

토양오염 실태 조사

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

1. 조사현황

○ 조사개요

- 기간 : 2017년 4월 ~ 11월
- 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 : 118개소 193개 시료(표토, 중간토 및 심토)
※ 당초 120개소에서 2개소 시료채취 불가로 118개소 조사완료
- 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), 같은 법 시행규칙 제3조(토양오염실태조사)
- 토양오염실태조사지침(환경부 예규 제600호 2017. 2. 27.)
- “2017년도 토양오염 실태조사 계획” (환경보전과-4969(2017. 3. 2.) 및 환경부 토양지하수과-2253(2017. 4. 26.)

2. 조사 내용

○ 추진 내용

- 2017. 2. ~ 3. : 세부추진계획 수립과 토양시료 채취 교육(구군 담당자)
- 2017. 4. ~ 6. : 시료접수
- 2017. 4. ~ 11. : 시료전처리 및 분석
- 2017. 11. : 조사 보고서 작성 및 조사결과 보고(시, 구, 군)

○ 조사 대상

- 조사지점 선정
 - 부산광역시 토양보전계획(2015~2024)에 의거 구·군별 우선관리대상지역 등급별 조사지점 차등 선정

- '17년도 중점오염원 조사지역을 20 % 이상 선정하도록 환경부 지침에 따라 교통관련시설 19개소, 어린이놀이시설 45개소로 총 64개소(53 %)를 선정하여 전년도 45개소 대비 19개소를 증가 선정하였으며,
 - 오염개연성이 큰 시설 66개소(산업단지 및 공장지역 9개소, 교통관련시설지역 15개소, 어린이놀이시설지역 29개소, 기타 13개소 등)를 신규 선정하였다.
 - 전년도 조사결과 불소, 중금속 70 %이상, TPH 40 %이상인 오염우려지역 27개소는 지속관리를 위해 대상에 계속 포함시켰으나, 전년도 조사결과 우려기준 20 %미만 지점 2개소는 대상에서 제외시켰다.
- 구군별, 지역별 조사대상은 아래 표 1, 2 및 그림 1, 2 와 같으며, 총 대상 120개소 중 지역별 조사지점은 어린이놀이시설지역(45개소), 교통관련시설지역(19개소), 폐기물처리 및 재활용 관련지역(15개소) 순으로 많이 차지하였으며, 행정구역별 지점 현황은 강서구 13개소(10.8 %)개소, 기장군 13개소(10.8 %)개소로 모두 21.6 %를 차지하고 있으며 그 다음 사하구, 사상구 순이었다.

표 1. 구군 및 오염원 지역별 조사지점수

구 분	계(%)	중 구	서 구	동 구	영 도	부산 진구	동 래 구	남 구	북 구	해운 대구	사 하 구	금 정 구	강 서 구	연 제 구	수 영 구	사 상 구	기 장 군
계	118(100)	4	6	4	4	5	5	8	6	9	12	7	13	4	6	12	13
산업단지 및 공장지역	15(12.0)		2		1			1		1	4	1					5
공장폐수 유입지역	1(0.8)												1				
원광석·고철 등의 보관 사용지역	13(11.7)					1		1	1	1	1		2	1	1	2	2
폐기물 처리 및 재활용 관련 지역	14(12.5)							1		2	2	1	2			4	2
교통관련시설지역	19(15.8)																
철도관련시설 및 철도 폐침목 사용지역	6(5.0)	1			1	2		2			5	2	1	2	2	1	
사고, 민원발생지역	1(0.8)	2	2			2											
어린이 놀이시설지역	45(37.5)							1									
토지개발지역	3(2.5)	1	2	4	2		5	1	5	5		3	4	1	3	5	4
정화토양사용지역	1(0.8)													3			

표 2. 연도별 조사지점 수

오염원지역별\연도별	2017	2016	2015	2014	2013	2012	2011
계	118	114	114	113	147	177	178
산업단지 및 공장지역	15	8	14	17	29	29	32
공장폐수유입지역	1	1	1	1	2	2	2
원광석, 고철 등의 보관, 사용 지역	13	26	9	23	6	11	9
폐기물 처리 및 재활용 관련 지역	14	18	19	13	17	16	20
교통관련시설지역	19	10	9	12	8	12	27
철도관련시설 등 지역	6	9	11	6	13	14	-
사고·민원 등 발생 지역	1	1	2	-	4	5	5
어린이놀이시설지역	45	35	46	37	58	73	78
토지개발 지역	3	5	2	3	7	13	4
기타	1	1		1	3	2	1

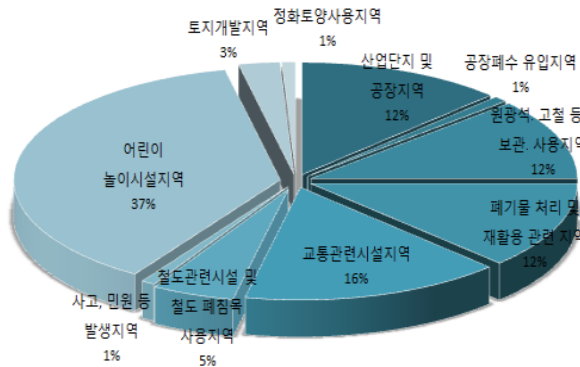


그림 1. 2017년도 오염원지역별 조사비율

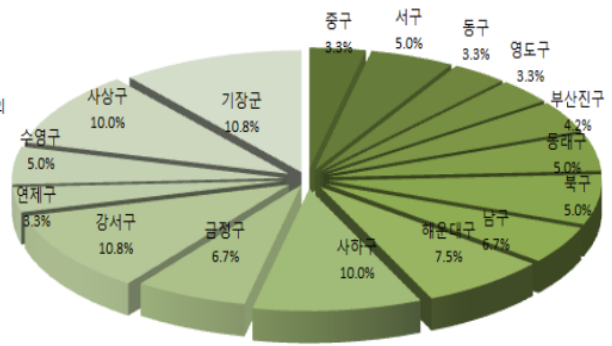


그림 2. 2017년도 구군별 조사지역 비율

- 표 3과 그림3은 최근 3년간 지목별 조사지점 수를 비교한 것으로, 1지역은 총 50개소로 공원이 32개소로 가장 많은 비율을 차지하였으며, 2지역은 총 34개소로 대지(2지역) 13개소, 잡종지(2지역) 12개소, 임야 4개소 순이었고, 3지역은 총 38개소로 공장용지 17개소, 잡종지(3지역) 9개소, 철도용지 6개소 순으로 조사하였다.

표 3. 최근 3년간 지목별 조사지점 수 비교

연도	지점 수	1지역							2지역						3지역							
		소계	답	전	공원	학교 용지	대지 (1지역)	하천	소계	답	임야	하천	대지 (2지역)	잡종지 (2지역)	공장	소계	주유소	공장 용지	철도 용지	주차장	잡종지 (3지역)	기타
2017	118	50	2	1	32	13	2	-	34		4		13	12	1	38	3	17	6	1	9	2
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

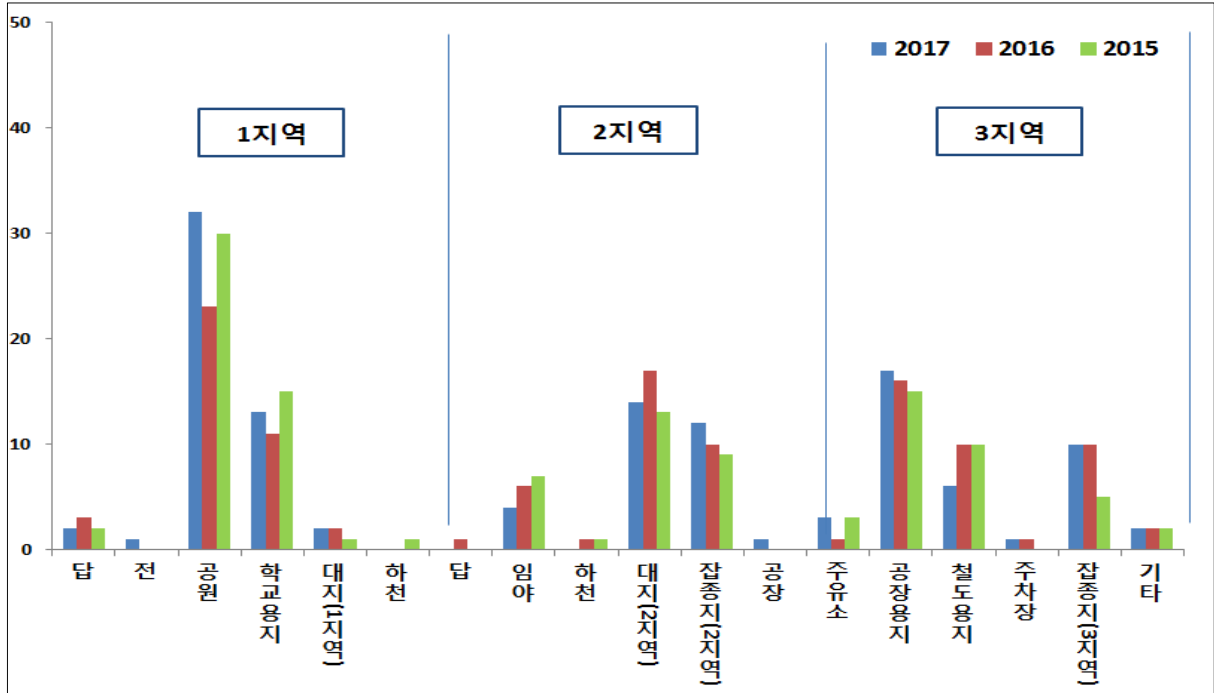


그림 3. 최근 3년간 지목별 조사지점수 비교

○ 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(국립환경과학원고시 제2017-22호, 2017. 8. 11.) ES 07130.b 시료의 채취 및 조제에 따라 시료를 처리하여 토양오염공정시험기준의 항목별 시험방법에 따라 분석하였다.

3. 조사결과 고찰

- 조사대상 118개소 중 토양오염 우려기준 이내는 106개소(89.8 %)였으며, 우려기준 초과는 12개소 (10.2 %)로 산업단지 및 공장지역 1, 원광석·고철 등의 보관 사용 지역 4, 폐기물처리 및 재활용관련 지역 2, 어린이 놀이시설지역 3, 토지개발 지역 2개소에서 초과되었음.
- 초과항목은 비소, 납, 아연, 불소, 총석유계탄화수소(TPH) 5개 항목이었음.

※ 우려기준 : 토양오염우려기준, 대책기준 : 토양오염대책기준

○ 조사결과(총괄)

2017년 시내 토양오염실태조사를 위해 10개 오염원지역에서 118개소 대상으로 표토(118개), 중간 및 심토(75개)를 포함한 193개의 시료를 분석한 결과는 다음과 같다.

- 토양오염우려기준 이내는 총 118개소 중 106개소(89.8 %)였으며, 우려기준 초과한 곳은 12개소(10.2 %)로 전년도의 초과지역 발견율 7.0 % 보다 증가하였다.
- 우려기준을 초과한 12개소가 속한 오염원지역은 산업단지 및 공장지역 1, 원광석·고철 등의 보관·사용 지역 4, 폐기물처리 및 재활용관련 지역 2, 어린이 놀이시설지역 3, 토지개발 지역 2이었으며, 표 4에 지점별 초과내역을 나타내었다.
- 우려기준을 초과한 항목은 비소, 납, 아연, 불소, TPH 5개 항목이었으며, 각 항목별 초과 횟수는 비소 2, 납 3, 아연 4, 불소 3, TPH 2건으로 조사되었다.
- 항목별 평균농도는 전년과 비교하여 우려 기준 초과량이 많은 납, 불소를 제외한 모든 항목들이 낮은 수준으로 조사되었으며,
- 2017년도 조사된 각 항목별 평균농도는 Cd 0.30 mg/kg(1.80 mg/kg, '16년 자료 : 이하 동일), Cu 33.5 mg/kg(43.3 mg/kg), As 6.40 mg/kg(7.68 mg/kg), Hg 0.07 mg/kg (0.28 mg/kg), Pb 111.63 mg/kg(60.9 mg/kg), 6가크롬 0.2 mg/kg(0.1 mg/kg), Zn 192.2 mg/kg (206.9 mg/kg), Ni 11.2 mg/kg(15.4 mg/kg), F 267 mg/kg(206 mg/kg), CN 0.003 mg/kg(0.17 mg/kg), TPH 239 mg/kg(316 mg/kg), pH 8.0(7.9), 벤조(a)피렌 0.211 mg/kg(0.051 mg/kg)로 조사되었고, 벤젠, 톨루엔, 에틸벤젠, 크실렌 TCE, PCE, PCB, phenol, 유기인은 불검출이었다(표 5, 표 6, 그림 4).

표 4. 2017년 토양오염실태조사 토양오염 우려기준 초과지점 현황

연번	조사지역 종류	조사지역 위치	토지 지목	지역 구분	기준초과 내역			
					깊이	항목	오염도 (mg/kg)	기준
1	산업단지 및 공장지역	해운대구 반여동	잡종지	2	표토	TPH	1709	800
2	원광석·고철 등의 보관· 사용 지역	해운대구 석대동	임야	3	표토	납	578.5	400
					심토	아연	882.5	600
3	원광석·고철 등의 보관· 사용 지역	사하구 구평동	잡종지	2	표토	납	2309.8	400
					심토	불소	531	400
4	어린이놀이시설 지역	금정구 금사동	공원	1	표토	아연	867.3	300
5	폐기물처리 및 재활용 관련 지역	강서구 생곡동	답	1	중간토	아연	579.2	300
					심토	아연	326.0	
6	토지개발 지역	강서구 강동동	대지	2	중간토	불소	479	400
7	토지개발 지역	강서구 강동동	대지	2	중간토	불소	604	400
8	어린이놀이시설 지역	강서구 지사동	공원	1	표토	비소	64.64	25
9	원광석·고철 등의 보관· 사용 지역	연제구 연산동	대지	2	표토	아연	1018.0	600
					심토	TPH	979	800
10	어린이놀이시설 지역	수영구 망미동	공원	1	표토	비소	47.38	25
11	원광석·고철 등의 보관· 사용 지역	사상구 감전동	공장	3	표토	납	1057.8	700
12	폐기물처리 및 재활용 관련 지역	사상구 감전동	공장	3	표토	납	5285.4	700
					중간토	납	4061.1	

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

구분	Cd	Cu	As	Hg	Pb	Zn	Ni	F	TPH	CN	pH
2017	0.30	33.54	6.40	0.07	111.63	192.19	11.17	267	239	0.003	8.0
2016	1.80	43.29	7.68	0.28	60.86	260.89	15.40	206	316	0.17	7.9
2015	1.94	35.99	6.74	0.08	96.70	188.71	12.55	248	232	0.03	8.0
'15.전국	0.573	40.487	5.801	0.0059	49.743	129.055	19.676	157.000	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.

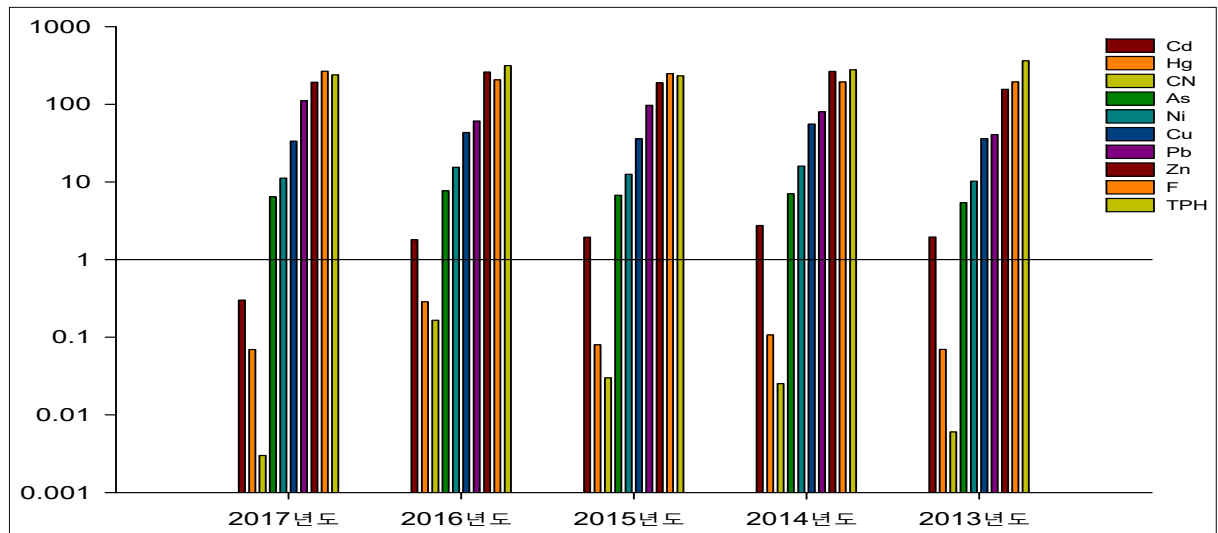


그림 4. 연도별 조사결과 비교(2013 ~ 2017)

표 6-1. 오염원 지역별 항목별 조사결과(1)

조사 지역	조사 지역수	조사 항목수	조사 항목 별 토양 오염도 현황 (mg/kg)									
			구분	카드뮴	구리	비소	수은	납	6가 크롬	아연	니켈	불소
전체 토양 오염도	118	22	평균	0.30	33.5	6.40	0.07	111.6	0.2	192.2	11.2	267
			최소	0.00	2.7	0.00	0.00	5.5	0.0	19.1	1.0	101
			최대	2.13	373.2	64.64	1.28	5285.4	7.7	1362.3	76.5	604
산업단지 및 공장지역	15	21	평균	0.22	34.4	6.66	0.11	51.3	0.1	167.9	13.4	246
			최소	0.00	5.6	0.00	0.00	7.2	0.0	30.8	2.1	115
			최대	1.24	180.4	15.89	1.28	442.1	1.2	604.1	50.4	341
공장폐수 유입지역	1	21	평균	1.10	17.2	6.43	0.02	62.9	0.0	597.1	12.1	275
			최소	0.52	16.4	6.17	0.02	61.9	0.0	376.9	10.3	274
			최대	1.67	18.0	6.68	0.03	63.8	0.0	817.4	13.9	277
원광석, 고철 등의 보관, 사용 지역	13	21	평균	0.50	46.6	6.07	0.13	188.7	0.3	305.7	16.7	306
			최소	0.00	6.9	1.99	0.00	14.4	0.0	44.7	5.1	167
			최대	1.58	137.5	15.37	0.78	2309.8	2.8	1057.0	59.5	534
폐기물 처리 및 재활용 관련 지역	14	21	평균	0.37	23.2	8.08	0.03	310.7	0.1	160.1	9.7	236
			최소	0.00	3.5	0.00	0.00	7.8	0.0	34.6	1.7	101
			최대	2.13	63.1	26.55	0.07	5285.4	0.6	579.2	21.5	396
교통관련 시설지역	19	21	평균	0.33	56.2	5.74	0.10	61.3	0.3	245.2	13.7	236
			최소	0.00	2.7	0.00	0.00	5.5	0.0	19.1	1.0	110
			최대	1.50	373.2	14.95	0.89	474.5	7.7	1362.3	76.5	308
철도관련 시설 및 철도 폐침목 사용지역	6	15	평균	0.30	44.9	7.07	0.08	59.7	0.2	201.9	12.4	-
			최소	0.00	5.8	3.33	0.00	13.6	0.0	49.3	1.0	-
			최대	1.49	172.2	16.80	0.38	162.8	1.9	640.5	20.2	-
토양오염 정화 및 정화토양 사용지역	1	21	평균	0.23	30.7	8.64	0.11	39.0	0.0	145.5	11.0	258
			최소	0.23	30.7	8.64	0.11	39.0	0.0	145.5	11.0	258
			최대	0.23	30.7	8.64	0.11	39.0	0.0	145.5	11.0	258
사고, 민원 등 발생지역	1	21	평균	0.68	61.3	4.31	0.05	109.6	0.0	581.2	13.8	275
			최소	0.68	61.3	4.31	0.05	109.6	0.0	581.2	13.8	275
			최대	0.68	61.3	4.31	0.05	109.6	0.0	581.2	13.8	275
어린이 놀이시설 지역	45	9	평균	0.12	12.6	5.82	0.01	21.9	0.1	97.5	4.9	-
			최소	0.00	2.7	0.00	0.00	6.0	0.0	23.2	1.2	-
			최대	0.97	128.2	64.64	0.12	152.6	2.6	867.3	13.9	-
토지개발 지역	3	21	평균	0.16	30.5	5.16	0.07	28.9	0.3	157.1	13.0	366
			최소	0.00	9.9	1.99	0.00	17.7	0.0	73.3	4.0	175
			최대	0.54	99.1	10.03	0.18	52.0	3.1	332.9	20.1	604

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	118	22	평균	0.00	0.00	0.0	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	239	0.0	0.0	0.211	8.0	
			최저	0.00	0.00	0.0	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0.083	4.6	
			최대	0.00	0.00	0.2	0.00	0.0	0.2	0.0	0.2	1709	0.0	0.0	0.340	9.7	
산업단지 및 공장지역	15	21	평균	0.00	0.00	0.0	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	332	0.0	0.0	-	7.4	
			최저	0.00	0.00	0.0	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	-	4.6	
			최대	0.00	0.00	0.0	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	1709	0.0	0.0	-	9.2	
공장폐수 유입지역	1	21	평균	0.00	0.00	0.0	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	393	0.0	0.0	-	7.9	
			최저	0.00	0.00	0.0	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	333	0.0	0.0	-	7.6	
			최대	0.00	0.00	0.0	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	452	0.0	0.0	-	8.2	
원광석·고철 등의 보관·사용 지역	13	21	평균	0.00	0.00	0.0	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	209	0.0	0.0	-	8.1	
			최저	0.00	0.00	0.0	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	-	4.7	
			최대	0.00	0.00	0.0	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	1021	0.0	0.0	-	9.6	
폐기물 처리 및 재활용 관련 지역	14	21	평균	0.00	0.00	0.0	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	171	0.0	0.0	-	7.7	
			최저	0.00	0.00	0.0	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	-	5.7	
			최대	0.00	0.00	0.0	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	781	0.0	0.0	-	9.2	
교통관련 시설지역	19	21	평균	0.00	0.00	0.0	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	278	0.0	0.0	-	8.2	
			최저	0.00	0.00	0.0	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	-	6.6	
			최대	0.00	0.00	0.0	0.00	0.0	0.2	0.0	0.2	1384	0.0	0.0	-	9.7	
철도관련 시설 및 철도 폐침목 사용지역	6	15	평균	-	-	-	-	0.0	0.0	0.0	0.0	171	0.0	0.0	0.211	7.8	
			최저	-	-	-	-	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0.083	5.0	
			최대	-	-	-	-	0.0	0.0	0.0	0.1	506	0.0	0.0	0.340	8.9	
토양오염 정화 및 정화토양 사용지역	1	21	평균	0.00	0.00	0.0	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	266	0.0	0.0	-	9.3	
			최저	0.00	0.00	0.0	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	266	0.0	0.0	-	9.3	
			최대	0.00	0.00	0.0	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	266	0.0	0.0	-	9.3	
사고, 민원 등 발생지역	1	21	평균	0.00	0.00	0.0	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	352	0.0	0.0	-	8.6	
			최저	0.00	0.00	0.0	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	352	0.0	0.0	-	8.6	
			최대	0.00	0.00	0.0	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	352	0.0	0.0	-	8.6	
어린이 놀이시설 지역	45	9	평균	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8.1	
			최저	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6.3
			최대	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9.5
토지개발 지역	3	21	평균	0.00	0.00	0.0	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	262	0.0	0.0	-	8.2	
			최저	0.00	0.00	0.0	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	143	0.0	0.0	-	6.3	
			최대	0.00	0.00	0.2	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	427	0.0	0.0	-	8.9	

○ 조사결과(항목별)

- 카드뮴(Cd)

- '17년 토양오염 실태조사 결과 카드뮴 농도의 범위는 0.00 ~ 2.13 mg/kg였다. 평균농도는 0.30 mg/kg(1.80 mg/kg, '16년 자료)로 1지역 우려기준의 4 mg/kg보다 낮았으며, 2016년도 평균농도보다 다소 낮게 조사되었으며, 토양오염 우려기준을 초과한 지점은 없었다.
- 지역별 카드뮴 평균농도는 산업단지 및 공장지역 0.22 mg/kg(1.89 mg/kg, '16년 자료, 이하 동일), 공장폐수유입지역 1.10 mg/kg(1.54 mg/kg), 원광석·고철 등의 보관·사용지역 0.50 mg/kg(2.23 mg/kg), 폐기물 처리 및 재활용 관련 지역 0.37 mg/kg(1.79 mg/kg), 교통관련시설지역 0.33 mg/kg(1.34 mg/kg), 철도관련시설 등 지역 0.30 mg/kg(2.43 mg/kg), 사고·민원 등 발생지역 0.68 mg/kg(1.52 mg/kg), 어린이놀이시설지역 0.12 mg/kg(1.22 mg/kg), 토지개발지역 0.16 mg/kg(1.60 mg/kg)이었다. 이 중 어린이놀이시설 지역의 카드뮴 평균농도가 가장 낮은 지역으로 조사되었으며, 공장폐수유입 지역의 평균농도가 다른 지역보다 높은 것으로 조사되었다.
- 그림 5에 최근 3년간 오염원지역별 평균농도와 '17년 오염원지역별 농도분포를 나타내었다.

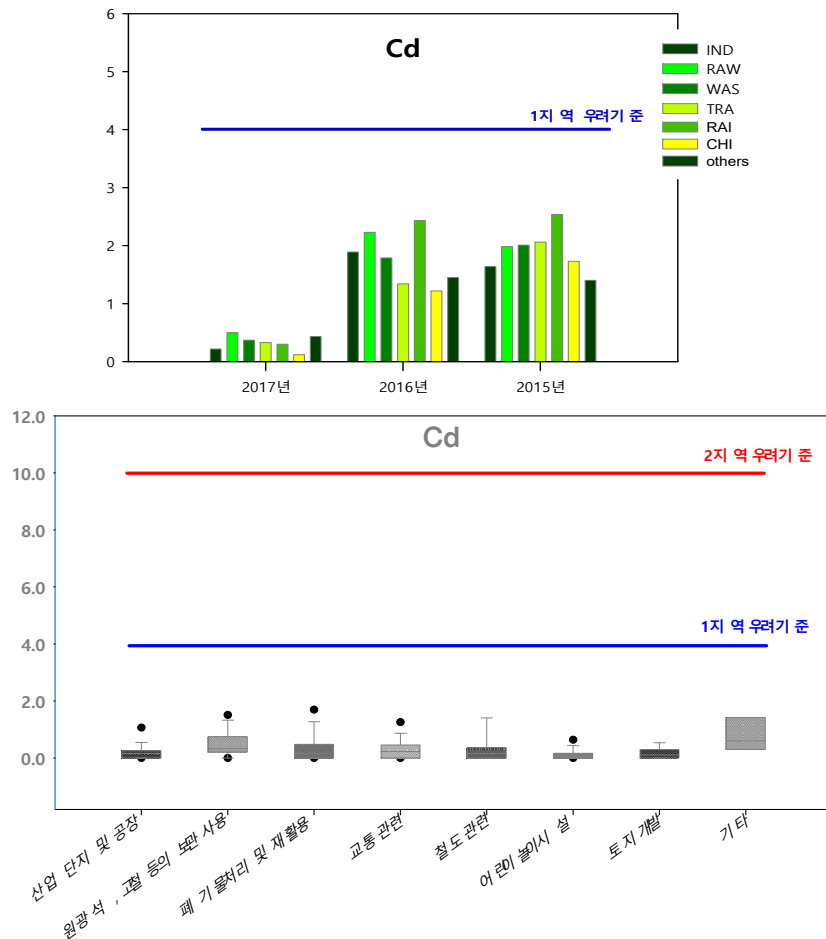


그림 5. 오염원 지역별 Cd 농도

- 구 리(Cu)

- '17년도 토양오염 실태조사 결과 구리의 농도범위는 2.7 ~ 373.2 mg/kg였다. 평균농도는 33.5 mg/kg(43.3 mg/kg, '16년 자료)으로 1지역 우려기준 150 mg/kg보다 낮았고, 2016년도 평균농도보다 다소 낮게 조사되었으며, 토양오염 우려기준을 초과한 지점은 없었다.
- 오염원지역별 평균농도는 산업단지 및 공장지역 34.4 mg/kg(44.4 mg/kg, '16년 자료, 이하동일), 공장폐수유입지역 17.2 mg/kg(120.2 mg/kg), 원광석·고철 등의 보관·사용 지역 46.6 mg/kg(62.4 mg/kg), 폐기물 처리 및 재활용 관련 지역 23.2 mg/kg(33.9 mg/kg), 교통관련시설지역 56.2 mg/kg(34.2 mg/kg), 철도관련시설 등 지역 44.9 mg/kg(78.8 mg/kg), 사고·민원 등 발생지역 61.3 mg/kg(59.0 mg/kg), 어린이놀이 시설지역 12.6 mg/kg(17.8 mg/kg), 토지개발 지역 30.5 mg/kg(25.7 mg/kg)으로 조사되었다. 철도관련시설지역과 원광석·고철 등의 보관·사용지역이 다른 지역에 비해 높았으며, 어린이놀이시설지역이 낮은 것으로 조사되었다.
- 그림 6에 최근 3년간 오염원지역별 평균농도와 '17년 오염원지역별 구리 농도분포를 나타내었다.

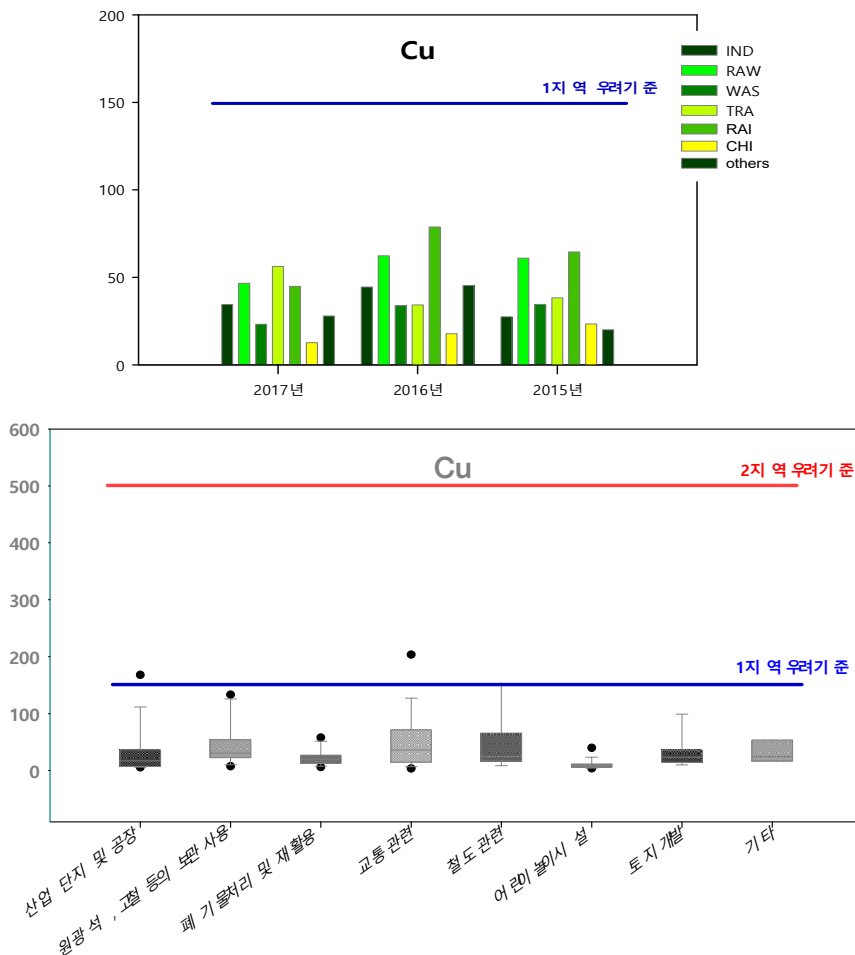


그림 6. 오염원 지역별 Cu 농도

- 비 소(As)

- '17년도 토양오염 실태조사 결과 비소의 평균농도는 6.40 mg/kg(7.68 mg/kg, '16년 자료)으로 전년대비 낮은 오염도를 보였으며, 우려기준(1지역 25 mg/kg)보다 크게 낮은 수치였다.
- 토양오염 우려기준을 초과한 지점은 2개소로써, 어린이놀이시설지역인 강서구 소재 K공원 64.64 mg/kg, 수영구 소재 M공원 47.38 mg/kg(1지역 기준, 25 mg/kg)로 조사되었다.
- 오염원지역별 평균농도는 산업단지 및 공장지역 6.66 mg/kg(8.88 mg/kg, '16년 자료, 이하동일), 공장폐수유입지역 6.43 mg/kg(6.17 mg/kg), 원광석·고철 등의 보관·사용 지역 6.07 mg/kg(9.73 mg/kg), 폐기물 처리 및 재활용 관련 지역 8.08 mg/kg(7.24 mg/kg), 교통관련시설지역 5.74 mg/kg(6.24 mg/kg), 철도관련시설 등 지역 7.07 mg/kg(10.39 mg/kg), 사고·민원 등 발생지역 4.31 mg/kg(6.12 mg/kg), 어린이놀이 시설지역 5.82 mg/kg(4.78 mg/kg), 토지개발 지역 5.16 mg/kg(6.73 mg/kg)으로 조사되었다. 폐기물 처리 및 재활용 관련 지역이 다른 지역보다 높은 평균농도를 보였다.
- 그림 7은 최근 3년간 오염원지역별 평균농도와 '17년 오염원지역별 비소 농도분포를 나타 내었다.

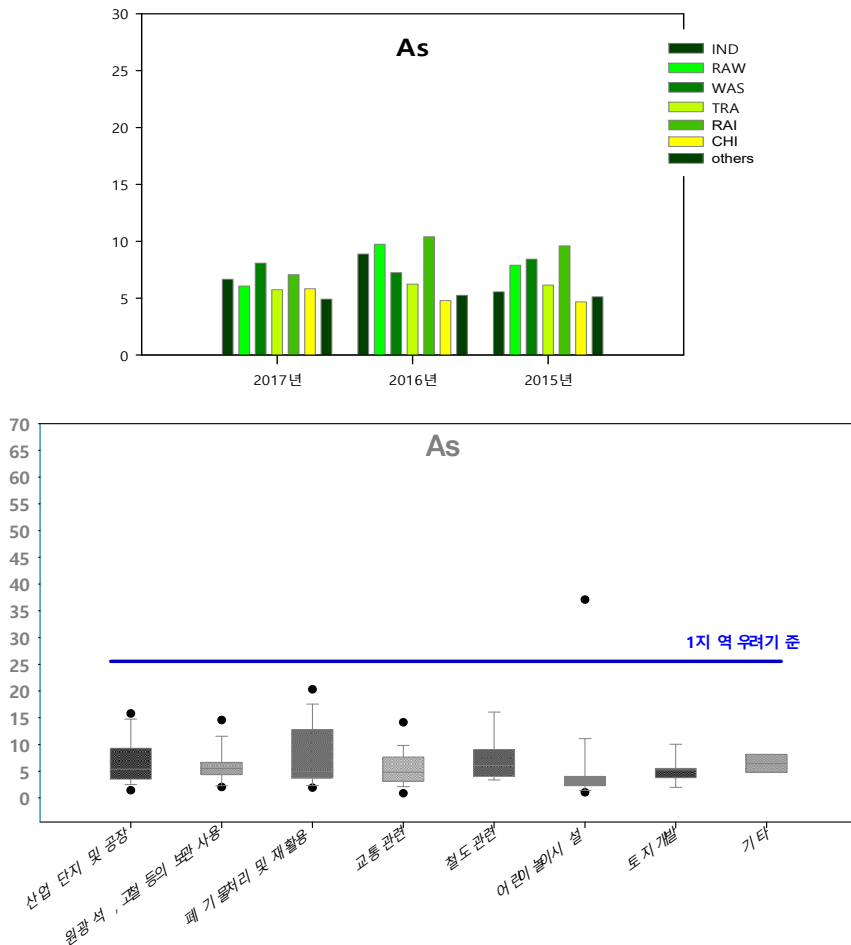


그림 7. 오염원 지역별 As 농도

- 수 은(Hg)

- 전년도와 같이 우려기준을 초과하는 지점은 없었으며, 2017년도 실태조사 결과 수은 전체 평균농도는 0.07 mg/kg(0.28 mg/kg, '16년 자료)으로 1지역 우려기준(4.0 mg/kg) 보다 매우 낮은 수준의 평균 조사농도를 보였다.
- 지역별 오염원 조사 결과 평균오염도가 가장 높은 지역은 원광석·고철 등의 보관·사용 지역(0.13 mg/kg)이었으며, 어린이놀이시설지역(0.01 mg/kg)이 다른 지역보다 낮은 평균 오염도를 보였다.
- 그림 8은 최근 3년간 오염원지역별 평균농도와 '17년 오염원지역별 수은 농도분포를 나타 내었다.

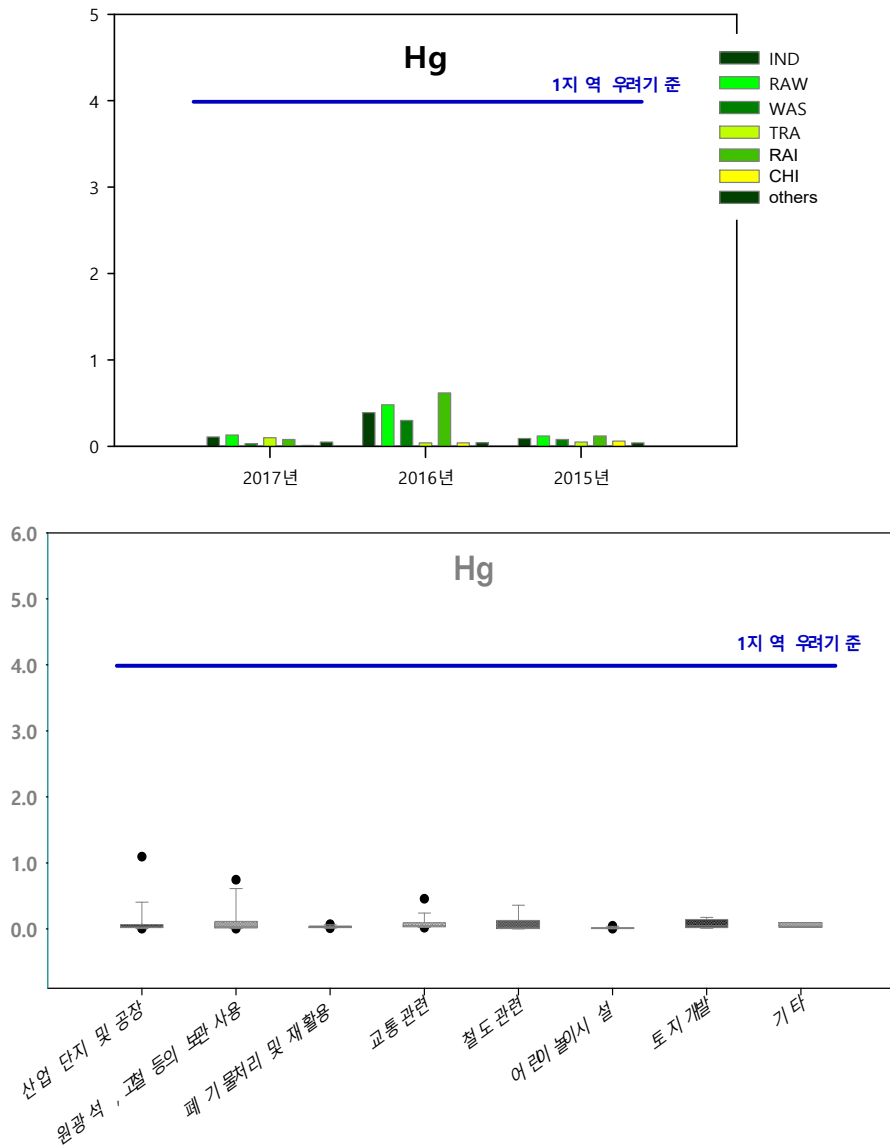


그림 8. 오염원 지역별 Hg 농도

- 납(Pb)

- '17년도 토양오염 실태조사 결과 납 항목의 농도범위는 5.5 ~ 5285.4 mg/kg이었다. 전체평균농도는 111.6 mg/kg(60.9 mg/kg, '16년 결과)으로 전년대비 높은 오염도 수준을 나타내었다.
- 토양오염 우려기준을 초과한 지점은 3개소로써, 원광석·고철 등의 보관·사용 지역인 해운대구 소재 M 업체 표토 578.5 mg/kg, 심토 2309.8 mg/kg(2지역 기준, 400 mg/kg), 사상구 소재 O업체 표토 1057.8(3지역 기준, 700 mg/kg), 폐기물 처리 및 재활용 관련 지역인 사상구 소재 B업체 표토 5285.4 mg/kg, 중간토 4061.1 mg/kg(3지역 기준, 700 mg/kg)으로 조사되었다.
- 지역별로 살펴보면 폐기물 처리 및 재활용 관련 지역이 310.7 mg/kg(154.6 mg/kg, '16년 결과)으로 다른 지역 보다 높은 평균 오염도를 보였으며, 어린이놀이시설지역이 21.9 mg/kg(26.0 mg/kg)으로 다른 지역 보다 낮은 평균오염도를 나타내었다.
- 그림 9은 최근 3년간 오염원지역별 평균농도와 '17년 오염원지역별 납 농도분포를 나타내었다.

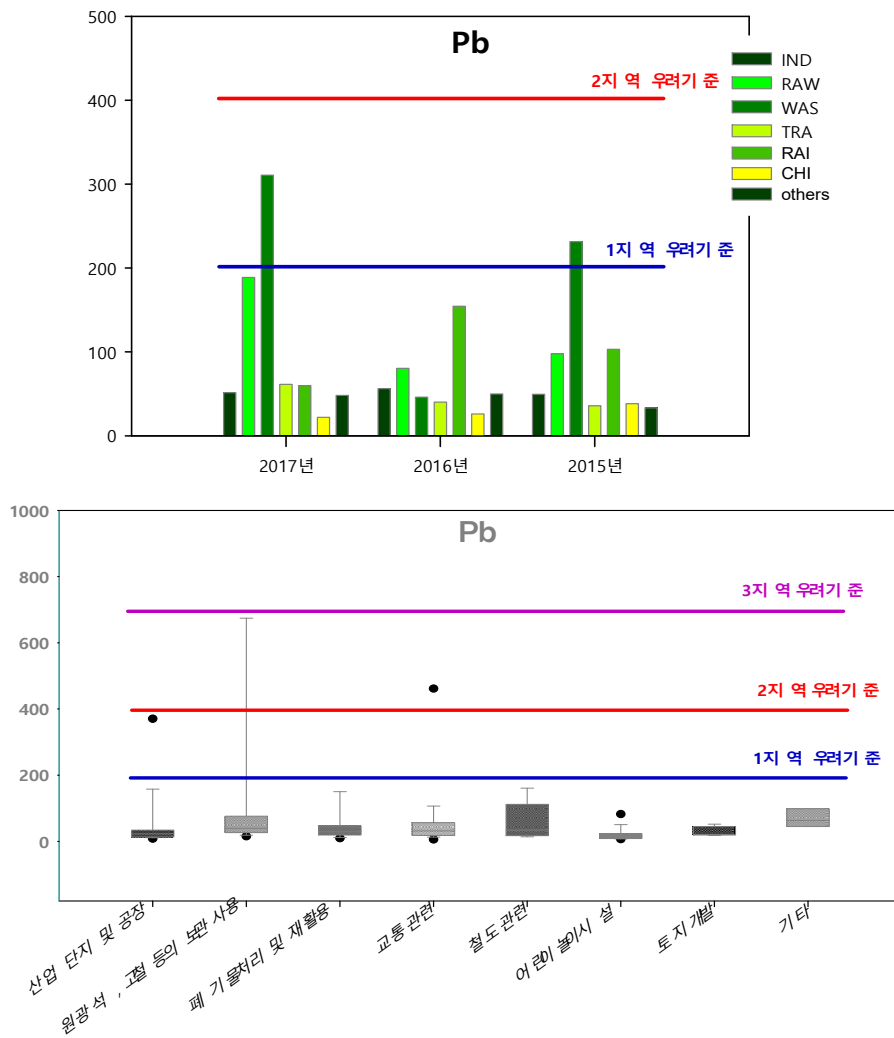


그림 9. 오염원 지역별 Pb 농도

- 아연(Zn)

- '17년도 토양실태 오염조사 결과 아연의 농도범위는 19.1 ~ 1362.3 mg/kg로 조사되었다. 전체 평균농도는 192.2 mg/kg(260.9 mg/kg, '16년 결과)으로 전년결과와 비교하여 낮은 오염도를 보였다.
- 우려기준을 초과한 지점은 4개소로써, 원광석·고철 등의 보관·사용지역인 해운대 소재 M업체 882.5 mg/kg, 연제구 소재 K업체 1018.0(2지역 기준 600 mg/kg), 어린이놀이 시설지역인 금정구 소재 B공원 867.3 mg/kg(1지역 기준 300 mg/kg), 폐기물 처리 및 재활용 관련 지역인 강서구 소재 S 업체 중간토 579.2 mg/kg, 심토 326.0 mg/kg(1지역 기준 300 mg/kg) 으로 조사되었다.
- 오염원 지역별 평균 조사농도를 살펴보면, 원광석·고철 등의 보관·사용지역이 305.7 mg/kg(435.7 mg/kg, '16년 결과)으로 다른 지역 보다 높은 오염도를 보였으며, 어린이 놀이시설지역이 95.7 mg/kg(188.5 mg/kg)으로 다른 지역 보다 낮게 조사되었다.
- 그림 10은 최근 3년간 오염원지역별 평균농도와 '17년 오염원지역별 아연 농도분포를 나타내었다.

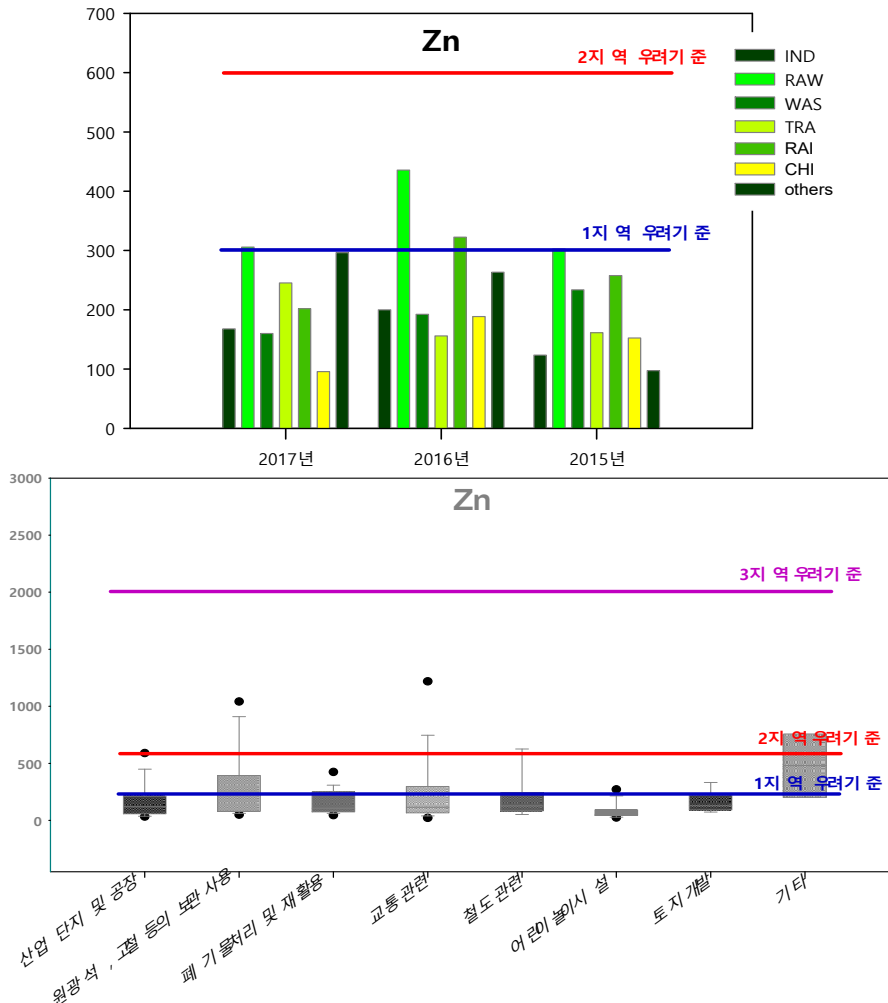


그림 10. 오염원 지역별 Zn 농도

- 니켈(Ni)

- '17년도 토양실태 오염조사 결과 니켈의 농도범위는 1.0 ~ 76.5 mg/kg으로 조사되었다. 전체 평균농도는 11.2 mg/kg(15.4 mg/kg, '16년 결과)으로 전년도보다 낮게 조사되었으며, 1지역 우려기준인 100 mg/kg보다 매우 낮은 농도값을 나타내었다.
- 118개 전 지점의 니켈농도는 토양오염우려기준 이내였으며, 오염원 지역별로 살펴보면 원광석·고철 등의 보관·사용지역의 평균농도가 16.7 mg/kg(19.4 mg/kg, '16년 결과)으로 다른 지역 보다 높은 오염도를 보였으며, 어린이놀이시설지역이 4.9 mg/kg(9.8 mg/kg)으로 다른 지역 보다 낮게 조사되었다.
- 그림 11는 최근 3년간 오염원지역별 평균농도와 '17년 오염원지역별 니켈 농도분포를 나타내었다.

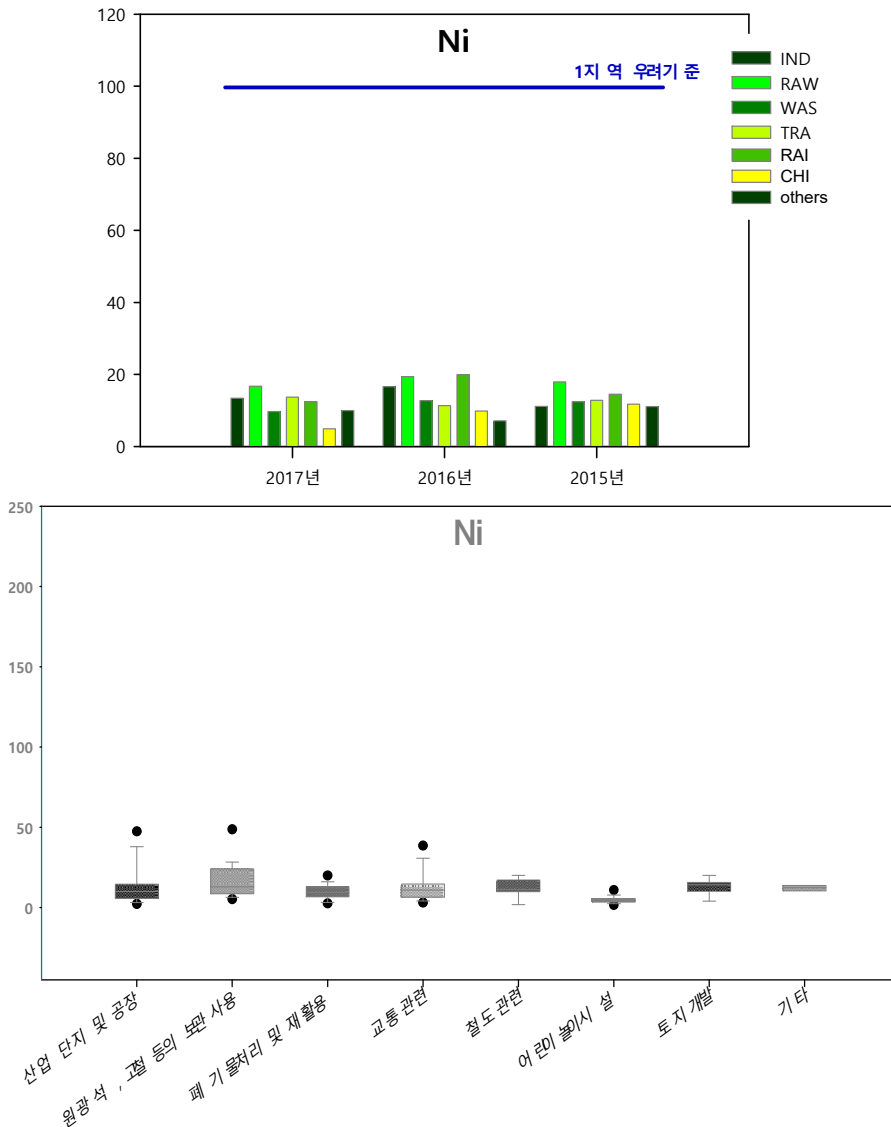


그림 11. 오염원 지역별 Ni 농도

－ 불소(F)

- '17년도 토양오염실태지점에 대한 불소항목 조사결과 농도범위는 101 ~ 604 mg/kg이었다. 전체 평균농도는 267 mg/kg(206 mg/kg, '16년 결과)으로 전년도보다 높게 조사되었으며, 우려기준 400 mg/kg보다 매우 낮은 농도값을 나타내었다.
- 우려기준을 초과한 지점은 3개로써, 원광석·고철 등의 보관·사용지역인 사하구 소재 H 업체 531 mg/kg(2지역 기준 400 mg/kg), 토지개발지역인 강서구 소재 O 업체 중간토 479 mg/kg, 강서구 소재 O 지역 중간토 604 mg/kg(2지역 기준 400 mg/kg)으로 나타났다.
- 오염원 지역별로 살펴보면 토지개발지역의 평균 농도가 366 mg/kg(239 mg/kg, '16년 결과)으로 다른 지역보다 높은 수준을 보였으며, 다른 지역보다 낮은 수준은 교통관련시설지역으로 236 mg/kg(119.3 mg/kg)으로 나타났다.
- 그림 12는 최근 3년간 오염원지역별 평균농도와 '17년 오염원지역별 불소 농도분포를 나타내었다.

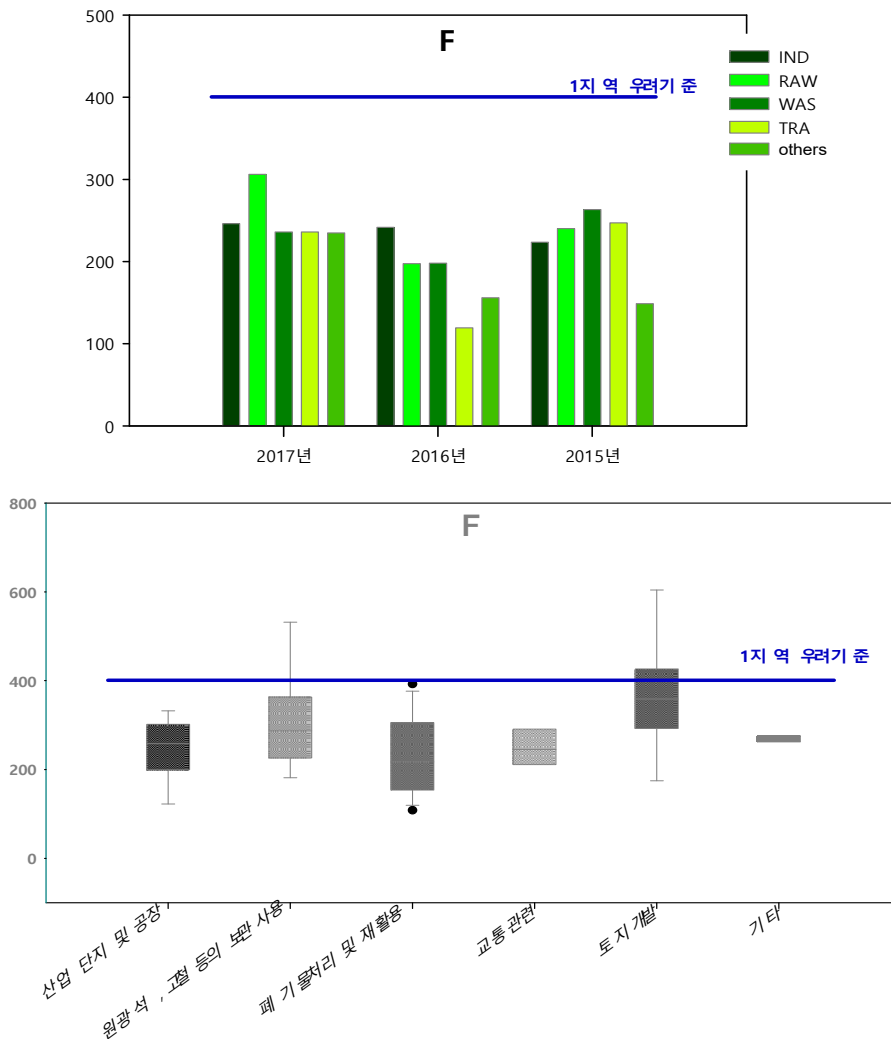


그림 12. 오염원 지역별 불소 농도

– 석유계총탄화수소류(TPH)

- '17년도 토양실태 오염조사 결과 TPH의 농도범위는 0 ~ 1709 mg/kg이었다. 전체 평균농도는 239 mg/kg(316 mg/kg, '16년 결과)으로 전년결과와 비교하여 낮은 오염도를 보였다.
- 우려기준을 초과한 지점은 2개소로써, 산업단지 및 공장지역인 해운대구 소재 P업체 1709 mg/kg(2지역 기준 800 mg/kg), 원광석·고철 등의 보관·사용지역인 연제구 소재 K업체 979 mg/kg(2지역 기준 800 mg/kg)으로 조사되었다.
- 오염원 지역별 평균 조사농도를 살펴보면, 산업단지 및 공장지역이 332 mg/kg로 다른 지역보다 높은 농도수준을 보였으며, 철도관련시설 및 철도 폐침목 사용지역이 171 mg/kg로 다른 지역보다 낮은 농도수준으로 나타났다.
- 그림 13은 최근 3년간 오염원지역별 평균농도와 '17년 오염원지역별 TPH 농도분포를 나타내었다.

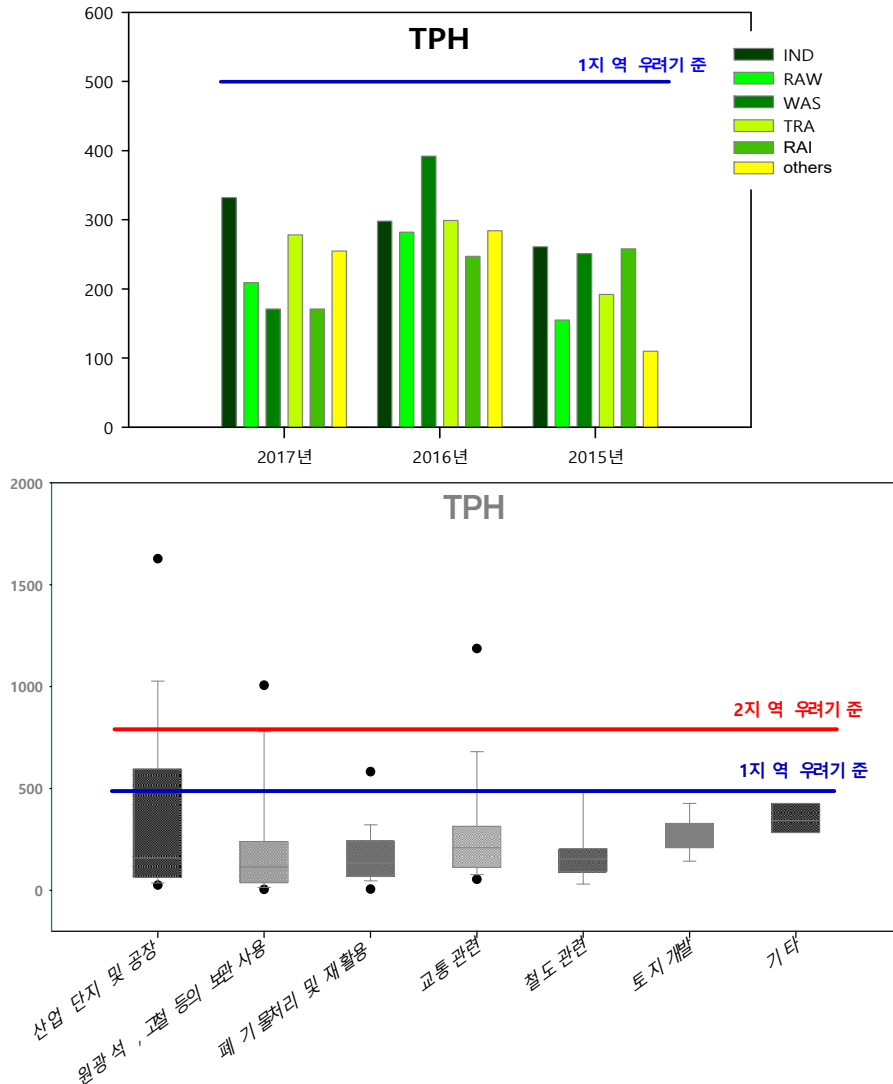


그림 13. 오염원 지역별 TPH 농도

- 6가 크롬(Cr^{+6})
 - 전체 조사대상 10개 지역별 118개 지점의 표토, 중간토 및 심토 132개 시료의 6가크롬을 조사한 결과 0.0 ~ 7.7 mg/kg 범위로 조사되었다.
 - 전체 평균농도는 0.2 mg/kg(0.1 mg/kg, '16년 결과)으로 전년도보다 높은수준으로 나타났다으며, 전지점이 토양오염 우려기준 이내였다.
- 시안(CN)
 - 2017년 토양오염 실태조사 결과 시안 평균농도는 0.003 mg/kg(0.17 mg/kg, '16년 결과)으로 1, 2지역의 우려기준(2.0 mg/kg)보다 매우 낮았으며, 우려기준을 초과한 지점도 없었다.
 - 다소 높은 농도를 보인 지점은 토지개발지역의 강서구 소재 E업체 0.22 mg/kg으로 가장 높게 조사되었으며, 그 외 다른 지점은 불검출이거나 낮은 수치로 조사되었다.
- 벤젠, 톨루엔, 에틸벤젠, 크실렌(BTEX)
 - 2017년 토양실태 오염조사 결과 조사대상의 대부분의 지점에서 불검출로 조사되어 토양오염우려기준을 만족하였다.
 - 다소 높은 농도를 보인 지점은 교통관련 시설지역의 사하구 소재 S업체 톨루엔 0.2 mg/kg, 자일렌 0.2 mg/kg으로 가장 높게 조사되었다.
- 벤조(a)피렌
 - 2017년 토양오염 실태조사 결과 벤조(a)피렌 평균농도는 0.211 mg/kg(0.051 mg/kg, '16년 결과)으로 1지역의 우려기준(1.0 mg/kg)보다 매우 낮았으며, 우려기준을 초과한 지점도 없었다.
- 폴리클로리네이트드비페닐(PCB), 페놀(Phenol), 유기인, TCE, PCE
 - 조사대상 모두 불검출로 나타났다.
- 수소이온농도(pH)
 - 2017년 토양오염 실태조사 결과 수소이온농도 범위는 4.6 ~ 9.7이였으며, 평균은 8.0로 전년도 7.9와 비슷한 수준으로 조사되었다.
 - 다소 높은 수준을 보인 지점은 교통관련 시설지역의 사하구 소재 S업체 9.7로 가장 높게 조사되었으며, 산업단지 및 공장지역이 평균 7.4로 가장 낮은 수준으로 조사되었다.
 - 그림 14는 최근 3년간 오염원지역별 수소이온농도 평균을 나타내었다.

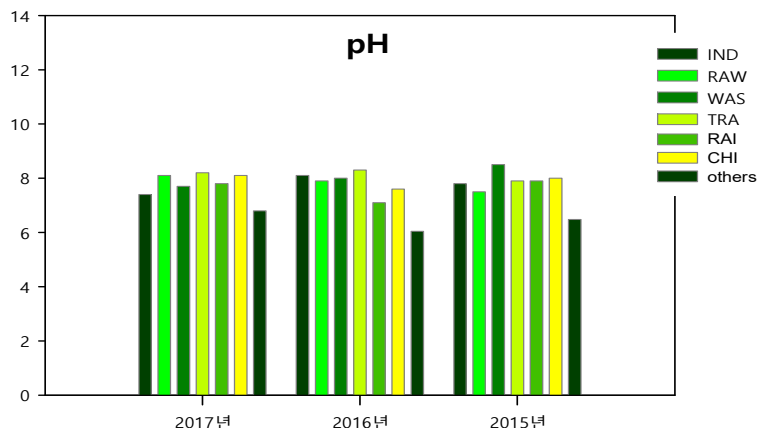


그림 14. 오염원 지역별 평균pH

4. 결론

2017년 시내 토양오염실태조사를 위해 10개 오염원지역에서 118개소 대상으로 표토(118개), 중간 및 심토(75개)를 포함한 193개의 시료를 분석한 결과는 다음과 같다.

- 토양오염우려기준 이내는 총 118개소 중 106개소(89.8 %)였으며, 12개 지점에서 토양오염 우려기준을 초과하여 기준초과 지역 발견율은 10.2 %로 나타났다.[전년(7.0 %)대비 소폭 증가]
- 토양오염우려기준을 초과한 12개소가 속한 오염원지역은 산업단지 및 공장지역 1, 원광석.고철 등의 보관 사용 지역 4, 폐기물처리 및 재활용관련 지역 2, 어린이 놀이시설지역 3, 토지개발 지역 2개소였다.
- 토양오염우려기준 초과 항목은 총 5가지이며, 비소, 납, 아연, 불소, 총석유계탄화수소(TPH)로 비소, 불소 2가지 항목이 전년도와 다르게 발견되었다.
- 조사항목별 기준초과 지점 수는 아연이 4개소로 가장 많았으며, 다음으로 납, 불소 각 3개소, 총석유계탄화수소 2개소, 비소 2개소로 나타났다.
- 2017년도 조사된 각 항목별 평균농도는 Cd 0.30 mg/kg(1.8 mg/kg, '16년 자료, 이하 동일), Cu 33.5 mg/kg(43.3 mg/kg), As 6.40 mg/Kg(7.7 mg/kg), Hg 0.07 mg/kg(0.28 mg/kg), Pb 111.6 mg/kg(60.9 mg/kg), 6가크롬 0.2 mg/kg(0.1 mg/kg), Zn 192.2 mg/kg(260.9 mg/kg), Ni 11.2mg/kg(15.4 mg/kg), F 267 mg/kg(260 mg/kg), CN 0.003 mg/kg(0.17 mg/kg), TPH 239 mg/kg(316 mg/kg), 벤조(a)피렌 0.211 mg/kg(0.051 mg/kg), pH 8.0(7.9), 톨루엔, 크실렌도 일부 검출되었고, TCE, PCE, PCB, phenol, 유기인은 불검출이었다.