Journal of Environmental Science International
23(7); 1277~1287; July 2014

pISSN: 1225-4517 eISSN: 2287-3503
http://dx.doi.org/10.5322/JESI.2014.23.7.1277

ORIGINAL ARTICLE

위해성에 근거한 어린이용품 함유가능 환경유해인자 135종의 관리를 위한 향후 과제

김정곤 · 서정관* · 김탁수 · 박건호[1)]

국립환경과학원, [1)](주) 네오엔비즈 환경안전연구소

Future Challenges for Risk-Based Management of 135 Environmental Hazardous Substances in Children's Products

Jungkon Kim, Jung-Kwan Seo*, Taksoo Kim, Gun-Ho Park[1)]

National Institute of Environmental Research, Incheon, Korea
[1)]Institute of Environmental Protection and Safety, NeoEnBiz Co., Seoul, Korea

Abstract

As concerns have been raised about health effects of children's products containing hazardous chemicals on children, the Korea Ministry of Environment announced 135 environmental hazardous substances in children's products (EHSCP) which were subject to risk assessment. Therefore, it is necessary to identify the current status of EHSCP for management due to their various exposure routes and types. In this study, we investigated the exposure assessment of EHSCP as well as relevant policies implemented in domestic and foreign countries. Domestic and foreign cases of detection of EHSCP were reviewed in the literature and websites of related agencies. Due to the lack of reference values for child-specific toxicity of EHSCP, those for adults and regulatory status of EHSCP were also investigated and reviewed with literature. The related agencies of foreign countries provided 13 child-specific reference doses (RfDs), 76 RfDs, and 42 reference concentrations as toxicity reference values of the EHSCP. Among substances investigated in the studies to assess exposure of hazardous substances in children's products by the Korea Ministry of Environment, 23 substances were included in 135 EHSCP. The same studies identified 9 substances which were excluded from the 135 EHSCP. For regulatory status for hazardous substances in children's products, 44 substances (32.6 %) and 84 substances (62.2 %) of 135 EHSCP were under regulation in Korea and foreign countries, respectively. In the present study, we found that a list of 135 EHSCP should be revised to ensure children's safety.

Key words : children's products, environmental hazardous substances, regulation policy, risk assessment

1. 서 론

어린이는 성인에 비해 저항능력이나 면역기능이 낮고 신체 기관 및 조직이 빠르게 발달하기 때문에 환경오염과 유해화학물질 노출에 민감한 집단이다. 산업의 고도성장 이후, 아토피 피부염이나 천식 등 환경성질환의 증

Received 21 March, 2014; **Revised** 28 May, 2014;
Accepted 12 June, 2014
***Corresponding author** : Jung-Kwan Seo, Risk Assessment Division, National Institute of Environmental Research, Kyungseo-Dong, Seo-gu, Incheon 440-170, Korea
Phone: +82-32-560-7179
E-mail: jkseo@me.go.kr

ⓒ The Korean Environmental Sciences Society. All rights reserved.
This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

가로 어린이용품 및 생활환경에 존재하는 유해요인으로 인한 어린이 건강 피해가 사회문제로 대두됨에 따라, 국가적인 관리대책의 필요성이 제기되어왔다(Jung, 2009). 이에 따라, 정부는 환경보건법에 의거하여 어린이가 주로 사용하거나 접촉하는 장난감, 문구용품 등에 함유된 어린이의 건강에 영향을 줄 수 있는 환경유해인자 135종을 지정·고시 하였다(Ministry of Environment, 2009). 또한, 동 법의 어린이용품 환경유해인자 사용제한 등에 관한 규정에 의거하여 환경유해인자 135종 중 위해성을 평가한 결과 기준을 초과한 DNOP(di-n-octylphthalate) 및 DINP (di-isononylphthalate)와 '유해화학물질관리법'에서 취급을 제한하고 있는 TBT (tributyltin compounds) 및 nonylphenol 총 4종을 선정해 어린이용 플라스틱, 목재, 잉크 제품에 사용을 제한하였다(Ministry of Environment, 2012).

국외의 경우, 어린이용품 사용으로 인한 건강유해를 방지하기 위해 구체적인 제품에 대해 직접적인 법률을 규제에 적용하고 있다. 대표적으로, 유럽의 장난감안전성에 관한 지침인 EU Directive 87/378/EEC에서는 예측 가능한 범위 내에서 어린이의 안전 및 건강을 위협하지 않는 장난감만이 시장에 출시될 수 있음을 규정하고 있고, 특히, antimony, arsenic, barium, cadmium, chromium, lead, mercury, selenium 등 8개 중금속의 장난감내 함량을 제한하고 있다. 노르웨이에서는 국민의 건강과 환경보호를 위하여 크레용, 장난감, 페인트, 플라스틱에서 광범위하게 사용되는 lead, pentachlorophenol, medium-chain chlorinated paraffins, perfluorinated compound 4가지 화학물질을 규제하고 있다. 덴마크의 lead 및 lead 함유 제품의 제조, 수입, 판매 금지에 관한 법령에서는 lead 및 mercury의 일반제품 및 전자제품 내 함량을 제한하고 있다. 흥미로운 점은, 이들 법률에서 규제 혹은 제한하고 있는 물질목록과 환경유해인자의 목록이 서로 일치하지 않는다는 점이다.

이러한 어린이용품 사용 규제 물질목록간 불일치는 미국 환경보호청에서 제공하는 어린이용품에 함유된 유해인자에 대한 정보에서도 찾을 수 있다. 예를 들어, 미국 환경보호청 홈페이지에서는 어린이 건강에 우려가 있는 18종의 화학물질에 대해 어린이 건강에 대한 독성과 노출평가서(TEACH, Toxicity and Exposure Assessment for Children's Health)(US Environmental Protection Agency, 2014a)를 제공하고 있는데, 이 곳에서 제공되고 있는 18종의 물질 중 dichlorvos, diethyltoluamide, manganese, nitrates, nitrites, 2,4-dichlorophenoxyacetic acid, 등의 6종은 국내 환경유해인자 135종에 포함되지 않는다. 또 다른 사례로 미국 환경보호청에서는 2000년 특정 화학물질 노출과 관련하여 어린이에게 발생할 수 있는 잠재적 건강 위해를 대중들이 이해할 수 있는 자료로 제출하도록 하는 어린이 화학물질 자발적 평가 프로그램(VCCEP; Voluntary Children's Chemical Evaluation Program)을 발표하였고(US Environmental Protection Agency, 2014b), 화학물질을 취급하는 회사가 자발적으로 화학물질 23종에 대한 건강 영향, 노출 정보 및 위해성평가 자료를 제공하고 있다. VCCEP에서 제공되고 있는 23종의 물질 중 α-pinene, acetone, decabromodiphenyl ether, decane, m-dichloro benzene, m-xylene, p-dichlorobenzene, p-dioxane, n-dodecane, o-xylene, octabromodiphenyl ether, pentabromodiphenyl ether, undecane, vinylidene chloride, 등의 14종 역시 국내 환경유해인자 135종에 포함되지 않는다.

국내에서는 2007년부터 정부 주도로 어린이용품 함유 환경유해인자에 대한 위해성평가 시범연구가 시작되었고, 2009년에는 위해성평가 실시 등의 대상이 되는 어린이용품 함유가능 환경유해인자 135종을 고시하는 등 제도적 기반이 구축된바 있다. 그러나 현재 어린이용품에 사용이 규제된 물질은 환경유해인자 135종 중 DNOP, DINP, TBT, nonylphenol 등 총 4종에 불과하며 이는 국외에서 규제되는 물질들과 비교할 때 극히 일부에 지나지 않아 보다 세밀한 검토가 요구된다. 또한, 어린이용품 함유 환경유해인자 135종 목록은 국외 어린이용품 사용 규제 혹은 제한 물질 중 상당 수를 포함하고 있지 않아 이에 대한 점검이 반드시 필요하다고 여겨진다.

본 연구는 위해성에 근거한 어린이용품 함유가능 환경유해인자 135종의 관리를 위해 해결해야 할 문제점이 무엇인지 파악하기 위해 수행되었다. 이를 위해, 환경유해인자의 검출 및 위해성평가 사례와 규제에 대한 자료를 국내·외 관련 기관 및 선행연구에서 수집하여 분석하였다.

2. 연구 방법

2.1 환경유해인자의 검출사례 조사 및 노출 시나리오 파악

어린이용품 중 함유 가능한 환경유해인자의 검출사례를 조사하기 위해, 국내・외 소비자단체와 국가기관에서 제공하는 자료를 조사하였다. 또한, 조사된 검출사례를 바탕으로 어린이용품에 대한 노출시나리오를 파악하였다. 노출시나리오 구분은 국립환경과학원 연구보고서인 “어린이용품의 환경유해인자 관리를 위한 위해성 평가 지침 마련”에 제시된 방법을 활용하였다(National Institute of Environmental Research, 2009b). 동 연구에서는 어린이용품에 의한 유해인자 노출을 빨거나 씹음(Mouthing), 삼킴(Ingestion), 손을 입으로 가져감(Hand to mouth), 휘발성물질 흡입(Inhalation via evaporation), 먼지 흡입(Inhalation via dust) 그리고 제품의 피부 접촉(Dermal contact)으로 구분하였다. 또한, 노출시나리오에 따른 노출빈도는 가능성에 따라 많음(○), 중간(△) 그리고 희박함(×)으로 표기하였다.

2.2 환경유해인자의 독성참고치와 위해성평가 사례 조사

환경유해인자에 대해 어린이 독성참고치를 국외 관련 단체나 국가기관에서 조사하였으며, 어린이에 대한 자료가 부족하여 성인을 대상으로 한 자료도 함께 수집하여 제시하였다. 또한, 어린이용품 사용으로 인한 환경유해인자별 위해성 평가 사례는 국립환경과학원에서 수행한 어린이 용품 및 활동공간에 대한 유해인자 노출실태조사 결과를 중심으로 검토하였다.

2.3 국내·외 어린이용품 함유 환경유해인자 관리 실태 조사

어린이용품에 함유된 환경유해인자 135종의 관리실태 조사를 위하여 국내의 경우 품질경영 및 공산품안전관리법(MTIE, 2013)과 유해화학물질 관리법(Ministry of Environment, 2013)에서 일반 규제 현황에 대해 조사하였다. 그리고 국외사례는 유럽, 미국, 캐나다 등을 중심으로 개별 국가에서의 관리정책을 조사하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 어린이용품 중 환경유해인자의 국내・외 검출 사례 및 노출 시나리오

어린이 용품의 국내 노출 사례를 조사한 결과, 학용품, 장난감, 공예재료, 수저가방, 그림물감, 어린이용 의류, 어린이용 화장품, 어린이용 놀이매트 등에서 환경유해인자가 검출되었다(Table 1). 검출된 물질 중 어린이 환경유해인자 135종에 포함되는 물질은 antimony, barium, cadmium, chromium, DEHP (di-2-ethylhexyl phthalate), DBP (dibutyl phthalate), DINP, formaldehyde, lead, p-chloroaniline 등 총 10종이었다. 어린이용품의 국외 노출 사례를 조사한 결과, 어린이용 액세서리, 어린이용 신발, 학용품, 장난감, 유아용 제품, 어린이 화장품 등에서 환경유해인자가 검출되었다(Table 2). 검출된 물질 중 환경유해인자 135종에 포함되는 물질은 aniline, antimony, arsenic, barium, cadmium, chromium, cyclohexanone, DEHP, formaldehyde, isophorone, lead, mercury, p-chloroaniline, p-xylene, phenol, selenium, toluene, DINP, styrene, 2-ethoxyethanol로 총 20종(†으로 표시됨)이었다. 국외사례의 경우, 환경유해인자 135종에 포함되지 않은 22종의 화학물질(‡으로 표시됨)도 검출되었다. 주지해야 할 점은 이들 화학물질이 모두 유해한 것은 아니나 어린이에게 유해할 잠재성을 지닌 DIBP (diisobutyl phthalate)(Lyche et al., 2009) 등과 같은 물질이 어린이용품에서 검출되었다는 점이다. 이러한 DIBP가 환경유해인자 135종에 포함되지 않는다는 사실은 환경유해인자 목록에 대한 재고가 필요하다는 것을 시사하고 있다.

어린이가 어린이용품을 사용하면서 환경유해인자에 노출되는 주요 시나리오는 ‘빨거나 씹음’, ‘손을 입으로 가져감’ 그리고 ‘제품의 피부접촉’인 것으로 나타났다(Table 1, 2). 국외 노출사례에서는 일부 학용품(책가방, 장난감 가방, 필통, 지우개)과 유아용 침구류에서 앞서 언급된 4 가지 이외에 추가적인 주요 노출시나리오로 휘발성물질 흡입과 먼지 흡입이 각각 조사되었다. 위해성 평가의 큰 축은 노출량 산정이며, 이를 위해서는 수용체에 특화된 노출계수가 필요하다. 본 조사에서 확인된 주요 노출시나리오인 ‘빨거나 씹음’과 ‘손을 입으로 가져감’은 어린이에게서만 나타나는 특이적인 시나리오일 뿐만 아니라 어린이의 유해물질 노출에 기여도가 큰 행동이다(Cohen Hubal et al., 2000). 최근까지 국내에서 어린이 노출계수를 생산하기 위한 연구가 진행되어 왔으나(National Institute of Environmental Research, 2007,

Table 1. Hazardous chemicals in children's products and exposure scenarios (domestic cases)

Children's products		Detected chemicals* (concentration)	Exposure scenarios†						Ref.
			M	I	HM	IvE	IvD	DC	
Stationery	Sign pen, highlighter	• Formaldehyde (124 ppm)	△	×	○	△	×	○	a)
	Eraser	• Di-2-ethylhexyl phthalate • Dibutyl phthalate	△	×	○	×	×	○	b)
	Glue	• Formaldehyde	×	×	△	○	×	△	b)
	pencil case	• Lead	△	×	○	△	×	○	b)
	Colored pencil	• Cadmium (163 ppm)	○	×	○	×	×	○	c)
	Paperclip	• Lead (30,838 ppm)	○	×	○	△	×	○	c)
		• Chromium (8,182 ppm)	○	×	○	△	×	○	c)
Toy	Sticker	• Di-2-ethylhexyl phthalate (4.4-23.3 %)	○	×	○	△	×	○	c)
	Timber toy	• Lead	○	×	○	△	△	○	d)
	Toy	• Lead	○	×	○	△	△	○	e)
		• Phthalate	○	×	○	△	△	○	e)
Crafts	Suction plate	• Di-2-ethylhexyl phthalate (17.1 %)	○	×	○	×	×	○	c)
Others	Spoon and chopsticks, bag	• Di-2-ethylhexyl phthalate (8.3~14.6 %)	○	×	○	×	×	○	c)
	Moist colors	• Lead (4~40 ppm)	△	△	○	△	×	○	f)
Clothing	Underwear	• p-chloroaniline	○	×	○	△	×	○	g)
Cosmetics		• Lead	○	×	○	×	×	○	h)
play mat		• Di-2-ethylhexyl phthalate (24.8~31.8 %) • Diisononyl phthalate (28.5~34.9 %)	○	×	○	△	△	○	i)
		• Barium (0.1~37.8 mg/kg)	○	×	○	△	△	○	i)
		• Antimony (6.6~6.9 mg/kg)	○	×	○	△	△	○	i)
Accessory Necklace		• Lead	○	×	○	×	×	○	j)
Baby carrier		• Formaldehyde	○	×	○	○	×	○	j)

M: Mouthing; I: Ingestion; HM: Hand to mouth; IvE: Inhalation via evaporation; IvD: Inhalation via dust; DC: Dermal contact.
* All detected chemicals were included among 135 environmental hazardous substances.
† Exposure potency categorized by risk assessment guideline for management of hazardous substances in children's products (National Institute of Environmental Research, 2009b): ○=high; △=middle; × =low
a)(Korea Consumer Agency, 2006); b)(Kim et al., 2013; Korean Agency for Technology and Standards, 2009); c)(Consumer Affairs Center, 2009b); d)(Korea Consumer Agency, 2002); e)Digital Times, Hazardous substances in children's products of E-mart; f)(Korea Consumer Agency, 1999); g)(Korea Consumer Agency, 2009); h)(Ministry of Food and Drug Safety, 2006); i)(Consumer Affairs Center, 2008); j)(Consumer Affairs Center, 2009a)

2008, 2009a, 2010), 손을 입으로 가져가는 행위에 대해서는 조사된 바 없으며 조사된 노출계수도 대상 연령층, 조사지역 그리고 노출 시나리오가 한정적이어서 적용 범위가 제한적이다는 문제점을 안고 있다(Kim et al., 2014). 따라서 어린이용품에 함유된 유해인자에 대한 위해성평가를 수행하기 위해서는 전 연령층의 어린이를 대상으로 전국 단위의 조사를 통한 시나리오별 노출계수 개발이 시급하다.

3.2 환경유해인자의 독성참고치

환경유해인자 135종에 대한 어린이 독성참고치는 cadmium 및 그 화합물, heptachlor, chlordane, deltamethrin, mercury 및 그 화합물, antimony 및 그 화합물, arsenic 및 그 화합물, pentachlorophenol, lead 및 그 화합물, atrazine, nickel 및 그 화합물,

Table 2. Hazardous chemicals in children's products and exposure scenarios (foreign cases)

Children's products		Detected chemicals (concentration)	Exposure scenarios*						Ref.
			M	I	HM	IvE	IvD	DC	
Accessory	Cosmetic bag	• Lead†	○	×	○	×	×	○	a)
	Necklace, wristlet, earring	• Lead†	○	×	○	△	×	○	a)
	Sunglasses	• Lead†	○	×	○	×	×	○	a)
Shoes	Sandal	• Chromium† (17.5 mg/kg)	○	×	○	×	×	○	b)
		• Dimethylfumarate‡ (1.0 mg/kg)	○	×	○	×	×	○	b)
Stationery	School bag, toy bag, pencil case, eraser	• Arsenic†, antimony†, barium†, cadmium†, chromium†, mercury†, lead†, selenium†	△	×	○	×	×	○	c)
		• Isophorone†	△	×	○	×	×	○	c)
		• Butylhydroxyl-toluene‡	△	×	○	×	×	○	c)
		• Cyclohexanone†	△	×	○	×	×	○	c)
		• Phenol†	△	×	○	×	×	○	c)
		• Toluene†	△	×	○	×	×	○	c)
		• Diisobutyl phthalate‡	△	×	○	×	×	○	c)
		• Di-2-ethylhexyl phthalate†	△	×	○	×	×	○	c)
		• 2-heptanone‡	△	×	○	×	×	○	c)
		• tert-butyl alcohol‡	△	×	○	×	×	○	c)
		• Methyl propionate‡	△	×	○	×	×	○	c)
		• p-Xylene†	△	×	○	×	×	○	c)
	Marker pen, glitter glue, oil colors	• Aniline†	○	×	○	○	×	○	d)
		• p- chloroaniline†	○	×	○	○	×	○	d)
		• N-methylaniline‡	○	×	○	○	×	○	d)
		• C.I. pigment red 3‡	○	×	○	○	×	○	d)
		• N,N-dimethyl acetamide‡	○	×	○	○	×	○	d)
		• Bis (2-ethylhexyl) adipate‡	○	×	○	○	×	○	d)
		• p-anisidine‡	○	×	○	○	×	○	d)
		• 2- 2-ethoxyethanol†	○	×	○	○	×	○	d)
		• Citral‡	○	×	○	○	×	○	d)
		• 2-ethylhexyl acrylate‡	○	×	○	○	×	○	d)
Toy		• Di-2-ethylhexyl phthalate† (0.2 %)	○	×	○	×	×	○	b)
		• Diisononyl phthalate† (18.5 %)	○	×	○	×	×	○	e)
		• Di-2-ethylhexyl phthalate† (34.0 %)	○	×	○	×	×	○	e)
		• Lead†	○	×	○	×	○	○	a)
Baby product	Nursing pillow/Baby mattress	• Toluene-2,4-diisocyanate‡	○	×	○	△	○	○	f)
		• 2,4-diisocyanato-1-methylbenzene‡							
		• 2-bromo-4,6-dinitro-benzenamine‡	○	×	○	△	○	○	f)
		• 2-ethylhexanoic acid‡	○	×	○	△	○	○	f)
		• Acetophenone‡	○	×	○	△	○	○	f)
		• Hexabromocyclododecane‡	○	×	○	△	○	○	f)
		• Hexaethylene glycol dimethyl ether‡	○	×	○	△	○	○	f)
		• Styrene†	○	×	○	△	○	○	f)

		• 1,1,2,2-tetrachloroethane‡	○	×	○	△	○	○	f)
		• Tetrapropylene glycol, monomethyl ether‡	○	×	○	△	○	○	f)
		• Formaldehyde†	○	×	○	△	○	○	f)
	Carrycot	• Lead†	○	×	○	×	○	○	a)
Cosmetics	Bath product (body shampoo, body lotion, ect.), hair supply	• Di-2-ethylhexyl phthalate†	×	△	○	△	×	○	g)
		• DINP†	×	△	○	△	×	○	g)
Other	Tents	• Formaldehyde†	△	×	○	△	△	○	h)

M=Mouthing; I=Ingestion; HM=Hand to mouth; IvE=Inhalation via evaporation; IvD=Inhalation via dust; DC=Dermal contact

* Exposure potency categorized by risk assessment guideline for management of hazardous substances in children's products (National Institute of Environmental Research, 2009b): ○=high; △=middle; ×=low

† Substance included among 135 environmental hazardous substances

‡ Substance not included among 135 environmental hazardous substances

a)(United States Consumer Product Safety Commission, 2014); b)(RAPEX, 2014); c)(Svendsen et al., 2007); d)(Danish Environmental Protection Agency, 2008); e)(Fiala, 2005); f)(Tønning et al., 2008); g)(Danish Environmental Protection Agency, 2007); h)(Danish Environmental Protection Agency, 2004)

Table 3. Toxicity reference values of 135 environmental hazardous substances

Agency or database	Child-specific reference doses	RfD	RfC
US Environmental Protection Agency Integrated Risk Information System (US EPA IRIS)	-	54	21
California Environmental Protection Agency	-	7 (REL)	37 (REL)
World Health Organization Drinking Water & Air Quality (WHO-DW & WHO-AQ)	-	24	2
US Environmental Protection Agency Hazardous Air Pollutants (EPA HAPs)	-	39	21
US Environmental Protection Agency Health Advisories (EPA Has)	-	47	-
European Food Safety Authority (EFSA)	-	4	-
Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA)	-	8 (TDI, ADI)	-
Danish Environmental Protection Agency	2	-	-
The Federal Institute for Risk Assessment (BfR)	6	-	-
Office of Environmental Health Hazard Assessment (California OEHHA)	7	-	-
The Netherlands National Institute for Public Health and the Environment (RIVM)	1	-	-
Sum (included overlapping data)	16	183	81
Sum (excluded overlapping data)	13	76	42
Substances which reference toxicity values are not existed*		50	

RfD(C)=Reference dose (concentration); REL=Reference exposure level; (A)TDI=(acceptable) tolerable daily intake

*Carbamate compounds; Cobalt and it's compounds; Polybrominated diphenylethers; Benzo[a]pyrene; Propylene glycol; 4-Amino azobenzene; p-(Dimethylamino)azobenzene; Tri-o-cresyl phosphate; 2,6-Dimethylaniline; o-Anisidine; 2-Naphthylamine; 3,3'-Dichlorobenzidine; 4-Aminodiphenyl; o-Toluidine; 4-Methyl-1,3-benzenediamine; 2-Methyl-4-[(2-methyphenyl)azo] benzenamine; 4,4-Oxybixbenzenamine; Butane; 1,3,5-Trimethylbenzene; Diglyme; Triphenylphosphate; Tri(2-chloroethyl) phosphate; Di-n-octyl phthalate; 3,3-Dimethyl benzidine; 2-Methoxy-5-methylbenzenamine; Tris(2,3-dibromopropyl)phosphate; 4,4-Thiodianiline; Aphoxide; C.I. basic violet 003; Hexachlorocyclohexane; 4-Methoxy-m-phenylenediamine; C.I. disperse orange 003; 4,4'-Methylendi-o-toluidine; Potassium hydroxide; Sodium hydroxide; C.I. Acid violet 049; Nitrofen 1,4,5,8-Tetraamino-9,10-anthracenedione; 1,2-Benxisothiazol-3(2H)-one; 2-Methyl-4-isothiazolin-3-one; C.I. Disperse yellow 003; C.I. Disperse red 001; Asbestiform talc; tert-Butyl-4-hydroxyanisole; Nonylphenol; 5-Chloro-2-methyl-4-isothiazolin-3-one; Diisodecyl phthalate; Diisononyl phthalate; Polybrominated biphenyls; 2-Methoxy-1-propyl acetate

2-butoxyethanol, cyclohexanone 등 13종에 불과하다(Table 3). 그러나, 독성참고치가 존재하지 않는 환경유해인자도 50종에 이른다. 따라서, 어린이용품에 함유된 환경유해인자의 위해성평가를 위해서는 이들 50종에 대한 독성참고치가 확보되어야 하는 것으로 나타났다.

3.3 어린이용품 함유가능 환경유해인자의 위해성평가 사례

국립환경과학원에서 2007년부터 2010년까지 어린이용품의 유해인자 노출량 실태조사와 위해성 평가 연구사업에 대해 조사한 결과, 환경유해인자 135종에 해당하는 중금속(lead, nickel, antimony, arsenic, barium, cadmium, copper, zinc), VOCs류(benzene, ethylbenzene, styrene, toluene, xylene), phthalate류(DBP, butyl benzyl phthalate, DEHP, di-n-octyl phthalate, diisodecyl phthalate, DINP), 그 외 bisphenol A, phenol 등의 23종이 검출되었으며, 환경유해인자 135종에 포함되지 않는 paraben류(benzyl alcohol, butyl paraben, ethyl paraben, isobutyl paraben, isopropyl paraben, methyl paraben, propyl paraben), DEHA (di(2-ethylhexyl) adipate), phenoxyethanol 등이 검출되었다(National Institute of Environmental Research, 2007, 2008, 2009a, 2010). 이들 환경유해인자 및 화학물질을 함유한 어린이용품의 위해도를 평가한 결과 위해한 것으로 판정된 사례는 없었다. 하지만, 이들 연구사례에 대상이 된 어린이용품은 시장조사를 기반으로 선정된 것이 아니므로 대표성에 문제가 있다. 그러므로, 현재로서는 어린이용품에 함유된 환경유해인자의 위해성에 대한 결론을 도출하기 어렵다.

3.4 국내 · 외 어린이용품 함유 환경유해인자 관리실태 조사

환경유해인자 135종 중 국내에서 규제되고 있는 물질은 86종(63.7 %)이었으며, 이 중 44종이 어린이용품에서 사용이 제한·금지되고 있다(Table 4). 환경보건법에서 규정하고 있는 어린이용품 환경유해인자 중 112종(82.9 %)은 외국 주요 국가에서도 관리 대상물질로 확인되었다(Table 5). 그러나 어린이용품에 한정할 경우, 135종 중에서 84종(62.2 %)만이 관리대상인 것으로 나타났다. 환경유해인자 135종 모두를 규제하는 것이 안전을 최대한 확보하기 위한 보수적인 접근일 수 있으나, 실질적인 관리를 위해서는 환경유해인자의 종류를 현실화할 필요가 있다.

현재 국내의 경우, 어린이용품이 품질경영 및 공산품 안전관리법(MTIE, 2013)과 유해화학물질 관리법(Ministry of Environment, 2013)에 의거하여 관리되고 있다(Table 4). 이에 반해 국외의 경우, 장난감 안전 규격(EN 71)(European Commission, 2011), 어린이용 화장품의 위험물질(Danish Environmental Protection Agency, 2007)/사용제한(Danish Ministry of the Environment, 2006), 장난감(안전) 규제(United Kingdom, 1999) 특정 플라스틱 가소제 사용 육아용품 규제(안)(US states of California, 2008), 어린이용 개인용품에서 피해야 할 유해물질(GoodGuide, 2014), lead 함유 아동용 장난감 금속 장신구 규제

Table 4. Current state of regulation for the 135 environmental hazardous substances in Korea

Regulation law	Category	No. of relevant substances among the 135 environmental hazardous substances (%)	No. of substances prohibited in children's products (%)
Quality management and safety control of industrial products act[a)]	Safety certificate	29 (21.5)	7 (5.2)
	Self-regulatory safety confirmation	50 (37.0)	43 (32.6)
	Safety and quality	29 (21.5)	6 (4.4)
Toxic chemicals control act[b)]	Poisonous substances	59 (43.7)	-
	Restricted or prohibited substances	27 (20.0)	2 (1.5)
	Substances under observation	6 (4.4)	-
Sum*		86 (63.7)	44 (32.6)

* Overlapping data were excluded.
a)(MTIE, 2013); b)(Ministry of Environment, 2013)

Table 5. Current state of regulation for the 135 environmental hazardous substances in foreign countries

Country	Laws	No. of relevant substances among the 135 environmental hazardous substances (%)	No. of substances prohibited in children's products (%)
EU	REACH[a)]	30 (22.2)	3 (2.2)
	Safety of toys[b)]	61 (45.1)	61 (45.1)
	Directive 88/378/EEC[c)]	8 (5.9)	8 (5.9)
	Directive 98/485/EC[d)]	6 (4.4)	6 (4.4)
Norway	Product regulations[e)]	8 (5.9)	-
	Chemical regulation for construction products[f)]	2 (1.5)	2 (1.5)
Denmark	Statutory order on ban on import and sale of products containing lead[g)]	1 (0.7)	-
	Danish integrated product policy[h)]	16 (11.9)	-
	Advisory list to self-classification of dangerous substances[i)]	2 (1.5)	2 (1.5)
	Hazardous substances in cosmetic products for children[j)]	3 (2.2)	3 (2.2)
	Prohibited substances of children's cosmetic[k)]	5 (3.7)	5 (3.7)
UK	Provisions in part II of the child support, pensions and social security bill[l)]	8 (5.9)	8 (5.9)
Japan	The law concerning examination and regulation of manufacture, etc. of chemical substances[m)]	37 (27.4)	-
	Act on control of household products containing harmful substances[n)]	15 (11.1)	5 (3.7)
USA	Toxic substances control act[o)]	5 (3.7)	-
	Federal hazardous substances act[p)]	6 (4.4)	3 (2.2)
	Consumer product safety act[q)]	1 (0.7)	1 (0.7)
	Consumer product safety improvement act[r)]	7 (5.2)	7 (5.2)
	Safe drinking water and toxic enforcement act[s)]	10 (7.4)	7 (5.2)
	Phthalates and bisphenol-A in children's products[t)]	7 (5.2)	7 (5.2)
	Hazardous chemicals prohibited in the personal care products of children[u)]	3 (2.2)	3 (2.2)
	Interim enforcement policy for children's metal jewelry containing lead[v)]	1 (0.7)	1 (0.7)
Canada	Hazardous products act[w)]	13 (9.6)	9 (6.7)
Sum*		112 (82.9)	84 (62.2)

EU=European Union; UK=United Kingdom; USA=United States of America

* Overlapping data were excluded.

a)(European Commission, 2006); b)(European Commission, 2011); c)(European Commission, 1988); d)(European Commission, 1998); e)(Norwegian Climate and Pollution Agency, 2012a); f)(Norwegian Climate and Pollution Agency, 2012b); g)(Danish Ministry of the Environment, 2007); h)(Weidema et al., 2005); i)(Danish Environmental Protection Agency, 2009); j)(Danish Environmental Protection Agency, 2007); k)(Danish Ministry of the Environment, 2006); l)(United Kingdom, 1999); m)(Ministry of International Trade, 2009); n)(Japan, 1973); o)(US Environmental Protection Agency, 1976); p)(United States Consumer Product Safety Commission, 1960); q)(United States Consumer Product Safety Commission, 1972); r)(United States Congress, 2008); s)(Office of Environmental Health Hazard Assessment, 1986); t)(US states of California, 2008); u)(GoodGuide, 2014) ; v)(Consumer Product Safety Commision, 2005); w)(Minister of Justice, 2013)

(Consumer Product Safety Commision, 2005) 등의 어린이용품에 한정된 법률에 의해 어린이용품이 체계적이고 세세히 관리되고 있었다(Table 5). 따라서, 제품의 안전성에 대한 요구가 날로 증가하는 현재의 사회분위기를 감안할 경우, 향후 관련 법률의 신규제정과 강화가 예상되므로 이 때 앞서 언급한 국외 사례를 충분히 고려할 필요가 있을 것으로 사료된다.

4. 결 론

위해성평가 실시 대상인 환경유해인자 135종의 국내・외 검출 및 위해성평가 사례와 규제 현황을 분석한 결과, 다음과 같은 향후 해결과제를 도출할 수 있었다.

첫째, 어린이용도 환경유해인자에 대한 물질목록의 검토가 필요하다. 국외 검출사례에서 환경유해인자 135종 이외의 잠재적 유해성이 큰 물질이 어린이용품에서 검출되었다. 또한, 국내에서 보존제로 광범위하게 사용되는 paraben류를 환경유해인자에 포함시키는 방안에 대해서도 고려해 볼 필요가 있다고 여겨진다.

둘째, 환경유해인자의 위해성평가를 위해서는 주요 노출시나리오인 빨거나 씹음, 손을 입으로 가져감 그리고 제품의 피부접촉에 관한 전 연령층의 어린이를 대상으로 전국 단위의 조사를 통한 시나리오별 노출계수의 개발이 시급하다.

마지막으로, 환경유해인자 135종의 위해성평가 우선순위를 설정해야 한다. 환경보건법에서 규정하는 환경유해인자는 어린이용품에 함유 가능한 물질로 위해성평가의 대상이다. 그러나 제품에 함유된 해당 환경유해인자를 모두 평가하는 것은 독성참고치 확보와 노출량 산정 등의 제약이 따른다. 본 연구에서 조사된 바로는 환경유해인자 135종 중 독성참고치가 없는 물질이 50종에 이르는 것으로 나타났다. 위해성평가를 위해서는 독성값 생산이 시급하지만, 단시간에 해결될 수 있는 사안이 아니므로, 현시점에서는 환경유해인자의 위해성평가 우선순위가 설정되어야 할 것이다.

감사의 글

본 연구는 2013년도 국립환경과학원 박사후연구과정 지원사업에 의해 이루어진 것입니다.

참고문헌

Cohen Hubal, E. A., Sheldon, L. S., Burke, J. M., McCurdy, T. R., Berry, M. R., Rigas, M. L., Zartarian, V. G., Freeman, N. C., 2000, Children's exposure assessment: A review of factors influencing children's exposure, and the data available to characterize and assess that exposure, Environ. Health Perspect., 108, 475-486.

Consumer Affairs Center, 2008, Assessment of safety of playmat for baby, Korea Consumer Agency.

Consumer Affairs Center, 2009a, Assessment of safety of food additives in children food preference, Korea Consumer Agency.

Consumer Affairs Center, 2009b, Monitoring safety of products on the market in the vivinity of elementary school, Korea Consumer Agency.

Consumer Product Safety Commision, 2005, Interim enforcement policy for children's metal jewelry containing lead, HR4040.

Danish Environmental Protection Agency, 2004, Mapping of chemical substances in consumer products: release of chemical substances from tents and tunnels for children, nr. 46, Denmark.

Danish Environmental Protection Agency, 2007, A survey and health assessment of cosmetic products for children: survey of chemical substances in consumer products, No. 88, Denmark.

Danish Environmental Protection Agency, 2008, Survey and health assessment of chemical substances in hobby products for children, No. 93, Denmark.

Danish Environmental Protection Agency, 2009, Advisory list to self-classification of dangerous substances, Denmark.

Danish Ministry of the Environment, 2006, Bekendtgørelse om kosmetiske produkter, BEK nr. 422, Denmark.

Danish Ministry of the Environment, 2007, Statutory order on ban on import and sale of products containing lead, No. 1082, Denmark.

European Commission, 1988, The approximation of the laws of the member states concerning the safety of toys, Council Directive 88/378/EEC.

European Commission, 1998, Childcare articles and toys intended to be placed in the mouth by children of less

than three years of age, made of soft PVC containing certain phthalates, Commission Recommendation 98/485/EC.

European Commission, 2006, Registration, evaluation, authorisation and restriction of chemicals, No. 1907/2006, European Parliament and of the Council.

European Commission, 2011, European union toy safety testing standard, EN 71.

Fiala, F., 2005, Plasticizers in toys: method validation using toy samples and analysis of toys, Austrian Standards Institute.

GoodGuide, 2014, http://www.goodguide.com/.

Japan, 1973, Act on control of household products containing harmful substances, Act No. 112.

Jung, K., 2009, The policy direction on environment diseases and environmental risk of children health, Health Welfare Policy Forum, 152, 100-111.

Kim, H., Baek, Y., Jung, K., Hong, S., Heo, H., Seong, J., Park, J., 2013, Measurement of heavy metals using portable XRF in children's playing goods, J. Environ. Sci. Int., 22, 471-479.

Kim, J., Seo, J., Kim, T., Park, G., 2014, Survey of exposure factors for risk assessment of hazardous materials in child-specific products, J. Environ. Health Sci., 40, 17-26.

Korea Consumer Agency, 1999, Assessment of risk of art supplies for children.

Korea Consumer Agency, 2002, Safety assessment of wooden baby toy.

Korea Consumer Agency, 2006, Monthly consumer's generation.

Korea Consumer Agency, 2009, Monthly consumer's generation.

Korean Agency for Technology and Standards, 2009, Survey of children's school suppires on the market.

Lyche, J. L., Gutleb, A. C., Bergman, Å., Eriksen, G. S., Murk, A. J., Ropstad, E., Saunders, M., Skaare, J. U., 2009, Reproductive and developmental toxicity of phthalates, J. Toxicol. Environ. Health B Crit. Rev., 12, 225-249.

Minister of Justice, 2013, Hazardous products act.

Ministry of Environment, 2009, Notification on restriction of the use of environmental hazardous substances in child-products.

Ministry of Environment, 2012, Provision of prohibiting hazardous substances in child-products.

Ministry of Environment, 2013, Toxic chemicals control act.

Ministry of Food and Drug Safety, 2006, Children put on cosmetics containing poison.

Ministry of International Trade, 2009, The law concerning examination and regulation of manufacture, etc. of chemical substances.

MTIE, 2013, Quality management and safety control of industrial products act, Ministry of Trade, Industry & Energy.

National Institute of Environmental Research, 2007, Exposure and risk assessment of hazardous substances in child-products (I): oral exposure.

National Institute of Environmental Research, 2008, Exposure and risk assessment of hazardous substances in child-products (II): oral exposure.

National Institute of Environmental Research, 2009a, Exposure and risk assessment of hazardous substances in child-products (III): dermal exposure.

National Institute of Environmental Research, 2009b, Risk assessment guideline for management of hazardous substances in child-products.

National Institute of Environmental Research, 2010, Exposure and risk assessment of hazardous substances in child-products (IV): inhalation exposure.

Norwegian Climate and Pollution Agency, 2012a, Product regulations.

Norwegian Climate and Pollution Agency, 2012b, Short and medium chained chlorinated paraffins in buildings and constructions in the EU.

Office of Environmental Health Hazard Assessment, 1986, Safe drinking water and toxic enforcement act, Proposition 65, California Environmental Protection Agency, USA.

RAPEX, 2014. http://ec.europa.eu/consumers/dyna/rapex/rapex_archives_en.cfm, Rapid Alert System for Non-Food Consumer Products.

Svendsen, N., Bjarnov, E., Poulsen, P. B., 2007, Survey as well as health assessment of chemical substances in school bags, toy bags, pencil cases and erasers, Danish Ministry of the Environment, Denmark.

Tønning, K., Pedersen, E., Lomholt, A. D., Malmgren-Hansen, B., Woin, P., Møller, L., Bernth,

N., 2008, Survey, emission and health assessment of chemical substances in baby products, Danish ministry of the environment, Denmark.

United Kingdom, 1999, Provisions in part II of the child support, pensions and social security bill, URN 99/109.

United States Congress, 2008, Consumer product safety improvement act, HR4040, USA.

United States Consumer Product Safety Commission, 1960, Federal hazardous substances act, USA.

United States Consumer Product Safety Commission, 1972, Consumer product safety act, USA.

United States Consumer Product Safety Commission, 2014. http://www.cpsc.gov/.

US Environmental Protection Agency, 1976, Toxic substances control act, USA.

US Environmental Protection Agency, 2014a. Toxicity and exposure assessment for children's health. USA.

US Environmental Protection Agency, 2014b. Voluntary children's chemical evaluation program. USA.

US states of California, 2008, Phthalates and bisphenol-A in children's products, HR4040, California, USA.

Weidema, B. P., Nielsen, A. M., Christiansen, K., Norris, G., Notten, P., Suh, S., 2005, Prioritisation within the integrated product policy, Danish Ministry of the Environment, Denmark.