

일부 수도권지역에서의 키즈카페 내 유해물질 노출수준 평가

김호현*** · 안선민** · 이재영*** · 최인석**** · 이정훈** · 남의현** ·
유시은***** · 정다영***** · 이철우***** · 박총희*****†

*평택대학교 ICT융합학부 ICT환경융합전공, **평택대학교 생활 및 산업 환경R&D 센터,
경희대학교 생명자원과학연구원, *한국건설생활환경시험연구원 정밀화학분석센터,
*****국립환경과학원 환경보건연구과

Assessment for Exposure Levels of Hazardous Substances in Kids Cafes within Some Metropolitan Area

Ho-Hyun Kim***, Sun-Min An**, Jae-Young Lee***, In-Seak Choi****, Jeong-Hun Lee**,
Yi-Hyun Nam**, Si-Eun Yoo*****, Da-Young Jung*****,
Chul-Woo Lee*****, and Choong-Hee Park*****†

*Department of Information, Communication and Technology Convergence, ICT Environment Convergence,
Pyeongtaek University

**Life & Industry Environmental R&D Center in Pyeongtaek University

***Institute of Life Sciences & Resources, in KyungHee University

****Health & Environment Laboratory Chemical Analysis Center, Korea Conformity Laboratories

*****Environmental Health Research Division, National Institute of Environment Research, Incheon, Korea

ABSTRACT

Objectives: In this study, we investigated an assessment for exposure levels of hazardous substances to kids cafes that unregulated by law.

Methods: Heavy metals, volatile organic compounds, formaldehyde, pesticides and phthalate were measured at 20 kids cafes in Gyeonggi-do and Incheon. Samplings were conducted from April to July in 2018.

Results: Heavy metals were detected over the standard mainly around the floor and walls in the 19 kids cafes. Pesticides were detected in 7 locations with chlorpyrifos, diazinon and cypermethrin, and showed the highest detection level of chlorpyrifos. The concentrations of DEHP in all kids cafes were exceeded with standard. The risk assessment results showed that HCHO as carcinogen had a safety level and DEHP as non-carcinogens had a safety level as assessed to be under than 0.1.

Conclusions: Considering the exposure investigation results and the importance of child health protection, kids cafe should be included in the legal management list of children's activities zones.

Keywords: Heavy metal, HCHO, kids cafe, phthalate, VOCs

I. 서 론

최근 현대사회는 급속한 도시화, 산업화로 인해 야외 놀이공간이 줄어들었고, 실외 놀이공간에 대한 안

전성 문제가 증가됨에 따라 이를 대체 할 수 있는 적절한 놀이 환경 및 교육을 제공하는 실내 놀이공간에 대한 관심이 점점 높아지고 있다.¹⁾ 키즈카페 (Kids Cafe)는 2000년대 후반부터 본격 출현한 신종

†Corresponding author: National Institute of Environment Research, Incheon 22689, Korea, Tel: +82-32-560-7126, Fax: +82-32-568-2035, E-mail: whoispch@korea.kr

Received: 01 February 2019, Revised: 07 February 2019, Accepted: 20 February 2019

업종으로 어린이나 유아가 이용하는 시설로 어린이 놀이법상 어린이에게 놀이를 제공하는 것으로 업종으로 하는 자의 영업소로 이용되는 공간으로 환경보건법의 어린이활동공간으로 분류될 수 있으나, 현재 환경관련 법적 관리대상에 포함되지 않는다.²⁾

최근 국민안전처를 포함하여 관련부처 합동으로 전국 유원시설을 대상으로 안전관리 체계와 관리실태를 파악하기 위해 합동 현장점검을 한 결과, 사고 발생 위험 등 중대한 결함사항은 없었으나, 시설 관리에 대한 지적사항이 148건으로 키즈카페 등의 시설 관리가 필요한 것으로 나타났다.³⁾ 행정안전부에서 제공하는 어린이 놀이시설 안전관리시스템에 따르면 식품접객업소로 분류되는 어린이 놀이시설의 경우 17년도와 비교하였을 때 18년도에 약 29% 증가하고 있어,⁴⁾ 식품접객업소로 분류되며, 실내공간에 설치된 키즈카페에서 실내공기질을 포함하는 환경유해인자에 대한 관리의 중요성이 증가하고 있다.

실내오염물질로는 이산화탄소, 미세먼지, 중금속, 휘발성유기화합물(VOCs), 폼알데하이드(HCHO), 살충제(Pesticides), 프탈레이트류(Phthalates) 등이 있다. Park 등 (2013)에 따르면, 키즈카페 내 실내공기 중 이산화탄소(CO₂)는 보호자가 이용하는 카페나 입구인 매점소에서는 허용기준치인 1,000 ppm을 넘지 않았으나 영유아가 주로 사용하는 공간은 허용기준치보다 최대 1.4배가 높았으며, 폼알데하이드(HCHO)는 허용기준치인 0.1 ppm을 초과하였고 정글짐과 볼풀에서 높은 농도로 측정되어 관리가 필요한 것으로 조사되었다.^{5,6)}

환경보건법 제 23조에 의해 어린이 활동공간에서는 도로나 마감재료 중 목재, 모래 등 토양, 합성고무 재질 바닥재 재질에서 주요 중금속의 함량을 제한하고 있다.⁷⁾ 가소제인 프탈레이트류 중 사용량이 가장 많았던 DEHP(Di-ethylhexyl phthalate)는 유아용 완구에 사용되며, 인지능력 저하 및 신체발육 관련 위해우려가 있고,⁸⁾ 살충제(Pesticides)는 아동의 신경행동학적 수행능력에 영향을 줄 수 있다.⁹⁾

현재 키즈카페는 최근 각광받기 시작한 신종업종이기 때문에 정책 수립이나 개선을 위한 실태조사 자료가 부족한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 실내공기질 관리법과 환경보건법상 미관리 시설인 키즈카페 내 유해물질 노출 가능성 조사를 통해 환경안전 관리 방안 마련을 위한 기초자료를 제공하고자 한다.

II. 실험방법

1. 연구대상 및 기간

수도권 지역인 인천광역시(부평구, 남동구, 남구)와 경기도(시흥시, 성남시, 화성시, 광주시, 안양시) 지역의 총 20개소의 키즈카페에 대하여 2018년 7월부터 10월까지 약 4개월간 실내공기질 측정을 시행하였다(Table 1). Embrain trend Monitor의 키즈카페 관련 조사 보고서 결과에 따라 89.6%의 가장 높은 이용 빈도를 나타내는 실내놀이터형을 중심으로 측정하였고,¹⁰⁾ 인구 밀집도 등을 추정하여 대표성 있는 수도권 중심의 키즈카페를 대상으로 선정하였다.

2. 측정 방법

2.1. 측정 물질 선정

환경안전관리기준 항목인 중금속(Pb, Cd, Hg, Cr), VOCs, HCHO와 국외에서 어린이 민감물질로 규정된 살충제(클로르피리포스(Chlorpyrifos), 다이아지논(Diazinon), 디클로르보스(Dichlorvos), 사이퍼메트린(Cypermethrin)), 프탈레이트(DEHP, DBP, BBP, DNOP, DINP, DIDP) 등 총 5개 항목을 대상으로 환경실태조사를 하였다.

2.2. 측정 물질 분석

실내공기질 공정시험기준이 있는 중금속은 기본검사 환경유해인자 공정시험기준으로 벽, 바닥을 중심으로 측정하였고, VOCs는 고체흡착관, HCHO는 DNPH-silica 측정 방법에 준하여 측정 물질을 분석하고자하였다. 또한 규정된 시험방법이 없는 pesticides, phthalates는 각각 OSHA(2016) 표준공정 62, PV 2063, “어린이 활동공간의 프탈레이트류 노출로 인한 건강 위해성 평가¹¹⁾”의 분석방법을 따랐다. Pesticides는 분당 16 L의 유속으로 ORBO-tube를 통해 1회 30분씩 연속 2회 측정하였고, GC-NPD를 이용하여 분석하였다. Phthalates는 청소기의 먼지필터를 채취하여 테트라하이드로퓨란(Tetrahydrofuran 99.9%) 30 mL 첨가 후 40°C 초음파 60분 간 추출 후 GC/MS로 분석하였다.

2.3. 위해성평가

위해성평가는 키즈카페 이용자 인식 실태조사 결과를 바탕으로, 어린이 노출특성을 포괄적으로 설명

Table 1. Information of kids cafe

Facilities	Region	Area (m ²)	The number of floors	Set up year
A	Bupyeong-gu	396	Between the 4 and 5 floor	2014
B	Bupyeong-gu	490	Between the 4 and 5 floor	2015
C	Incheon Namdong-gu	120	More than the 5 floor	2016
D	Metropolitan City Namdong-gu	130	Between the 2 and 3 floor	2018
E	Nam-gu	88	Underground	2015
F	Nam-gu	90	More than the 5 floor	2016
G	Siheung-si	1157	More than the 5 floor	2014
H	Seongnam-si	406	Between the 4 and 5 floor	2018
I	Hwaseong-si	70	Between the 4 and 5 floor	2018
J	Gwangju-si	264	Between the 4 and 5 floor	2017
K	Anyang-si	276.25	Between the 4 and 5 floor	2017
L	Anyang-si	208	1 floor	2013
M	Gyeonggi-do Anyang-si	594	Between the 4 and 5 floor	2017
N	Province Anyang-si	198	Between the 4 and 5 floor	2017
O	Anyang-si	168	More than the 5 floor	2017
P	Anyang-si	330	Between the 2 and 3 floor	2014
Q	Anyang-si	330	Between the 2 and 3 floor	2016
R	Anyang-si	231	Between the 2 and 3 floor	2016
S	Anyang-si	200	Between the 2 and 3 floor	2014
T	Anyang-si	495	Between the 4 and 5 floor	2016

할 수 있는 만 7~12세 어린이를 직접 노출측정 대상으로 선정하였다.

위해성평가 대상물질은 호흡기를 통해 흡입될 수 있는 HCHO와 실내공기, 바닥(먼지) 등과의 호흡 및 섭취 경로를 통해 노출될 수 있는 DEHP로 선정하였고, 용량-반응 자료는 US EPA의 IRIS (Integrated Risk Information System) 및 WHO (World Health Organization)에서 공식적으로 제시한 자료를 이용하였다.

발암 및 비발암독성 물질의 정량적 독성정보는 가능한 어린이기 노출에 의한 독성자료를 일차적으로 선정하나, 자료가 없는 경우에는 성인의 독성자료를 활용하였다. 대상물질 중 인체 발암성 가능 물질은 발암성 물질로, 영아 및 유아시기에 성장 독성 등 민감한 비발암 독성영향이 유발될 수 있는 것으로 평가되는 물질의 경우 비발암 어린이 민감 영향물질로 분류하여 평가하였다.

대상물질 중 인체 발암 물질은 HCHO, 비발암 물질은 DEHP로 결정하였다. 발암물질은 반응-용량자

료를 통해 평생평균인체노출량(Lifetime Average Daily Dose, LADD)과 발암잠재력(Cancer Potency Factor, CPF)을 이용하여 평생초과발암위해도(Excess Cancer Risk, ECR)를 산출하였고, 비발암물질은 위해도(Hazard Quotient)를 산출하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 측정 물질 분석 결과

1.1. 중금속

XRF 간이 측정된 결과, Pb은 20개소 중 19개소 (458~122,300 mg/kg)에서 기준을 초과하였으며, 업소별로는 전체 측정지점 대비 기준 초과율이 낮은 0~45%, 중금속 총합은 0~42.5%로 나타났다(Table 2). '2010 환경부 어린이 실내활동공간 실태조사 및 관리대책 용역'보고서에 따르면, 바닥표면 중 Pb과 Cd의 경우 실내놀이터가 어린이집, 유치원, 가정어린이집에 비해 높은 농도 값을 보였고, 비소는 0.0013 $\mu\text{g}/\text{cm}^3$ 검출되었다¹²⁾. 또한 원종무 외(2018) 연구 결

Table 2. The excess of heavy metals of the kids cafe

Kids cafe	No. of sites	No. and percent of Excess Guideline			
		Pb	%	Total	%
Guideline (mg/kg)		600		1,000 (Pb+Cd+Hg+Cr ⁶⁺)	
A	60	15	25	13	21.7
B	40	18	45	17	42.5
C	17	1	5.9	-	-
D	38	4	10.5	4	10.5
E	69	14	20.3	13	18.8
F	32	7	21.9	7	21.9
G	68	1	1.5	18	26.5
H	33	2	6.1	2	6.1
I	45	5	11.1	5	11.1
J	48	6	12.5	6	12.5
K	28	2	7.1	2	7.1
L	51	9	17.6	9	17.6
M	24	-	-	-	-
N	39	2	5.2	3	7.7
O	21	2	9.5	2	9.5
P	40	2	5	2	5
Q	33	5	15.2	6	18.2
R	48	2	4.2	3	6.3
S	45	3	6.7	2	4.4
T	65	12	18.5	12	18.5

과에서는 어린이 놀이터 실외의 XRF 측정 결과 마감재와 바닥재에서 주로 검출되었다¹³⁾. 본 연구에서는 반복측정 키즈카페 5곳을 선정하여 중량법을 이용한 중금속을 분석하였고, 미세먼지 내 비소는 평균 0.0010 mg/m³으로 나타났다. 현재 발암물질로 알려진 비소는 일본의 경우, 정부기관(METI)에서 주관하여 산업계와 협조하여 관리하고 있으며 페인트 코팅 등에서 납, 비소, 카드뮴을 제한하여 관리하고 있다¹⁴⁾. 따라서 환경안전관리기준 항목 내 비소의 노출과 위해성을 고려한 기준강화 및 확대가 필요하다 고 판단된다.

1.2. 휘발성유기화합물

VOCs의 경우 20개소 중 어린이활동공간 환경안전진단 기준인 400 µg/m³ 이상 초과한 곳은 12개소로 나타났다(Table 3). 초과사례의 특성을 살펴보면,

Table 3. The concentration of VOCs and HCHO by kids cafe

Kids Cafe Facilities	VOCs (µg/m ³)		HCHO (µg/m ³)	
	Main examination	Re-examination	Main examination	Re-examination
Guideline	400		80	
A	958	259	161	32
B	302	-	94	-
C	773	-	204	-
D	4570	417	136	65
E	84	-	70	-
F	661	118	201	68
G	647	-	76	-
H	6201	587	131	22
I	476	-	167	-
J	2049	470	159	48
K	360	-	150	-
L	168	-	49	-
M	436	-	66	-
N	804	-	112	-
O	348	-	12	-
P	ND	-	54	-
Q	45	-	70	-
R	325	-	162	-
S	468	-	19	-
T	1197	-	48	-

It is indicated as the guideline for the sensitivity group of multi-use facility guideline because kids cafe is no guideline.

대부분 개업시기가 2018년이거나 1-2년 이내의 신축 건물 및 제품 교체가 있는 곳이었다. 양지연 등(2010)의 연구에 따르면 VOCs의 물질별 평균 농도의 경우 톨루엔, m,p-자일렌, 에틸벤젠 순으로 나타났으며 특히 실내놀이터에서는 m,p-자일렌 성분이 다른 시설에 비해 높게 조사되었다.¹⁵⁾ 자일렌은 실내 건축자재 및 실내 가구 등에 의해 가능한 대표적인 실내오염물질로 주로 구토, 두통, 현기증, 호흡곤란을 일으키는 물질이며, 특히 영유아에게 노출되면 위험성이 큰 물질이기 때문에 관리가 필요하다.¹⁶⁾

본 연구에서는 1차 조사시 기준치를 초과한 키즈카페 5곳의 반복측정을 시행하였고, 결과는 5개소 중 3개의 시설에서 기준치를 초과하였는데 이는 밀폐된 키즈카페의 개업시기가 최근 1-2년 이내이거나

새로 교체되어진 놀이기구 및 벽지 등에서 방출되는 휘발성유기화합물류에 의한 영향으로 판단되어진다. 권혜옥 외(2012)의 연구에 따르면 신축 건물의 경우 기존 시설보다 밀폐도가 높으며 중앙시스템으로 환기를 제어하는 경우가 많고, 건축재료와 페인트 사용 등으로 인해 비교적 높은 농도로 검출된다고 보고하고 있다.¹⁷⁾ 따라서 키즈카페의 경우에도 개업시기 등 신축 여부에 따른 지속적인 실내공기의 관리가 필요하다.

1.3. 폼알데하이드

HCHO의 경우 어린이활동공간 환경안전진단 기준인 $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 이상 초과한 개소는 10개소였으며, 전체 평균은 $103.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 나타났다(Table 3). ‘보육시설 및 실내놀이터의 Aldehydes 노출 및 위해성 평가’논문¹⁸⁾에 따르면 실내 알데하이드류의 농도가 어린이집에서 $40.6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 가장 높게 나타났으며 다음으로 실내놀이터, 놀이방, 유치원 순으로 나타났고, 건설에 사용된 건축자재 및 새 가구 등과 여러 가지의 교육기자재나 놀이완구 등에서 방출된 것으로

보고하고 있다.¹⁸⁾

본 연구에서도 1차 측정 시 농도가 높았던 5개의 키즈카페를 대상으로 반복측정을 시행하였고, 결과는 모든 시설이 기준치 이내로 나타났다. 이는 1차 측정 시에 5개의 키즈카페 개업시기가 대부분 2018년도였고, 새 제품 설치 및 교체 시기가 측정시기와 맞물려 놀이완구, 새 가구 등에서 방출된 HCHO로 인해 비교적 높게 나타난 것으로 판단되어진다. Daisey 등(2003)의 연구에서는 환기가 부족하고 VOCs와 HCHO 등으로 오염된 학교 교실에서는 학생들의 집중력, 계산 및 기억 등 학습수행능력이 저하될 수 있으며, 천식 등 호흡기 질환을 야기할 수 있다고 보고하였다.¹⁹⁾ 신축 건물의 경우 초기에 유해화학물질이 다량 방출될 수 있고, 키즈카페의 경우 성장기 아동이 주로 이용하기 때문에 환기 시설의 설치 및 Bake-Out 등의 관리방안을 통해 실내공기질을 개선할 필요가 있다.

1.4. 농약류

실내 환경 내 신규유해인자 특히 살충물질(유기인

Table 4. The concentration of pesticide by kids cafe

Measurement Time	measurement item	Organophosphorus				Pyrethroid			
		Chlorpyrifos		Diazinon		Dichlorvos		Cypermethrin	
		Air	Dust	Air	Dust	Air	Dust	Air	Dust
Whole	detectability factor (%)	80	75	25	20	ND	ND	25	20
	Average	72	27	17	11	ND	ND	6.5	17
	standard deviation	36	20	3.3	5.3	ND	ND	2.7	9.7
	maximum	144	80	21	17	ND	ND	9.4	29
	minimum	ND	1.1	12	4.2	ND	ND	2.4	7.0
Primary measurement (Summer)	detectability factor (%)	82	82	18	9.1	ND	ND	36	36
	Average	63	29	19	4.2	ND	ND	6.3	17
	standard deviation	31	24	2.1	ND	ND	ND	3.1	9.7
	maximum	106	80	20	4.2	ND	ND	9.4	29
	minimum	4.9	1.1	17	4.2	ND	ND	2.4	10
Second measurement (autumn)	detectability factor (%)	78	67	33	33	ND	ND	11	ND
	Average	84	25	16	13	ND	ND	7.4	ND
	standard deviation	42	12	3.6	3.6	ND	ND	ND	ND
	maximum	144	43	19	17	ND	ND	7.4	ND
	minimum	36	9.6	12	9.4	ND	ND	7.4	ND

Unit: $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Air), ng/g (Dust)

ND: Non-Detection

Reference: Permissible Exposure Limit (PEL, $1.0 \text{ mg}/\text{m}^3$), Threshold Limit Value (TLV, $0.1 \text{ mg}/\text{m}^3$) (US EPA, 2017)

계 살충제: chlorpyrifos, diazinon, dichlorvos, 피레쓰로이드계 살충제: cypermethrin 등)에 조사를 1차, 2차로 진행하였고, 유기인계 물질 중 chlorpyrifos와 diazinon, cypermethrin은 공기와 먼지시료 모두에서 검출된 반면 dichlorvos는 모두 검출되지 않았다 (Table 4).

Chlorpyrifos는 공기와 먼지시료에서 검출율이 80%와 75%이었으며, diazinon, cypermethrin은 공기와 먼지시료 모두에서 검출률이 25% 이하였다. 특히 cypermethrin은 2차 측정 시 공기시료에서는 1개소, 먼지시료에서는 검출되지 않았다. dichlorvos가 검출되지 않은 것은 생활공간에서 사용되지 않았거나, 물질특성 또는 조사지점의 환경적 조건에 의해 빠르게 분해되어 검출되지 않은 것으로 추정되며, 추가적인 평가가 필요할 것으로 판단된다. 기존 조사결과에서 검출되지 않은 피레쓰로이드계 살충물질이 검출된 것은 실내에 사용되는 살충제의 변경으로 추정된다.

미국 환경청(US EPA, 2017)은 성인의 작업공간에 대한 환경기준을 설정하면서 공간 내 살충물질의 허용노출한계(Permissible Exposure Limit, PEL)와 최대허용한계기준(Threshold Limit Value, TLV)을 설정하였으며, 각각 0.1, 1.0 mg/m³이다.²⁰⁾

본 조사에서는 해당 키즈카페 모두에서 최대허용한계기준 이하임을 확인하였다. 그러나 허용노출한계를 적용할 때 공기는 5개소(1개소 0.991 mg/m³), 먼지는 1개소에서 허용수준 이상으로 검출되었다. 더욱이 이 기준은 성인을 대상으로 설정한 것으로 어린이에 대해서는 보다 엄격하게 관리할 필요가 있다.

1.5. 프탈레이트류

조사대상 20곳 모두에서 DEHP가 287~6,335 mg/kg 사이로, DBP는 1개소에서 121 mg/kg이 검출되었으며, DINP, BBP, DNOP, DIDP는 검출되지 않았다(Table 5).

Phthalates는 가소제로 사용되는 화합물로 건축자재, 화장품, 장식품 뿐 아니라 어린이 장난감 등에 다양하게 사용되며, 사람의 호르몬 작용을 방해하기 때문에 현재 일본, 유럽, 미국 등 다수의 국가에서 규제하고 있다.²¹⁾

Choi 등(2014)에 따르면 어린이용품에서 조사대상 총 22개 제품군별 124개 제품 중 21개 제품에서 프탈레이트가 검출되었고, 14개 제품에서는 품공법의

Table 5. The concentration of phthalates by kids cafe

Kids Cafe Facilities	Phthalates (mg/kg)					
	DEHP	DBP	DINP	BBP	DINP	DIDP
A	2176	ND	ND	ND	ND	ND
B	1605	ND	ND	ND	ND	ND
C	872	ND	ND	ND	ND	ND
D	287	ND	ND	ND	ND	ND
E	4225	ND	ND	ND	ND	ND
F	6335	ND	ND	ND	ND	ND
G	2859	ND	ND	ND	ND	ND
H	680	ND	ND	ND	ND	ND
I	685	ND	ND	ND	ND	ND
J	4955	ND	ND	ND	ND	ND
K	728	ND	ND	ND	ND	ND
L	1105	120.7	ND	ND	ND	ND
M	2135	ND	ND	ND	ND	ND
N	836	ND	ND	ND	ND	ND
O	399	ND	ND	ND	ND	ND
P	3201	ND	ND	ND	ND	ND
Q	431	ND	ND	ND	ND	ND
R	577	ND	ND	ND	ND	ND
S	922	ND	ND	ND	ND	ND
T	737	ND	ND	ND	ND	ND

기준치를 초과하는 것으로 나타나는 것으로 보고하였다.²²⁾ 김호현 외(2018)에서도 학원 실태조사 결과 프탈레이트류의 농도는 가소제로 쓰이는 제품사용으로 인한 노후화 등이 영향을 주는 것으로 나타났고, 키즈카페의 경우에도 어린이용품 등에서 기인된 것이라 판단되어진다.²⁾

2. 위해성평가

위해성평가는 발암물질로 HCHO, 비발암물질로 프탈레이트 중 검출률이 50% 이상인 DEHP를 대상으로 하였다. 살충제 중 DDVP, dichlorvos와 cypermethrin은 불검출로, chlorpyrifos와 diazinon은 독성자료의 부재로 평가하지 못했다.

발암성 물질인 HCHO과 비발암성물질인 DEHP의 위해성 평가 결과, HCHO는 흡입, 섭취, 피부노출에 대한 총 초과발암위해도 50th percentile과 95th percentile 값 모두 10⁻⁶ 이상의 안전역으로 평가되었고, 비발암성물질인 DEHP 또한 0.1 이하로 안전역

으로 평가되었다.

IV. 결 론

본 연구에서 환경관련 미관리 대상인 20개의 키즈 카페를 대상으로 실내공기질 실태조사를 시행하였다. 중금속의 경우 대부분 바닥, 벽 등을 중심으로 Pb와 Cr의 노출빈도가 높았으며, VOCs는 12개소에서 실내공기질 관리기준을 초과하였고, HCHO는 10개소에서 실내공기질 관리기준을 초과하였다. 이는 대부분 개업시기가 최근 1-2년 이내이거나 새 제품 교환 여부가 있는 키즈카페를 중심으로 발생하는 것을 확인할 수 있었다. 살충제는 chlorpyrifos와 diazinon, cypermethrin이 7개소에서 검출되었고, chlorpyrifos의 검출수준이 가장 높았다. 또한 모든 키즈카페에서 살충제의 농도가 최대허용한계기준 이하임을 확인하였다. 그러나 공기시료는 5개소, 먼지시료에서는 1개소에서 허용노출한계를 초과하였다. 프탈레이트류 중 DEHP는 모든 키즈카페에서 검출되었고, DBP는 1개소에서 검출되었고, 가소제로 사용되는 어린이 용품에서 기인되어지는 것으로 판단되어진다. 반면 BBP, DNOP, DINP, DIDP는 모두 검출되지 않았다. 또한 위해성평가 결과 발암물질인 HCHO의 경우 흡입, 섭취, 피부노출에 대한 총 초과발암위해도 50th percentile과 95th percentile 값은 모두 10^{-6} 이상으로, 비발암성물질인 DEHP는 0.1 이하로 인체에 위해가능성이 크지는 않았다.

본 연구의 제한점으로는 한정적인 측정 대상의 수와 측정 시기 등으로 인한 대표성 결여 등 지속적인 측정 결과 값을 고려하지 못한 점 등의 문제가 있다. 따라서 추후 키즈카페의 수를 확대한 추가 연구가 필요할 것으로 판단되어지며, 키즈카페의 환경유해인자 기준치 초과사례와 환경보전에서 어린이 건강보호의 중요성을 고려할 때, 미 관리 대상인 키즈카페를 환경노출관련 법적관리 대상에 포함시켜 적절하게 관리하고자 추가적인 다양한 연구가 필요하다고 판단되어진다.

사 사

본 논문은 환경부의 재원으로 국립환경과학원의 지원을 받아 수행하였습니다 (NIER-SP2018-192).

References

1. Moon JY. A Study on the Spatial Characteristics and the User's Needs by type of Kids cafe, [Seoul]: Hanyang University; 2012.
2. Kim HH, Lee JH, An SM, Lee JY, Choi IS, Yoo SE, et al. Exposure Assessment of Hazardous Substances in Small Academy of Children's Activity Zones. *J Environ Health Sci*. 2018; 44(3): 283-292.
3. New Agency GUKJENEWS. Site inspection for amusement facilities of all parts of the country. Available: <http://www.gukjenews.com/news/articleView.html?idxno=711171>. [accessed 14 February 2018].
4. Ministry of the Interior and Safety. Playground Statistics. Available: <http://www.cpf.go.kr/front/sub01/sub0102.do>. [accessed 12 December 2018].
5. Park YH, Kim SY, Yang HH, Jung OK, Lee SJ. Kids Cafe Indoor Air Quality Analysis Based on Furniture and Installation Facilities, *Journal of the Korea Furniture Society*. 2013; 24(1); 70-78.
6. An SM, Lee JH, Yoon SW, Kim HH. Characteristics of indoor air pollutants in express buses. *J. Odor Indoor Environ*. 2018; 17(3): 199-206.
7. Korea Ministry of Government Legislation. Environmental Health Act. Available: <http://www.law.go.kr/lsSc.do?tabMenuId=tab18&p1=&subMenu=1&nwYn=1§ion=&tabNo=&query=%ED%99%98%EA%B2%BD%EB%B3%B4%EA%B1%B4%EB%B2%95#undefined>. [accessed 14 February 2018].
8. Kim WI, Kim YH, Lee CW, Kang YY, Park JS, Lee SY, et al. Survey of the phthalates exposure assessment in children's products (?). National Institute of Environmental Research; 2010. p. 1-30.
9. BEYOND PESTICIDES. Neurobehavioral Performance in Children. Available: <https://beyondpesticides.org/dailynewsblog/2017/05/exposure-heavy-pesticide-use-can-impact-neurobehavioral-performance-children/>. [accessed 14 February 2018].
10. Embrain Trend Monitor. Research report 2012(3). Survey of kid's cafe; 2012. p. 68-97.
11. Kim HH, Yang JY, Lee YJ, Lee CS, Lee KW, Park JH, et al. Health risk assessment of phthalate exposure in children's facilities : focused on elementary-schools and institutes. *Journal of Korean Society for Indoor Environment*. 2012; 9(4); 367-381.
12. Yonsei University. Korea Environment Corporation, Survey and Management of Children's Indoor Activity Space. Korea Environment Corporation; 2010. p. 1-341.
13. Won JM, Byun JH, Kim WS, Kim EA, Kim MJ,

- Choi YH et al. A study on the Environmental Hazard Factors within Children's play Facilities in Gyeonggi-do Province. *J Environ Health Sci.* 2018; 44(4): 340-347.
14. Kukinews. What is the substance of the 'arsenic' detected in the vaccine of BCG?. Available: <http://www.kukinews.com/news/article.html?no=602211>. [accessed 14 February 2018].
 15. Yang JY, Kim HH, Yang SH, Kim SD, Jeon JM, Shin DC et al. Health Risk Assessment of Aldehydes and VOCs in the Activities Space of Young Children. *J. Environ. Toxicol.* 2010; 25(1): 57-68.
 16. United States Environmental Protection Agency. NIEHS/EPA Children's Environmental Health and Disease Prevention Research Centers. United States Environmental Protection Agency; 2017. p. 1-117.
 17. Kwon HO, Lee YS, Ye J, Son HS, Kim CS, Choi SD. Levels of Hazardous Air pollutants (HAPs) in a New Library. *J. of the Korean Society for Environmental Analysis.* 2012; 15(1): 1-8.
 18. Kim HH, Yang JY, Lee CS, Kim SD, Yang SH, Shin DC et al. Health Risk and Exposure Assessment of Aldehydes in Children's Facilities. *J. Odor Indoor Environ.* 2010; 7(2):89-100.
 19. Daisey JM, Angell WJ, APte MG. Indoor air quality, ventilation and health symptoms in schools: an analysis of existing information. *Indoor Air.* 2003; 13; 53-64.
 20. Pyeongtak University Industrial-Academic Cooperation Group. Studies on Exposure to Environmentally Hazardous in Children's Activity Zone (I). National Institute of Environmental Research; 2017. p. 1-138.
 21. Huh KY. A Search for Methods of Planning Effective Consumer Safety Management Policy, Investigation for Change on Safety Act and Major Issue Relating Consumer Products and Children's Products: Based on Coexisting and Consumer-Oriented View. Korean Society of Consumer Policy and Education. 2018; 14(2); p. 1-19.
 22. Choi IS, Choi SC. Contents and Migration of Heavy Metals and Phthalates in Children's Products and Phthalates in Children's Products. *Korean Society of Environmental Engineers.* 2014; 36(2); p. 127-138.

<저자 정보>

김호현(교수), 안선민(연구원), 이재영(교수),
 최인석(책임연구원), 이정훈(연구원), 남의현(연구원),
 유시은(연구사), 정다영(연구원), 이철우(연구관),
 박충희(연구관)