



안전한 학교 만들기

학교 유해물질 실태보고

조사기관 : 발암물질 없는 사회 만들기 국민행동

분석기관 : 노동환경건강연구소 화학물질센터



목 차

I. 조사 개요	1
1. 조사 대상	1
2. 조사방법	3
3. 평가방법	7
II. 조사 결과	9
1. PVC 사용 여부	9
2. 납과 카드뮴	10
3. 프탈레이트	14
4. 어린이 제품의 유해성 평가	17
5. 먼지 중 납 & 카드뮴	19
6. 먼지 중 프탈레이트	22
III. 학교시설의 유해물질 실태조사 결과	25
1. 조사대상	25
2. 조사결과	27
IV. 결론 및 제언	31
부록 1	35

I. 조사 개요

1. 조사 대상

1) 어린이 제품

시료는 현장조사 학교에서 사용 중인 교구와 대형마트, 온라인에서 구입한 교구를 체육교구와 학습교구로 구분하였다. 체육교구는 24개(68.6%)로 초등학교 체육관에서 사용하는 축구공, 농구공, 배구공 등이 포함되었으며, 학습교구는 11개(31.4%)로 커팅 매트, 바둑알 및 장기 알 등이 포함되었다. 제조국의 51.4%는 중국, 14.3%는 한국, 2.9%는 타이완이며, 31.4%는 제조국 정보 확인이 불가능하였다(표 1).

표 1. 조사대상 시료

제조국	체육교구	학습교구	합계	
			(N)	(%)
한국	4	1	5	14.3
타이완	1		1	2.9
중국	18		18	51.4
확인불가	1	10	11	31.4
합계	(N)	24	11	35
	(%)	68.6	31.4	

2) 먼지 시료

본 조사는 어린이 제품 중 체육교구가 주요 조사대상이기 때문에, 서울 시내 일부 초등학교에서 체육관(강당)에 대한 환경조사와 함께 먼지 시료를 채취하였다. 총 4개 학교에서 실시하였다(표 2). 4개 학교 중 3개교는 체육관과 강당이 동일한 장소였으며, C초교는 강당과 체육관이 분리되어 있었기 때문에 체육관에서 먼지 시료를 채취하였다. 환경조사는 휴대용 XRF를 이용하여 체육관 내부의 건축재료, 체육교구 등에 대해 PVC 재질 여부, 납, 카드뮴에 대해 측정하였다.

먼지에서는 납과 카드뮴 그리고 프탈레이트를 분석하였다.

표 2. 먼지시료 채취 장소에 대한 기본정보

	A초등학교	B초등학교	C초등학교	D초등학교
학생수	322명	616명	850명	470명
체육관/강당	공동	공동	체육관/강당 구분	공동
특이사항	매트 외 체육교구 없음	매트, 평균대 외 체육교구 없음	체육관에 체육교구 보관실 있음	악기 및 책상, 의자 및 탁구대 등 있음

2. 조사방법

1) 유해물질

PVC 재질 확인을 위한 염소(Cl), 유해금속인 납(Pb), 카드뮴(Cd) 그리고 브롬화 난연제 함유 가능성 여부를 위한 브롬(Br)은 휴대용 X선 형광 분석기(X-ray fluorescence analyzer, XRF)를 이용하여 측정하였다. XRF는 X-선을 조사하여 원소에서 전자가 이동하면서 발생하는 에너지의 파장을 읽어 원소성분을 확인하는 장비이다. 고정식에 비해 이동식(휴대용)은 해상도가 낮지만, 실험실로 가져올 수 없는 다양한 대상을 조사할 수 있다는 장점이 있어서 그 활용성이 널리 인정되고 있다. 이번 조사에서는 그림 1의 휴대용 XRF(그림 1)를 이용하였다.



**그림 6. 휴대용 XRF
(Innov-X, Olympus, USA)**

채취한 먼지는 머리카락 등의 불순물을 제거하고 체걸음하여 균질화한 뒤, 분석 전 6시간 이상 105℃에서 건조하였다. 건조한 시료를 일정량 무게를 달아 질산으로 산분(Microwave, MARS6, CEM)한 다음, 유도결합플라즈마 방출분광기(ICP-OES, Optima 7300DV, PerkinElmer)로 분석하였다.

2) 프탈레이트

35개의 체육교구 및 학습교구 중 휴대용 XRF 측정 결과 PVC 재질로 확인된 25개 제품을 대상으로 프탈레이트에 대한 정량분석을 실시하였다. 실제 24개 제품이나 1개 제품이 축구공과 배구공이 함께 있는 제품이라 제품군을 구분하는 과정에서 각각으로 취급하여 총 25개 제품으로 취급하였다. 체육교구는 19개로 야구 글러브, 줄넘기, 축구공, 농구공, 배구공, 계주바통 등이 포함되었으며, 학습교구는 6개로 커팅 매트와 탈이 포함되었다(표 3).

표 3. 프탈레이트 조사대상 제품

구분	제품군	제품수	소계
체육교구	야구 글러브	3	19
	줄넘기	4	
	축구공	1	
	농구공	5	
	배구공	3	
	요가매트	2	
	계주바통	1	
학습교구	커팅매트	2	6
	탈	4	
합계		25	

프탈레이트는 모두 6종을 분석 대상으로 하였는데, 「어린이제품 안전특별법」에 따라 ‘어린이 제품 공통 안전기준’¹⁾에서 규제하고 있는 프탈레이트 가소제 6종 (DEHP, DBP, BBP, DINP, DIDP, DNOP)에 대해 분석하였다.

어린이 제품 중 프탈레이트 분석은 CPSC(미국 소비자 제품안전 위원회)방법²⁾을

1) 산업통상자원부고시 제2015 - 0110호

2) CPSC-CH-C1001-09.3(Standard Operating Procedure for Determination of Phthalates)

참조하였다. 시료는 작게 세절하여 0.05g의 무게를 달아 유기용매로 추출한 후 GC/MSD(GC/MS-QP2010, SHIMADZU)의 SIM mode로 분석하였다. 프탈레이트 검량선의 R2는 0.997~1.000이었으며, 최소검출한계(LOD)는 7.30mg/kg(DEHP), 14.15mg/kg(DBP), 19.51mg/kg(BBP), 34.47mg/kg(DINP), 49.49mg/kg(DIDP), 1.67mg/kg(DNOP)였다.

먼지 중 프탈레이트 분석은 Bornehag et al.(2004)의 방법을 참조하였다³⁾. 체에 거른 먼지를 20~30mg의 무게를 재어 유기용매로 추출한 후 상등액을 취하여 GC/MSD(GC/MS-QP2010, SHIMADZU) SIM mode로 분석하였다.

3) Bornehag, Carl-Gustaf, et al. "The association between asthma and allergic symptoms in children and phthalates in house dust: a nested case-control study." Environmental health perspectives (2004): 1393-1397

3) 유해 물질의 인체영향

납의 경우 환경부(국립환경과학원)의 연구결과에 따르면, 노출될 경우 중추신경계와 신장의 손상을 가져와 어린이의 학습장애, 기증 장애, ADHD 등의 발달에 영향을 끼친다.

미국 질병관리본부(DCD)에 의하면, 납의 경우 체내에 노출될 경우 약 10 μ g/dL 이하의 농도에서도 지능지수, 주의 집중력 및 학업 성취도가 낮아진다는 연구결과가 있다(2004년). 이 때문에 독일 인체모니터링 위원회는 2009년 혈중 납의 건강영향 권고기준 값을 철회했고, 미국의 질병관리본부도 2012년 관심 기준을 10 μ g/dL에서 5 μ g/dL로 낮춘 바 있다.

표 4. 유해물질의 인체영향

항 목		노출경로	인체 건강 영향
중금속	납	흡입, 섭취, 피부접촉	중추신경계와 신장의 손상, 어린이의 학습장애와 ADHD, 지적능력의 저하, 소환, 빈혈, 면역계, 뼈 발달에 영향
	수은	흡입, 섭취, 피부접촉	태아 또는 어린이의 신경발달 장애, 신장 및 중추신경계 손상, 인식·언어장애 유발
	카드뮴	흡입, 섭취, 피부접촉	호흡기, 눈의 자극, 연기 흡입시 폐수종, 단백뇨와 신장 기능 장애, 인체에 암 유발
내분비계 장애 추정물질 (EDCs)	프탈레이트 류	흡입, 섭취, 피부접촉	내분비계 장애 작용으로 정자수 및 운동성 감소, 생식세포 손상 등 생식독성과 태아 체중 감소, 태아 기형 등의 발생 독성, 호흡기 곤란, 신장 등 간 기능 저하 초래

※ 출처: 환경을 알면 건강이 보이는 어린이 환경보건 가이드(2011, 국립환경과학원)

3. 평가방법

본 조사의 어린이 제품에 대한 전체적인 유해성 평가는 납, 카드뮴 및 브롬 그리고 프탈레이트 농도를 이용하였다.

납과 카드뮴은 ‘어린이 제품 공통 안전기준’⁴⁾에 함유량 기준이 있다. 납은 300ppm(색소인 경우 90ppm) 그리고 카드뮴은 75ppm이하이어야 한다. 어린이 용품 중 납에 대한 가장 강력한 기준은 미국의 CPSA(소비자제품안전법)이다. 납 함유량을 600ppm에서 시작하여 현재는 100ppm 이하로 관리하고 있다.

프탈레이트 가소제는 ‘어린이 제품 공통안전기준’에 따라 DEHP, DBP, BBP 등의 총 합이 0.1%를 초과해서는 안 된다(제품 용도에 따라 차이가 있음).

브롬은 브롬계난연제의 함유 가능성을 의미한다. 브롬계난연제는 잔류성 유기 오염물질이기도 하며, 최근 발암성 및 환경호르몬에 대한 관련성이 알려지고 있다. 또한 정자 감소 등 생식독성과 신경독성을 갖는다고 알려져 있다. 한번 노출되면 잘 분해되지 않는 특성이 있다. 즉, 환경이나 우리 몸속에 들어오면 분해되거나 없어지는데 오랜 시간이 걸린다는 뜻이다.

난연제는 플라스틱, 섬유, 페인트 등에 화재 위험을 방지하기 위하여 첨가하는 물질로 일상생활 제품에서도 흔히 발견된다. 커튼이나 블라인드, 카펫, 소파, 매트릭스, 전자제품 등에 사용된다. 미국의 에콜로지 센터에서는 브롬이 1,000ppm 이상 함유된 제품은 브롬계난연제가 사용 되었을 가능성이 높다고 본다. 브롬계난연제는 복잡한 화학물질이라 XRF로 함량을 구할 수 없기 때문에 브롬의 함량을 통하여 추정한다.

결과적으로 납 및 카드뮴, 프탈레이트 농도 그리고 브롬 농도에 따라 제품의 유해성을 위험-주의-안전 등 세 단계로 평가하였으며, 그 기준은 표 5와 같다.

4) 산업통상자원부고시 제2015 - 0110호

기준의 근거는 국내 및 해외의 어린이 제품에 대한 기준을 참조하였으며, 되도록 강력한 기준을 적용하였다. 즉 제품에서 납, 카드뮴, 브롬 그리고 프탈레이트 중 한 개 물질이라도 위험한 농도이면 ‘위험’한 것으로, 모두 안전한 수준으로 평가되어야 ‘안전’한 것으로 평가하였다.

표 5. 대상물질의 농도에 따른 기준 및 제품평가 기준

	안전	주의	위험
납	불검출~40ppm	41~99ppm	100ppm ≤
카드뮴	불검출~40ppm	41~99ppm	100ppm ≤
브롬	불검출~999ppm	-	1000ppm ≤
프탈레이트	DEHP+DBP+BBP+ DnOP+DINP+DIDP < 0.1%	-	DEHP+DBP+BBP+ DnOP+DINP+DIDP ≥ 0.1%

Ⅱ. 조사 결과

1. PVC 사용 여부

PVC(Polyvinyl chloride)는 원래 딱딱한 물질로 프탈산계(phthalates, DEHP, DINP, DBP 등) 가소제나 아디핀산계(adipates, DHEA 등) 가소제를 사용해 유연성과 탄력성을 높인 뒤 제품화되기 때문에 PVC 사용 여부는 프탈레이트 가소제의 함유를 의미한다.

총 35개 조사대상 제품 중 74.3%(26개)에 PVC 재질이 사용되었다. 특히 체육교구는 24개 중 83.3%(20개)에서 PVC 재질이 사용된 것으로 확인 되었다(표 6). 농구공, 배구공 등 각종 체육활동용 공 그리고 야구 글러브 등은 모두 PVC 재질이였다. 학습교구는 11개 제품 중 54.5%(6개)에 PVC 재질이 사용되었다. 특히 체육교구에 PVC 재질이 많이 사용된 것을 확인할 수 있었다.

표 6. PVC 재질의 사용여부

		PVC	non-PVC	합계 (N)
체육교구	(N)	20	4	24
	(%)	83.3	16.7	100.0
학습교구	(N)	6	5	11
	(%)	54.5	45.5	100.0
합계	(N)	26	9	35
	(%)	74.3	25.7	100.0

2. 납과 카드뮴

1) 체육교구

휴대용 XRF를 이용하여 측정 결과 납이 100ppm 이상 함유된 체육교구는 7개로, 측정지점에 따라 679~6,007ppm 수준이었다(표 7). 이는 국내 어린이 제품 공통안전기준(300ppm) 보다 2.26배 ~ 20배 높은 수치이고 미국소비자제품안전법의 기준(100ppm)에 비하면 6.79~61배에 해당하는 수치이다.

대부분 PVC 재질에서 높은 농도의 납이 발견되었다. 7개 제품 중 6개가 각종 체육활동용 공이었으며, 나머지 1개도 계주용 바통으로 사용하는 과정에서 어린이 손에 의한 직접적인 피부 접촉 가능성이 있는 제품들이었다. 또한 정보를 확인할 수 없는 1개를 제외한 나머지 6개는 모두 중국에서 제조하여 수입된 제품으로 확인되었다.

체육교구에서는 카드뮴과 브롬은 모든 제품에서 검출되지 않았다.

표 7. 고농도 납(≥100ppm)이 함유된 체육교구

연번	제품명	측정 위치	PVC (Y/N)	Pb,납 (ppm)	제품사진
1	mi○○t(△)star 미니축구공	노랑공	Y	5004	
		파랑공	Y	5114	
2	A초등학교△△농구공1 (B□□7) KBA 대한농구협회공인구	갈색	Y	5943	
		글씨 검정	Y	6007	
3	A초등학교-○○농구공2 (B△△) KBA 대한농구협회공인구	갈색	Y	4517	
		글씨 검정	Y	4957	
4	□○배구공(V△△4)	노랑	N	1148	
		빨강	Y	679	
		글씨 검정	N	1045	
5	□ 농구공 7호(B○○)	갈색	Y	4181	
		글씨 검정	Y	4113	
		은색	Y	3559	
6	△△ 계주 바톤	빨강	Y	2670	
		파랑	Y	2025	
		녹색	Y	1642	
		노랑	Y	1860	
7	체력검사용△○볼	빨강	N	981	

2) 학습교구

휴대용 XRF를 이용하여 측정한 결과 납, 카드뮴 그리고 브롬이 기준이상 발견된 학습교구는 모두 6개로, 납은 5개 제품, 카드뮴과 브롬은 각각 1개 제품에서 기준 이상으로 발견되었다(표 8).

납이 100ppm 이상 함유된 학습교구는 5개로, 측정지점에 따라 기준치의 0.38배(144ppm)~2.84배(853ppm) 수준이었다(기준치 300ppm). ‘미니상자’는 녹색제품에서는 납이 853ppm 수준으로 검출되었으나, 노랑제품에서는 납이 불검출되어 색깔에 따른 차이를 보였다.

커팅 매트는 크기에 따라 1개 제품에서는 납이 282~293ppm 수준으로 발견되었다. 나머지 1개 제품은 납이 기준치의 1.10배(332ppm)~1.64배(494ppm) 그리고 카드뮴이 기준치(75ppm)의 4.48배(336ppm)~4.72배(354ppm) 수준으로 발견되어 유사한 제품임에도 차이가 있었다. 또한 제품이나 포장에 제조사, 제조국 등에 관한 정보가 전혀 표기되어 있지 않았다.

장기 알과 바둑알에서도 납이 발견되었는데, 동일한 제품임에도 불구하고 장기 알은 녹색 그리고 바둑알은 검정색에서만 발견되었다. 또한 다른 제품의 바둑알에서는 납과 카드뮴 모두 불검출 되었고, 브롬이 1,258~6,986ppm으로 발견되었다.

표 8. 고농도 납($\geq 100\text{ppm}$), 카드뮴($\geq 100\text{ppm}$) 및 브롬($\geq 1000\text{ppm}$)이 검출된 학습교구

(단위: ppm)

연번	제품명	측정위치	PVC (Y/N)	Pb, 납	Cd, 카드뮴	Br, 브롬	제품사진
1	○○ 미니상자 □호: 녹색	녹색	N	853			
2	△△커팅매트 (P□□matt 小)	녹색(앞)	Y	292			
		녹색(뒤)	Y	282			
3	○○커팅매트 (A□□ matt 大)	녹색(뒤)	Y	494	354		
		녹색(앞)	Y	332	336		
4	△△장기	장기앞-녹색	N	144			
5	○○바둑	바둑앞-검정색	N	594			
6	바둑알□ (△△)	바둑알-흰색	N			1258	
		바둑알-검정색	N			6986	

3. 프탈레이트

어린이 제품 25개의 프탈레이트 분석결과는 표 9와 같다.

DEHP, DBP, BBP, DINP, DIDP 및 DnOP 등 6종의 프탈레이트 분석결과 DEHP와 DINP만 검출되었다. 특히 DEHP는 25개 제품 중 100%(25개)에서 0.01~31.27% 수준으로 검출되었으며, DINP는 36%(9개)에서 0.17~3.67%로 검출되었다.

표 9. 어린이 제품 중 프탈레이트 분석결과 요약

(단위: %)

프탈레이트	검출 제품수	검출률	최소값	최대값	평균값
DEHP	25/25	100.0	0.01	31.27	6.86
DINP	10/25	36.0	0.17	3.67	1.06

각 제품군별 프탈레이트 분석결과는 그림 2와 같다.

총 25개 제품 중 프탈레이트 함량이 가장 높은 제품은 농구공으로 DEHP가 31.27% 검출되었다. 그림에서 보듯이, 농구공은 4개 제품 중 4개 모두 0.1% 이상의 DEHP(15.23~31.27%)가 검출되었다. 배구공은 3개 제품 중 2개에서 0.1% 이상의 DEHP(각각 0.3, 26.81%)가 검출되었고, 줄넘기는 4개 중 1개만 0.1% 이상의 DEHP가 검출되었는데, 줄넘기는 어린이 제품 안전 특별법의 적용되는 제품으로, 프탈레이트 관리기준을 준수해야 한다. 커팅 매트, 탈 등의 학습교구는 DEHP와 DINP가 모두 검출되었으며 총 함유량이 0.1% 이상 검출되었다.

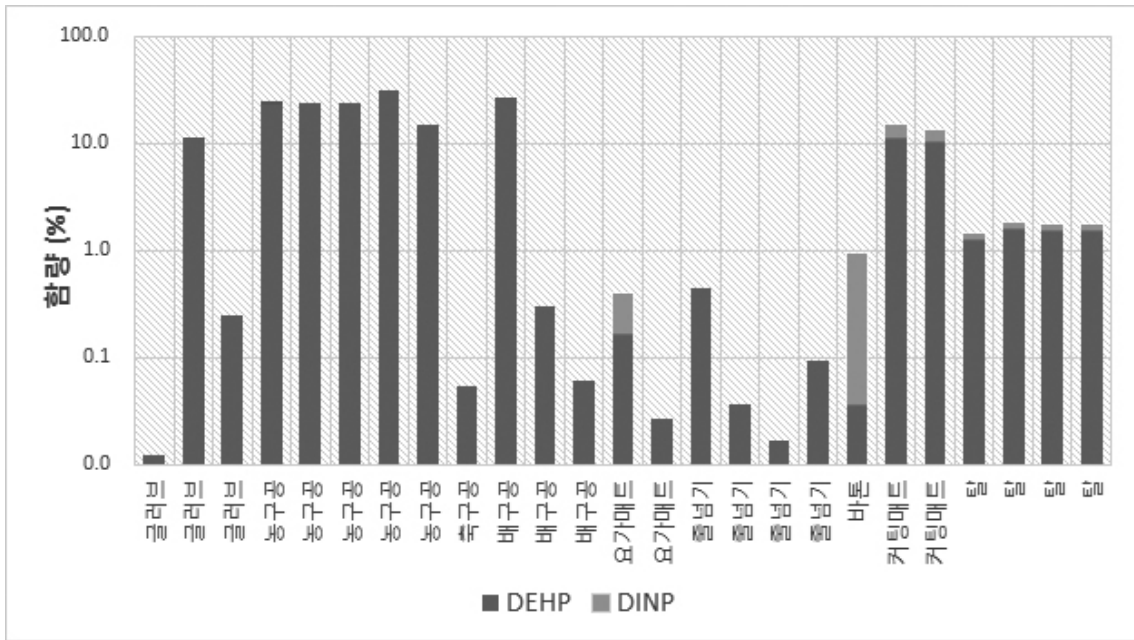


그림 2. 제품군별 프탈레이트 농도

전체적으로 25개 제품 중 72%(18개)에서 프탈레이트 총 함유량이 0.1% 이상 검출되었고, 최대 수십% 수준까지 발견되었다. 현재 줄넘기를 제외한 대부분의 체육교구 그리고 일부 학습교구는 학교에서 사용되는 제품임에도 불구하고 ‘어린이제품 안전 특별법’ 적용대상이 아니다. 즉, 해당제품에 대한 유해물질 관리가 필요한 것으로 파악되었다.

프탈레이트 총 함유량이 0.1% 이상으로 검출된 어린이 제품은 표 10과 같다. 18개 제품 중 9개는 DEHP와 DINP가 동시에 검출된 제품으로, 농구공(1개), 바통(1개), 요가매트(1개), 커팅매트(2개) 그리고 탈(4개)이었다.

표 10. 프탈레이트 총 함량 ≥ 0.1% 인 어린이제품

제품군	제품명	DEHP	DINP	SUM
글러브	△○ 글러브 장갑	11.60	-	11.60
	□□글러브 ○○용글러브(softball용)	0.25	-	0.25
농구공	△△농구공(○○6)	31.27	-	31.27
	A초등학교□ 농구공1 (B○○) KBA 대한농구협회공인구	24.00	-	24.00
	A초등학교△ 농구공2(B□□6) KBA 대한농구협회공인구	23.72	-	23.72
	□ 농구공 ○○호(△△7)	15.23	-	15.23
	○○농구공 △호 (□□er) 대한농구협회 공식 사용구	23.10	1.98	25.09
배구공	mi△△ 미니 배구공	26.81	-	26.81
	○○배구공(V△△otion)	0.30	-	0.30
요가매트	요가매트/7mm (P□□1)	0.17	0.22	0.39
바톤	△△ 계주 바톤	0.04	0.89	0.93
줄넘기	□□ 스피드 줄넘기 (민트)K○○	0.45	-	0.45
커팅매트	△△커팅매트(P□□ matt小)	11.45	3.67	15.11
	□□커팅매트(A○○ matt大)	10.44	2.74	13.18
탈	△△탈	1.61	0.21	1.82
	민속탈(○○탈)	1.55	0.19	1.74
	민속탈(□□탈)	1.54	0.19	1.73
	하회탈(한○△)	1.26	0.17	1.43

4. 어린이 제품의 유해성 평가

총 35개 제품의 납, 카드뮴 및 브롬 농도와 프탈레이트 농도를 이용하여 안전-주의-위험 등 세 종류로 구분한 유해성 평가 결과는 표 11 및 그림 3과 같다.

조사대상의 25.7%는 안전, 5.7%는 주의 그리고 68.8%는 위험으로 평가되었다. 체육교구는 58.3% 그리고 학습교구는 90.9%가 위험한 것으로 평가되어, 유해물질에 대한 관리가 시급한 것으로 판단된다.

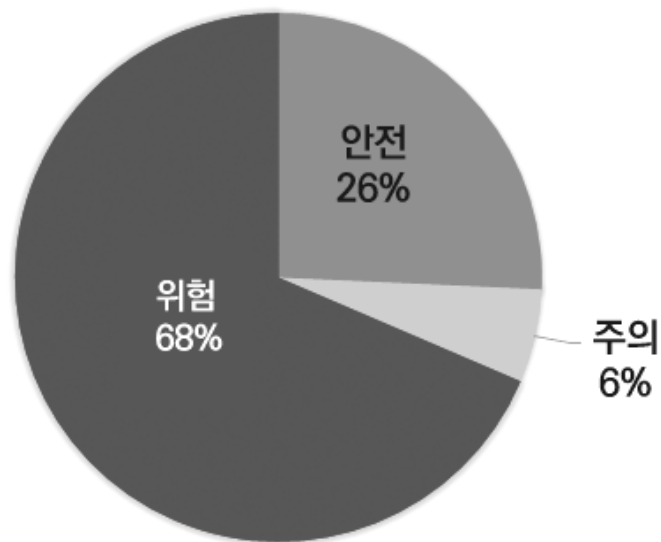


그림 3. 어린이제품 유해성 분포

표 11. 어린이제품 유해성 평가

		안전	주의	위험	합계
체육 교구	(N)	8	2	14	24
	(%)	33.3	8.3	58.3	100.0
학습 교구	(N)	1	0	10	11
	(%)	9.1	0.0	90.9	100.0
합계	(N)	9	2	24	35
	(%)	25.7	5.7	68.6	100.0

체육교구 24개 제품 중 안전한 제품은 주로 줄넘기였으며, 농구공, 배구공, 야구글러브 등은 고농도의 납이 발견되었고, 프탈레이트도 수십% 수준으로 확인되었다. 축구공과 배구공 1개씩 2개 제품은 납과 카드뮴이 소량이지만 검출되어 ‘주의’로 확인되었다.

학습교구 또한 어린이제품 안전 특별법의 적용을 받지 않고 있으며, 커팅 매트 2개, 각종 탈 종류(4개), 바둑알 그리고 장기 알 등이 위험한 것으로 확인되었다.

조사대상 35개 제품에 대한 평가 결과는 부록1에 정리하였다.

5. 먼지 중 납 & 카드뮴

체육관에서 채취한 먼지 중 납과 카드뮴 농도는 표 12와 같다. 4개 초등학교 체육관(및 강당) 바닥에서 채취한 먼지 중 납은 108~387mg/kg, 카드뮴은 1.7~13.9mg/kg 수준으로 나타났다. 납 농도가 높은 먼지(D>C>A>B초등학교 순)에서 카드뮴 농도(D>C>S>A초등학교 순)도 함께 높은 경향을 보였다.

먼지 중 납, 카드뮴 농도에 대한 관리기준이 없기 때문에 기존의 유사한 연구 결과와 비교하여 농도수준에 대해 살펴보았다. 조규성(2000)은 전주시내 중고등학교 교실의 먼지 중 납과 카드뮴 농도를 분석한 결과, 각각 268, 6.3mg/kg 이었다고 보고하였다⁵⁾. 보건환경연구원(2007)은 대구시내 도시지역 및 농촌지역 학교 교실의 먼지조사를 보고 하였다⁶⁾. 그리고 노동환경건강연구소(2014)는 S지역 가정집의 창틀먼지 및 청소기 먼지 중 납과 카드뮴 농도를 보고하였다⁷⁾. 연구목적이 모두 다르고 각 오염원이 다양하기 때문에 직접적으로 비교하여 높고 낮음을 판단하기에는 제한적이지만 수준을 비교하고자 하였다.

5) 조규성, 전주시내 중고등학교 실내외 환경의 중금속 오염에 대한 연구, 한국환경과학회지 제9권 제6호, p.495~503, 2000

6) 대구시 보건환경연구원, 보도자료 “도시교실의 먼지가 농촌교실보다 중금속 많아”, 2007.09.18..

7) 인하대 산학협력단, 노동환경건강연구소, 김포(거물대리, 초원지3리) 2단계 환경역학조사 최종보고서, 2015

표 12. 학교 및 가정내 먼지 중 납, 카드뮴 농도 비교

(단위: mg/kg)

시료명	채취지점	시료 (N)	납	카드뮴	비고
A초등학교	체육관+강당	1	109	1.7	-
B초등학교	체육관+강당	1	108	4.4	-
C초등학교	체육관	1	236	12.7	-
D초등학교	체육관+강당	1	387	13.9	-
전주시내 중고등학교(2000)	교실먼지	56	268	6.3	평균값
대구시내 학교(2008)	도시학교 교실	28	286	7.0	평균값
	농촌학교 교실	17	294	7.0	평균값
S지역-가정집(2014)	창틀먼지	5	492	3.7	평균값
	청소기필터	5	408	9.0	평균값
토양오염우려기준 1지역 (전, 답, 학교용지 등)	지적법에 따른 지목	-	200	4	-

D 초등학교의 먼지 중 납 농도는 각각 387mg/kg로, 전주와 대구시내 학교 교실 먼지 중 납 농도인 268~284mg/kg보다는 높은 수준이었고, C 초등학교의 먼지 중 납 농도와는 유사하였다. 그러나 4개 초등학교의 먼지 중 납 농도는 가정집 먼지 중 납 농도인 408~492mg/kg 보다는 모두 낮았다. 반면에 C 및 D 초등학교 먼지 중 카드뮴 농도는 전주 및 대구지역 학교의 먼지 그리고 가정집 먼지 중 카드뮴 농도보다 높은 경향을 보였다.

이번 조사에서 먼지 중 납과 카드뮴의 오염원으로 체육관 내장재 및 가구류 그리고 각종 체육교구로 예상하였다. 실제 먼지 채취와 함께 휴대용 XRF로 측정된 체육관 안에서의 납 및 카드뮴 농도를 살펴보았다. 학교 마다 차이가 있기 때문에

동일한 지점 또는 동일한 제품에서 측정 하는 것은 불가능하였으며, 체육관 면적 등도 차이가 있을 것이다. 따라서 이번 조사에서는 정확한 관련성을 파악하는 것은 한계가 있었다.

A초등학교에서는 바닥, 벽, 출입문 등 내장재 9개 및 줄넘기 등 체육교구 4개를 대상으로 총 13개에서 납과 카드뮴 농도를 측정하였다. 납은 6ppm~12,600ppm 수준으로, 출입문에서 기준치의 42배(12,600ppm)로 가장 높은 농도의 납이 발견되었다. 특히 내장재 9개 중 5개가 100ppm 이상으로 나타났다. 카드뮴은 44ppm~361ppm 수준으로, 김수열 줄넘기(단체용)가 기준치의 4.8배(361ppm)로 카드뮴 농도가 가장 높았다.

B초등학교는 체육교구 등이 비치되어 있지 않아서 벽보호대 등 내장재 2개, 매트 등 체육교구 1개를 대상으로 측정하였다. 납은 벽 보호대에서 1,302ppm, 매트에서 962ppm 발견되었다. 바닥재는 나무재질로 납과 카드뮴 모두 불검출되었다.

C초등학교는 체육관 안에 체육교구 보관실이 따로 마련되어 있어 체육교구가 모두 체육관 내에 비치되어 있었다. 벽, 바닥재 등 내장재 13개, 줄넘기 등 체육교구 26개, 기타제품 3개 등 총 42개에 대해 측정하였다. 납은 5~11,200ppm, 카드뮴은 26~531ppm으로 확인되었다. 측정대상인 42개 제품 또는 지점 중 100ppm이상 발견된 경우는 19개(납 13개, 카드뮴 6개)였는데, 대부분 내장재 및 체육교구에서 높았다.

D초등학교는 내장재 및 가구류 등 14개 지점에서 측정하였으며, 납은 10~14,600ppm, 카드뮴은 27~735ppm 이었다. 납이 100ppm 이상 발견된 제품은 6개, 카드뮴은 내장재인 유리문(테두리 및 모서리보호대, 735 ppm)에서 100ppm 이상 발견되었다.

이처럼 체육관 내장재, 가구류 및 체육교구 등에서 발견된 납과 카드뮴이 직접적으로 또는 간접적으로 먼지 중 납과 카드뮴 농도에 영향을 주었을 것으로 예상되나, 이번 조사에서 직접적인 인과 관계를 확인하는 것은 불가능하였다.

6. 먼지 중 프탈레이트

먼지 중 프탈레이트 분석결과는 표 13와 같다. 6종의 프탈레이트를 대상으로 분석한 결과, 4개 먼지시료에서 DEHP, DBP 및 DINP 등 3종의 프탈레이트가 모든 시료에서 검출되었다.

학교별로 차이를 보였는데, DEHP는 1056.1~6046.6mg/kg, DBP는 25.4~246.8mg/kg 그리고 DINP는 189.9~1484.6mg/kg 이었다. 4개 초등학교는 M 초등학교 먼지 중 프탈레이트 농도가 가장 높았는데, 특히 가장 낮은 D 초등학교 먼지 중 프탈레이트 농도보다 최소 5.7배(DEHP)에서 최대 9.7배 (DBP) 높았다. 프탈레이트는 PVC 플라스틱에 가소제로 사용되기 때문에 체육관 내장재 및 PVC 재질의 각종 체육교구 등에서 오염되었을 가능성이 크다. 어린이제품 중 프탈레이트 분석결과 DEHP와 DINP 만 검출되었는데, 먼지 중 농도도 DEHP, DINP, DBP 순으로 높은 경향을 보였다.

표 13. 초등학교 체육관 먼지 중 프탈레이트 농도

(단위: mg/kg)

	DEHP	DBP	BBP	DnOP	DIDP	DINP
A초등학교	1920.1	59.9	ND	ND	ND	1211.8
B초등학교	1183.7	40.3	ND	ND	ND	479.3
C초등학교	6046.6	246.8	ND	ND	ND	1484.6
D초등학교	1056.1	25.4	ND	ND	ND	189.9
Mean	2551.6	93.1	-	-	-	841.4
SD	2360.9	103.5	-	-	-	607.3
kim et al. (2013)	3946.0	67.9	60.7	-	-	1452.3

Kim et al(2013)⁸⁾은 서울시 50개 어린이집 및 유치원의 먼지 중 프탈레이트를 분석하였는데, DEHP는 3946.0mg/kg으로 이번 조사의 평균농도(2551.6mg/kg)보다 높았고, 반면에 DBP는 67.9mg/kg로 이번 조사의 평균 농도(93.1mg/kg) 보다는 낮았다.

또한 이번 조사에서 BBP는 검출되지 않았으나, 어린이집 먼지에서는 발견되어 차이를 보이기도 했다. 저자는 먼지 중 프탈레이트 오염원을 어린이집 및 유치원의 바닥재 및 벽지와 같은 PVC 재질의 내장재, 각종 교구 등에 사용된 프탈레이트 가소제라고 언급하였으며, 이번 학교 체육관의 먼지 중 프탈레이트 오염원도 유사할 것으로 생각된다.

8) Won Kim, Inja Choi, Yeonhee Jung, Jihye Lee, Sungjae Min, Chungsik Yoon. Phthalate levels in nursery schools and related factors. Environ. Sci. Technol., 2013, 47 (21), pp. 12459-12468

각 학교별로 동일한 지점에 대해 측정한 것은 아니지만 체육관에서 측정한 XRF 조사지점 및 제품에서의 PVC 빈도와 먼지 중 총 프탈레이트 농도를 표 13과 같이 정리하였다. 측정지점 등이 다르기 때문에 PVC 비율이 높다고 해서 먼지 중 프탈레이트 농도가 함께 높은 경향을 보이지는 않았다.

표 14. 체육관 내 PVC 재질 및 프탈레이트 농도

	XRF 측정시료 (N)	PVC 재질		프탈레이트 합계 (mg/kg)
		(N)	(%)	
A초등학교	13	7	53.8	3191.8
B초등학교	3	2	66.7	1703.2
C초등학교	42	17	40.5	7778.1
D초등학교	14	6	42.9	1271.4

Ⅲ. 학교시설의 유해물질 실태조사 결과⁹⁾

1. 조사대상

조사대상 학교들의 교실과 복도, 도서관(도서실), 돌봄교실, 체육관, 다목적실, 체육관 교구실, 강당, 체육자료실, 음악실, 자료지원실, 운동장 등 학교시설 내 공간에 대한 실태조사를 실시했다.

공간별로 바닥재, 시트지, 계단 손잡이 등의 건축 재료와 소파, 책상, 의자 등의 가구류, 커팅매트, 게시판, 방석 등의 소품을 조사대상으로 하였다. 환경 조사는 휴대용 XRF를 이용하였고 PVC 재질여부, 납, 카드뮴에 대해 측정하였다.

표 15. 공간별 조사 시료 현황

(단위 : 개수, %)

구분	건축재료		가구류		소품 및 교구		기타
	개수	비율	개수	비율	개수	비율	
체육 활동 공간 ¹⁰⁾	바닥재	16	보관함	1	공	12	
	벽	7	책상	2	소도구 ¹¹⁾	15	
	창틀	2	커튼(암막)	4	운동기구 ¹²⁾	15	
	문,손잡이	4	게시판	1	매트	9	
88개	소계	29	소계	8	소계	51	-
도서관	바닥재	15	사물함	2	커팅매트	2	
	벽	21	의자(소파)	30	블라인드	5	
	창틀	5	책장	12	매트(방석)	6	
	문,손잡이	7	책상	9	게시판	3	
120개	소계	48	소계	53	소계	16	3

9) 2015년 실시한 학교시설의 건축재료, 가구류에 대한 유해물질 실태 조사결과임

구분	건축재료		가구류		소품 및 교구		기타
교실	바닥재	2	사물함	2	커팅매트	1	
	벽	4	의자(소파)	3	블라인드	3	
	창틀	2	책장	2	매트(방석)		
	문.손잡이	4	책상	3	칠판(게시판)	3	
34개	소계	12	소계	10	소계	7	5
돌봄 교실	바닥재	5	사물함	6	커팅매트	-	
	벽	17	의자(소파)	6	블라인드	4	
	창틀	3	책장	4	매트(방석)	2	
	문.손잡이	7	책상	3	게시판	1	
60개	소계	32	소계	19	소계	7	2
자료 지원실 음악실 복도	바닥재	5	사물함	6	커팅매트	1	
	벽	12	의자(소파)	12	시트지	5	
	창틀	1	책장	3	보드롱	5	
	문.손잡이	3	책상		놀이교구	10	
66개	소계	21	소계	21	소계	21	-
합계	142개 (39%)		111개 (30.4%)		102개 (27.9%)		10개 (2.7%)
	총 365개						

10) 체육 활동 공간 : 체육관, 다목적실, 운동장 등을 포함

11) 소도구 : 배드민턴 채, 골프채, 야구글로브, 각종 라켓, 줄넘기 등을 포함

12) 운동기구 : 탁구대, 도움닫기판, 디딤돌 등을 포함

2. 조사결과

1) PVC

총 253개 건축 재료와 가구류 중 57.3%(145개)의 시료에서 PVC 재질이 사용되었다. 특히 가구류 중 의자(소파) 총 51개 시료 중 40개(78.4%)가 PVC 재질로 사용된 것으로 확인할 수 있었다. 또한, 건축 소재 중 페인트, 시트지가 사용된 벽의 경우도 총 56개 시료 중 32개(57%)에 PVC 재질로 사용된 것으로 확인하였다.

표 16. PVC 재질의 사용여부

		PVC	non-PVC	합계(N)
건축재료	(N)	65개	62개	111개
	(%)	58.6%	41.4%	100.0%
벽 (페인트, 시트지)	(N)	32개	24개	56개
	(%)	57%	43%	100.0%
가구	(N)	80개	62개	142개
	(%)	56.3%	43.7%	100.0%
의자(소파)	(N)	40개	11개	51개
	(%)	78.4%	21.6%	100.0%
합계	(N)	145개	124개	253개
	(%)	57.3%	42.6%	100.0%

2) 중금속

휴대용 XRF를 이용하여 측정한 결과 납, 카드뮴 그리고 브롬이 기준 이상 발견된 가구류는 49개로, 납은 44개, 카드뮴과 브롬은 각각 3개, 2개에서 기준 이상으로 발견되었다. 납이 100ppm 이상 함유된 가구류는 44개로, 측정지점에 따라 117~35,500ppm 수준이었다.

특히 복도에 위치한 상담함 6,507ppm(기준치 21.7배), 도서관 의자(주황색) 7,992ppm(기준치 26.6배), 자료지원실 책장 1,584ppm(기준치 5.28배) 등으로 학교시설 내 가구류 대부분에서 납이 기준치 초과로 조사되었다. 또한 크롬, 비소 등의 중금속도 172~22,600 ppm까지 높게 측정 되었다(표 17).

건축재료의 경우 62개 시료에서 납, 카드뮴 그리고 브롬이 기준 이상 발견 되었다. 납은 57개, 카드뮴과 브롬은 각각 7개, 4개에서 기준 이상으로 발견되었다. 납이 100ppm 이상 함유된 건축 재료는 56개로, 측정지점에 따라 104~53,000ppm 수준이었다. 종류별로는 벽지 25개(40%), 바닥재 16개(28.6%)로 가장 많았다.

고농도 납이 검출된 건축재료는 다음과 같다. 벽지의 경우 기준치의 0.38배(115ppm)~49.7배(14,900ppm) 까지 높게 측정되었으며, 바닥재는 0.37배(111ppm)~49.7배(14,900ppm)까지 측정되었다. 그 외 고농도 검출 건축재료는 출입문의 경우 돌봄 교실, 강당, 교실에서 각각 124배(37,200ppm), 48.3배(14,500ppm), 13.1배(3,931ppm)로 측정되었으며, 창틀의 경우에도 교실 및 도서관에서 각각 기준치의 176.6배(53,000ppm)와 109배(32,700ppm)로 높게 측정되었다(표18).

표 17. 고농도 납($\geq 100\text{ppm}$)이 검출된 가구류

(단위: ppm)

연번	제품명	측정위치	PVC (Y/N)	Pb, 납	기타(비소As, 크롬Cr 등)
1	책상(컴퓨터)	도서관	Y	215	-
2	책장(수납장)	자료 지원실	Y	1,584	-
3	의자(소파)	도서관	Y	1,962	크롬 1,654 비소 202
4	의자(소파)	교실	Y	2,358	-
5	의자(소파)	복도	Y	2,700	크롬 1,324 비소 172
6	수납함	교실	N	3,100	-
7	의자(초록색)	도서관	N	3,171	크롬 1,824 비소 498
8	상담함	복도	N	6,507	크롬 4,803 비소 130
9	의자(주황색)	도서관	N	7,992	크롬 6,453 비소 1,286
10	칠판	교실	N	35,500	Cr-22,600

표 18. 고농도 납($\geq 100\text{ppm}$)이 검출된 건축재료

(단위: ppm)

연번	종류	측정위치	PVC (Y/N)	Pb, 납
1	바닥재	교실	Y	3,121
2	바닥재	다목적실 복도	N	5,174
3	바닥재	운동장	N	12,200
4	벽지	도서관	Y	4,007
5	벽지	자료지원실	Y	14,900
6	창틀	도서관	Y	32,700
7	창틀	교실	Y	53,000
8	출입문	교실	Y	3,931
9	출입문	강당	N	14,500
10	출입문	돌봄교실	Y	37,200

IV. 결론 및 제언

이번 조사에서는 초등학교에서 어린이가 사용하는 각종 체육교구 및 학습교구 중심으로 납, 카드뮴 등의 유해금속과 프탈레이트를 측정하였다. 그리고 체육교구가 사용되는 학교 체육관에서 먼지를 채취하여 납, 카드뮴 그리고 프탈레이트의 오염수준을 확인하였다.

총 35개 조사대상제품 중 ‘안전’한 제품은 9개(25.7%), ‘주의’가 필요한 제품은 2개(5.7%) 그리고, ‘위험’한 제품은 24개(68.6%)가 확인되어, 납이나 카드뮴 그리고 프탈레이트 가소제가 기준이상 들어 있는 제품이 다량 발견되었다.

체육교구로는 농구공, 배구공, 야구글러브, 줄넘기, 계주용 바통 등 체육 활동시간에 주로 사용하는 제품들이었는데, 줄넘기를 제외한 나머지는 대부분 PVC 재질이며, 납이 고농도로 발견되었고, DEHP, DINP 등과 같은 프탈레이트가 최대 31.27%까지 발견되었다. 줄넘기는 2015년 6월 4일 어린이제품 안전 특별법이 시행되면서 자율안전확인제품으로 적용되면서 프탈레이트와 납 등이 검출되지 않았다.

학습교구는 커팅 매트, 각종 탈, 바둑알 및 장기 알 등을 조사하였는데, 커팅 매트와 탈에서는 0.1% 이상의 프탈레이트가 검출되었고, 바둑알과 장기 알에서는 기준치 이상의 납이 발견되었다.

이렇듯, 학교 현장에서 13세 이하의 어린이들이 사용하고 있는 체육교구 및 학습교구들은 2015년 6월 4일 산업통상자원부에서 고시한 「어린이제품안전특별법」에 따른 어린이제품이 기본적으로 준수해야하는 공통 안전 기준을 초과하는 수준이다.

그러나 대부분은 어린이제품 안전특별법 제외 대상이다. 따라서 체육교구나 학습교구의 유해화학물질에 대한 시급한 관리가 필요한 상황이다.

표 19. 유해물질의 준수기준

유해물질		허용치(이하)
유해원소 용출1)	안티모니(Sb)	60 mg/kg
	비소(As)	25 mg/kg
	바륨(Ba)	1 000 mg/kg
	카드뮴(Cd)	75 mg/kg
	크로뮴(Cr)	60 mg/kg
	납(Pb)	90 mg/kg
	수은(Hg)	60 mg/kg
	셀레늄(Se)	500 mg/kg
유해원소 함유량	총 납(Pb)2)	300 mg/kg
	총 카드뮴(Cd)	75 mg/kg
프탈레이트 가소제 총 함유량3)	DEHP	총합 0.1 %
	DBP	
	BBP	
	DINP	
	DIDP	
	DNOP	

1. DEHP(Diethylhexyl phthalate, 디에틸헥실프탈레이트)
2. DBP(Dibutyl phthalate, 다이부틸프탈레이트)
3. BBP(Butyl benzyl Phthalate, 부틸벤질프탈레이트)
4. DINP(Diisononyl phthalate, 다이이소노닐프탈레이트)
5. DIDP(Diisodecyl phthalate, 다이이소데실프탈레이트)
6. DNOP(Di-n-octyl phthalate, 다이엔옥틸프탈레이트)

또한 어린이가 주로 활동하거나 머무르는 공간으로서 어린이놀이시설, 초등학교 등을 어린이활동공간으로 지정¹³⁾하고 환경안전관리기준¹⁴⁾을 따르도록 제도화되었지만,

13) 환경보건법 시행령 제1조의2(정의) 법 제2조제8호에서 “대통령령으로 정하는 것”이란 다음 각 호의 시설을 말한다.<개정 2014.7.14.>

1. 「어린이놀이시설 안전관리법」 제2조제2호에 따른 어린이놀이시설
2. 「영유아보육법」 제2조제3호에 따른 어린이집의 보육실

학교의 경우 교실과 학교도서관만 해당(특수 학교는 교실만 해당)될 뿐 그 외의 학교공간은 어린이활동공간에 해당하지 않아 환경안전관리기준을 지키지 않아도 되는 상황이다. 예를 들어 학교운동장은 법률상 어린이활동 공간이 아니다.

체육관 먼지에 대한 유해물질 조사결과 납은 108~387mg/kg, 카드뮴은 1.7~13.9mg/kg 그리고, 총 프탈레이트 농도는 1,271.4~7,778.1mg/kg으로 나타났다. 학교별로 오염원이 서로 다르기 때문에 직접적인 비교는 어렵지만 체육관 내장재 그리고 각종 체육교구 중에서 발견되는 화학물질들의 영향을 받았을 것으로 보인다.

최근 우레탄 트랙의 유해성 때문에 학교운동장 사용이 금지되고 실내체육관 등의 대체 장소에서 체육활동을 하고 있는 상황에서 체육교구, 실내체육관의 공기질 또한 프탈레이트와 납이 고농도로 검출된다는 것은 심각한 문제이다.

환경부(국립환경과학원)의 “우리나라 어린이·청소년에 대한 유해물질 노출조사”에 따르면(2015년), 납 등 중금속의 혈중 농도는 나이가 어릴수록 높았으며, 친환경 자재를 사용한 시설의 경우 일반자재를 사용한 곳에 비해 카드뮴 노출 수준이 낮게 조사된 바 있다. 이번 조사에서도 줄넘기 사례와 같이 규제 기준과 관리 제도가 있다면 교구로 인한 유해물질 노출 위험을 줄일 수 있을 것으로 보인다.

따라서 어린이제품 안전특별법의 적용 대상에서조차 제외되어 있던 체육 교구와 학습교구가 중금속 등 유해물질에 심각하게 노출된 것이 이번 조사로 확인된 만큼 교육부의 철저하고 적극적인 조사가 시급하다. 하루 빨리 학교의 유해화학물질에

3. 「유아교육법」 제2조제2호에 따른 유치원의 교실

4. 「초·중등교육법」 제2조제1호에 따른 초등학교의 교실 및 학교도서관

5. 「초·중등교육법」 제2조제4호에 따른 특수학교의 교실(어린이가 사용하는 교실만 해당한다)

14) 어린이활동공간에 대한 환경안전관리기준(환경보건법 시행령 별표2)에 따르면, 어린이 활동공간에 설치된 시설물은 녹이 슬거나 금이 가거나 도료(페인트 등)가 벗겨지지 아니하게 관리하여야 한다. 또한 어린이활동공간에 사용되는 도료나 마감 재료는 납, 카드뮴, 수은 및 6가 크롬 등에 대한 함유 기준을 지켜야 한다. 그 외에도 어린이활동 공간의 시설에 사용한 목재에는 법령에 정한 방부제 종류가 사용하지 못하도록 하고 있다.


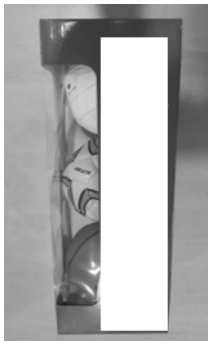


대한 실태를 점검하고 심각한 오염 교구는 교체를 해야 하며 학교환경의 유해물질 관리 제도를 마련해야 할 것이다.


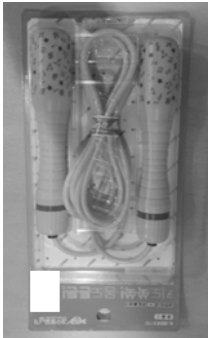

특히 학교 현장에서 쓰이는 체육교구와 학습교구가 「어린이제품 안전특별법」의 ‘어린이제품 공통안전기준’을 적용받을 수 있도록 제도를 개선 해야 한다. 또한 학교 교실과 학교도서관 외에 ‘어린이활동공간’에 포함되지 않는 학교 공간이 포함되어 관리할 수 있도록 관련 법령 개정을 서둘러야 할 것이다.

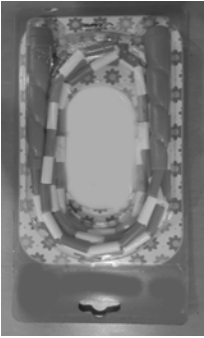
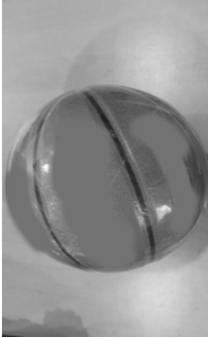

부록 1


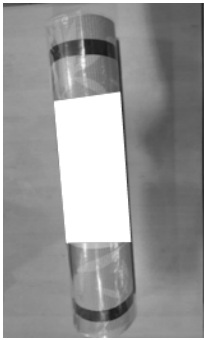

NO.	ID	구분	제품명	측정 위치	PVC (Y/N)	Cl염소 (%)	Br 브롬 (ppm)	Cd 카드뮴 (ppm)	Pb납 (ppm)	사진	Phthalate 분석대상	DEHP (%)	DINP (%)	DEHP+ DINP (SUM)	유해성 평가
1	E-1	체육교구	(○○클러브(softball용)) Max△△onal클러브	노랑 (손)	Y	>10					0	0.0123		0.0123	안전
1	E-1	체육교구	(○○클러브(softball용)) Max△△onal클러브	노랑 (끈)	Y	>10									
1	E-1	체육교구	(○○클러브(softball용)) Max△△onal클러브	검정	Y	>10	4								
1	E-1	체육교구	(○○클러브(softball용)) Max△△onal클러브	검정 (안쪽)	Y	>10									
2	E-2a	체육교구	□□ △△ 클러브 장갑	빨강	Y	>10					0	11.6023		11.6023	위험
2	E-2a	체육교구	□□ △△ 클러브 장갑	검정 (안쪽)	Y	1.48	4								
2	E-2a	체육교구	□□ △△ 클러브 장갑	검정	Y	>10									
2	E-2a	체육교구	□□ △△ 클러브 장갑	흰(끈)	Y	1.76									
2	E-2b	체육교구	공	연두	N						X				
2	E-2b	체육교구	공	핑크	N										





NO.	ID	구분	제품명	측정 위치	PVC (Y/N)	Cl염소 (%)	Br 브롬 (ppm)	Cd 카드뮴 (ppm)	Pb납 (ppm)	사진	Phthalate 분석대상	DEHP (%)	DINP (%)	DEHP+ DINP (SUM)	유해성 평가
3	E-3	체육교구	△△캐릭터클러브 (□□글러브(softball용))	파랑	Y	>10					O	0.2475		0.2475	위험
3	E-3	체육교구	△△캐릭터클러브 (□□글러브(softball용))	검정	Y	>10									
3	E-3	체육교구	△△캐릭터클러브 (□□글러브(softball용))	무늬	Y	>10									
3	E-3	체육교구	△△캐릭터클러브 (□□글러브(softball용))	검정 (안쪽)	Y	>10			32						
4	E-4	체육교구	○○농구공□호 BB△△	갈색	N		28		14		X				안전
4	E-4	체육교구	○○농구공□호 BB△△	검정 (글씨)	N		52		12						
5	E-5	체육교구	돌파Lite○호 □□HLite	파랑	N		42				O				주의
5	E-5	체육교구	돌파Lite○호 □□HLite	흰색	Y	2.67	24								
5	E-5	체육교구	돌파Lite○호 □□HLite	노랑 (무늬)	Y	5.77	46								


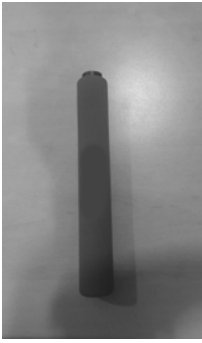
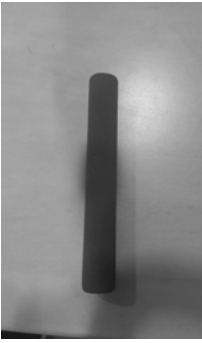
NO.	ID	구분	제품명	추정 위치	PVC (Y/N)	Cl염소 (%)	Br 브롬 (ppm)	Cd 카드뮴 (ppm)	Pb납 (ppm)	사진	Phthalate 분석대상	DEHP (%)	DINP (%)	DEHP+DINP (SUM)	유해성 평가
6	E-6	체육교구	△농구공□호 (○호농구공) 대한농구협회공식사용구 KEAU-6공식사용구	노랑	N		63				O				주의
6	E-6	체육교구	△농구공□호 (○호농구공) 대한농구협회공식사용구 KEAU-6공식사용구	노랑 무늬 (줄)	Y	1.79	61								
6	E-6	체육교구	△농구공□호 (○호농구공) 대한농구협회공식사용구 KEAU-6공식사용구	검정	Y	1.61	61								
7	E-7a	체육교구	○(△)star 미니축구공	노랑	Y	>10			5004		O	0.0546		0.0546	위험
7	E-7a	체육교구	○(△)star 미니축구공	파랑	Y	>10			5114						
7	E-7b	체육교구	□(○)star 미니배구공	흰색	Y	>10					O	26.8084		26.8084	
7	E-7b	체육교구	□(○)star 미니배구공	검정 (클씨)	Y	>10									
7	E-7c	체육교구	△(□)star 미니농구공	빨강	N						X				

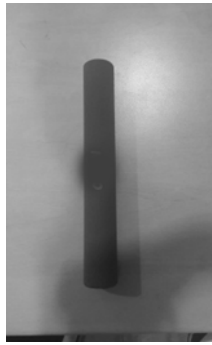

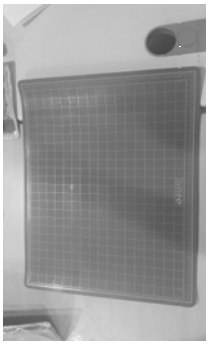
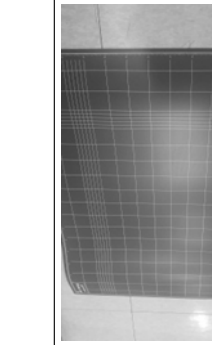
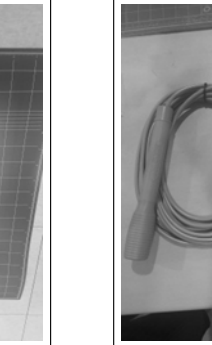


NO.	ID	구분	제품명	추정 위치	PVC (Y/N)	Cl염소 (%)	Br 브롬 (ppm)	Cd 카드뮴 (ppm)	Pb납 (ppm)	사진	Phthalate 분석대상	DEHP (%)	DINP (%)	DEHP+ DINP (SUM)	유해성 평가
7	E-7c	체육교구	△(□)star 미니풍구공	흰색	N										
7	E-7c	체육교구	△(□)star 미니풍구공	검정 (클씨)	N										
7	E-7c	체육교구	△(□)star 미니풍구공	파랑	N										
8	E-8	체육교구	△△피드줄넘기(민트) KIOO	진분홍 (핑크)줄	Y	>10					○	0.4507	0.4507	0.4507	위험
8	E-8	체육교구	△△피드줄넘기(민트) KIOO	민트 손잡이	N										
8	E-8	체육교구	△△피드줄넘기(민트) KIOO	진분홍 손잡이	N										
8	E-8	체육교구	△△피드줄넘기(민트) KIOO	케이스 (투명)	N										
9	E-9	체육교구	○○줄넘기어린이용 K□□(롱키형)	노랑 (줄)	Y	>10					○	0.0367	0.0367	0.0367	안전
9	E-9	체육교구	○○줄넘기어린이용 K□□(롱키형)	노랑 (손잡이)	N										
9	E-9	체육교구	○○줄넘기어린이용 K□□(롱키형)	케이스(투명)	N										
10	E-10	체육교구	□□줄넘기(4.2mm) KOO(보급형)	노랑 (줄)	Y	>10					○	0.0166	0.0166	0.0166	안전


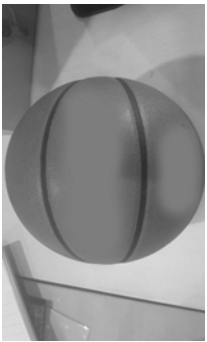
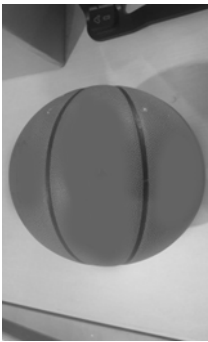
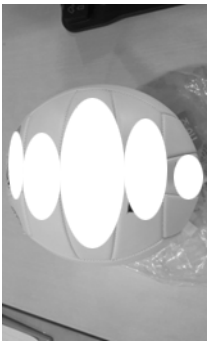
NO.	ID	구분	제품명	추정 위치	PVC (Y/N)	Cl염소 (%)	Br 브롬 (ppm)	Cd 카드뮴 (ppm)	Pb납 (ppm)	사진	Phthalate 분석대상	DEHP (%)	DINP (%)	DEHP+ DINP (SUM)	유해성 평가	
10	E-10	체육교구	□□줄넘기 4.2mm KOO(보급형)	노란 (손잡이)	N											
10	E-10	체육교구	□□줄넘기 4.2mm KOO(보급형)	케이스 (투명)	N											
11	E-11	체육교구	○○줄넘기(어린이용5.0) K△△	흰색 줄	N		2				X				안전	
11	E-11	체육교구	○○줄넘기(어린이용5.0) K△△	나일론 흰 줄	N		5									
11	E-11	체육교구	○○줄넘기(어린이용5.0) K△△	분홍 줄	N		3									
11	E-11	체육교구	○○줄넘기(어린이용5.0) K△△	분홍 손잡이	N											
12	E-12	체육교구	△△농구공□호 TARGET(BOO)	갈색	N						X					안전
12	E-12	체육교구	△△농구공□호 TARGET(BOO)	검정 (글씨)	N											
12	E-12	체육교구	△△농구공□호 TARGET(BOO)	비코드 (주황+ 검정)	N											
13	E-13	체육교구	스피더농구공□호 (naOOer) 대한농구협회공식사용구	형광 노랑	Y	>10					O	23.1041	1.9850	25.0891	위험	
13	E-13	체육교구	스피더농구공□호 (naOOer) 대한농구협회공식사용구	검정	Y	>10										

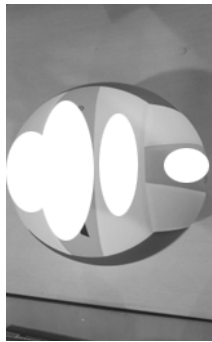
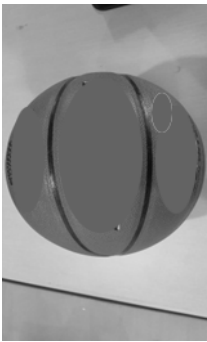


NO.	ID	구분	제품명	측정 위치	PVC (Y/N)	Cl염소 (%)	Br 브롬 (ppm)	Cd 카드뮴 (ppm)	Pb납 (ppm)	사진	Phthalate 분석대상	DEHP (%)	DINP (%)	DEHP+ DINP (SUM)	유해성 평가
13	E-13	체육교구	스피더농구공□호 (na○○er) 대한농구협회공식사용구	주황	Y	>10									
13	E-13	체육교구	스피더농구공□호 (na○○er) 대한농구협회공식사용구	녹색	Y	>10									
14	E-14	체육교구	요가매트/△mm (P□□1) 1750×6○○mm	녹색 매트	Y	>10					O	0.1686	0.2245	0.3931	위험
14	E-14	체육교구	요가매트/△mm (P□□1) 1750×6○○mm	회색 고무줄	N										
15	E-15	체육교구	BI□Iness ○○요가매트 1△△cm(사이즈)/ 6mm(두께)	연구실 녹색 매트	Y	>10	8				O	0.0270		0.0270	안전
15	E-15	체육교구	BI□Iness ○○요가매트 1△△cm(사이즈)/ 6mm(두께)	무늬 (열은 녹색)	Y	>10	8								
15	E-15	체육교구	(G)△요가매트 (6mm)GR	검정 끈	N		3								
16	E-16	학습교구	○○ 미니상자 △호: 녹색	녹색	N				853		X				위험



NO.	ID	구분	제품명	측정 위치	PVC (Y/N)	Cl염소 (%)	Br 브롬 (ppm)	Cd 카드뮴 (ppm)	Pb납 (ppm)	사진	Phthalate 분석대상	DEHP (%)	DINP (%)	DEHP+ DINP (SUM)	유해성 평가	
17	E-17	학습교구	□□ 미니상자 ○호: 노랑	노랑	N		1		4		X				안전	
18	E-18	학습교구	하회탈(□탈 △)	겉-검정	Y	>10					O	1.2579	0.1683	1.4262	위험	
18	E-18	학습교구	하회탈(□탈 △)	겉-빨강	Y	>10										
18	E-18	학습교구	하회탈(□탈 △)	안-흰색	Y	>10										
18	E-18	학습교구	하회탈(□탈 △)	천 (검정)	N		7		20							
19	E-19	학습교구	△탈	겉-흰색	Y	>10					O	1.6147	0.2063	1.8210	위험	
19	E-19	학습교구	△탈	겉-빨강	Y	>10										
19	E-19	학습교구	△탈	안-흰색	Y	>10										
19	E-19	학습교구	△탈	천 (검정)	N		6		3							
20	E-20	학습교구	민속탈(□탈)	겉-빨강	Y	>10					O	1.5539	0.1867	1.7406	위험	
20	E-20	학습교구	민속탈(□탈)	겉-흰색	Y	>10										
20	E-20	학습교구	민속탈(□탈)	겉-노랑	Y	>10										

NO.	ID	구분	제품명	추정 위치	PVC (Y/N)	Cl염소 (%)	Br 브롬 (ppm)	Cd 카드뮴 (ppm)	Pb납 (ppm)	사진	Phthalate 분석대상	DEHP (%)	DINP (%)	DEHP+ DINP (SUM)	유해성 평가
20	E-20	학습교구	민속탈(□탈)	안-흰색	Y	>10			13						
20	E-20	학습교구	민속탈(□탈)	천 (검정)	N		9		41						
21	E-21	학습교구	민속탈(△△탈)	걸-갈색	Y	>10					0	1.5405	0.1913	1.7318	위험
21	E-21	학습교구	민속탈(△△탈)	걸-검정	Y	>10									
21	E-21	학습교구	민속탈(△△탈)	걸-분홍	Y	>10									
21	E-21	학습교구	민속탈(△△탈)	안-흰색	Y	>10									
21	E-21	학습교구	민속탈(△△탈)	천 (검정)	N	0.245	11		12						
22	E-22a	체육교구	△△ 계주 버튼1	빨강	Y	7.23	33		2670		0	0.0374	0.8926	0.9300	위험
22	E-22a	체육교구	□□ 투명 케이스	걸	Y	>10									
22	E-22a	체육교구	○○ 빨강	아쪽 검정라텍	Y	>10			0						
22	E-22b	체육교구	□△ 계주 버튼2	파랑	Y	6.52	27		2025		0	0.0161	0.3431	0.3592	

NO.	ID	구분	제품명	측정 위치	PVC (Y/N)	Cl염소 (%)	Br 브롬 (ppm)	Cd 카드뮴 (ppm)	Pb납 (ppm)	사진	Phthalate 분석대상	DEHP (%)	DINP (%)	DEHP+ DINP (SUM)	유해성 평가
22	E-22c	체육교구	○□ 계주 바톤3	녹색	Y	7.44	42		1642		○				
22	E-22d	체육교구	△□ 계주 바톤4	노랑	Y	6.55	26		1860		○				
23	E-23	학습교구	△커팅매트 (PV□gmatt/小)	녹색 (앞)	Y	>10			292		○	11.4451	3.6690	15.1140	위험
23	E-23	학습교구	△커팅매트 (PV□gmatt/小)	녹색 (뒤)	Y	>10			282						
24	E-24	학습교구	○커팅매트 (AI△△att大)	녹색 (뒤)	Y	>10		354	494		○	10.4398	2.7440	13.1838	위험
24	E-24	학습교구	○커팅매트 (AI△△att大)	녹색 (앞)	Y	>10		336	332						
25	E-25	체육교구	□줄넘기긴줄넘기 LOO	파랑 손잡이	N		1		5		○	0.0952		0.0952	안전

NO.	ID	구분	제품명	추정 위치	PVC (Y/N)	Cl염소 (%)	Br 브롬 (ppm)	Cd 카드뮴 (ppm)	Pb납 (ppm)	사진	Phthalate 분석대상	DEHP (%)	DINP (%)	DEHP+ DINP (SUM)	유해성 평가
25	E-25	체육교구	□졸넘기긴졸넘기 LOO	파랑줄	Y	>10									
25	E-25	체육교구	□졸넘기긴졸넘기 LOO	투명 케이스	N		1		22						
26	E-26	체육교구	체력검사용 △△ 볼	빨강	N				981		X				위험
27	E-27	체육교구	A초등학교-△○농구공1 (B□□) KBA 대한농구협회공인구	겉-갈색	Y	>10			5943		O	24.0018	24.0018		위험
27	E-27	체육교구	A초등학교-△○농구공1 (B□□) KBA 대한농구협회공인구	겉-검정	Y	>10			6007						
28	E-28	체육교구	A초등학교-○○농구공2 (BB△△) KBA 대한농구협회공인구	겉-갈색	Y	>10			4517		O	23.7186	23.7186		위험
28	E-28	체육교구	A초등학교-○○농구공2 (BB△△) KBA 대한농구협회공인구	겉-검정	Y	>10			4957						
29	E-29	체육교구	□□배구공 (○○ation)	겉-흰색	Y	>10					O	0.3002	0.3002		위험

NO.	ID	구분	제품명	측정 위치	PVC (Y/N)	Cl염소 (%)	Br 브롬 (ppm)	Cd 카드뮴 (ppm)	Pb납 (ppm)	사진	Phthalate 분석대상	DEHP (%)	DINP (%)	DEHP+DINP (SUM)	유해성 평가	
30	E-30	체육교구	○○ 배구공 (V△△4)	겉-흰색	Y	1.3					O	0.0600		0.0600	위험	
30	E-30	체육교구	○○ 배구공(V△△4)	겉-노랑	N				1148							
30	E-30	체육교구	○○ 배구공(V△△4)	겉-빨강	Y	1.06			679		O	0.0246				
30	E-30	체육교구	○○ 배구공(V△△4)	글씨-검정	N				1045							
31	E-31	체육교구	○△ 농구공(B□□6)	겉-갈색	Y	>10					O	31.2687		31.2687	위험	
31	E-31	체육교구	○△ 농구공(B□□6)	겉-은색	N		59									
32	E-32	체육교구	△△ 농구공 ○호 (B□□)	겉-갈색	Y	>10			4181		O	15.2300		15.2300	위험	
32	E-32	체육교구	△△ 농구공 ○호 (B□□)	글씨-검정	Y	>10			4113							
32	E-32	체육교구	△△ 농구공 ○호 (B□□)	겉-은색	Y	>10			3559							
33	E-33	학습교구	○△장기	투명 케이스	N						X					위험

NO.	ID	구분	제품명	추정 위치	PVC (Y/N)	Cl염소 (%)	Br 브롬 (ppm)	Cd 카드뮴 (ppm)	Pb납 (ppm)	사진	Phthalate 분석대상	DEHP (%)	DINP (%)	DEHP+ DINP (SUM)	유해성 평가
33	E-33	학습교구	○△장기	장기알- 녹색	N				144						
33	E-33	학습교구	○△장기	장기알- 멜랑색	N										
34	E-34	학습교구	○□ 바둑	회색 케이스	N						X				위험
34	E-34	학습교구	○□ 바둑	바둑알- 흰색	N				20						
34	E-34	학습교구	○□ 바둑	바둑알- 검정색	N				594						
35	E-35	학습교구	비둑알 △△ (○○, S□0)	검정색 케이스	N		36		78		X				위험
35	E-35	학습교구	비둑알 △△ (○○, S□0)	흰색 케이스	N		1		6						
35	E-35	학습교구	비둑알 △△ (○○, S□0)	바둑알- 흰색	N		1258		7						
35	E-35	학습교구	비둑알 △△ (○○, S□0)	바둑알- 검정색	N		6986		31						