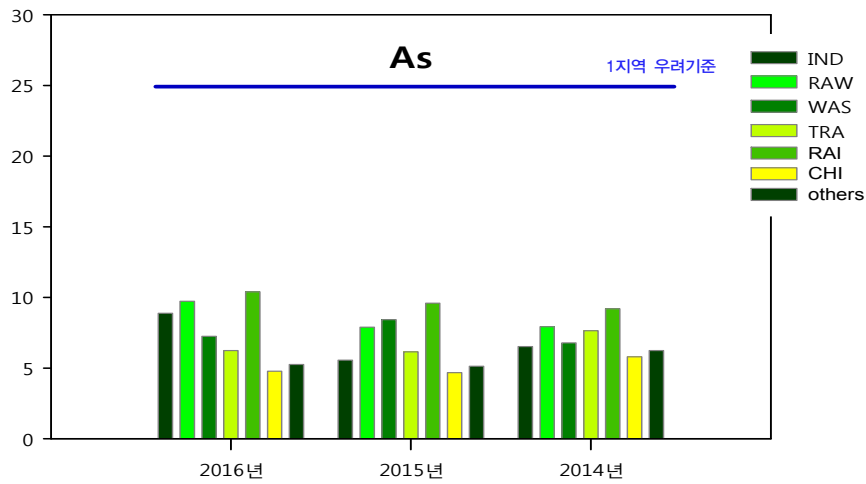


그림 7. 오염원 지역별 As 농도

○ 수은(Hg)

- '16년도 토양오염 실태조사 결과 수은의 평균농도는 0.28 mg/kg(0.08 mg/kg, '15년 자료)으로 전년대비 다소 높은 평균농도를 보였으나 우려기준(1지역 4 mg/kg)보다 매우 낮은 수준의 평균 조사농도를 보였다.
- 114개 전 지점의 수은농도는 토양오염우려기준 이내였으며, 오염원 지역별로 살펴보면 철도 관련시설지역 0.62 mg/kg(0.12 mg/kg), 산업단지 및 공장지역 0.39 mg/kg(0.09 mg/kg)로 다른 지역보다 높은 평균농도를 보였으며, 어린이놀이시설지역은 0.04 mg/kg(0.06 mg/kg)로 다른 지역보다 낮은 농도값을 보였다.
- 그림 8은 최근 3년간 오염원지역별 평균농도와 '16년 오염원지역별 수은 농도분포를 나타내었다.

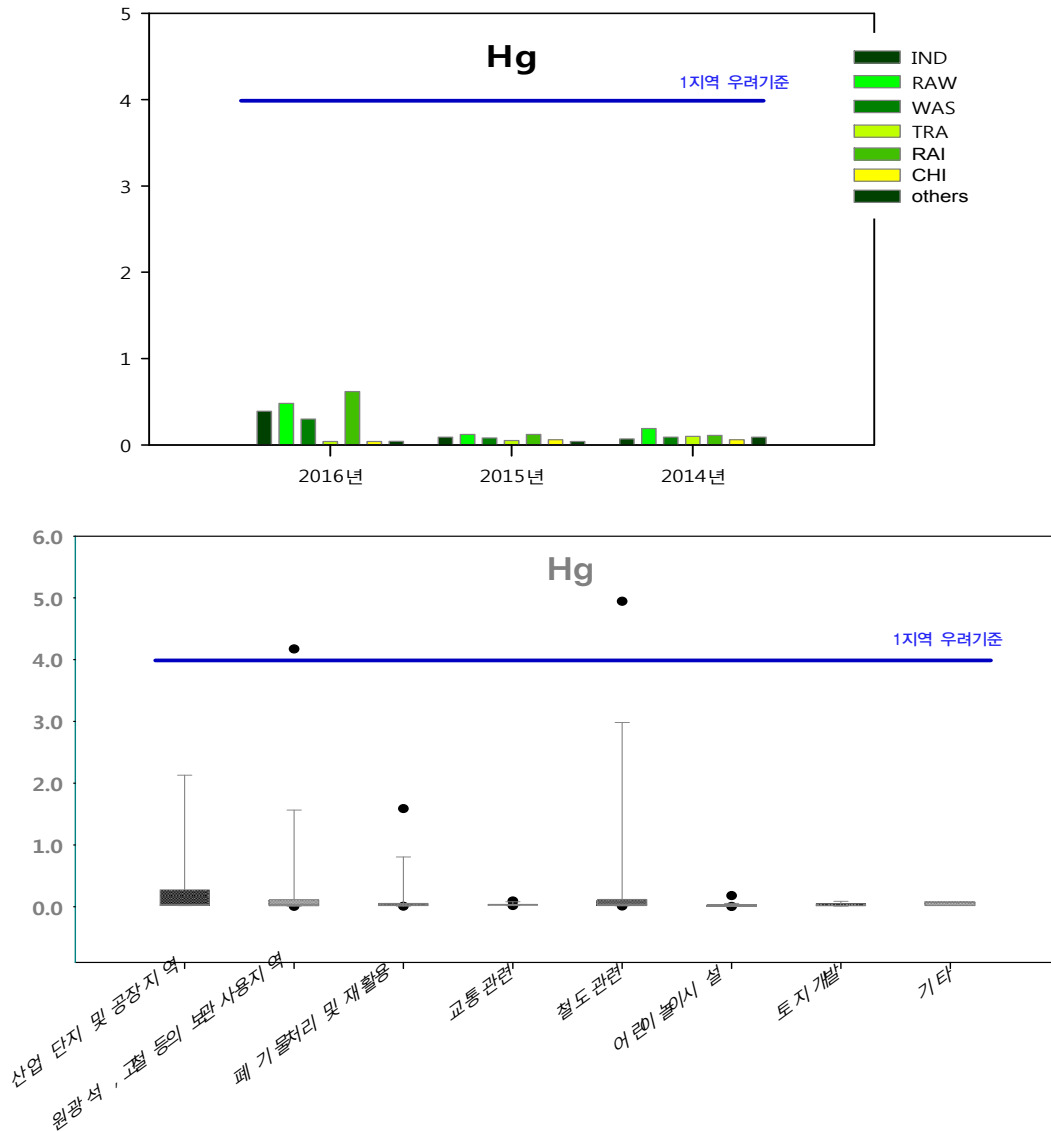


그림 8. 오염원 지역별 Hg 농도

○ 납(Pb)

- '16년도 토양오염 실태조사 결과 납 항목의 농도범위는 8.31 ~ 779.04 mg/kg였다. 평균 농도는 60.86 mg/kg(96.70 mg/kg, '15년 결과)으로 전년대비 낮은 오염도를 보였으며, 우려기준(1지역 200 mg/kg)보다도 낮은 수치를 나타내었다.
- 토양오염 우려기준을 초과한 2개 지점은 철도관련시설 및 철도 폐침목 사용지역인 부산진구 B업체 779.04 mg/kg와 원광석·고철 등의 보관·사용 지역인 사하구 Y 업체 763.67 mg/kg(3지역 기준, 700 mg/kg)로 조사되었다.
- 지역별로 살펴보면 철도관련시설 및 철도 폐침목 사용지역의 평균농도가 154.57 mg/kg (103.06 mg/kg, '15년 결과)으로 다른지역 보다 높은 오염도를 보였으며, 어린이놀이시설 지역이 25.99 mg/kg(38.17 mg/kg)으로 다른지역 보다 낮게 조사되었다.
- 그림 9은 최근 3년간 오염원지역별 평균농도와 '16년 오염원지역별 납 농도분포를 나타내었다.

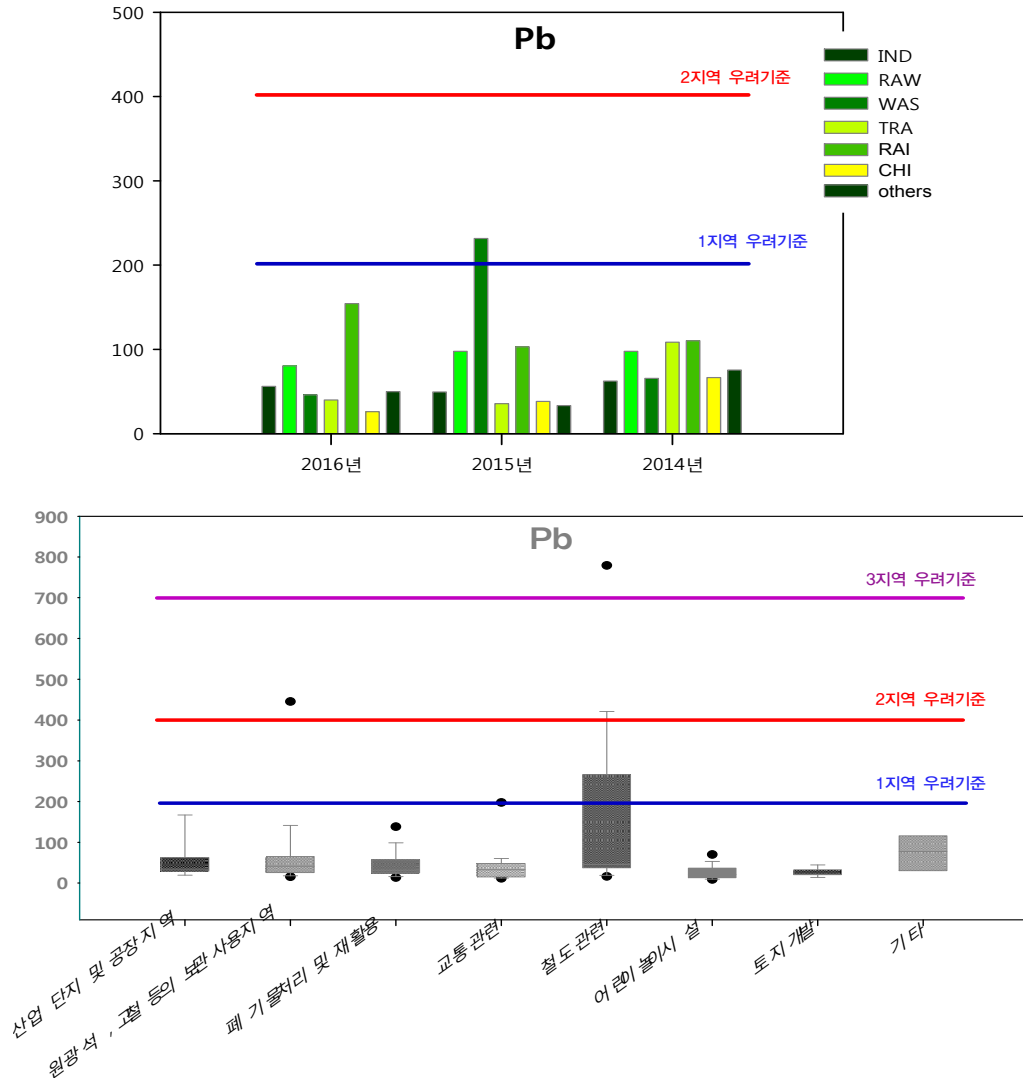


그림 9. 오염원 지역별 Pb 농도

○ 아연(Zn)

- '16년도 토양실태 오염조사 결과 아연의 농도범위는 51.03 ~ 5286.17 mg/kg였다. 평균 농도는 260.89 mg/kg(188.71 mg/kg, '15년 결과)으로 전년결과와 비교하여 높은 오염도를 보였다.
- 우려기준을 초과한 지점은 3개 지점으로 원광석·고철 등의 보관·사용지역인 사하구 Y업체 표토 3281.83 mg/kg, 중간토 5286.17 mg/kg(3지역 기준 2000 mg/kg), 어린이 놀이시설지역인 기장군 O공원 487.62 mg/kg, H공원 406.98 mg/kg(1지역 기준 300 mg/kg)으로 조사되었다.
- 오염원 지역별 평균 조사농도를 살펴보면, 원광석·고철 등의 보관·사용지역이 435.69 mg/kg(302.50 mg/kg, '15년 결과)으로 다른 지역보다 높은 오염도를 보였으며, 토지개발지역이 129.46 mg/kg(161.50 mg/kg)으로 다른 지역보다 낮게 조사되었다.
- 그림 10은 최근 3년간 오염원지역별 평균농도와 '16년 오염원지역별 아연 농도분포를 나타내었다.

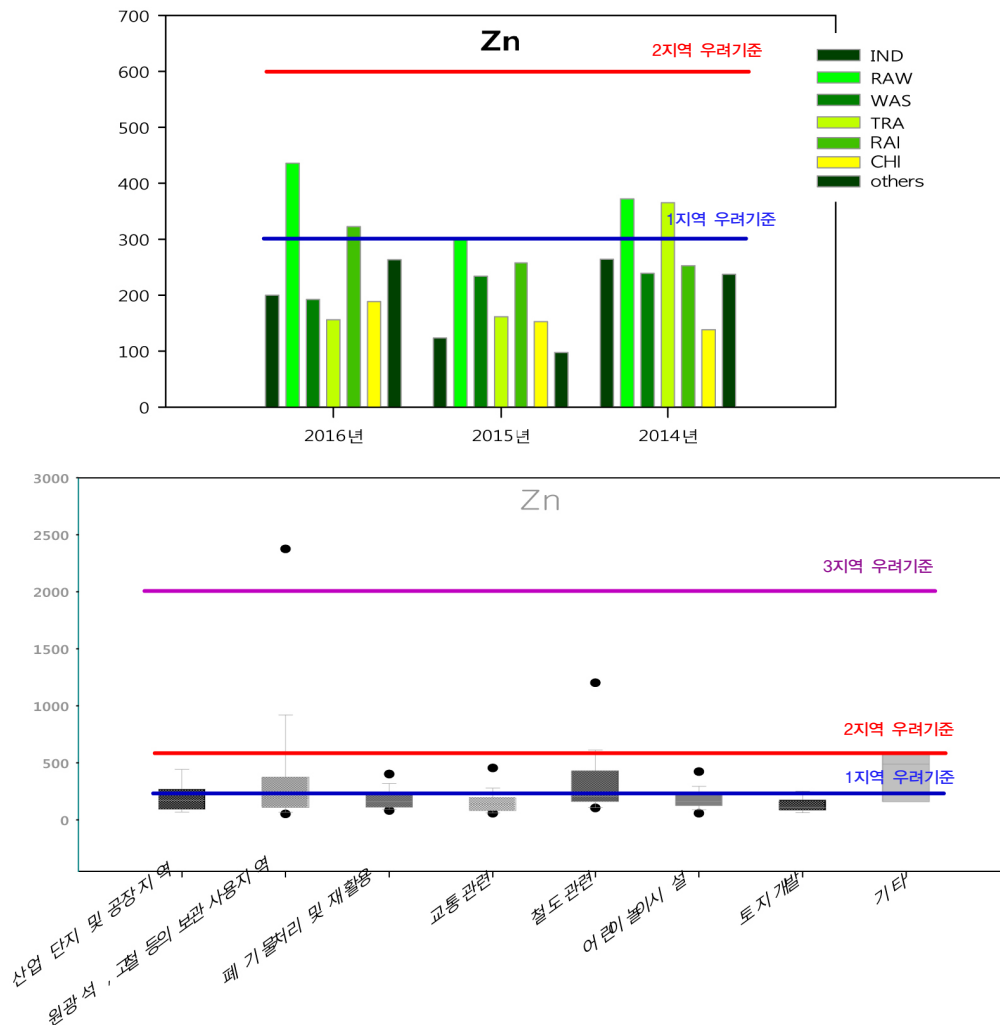


그림 10. 오염원 지역별 Zn 농도

○ 니켈(Ni)

- '16년도 토양실태 오염조사 결과 니켈의 농도범위는 0.98 ~ 143.06 mg/kg였다. 평균농도는 15.40 mg/kg(12.55 mg/kg, '15년 결과)으로 전년도보다 높게 조사되었으며, 우려기준 100 mg/kg보다 매우 낮은 농도값을 나타냈다.
- 114개 전 지점의 니켈농도는 토양오염우려기준 이내였으며, 오염원 지역별로 살펴보면 철도관련시설 및 철도 폐침목 사용지역의 평균농도가 19.93 mg/kg(14.52 mg/kg, '15년 결과)으로 다른 지역보다 높은 오염도를 보였으며, 어린이놀이시설지역이 9.83 mg/kg 11.75 mg/kg)으로 다른 지역보다 낮은 오염도를 나타냈다.
- 그림 11는 최근 3년간 오염원지역별 평균농도와 '16년 오염원지역별 니켈 농도분포를 나타냈다.

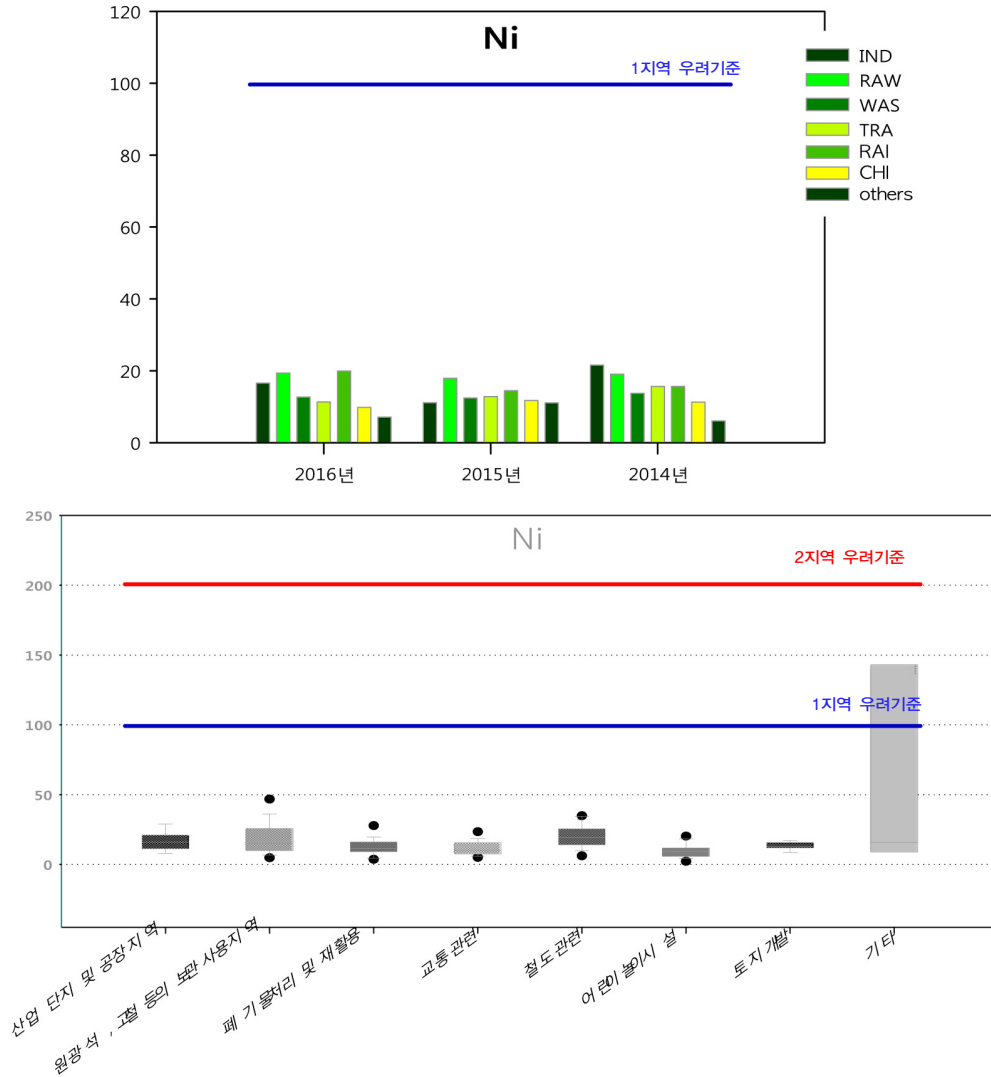


그림 11. 오염원 지역별 Ni 농도

○ 불소(F)

- '16년도 토양오염실태지점에 대한 불소항목 조사결과 농도범위는 0.0 ~ 380.0 mg/kg였다. 평균농도는 206.3 mg/kg(248.2 mg/kg, '15년 결과)으로 전년도보다 낮게 조사되었으며, 우려기준 400 mg/kg보다 낮은 농도값을 나타냈다.
- 우려기준을 초과한 지점은 없었으며, 오염원 지역별 평균 조사농도를 살펴보면, 산업단지 및 공장지역이 241.7 mg/kg으로 다른지역보다 높은 농도수준을 보였으며, 다른지역보다 낮은 농도수준은 교통관련시설지역으로 119.3 mg/kg으로 나타났다.
- 그림 12는 최근 3년간 오염원지역별 평균농도와 '16년 오염원지역별 불소 농도분포를 나타냈다.

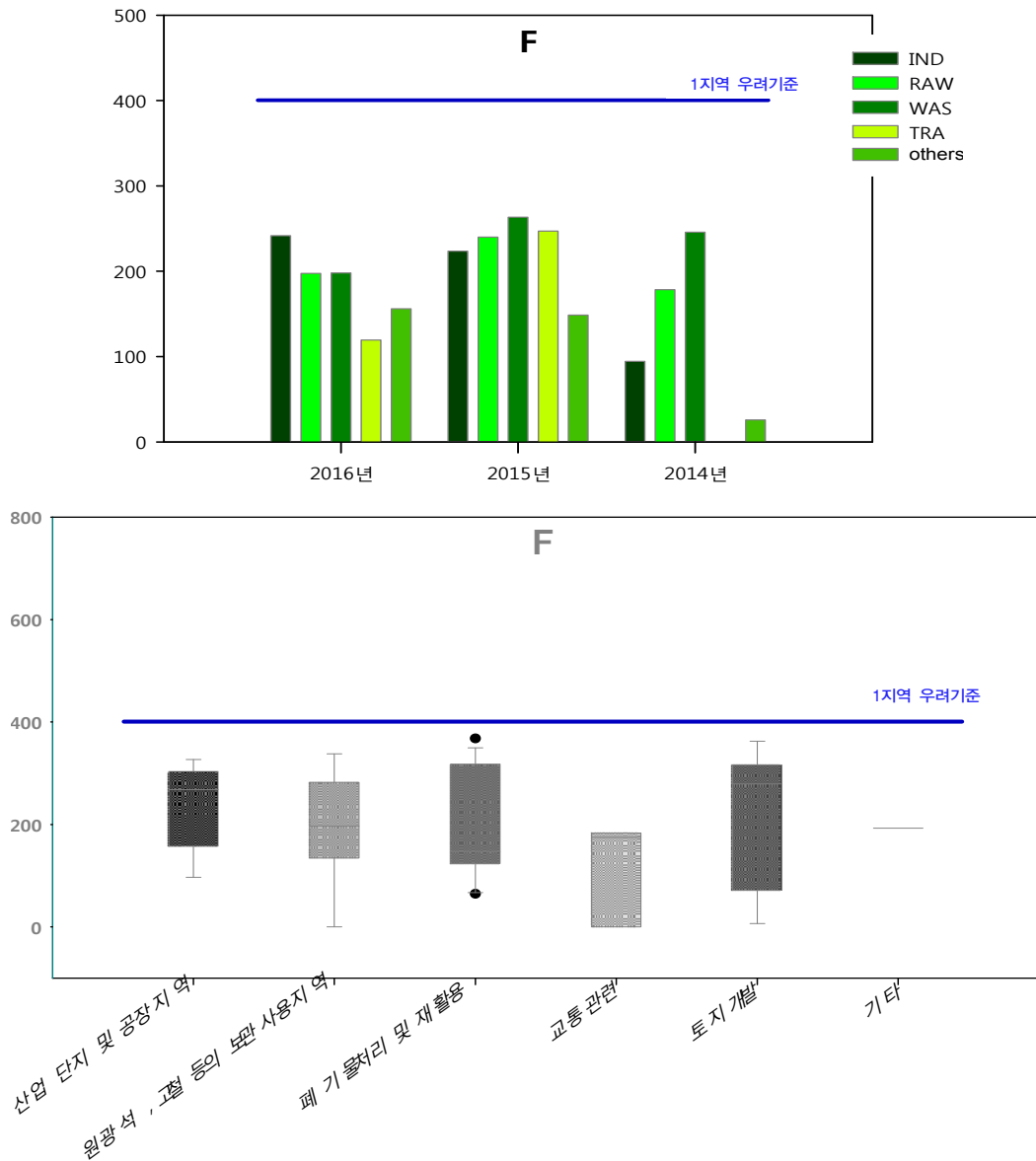


그림 12. 오염원 지역별 불소 농도

○ 석유계총탄화수소류(TPH)

- '16년도 토양실태 오염조사 결과 TPH의 농도범위는 41 ~ 1731 mg/kg였다. 평균농도는 316 mg/kg(232 mg/kg, '15년 결과)으로 전년결과와 비교하여 높은 오염도를 보였다.
- 우려기준을 초과한 지점은 폐기물처리 및 재활용 관련지역 2개로 강서구 D업체 1318 mg/kg(2지역 기준 800 mg/kg), 사상구 J업체 1731 mg/kg(2지역 기준 800 mg/kg)으로 조사되었다.
- 오염원 지역별 평균 조사농도는 폐기물처리 및 재활용 관련지역이 392 mg/kg로 다른 지역보다 높은 농도수준을 보였으며, 철도관련시설 및 철도 폐침목 사용지역이 247 mg/kg로 다른 지역보다 낮은 농도수준으로 나타났다.
- 그림 13은 최근 3년간 오염원지역별 평균농도와 '16년 오염원지역별 TPH 농도분포를 나타냈다.

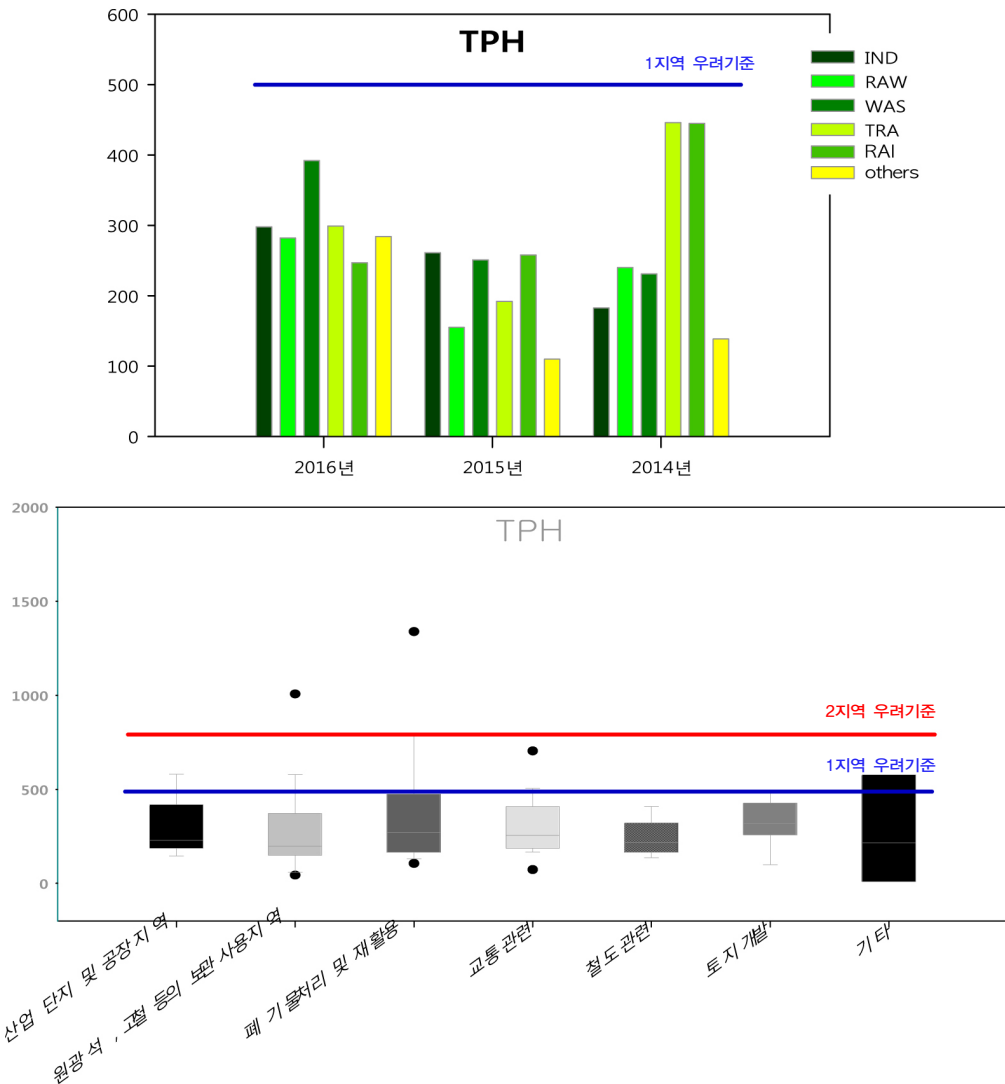


그림 13. 오염원 지역별 TPH 농도

○ 6가 크롬(Cr^{+6})

- 전체 조사대상 10개 지역별 114개 지점의 표토, 중간토 및 심토 192개 시료의 6가크롬을 조사한 결과 0.0 ~ 4.3 mg/kg 범위로 조사되었다.
- 평균농도는 0.10 mg/kg(0.10 mg/kg, '15년 결과)으로 전년도와 동일하였으며, 전지점이 토양오염 우려기준 이내였다.

○ 시안(CN)

- 2016년 토양오염 실태조사 결과 시안 평균농도는 0.17 mg/kg(0.03 mg/kg, 15년 결과)으로 1, 2지역의 우려기준(2.0 mg/kg)보다 매우 낮았으며, 우려기준을 초과한 지점도 없었다.
- 다소 높은 농도를 보인 지역은 원광석·고철 등의 보관·사용지역의 평균이 0.35 mg/kg로 다른지역 보다 높은 수준으로 조사되었다.

○ 벤젠, 톨루엔, 에틸벤젠, 크실렌(BTEX)

- 2016년 토양실태 오염조사 결과 조사대상의 대부분의 지점에서 불검출로 조사되어 토양오염우려기준을 만족하였으나, 토지개발지역 1개지점에서 벤젠이 4.0 mg/kg(3지역 기준 3.0 mg/kg)으로 조사되어 우려기준을 초과한 것으로 조사되었다.

○ 벤조(a)피렌

- 2016년 토양오염 실태조사 결과 벤조(a)피렌 평균농도는 0.051 mg/kg(불검출, 15년 결과)으로 3지역의 우려기준(7.0 mg/kg)보다 매우 낮았으며, 우려기준을 초과한 지점도 없었다.

○ 폴리클로리네이티드비페닐(PCB), 페놀(Phenol), 유기인, TCE, PCE

- 조사대상 모두 불검출로 나타났다.

○ 수소이온농도(pH)

- 2016년 토양오염 실태조사 결과 수소이온농도 범위는 5.0 ~ 9.5이였으며, 평균은 8.0로 전년 7.7보다 다소 높게 조사되었다.
- 지역별 결과를 살펴보면, 사격장관련시설 지역이 평균 8.9로 가장 높았고, 사고·민원 등 발생지역이 평균 7.0으로 가장 낮은 값을 보였다.
- 그림 14는 최근 3년간 오염원지역별 수소이온농도 평균을 나타내었다.

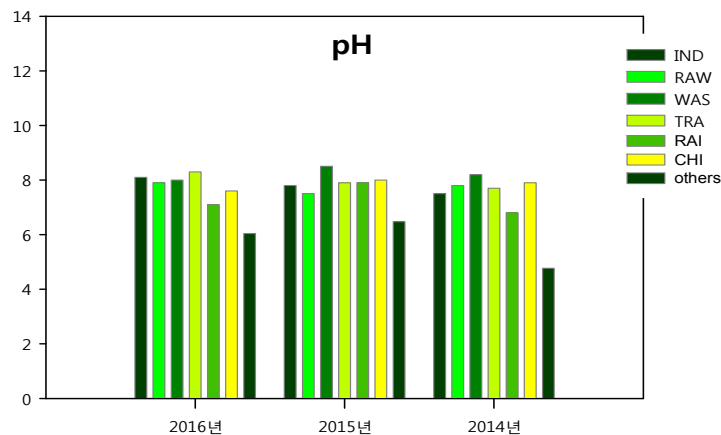


그림 14. 오염원 지역별 평균pH

4. 결론

2016년 시내 토양오염실태조사를 위해 10개 오염원지역에서 114개소 대상으로 표토(114개), 중간 및 심토(78개)를 포함한 192개의 시료를 분석한 결과는 다음과 같다.

- 토양오염우려기준 이내는 총 114개소 중 106개소(93.0%)였으며, 8개 지점에서 토양오염우려기준을 초과하여 기준초과 지역 발견율은 7.0%로 나타났다.[전년(4.4%)대비 소폭 증가]
- 토양오염우려기준을 초과한 8개소가 속한 오염원지역은 원광석·고철 등의 보관 사용 지역 1, 폐기물처리 및 재활용관련 지역 2, 철도관련시설 및 철도폐침묵 사용지역 1, 어린이 놀이시설지역 3, 토지개발 지역 1개소였다.
- 토양오염우려기준 초과 항목은 총 5가지이며, 카드뮴, 납, 아연, 벤젠, 총석유계탄화수소(TPH)로 전년도 대비 2항목이 증가하였다.
- 조사항목별 기준초과 지점 수는 아연이 3개소로 가장 많았으며, 다음으로 총석유계탄화수소(2개소), 카드뮴, 납, 벤젠 각 1개소로 나타났다.
- 2016년 조사결과에서는 카드뮴·구리·비소·수은·납은 철도관련시설 및 철도폐침묵 사용지역, 아연은 원광석·고철 등의 보관·사용지역, TPH는 폐기물 처리 및 재활용 관련지역, 불소는 산업단지 및 공장지역에서 다른 지역보다 높은 평균 농도값을 나타냈다.
- 2016년도 조사된 각 항목별 평균농도는 Cd 1.80 mg/kg(1.94 mg/kg, '15년 자료 : 이하 동일), Cu 43.29 mg/kg(35.99 mg/kg), As 7.68 mg/Kg(6.74 mg/kg), Hg 0.28 mg/kg (0.08 mg/kg), Pb 60.86 mg/kg(96.70 mg/kg), 6가크롬 0.1 mg/kg(0.1 mg/kg), Zn 260.89 mg/kg (188.71 mg/kg), Ni 15.40 mg/kg(12.55 mg/kg), F 260.3 mg/kg(248.2 mg/kg), CN 0.17 mg/kg(0.03 mg/kg), TPH 316 mg/kg(232 mg/kg), 벤조(a)피렌 0.051 mg/kg, pH 7.7(7.7), 벤젠, 톨루엔, 에틸벤젠, 크실렌도 일부 검출되었고, TCE, PCE, PCB, phenol, 유기인은 불검출이었다.