

산업안전보건법에 의한 관리대상 유해물질 선정의 타당성 연구

이권섭[†] · 조지훈 · 최진희 · 신현화 · 양정선

한국산업안전보건공단 산업안전보건연구원

Study on the Validity of Selection of Hazardous Substances Requiring Management on Industrial Safety and Health Act

Kwon Seob Lee[†] · Jihoon Jo · Jin Hee Choi · Hyun Hwa Shin · Jeong Sun Yang

Occupational Safety & Health Research Institute, Korea Occupational Safety & Health Agency

According to the third study on the distribution of chemical substances carried out by the Department of Environment in 2006, there were a total of 900 chemical substances whose respective annual usage amount exceeded 1,000 tons and, among them, 90 substances belonged to the 168 hazardous substances requiring management(53.6%). The work-related illnesses caused by hazardous substances requiring management in Korea between 1992~2005 can be classified into four groups depending on the type of the chemical substances. These four groups are 23 organic substances including benzene, 12 metals including lead, 3 acids and bases including hydrogen chloride, and 6 gaseous substances including carbon monoxide.

These hazardous substances requiring management were again classified depending on the threshold limit values. The chemicals whose TLV was lower than or equal to 0.005 ppm included 4 organic substances including methylene bisphenyl isocyanate and toluene-2,4-diisocyanate (TDI). The chemicals whose TLV was larger than 51 ppm included 22 organic substances including diethyl ether and 1,2-dichloroethylene.

When we classified these hazardous substances requiring

management according to the categories of GHS health hazards, we found that isobutyl acetate and magnesium oxide didn't belong to the 13 health hazard categories. Among the substances whose TLV is set and whose annual usage amount is more than 0.1 million ton, we recommended 12 chemical species including 4,4'-Methylenedianiline as new hazardous substances requiring management. All the recommended substances were found to be hazardous when we classified their health hazards.

Key Words : GHS Health Hazards, Hazardous Substances Requiring Management, Recommended Substances, Recommended substances

접수일 : 2009년 5월 8일, 채택일 : 2009년 6월 18일

† 교신저자 : 이권섭(대전광역시 유성구 문지동 104-8번지,

Tel: 042-869-0313, Fax: 042-863-8361, Email: lks0620@hanmail.net)

I. 서론

생활수준의 향상에 따라 편리함을 추구하는 인간의 욕구는 지속적으로 증대되고 있으며, 이러한 욕구의 충족을 위하여 인류는 새로운 용도의 화학물질을 끊임없이 개발하여 생산하고 있다. 화학물질은 우리의 생활필수품뿐만 아니라 반도체, 전기전자, 자동차, 항공우주산업을 비롯하여 IT, BT, NT 등 각종 첨단산업에서도 반드시 필요한 원료 또는 기초소재로 사용되고 있다.

CAS(Cheical Abstracts Service; A division of the American Chemical Society)에 따르면 2007년 10월 현재 전 세계적으로 상업적으로 유통되면서 규제되고 있는 화학물질(Regulated Chemicals)은 약 246,000종 이상이며(CAS, 2008), 국내에서도 4만종 이상의 화학물질이 유통되고 있다. 또한 전 세계적으로 매년 2,000여종의 새로운 화학물질이 개발되어 상품화되고 있다. 국내에서도 매년 400여종의 새로운 화학물질이 국내시장에 진입되는 등 화학물질의 사용이 꾸준히 증가하고 있다(이권섭 등, 2008).

국내 화학산업은 다른 분야에 비해 빠르게 성장하여 국내 제조업 생산액의 14%, 고용의 9%를 차지하고 있고, 특히 석유화학산업은 에틸렌 생산 규모가 세계 3위에 이르는 등 국제적으로도 큰 비중을 차지하고 있다(환경부, 2006b). 환경부에서 화학물질관리정책수립의 기반자료 확보를 위한 목적으로 매 4년마다 실시하고 있는 화학물질별 제조·수입·사용 등의 화학물질 유통량의 2006년도 조사결과 국내 유통 화학물질의 수는 25,449종으로 2002년(21,513종)에 비하여 18.2%가 증가되었으며, 화학물질 유통량은 417.9백만 톤으로 2002년(287.4백만 톤)에 비하여 45.4%가 증가되었다. 이중 다량 유통(연간 1,000천톤 이상)화학물질은 866종, 417.3백만 톤으로 전체 유통량의 99% 이상을 차지하였다(환경부, 2007b).

화학물질은 과학기술의 눈부신 발전과 더불어 인류의 생명연장, 식량의 획기적인 증산, 풍족한 의복생활을 통하여 인류복지를 증진시키고 생활수준을 개선하는데 많은 기여하였다. 그러나 이러한 화학물질은 여러 가지 사용상의 이점에도 불구하고 그 유해·위험성으로 인하여 각종 직업병과 안전사고의 발생 및 환경오염으로 인체의 건강과 환경을 해치는 주원인으로 지목되고 있다(이권섭 등, 2008). 또한 국민들의 지적수준이 높아지고 삶의 질이 향상됨에 따라 화학물질의 유해·위험성에 대한 관심이 증대되고 있으며, 화학물질의 인체 노출사고가 사회적으로 주요 이슈가 되고 있다(환경부, 2006a). 이로 인해 유해·위험한 화학물질 및 함유제품에 대한 규제요구가 높아짐에 따라 UN은 지속가능한 화학물질 관리의 목표를 달성하기 위해 “국제적 화학물질 관리

에 대한 전략적 접근(Strategic Approach to International Chemicals Management, 이하 SAICM라 함)”을 채택하여 이행하도록 하고 있으며, EU는 신화학물질 관리정책(Registration, Evaluation and Authorization of Chemicals, 이하 REACH라 함) 제도를 도입하여 신규화학물질은 물론이고 기존 화학물질과 완제품(article)에 대해서도 제조·수입자가 위해성을 평가하여 등록을 의무화 하는 등 화학물질관리에 관한 국제적인 규제가 강화되고 있는 추세이다(산업자원부, 2004; UNEP, 2006).

국내에서는 2005년 외국인 근로자의 집단적인 n-Hexane 중독에 의한 직업병의 발생 및 2006년 Trichloroethylene 사용 근로자의 사망사고 발생 등으로 화학물질에 대한 국민의 인식이 향상되고 있으며, 화학물질을 사용하는 근로자에 대한 안전보건관리가 시급한 과제로 대두되고 있다.

현재 우리나라에서 법률에 의해 관리되고 있는 화학물질은 그 이용 목적과 성상에 따라 노동부 산업안전보건법 및 환경부 유해화학물질관리법 등 7개 부처의 13개 법령에 의하여 관리되고 있으며, 개별법의 관리목적에 따라 동일한 화학물질이라도 2개 이상의 법률에 의하여 규제될 수 있다(환경부, 2006ab). 산업안전보건법에서 근로자 보건관리를 위해 관리하고 있는 화학물질은 제조 등의 금지물질 68종, 제조 등의 허가물질 13종, 작업환경측정 대상 유해인자 182종, 특수건강진단 대상 유해인자 163종, 관리대상 유해물질 168종, 노출기준 698종 등이 지정되어 있다(노동부, 2007ab).

그러나 사업주가 사업을 행함에 있어서 발생하는 화학물질 등에 의한 건강장해를 예방하기 위하여 국소배기장치의 성능관리와 작업방법 등의 작업환경 관리에 의한 건강장해 예방을 실시하도록 조치하고 있는 168종의 관리대상 유해물질에 대하여 현재까지 그 선정기준이 명확하게 규정화 되어 있지 않으며, 독성학적 유해성과 물리·화학적 위험성 등이 합리적인 과학적 논리에 따라 고려되어 있지 않다. 또한 국내 화학물질의 유통 실태, 직업병의 발생 실태, 노출기준 설정 유무 등이 체계적으로 고려되어 있지 않아 대상 화학물질의 관리와 추가적인 확대 등에 어려움이 초래되고 있으며, 위해도 평가에 의한 미래의 종합적인 화학물질 관리체계의 구축이 어려운 실정이다.

따라서 본 연구에서는 산업안전보건법으로 관리되고 있는 관리대상 유해물질에 대한 국내 유통실태, 직업병의 발생 실태, 노출기준의 설정 수준, 건강 유해성의 분류결과 등을 비교분석하여 관리대상 유해물질 선정에 관한 과학적 타당성을 조사 하였다. 또한 추가적인 관리대상 유해물질 확대에 대비하여 과학적인 근거원칙에 의한 관리대상 유해물질 선정지표를 제시하고 그 기준에 적합한 유해물질을 관리대상 유해물질로 추가 권고함으로써 화학물질에 의한 산업재해

예방에 기여하고자 하였다.

II. 연구방법 및 연구범위

1. 관리대상 유해물질의 국내 유통실태, 노출기준 설정 수준, 직업병 발생 실태 등의 조사

관리대상 유해물질 선정에 관한 합리적 타당성을 검증하고 추가적인 관리대상 유해물질 선정권고를 위한 기초 자료로 활용하기 위한 목적으로 실시한 관리대상 유해물질에 대한 국내 유통실태는 환경부에서 2006년 실시한 제3차 화학물질 유통량조사 최종보고서(환경부, 2007b)를 기초로 연간 사용량이 1,000톤 이상인 화학물질을 대상으로 조사하였으며, 관리대상 유해물질을 제조·사용하는 사업장 및 사용근로자에 대한 국내 현황의 조사는 1991년 수립한 노동부의 「직업병 예방종합대책」에 따라 매 5년 주기로 실시되는 「전국 제조업체 작업환경 실태조사」의 2004년 결과(노동부, 2004) 및 한국산업안전보건공단(KOSHA; Korea Occupational Safety & Health Agency)에서 제공하는 2004년도 전국 제조업체 작업환경 실태조사 결과 database 자료(한국산업안전보건공단, 2008)를 이용하여 실시하였다.

관리대상 유해물질의 노출기준의 설정 수준은 노동부 고시 제 2008-26호 「화학물질 및 물리적인자의 노출기준」을 근거(노동부, 2008)로 조사하여 유기화합물, 금속류, 산 및 알칼리류, 가스상 물질류 등으로 나누어 각 물질류에 대한 노출기준의 설정수준을 분석하였다. 노출기준의 설정 수준의 분류는 영국보건안전청(Health and Safety Executive, HSE)에서 시행하는 Control Banding 사업의 일환인 COSHH(Control of Substances Hazardous to Health)에서 분류하고 있는 저농도에서 고농도까지 5개 위험그룹(Hazard Group)으로 나누어서 분석하였다(David & Nelson, 2008).

직업병이 발생된 화학물질에 대한 조사는 1992년~2005년의 기간 동안 국내에서 발생된 직업병의 현황을 한국산업안전보건공단의 전산통계 자료의 재해자 리스트를 이용하여 조사하였다(한국산업안전보건공단, 2008).

2. 관리대상 유해물질에 대한 독성 및 물리화학적 특성 Database의 조사

관리대상 유해물질의 선정에 관한 과학적 타당성을 검증하기 위해 국제적으로 신뢰성이 인정된 급성경구, 급성경피, 급성흡입 및 발암성에 관련된 독성 database(이하 DB라 함)와 증기압과 끓는점의 물리·화학적 특성 DB를 활용하여 조사

하였다.

급성독성(경구, 경피, 흡입)에 관련된 독성학적 자료와 증기압과 끓는점의 물리·화학적 특성 자료는미국국립의학도서관(National Library Medicine)의 Specialized Information Service- Chemidplus database 등의 국제적으로 신뢰성이 인정되는 정보자료들을 이용하여 실시하였으며(NLM, 2008), 발암물질의 분류내용은 국제암연구소(International Agency for Research on Cancer, 이하 IARC라 함)와 미국산업위생 전문가협회(American Conference of Governmental Industrial Hygienists, 이하 ACGIH라 함)에서 발표한 발암물질 분류정보(IARC, 2008; ACGIH, 2008)를 이용하여 실시하였다.

3. GHS에 의한 검토대상 화학물질의 건강 유해성 분류

관리대상 유해물질 등에 대한 급성독성 등 11개 항목의 건강 유해성을 분류는 노동부 고시 제2008-29호 「화학물질의 분류·표시 및 물질안전보건자료에 관한 기준」(노동부, 2008)의 건강 유해성 분류기준을 적용하였다.

분류에 사용된 DB는 이권섭 등이 연구하여 제시한 GHS 건강 유해성 분류에 활용할 수 있는 DB를 중심으로 실시하였다(이권섭 등, 2008). 사용된 DB는 신뢰성 있는 국제기구 및 국가 단위에서 평가하여 제공하는 자료, 국제적으로 공인된 시험방법 또는 우수실험실운영규정(Good Laboratory Practic, 이하 GLP라 함)에 의한 시험데이터를 활용하여 평가된 보고서 또는 자료, 최신의 자료 등을 중심으로 선정되었으며, 발암성의 분류항목은 국내 법적 관리 여부 등을 최우선적으로 고려하였다.

4. 관리대상 유해물질 선정지표의 제시 및 관리대상 유해물질의 추가 권고

향후 관리대상 유해물질의 확대에 대비하여 국내 화학물질의 유통 실태, 직업병의 발생 실태, 노출기준 설정 유무와 국제적으로 신뢰성이 인정된 독성 DB와 물리·화학적 특성 DB, 발암성 정보 자료 및 GHS에 의한 건강 유해성 등을 종합적으로 고려한 과학적인 근거원칙의 관리대상 유해물질 선정지표를 제시하였으며, 그 기준에 적합한 유해물질을 관리대상 유해물질로 추가 권고하였다. 권고 유해물질은 국제사회의 지속 가능한 화학물질 관리 노력의 방향에 부합된 대량생산 화학물질을 중심으로 선정하였다.

III. 결 과

1. 관리대상 유해물질의 작업환경측정 및 특수건강진단 대상 유해인자, 노출기준 설정물질의 중복성 여부 검토결과

산업안전보건법 산업보건기준에 관한 규칙에서 정한 168종의 관리대상 유해물질에 대한 작업환경측정 및 특수건강진단 대상 유해인자, 노출기준 설정물질의 포함 여부를 검토한 결과는 Table 1과 같다.

관리대상 유해물질 168종 모두 작업환경측정 대상 유해인자와 노출기준 설정물질로 관리되고 있었으나, 특수건강진단 대상 유해인자에 포함되어 있지 않는 화학물질은 디메틸아민 등 35종이었다.

2. 관리대상 유해물질의 국내 유통실태와 직업병 발생 및 노출기준의 설정 수준

1) 관리대상 유해물질의 국내 유통 및 작업환경 실태현황

관리대상 유해물질에 대한 국내 유통실태는 2006년 실시된 환경부에서 제3차 화학물질 유통량조사 결과(환경부, 2007) 연간 사용량이 1,000톤 이상인 화학물질은 모두 900종이었다. 이중 관리대상 유해물질 168종에 해당되는 화학물질은 90종(53.6%)이었으며, 그 현황은 Table 2에서와 같다.

한국산업안전보건공단과 노동부에서 실시한 2004년도 전국 제조업체 작업환경 실태조사 결과 관리대상 유해물질 168종 중 160종 유해물질에 대한 국내 사용량과 취급근로자에 대한 실태를 파악할 수 있었으며, 160종 유해물질에 대한 사용량의 현황은 Table 3과 같다.

사용량이 연간 1톤 이하인 유해물질은 유기화합물 3종(니트로메탄, 메틸 n-부틸케톤, 에틸렌글리콜 디니트레이트)이

었다. 연간 사용량이 1톤에서 100톤 사이인 물질은 산 및 알칼리류 1종(시안화칼슘), 금속류 1종(수은 및 그 화합물), 가스상물질류 3종(오존, 불소, 삼수소화비소), 유기화합물 11종이었으며, 연간 사용량이 5,000톤 이상인 유해물질은 모두 86종(50.9%)이었다.

작업환경 실태조사 결과의 자료가 없는 유해물질은 니트로글리세린 등 8종이었으며, 이중 환경부의 제3차 화학물질 유통량조사 결과가 있는 물질은 α-메틸시클로헥사논(9,721톤/년), 이염화 에틸렌(1,245,577톤/년) 2종이었다.

2004년도 전국 제조업체 작업환경 실태조사 결과 취급근로자 현황에 대한 자료가 있는 160종 유해물질에 대한 취급근로자의 분포현황은 Table 4와 같다.

취급 근로자가 10명 이하인 유해물질은 유기화합물 8종(에틸렌아민, 메틸 n-부틸케톤, 초산 이소아밀, 에틸렌글리콜 디니트레이트, 브롬화메틸, 1-브로모프로판, 요오드화 메틸, 알릴글리시딜에테르)과 산 및 알칼리류 1종(시안화칼슘)이었으며, 취급근로자가 50명 이상인 유해물질은 모두 133종(79.2%)이었다.

2) 관리대상 유해물질에 의한 국내 직업병 발생현황

한국산업안전보건공단의 전산통계 자료인 재해자 리스트(한국산업안전보건공단, 2008)를 이용하여 1992년~2005년의 기간동안 국내에서 화학물질로 기인하여 발생한 직업병 현황을 조사한 결과는 Table 5와 같다.

관리대상 유해물질 중에서 유기화합물에 의한 직업병은 벤젠 등 23종이었다. 납 등의 금속류는 12종, 염화수소 등 산 및 알칼리류 3종, 일산화탄소 등 가스상물질류 6종이었으며, 도료 등의 혼합물질과 관련된 기타물질은 17종이었다.

3) 관리대상 유해물질에 대한 노출기준의 설정범위 비교 관리대상 유해물질의 노출기준의 설정 수준을 영국보건

Table 1. Number of hazardous substances requiring management not subject to work environment monitoring and special health examination

Hazardous substances requiring management	Not subject hazardous substances requiring management		
	Substances requiring work environment monitoring (182)	Substances requiring special health examination (163)	TLV-set substances (715)
168	-	35 ¹	1

¹ N,N-Dimethylamine, Diethanolamine, 2-Diethylamionethano, Diethylamine, 1,1-Dichloro-1-fluoroethane, Methylamine, Vinyl acetate, Allyl glycidyl ether, Ethanolamine, Ethylamine, 1,2-Epoxy propane, Methyl acetate, n-Butyl Acetate, Ethyl acetate, Propyl acetate, Isobutyl acetate, Isopropyl acetate, Triethylamine, Propyleneimine, Barium and its soluble compounds, Platinum and its compounds, Magnesium oxide, Selenium its compounds, Silver its compounds, Titanium dioxide, Formic acid, Hydrogen peroxide, Hydrogen bromide, Sodium hydroxide, Potassium hydroxide, Calcium cyanide, Acrylic acid, Phosphoric acid, Acetic acid, Ammonia

Table 2. Hazardous substances requiring management included in 2006 distribution -amount investigation conducted by the ministry of environment.(among substances used over 1,000 tons/year)

Hazardous substances requiring management	No. of chemicals	No. of chemicals used		Chemical names
		over 1,000 tons/year(%)		
Total	168	90(53.6)		-
Organic compound	113	55(48.7)		nitrobenzene, dinitrotoluene, Dimethylamine, N,N-dimethylacetamide, dimethyl formamide, diethanolamine, dichloromethane, 2-methoxyethanol, methylene bisphenyl diisocyanate, methyl alcohol, methyl ethyl ketone, methyl isobutyl ketone, methyl chloride, o-methylcyclo hexanone, methyl chloroform, Maleic Anhydride, Phthalic Anhydride, benzene, 1,3-butadiene, 2-butoxy ethanol, n-butyl alcohol, vinyl acetate, carbon tetrachloride, stoddard solvent, styrene, cyclohexanone, cyclohexanol, cyclohexane, aniline and its homologues, acetone, acetaldehyde, acrylonitrile, acrylamide, ethanolamine, 2-ethoxyethyl acetate, ethylene glycol, ethylbenzene, 1,2-epoxypropane, epichlorohydrin, isopropyl alcohol, ethylene dichloride, carbon disulfide, n-butyl acetate, ethyl acetate, xylene, tetrahydrofuran, toluene, toluene-2,4-diisocyanate, toluene-2,6-diisocyanate, trichloromethane, phenol, formaldehyde, hexamethylene diisocyanate, n-hexane, heptane, dimethyl sulfate
Metal	23	13(56.5)		copper and its compounds, lead and its inorganic compounds, nickel and its compounds, manganese and its compounds, magnasium oxide, zincand its compounds, antimony and its compounds, aluminum and its compounds, silver and its compounds, titanium dioxide, tin and its compounds, iron and its compounds, chromium and its compounds
Acid/alkali	17	13(76.5)		hydrogen peroxide, acetic anhydride, hydrogen fluoride, hydrogen bromide, sodium hydroxide, potassium hydroxide, sodium cyanide, Acrylic Acid, hydrogen chloride, Phosphoric Acid, nitric acid, acetic acid, sulfuric acid
Gas	15	9(60.0)		ethylene oxide, hydrogen cyanide, ammonia, chlorine, ozone, Sulfur dioxide, carbon monoxide, phosgen, hydrogen sulfide

안전청의 COSHH(Control of Substances Hazardous to Health)사업에서 분류하고 있는 저농도에서 고농도까지의 5개 위험그룹으로 나누어서 분석한 결과는 Table 6과 같다.

노출기준이 0.005ppm 이하의 저농도인 A그룹 유해물질은 메틸렌디(비스)페닐 디이소시아네이트, 톨루엔-2,4-디이소시아네이트, 톨루엔-2,6-디이소시아네이트, 헥사메틸렌디이소시아네이트 등 유기화합물 4종과 산 및 알칼리류인 황산,

가스상물질류인 삼수산화비소 등 6종이었으며, 노출기준이 51ppm과 1.1mg/m³ 이상의 고농도인 E그룹 유해물질 30종으로 디에틸에테르, 1,2-디클로로에틸렌 등 유기화합물 22종, 시안화칼슘의 산 및 알칼리류 1종, 알루미늄과 그 화합물 등의 금속류 7종이었다.

Table 3. Use-amount of hazardous substances requiring management in 2004 nationwide work environment status investigated by the ministry of labour

Range of use-amount (ton/year)	Hazardous substances requiring management				
	Total	Organic compound	Acid/alkali	Gas	Metal
Total	168	113	17	15	23
< 1.0	3	3 ¹	-	-	-
1.0 ≤ < 100	16	11	1 ²	3 ³	1 ⁴
100 ≤ < 1,000	33	25	2	2	4
1,000 ≤ < 5,000	22	18	2	1	1
> 5,000	86	48	12	9	17
No data	8	8 ⁵	-	-	-

¹ Nitro methane, Methyl n-butyl ketone, Ethylene glycol dinitrate

² Calcium cyanide

³ Ozone, Fluor, Arsine

⁴ Mercury and its compounds

⁵ Nitroglycerin, 1,1-Dichloro-1-fluoroethane, Methyl n-amyl ketone, o-Methyl cyclohexanone, Methyl cyclohexanol, 2-Bromo propane, Ethylene dichloride, Propyl acetate

Table 4. Number of workers handling hazardous substances requiring management in 2004 nationwide work environment status investigated by the ministry of labour

No. of workers	Hazardous substances requiring management				
	Total	Organic compound	Acid/alkali	Gas	Metal
Total	168	113	17	15	23
< 1.0	9	8 ¹	1 ²	-	-
1.0 ≤ < 100	18	16	-	-	2
100 ≤ < 1,000	17	11	-	3	3
1,000 ≤ < 5,000	53	37	3	7	6
> 5,000	63	33	13	5	12
No data	8	8 ³	-	-	-

¹ Ethyleneimine, Methyl n-butyl ketone, Isoamyl acetate, Ethylene glycol dinitrate, Methyl bromide, 1-Bromopropane, Methyl iodide, Allyl glycidil ether

² Calcium cyanide

³ Nitro glycerin, 1,1-Dichloro-1-fluorethane, Methyl n-amylketone, o-Methyl cyclohexanone, Methyl cyclohexanol, 2-Bromopropane, Ethylene dichloride, Propyl acetate

3. 관리대상 유해물질에 대한 독성 및 물리화학적 특성의 조사

1) 관리대상 유해물질의 독성자료를 활용한 건강 유해성 분류결과

관리대상 유해물질을 노동부 고시 제2008-29호의 「화학물질 분류·표시 및 물질안전보건자료에 관한 기준」에 따라

독성자료를 활용하여 건강 유해성을 분류한 결과는 Table 7과 같다.

전체 168종의 관리대상 유해물질 중에서 1회 노출에 의한 특정 표적장기 전신독성과 반복 노출에 의한 특정 표적장기 전신독성이 각각 149종(88.7%)과 128종(75.7%)이 분류되어 관리대상 유해물질의 특정장기에 대한 영향을 확인할 수 있었으며, 흡입에 의한 흡입독성 물질과 발암성물질은 각각 80

Table 5. Occupational diseases caused by hazardous substances requiring management in Korea (1992~2005)

Group	Chemical names	Occupational diseases
Organic compound (23)	Nitroglycerin	myocardial infarction
	2-Bromo propane	reproductive dysfunction
	n-Hexane	peripheral neuropathy
	Dimethyl acetamide (DMAC)	toxic hepatitis
	Dimethyl formamide(DMF)	toxic hepatitis, panic disorder, bronchial asthma
	Methanol	degenerative disease of retina
	Methylene bisphenyl isocyanate(MDI)	bronchial asthma
	Benzene	myelofibrosis with myeloid metaplasia, myelodysplastic syndrome, acute/chronic myeloid leukaemia, multiple myeloma, malignant lymphoma, sepsis, aplastic anemia
	Methyl bromide	methyl bromide toxication
	Styrene	bronchial asthma
	Cyclohexanone	acute organic solvent toxication
	Aniline	methaemoglobinaemia
	Carbon disulfide	multi-Infarct and peripheral neuropathy
	Acrylonitrile	central nerve disorder, peripheral neuropathy
	Dichloro methane(methylene chloride)	brain tumor
	Coal tar	lung cancer
	Toluene	acute bronchial trouble, chronic organic solvent toxication, peripheral neuropathy, arrhythmia, scleroma
	Toluene-2,4- diisocyanate(TDI)	bronchial asthma
	Toluene-2,6-diisocyanate(TDI)	bronchial asthma
	Trichloroethylene	stevens-Johnson syndrome
	Formaldehyde	asthma, bronchial asthma, BOOP
	Phenol-derived organic solvent	leukoplakia
	Fluorchloroethane	bronchial asthma
Metal (11)	Lead	amyotrophic lateral sclerosis, chronic Renal failure, lead toxication
	Chromate	lung cancer
	Nickel	nickel toxication, nummular eczema
	Manganese	manganese toxication(dystonia, parkinsonism)
	Beryllium	beryllium toxication
	Mercury	mercury toxication
	Welding fume	bronchial asthma
	Zinc fume	metal fever
	Cadmium	chronic obstructive pulmonary disease(COPD)
	Cobalt	inter- stitial lung disease, bronchial asthma
	Chromium	perforation of the septum, malignant neoplasm of nasal cavity, contact dermatitis, lung cancer, bronchial asthma, chronic renal failure

Acid/alkali (3)	Hydrogen chloride	dental erosion
	Caustic soda	contact dermatitis
	Phosphorus trioxychloride]	6th cranial nerve paralysis
Gas (6)	Carbon monoxide	congestive heart failure, dilated cardio myopathy, ischemic heart disease(acute myocardial infarction)
	Hydrogen sulfide	hydrogen sulfide toxication
	Chlorine	chronic conjunctivitis
	Ammonia	bronchiectasis
	Combustion gas(nitrogne compounds)	bronchial asthma
	Combustion gas(sulfur dioxides])	bronchial asthma
	Polycyclic aromatic hydrocarbon(PAH)	bronchial asthma
Others (17)	paint	nasopharyngeal carcinoma, laryngeal cancer, lung cancer
	Diesel combustion product (PAH, asbestos)	headache, Diffuse interstitial lung diseases, amyotrophic lateral sclerosis lung cancer
	Reactive dye	bronchial asthma
	Organic solvent	cerebellar syndrome, conjunctivitis, acute organic solvent toxication, organic brain syndrome, depression, headache, multiple neuritis, leukoplakia, anosmia, skin infecion, chronic renal failure
	Exhaust gas	bronchial asthma, chronic obstructive pulmonary disease(COPD)
	Benzidin-derived dye	bladder cancer
	Asbestos	Asbestosis, lung cancer, mesothelioma
	Detergent(chlorine, iodine)	contact dermatitis
	Welding fume	bronchial asthma
	Phenol derivative	leukoplakia
	Epoxy resin	light-sensitive skin infection
	Oil mist	poaranasal sinusitis
	Cashew dye	asthma, bronchial asthma
	Tetracycline(antibiotic)	psoriasis
	Polyvinyl chloride(PVC)	pneumoconiosis
	Coke oven emission(COE)	lung cancer, acute myeloid leukemia, malignant lymphoma

중(47.3)과 47중(27.8)이 분류되었다.

유기화합물 113종에 대한 건강유해성 분류결과 특정 표적 장기 전신독성 심한 눈손상 또는 자극성 등의 분류항목의 순으로 많이 분류되었다. 산 및 알카리류 17종의 경우 심한 눈손상 및 자극성, 특정 표적장기 전신독성(1회 노출), 피부부식성 또는 자극성 물질 등의 분류항목의 순으로 많이 분류되었으며, 특히 산 및 알카리류 17종 모두 심한 눈손상 및 자극성물질로 분류되었다. 가스상물질의 경우 전체 15종 물질 모두 흡입에 의한 급성독성과 심한 눈 손상 및 자극성물질로 분류되었다. 금속류는 특정 표적장기 전신독성(반복 노출), 특정 표적장기 전신독성(1회 노출) 등의 분류항목의 순으로 많이 분류되었다.

관리대상 유해물질 168종에 대한 건강유해성을 경구섭취에 의한 급성독성, 피부 노출에 의한 경피 급성독성, 흡입에 의한 급성독성 및 피부 부식성 또는 자극성 등의 13개 분류항목으로 구분하여 분류한 건수를 집계한 결과는 Table 8과 같다.

전체 유해물질 중에서 11가지 이상의 항목에서 건강유해성이 있다고 분류된 물질은 에피클로로히드린, 시클로헥사논, 아닐린 및 그 동족체, 아크릴로니트릴, 에틸렌이민, 하이드라진 등의 6종의 유기화합물이었다. 개미산, 과산화수소, 황화수소, 아크릴 산, 염화수소 등의 5종의 산 및 알카리류는 눈손상 및 자극성 등의 7가지 항목에서 건강유해성이 있다고 분류되었으며, 산화에틸렌의 가스상 물질은 흡입에 의한

Table 6. Hazardous substances requiring management by TLV-based 5 hazard groups set by HSE

Group	Range of TLVs	Hazardous substances requiring management(%)				
		Total	Organic compound	Acid/alkali	Gas	Metal
-	합 계	168	113	17	15	23
A1	<0.005 ppm	6	4	1	1	-
B	0.0050 ≤ < 0.5 ppm; < 0.01 mg/m ³	24	16	1	6	1
C	0.50 ≤ < 5 ppm; 0.01 ≤ < 0.1 mg/m ³	60	36	13	4	7
D	5 ≤ < 50 ppm; 0.1 ≤ < 1.0 mg/m ³	48	35	1	4	8
E ²	50 ≤ < 500; 1.1 ≤ < 10 mg/m ³	30	22	1	-	7

¹ 4,4'-Methylene diphenylisocyanate, Toluene-2,4-diisocyanate, Toluene-2,6-diisocyanate, Hexamethylene diisocyanate, Sulfuric acid, Arsine
² Diethylether, 1,2-Dichloroethylene, 1,1-Dichloro-1-fluoroethane, Methyl alcohol, MEK, Methyl chloroform, sec-Butyl alcohol, Stoddard solvent, Cyclohexane, Cyclohexene, Acetone, Ethyl benzene, Isoamyl alcohol, Isopropyl alcohol, Methyl acetate, n-Butyl acetate, Ethyl acetate, Propyl acetate, Isobutyl acetate, Isopropyl acetate, Xylene, Heptane, Aluminum and its compounds, Iron and its compounds, Magnesium oxide, Tin and its compounds, Titanium dioxide, Zinc and its compounds, Zirconium and its compounds, Calcium cyanide

Table 7. Hazardous substances requiring management classified on their health hazard by GHS

GHS health hazard	No. of GHS health hazards for hazardous substances requiring management(%)				
	Total	Organic compound(113)	Acid/alkali(17)	Gas(15)	Metal(23)
Total	911	663	97	74	77
Acute toxicity					
Oral	78(46.4)	62(54.9)	10(58.8)	3(20.)	3(13.0)
Dermal	40(23.7)	35(30.7)	4(23.5)	1(6.7)	0(-)
Inhalation	80(47.3)	52(45.6)	11(64.7)	15(100)	2(8.7)
Skin corrosion/irritation	90(53.3)	64(56.1)	15(88.2)	6(40.)	5(21.7)
Serious eye damage/eye irritation	107(63.3)	73(64.0)	17(100)	11(73.3)	6(26.1)
Respiratory sensitization	17(10.1)	10(8.8)	2(11.8)	1(6.7)	4(17.4)
Skin sensitization	31(18.3)	24(21.1)	1(5.9)	0(-)	6(26.1)
Germ cell mutagenicity	43(25.4)	33(28.9)	2(11.8)	3(20.0)	5(21.7)
Carcinogenicity	47(27.8)	35(30.7)	2(11.8)	2(13.3)	8(34.8)
Reproductive toxicity	74(43.8)	58(50.9)	4(23.5)	5(33.3)	7(30.4)
Specific target organ toxicity(single exposure)	149(88.7)	103(91.2)	16(94.1)	15(100)	15(65.2)
Specific target organ toxicity(repeated exposure)	128(75.7)	89(78.1)	11(64.7)	12(80.0)	16(69.6)
Aspiration hazard	31(18.5)	29(25.7)	2(11.8)	0(-)	0(-)

급성독성과 심한 눈손상 및 자극성물질 등의 9가지 항목에서 건강유해성이 있다고 분류되었고, 금속류의 오산화바나듐은 생식독성과 발암성 등의 8가지 항목에서 건강유해성이 있다고 분류되었다.

그리고 건강유해성의 분류항목에 대한 분류건수가 적은 유해물질은 2-에톡시에틸아세테이트, 초산메틸, 초산에틸, 초산프로 등의 유기화합물과 아연 및 그 화합물, 알루미늄 및 그 화합물, 주석 및 그 화합물 등의 금속류 등으로 13개 항목에서만 건강유해성이 있다고 분류되었다. 특히 초산이소부틸의 유기화합물 1종 및 산화마그네슘의 금속류 1종은 13개 건강유해성 분류항목에 해당되지 않는 물질로 확인되었다.

2) 관리대상 유해물질의 끓는점 및 증기압의 물리화학적

특성 비교

관리대상 유해물질에 대한 끓는점과 증기압의 물리화학적 특성값을 정리한 결과는 Table 9 및 Table 10과 같다.

전체 168종의 관리대상 유해물질 중에서 끓는점의 범위가 0 °C 미만인 유해물질은 메틸 클로라이드 등의 유기화합물 4종과 염화수소 등의 산 및 알칼리류 2종 등 모두 12종(7.1%)의 유해물질이 해당되었다. 끓는점의 범위가 0 °C 이상, 35 °C 미만인 물질은 에틸아민 등 7종(4.2%)의 유해물질이 해당되었다. 하지만 168종의 관리대상 유해물질 중에서 끓는점의 자료가 없는 유해물질도 39종(23.2%)이 있었다.

전체 168종의 관리대상 유해물질 중에서 증기압 비교가 가능한 유기화합물, 산 및 알칼리류, 가스상물질류 및 금속류 2종(오산화바나듐, 수은 및 그 화합물)을 포함한 148종의 관리대상 유해물질에 대한 증기압의 범위를 비교한 결과 1.0 mm

Table 8. Number of GHS health hazards classified for hazardous substances requiring management

No. of GHS health hazards classified*	Hazardous substances requiring management(%)				
	Total	Organic compound	Acid/alkali	Gas	Metal
-	168(100)	113(100)	17(100)	15(100)	23(100)
12	1(0.6)	1(0.9) ¹	-	-	-
11	5(3.0)	5(4.4) ²	-	-	-
10	-	-	-	-	-
9	17(10.1)	16(14.0)	-	1(6.7) ³	-
8	12(7.1)	11(9.6)	-	-	1(4.3) ⁴
7	26(15.4)	19(16.7)	5(29.4) ⁵	1(6.7)	1(4.3)
6	21(12.4)	12(10.5)	4(23.5)	4(26.7)	1(4.3)
5	28(16.6)	17(14.9)	4(23.5)	3(20.0)	4(17.4)
4	24(14.3)	15(13.2)	3(17.8)	3(20.0)	3(13.0)
3	10(6.0)	4(3.5)	1(5.9)	1(6.7)	4(17.4)
2	14(8.3)	8(7.0)	-	2(13.3) ⁶	4(17.4)
1	8(4.7)	4(3.5) ⁷	-	-	4(17.4) ⁸
0	2(1.2)	1(0.9) ⁹	-	-	1(4.3) ¹⁰

* Number of GHS health hazards classified for hazardous substances

¹ Epichlorohydrin

² Cyclohexanone, Aniline and its homologues, Acrylonitrile, Ethylene imine, Hydrazine

³ Ethylene oxide

⁴ Vanadic pentoxide

⁵ Formic acid, Hydrogen peroxide, Hydrogen sulfide, Acrylic acid, Hydrogen chloride

⁶ Carbon monoxide, Phosphine

⁷ 2-Etoxy ethyl acetate, Methyl acetate, Ethyl acetate, Propyl acetate

⁸ Zinc and its compounds, Antimony and its compounds, Tin and its compounds, Tungsten and its compounds

⁹ Isobutyl acetate

¹⁰ Magnesium peroxide

Table 9. Range of boiling points for hazardous substances requiring management

Range of boiling point(°C)	Hazardous substances requiring management(%)				
	Total	Organic compound	Acid/alkali	Gas	Metal
Total	168(100)	113(100)	17(100)	15(100)	23(100)
< 0	12(7.1) ¹	4(3.5)	2(11.8)	6(40.0)	-
> 0 ≤ < 35	7(4.2) ²	4(3.5)	-	3(20.0)	-
> 35 ≤ < 100	33(19.6)	31(27.2)	1(5.9)	1(6.7)	-
> 100 ≤ < 200	49(29.2)	42(36.8)	7(41.2)	-	-
> 200	28(16.7)	8(7.0)	4(23.5)	-	16(69.6)
No data	39(23.2)	24(21.2)	3(17.6)	5(33.3)	7(30.4)

¹ Methyl chloride, Methyl amine, 1,3-Butadiene, Formaldehyde, Hydrogen chloride, Hydrogen bromide, Carbon monoxide, Fluor, Ozone, Chlorine, Ammonia, Hydrogen sulfide

² Ethyl amine, Acet-aldehyde, 1,2-Epoxy propane, Diethyl ether, Ethylene oxide, Nitrogen dioxide, Hydrogen cyanide

Table 10. Range of vapour pressures for hazardous substances requiring management

Range of vapour pressure (mmHg at 20(25)°C)	Hazardous substances requiring management(%)				
	Total	Organic compound	Acid/alkali	Gas	Metal
Total	148(100)	113(100)	17(100)	15(100)	2(100)
< 1.0	22(14.9) ¹	18(15.8)	2(11.8)	-	2(100)
1.0 ≤ < 100	43(29.1)	34(29.8)	9(52.9)	-	-
> 100 ≤ < 200	29(19.6)	27(23.7)	1(5.9)	1(6.7)	-
> 200	22(14.9)	12(10.5)	2(11.8)	8(53.3)	-
No data	31(18.5)	22(19.5)	3(17.6)	6(40.0)	-

¹ Acrylamide, p-Nitrobenzene, p-Nitroaniline, Pentachlorophenol, Nitroglycerin, Toluene-2,4-diisocyanate(TDI), Toluene-2,6-diisocyanate, Ethylene glycol dinitrate, Ethylene glycol, diethylene triamine, Phenol, Presol, Ethanol amine, Aniline and its homologues, Dimethyl sulfate, Cyclohexanol, 2-Butoxy ethanol, 2,3-Epoxy-1-propanol, Sulfuric acid, Potassium cyanide, Vanadic pentoxide, Mercury and its compounds

Hg at 20(25) °C 미만인 유해물질은 아크릴아미드 등의 유기 화합물 18종과 황산 등의 산 및 알칼리류 2종, 오산화바나듐, 수은 및 그 화합물 등의 금속류 2종의 유해물질이 해당되었다. 증기압의 범위가 1.0 mmHg at 20(25) °C 이상, 100 mmHg at 20(25) °C 미만인 물질은 43종(29.1%)의 유해물질이 해당되었다. 하지만 148종의 관리대상 유해물질 중에서 증기압의 자료가 없는 유해물질도 31종(18.5%)이 있었다.

4. 추가적인 관리대상 유해물질의 권고

1) 대상 화학물질의 선정내용

대량생산 화학물질을 중심으로 화학물질의 위해성을 평

가, 그 결과를 기초로 화학물질의 관리하는 체계를 구축하려는 국제사회의 지속 가능한 화학물질 관리 노력의 방향에 부합하는 한편(UNEP, 2006; EU, 2004), 화학물질의 국내 유통량 및 사용량의 분포, 노출기준이 설정 여부, 독성 및 물리화학적 특성 등을 고려한 GHS에 의한 유해물질의 건강 유해성 분류결과 등을 종합적으로 고려하여 추가적인 권고물질을 선정하였다.

국내 유통량에 의한 사용량의 분포와 관련하여 환경부의 2006년 제3차 화학물질 유통량조사 결과, 현재 관리대상 화학물질에서 제외된 화학물질 중에서 연간 사용량이 10만톤 이상인 화학물질 중 노출기준이 설정된 물질은 모두 18종이었으며, 그 결과는 Table 11과 같다.

Table 11. TLV-set substances used over 100,000 ton/year recommended for hazardous substances requiring management

Index	Chemical Names	CAS No.	Group	Domestic use amount(1,000ton)	TLVs ppm,(mg/m ³)	Recommended
1	Naphtha *	8030-30-6	Organic compound	30,360,664	400(1600)	×
2	Asphalt *	8052-42-4	Organic compound	1,894,188	(0.5)	×
3	Pentane	109-66-0	Organic compound	1,578,323	600(1800)	○
4	gasoline**	8006-61-9	Organic compound	1,489,620	300(900)	○
5	Vinyl chloride ***	75-01-4	Organic compound	1,102,033	1(2.55) A1	×
6	Cumene	98-82-8	Organic compound	633,230	50(245)	○
7	Methyl methacrylate	80-62-6	Organic compound	305,424	50(205)	○
8	Dicyclopentadiene	77-73-6	Organic compound	246,722	5(30)	○
9	4,4'-Methylenedianiline	101-77-9	Organic compound	212,045	0.1(0.8) A2	○
10	Ethanol	64-17-5	Organic compound	187,972	1000(1900)	○
11	Glycerol	56-81-5	Organic compound	187,015	(10)	○
12	coal tar pitch(volatile) ***	65996-93-2	Organic compound	116,605	(0.2) A1	×
13	Calcium oxide	1305-78-8	Acid/alkali	6,687,035	(2)	○
14	Calcium hydroxide	1305-62-0	Acid/alkali	875,357	(5)	○
15	Sodium Metabisulfite	7681-57-4	Acid/alkali	390,418	(5)	○
16	Butane	106-97-8	Gas	2,011,788	800(1900)	○
17	Kaolin	1332-58-7	Other	138,697	(2)	×
18	Sucrose	57-50-1	Other	101,225	(10)	×

* : Mixed organic solvent

** : Subject to special health examination

*** : Enforcement decree of the occupational safety and health act article 30[Hazardous substances requiring permission]

조사 결과에 의한 관리대상 유해물질 추가선정 권고물질은 12종이었으며, 그 중 유기화합물은 큐멘 등 8종, 산·알카리류는 산화 칼슘 등 3종, 가스상물질류는 부탄 1종이었다. 산업안전보건법 시행령 제30조 규정에 의한 허가대상 유해물질인 염화비닐, 휘발성 콜타르핏치 2종과 혼합 화학물질인 나프타, 아스팔트 2종 및 입자상 화학물질인 카올린(고령토)과 수크로스(자당) 2종 등의 6종의 화학물질은 추가선정 권고물질에서 제외하였다. 추가선정 권고물질 중에서 가솔린은 현재 특수건강진단 대상 유해인자로 관리하고 있는 유해물질이다.

2) 추가선정 권고 화학물질의 노출기준 설정수준 비교

관리대상 유해물질에서 제외된 화학물질 중에서 연간 사용량이 10만톤 이상으로 노출기준이 설정되어 관리대상 유해물질로 추가 선정될 수 있도록 권고한 12종의 화학물질에 대한 노출기준 설정 수준을 분석한 결과는 Table 12와 같다.

노출기준이 저농도인 B그룹 유해물질은 4,4'-메틸렌디아닐린(노출기준 : 0.1 ppm) 1종이었으며, 노출기준이 0.51 ~ 5 ppm의 범위인 C그룹 유해물질은 디시클로로펜타디엔 1종이었다.

3) 추가선정 권고 화학물질의 독성자료에 의한 건강 유해성 분류결과

관리대상 유해물질로 추가 선정될 수 있도록 권고한 12종 화학물질을 노동부 고시 제2008-29호의 「화학물질 분류·표시 및 물질안전보건자료에 관한 기준」에 따라 건강 유해성을 분류한 결과 12종의 화학물질 모두 건강 유해성이 있는 것으로 확인되었으며 그 결과는 Table 13과 같다.

급성독성물질에 해당되는 화학물질은 5종이었으며, 피부 부식성 또는 자극성물질에는 7종의 화학물질이 해당되었고, 1회 및 반복노출에 의한 특정 표적장기 전신독성물질에 해당되는 화학물질은 11종의 화학물질이었다. 발암성물질로

Table 12. TLVs for 12 recommended substances

Group	Range of TLVs	Hazardous substances requiring management			
		Total	Organic compound	Acid/alkali	Gas
-		12	8	3	1
A	< 0.005 ppm ₁	-	-	-	-
B	0.0050 ≤ < 0.5 ppm; < 0.01 mg/m ³	1	1	-	-
C	0.50 ≤ < 5 ppm; 0.01 ≤ < 0.1 mg/m ³	1	1	-	-
D	5 ≤ < 50 ppm; 0.1 ≤ < 1.0 mg/m ³	2	2	-	-
E	50 ≤ < 500; 1.1 ≤ < 10 mg/m ³	8	4	3	1

* 4,4'-Methylenedianiline
 ** Dicyclopentadiene
 *** Cumene, Methyl methacrylate

Table 13. GHS health hazard classification for recommended substances

GHS health hazard		No. of classified hazards	Chemical names(category)
Acute toxicity	Oral	5	Pentane(4), Dicyclopentadiene(4), Cumene(4), 4,4'-Methylenedianiline(4), Sodium Metabisulfite(4)
	Dermal	1	4,4'-Methylenedianiline(3), Sodium Metabisulfite(4),
	Inhalation	1	Dicyclopentadiene(2)
Skin corrosion/irritation		7	Calcium oxide(1), Glycerol(1), Gasoline(2), Calcium hydroxide(2), Sodium Metabisulfite(2), Dicyclopentadiene(2), Methyl methacrylate(2),
		7	Calcium oxide(1), Calcium hydroxide(1), Glycerol(1), Gasoline(2A), Methyl methacrylate(2A),
Serious eye damage/eye irritation			Ethanol(2A), 4,4'-Methylenedianiline(2A),
Respiratory sensitization		2	Sodium Metabisulfite(1), Methyl methacrylate(1)
Skin sensitization		3	Sodium Metabisulfite(1), Methyl methacrylate(1), 4,4'-Methylenedianiline(1)
Germ cell mutagenicity		2	Ethanol(1B), 4,4'-Methylenedianiline(2),
Carcinogenicity		2	4,4'-Methylenedianiline(1B), Gasoline(2),
Reproductive toxicity		3	Ethanol(1A), 4,4'-Methylenedianiline(2) Methyl methacrylate(2),
Specific target organ toxicity(single exposure)		11	Calcium oxide(1), Calcium hydroxide(1), Gasoline(1), Cumene(1), Dicyclopentadiene(1), 4,4'-Methylenedianiline(1), Butane(3), Pentane(3), Sodium Metabisulfite(3), Methyl methacrylate(3), Ethanol(3)
Specific target organ toxicity(repeated exposure)		9	Calcium oxide(1), Gasoline(1), Cumene(1), Sodium Metabisulfite(1), 4,4'-Methylenedianiline(1), Methyl methacrylate(1), Dicyclopentadiene(1), Ethanol(1), Calcium hydroxide(2),
Aspiration hazard		5	Pentane(1), Gasoline(1), Cumene(1), Dicyclopentadiene(1), Calcium oxide(1),

Table 14. Physicochemical properties for recommended substances

Index	Chemical Names	CAS No.	Group	Group		
				Boiling point(°C)	Vapor pressure	Partition coefficient
1	Pentane	109-66-0	Organic compound	36	426 mmHg at 20 °C	—
2	Gasoline	8006-61-9	Organic compound	—	—	-0.57
3	Cumene	98-82-8	Organic compound	152	427 mmHg at 20 °C	3.66
4	Methyl methacrylate	80-62-6	Organic compound	—	—	-3.7
5	Dicyclopentadiene	77-73-6	Organic compound	170	180 mmHg at 20 °C	3.1
6	4,4'-Methylenedianiline	101-77-9	Organic compound	398	290 mmHg at 25 °C	1.59
7	Ethanol	64-17-5	Organic compound	78.5	59.3 mmHg at 25 °C	-0.31
8	Glycerol	56-81-5	Organic compound	290	0.00018 mmHg at 25 °C	-1.76
9	Calcium oxide	1305-78-8	Acid/alkali	2850	—	—
10	Calcium hydroxide	1305-62-0	Acid/alkali	—	—	—
11	Sodium Metabisulfite	7681-57-4	Acid/alkali	—	—	—
12	Butane	106-97-8	Gas	-0.5	1820mmHg at 25 °C	2.89

분류된 화학물질은 모두 2종으로 4,4'-Methylenedianiline은 인체 발암성이 추정되는 화학물질이었으며, Gasoline은 인체 발암성이 의심되는 화학물질이었다.

12종의 추가선정 권고 화학물질을 13가지의 건강유해성 항목으로 분류한 결과 4,4'-Methylenedianiline은 9가지 항목에 해당되었고, Methyl methacrylate은 7가지 항목에 해당되었으며, Gasoline과 Dicyclopentadiene은 6가지 항목에 해당되는 것으로 분류되어 유해한 화학물질들로 확인되었다.

4) 추가선정 권고 화학물질의 증기압 및 끓는점의 물리화학적 특성 비교

추가선정 권고 화학물질 14종에 대한 증기압 및 끓는점의 물리화학적 특성값을 정리한 결과는 Table 14와 같다.

가스상 물질류인 Butane은 끓는점이 -5 °C로 가장 낮았고 증기압은 1820 mmHg(25 °C)로 가장 높은 수준이었다. 8종의 유기화합물 중에서 끓는점이 낮은 물질은 Pentane(36 °C)과 Ethanol(78.5 °C)이었고, 증기압이 높은 물질은 Pentane(426 mmHg at 20 °C)과 Cumene((427 mmHg at 20 °C)이었다. 끓는점이 높은 유기화합물은 4,4'-Methylenedianiline(398 °C)과 Glycerol(290 °C)이었으며, 증기압이 가장 낮은 유기화합물은 Glycerol로 0.00018 mmHg(25 °C)이었다.

화학물질은 생활주변과 산업현장에서 다양한 용도로 사용되고 있다. 가정에서 사용하는 가전·가구제품, 의복 및 위생용품은 물론 농약과 비료, 식품과 의약품, 자동차, 종이, 요업 등 각종 산업의 원료, 소재 및 중간처리체 등으로 다양하게 사용되고 있다(대통령 자문 지속가능발전위원회, 2006). 그러나 이러한 화학물질은 여러 가지 사용상의 이점에도 불구하고 그 유해·위험성으로 인하여 작업장 근로자의 각종 직업병과 안전사고의 발생 및 주변 주민의 건강과 환경을 위협하고 환경을 해치는 주원인으로 지목되고 있다(이권섭 등, 2008). 국내에서는 2005년 외국인 근로자의 집단적인 n-Hexane 중독, 2005년 Trichloroethylene 및 2007년 N-dimethylformamide 사용 근로자의 사망사고 발생 등으로 화학물질에 대한 국민의 인식이 향상되고 있으며, 화학물질을 사용하는 근로자에 대한 안전보건관리가 시급한 과제로 대두되고 있다(이권섭 등, 2007).

2006년도에 조사된 국내 유통 화학물질의 수는 25,449종으로 2002년 (21,513종)에 비하여 18.2%가 증가되었으며, 화학물질 유통량은 417.9백만톤으로 2002년(287.4백만톤)에 비하여 45.4%가 증가되었다(환경부, 2007b). 이렇듯 국내 화학물질의 유통규모가 증가함에 따라 생산·유통 중인 다양한 화학물질의 체계적인 안전관리가 요구되어 왔으며 그 동안 화학물질을 관리하는 정부부처 및 기관들은 화학물질의 체계적인 관리를 위하여 법률이나 규정을 제정하고 시행하여 왔다, 그러나 화학물질의 종류가 방대하고 사용하는 형태가 다양하여 모든 화학물질은 개별적인 규정으로 관리하고 규제

IV. 고 찰

하는 것이 불가능해지고 있다(이권섭 등, 2008).

화학물질이 어떠한 유해·위험성을 가지고 있는가를 시험하고, 평가하는 것은 매우 전문적이어서 별도의 교육과 훈련을 받은 전문가 외에는 그 결과를 이해하기가 불가능한 수준이다(임영욱 등, 2006; Fan, 2007). 화학물질의 유해·위험성을 명확한 기준에 따라 적절하게 분류하고 관리하여 화학물질을 제조, 사용, 취급, 저장 및 운반하는 근로자 또는 소비자에게 알리고, 근로자와 일반 국민의 건강과 환경을 보호하며, 사고를 미연에 방지하는 조치를 취하는 일은 매우 중요한 일이다(이권섭 등, 2008). 화학물질의 유해·위험성 분류와 관련되어 다행스럽게도 UN에서 GHS가 계획되고 개발되어(정부합동 GHS 추진위원회, 2005; UN, 2007) 전 세계 모든 국가의 시행을 목표로 추진되고 있으며, 국내에서도 GHS에 의한 화학물질 분류·표시 제도의 도입을 위해 노동부에서 2006년 9월 25일 산업안전보건법의 관련규정을 개정하였고, 환경부에서는 이에 맞춰 2007년 11월 16일 유해화학물질 관리법 시행규칙을 개정하였다(노동부, 2007a; 환경부, 2007a). 그리고 한국산업안전보건공단에서는 국내에서 유통되고 있는 화학물질을 중심으로 GHS에 적합한 형태로 유해·위험성을 분류하고 분류정보를 DB화하여 KOSHA 홈페이지(KOSHA.NET)를 통해 사업장 및 안전보건 관련업무 종사자에게 관련 정보를 제공하고 있다. 그러나 화학물질의 관리와 관련하여 국가마다 그리고 한 국가 내에서도 관련기관마다 법률적 기준과 세부규정이 달라 산업체에서 화학물질을 취급하는 작업공정을 체계적으로 관리하여 근로자의 건강을 보호하는 등의 예방적 조치를 취하는 일은 어렵다는 것이 많이 지적되어왔다(UN, 2007; 대통령 자문 지속가능발전위원회, 2006).

산업안전보건법에서 사업주가 사업을 행함에 있어서 발생하는 화학물질 등에 의한 건강장해를 예방하기 위하여 국소배기장치의 성능관리와 작업방법 등의 작업환경 관리에 의한 건강장해예방을 실시하도록 조치하고 있는 168종의 관리대상 유해물질에 대하여 현재까지 독성학적 유해성과 물리·화학적 위험성, 국내 화학물질의 유통 실태, 직업병의 발생 실태, 노출기준 설정 유무, GHS에 의한 건강 유해성 분류 결과 등이 종합적으로 고려된 관리대상 유해물질 선정기준이 규정화되어 있지 않아 대상 화학물질의 관리와 추가적인 확대 등에 어려움이 있으며, 위해도 평가에 의한 화학물질의 종합관리체계 구축이 어려운 실정이다.

또한 GHS 제도의 시행으로 기존의 관리대상 화학물질의 관리체계에 의한 작업환경 관리체계를 개선이 필요하며, GHS에 의한 화학물질의 분류정보가 관리대상 화학물질의 선정과 작업환경관리에 적용될 수 있도록 하여야 한다.

화학물질에 의한 건강장해를 예방하기 위한 국제사회의

지속 가능한 화학물질관리의 목표에 따라 국내에서도 대량 생산 화학물질을 중심으로 화학물질의 위해성을 평가하고, 그 결과를 기초로 화학물질관리체계를 구축하려 노력하고 있다. 그러므로 국소배기장치의 성능관리와 작업방법 등의 작업환경 관리에 의한 건강장해예방을 실시하도록 조치하고 있는 관리대상 유해물질의 체계적인 관리와 추가적인 대상 화학물질의 선정시 우선적으로 고려되어야 하는 요인들은 화학물질의 국내 유통량 및 사용량의 분포, 노출기준이 설정 여부, 독성 및 물리화학적 특성 등을 고려한 GHS에 의한 유해물질의 건강 유해성 분류결과 등이었다.

이를 바탕으로 본 연구에서 실시한 관리대상 유해물질의 추가선정 권고를 위한 자료조사 결과 현재 관리대상에서 제외된 화학물질 중에서 환경부의 2006년 제3차 화학물질 유통량조사 결과(환경부, 2007) 연간 사용량이 10만톤 이상인 화학물질 중 노출기준이 설정된 물질 중에서 12종의 화학물질을 권고하였다. 이중 11종의 화학물질에 대한 국내 취급근로자의 현황은 2004년 전국제조업체 작업환경 실태조사 결과로 비교해 볼 수 있었으나, 가솔린은 관련 자료가 없어 추가적인 사업장 실태조사가 필요하였다. 추가 선정될 수 있도록 권고한 12종의 화학물질을 노동부 고시 제2008-29호의 「화학물질 분류·표시 및 물질안전보건자료에 관한 기준」에 따라 건강 유해성을 분류한 결과 모두 건강 유해성이 있는 것으로 확인되었다. 이중 발암성물질로 분류된 화학물질은 모두 2종이었으며, 특히 4,4'-Methylenedianiline은 인체 발암성이 추정되는 화학물질이었다. 12종의 추가선정 권고 화학물질을 11가지의 건강유해성 항목으로 분류한 결과 4,4'-Methylenedianiline은 9가지 항목에 해당되었고, Methyl methacrylate은 7가지 항목에 해당되었으며, Gasoline과 Dicyclopentadiene은 6가지 항목에 해당되는 것으로 분류되어 유해한 화학물질들로 확인되었다.

V. 결 론

1. 관리대상 유해물질 168종 모두 작업환경측정 대상 유해인자와 노출기준 설정물질로 관리되고 있었으나, 특수건강진단 대상 유해인자에 포함되어 있지 않는 화학물질은 디메틸아민 등 35종이었다.

2. 2006년 실시된 환경부에서 제3차 화학물질 유통량조사 결과 연간 사용량이 1,000톤 이상인 화학물질은 모두 90종이었으며, 이중 관리대상 유해물질 168종에 해당되는 화학물질은 90종(53.6%)이었다. 한국산업안전보건공단과 노동부에서 실시한 2004년도 전국 제조업체 작업환경 실태조사 결과 관리대상 유해물질 168종 중 160종 유해물질에 대한 국

내 사용량과 취급근로자에 대한 실태를 파악할 수 있었으며, 자료가 없는 유해물질은 니트로글리세린 등 8종이었다.

3. 관리대상 유해물질 중에서 1992년~2005년의 기간동안 국내에서 화학물질로 기인하여 직업병의 발생된 현황은 유기화합물에 의한 직업병은 벤젠 등 23종, 납 등의 금속류 12종, 염화수소 등 산 및 알칼리류 3종, 일산화탄소 등 가스상물질류 6종이었다.

4. 관리대상 유해물질의 건강유해성 분류결과 전체 168종의 관리대상 유해물질 중에서 1회 노출에 의한 특정 표적장기 전신독성과 반복 노출에 의한 특정 표적장기 전신독성이 각각 149종(88.7%)과 128종(75.7%)이 분류되었으며, 흡입에 의한 흡입독성 물질과 발암성물질은 각각 80종(47.3)과 47종(27.8)이 분류되었다. 전체 유해물질 중에서 건강유해성의 분류항목에 대한 분류건수가 적은 유해물질은 2-에톡시에틸아세테이트, 초산메틸, 초산에틸, 초산프로 등의 유기화합물과 아연 및 그 화합물, 알루미늄 및 그 화합물, 주석 및 그 화합물 등의 금속류 등으로 1가지 항목에서만 건강유해성이 있다고 분류되었다. 특히 초산이소부틸의 유기화합물 1종 및 산화마그네슘의 금속류 1종은 13개 건강유해성 분류항목에 해당되지 않는 물질로 확인되었다.

6. 관리대상 유해물질의 체계적인 관리와 추가적인 대상 화학물질의 선정시 우선적으로 고려되어야 하는 요인들은 화학물질의 국내 유통량 및 사용량의 분포, 노출기준이 설정 여부, 독성 및 물리화학적 특성 등을 고려한 GHS에 의한 유해물질의 건강 유해성 분류결과 등이었으며, 이들 선정지표들을 개별적 요인으로 구분하여 적용하거나 세부 항목에 대한 내용을 점수화하여 계산하는 결정방법들은 적절하지 않으며, 선정지표로 제시된 요인들을 종합적으로 고려하여 관리대상 유해물질의 선정에 적용하여야 할 것으로 판단되었다.

7. 관리대상 유해물질로 추가 선정될 수 있도록 권고한 화학물질은 12종이다. 이들 화학물질은 모두 국내 사용량이 연간 10만톤 이상으로 노동부 노출기준이 설정되어 있으며, GHS 건강 유해성 분류결과 모두 건강 유해성이 있는 것으로 확인되었다. 이중 발암성물질로 분류된 화학물질은 모두 2종이었는데, 4,4'-Methylenedianiline은 인체 발암성이 추정되는 화학물질이었으며, Gasoline은 인체 발암성이 의심되는 화학물질이었다. 12종의 추가선정 권고 화학물질을 11가지의 건강유해성 항목으로 분류한 결과 4,4'-Methylenedianiline은 9가지 항목에 해당되었고, Methyl methacrylate은 7가지 항목에 해당되었으며, Gasoline과 Dicyclopentadiene은 6가지 항목에 해당되었다.

REFERENCES

- 노동부. 2004년 전국제조업체 작업환경 실태조사. 2004.
- 노동부. 산업안전보건법. 2007a.
- 노동부. 산업안전보건법-산업보건기준에 관한 규칙. 2007b.
- 노동부. 화학물질 및 물리적인자의 노출기준. 노동부고시 제 2008-26호, 2008.
- 노동부. 화학물질의 분류·표시 및 물질안전보건자료에 관한 기준. 노동부고시 제2008-29호, 2008.
- 대통령 자문 지속가능발전위원회. 국가지속가능발전 전략 및 이행계획. 2006.
- 산업자원부. EU 신화학물질 관리정책(REACH) 법령집. 2004.
- 이권섭, 이종한, 조지훈, 최진희, 최성봉. 사업장 MSDS 작성 관리의 신뢰성 향상방안 연구. 한국산업안전공단 산업안전보건연구원 2007년 연구보고서, 2007.
- 이권섭, 임철홍, 이종한, 이혜진, 양정선, 노영만, 국원근. GHS 화학물질 분류기준과 분류결과의 비교 및 화학물질 정보자료의 활용방법 연구. 한국산업위생학회지 2008;18(1):62-71
- 임영옥, 양지연, 이용진, 신동천. 화학물질의 독성에 근거한 분류체계 및 GHS 도입을 위한 대응방안. J. Environ. Toxicol. 2006;21(2):197-208
- 정부합동 GHS 추진위원회. 화학물질의 분류 및 표지에 관한 세계화시스템(GHS)-대한민국 정부공식 번역본. 2006.
- 한국산업안전보건공단 산업안전보건연구원. 유해물질 작업환경 측정·분석방법. 2004.
- 한국산업안전보건공단. 한국산업안전보건공단 산재통계-재해자 리스트.2008.12. Available from: http://eip.kosha.or.kr/util/work_body_oas.jsp.
- 한국산업안전보건공단. http://eip.kosha.or.kr/new_eip/main/ep_main.jsp. 2008.
- 환경부. 유해화학물질관리기본계획(2006-2010). 2006a.
- 환경부. 유해화학물질관리법 동법 시행규칙. 2007a.
- 환경부. 제3차 화학물질 유통량조사 최종보고서. 2007b.
- 환경부. 환경백서 2006. 2006b.
- American Conference of Governmental Industrial Hygienist (ACGIH). Threshold Limit Values for Chemical and Physical Agents, and Biological Exposure Indices. ACGIH, Cincinnati, Ohio; 2008.
- A division of the American Chemical Society(CAS). CHEMLIST(Regulated Chemicals). 2008.8. Available from: <http://www.cas.org/index.html>
- David. M. Zalk, Deborah Imel Nelson. History and Evolution of Control Bending: A Reviw. Journal of Occupational and

- Environmental Hygiene 2008;5:330-346.
- European Union(EU). REACH in Brief. 2004
- Fan Li. Developing chemical information system - An object-oriented approach using enterprise java. New York, John Wiley & Sons, Inc. pp. 1-5, 2007.
- International Agency Research Center(IARC) : IARC Monographs on the Evaluation of the Carcinogenic Risk of Chemical to Humans. 2008.12. Available from: <http://monographs.iarc.fr/index.php>
- National library medicine(NLM). specialized information service-chemidplus database. 2008.12. Available from: <http://chem.sis.nlm.nih.gov/chemidplus>
- National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH). NIOSH Manual of Analytical Methods(NMAM). 2008.12. Available from: <http://www.cdc.gov/niosh/nmam/>
- United Nations Environmental Programme(UNEP). Strategic Approach to International Chemicals Management(SAICM)-Report of the international conference on chemical management on the work of its first session. SAICM/ICCM.1/7. 2006.
- United National. Globally Harmonized System of Classification and Labeling of Chemical(GHS). St/Sg/Ac.10/30/Rev.2, 2007.