

산업안전보건법 상 관리수준 검토를 위한 화학물질 유해성 · 위험성 평가대상 후보물질 선정에 관한 연구

A Study on the Priority for the Hazard and Risk Evaluation of Chemicals (HREC) According to the Industrial Safety and Health Act (ISHA)

양정선* · 임철홍 · 박상용

Jeong Sun Yang* · Cheol Hong Lim · Sang Young Park

한국산업안전보건공단 산업안전보건연구원

Occupational Safety & Health Research Institute(OSHRI),

Korea Occupational Safety and Health Agency(KOSHA)

104-8, Munji-Dong, Yuseong-Gu, Daejeon, 305-380, Korea

ABSTRACT

Object: The aim of this study is to suggest a list of priority chemicals for the Hazard & Risk Evaluation of Chemicals (HREC) controlled by the Industrial Safety and Health Act (ISHA).

Method: Screening assessment was done for 642 chemicals whose exposure threshold limit values were set by the Ministry of Employment and Labor (MOEL). Hazard data were collected from Korea Occupational Safety & Health Agency (KOSHA) and/or other toxicity database. Exposure data were obtained from KOSHA internal database. The hazard and exposure scores of chemicals were listed by order of priority in accordance with GHS classification and exposure index data.

Result: From the result of screening risk assessment for 642 chemicals, we extracted a list of 13 priority chemicals for HREC performed by the ISHA. A priority list of 27 chemicals which have carcinogen, mutagen and/or reproductive toxicity but not controlled by the ISHA was suggested for additional evaluation as "chemicals for special management".

Key words : Hazard & Risk Evaluation of Chemicals (HREC), Priority chemicals, Risk assessment, Screening risk assessment, Carcinogen, Mutagen and/or Reproductive toxicity

I. 서 론

화학물질 관리는 원칙적으로 사업자가 자주적으로 화학물질의 취급 등에 따른 건강 장애의 위험을 평가하고 그 결과에 따라 노출 방지 대책을 강구하는 것으로, 산업안전보건법 제5조(사업주의 의무), 제23조(안전조치) 및 제24조(보건조치)에서 사업자에게 근로자의 건강 장애를 일으킬 우려가 있는 인자에 대하여 지속적으로 유해 · 위험요인에 대한 실태를 파악하고 이를 평가하여 관리 · 개선하는 등 필요한 조치를 강구하도록 하고 있다. 한편, 국가도 건강 장애

의 위험이 특히 높은 고위험 화학물질에 대하여 제조 등의 금지, 허가, 특별관리 또는 관리 대상 유해물질 등 관리수준 분류에 의한 위험 관리가 필요하며, 산업안전보건법 제39조(유해인자의 관리 등)에서 근로자의 건강장애를 유발하는 유해인자에 대하여 위험성평가를 통하여 분류하고 관리하도록 규정하고 있다.

산업안전보건법은 산업화와 유해물질의 대량 사용에 의한 직업병 발생 등에 효율적으로 대체하기 위하여 필요한 기준 등을 확립하기 위한 목적으로 1982년 제정 되었으며, 동법에 의해 현재 제조 등의 금지

*Corresponding author: Jeong Sun Yang 대전광역시 유성구 엑스포로 339번길 Tel: 042-869-0341,
Fax: 042-863-9001, E-mail: yjs@kosha.net, Received: 2012. 1. 12., Revised: 2012. 3. 8., Accepted: 2012. 3. 11.

물질 66종, 제조 등의 허가물질 13종, 허용기준 설정 물질 13종, 관리대상 유해물질 168종, 노출기준고시 물질 642종 등의 화학물질이 관리되고 있다(고용노동부, 2011). 제정 당시 관리대상 유해물질은 일본의 노동안전위생법과 유사하게 제1종, 2종, 3종 유기용제와 제1류, 2류, 3류 특정화학물질로 구분되었다. 즉, 황린 성냥 등 7종이 제조금지, 디클로로벤지딘과 그 염 등 7종이 제1류 특정화학물질로 분류되어 제조 또는 사용 제한물질로 관리되었으며, 제1종, 2종, 3종 유기용제 51종과 제1류, 2류, 3류 특정화학물질 52종 등 모두 103종이 관리되었다(국가법령정보센터, 2011). 현재의 유기화합물 (113종), 금속류(23종), 산/알칼리류(17종), 가스상물질류(15종)의 관리대상물질 168종은 2003년 산업안전보건법 개정을 통해서 정착되었다(고용노동부, 2012). 2003년 개정은 2002년 『유해물질의 선정, 노출기준 설정 등 관리체계에 관한 연구』(안규동 등, 2002) 결과가 반영되어 직업병 발생물질인 2-브로모프로판 등 84종의 물질이 신규로 추가되고, 금지물질 또는 취급 사업장이 확인되지 않은 24종과 가솔린 등 석유류 정제물질(3종 유기용제)이 제외된 결과이다. 또한 관리대상 물질 중 발암성 물질에 대하여는 취급자에게 발암성 물질임을 알리도록 발암성물질 고지의 의무를 규정하였다(Table 1).

제조금지 및 제조 또는 사용제한 대상물질은 1997년 제조금지물질에 벤지딘 염산염과 황석면, 갈석면이 추가되고 2003년 6가크롬 등이 추가되어 총 14종이 되었다가 2004년 6가 크롬이 허가물질에서 제외됨에 따라 총 13종이 되었다(임철홍 등, 2011).

Table 1. Chemical list regulated by the Industrial Safety and Health Act (ISHA) Compared with Korea and Japan

Year	Japan (2011)	Korea ISHA					
		1982	1990	2003	2003~2011		
N	Total	N	N	N _{out}	N _{in}	Class	N(N _{carcinogen})
Organic solvent	54	51	54	7	84	Organic solvent	113(4)
Special chemicals	51	52	54	17		Metals	23(4)
-	-	-	-	-	-	Acid/Alkali	17
-	-	-	-	-	-	Gas phase	15(1)
Total	105	103	108	24	84	Total	168(9)

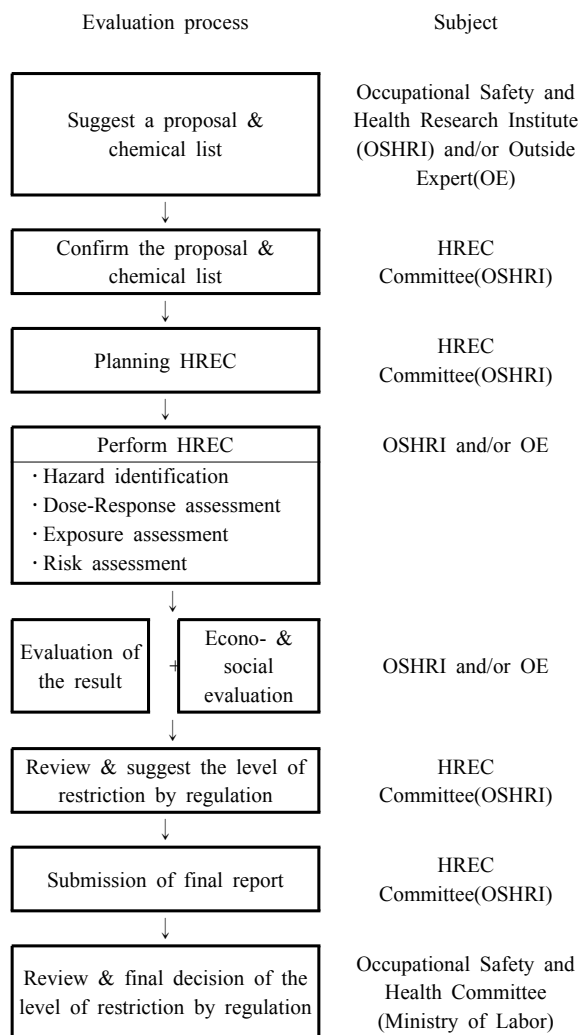


Figure 1. Process of the Hazard & Risk Evaluation of Chemicals (HREC) by the Industrial Safety and Health Act (ISHA)

최근, 유럽연합과 일본을 중심으로 과학적 유해성 평가에 근거한 규제수준 재검토가 이루어지고 있으며, 우리나라에서도 산업안전보건연구원에서 우리나라 산업현장에서 많이 사용되고 있는 화학물질 중 독성 시험 자료가 없거나 부족한 화학물질에 대하여 국제 기준에 부합하는 독성시험을 통해 독성 자료를 확보하여 유해성평가(hazard evaluation)를 실시하고, 근로자 노출을 반영한 위험성평가(risk assessment)를 통하여 산업안전보건법 상 금지, 허가, 관리대상, 작업환경측정대상 및 노출기준 설정 등 국가차원의 화학물질관리를 위한 근거를 제공하고자 『화학물질의

유해성·위험성 평가 사업』추진하고 있다(고용노동부, 2011c) Figure 1에 산업안전보건법에 규정된 유해성·위험성 평가 절차를 정리하였다. 개별 화학물질에 대한 유해성 위험성 평가에는 많은 시간과 비용이 소모되므로 산업보건 측면에서 작업장에서 사용되는 많은 화학물질 중 유해성과 노출 가능성을 스크리닝하여 우선 평가 대상물질을 선정하는 과정이 필요하다. 본 연구는 『화학물질의 유해성·위험성 평가 사업』추진을 위하여, 노출기준 설정물질의 현행 규제 수준을 확인하고 화학물질의 유해성, 취급량, 노출근로자 수 등을 반영하여 산업안전보건법 상 규제 수준 검토를 위한 우선 평가 대상물질 선정을 위하여 수행되었다.

II. 연구방법

1. 모집단

본 연구에서는 고용노동부 고시 2011-13호(고용노동부, 2011b)의 화학물질 및 물리적인자의 노출기준 목록 중 물리적 인자 등을 제외한 642종의 화학물질을 초기위험성평가 대상 모집단으로 선정하였다. Table 2에 산업안전보건법 제39조(유해인자의 관리 등) 및 시행규칙 제81조(유해인자의 분류 및 관리)에 의해 관리되고 있는 화학물질의 목록수를 정리하였다(고용노동부 2011a).

2. 유해성 평가지표 선정

위험성 평가를 위하여 요구되는 최소한의 유해성 자료 확보를 위하여 환경부 유해성심사 항목 및 유럽연합 REACH법에서 제시하는 화학물질안전성보

고서(CSR) 작성을 위한 항목을 참고하여 11개 시험항목을 선정하였다. 선정된 11개 시험항목을 기준으로 OECD SIDS(Screening Information DataSet), 유럽 ECB(European Chemicals Bureau)에서 제공하는 ESIS(European Chemicals Substances Information System), 일본 NITE(National Institute of Technology and Evaluation) 등의 자료검색을 통하여 모집단 642종에 대하여 11개 시험항목에 대한 자료를 확보하였다. 또한 안전보건공단 홈페이지(<http://www.kosha.or.kr>)에서 제공하고 있는 GHS에 의한 발암성, 생식세포 변이원성, 생식독성, 특정표적장기 독성, 흡인 유해성 등 건강유해성 분류 11항목의 유해성을 확인하였다(안전보건공단, 2011).

노출과 유해성 부문에 대하여 각 지표들을 점수화하여 대상 유해물질 추가 편입 후보물질의 우선순위를 검토하였다. 건강 유해성 부분은 고용노동부의 『화학물질의 분류, 표시 및 물질안전보건자료에 관한 기준』(고용노동부, 2008)에 의한 GHS 유해성 분류를 기준으로 발암성, 생식세포 변이원성, 생식독성, 특정표적장기 독성 등 만성적인 건강영향 부분에 가중치를 두어 10점~5점을 부여하였고, 급성독성, 피부 및 눈자극성 등에 5점~1점의 가중치를 부여하였다. “자료없음”, “분류안됨”과 “해당없음(not applicable)”은 0을 부여하였고 각 건강유해성 항목의 가장 높은 가중치 값을 선택하였다 (Table 3).

3. CRS(Chemical Ranking & Scoring)기법을 이용한 초기위험성 평가

조사대상 물질에 대하여 2009년 전국 제조업체 작업환경 일제조사(고용노동부, 2009) 등 자료를 수집

Table 2. Number of chemicals (or chemical groups) regulated by the Industrial Safety and Health Act

Level regulated	Industrial Safety and Health Act						Toxic Chemical (regulated by the ministry of Environment)
	TLV set	Ambient monitor	Regulated	Action level	Permission	Baned	
TLV set	642	181	168	13	13	32	153
Ambient monitor	181	181	168	13	13	1	56
Regulated	168	168	168	13	-	1	49
Action level	13	13	13	13	-	-	4
Permission	13	13	-	-	13	-	4
Baned	7	-	-	-	-	66	1
Toxic chemical	153	56	49	4	4	52	631

Table 3. Scoring by health hazard classification according to the GHS (Maximum score 10)

Score	Carcinogen	Mutagenicity	Reproductive toxic	Respiratory sensitization	Target organ (repeat)	Acute toxicity	Irritation	Skin sensitivity
10	1A,1B	1A,1B	1A,1B	-	-	-	-	-
9	2	2	2	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-
7	-	-	-	1	1	-	-	-
6	-	-	-	-	2	-	1A,1B,1	1
5	-	-	-	-	2	-	2	-
3	-	-	-	-	-	1,2	-	-
2	-	-	-	-	-	3	-	-
1	-	-	-	-	-	4	-	-

하여 취급량, 노출근로자수, 취급작업장 수 등 노출 관련 정보 및 현행 산업안전보건법에 의한 관리 수준 등을 입력하였다. 유해성이 확인되고 연간 100kg 이상 유통되는 유해화학물질에 대하여, 관리수준의 검증 및 · 재편이 필요하다고 판단되는 물질을 물질별로 물리학적 특성, 유통량, 노출기준, 독성자료 및 GHS에 의한 유해성 분류 등을 점수화 하여 위험성 평가 후 후보물질을 선별하였다.

초기위험성 평가를 위한 유해성과 노출량 지표에 대한 수식의 적용을 위하여 선행연구 및 유사과제, 외국의 적용 예 등을 비교하여 채택하였다(양정선 등, 2011). 본 연구에서는 다음 3가지 방법에 의하여 우선순위를 산정하여 비교하였다. 1) 화학물질의 유해성 지표 점수에 의해 1차 순위화하고 동일 유해성 지표 순위 내에서는 취급량 값으로 부터 환산한 노출량 지표로 순위화하는 방법 (이하 “유해성 순위”로 표시), 2) 유해성 지표 점수에 가중치를 2배 부여하고 노출량 지표 점수와 곱한 값을 순위화하는 방법(이하 “위험성 순위”로 표시), 3) 유럽연합에서 사용되고 있는 EURAM의 우선순위 평가시스템 중 인체 유해성 부문의 계량화한 값을 순위화하는 방법 (이하 “EURAM 순위”로 표시)에 의하여 우선순위 목록을 작성하여 비교하였다(박상희 등, 2011).

4. 결과 분석

노출기준은 설정되었지만 관리대상 및 작업환경 측정 대상에서 제외된 발암성, 변이원성, 생식독성 (CMR; carcinogenicity, mutagenicity, toxicity for reproduction)물질을 포함한 우선순위 상위물질, 국내외 직업병 발생 및 사회적으로 문제가 되었던 물질에

대하여 초기위험성평가 자료를 분석하여 추가로 관리 또는 특별관리 유해물질 편입을 위한 유해성 · 위험성 평가대상 후보물질로 제안하였다.

III. 연구결과

노출 측정값에 관한 자료가 제한적인 경우 유해성의 종류와 정도, 취급량, 사용사업장수, 노출근로자 수 등을 바탕으로 초기위험성평가 DB를 구축하여 각 지표별로 우선순위 산정을 위한 가중치를 부여하여 분석하였다. 초기위험성 평가를 위한 취급량 등 관련 자료는 2009년 작업환경 실태조사 자료를 참고하였다. 노출량 지표의 정성평가 자료로 사용하기 위하여 노출의 다양성(diversity)을 반영하기 위한 취급 작업자 수 및 취급 작업장 수를 단계별 가중치 입력하여 관리대상물질 및 비 관리대상물질 군을 비교하였다.

비교결과 취급량이 1000톤 이상인 물질 중 관리대상물질 지정은 50.2%로 취급량과 관리대상물질 지정율은 높은 상관성을 보이지 않았으나 취급 사업장이

Table 4. Regulated chemical status classified by using amount and number of workplaces & workers used chemicals

CASE	N(Total)	N(Regulated)	%
Using amount >1000 ton	235	118	50.2%
Number of workplaces >100	105	72	68.6%
Number of workers >300	166	105	63.3%
Number of workers <30	154	21	13.6%

Table 5. High priority chemicals for HREC not regulated by the Industrial Safety and Health Act among the chemicals set TLV

Chemical name	Scoring method			C	M	R	Amount (t/year)
	I	II	III				
Gasoline	2	2	2	1B ¹⁾			>10 ⁶
Di (2-ethylhexyl) phthalate	23	23	24	1A		1B	>10 ⁵
Ethanol	25	25	31	1A ²⁾	1B	1A	>10 ⁵
4,4'-Methylenedianiline	30	30	39	1B	2	2	>10 ⁵
Chlorodifluoromethane	43	61	79			1B	>10 ⁵
Nitrotoluene(o, m, p)	50	90	126	1B		2	>10 ³
Carbon black	157	39	47	2			>10 ⁵
Naphthalene	171	63	53	2			>10 ⁴
Allyl chloride	174	66	60	2		2	>10 ⁴
n-Butyl acrylate	175	67	67			2	>10 ⁴
Ethylidene norbornene	182	74	75			2	>10 ⁴
Ammonium chloride fume	187	79	88			2	>10 ⁴
α-Methyl styrene	188	80	89		2	2	>10 ⁴

I) Scoring by hazard (listed by using amount in the same hazard score), II) Scoring by (Hazard score x 2 x exposure index),

III) Scoring by EU EURAM, C; Carcinogen, M; Mutagen, R; Reproductive toxicity

¹⁾ in case of occupational exposure as vapor, ²⁾ in case of drinking

100군데 이상인 물질의 경우는 68.6%, 취급 근로자가 300인 이상인 경우 63.3%의 물질이 관리대상으로 지정되어 있었다. 취급근로자 수가 30인 이하인 물질 중 관리대상으로 지정되어 있는 경우는 13.6%였다 (Table 4).

모집단에 대한 1)~3)에 의한 우선순위 평가 결과를 Table 5에 실었다. 최종 관리대상 후보물질 선정에 관한 평가대상 우선 순위는 국내·외의 직업병 발생사례, 과거 우리나라에서 산업보건학적으로 문제가 되었던 사례 및 유해화학물질관리법 등 타법에 의한 규제물질에 대한 정보 등 정성평가 기준 등을 고려하여 전문가들의 판단에 의해 최종 관리대상 후보물질 선정에 관한 평가대상 우선 순위 물질을 제안하였다. 위에서 언급한 대로 3가지 평가 방법 중 2가지 이상에서 우선순위 100위 이내인 물질 95종 중 허가, 금지 및 관리대상 등 법적 관리대상물질이 아닌 경우는 러버 솔벤트, 가솔린, 부탄, 액화 석유가스, 산화규소(결정체 석영), 디(2-에틸헥실)프탈레이트, 에탄올, 4,4'-메틸렌디아닐린, 브이엠 및 피 나프타, 삼산화 안티몬, 실리콘 카바이드, 클로로디플루오로메탄, 디부틸 프탈레이트, 니트로톨루엔(오르토, 메타, 파라-이성체), 벤조일클로라이드, 케로젠, 메틸삼차 부틸에테르, 카본 블랙, 메틸메타크릴레이트, 나프탈렌, 염화 알릴, n-부

틸아크릴레이트, 에틸리텐 노보르닌, 메틸 아크릴레이트, 염화 암모늄 흙, α-메틸 스티렌의 26종이었다.

이들 중 산화규소(결정체), 디부틸프탈레이트 등 8종은 노출기준 재개정 및 유해성·위험성 평가 연구를 통해 유해성·위험성평가가 수행되어 노출수준 분석을 통한 관리수준 변경 제안이 가능하다. 또한 상위 물질 중 부탄, 액화석유가스와 같이 대부분 밀폐제에서 사용되는 경우와 브이엠 및 피 나프타와 같이 벤젠으로 관리되는 경우, 에탄올(음주인 경우)을 제외하면 가솔린(직업적 노출의 경우), 디(2-에틸헥실)프탈레이트, 4,4'-메틸렌디아닐린, 클로로디플루오로메탄, 니트로톨루엔(오르토, 메타, 파라-이성체), 카본블랙, 나프탈렌, 염화 알릴, n-부틸아크릴레이트, 에틸리텐 노보르닌, 염화 암모늄 흙, α-메틸 스티렌의 12종의 물질을 유해성·위험성평가가 필요한 우선순위 후보물질로 제안되었다(Table 5).

현행 발암성 표시 대상물질을 “특별관리 유해물질”로 규정하고 발암성, 변이원성, 생식독성 및 표적 장기독성(반복노출) 물질 등 근로자의 건강장해가 우려되는 특별관리 유해물질 검토대상 후보물질의 범위를 설정하기 위하여 현행 법적 관리대상물질 중 CMR로 관리되고 있는 물질과 그렇지 않은 물질의 목록을 검토하여 Table 6에 제시하였다. 검토결과 노출

Table 6. Number of CMR chemicals regulated by the Industrial Safety and Health Act

	Classification by the GHS	N(total)	N(regulated)	%(regulated)
Carcinogen	1A	49	26	53%
	1B	46	22	48%
	2	91	48	53%
Mutagen	1A	0	0	-
	1B	24	19	79%
	2	90	50	56%
Reproductive toxicity	1A	16	9	56%
	1B	44	30	68%
	2	130	56	43%

기준고시 CMR(발암성, 변이원성, 생식독성) 물질 중

상위 유해성으로 분류된 구분1A, 1B에 해당하는 물질에 대하여 금지, 허가, 관리대상물질로 지정 비율은 발암성물질 1A의 53%, 1B물질의 48%, 생식독성 1A 물질 56%로 나타났다. 법적으로 관리대상으로 지정되지 않은 CMR물질은 리버 솔벤트나 나프타와 같은 석유정제물 등과 같이 함유된 벤젠 등의 농도로 규제되거나 국내 유통량, 취급 현황이 파악되지 않은 물질이 대부분이다.

『화학물질 및 물리적 인자의 노출기준 고용노동부 고시 제2011-13호』의 노출기준 고시물질 중 발암성, 변이원성, 생식독성물질 중 법적 관리대상 유해물질에 포함되지 않은 72종에 대하여 물질 특성, 국내 취급 현황 등을 분석하였다. 국내 취급사업장 또는 취급

Table 7. High priority CMR chemicals for HREC not regulated by the Industrial Safety and Health Act among the chemicals set TLV

chemical name	C	M	R	Amount(t/year)
4,4'-Methylenebis (2-chloroaniline)	1A	2		>10 ³
Chloromethyl methylether	1A			>10
Silica(Crystalline cristobalite) (Respirable fraction)	1A			>10 ⁴
Silica(Crystalline quartz) (Respirable fraction)	1A			>10 ⁷
2-Chloro-1,3-butadiene	1B	1B	1A	>10 ³
Benzyl chloride	1B		2	>10
Biphenyl	1B			>10 ⁸
Chrysene	1B			>10 ³
Dimethyl carbamoyl chloride	1B	2		>1
Silicon carbide(fiber only)	1B			>10 ⁶
Benomyl	2	1B	1B	>10 ³
Allyl chloride	2		2	>10
Catechol	2	2	2	>10 ⁶
Methyl hydrazine	2		2	>10 ³
Vinyl cyclohexene dioxide	2		2	>10 ³
Carbaryl	2			>10
Dimethylaminobenzene	2			1
Diuron	2			>10 ⁴
Ethyl chloride	2			>10 ³
Furfural	2			>10 ²
Hexachloroethane	2			>10
Isophorone	2			>10 ⁶
Naphthalene	2			>10 ⁶
n-Butyl glycidyl ether (BGE)	2	2		>10 ³
n-Phenyl-β-naphthyl amine	2			10
p-Toluidine	2			>10 ³
Tributyl phosphate	2			>10 ⁴

C; Carcinogen, M; Mutagen, R; Reproductive toxicity

근로자가 파악되었거나 취급량이 0.1톤 이상으로 파악된 31종의 CMR물질 중 Table 5에서 초기위험성평가에 의해 우선평가 대상후보물질로 중복 제안된 니트로톨루엔 등 4종의 물질을 제외하면 27종의 CMR 물질을 관리대상 또는 특별관리대상 지정 검토가 필요한 우선 평가대상 물질로 제안하였다(Table 7).

IV. 고 찰

현재의 규제대상 화학물질 및 규제수준은 일본의 노동위생안전법을 참고한 1982년 기준과 2002년 『유해물질의 선정, 노출기준 설정 등 관리체계에 관한 연구』(안규동 등, 2002) 결과를 반영한 2003년 개정에 근거하고 있다. 그러나 최근 SAICM (국제 화학물질 관리 전략) 등을 통하여 화학물질의 국가 관리체계 강화가 요구됨에 따라 유럽연합, 일본 등을 중심으로 과학적인 유해성평가에 기초한 화학물질 관리가 시도되고 있으며, 우리나라에서도 화학물질 정보관리에 대한 인프라가 구축되기 시작하였고 유해성·위험성 평가에 기초한 화학물질 관리시스템이 가동되기 시작하였다. 즉, 2008년 국내에 GHS제도 도입을 계기로 화학물질 관리의 기본 틀이 되는 유해성 분류기준이 확립됨에 따라, 국내 유통 화학물질 약 12,000종에 대하여 GHS에 의한 유해성 분류정보 DB가 구축되었고, 이에 따라 유해화학물질의 유해성 수준에 따른 체계적인 분류, 관리가 가능하게 되었으며, GLP 시험을 통한 흡입독성연구 시스템이 구축되어 반복노출에 의한 흡입독성자료가 생산되고 있다. 또한, 관리대상물질에 대한 작업환경 측정결과에 대한 데이터베이스가 구축되었으며, 2006년 이후 노출기준 재개정을 위한 유해성 평가가 수행되어 노출평가 자료가 축적되고 있다.

이와 같이 유해성·위험성 평가에 근거한 유해화학물질의 관리에 관한 국내외 환경이 성숙됨에 따라 우리나라에서도 고위험화학물질에 대한 금지, 허가, 특별관리대상 및 관리대상 유해물질 등 법적 관리수준 조정을 위한 『화학물질의 유해성·위험성 평가에 관한 규정』(2011.3.2. 고용노동부예규 제10호)이 제정되었으며 이를 근거로 평가과정을 실무적으로 뒷받침하기 위해 각 분야 전문가로 구성된 화학물질평가 실무위원회가 구성 운영되고 있다(고용노동부, 2011c).

현재의 관리대상 화학물질은 『유해물질의 선정, 노출기준 설정 등 관리체계에 관한 연구』(안규동 등, 2002) 결과를 반영한 2003년 산업안전보건법 개정을 기본으로 하고 있다. 그러나 해당 연구는 GHS와 같은 객관화된 유해성 분류결과를 이용할 수 없었기 때문에 “공기중 허용기준”을 사용하여 물질별 상대적 유해성 크기를 비교하였다. 그러나 공기 중 허용기준을 가지고 있는 물질수가 제한적이었으며, 가스상 물질과 입자상 물질의 경우 노출기준의 단위를 일치시켜야 하지만 ppm과 mg/m³을 환산식을 이용하여 하나의 단위로 통일하는 것은 물질의 물리화학적 특성과 독성 발현기전의 차이로 인하여 불합리한 문제점이 있었으며, 2002년 작업환경 실태조사 대상은 당시 관리대상인 유기용제 1, 2, 3종 및 특정화학물질 1, 2, 3류 104종 중 약 60%가 취급사업장 수에 관한 정보가 없어서 초기위험성 평가를 적용하기에는 제한이 있었다.

2007년에도 유해성·위험성 평가를 위한 우선평가 대상 물질목록 작성 연구(박희찬 등, 2007)가 수행되었다. 그러나 2007년에도 GHS 분류정보를 이용할 수 있는 화학물질은 1,000여 종에 불과하여 연구대상을 공단의 GHS MSDS DB에서 제공하는 화학물질 1,000여종을 모집단으로 수행한 제한점이 있었다. 다만, 모집단 선정과 노출량 정보의 제한점이 있었지만 건강유해성과 물리적 위험성을 망라하여 유해성을 등급화하여 점수를 부여하였고, 취급량 자료의 제한으로 인해 노출량은 GHS 불확실성 점수로 대체하였으며, 직업병 발생 여부, 휘발/비산 가능성에 대해 등급별 점수화하는 등 정량화된 우선순위 목록 작성방법을 제시하였다.

초기위험성 평가를 위한 유해성과 노출량 지표에 대한 수식의 적용을 위하여 유해물질 선정 등 관리체계 연구(안규동 등, 2002)에서는 수학적, 통계학적으로 임의적이라는 점을 감안하여 수식 $y = ax_1 + bx_2$ 를 적용하였는데 변수의 측정치에 따른 등급을 메긴 후 이를 0에서 1사이의 값으로 치환하여, 변수의 가중치는 사용현황 : 노출기준은 1 : 2의 식을 채택하였다. 유해위험성 평가 우선평가 대상물질 선정연구 I (박희찬 등, 2007)에서는 GHS 분류결과를 사용한 건강유해성 및 물리적 위험성 점수화하여 정량평가 지표로 사용하였고 국내외 직업병 발생물질(37종)과 MSDS불확실성 점수를 정성평가 지표로 대체하여 사용하였다. 미국 EPA에서는 National Priority List

선정을 위하여 독성(600점) + NPL사이트 검색건수(600점) + 사람노출(300점) + 사람노출의 잠재성(300점)으로 계량화 하여 평가대상 물질의 우선순위를 계량화하였다(EPA, 2011).

화학물질의 작업장 노출 수준, 노출 현황에 관한 정보는 화학물질의 관리수준 결정에 중요한 요소가 된다. 정확한 노출수준에 관한 정보를 얻을 수 있는 경우는 노출 수준을 노출안전농도, 허용농도, 노출기준값 등과 비교하여 판단할 수 있지만, 노출수준을 파악할 수 없는 경우는 작업환경 실태조사 자료를 통한 취급량, 취급 사업장 수, 취급 근로자 수 등 노출 현황과 관련된 지표를 참고로 하여 스크리닝 수준의 초기위험성 평가를 수행하고자 하였다. 법적 관리대상 유해물질의 관리 수단은 1982년 제정 당시, 작업장 환기장치의 성능, 취급 방법 등 각 화학물질 군별 관리수준을 정하기 위한 기준에서, 2003년부터는 작업환경을 측정하고 노출기준 이하로 유지, 관리개념으로 강화되었다. 관리대상물질 편입을 위해서는 노출기준이 고시되어야 한다는 전제하에 본 연구에서는 노출기준이 고시되어 있는 물질을 대상으로 우선순위를 검토하였다. 즉, 노출기준고시물질에 대하여 유해성의 종류와 정도, 취급량, 사용사업장수, 노출근로자 수 등을 바탕으로 초기위험성평가 DB를 구축하여 각 지표별로 우선순위 산정을 위한 가중치를 부여하여 분석하였다.

방법론적으로는 CRS(Chemical Ranking & Scoring) 기법을 이용하여 “유해성 순위”, “위험성 순위” 및 “EURAM 순위”에 의하여 우선순위 목록을 작성하여 비교하였다. “유해성순위”는 유해성, 특히 발암성, 생식독성, 표적장기(반복)독성이 높은 물질이 상위 순위를 받도록 되어 있고 동일 유해성 순위 내에서는 취급량이 많은 물질이 상위 순위를 받도록 되어 있다. 반면, “위험성 순위”는 유해성이 낮더라도 취급량이 매우 많은 경우 순위가 앞쪽으로 올 수 있어 “유해성 순위”보다 취급량에 대한 지표가 가중되었다고 볼 수 있다. “EURAM 순위”는 유해성과 취급량 뿐 아니라 증기압 등의 요소가 가미되어 있어 휘발성 증기 등의 경우 높은 순위를 가지게 된다. 이상과 같이 3가지 우선순위 부여 방법 중 2가지 이상에서 가중치가 100 위 이내의 물질은 초기위험성 평가 결과 우선 순위가 높은 물질로 선정하였다. Table 5의 우선순위 상위 물질 13종은 모두 CMR 구분 1A, 1B 및 구분2에 해당하

는 물질로 국내 취급량이 많은 물질이다.

최근 작업장에서 취급하고 있는 발암물질의 사용 실태 등의 조사를 통하여 발암성, 생식독성 등 고위험물질에 대한 경각심이 높아지면서 발암물질 제도 개선에 관한 노동계 등의 요구가 있었다. 발암물질과 같이 노출에 대한 역치가 없는 경우는 노출수준, 국내 취급량 등 노출과 관련된 지표의 점수가 낮더라도 유해한 성질 자체만으로 규제수준 강화를 검토할 필요가 있다. 과거 관리대상 유해물질 중 “발암성물질로 표시된 물질”로 지정 관리하던 물질은 유기화합물 4종(벤젠, 1,3-부타디엔, 사염화탄소, 포름알데히드), 금속류 4종(니켈 및 불용성 화합물, 삼산화안티몬 및 그 화합물, 카드뮴 및 그 화합물, 6가 크롬 및 그 화합물), 가스상 물질 1종(산화에틸렌)으로 9종의 물질 또는 물질군을 개정된 『안전보건기준에 관한 규칙』(고용노동부, 2012)에서 특별관리대상 유해물질로 규정하고 있다. 이들 중 발암성 1B물질로 구분된 사염화탄소와 삼산화안티몬 2종을 제외한 나머지 7종은 모두 인간에게 암을 일으키는 것으로 알려진 발암성 구분1 물질이다.

향후 발암성물질 뿐만 아니라 변이원성, 생식독성 및 표적장기 반복노출 독성물질 등과 같이 유해성이 높고 근로자의 건강에 위해가 될 수 있는 물질에 대해서는 유해성·위험성 평가를 통하여 추가로 특별관리대상 유해물질로 지정하여 관리하는 것이 필요하다. 노출기준 고시물질 중 만성적인 건강장해를 일으킬 수 있는 CMR 등 유해성이 높은 물질 중 현행 법적 관리대상물질로 관리되고 있지 않은 CMR 물질 72종을 분석한 결과, 37종(51.3%)의 물질은 국내 연간 유통량이 0.1톤 이하인 물질로, 취급사업장이나 직업적 노출과 관련된 정보가 없었다. 4종(5.5%)의 물질은 석유정제물 등으로 함유된 벤젠, 부타디엔의 농도로 관리하고 있으며 기타 에탄올 음주의 경우 등이 포함되어 있다. 따라서 국내 취급근로자나 취급 작업장이 1개소 이상이거나 연간 국내 총 유통량이 0.1톤 이상으로 조사된 31종의 CMR물질 중 Table 5에서 중복 제안된 4종을 제외한 27종을 우선평가대상 CMR물질로 제안하였다(Table 7). 이들 물질은 사용량, 취급사업장수, 취급근로자수 및 물리적 성질, 발암조건 등을 검토하여 연차적으로 유해성·위험성평가를 통하여 관리수준 등의 검토에 사용할 수 있을 것으로 판단된다.

V. 결 론

안전보건공단(GHS) 데이터베이스로부터 유해성의 종류와 정도, 취급량 등을 바탕으로 초기위험성평가 데이터베이스를 구축하여 가중치를 분석하여, 디(2-에틸헥실)프탈레이트 등 12종을 유해성·위험성 평가가 필요한 우선순위 후보물질로 제안하였다. 노출기준고시 CMR물질 중 법적으로 관리되고 있지 않은 27종의 후보물질을 국내 취급현황, 유해성 정도를 분석하여 연차적으로 유해성·위험성 평가가 필요한 후보물질 목록으로 제시하였다. 본 과제에서 구축된 유해성·위험성 평가 후보물질 목록 및 관리대상물질 선정 체계를 법적관리 대상물질의 주기적인 추가·재편을 위한 평가대상물질 선정에 참고할 수 있을 것으로 판단된다.

REFERENCES

- 국가법령정보센터. 법령연혁. 2011. from URL; <http://www.law.go.kr/LSW/main.html>
- 고용노동부. 산업안전보건법 제39조(유해인자의 관리 등) 및 시행규칙 제81조(유해인자의 분류 및 관리). 2011a.
- 고용노동부. 안전보건기준에 관한 규칙(고용노동부령 제30호). 2012.
- 고용노동부. 전국 제조업체 작업환경 일제조사. 2009.
- 고용노동부. 화학물질의 분류·표시 및 물질안전보건자료에 관한 기준(고용노동부 고시 제2008-26호). 2008.
- 고용노동부. 화학물질 및 물리적인자의 노출기준(고용노동부 고시 2011-13호). 2011b.
- 고용노동부. 화학물질의 유해성·위험성 평가에 관한 규정(고용노동부 예규 제10호) 2011c.
- 박상희 등. 유해성·위험성 평가 대상 물질의 우선순위 선정에 관한 연구 II. 산업안전보건연구원. 2011. (p. 20~27)
- 박희찬 등. 유해·위험성 평가를 위한 우선 평가 대상물질 목록 작성 연구. 산업안전보건연구원. 2007. (p. 24~39)
- 안규동 등. 유해물질의 선정·노출기준 설정 등 관리 체계에 관한 연구. 고용노동부. 2002. (p. 54~69)
- 양정선, 박상용, 임철홍. 관리대상 유해물질의 선정 타당성 및 재편 여부 등에 관한 연구. 산업안전보건연구원. 2011. (p. 77~137)
- 임철홍, 양정선. 제조, 사용, 금지 또는 허가대상 화학물질 관리방안에 관한 연구. 산업안전보건연구원. 2011. (p. 29~49)
- 안전보건공단. MSDS DB. 2011. from URL; <http://www.kosha.or.kr/>
- EPA. National Priorities List (NPL). 2011. from URL; <http://www.epa.gov/superfund/sites/npl/>