

## 경기도내 어린이공원의 토양오염실태 연구

김웅수 · 송일석 · 신종현 · 오천환 · 김은아 · 김극태 · 김현자 · 김종수 · 최윤호<sup>†</sup>  
경기도보건환경연구원

### A Study on Soil Contamination of Children's Parks within the Gyeonggi-do Province Area

Woongsoo Kim, Ilseok Song, Jonghyun Shin, Cheonhwan Oh, Eunah Kim,  
Keugtae Kim, Hyunja Kim, Jongsu Kim, and Yunho Choi<sup>†</sup>  
Gyeonggi-do Institute of Health & Environment, Gyeonggi-do, Korea

#### ABSTRACT

**Objectives:** The pollution status of heavy metals within the soil was investigated with an aim to establishing a sustainable soil environment within parks and amusement facilities installed in urban areas of Gyeonggi-do Province.

**Methods:** As sampling sites, 14 locations were selected from a city with a number of factories near a residential area, a residential area, and a children's park in a city with mixed green areas. Seven kinds of heavy metals, including Cd, Pb, and Hg, and the pH of soil were analyzed three times by inductively coupled plasma optical emission spectroscopy (ICP-OES) and atomic absorption spectrometer (AAS).

**Results:** In this study, the pH of the samples from the residential park and industrial park showed 5.7-6.5 and 5.9-7.0, respectively. The overall mean concentration (mg/kg) of heavy metals was Zn (132.8), Ni (73.0), Cu (47.4), Pb (35.9), As (4.84), Cd (0.39), and Hg (0.07), indicating that these concentrations of heavy metals were lower than those for the area 1 standard of soil pollution concern criteria. In addition, the sampling sites in the residential area and the industrial area also showed the same tendency for concentration distribution.

**Conclusions:** We found that the soil pollution class (SPC) of some spots were over 200, which are third and fourth classes. In order to manage a sustainable soil environment in a city park, it is suggested that local governments, the management bodies for these parks, need to manage, supervise, and investigate soil pollution and quickly replace contaminated soil.

**Key words:** Children's park, soil pollution, heavy metal, residential area, industrial area

## I. 서 론

산업의 발달과 인구증가는 다양한 오염물질의 생성을 불러왔으며 급격한 성장 우선정책은 국민의 물질적 부를 어느 정도 충족시켜 주었으나, 지나친 인구의 도시집중과 비대화 등은 도시환경의 질적 저하를 초래하였다.<sup>1)</sup> 이런 도시환경의 질을 개선시

키는 것 중에서 소규모의 도시공원은 큰 역할을 한다. 최근 도시공원은 환경적으로 건강하고 지속 가능한 개발을 실천하는 중요한 수단과 동시에 생태 도시를 가꾸는데 필수적인 요소로서 그 중요성이 강조되고 있다. 도시의 공원은 녹지공간이 절대적으로 부족한 도시에 쾌적한 자연환경을 제공함은 물론 시민에게 여가활동공간을 제공하고 지역공동

<sup>†</sup>Corresponding author: Gyeonggi-do Institute of Health & Environment, Gyeonggi-do, Korea, Tel: +82-31-250-2637, Fax: +82-31-250-2639, E-mail: yunho238@gg.go.kr

Received: 28 April 2017, Revised: 29 May 2017, Accepted: 30 May 2017

체의식을 형성시키는 매우 중요한 역할을 한다. 도시공원은 그 기능에 따라 세분되는데 그 중 생활권공원은 소공원, 어린이공원, 근린공원으로 분류된다.<sup>2)</sup> 이중 본 연구의 대상인 어린이공원은 어린이보건 및 정서생활의 향상에 기여함을 목적으로 설치된 공원으로 2014년 경기도에는 총 1,833개가 설치되어 있으며 면적은 4,664천 m<sup>2</sup>로 도시공원 수의 65%를 차지하고 있다. 대부분 좋은 근접성과 시설 등으로 도시민의 휴식·운동·레크리에이션에 가장 많이 이용되고 있다.<sup>3)</sup>

어린이들은 토양을 일종의 놀이기구로 생각하는 경향이 있어 토양을 직접 손으로 만지고, 그 손을 입에 접촉하는 경우가 많기 때문에 토양 내 오염물질에 직접 노출되어 있다. 실제로 어린이놀이터, 어린이공원 등에서 의도적 또는 비의도적으로 어린이들이 섭취 또는 흡입하는 양은 일일평균 40 mg~200 mg으로 토양에 가장 많이 접촉하고 있으며, 청결에 대한 개념이 미흡하기 때문에 토양오염에 대한 노출위험이 가장 크다.<sup>4)</sup> 특히, 어린이들이 중금속으로 오염된 토양에 노출될 경우 섭취 또는 흡입에 의하여 건강에 위해를 미칠 우려가 있다.

본 연구는 위에서 언급한 토양에 대한 위해성을 모니터링 하기 위해서 경기도내 대표적인 14곳의 어린이공원 및 어린이놀이터 등을 대상으로 토양오염도를 조사하여 공원을 이용하는 어린이들 뿐만 아니라 주민들에게 쉽게 설명될 수 있도록 토양오염등급화(Soil Pollution Class, SPC)<sup>5)</sup>를 산출하여 안심하게 공원을 이용할 수 있도록 기초자료를 제공하고자 한다. 나아가 이러한 자료를 토대로 공원 관리자는 공원 내 토양의 적정관리를 위한 중요한 환경안전기준으로 판단하였으면 한다.

## II. 연구대상 및 방법

### 1. 조사대상

어린이공원 등 주변의 미세먼지가 토양의 오염물질 농도에 미치는 영향을 알아보기 위하여 경기도의 주거지역 중 인근에 공장이 많이 밀집된 공원(K) 9개 지점과 일반주거지역에서 녹지가 혼재된 공원(Y) 5개 지점 등 총 14개 지점을 임의 선정하였으며 조사대상의 면적은 Table 1과 같다.

**Table 1.** Sampling sites and pH

City	Park	Area(m <sup>2</sup> )	pH
K	K1	1,501	6.6
	K2	250	7.0
	K3	1,496	6.5
	K4	1,597	6.7
	K5	1,771	6.6
	K6	2,348	6.7
	K7	1,235	6.2
	K8	1,500	5.9
	K9	360	6.2
Y	Y1	2,706	6.5
	Y2	416	6.1
	Y3		6.0
	Y4	40,792	5.9
	Y5		5.7

\*Y3~Y5: Children's Park facilities installed in the same park

### 2. 시료채취 방법

본 조사를 위한 시료채취는 계절 및 시료의 균질성을 확보하기 위하여 총 3회(4월, 6월, 9월)에 걸쳐 실시하였으며, 세부적인 시료채취 방법은 토양오염공정시험기준<sup>6)</sup> 시료의 채취 및 조제방법을 준수하였다. 현장에서 공원마다 시료채취 시 토양표면의 잡초나 유기물 등 이물질 층을 제거한 후 표토층에서 중앙 1개 지점과 주변 4방위의 5m~10m 거리에 있는 1개 지점씩 5개 지점에서 시료를 채취한 후 혼합시료 500 g을 분석시료 1건으로 하였고 총 분석시료는 42건이다. 추가 정밀조사를 위하여 9월에는 3회차 시료채취 시 1회차 및 2회차에서 고농도의 중금속이 검출된 지점을 확인하기 위하여 K1, K2, K7, K9 등 4개 지점에서 각각의 혼합시료와 혼합 전 개별 5개 지점을 추가로 시료 채취하였다.

### 3. 분석시료 조제 및 조사 항목

조사대상 중금속은 기존의 많은 문헌연구 및 토양오염공정시험기준에서 제시한 카드뮴(Cd), 아연(Zn), 니켈(Ni), 납(Pb), 구리(Cu), 비소(As), 수은(Hg) 외 pH를 추가하여 8항목으로 각각의 시료채취 지점에서 채취한 토양을 폴리에틸렌 재질의 바트(Vat)위에 직사광선이 닿지 않는 장소에서 통풍이 잘 되도록 균일한 두께로 헤쳐 놓고 풍건시킨 후 표준체 10 mesh

**Table 2.** The wavelengths for analyzing Heavy metal

Element	Cd	Zn	Ni	Pb	Cu	As	Hg
Wavelength(nm)	228.8	206.2	231.6	220.3	324.7	193.6	253.7

**Table 3.** Quality control of ICP and AAS analysis by heavy metal

Element	Linearity(R <sup>2</sup> )	Limit of quantification(mg/kg)	Accuracy(%)	Precision(%)
Cd	0.9998	0.03	105.25	0.41
Zn	0.9998	0.05	102.71	0.47
Ni	0.9999	0.2	103.17	0.38
Pb	0.9998	0.6	103.09	0.25
Cu	0.9999	0.1	103.54	0.36
As	0.9998	0.95	103.57	0.59
Hg	0.9989	0.002	105.82	2.31

(눈금간격 2 mm) 체거름한 시료를 다시 100 mesh (눈금간격 0.15 mm) 체거름하여 균일하게 혼합 후 토양을 증금속 분석용 시료로 하였다.

#### 4. 전처리 및 기기분석

카드뮴, 아연, 니켈, 납, 구리, 비소, 수은, 토양 pH 등은 토양오염공정시험기준에 의하여 전처리 한 후 수은을 제외한 증금속 분석을 위하여 Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectroscopy (ICP-OES 5100, Agilent, Malaysia)와 수은 분석을 위해서는 Atomic Absorption Spectrometer(AAS FIMS-400, PerkinElmer, Singapore)를 사용하였으며 분석 과정은 Table 2와 같다. 토양의 기본성질을 평가하는 pH는 시료 5 g을 무게로 달아 50 mL 비커에 취하고 정제수 25 mL를 넣어 유리막대로 저어 주면서 1시간 방치 후 pH meter(HANNA Instruments HI-98150, Romania)로 분석하였다.

#### 5. 기기분석 정도관리

분석 결과에 대한 신뢰성 확보를 위해 ICP-OES 5100과 AAS FIMS-400의 직선성(R<sup>2</sup>), 정량한계(Limit of quantification), 정확도(Accuracy), 정밀도(Precision)를 각각 측정하여 Table 3에 나타내었다. 검정곡선 작성을 위해 4개 이상의 농도를 사용하였고 정량한계는 해당 증금속의 정량한계 부근의 농도가 되는 표준용액을 첨가한 시료를 7회 이상 측정하여 구하였으며, 정확도와 정밀도를 산정하기 위해 같은 농

도의 시료를 5개 이상 분석하여 평균값과 표준편차를 구하였다.<sup>6)</sup> 모든 절차는 토양오염공정시험기준에 의해 진행되었으며 그 결과는 직선성(R<sup>2</sup>) 0.9989~0.9999, 정량한계 0.002 mg/kg~0.95 mg/kg, 정확도 102.71%~105.82%, 정밀도 0.25%~2.31%의 값으로 이는 토양오염공정시험기준에서 제시한 정도관리 기준에 모두 만족하였다.

### III. 결과 및 고찰

#### 1. 토양 pH

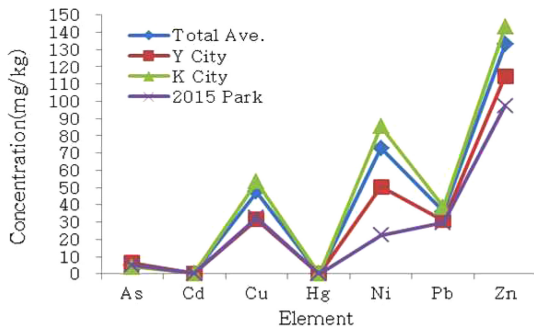
조사대상의 토양 pH는 5.7~7.0의 범위이고 대체적으로 약산성에서 중성의 범위로 Table 1에서 확인 가능하다. 이는 대부분의 도심이 산성강하물로 인하여 산성화가 가속화되고 있다는 연구결과<sup>7,8)</sup>와 같은 양상으로 나타났다. 하지만 송희일 등<sup>9)</sup>이 조사한 경기북부 어린이활동공간 중 도시공원, 주택단지 등의 결과와 비교하면 pH가 6.7~7.2로 전체적으로 중성의 범위를 나타내는데 이는 조사대상지역의 선정과 주변지역의 특징에 따라 서로 상이한 결과가 나타났다고 생각된다. 한편 주거지역(Y) 토양의 pH범위 5.7~6.5는 공업지역(K) 토양의 pH범위 5.9~7.0 보다 더욱 토양 산성화된 것으로 조사되었는데 이는 산성강우 등에 의한 토양 산성화의 영향보다는 주거지역(Y) 공원에 소나무 등 침엽수림의 많이 식재되어 토양의 표토에 영향 준 것으로 사료 되었고, 이는 G.W. Thmmas<sup>10)</sup>는 pH가 나타내는 단순한 산성 또는 알칼

리성은 토양의 다른 많은 인자에 대한 토양의 주된 특성을 결정하는데 도움을 준다는 내용과 같다고 볼 수 있다.

**2. 중금속**

**2.1. 항목별 평균농도**

토양의 중금속 함량은 오염원 뿐만 아니라 토양 자체의 자연배경농도 함량을 조사한 기존 연구<sup>11)</sup>도 있지만, 이미 조성된 공원의 실태조사 및 유지관리를 위한 연구의 목적을 고려하여 바탕시료에 대한 분석은 생략하였다. 따라서 연구에서 분석한 조사대상 지역의 전체적인 중금속농도는 Fig. 1에 나타내었다. 항목별 전체 평균농도(mg/kg)는 Table 4와 같이 아연 132.8 > 니켈 73.0 > 구리 47.4 > 납 35.9 > 비소 4.84 > 카드뮴 0.39 > 수은 0.07 순으로 조사되어 토양오염우려기준의 1지역(주거지역) 기준보다 낮게 조사되었다. 또한 Fig. 1에서는 2015년 경기도 토양오염실태조사<sup>12)</sup>의 공원지역 중금속평균농도(mg/kg)를 비교하였는데 아연 97.5 > 구리 32.5 > 납 29.5 > 니켈 22.5 > 비소 4.94 > 카드뮴 0.21



**Fig. 1.** Distribution of heavy metal concentrations at sites

**Table 4.** Average concentrations of heavy metal (unit: mg/kg)

Element	Crater.	Avg.	Max.	Min.	Excess No.
As	25	4.84	17.47	1.42	
Cd	4	0.39	0.95	0.07	
Cu	150	47.4	233.7	10.3	3
Hg	4	0.07	0.39	0.02	
Ni	100	73.0	547.7	11.7	3
Pb	200	35.9	86.7	16.3	
Zn	300	132.8	275.0	77.0	

> 수은 0.03 의 결과값을 문헌을 통하여 확인하였다.

조사대상으로 선정하였던 지역별 평균농도를 비교해보면 주거지역(Y)의 중금속 평균농도(mg/kg)는 Table 5와 같이 아연 114.4 > 니켈 50.4 > 구리 31.5 > 납 30.9 > 비소 6.49 > 카드뮴 0.37 > 수은 0.04 순으로 조사되었다. 공업지역(K)중금속의 평균농도(mg/kg)는 Table 6과 같이 아연 143.1 > 니켈 85.6 > 구리 58.4 > 납 38.7 > 비소 3.92 > 카드뮴 0.39 > 수은 0.08 순으로 나타났다. 지역구분에 차이 없이 니켈과 구리를 제외한 모든 항목에서 토양오염우려기준 1지역에 훨씬 못 미치는 수준으로 낮게 조사되었다. 하지만 주거지역(Y) 중금속의 평균농도가 공업지역(K) 중금속의 평균농도보다 비소항목을 제외하고 낮게 조사되었다. 또한 공업지역(K)의 특정공원 K7의 경우 니켈과 구리 항목이 1회차 부터 3회차 모두 토양오염우려기준 1지역을 초과하였다. 분석결과에서 니켈의 경우 토양오염우려기준(100 mg/kg)을 초과한 384.7 mg/kg~547.7 mg/kg으로, 구리는 토양오염우려기준(150 mg/kg)을 초과한 166.5 mg/kg~233.7 mg/kg으로 조사되었다. 이 지점의 주변 특징을 살펴보면

**Table 5.** Heavy metal concentrations of residential parks (unit: mg/kg)

Element	Crater.	Avg.	Max.	Min.	Excess No.
As	25	6.49	17.47	2.90	
Cd	4	0.37	0.83	0.07	
Cu	150	31.5	42.3	22.5	
Hg	4	0.04	0.09	0.02	
Ni	100	50.4	92.3	21.0	
Pb	200	30.9	47.7	21.3	
Zn	300	114.4	178.7	77.0	

**Table 6.** Heavy metal concentrations of industrial parks (unit: mg/kg)

Element	Crater.	Avg.	Max.	Min.	Excess No.
As	25	3.92	8.24	1.42	
Cd	4	0.39	0.95	0.07	
Cu	150	58.4	233.7	10.3	3
Hg	4	0.08	0.39	0.02	
Ni	100	85.6	547.7	11.7	3
Pb	200	38.7	86.7	16.3	
Zn	300	143.1	275.0	77.3	

**Table 7.** Heavy metal concentrations of high concentration spots (unit: mg/kg)

Element	Crater.	Conc.	K1	K2	K7	K9
As	25	Average	3.89	2.33	6.96	1.34
		Range	2.16~6.77	1.26~3.42	0.63~12.82	0.00~2.73
Cd	4	Average	0.46	0.37	0.33	0.29
		Range	0.26~0.92	0.14~0.59	0.11~0.48	0.16~0.50
Cu	150	Average	43.4	58.6	232.2	43.5
		Range	18.5~58.8	21.9~85.8	13.5~913.8	24.4~61.1
Hg	4	Average	0.07	0.04	0.07	0.04
		Range	0.03~0.13	0.02~0.06	0.01~0.11	0.00~0.09
Ni	100	Average	56.6	50.1	2,195.5	53.2
		Range	24.0~149.7	10.3~88.0	39.3~10,751.0	14.0~113.7
Pb	200	Average	55.5	84.9	28.3	66.4
		Range	37.3~73.7	23.7~157.0	11.0~43.3	37.0~92.3
Zn	300	Average	169.5	165.9	126.0	192.1
		Range	131.7~212.0	117.3~207.0	39.7~195.7	130.0~232.3

왕복 6차선의 도로변에 위치한 공원으로 주변과 달리 놀이시설이 설치된 토양은 외부 유입이 의심되는 검은빛의 일정한 모양과 크기를 나타낸 특이한 상황이었다.

**2.2. 중금속 고농도지점의 농도분포**

3회차 시료채취는 1회차 및 2회차에서 다소 고농도의 중금속이 검출된 지점의 오염도를 정확하게 확인하기 위하여 K1, K2, K7, K9 등 4개 지점에서 각각의 혼합 전 개별 5개 시료를 채취하여 분석한 결과 K2를 제외한 3개의 지점에서 원인이 되는 고농도의 중금속이 검출됨을 Table 7에 정리하였다. K1지점의 경우 어린이놀이시설인 모래놀이터 등 4 곳에서는 중금속 7항목 모두 토양오염우려기준 1지역 이하로 낮게 조사되었으나 상가와 인접되고 나무가 식재된 지점에서 니켈의 토양오염우려기준(100 mg/kg)을 초과한 149.7 mg/kg으로 조사되었으며, K7 지점의 경우에는 K1지점과 달리 어린이놀이시설인 모래놀이터에서만 중금속 7항목 중 니켈과 구리가 토양오염우려기준 1지역을 초과하였다. 니켈의 경우 10,751.0 mg/kg으로 토양오염우려기준(100 mg/kg)을 무려 107배나 초과하였고, 구리는 913.8mg/kg으로 토양오염우려기준(150 mg/kg)을 6배나 초과하였다. 또한 K9지점의 경우 아파트 단지 내 설치된 어린이 놀이시설로 아파트와 놀이시설 사이의 좁은 공

간의 토양에서 니켈이 토양오염우려기준(100 mg/kg)을 초과한 113.7 mg/kg으로 조사되었다. 고농도 지점을 분석하는 과정에서 결과의 신뢰성을 확보하기 위해서 대표적으로 K7지점의 가장 오염도가 높을 것으로 예상되는 한개의 시료를 정성분석 장비인 X-ray Fluorescence Spectrometer (XRF EDX-720, Shimadzu, Japan)를 사용하여 토양의 주성분과 3회차 까지 분석에서 토양오염우려기준에 초과한 니켈과 구리의 교차분석을 시행하였다. 선택된 K7시료의 경우 XRF EDX-720을 이용하여 분석한 결과 주성분은 알루미늄(Al), 규소(Si), 칼륨(K), 칼슘(Ca), 티타늄(Ti), 망간(Mn), 철(Fe)을 포함하며 토양에서 중금속 규제항목인 니켈(Ni), 구리(Cu) 또한 정성분석에서 확인되어 Fig. 2에 나타내었다. 비록 공원의 토양 중 토양오염우려기준 1지역을 초과한 지점이 차지하는 면적은 적지만 어린이들은 직접 손으로 만지고 그 손을 입에 접촉하여 토양 중의 중금속이 섭취 또는 흡입에 의하여 어린이들의 건강에 위해를 미칠 우려가 있을 것으로 사료된다.

**2.3. 토양오염지표를 이용한 토양등급 평가**

토양등급을 평가하기 위해서 조사대상에서 선정되었던 공업지역(K)과 주거지역(Y) 등 14개 지점을 ICP-OES 5100과 AAS FIMS-400의 3회 분석한 시료에 대한 평균값을 토양오염지표 산출공식을 이용

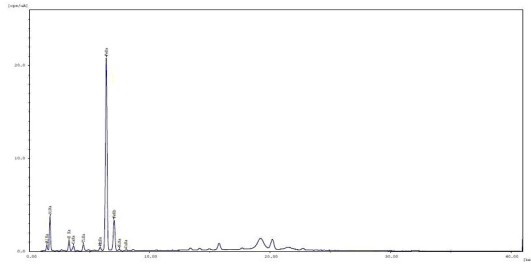


Fig. 2. Heavy metal qualitative results at K7 spot.

하여 토양을 등급화(SPC)하여 Table 8에 정리하였다.

$$SPC = \sum_i \frac{Conci}{TVi} \times 100$$

i : Cd, Zn, Ni, Pb, Cu, As, Hg

TVi : 토양오염이 우려되는 기준

Conci : Cd, Zn, Ni, Pb, Cu, As, Hg의 분석농도

토양오염등급화 결과 니켈 농도가 높았던 K7(공업지역) 지점의 경우 토양이 오염된 지역이라 할 수 있는 4등급이었으며, 나머지 지점은 2등급과 3등급으로 토양오염이 우려되어 이 지역에 대한 토양상태의 재검사가 필요한 지역으로 판단되었다. 이준복 등<sup>13)</sup> 서울시내 어린이 놀이터 토양상태를 평가한

기존연구와 비교하면 토양상태가 건전한 점수인 100의 약 20%~30% 수준을 나타내었던 1등급과 비교한 결과 본 연구에서 선정되었던 경기도내 어린이공원의 토양오염도는 3등급, 4등급을 포함한 심각한 수준으로 판명되었다.

#### IV. 결 론

어린이 보건 및 정서생활의 향상에 기여함을 목적으로 설치된 어린이공원과 도시민의 휴식공간인 근린공원의 토양 중 중금속을 조사하여 공원 이용자들의 건강피해 여부를 알아보기 위해 경기도내 14개 공원의 대하여 조사한 결과는 다음과 같다.

1. 공원 토양에서 주거지역(Y) 토양의 pH범위 5.7~6.5는 공업지역(K) 토양의 pH범위 5.9~7.0 보다 더욱 토양 산성화된 것으로 조사되었다.

2. 중금속의 항목별 전체 평균농도(mg/kg)는 아연(Zn) 132.8, 니켈(Ni) 73.0, 구리(Cu) 47.4, 납(Pb) 35.9, 비소(As) 4.84, 카드뮴(Cd) 0.39, 수은(Hg) 0.07로 토양오염우려기준의 1지역(주거) 기준보다 낮게 조사되었고, 주거 및 공업지역의 대상지점도 동일한 순서의 농도분포를 나타내었다.

3. 고농도 토양오염이 우려되는 지점(K1, K2, K7, K9)에 대하여 각각 지점마다 원인을 살펴 본 결과

Table 8. The SPC of sampling sites

City	Park	As	Cd	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn	Total score	Class
		Avg.	Avg.	Avg.	Avg.	Avg.	Avg.	Avg.		
K	K1	14	8	12	1	24	19	37	115	2nd
	K2	10	12	38	1	53	33	65	212	3rd
	K3	11	8	26	1	33	12	49	140	2nd
	K4	17	10	30	2	40	18	51	168	2nd
	K5	19	11	16	3	23	12	39	123	2nd
	K6	20	7	18	2	20	14	38	119	2nd
	K7	22	13	135	2	493	16	50	731	4th
	K8	14	8	40	1	37	13	45	158	2nd
	K9	14	11	26	4	48	36	56	195	2nd
Y	Y1	27	7	22	1	31	14	35	137	2nd
	Y2	20	6	21	1	42	13	34	137	2nd
	Y3	36	13	21	2	50	16	34	172	2nd
	Y4	19	11	19	1	64	17	40	171	2nd
	Y5	27	10	21	1	66	17	47	189	2nd

유해성분이 다량함유되어 재활용이 불가능한 폐토사 또는 폐사 등의 폐기물이 무지의 상태로 오염토양이 불법으로 공원 내 반입이 의심되어 지속적으로 오염될 우려가 있다.

4. 토양오염등급(SPC)을 평가한 결과 니켈 농도가 높았던 K7지점의 경우 4등급으로 오염이 심각하고 나머지 지점은 2등급과 3등급으로 토양오염이 우려되어 재검사가 필요한 지역으로 판단되었다.

토양오염의 특징인 중금속에 의한 지속성과 잔류성을 예방하기 위해서 공원의 관리주체인 각 지자체에서는 철저히 관리·감독이 필요하며, 특히 초기에 공원 조성시와 공원 내에 토양 교체 시 사전에 토양의 오염도를 확인하기 위해 토양오염 전문기관으로부터 토양오염도 조사를 실시하도록 권한다. 또한 본 연구를 시작으로 경기도내 어린이공원의 정기적인 조사를 통해 오염된 토양에 대하여 신속하게 교체하는 등 쾌적한 도심 내 공원 관리에 기초가 되는 자료로 활용되는데 기여하고자 한다.

### Acknowledgements

본 연구는 국립환경과학원의 시·도보건환경연구원 국고 보조사업의 일환으로 부분적으로 지원받아 수행되었습니다(076-1900-1946-309-330).

### References

1. Lee KJ, Sim BB, Jung HS. A Study on the Status of Environmental Quality in Urban Parks. *環境科學* 研究, 2004; 10: 20-25.
2. 국토교통부. 도시공원 및 녹지 등에 관한 법률 제15조, 2016.
3. 경기도. 경기도 기본통계, 2014.
4. 환경부. 토지이용별 토양오염기준 및 복원기준 마련을 위한 연구, 2003.
5. 박용하. 토양질 측정자료의 관리체계 구축방안, 1997.
6. Ministry of Environment. Soil Pollution Act, 2015.
7. Chang KS, Lee SW. Sensitivity and Self-Purification Function of Forest Ecosystem to Acid Precipitation(II)-Ion Balance in Vegetation and Soil Leachate. *Journal of Korea Forest Society*, 1995; 84(1): 103-113.
8. Kim DY, Ryu JH, Chae JS, Cha SH. Deposition of Atmospheric Pollutants in Forest Ecosystems and Changes in Soil Chemical Properties, *Journal of Korea Forest Society*, 1996; 85(1): 84-95.
9. Song HI, Kwon KA, Jung EH, Park JH, Kim GH, Lee JB. A Study on Parasites and Heavy metals of Children's activity space, *The Report of Gyeonggi-do Institute of Health and Environment*, 2014; 27: 267-273.
10. Thomas, G. W. Method of soil analysis. Parts 3. Chemical methods-soil pH and Acidity, SSSA Book Series, 1996.
11. Yoon JK, Kim DH, Kim TS, Park JG, Chung IR, Kim JH, et al. Evaluation on Natural Background of the Soil Heavy Metals in Korea, *Journal of Soil and Groundwater Environment*, 2009; 14(3): 32-39.
12. 경기도. 토양측정망 및 토양오염 실태조사결과, 2015.
13. Lee JB, Kim GB, Jung K, Kim MY. The Evaluation on the Pollution Level of Playgrounds for Children in Seoul Metropolitan, *Korean Journal of Environmental Health Sciences*, 2006; 32(4): 245-253.