

완구제품에 함유된 유해물질 및 관리방안에 대한 연구

김승돈 · 손기상^{*}

서울과학기술대학교 안전공학과

(2009. 9. 23. 접수 / 2010. 9. 13. 채택)

A Study on the Toys Assessment of Harmful Substances and Control

Seung-Don Kim · Ki-Sang Son^{*}

Department of Safety Engineering, Seoul National University Science and Technology

(Received September 23, 2009 / Accepted September 13, 2010)

Abstract : This study is to investigate and compare domestic hazardous toys with harmful substances with foreign toys so that we can find out management criteria for cognitive infants. Actually, commercially used toys have been collected and tested to find out more effective management standard. It is tried to produce evaluation criteria of environmentally harmful substance but variety of product is needed for overcoming actual barrier due to lot of difficulty huge cost, time, objectiveness. Therefore, This study does not cover all the above. Establishment of evaluation criteria for product harmfulness made by Government or Local government should be continued to improve. Foreign reference material for toy product in Europe, USA, Japan have been investigated and domestic product have been collected and tested for containing heavy metals, formaldehyde, phthalate in the study. All the test have been made in accordance with KSM ISO 2124 to measure heavy metal transfer into body. Toy product used for the study have been purchased in the real market and some of them contains harmful elements with over standard. Post management system such as RAPEX to control periodically should be established for plastic toy with low quality product.

Key Words : toy, heavy metals, formaldehyde, phthalate

1. 서 론

1.1. 연구의 목적 및 필요성

완구는 인지능력이 낮고 외부 유해 환경에 적응력이 낮은 유아 및 어린이를 대상으로 하는 제품으로 어린이들에게 인격형성과 성장발육에 큰 영향을 끼치고 있으며, 특히 생활수준이 높아짐에 따라 완구도 그 소비량이 증가하고 있으며, 완구들은 유해화학물질이 의도적으로 첨가 되거나 비의도적으로 사용되어 일상생활에서 다양한 경로를 통하여 인체에 해를 주거나 생태계에 농축되어 장기적으로는 인간의 건강을 위협하는 결과를 낳고 있다. 어린이는 구강 접촉을 통하여 외부 사물에 대한 탐구를 시작하는 행동 특성을 갖고 있고, 아직 성장과 발달이 완전히 이루어지지 않아 유해요인에 대한 대항 능력이 부족 하며, 어린이는 장기나 조직들이 충분히 발달하지 못한 관계로 유해화학

물질 노출에 상당히 취약하며 모든 신체조직은 발생 단계에 있는 만큼 이 시기의 유해 물질 노출은 발달장애, 생식계 이상 등 평생에 걸쳐 그 악영향이 미치게 된다¹⁾.

미국, 유럽의 선진국에서는 완구 제품의 유해물질에 대해서 엄격하게 관리하고 있으며, 실제로 지난 2007년 미국 소비자제품안전위원회 CPSC(Consumer Product Safety Commission)에서는 “바비인형”으로 유명한 미국의 완구 업체인 마텔이 중국에서 OEM 방식으로 생산한 수천만 개의 중국산 완구를 리콜을 실시하였고, 리콜의 주요원인은 어린이의 신경발달에 치명적인 유해 중금속(납)의 함량기준을 초과한 것이 사유였다.

유럽에서는 완구의 안전 기준인 EN 71-Safety of Toy에 중금속, 프탈레이트, 포름알데히드 등에 대하여 안전 기준을 설정 운영하고 있으며, 각 회원국들은 단순히 기준만을 설정하는 것에 그치지 않고, 사후 모니터링을 통해 설정된 기준을 초과하는 완구에 대해서는 회원국 공동으로 운영하고 있는

* To whom correspondence should be addressed.
ksson@snu.ac.kr

소비자안전 긴급경보시스템²⁾(RAPEX : Rapid Alert System for Dangerous consumer goods)에 게시하여 회원국들이 공동으로 유해성이 있는 완구에 대한 시장퇴출을 더욱 강화해 나가고 있는 실정이다.

국내에서도 최근 완구의 안전검사 기준인 ‘품질 경영 및 공산품 안전 관리법’이 ‘자율안전확인제도’로 개정되어 EU의 규제기준(EN 71)수준으로 업체가 자발적으로 유해물질을 저감할 수 있도록 하고 있다.

본 연구에서는 유해화학물질 함유 어린이용 완구에 대한 관리 현황과 외국의 사례를 조사 비교하여 완구의 유해 화학 물질 관리기준에 대한 효과적인 관리 방안을 제안하여 유해화학물질의 노출로부터 어린이의 안전을 지키는데 기여하고자 한다.

2. 실험방법

2.1. 실험 대상 제품과 물질의 선정

본 연구에서 위해성 평가의 대상이 될 제품의 선정은 “유해물질 함유 어린이제품의 위해성 평가기법 정립과 관리방안 수립”-국립환경과학원(2007)³⁾에서 제시한 제품 분류기준을 기초로 하였다. 완구 제품의 이용 특성 등을 반영하여 경구 노출 경로를 통해 인체로 전이가 가능하여, 노출에 따른 위

Table 1. Class of toy article used in testing and analyzed toy part

Sample	분석부위		
	중금속	프탈레이트	포름 알데히드
플라스틱 완구류	1-A 코팅, 플라스틱	플라스틱	적용않음
	1-B 코팅, 플라스틱	플라스틱	적용않음
	1-C 코팅, 플라스틱	플라스틱	적용않음
	1-D 코팅, 플라스틱	플라스틱	적용않음
	1-E 코팅, 플라스틱	플라스틱	적용않음
목재완구	2-A 표면코팅	적용않음	목재부품
	2-B 표면코팅	적용않음	목재부품
	2-C 표면코팅	적용않음	목재부품
	2-D 표면코팅	적용않음	목재부품
	2-E 표면코팅	적용않음	목재부품
봉제완구	3-A 섬유, 플라스틱	플라스틱	섬유
	3-B 섬유, 플라스틱	플라스틱	섬유
	3-C 섬유, 플라스틱, 표면코팅	플라스틱	섬유
	3-D 섬유, 플라스틱	플라스틱	섬유
	3-E 섬유, 플라스틱, 표면코팅	플라스틱	섬유

해가 우려되는 경구취약제품군 중에서 우선순위가 높다고 판단된 플라스틱 완구류, 목재 완구류, 봉제 완구류 등을 연구의 대상으로 선정하였으며, 제한된 시간과 자원을 효과적으로 사용하여 국내 유통되고 있는 완구제품에 함유되어 있는 유해물질의 사용실태를 조사하기 위해서, 유해 물질 중에서 EU, 미국, 일본, 한국에서 공통적으로 규제하고 있는 중금속, 포름알데히드, 프탈레이트를 조사대상 물질로 선정하여 실험을 진행하였다.

실험 대상 제품은 국내에 판매되고 있는 완구 제품 중 어린이가 빠는 행동을 취할 수 있는 소형 플라스틱 완구류 5종, 목재완구 5종과 봉제완구 5종을 선정 하였으며, 실험에 사용된 시료는 서울과 경기도 지방을 중심으로 실제로 소비자가 구입 할 수 있는 경로를 감안하여 소비자들이 쉽게 이용할 수 있는 학교 앞 문구점이나 할인마트에서 구입하였다. 제품명은 공정성 제고를 위하여 영문 첫 글자로 Table 1에 나타내었다.

2.2. 중금속 실험

완구의 유해원소의 용출량을 실험하기 이전에 어린이의 일상생활과 놀이 현장에서 실제 완구의 사용빈도, 노출형태, 노출량, 노출시간 등의 노출인자를 파악하는 노출평가가 선행되어야 하지만 문현 조사를 통해 국내외 어린이용 공산품의 유해물질 함유 어린이용품 분류군별 기준등에 대한 다양한 비교검토 후, 본 연구는 직접 섭취에 따른 중금속의 인체 전이율 표준 프로토콜인 한국의 산업규격인 KS M ISO 8124 제3부⁴⁾에 규정된 중금속 용출 방법에 따라 진행 하였다. KS M ISO 8124는 유럽, 미국, 일본, 국내의 완구 안전기준인 EN 71, ASTM F 963-07, ST 2002 제6판, 자율안전확인 부속서 36의 중금속 용출방법과 시험방법과 규제 기준치가 동일하다.

구체적인 실험방법을 서술하면 먼저, 표면 코팅의 경우 완구의 표면에서 긁어내어 모은 다음, 실온에서 분쇄하여 0.5mm 금속망체로 거른 후, 0.1mg 이상을 평량하여 준비하고, 섬유 및 플라스틱의 경우 재질을 잘라 6mm 이하의 크기가 되도록 채취하여 0.1mg 이상을 평량하여 준비한다. 인공 위액에 해당하는 0.07mol/L인 염산 수용액을 시험편의 50배가 되도록 혼합하여 빛을 차단하고 수평 진탕기에서 60분간 37±2 °C 조건에서 60 rpm으로 진탕한 후 다시 60분간 안정화 시킨 후 지체 없이 용액과 시험편을 여과지(기공의 크기 0.45μm)를 이용하여



Fig. 1. ICP-OES Spectrometer.

Table 2. Wavelengths of each heavy metal for analysis using ICP/AES

Element	Wave length(nm)
Pb	220.355
Ba	233.524
Cr	267.706
Cd	228.792
Hg	253.65
Sb	206.835
As	188.976
Se	196.025

여과하고 여과한 액을 유도결합 플라즈마 발광분광분석법(ICP/AES)을 이용하여 분석하였으며, 분석에 사용된 기기 분석기는 perkin elmer 5300 DV를 이용하여 분석하였다. 불꽃을 일으키는 plasma 가스 유속은 15L/min으로 하였으며 불꽃을 끄는 auxiliary 가스 유속은 0.2L/min, 분무시켜 주는 nebulizer 가스 유속은 0.80L/min으로 하였다. RF power는 1300watt로 했으며 펌프는 1.5mL/min으로 설정하였다. ICP 분석에 있어서 각각의 중금속 물질별 파장 범위는 Table 2에 나타내었다.

2.3. 프탈레이트 실험

프탈레이트 가소제는 미국과 유럽연합에서 공통으로 규제하는 DEHP(di(2-ethylhexyl) phthalate), DINP(di-isonyl phthalate), DNOP(di-n-octyl phthalate), DIDP(di-isodecyl phthalate), DBP(dibutyl phthalate), BBP(butyl benzyl phthalate) 등 6종의 프탈레이트계 가소제에 대하여 미국 EPA 8061A 프탈레이트 가소제 분석법⁵⁾, KS M 1991 합성수지 중의 프탈레이트계 가소제 검출방법⁶⁾에 따라 속슬랫 추출기를 이용하여 메틸렌클로라이드/아세톤(1:1), 혼산 또

는 사염화탄소/메탄올(2+1) 혼합액으로 시료를 용출한 후 가스 크로마토그래프로 정성한 후 검출된 시료는 가스크로마토그래프/질량분석기로 확인 분석 하였으며, 구체적인 시험방법과 검출 계산 방법은 다음과 같다.

- ① 시험편 : 분쇄된 시험시료 약 1.0g을 0.001g까지 정확히 질량을 젠다.
- ② 추출 : 무게를 잰 시료를 속슬랫용 필터로 옮기고 100mL의 혼산을 가한 후 용액 시간당 4~8cycle로 환류속도를 저정하고 8시간 동안 추출한다.
- ③ 용액의 조제 : 추출 용액을 실온에서 냉각하여 여과시킨 후 회전증발농축기를 사용하여 2~3mL로 농축한다.
- ④ 측정 : 시험 용액 1~2μL를 가스 크로마토그래피에 주입한다. 표준용액의 피크 면적을 이용하여 검량곡선을 작성하고 시험 용액에서 얻은 피크 면적과 비교하여 정량한다.

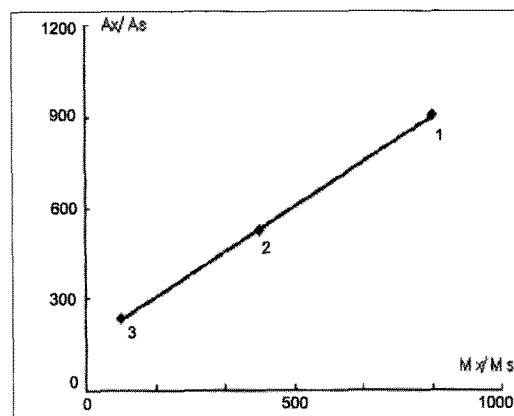


Fig. 2. Phthalate calibration curve.

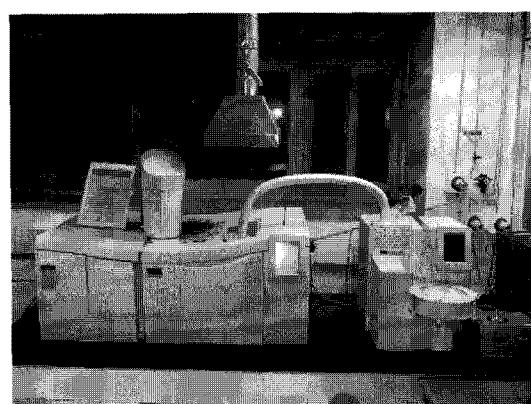


Fig. 3. Gas Chromatography.

국가별 프탈레이트계 가소재의 규제 현황 요약은 다음과 같다⁷⁾.

- ① 미국 : 어린이용품 중 DEHP, DBP, BBP 0.1% 초과 금지, DINP, DNOP, DIDP는 3세 이하 제품에서 금지(소비자제품 안전개선법(CPSIA-HR4040))
- ② EU : 어린이용품 중 DEHP, DBP, BBP 0.1% 초과 금지, DINP, DNOP, DIDP는 3세 이하 제품에서 금지(Directive 2005/84/EC)
- ③ 어린이용품 중 DEHP, DINP 0.1% 초과 금지 (Japan Toy Safety Standard ST2002)
- ④ 어린이용품 중 DEHP, DBP, BBP 0.1% 초과 금지, 3세 이하 제품 DNOP 0.1% 초과 금지 (공산품 자율 안전 확인 제도)

2.4. 포름알데히드 실험

포름알데히드는 호흡에 의해 노출되어 어린이의 코와 눈에 과민반응을 유발하고 많은 양의 포름알데히드를 마실 경우 심한 통증, 구토, 혼수 및 사망을 유발할 수 있으며 대표적인 발암물질로 분류된다⁸⁾.

목재완구제품의 포름알데히드의 용출은 KS M 1998-1⁹⁾에 따라 진행 하였으며, 봉재완구제품의 섬유에 대한 포름알데히드 용출은 KS K 06110¹⁰⁾에 따라 용출하여 용출한 액을 분광 분석법으로 포름알데히드의 양을 자외선 분광 광도계 UV/VIS Spectrophotometer(Jasco V-500, Japan)를 사용하여 412 nm에서 흡광도를 측정하였다.

3. 실험 결과

3.1. 중금속 실험 결과

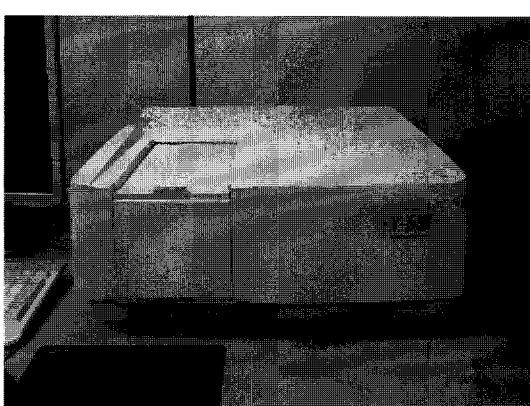


Fig. 4. UV Spectrophotometer.

Table 3. Testing results of soluble heavy metal contents in toy (unit: mg/kg)

제품	분석부위	Pb	Ba	Cr	Cd	Hg	Sb	As	Se
1-A	표면코팅	693	ND	161	ND	ND	ND	ND	ND
	플라스틱	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
1-B	표면코팅	223	ND	32	ND	ND	ND	ND	ND
	플라스틱	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
1-C	표면코팅	22	228	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	플라스틱	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
1-D	표면코팅	36	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	플라스틱	112	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
1-E	표면코팅	ND	92	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	플라스틱	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
2-A	표면코팅	14	851	ND	ND	ND	ND	ND	ND
2-B	표면코팅	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
2-C	표면코팅	ND	116	ND	ND	ND	ND	ND	ND
2-D	표면코팅	62	554	16	ND	ND	ND	ND	ND
2-E	표면코팅	13	22	8	ND	ND	ND	ND	ND
3-A	섬유	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	플라스틱	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
3-B	섬유	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	플라스틱	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
3-C	섬유	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	플라스틱	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
3-D	표면코팅	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	플라스틱	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
3-E	섬유	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	플라스틱	112	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
허용기준치** ^(미만)	표면코팅	16	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	허용기준치** ^(미만)	90	1000	60	75	60	60	25	500

*Not detected, Detection limit = 5mg/kg

**KS G ISO 8124 제3부의 중금속 허용기준치

본 연구에서 선정한 완구제품의 시료 15종에 대하여 중금속을 분석한 결과 Table 3과 같이 나타났다.

플라스틱 완구 제품의 경우 분석 대상인 8가지 중금속 중에서 Pb, Cr, Ba의 3종의 중금속이 검출되었으며 검출된 중금속 중 표면 코팅부분에서 2개 제품에서 Pb이 기준을 초과하여 검출되었으며, 1개 제품이 플라스틱에서 Pb의 기준치를 초과하여 검출 되었다. Cr은 1개 제품이 기준치를 초과하였으며, Ba의 경우에는 2개 제품의 표면 코팅에서 검출되었으나, 기준치를 초과 하지는 않았다.

3.2. 프탈레이트계 가소제 실험 결과

선정한 완구제품의 시료중 플라스틱 소재가 사용

Table 4. Testing results of phthalate contents in toy (unit: %)

제품	분석부위	DEHP	DINP	DNOP	DIDP	DBP	BBP
1-A	플라스틱	15.8	3.4	ND*	ND	ND	ND
1-B	플라스틱	ND	ND	ND	ND	ND	ND
1-C	플라스틱	ND	ND	ND	ND	ND	ND
1-D	플라스틱	23.2	ND	ND	ND	0.1	ND
1-E	플라스틱	ND	ND	ND	ND	ND	ND
3-A	플라스틱	ND	ND	ND	ND	ND	ND
3-B	플라스틱	ND	ND	ND	ND	ND	ND
3-C	플라스틱	ND	ND	ND	ND	ND	ND
3-D	플라스틱	ND	ND	ND	ND	ND	ND
3-E	플라스틱	32.8	ND	ND	ND	ND	ND
허용 기준치(미만)		0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1

되지 않은 목재 완구제품을 제외한 10종에 대하여 프탈레이트계 가소제를 분석한 결과는 Table 4와 같이 나타났다.

플라스틱 완구제품의 경우 분석 대상인 프탈레이트계 가소제 6종중 DEHP, DINP, DBP의 3종의 프탈레이트계 가소제가 2개 제품의 몸체와 자동차 모형의 바퀴 등에 사용된 PVC에서 검출되었으며, 프탈레이트가 검출된 제품 모두 유럽연합(EU)의 프탈레이트 규제 지침 Directive 2005/84/EC와 미국의 소비자제품 안전개선법의 허용 기준치를 초과하여 검출되었다.

봉재 완구제품의 경우 1종의 제품의 몸체에 사용된 인조가죽(Synthetic Leather)에서 DEHP가 검출되었으며, DEHP가 검출된 봉재 완구제품은 유럽연합(EU)의 프탈레이트 규제 지침 Directive 2005/84/EC와 미국의 소비자제품 안전개선법의 허용 기준치를 초과하였다.

3.3. 포름알데히드 실험 결과

본 연구에서 선정한 완구제품의 시료중 플라스틱 완구류를 제외한 목재 완구제품과 봉재 완구제품 10종에 대하여 포름알데히드의 분석 결과는 Table 5에 나타내었다.

4. 실험 결과의 분석

1) 총 15개 제품의 시험 결과 4개 제품이 안전 기준에 미달(EU, 미국, 한국)로 나타났으며, 특히 소형 플라스틱 완구제품의 시험 결과 5개 제품 중 3개 제품이 안전기준에 미달하여 불량률이 가장 높게 나타났다.

2) 목재 완구제품의 경우 허용 한도기준에는 미

Table 5. Testing results of formaldehyde contents in toy

제품	분석부위	포름알데히드
2-A	목재부품	ND*
2-B	목재부품	ND
2-C	목재부품	ND
2-D	목재부품	ND
2-E	목재부품	ND
3-A	섬유	ND
3-B	섬유	22
3-C	섬유	ND
3-D	섬유	ND
3-E	섬유	26
허용기준치**		30

*Not detected, Detection limit = 20mg/kg

**허용기준치(미만)

치지 않지만 거의 모든 제품에서 Pb와 Ba을 함유하고 있었으며 일부에서는 Cr도 용출되었음을 확인할 수 있었다. 국내 시판되는 완구제품 15종의 중금속 용출량, 프탈레이트 가소제, 포름알데히드를 측정한 결과 봉재완구와 목재완구의 경우 대체로 기준치를 초과하지는 않았지만 목재완구 제품에서 Pb, Ba와 Cr이 용출 되었으며, 플라스틱 완구에서는 허용 기준치를 초과하는 중금속 용출량을 확인할 수 있었다. 또한 프탈레이트의 경우 역시 봉재완구와 플라스틱 완구에서 기준치를 초과하여 검출되었다.

3) 봉재 완구제품의 경우 중금속 용출량을 측정한 결과 1개 제품의 인조가죽(PVC)원단을 제외하면, 기준의 허용 한도보다 훨씬 낮은 농도로 검출되거나, 검출되지 않은 것으로 나타나 봉재 완구제품의 경우에는 중금속에 대하여 대체로 안전하고 우수한 수준이었다.

4) 프탈레이트계 가소제 6종에 대하여는 소형 플라스틱 완구제품의 경우 2개 제품에서 우려할 만 수준의 가소제가 검출 되었으며, 봉재 완구제품의 경우 1개 제품의 인조가죽(PVC)원단에서 가소제가 검출 되었다.

5) 각 시료에 대하여 포름알데히드의 용출량을 측정한 결과, 대부분의 제품이 검출 한계인 20mg/kg에 훨씬 못 미치는 낮은 농도이거나 기준을 초과하지 않아 모든 제품이 포름알데히드에 대하여 우수한 수준이었다.

5. 결 론

시판되고 있는 어린이용 완구의 유해물질에 대

한 안전성을 평가하고 효율적인 관리방안을 제안하고자, 문헌조사를 통하여 국내외의 완구의 관리 현황과 사례를 조사 비교하였고, 실제 시판되는 완구를 시장에서 구매하여 유해물질 검출 실험 분석 하였으며 문헌조사와 실제 실험을 통하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1) 실험에 사용된 제품들은 실제 시장에서 판매 가 되고 있는 제품들로 목재완구에서 Ba, Cr 용출되고, 플라스틱완구의 중금속 용출은 현재 판매되고 있는 완구제품에 대한 시장의 단속 및 모니터링 강화 등의 관리 대책이 마련될 필요가 있음을 확인하고 있다.

2) 소형 플라스틱 완구제품의 불량률이 60%가 되는 것은 실제 인터넷 쇼핑몰등과 같이 유통경로를 확인하기 어려운 저가의 제품이 판매되고 있는 현실적인 실정을 감안 한다면 시판되는 완구 제품에 대하여 유럽의 소비자 안전진급 경보시스템 RAPEX 와 같은 정기적이고 주기적인 관리를 할 수 있는 사후 관리 제도가 마련될 필요가 있다.

3) 미국의 소비자제품안전위원회(CPSC)와 같이 강력한 사후 조치를 통하여 시장에서 안전성에 문제가 발견된 제품에 대하여 퇴출하는 사후관리 시스템을 운영하였으나, 사후관리 시스템의 단점을 보완하고자 2008년 8월 CPSIA(Consumer Product Safety Improvement Act)를 발효하였다. 이는 어린이 용품의 안전성에 대한 강제적 사전 인증제도로 제품의 안전성에 문제 발생할 가능성이 있는 제품의 시장 진입을 사전에 차단할 수 있는 규제이다. 우리나라 역시 CPSIA와 유사하게 출시 전 검사제도로서 “자율안전확인” 제도를 사전 인증제도를 채택

하고 있다. 우리나라의 경우 미국의 CPSC와 같은 강력한 권한을 가진 사후관리 기관이나 정기적인 사후 관리 시스템을 확립 할 필요하다고 하겠다.

감사의 글 : 이 논문은 환경부의 환경기술 인력 양성 지원사업으로 지원되었습니다.

참고문헌

- 1) Garbino, "Children's health and the environment", WHO, 2004.
- 2) <http://ec.europa.eu/consumers>
- 3) 국립환경과학원, “유해물질 함유 어린이제품의 위해성 평가기법 정립과 관리방안 수립”, 국립환경과학원, 2007.
- 4) KS M ISO 8124-3, “특정 원소의 용출”, KS규격집, 2002.
- 5) EPA 8061A, “Phthalate Esters by Gas Chromatography with Electron Capture Detection (GC/ECD)”, EPA, 1996.
- 6) KS M 1991, “합성수지 중의 프탈레이트계 가소제 검출방법”, KS규격집, 2008.
- 7) 지식경제부, “자율안전확인 부속서 36완구”, 지식경제부 기술표준원 고시, 2007.
- 8) 손기상, 김승돈, “완구의 중금속 및 포름알데히드 용출에 대한 연구”, 안전학회 춘계학술발표회, 2008.
- 9) KS M 1998-1, “건축내장재의 포름알데히드 및 휘발성 유기화합물 방산량 측정- 제1부·일반사항”, KS규격집, 1988.
- 10) KS K 0611, “섬유 제품의 포름알데히드 측정 방법 : 아세틸아세톤법”, KS규격집, 2001.