

CHARM을 이용한 작업환경측정기관 분석실의 화학물질노출 위험성 평가 연구

박현아^{*}, 최서연², 우인성³, 이동호³

¹인천대학교 기업재난안전관리학과, ²송원대학교 재활보건관리학과, ³인천대학교 안전공학과

Assessment of Risk of Exposure to Chemicals in the Analysis Centers of Organizations for measuring the Working Environment, using CHARM

Hyun-A Park^{*}, Seo-Yeon Choi², In-Sung Woo³, Dong-Ho Rie³

¹Division of Business Disaster Safety management, Incheon National University

²Division of Rehabilitation Health Management, Songwon University

³Division of Safety Engineering, Incheon National University

요약 본 연구는 작업환경측정기관 분석실에서 많이 다루어지고 있는 유해화학물질에 대해 CHARM(CHEMICAL HAZARD RISK MANAGEMENT)을 이용한 위험성평가를 실시하고 위험성을 추정하였다. 이를 위하여 서울 및 경기지역의 위험성평가를 실시한 작업환경측정기관 6곳을 선정하였으며, 그 결과 화학물질 노출 위험성 물질은 29개 물질이 선택 되었다. 성상별로는 액체 16개, 고체 10개 물질이었고, 특별관리물질인(CMR) ‘발암성(Carcinogenic)’ 1A - 11개, 1B - 1개, 2 - 8개, ‘생식세포변이 원성(Mutagenic)’ 1A - 4개, 1B - 3개, 2 - 8개, ‘생식독성(Repro-toxic)’ 1A는 해당물질이 없고, 1B - 1, 2 - 6개 물질이 포함되어 있었다. 위험성 추정 결과 ‘낮음’에 해당하는 물질은 30.4%, ‘보통’ 66.1%, ‘높음’ 3.6%로 평가 되었다. 또한 6개 기관의 각 물질별 위험성 추정 결과 2개 기관이 위험성 추정 결정 중 ‘높음’에 해당하는 물질을 포함하고 있었다. 본 연구를 통하여 화학물질 평가도구인 CHARM(CHEMICAL HAZARD RISK MANAGEMENT)을 이용한 위험성 평가를 시도하였는데 그 의의가 있으며, 작업환경측정기관 분석실의 위험성과 관리 화학물질을 우선적으로 도출하여 안전성 평가 및 비상조치 계획 수립과 안전관리 매뉴얼 구축과 작업환경측정기관 분석실에 대한 사고 및 위험성 관리의 제도적 법적 관리의 기초 자료로 활용되기를 기대한다.

Abstract In this study, we conducted an assessment of the risks posed by the noxious chemicals often handled at the analysis centers of organizations involved in Work Environment Measurement (WEM) using the Chemical Hazard Risk Management (CHARM) system. For this purpose, six organizations involved in WEM located in Seoul and Gyeonggi, which conducted the risk assessment, were selected and, as a result, 29 materials were selected as chemical substances presenting a risk of exposure. In terms of their physical properties, there were 16 liquid and 10 solid materials, and for the special management materials (CMR), the findings were: 'Carcinogenic' 1A - 11 and 1B - 1 (2 - 8); 'Mutagenic' 1A - 4 and 1B - 3 (2 - 8); and 'Repro-toxic' 1A - 0 and 1B - 1 (2 - 6). In the risk estimation, 30.4%, 66.1% and 3.6% of the materials presented 'low', 'average' and 'high' risks, respectively. In addition, two of these six institutions had materials presenting a 'high' risk. This study is significant in that the risk assessment was conducted using CHARM, a chemical substance assessment tool. It is expected that the results will be utilized as the basic data for safety assessment, the establishment of a plan for emergency measures and drawing up a safety management manual, and the institutional and legal management of accidents and risks in the analysis centers of organizations involved in WEM and the management of chemicals by drawing attention to the risks involved.

Keywords : Analysis Centers of Organizations for measuring the Working Environment, CHARM, CMR, Exposure, Risk Assessment

*Corresponding Author : Hyun-A Park(Incheon National University)

Tel: +82-10-8259-6374 email: specialchoice97@hanmail.net

Received November 24, 2016

Revised (1st February 17, 2017, 2nd March 13, 2017, 3rd April 6, 2017)

Accepted April 7, 2017

Published April 30, 2017

1. 서론

작업환경측정은 근로자 건강에 위험을 초래할 수 있는 물리적, 화학적, 생물학적, 인간공학적 유해 인자들을 인식하고, 측정, 분석하여 평가하는 과정으로[1] 병원 등의 의료기관과 대학을 비롯한 협회, 민간 기관 등에서 운영하고 있는 작업환경측정기관의 경우 작업환경측정을 통하여 작업 시 채취한 유해인자에 대한 평가를 위하여 분석실을 운영하고 있다.

작업환경측정기관 분석실에서 근무하는 근로자(이하 분석사)는 AAS(Atomic Absorption Spectroscopy), GC(Gas Chromatography), IC(Ion Chromatography) HPLC(High Performance Liquid Chromatography) 등 분석 장비를 이용한 중금속, 유기화합물질, 산·알칼리 등의 업무를 수행하는데 분석 작업 시 탈착, 용해 등을 위해 사용되는 화학물질은 매우 다양하며 또한 인체에 발암성(Carcinogenic), 생식세포변이원성(Mutagenic), 생식독성(Repro-toxic)을 일으키는 CMR(특별관리물질)에 노출되어 있기 때문에 분석사의 업무에 사용되는 화학물질에 대하여 화학물질에 대한 안전의 인진 여부, 노출 기준 초과 여부, 위험성을 평가 및 관리할 수 있는 방안 마련이 필요하다.

고용노동부에서는 산업안전보건법 제39조의2, 제 42 조 등의 법령에[2] 의하여 작업환경측정기관에 대하여 작업환경측정 및 시료분석 능력, 시설장비 및 보유인력의 능력개발과 교육 이수 등 총 4개 부문, 59개 항목에 대하여 작업환경측정 수준을 평가(이하 “지정측정기관 평가”)하고 있으나[3] 분석사의 노출과 안전에 관한 사항은 평가되고 관리되지 못하고 있는 실정이다[4][5].

최근 연구실험실에서 발생하는 화재, 감전, 화학물질 노출 등의 사고로 인한 부상과 사망 등이 보고되면서 사회적으로 관심이 집중되고 있으며, 연구실 안전관리에 대한 중요성이 대두되면서 연구실 안전 환경 조성에 관한 법률이 2006년 4월 1일부터 시행되고 있다[6]. 안전 보건공단에서도 2006년 7월 ‘실험실 안전보건에 관한 기술지침(KOSHA Code G-7-2006)’을 공포하여 실험실에서 취해야 하는 안전보건 조치를 규정하고 있으나 [5][7][8][9][10] 작업환경측정기관 분석실에서 근무하는 분석사들은 대부분 연구실 안전에 대한 전문적인 교육을 받은 경험이 없고 [5], 위험성 평가를 포함한 관리가 이루어지지 않고 있다.

산업현장에서는 위험성 평가를 위하여 4M, CB(Control Banding), CMS(Cheical Management Services) 등의 평가 방법이 많이 사용되며, 특히 CB와 CMS는 화학물질을 관리하는 평가도구로 사용되고 있다.

4M 위험성평가는 사업장에서 예상되는 산업재해 발생 위험요인을 찾아내어 사고발생 가능성을 최소화하는 방법으로 사업장에서 보다 쉽게 적용하고 위험성을 참고 하는데 사용된다.

CB는 기존의 작업장 공기 중 유해물질의 시료채취 및 분석과 같이 복잡하고 전문적인 측정 및 평가에 대한 기술이 필요하지 않고, 현장에서 확보 가능한 유해화학물질의 사용량과 물질안전보건자료(MSDS) 등을 통한 위험정보를 이용하여 정성적으로 사업장의 위험을 평가 하고 관리하는 방법이며[9], CMS는 특정 기업이 고객 기업의 화학물질과 관련된 모든 과정을 관리해주는 서비스로 CMS기업은 화학물질의 판매가 아닌 화학물질의 구매부터 폐기까지 전 과정 관리서비스를 공급해 주고 이러한 사업장 내 화학물질 관리시스템 개선을 통한 수익발생의 대가로 이득을 분배받는 것이 특징이다.

국내에서는 화학물질의 유해성에 대해 근로자의 알 권리의 충족과 화학물질의 노출수준 관리를 위하여 영국 보건안전청(HSE)의 화학물질의 유해성과 노출실태(하루 취급량·분진 비산도·증기 휘발성 등)를 토대로 정 성적 위험성평가기법 CHARM(Cheical Hazard Risk Management)을 이용한 화학물질 평가방법이 많이 사용되고 있다[9][11]. CHARM(Cheical Hazard Risk Management)은 화학물질 위험성평가 기법의 절차 및 방법 등을 참고하여 사업장 스스로 화학물질에 대한 위험성 수준을 평가하고 관리하며, 화학물질에 의한 건강장해 평가가 가능하다. 또한 CHARM을 이용하여 실험실의 관리 대상물질에 대한 강도, 정량적 위험성 평가가 가능하며, 이를 기반으로 안전성 평가, 비상조치 계획, 위험성 평가 매뉴얼, 안전관리의 효율화를 가져올 수 있다[12][13].

이에 본 연구에서는 작업환경측정기관 분석실에서 많이 다루어지고 있는 유해화학물질을 CHARM을 이용하여 평가하고 위험성을 추정하여 분석실 안전관리 방안의 기초 자료를 확보하고자 수행하였다.

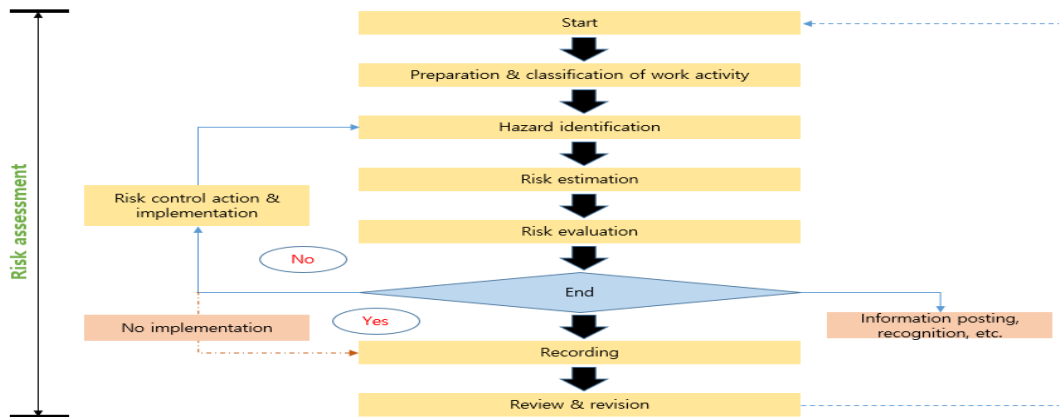


Fig. 1. Risk Assessment System

2. 연구 대상 및 방법

2.1 연구 대상 및 기간

2016년 8월부터 9월까지 서울 및 경기지역의 작업환경측정기관 15개소 중 작업환경측정 결과를 중심으로 위험성 평가를 실시한 기관 6곳을 선정하였다.

2.2 위험성평가 방법

CHARM(Chemical Hazard Risk Management)을 이용한 화학물질노출 위험성은 노출기준 대비 작업환경측정결과와 비율이나 화학물질의 하루 취급량과 비산성·휘발성을 조합하여 등급을 분류하며, 유해성에 대한 평가는 노출기준이나 위험문구, 유해·위험문구 등에 따라 인체에 영향을 미치는 화학물질의 고유한 성질을 대상으로 한다. 유해요인 노출(정도, 빈도)기준 이하수준에서는 거의 모든 근로자에게 건강상 나쁜 영향을 미치지 아니하는 기준을 적용하며, 위험성평가 시 1일 작업시간동안의 시간가중평균노출기준(TWA)을 적용하여 평가한다 [12][13].

위험성평가 추진절차는 <Fig 1>과 같이 5단계로 구성하는데 1단계의 사전준비(Preparation & classification

of work activity)는 위험성 평가에 대한 담당자 교육, 평가대상 선정, 평가에 필요한 각종 자료를 수집하는 절차, 2단계의 유해위험요인 파악(Hazard identification)은 현장점검 및 체크리스트 등을 활용하여 유해위험요인을 파악하는 절차, 3단계의 위험성 계산(Risk estimation)은 유해위험요인이 사고나 질병으로 이어질 수 있는 가능성(빈도)과 중대성(강도)의 수준을 결정하고, 결정된 가능성(빈도)과 중대성(강도)을 조합하는 절차, 4단계의 위험성 결정(Risk evaluation)은 유해위험요인별 위험성 계산값에 따라 허용범위 결정을 위하여 현재의 위험성 상태를 결정하는 절차, 5단계는 위험성 감소대책 수립 및 실행(Risk control action & implementation)하여 위험성평가 후 도출된 위험을 허용 가능한 위험으로 감소하기 위해 개선대책을 수립하고 실행하는 절차로 이루어진다 [12][13].

2.3 위험성 계산

위험성 평가를 위한 계산 방법은 고용노동부고시 제 2012-31을 적용하여 평가하며 <Table 1>과 같이 노출수준과 유해성의 곱으로 평가한다. 평가 결과는 측정결과가 있는 경우와 없는 경우로 나누어 계산한다. 직업병 유

Table 1. Risk calculation method

Risk	Probability	×	Severity
① Measurement result (Exposure standard setting substance)	Measurement result(1~4Level)	×	Exposure criteria (1~4Level)
② No measurement result (Exposure standard setting substance)	Amount used, Disperse(1day) /volatility combination(1~4Level)	×	Exposure criteria (1~4Level)
③ No measurement result (Exposure criteria Not established Substances)	Amount used, Disperse(1day) /volatility combination(1~4Level)	×	R-Phrase, H Code (1~4Level)

Table 2. Determine exposure level rating based on measurement result(Probability)

Level	Contents
1	Less than 10% chemical exposure level
2	Chemical exposure levels 10%-50%
3	Exposure levels of chemicals 50%-100%
4	Chemical exposure level exceeded 100%

Table 3. Classification criteria for chemical exposure(Severity)

Level	Contents	Exposure criteria	
		Occurrence: Dust	Occurrence: vapor
1	Skin or eye irritation	1~10mg/m ³ less than	50~500ppm less than
2	One-time exposure risk	0.1~1mg/m ³ less than	5~50ppm less than
3	Severe irritation and corrosion	0.01~0.1mg/m ³ less than	0.5~5ppm less than
4	Very toxic to single exposure	0.01mg/m ³ under	0.5ppm under

Table 4. Analysis of exposure risk assessment in the analysis centers of organizations for measuring the working environment using CHARM

Chemical name	Institution name						Total	Appearance	
	A	B	C	D	E	F		Liquid	solid
1-Bromopropane					✓		1	✓	
2-Bromopropane					✓		1	✓	
Copper		✓	✓				2		✓
Lead		✓	✓		✓		3		✓
n-Butyl alcohol				✓			1	✓	
Nickel		✓	✓		✓		3		✓
Dimethylformamide		✓	✓				2	✓	
Manganese		✓	✓				2		✓
Methyl alcohol		✓	✓		✓		3	✓	
Benzene					✓		1	✓	
Iron oxide		✓	✓				2		✓
Cyclohexanone	✓						1	✓	
Ethyl benzene	✓						1	✓	
Hydrogen chloride	✓					✓	2	✓	
Silver		✓	✓				2		✓
Titanium dioxide		✓	✓				2		✓
Isopropyl alcohol						✓	1	✓	
Carbon disulfide					✓		1	✓	
Tin		✓	✓				2		✓
Nitric acid	✓					✓	2	✓	
Cadmium		✓	✓		✓		3		✓
Chromium		✓	✓				2		✓
Xylene	✓	✓	✓				3	✓	
Toluene	✓	✓	✓	✓		✓	5	✓	
Trichloroethylene					✓		1	✓	
Phenol					✓		1	✓	
Formaldehyde	✓				✓		2	✓	
Hexone	✓						1	✓	
Sulfuric acid	✓				✓	✓	3	✓	
Total	9	14	14	2	12	5	56	19	10

소견자(D1)가 발생한 경우 노출수준을 4등급으로, 화학 물질이 CMR물질(1A, 1B, 2)인 경우 유해성을 4등급으로 우선 적용한다. 본 연구에서는 작업환경측정 결과가 있는 기관의 위험성을 평가하였기 때문에 작업환경측정 결과 노출수준(1~4등급) × 노출기준(1~4등급)로 평가하

였다[12][13].

노출수준(Probability) 등급결정은 <Table 2>와 같으며, 화학물질 노출기준에 따른 유해성 등급결정은 <Table 3>과 같다.

Table 5. Classification of special management materials (CMR) out of the chemicals used in the analysis centers of organizations for measuring the working environment - Carcinogenic substances

Division	Chemical name*											Total
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	
1A	0	3	1	0	0	0	3	0	1	0	3	11
1B	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
2	3	0	0	1	1	2	0	0	0	1	0	8
Total	3	3	1	1	1	2	3	1	1	1	3	20

* Chemical name: A: Lead, B: Nickel, C: Benzene, D: Cyclohexanone, E: Ethyl benzene, F: Titanium dioxide, G: Cadmium, H: Trichloroethylene, I: Formaldehyde, J: Hexone, K: Sulfuric acid

Table 6. Classification of special management materials (CMR) out of the chemicals used in the analysis centers of organizations for measuring the working environment - Mutagenic substances

Division	Chemical name						Total
	1-Bromopropane	2-Bromopropane	Lead	Dimethylformamide	Cadmium	Toluene	
1A	0	1	3	0	0	0	4
1B	1	0	0	2	0	0	3
2	0	0	0	0	3	5	8
Total	1	1	3	2	3	5	15

2.4 위험성 수준별 관리 기준

위험성 수준관리 기준은 위험성 계산 결과를 바탕으로 4단계로 구분된다. 위험성 계산결과 1, 2는 경미한 수준으로 근로자에게 유해성 정보 및 주기적 안전보건교육의 제공하고 현 상태로 계속 작업이 가능한 상태이며, 위험성 계산결과 3, 4는 상당한 위험 수준으로 현재 설치되어 있는 환기장치의 효율성 검토 및 성능 개선 실시가 필요하다. 위험성 계산결과 6, 8, 9는 중대한 위험 수준으로 현행법 상 작업환경개선을 위한 조치기준에 대한 평가 실시하여야 하며, 위험성 계산결과 12, 16은 허용불가 위험으로 즉각적으로 종합적인 작업환경관리 수준 평가 실시(전문가 상담)되어야 한다[12][13]. 위험성 계산결과 3, 4와 6, 8, 9는 현재는 위험이 없으면 작업을 계속하지만 위험감소활동을 실시하여야 한다.

혼합물질을 구성하고 있는 단일물질이나 혼합물질에서 노출되는 유해인자에 대한 위험성 계산 결과 가장 높은 값을 혼합물질의 위험성으로 결정한다.

3. 결과

3.1 작업환경측정기관 분석실의 화학물질 노출 실태

작업환경측정기관 분석실 6곳에 대하여 CHARM (Chemical Hazard Risk Management)을 이용한 화학물질 노출 위험성 평가에 대한 분석 결과 <Table 4>와 같

이 화학물질 노출 위험성 물질은 총 29개 물질이 선정되었으며, Toluene(5개 기관), Sulfuric acid, Xylene, Cadmium, Methyl alcohol, Nickel, Lead(3개 기관)의 물질들이 노출 위험성이 높은 물질로 기관에서 평가한 것으로 나타났다. 29개 물질의 성상은 액체 19개 물질, 고체 10개 물질로 파악되었다.

3.2 작업환경측정기관 분석실 사용 화학물질의 특별관리물질 분류

3.2.1 화학물질 중 발암성(Carcinogenic) 물질에 해당하는 특별관리물질

작업환경측정기관 분석실에서 사용하는 화학물질 중 발암성 물질에 해당하는 특별관리물질은 <Table 5>와 같이 Lead, Nickel, Benzene, Cyclohexanone, Ethyl benzene, Titanium dioxide, Cadmium, Trichloroethylene, Formaldehyde, Hexone, Sulfuric acid의 11개 물질이 해당하는 것으로 나타났다. 발암성 1A는 Nickel, Benzene, Cadmium, Formaldehyde, Sulfuric acid, 1B는 Trichloroethylene, 2는Lead, Cyclohexanone, Ethyl benzene, Titanium dioxide, Hexone으로 나타났다.

3.2.2 화학물질 중 생식세포 변이원성(Mutagenic)에 해당하는 특별관리물질

작업환경측정기관 분석실에서 사용하는 화학물질 중 생식세포 변이원성에 해당하는 특별관리물질은 <Table 6>과 같이1-Bromopropane, 2-Bromopropane, Lead,

Table 7. Classification of special management materials (CMR) out of the chemicals used in the analysis centers of organizations for measuring the working environment - Reproductive toxicants

Division	Chemical name				Total
	Benzene	Cadmium	Trichloroethylene	Phenol	
1B	1	0	0	0	1
2	0	3	1	1	5
Total	1	3	1	1	6

Table 8. Present status of the level of exposure to chemicals in organizations for measuring the working environment

Chemical exposure level	Institution name						Total
	A	B	C	D	E	F	
1	8(88.9)	14(100.0)	14(100.0)	2(100.0)	12(100.0)	4(80.0)	54(96.4)
2	1(11.1)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	1(20.0)	2(3.6)
Total	9(100.0)	14(100.0)	14(100.0)	2(100.0)	12(100.0)	5(100.0)	56(100.0)

Table 9. Harmfulness (Gravity) assessment of chemicals in organizations for measuring the working environment - Solid (mg/m3)

Chemical hazard	Chemical hazard(Gravity) - solid						Total
	A	B	C	D	E	F	
1	0(0)	2(20.0)	2(20.0)	-	0(0)	0(0)	4(14.3)
2	0(0)	2(20.0)	2(20.0)	-	0(0)	0(0)	4(14.3)
3	0(0)	2(20.0)	2(20.0)	-	0(0)	0(0)	4(14.3)
4	1(100.0)	4(40.0)	4(40.0)	-	6(100.0)	1(100.0)	16(57.1)
Total	1(100.0)	10(100.0)	10(100.0)	-	6(100.0)	1(100.0)	28(100.0)

Table 10. Harmfulness (Gravity) assessment of chemicals in organizations for measuring the working environment - Vapor (ppm)

Chemical hazard	Chemical hazard(Gravity) - vapor						Total
	A	B	C	D	E	F	
1	1(14.3)	2(50.0)	2(50.0)	0(0)	1(16.7)	1(25.0)	7(25.9)
2	0(0)	0(0)	0(0)	1(50.0)	1(16.7)	0(0)	2(7.4)
3	2(28.6)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	2(50.0)	4(14.8)
4	4(57.1)	2(50.0)	2(50.0)	1(50.0)	4(66.7)	1(25.0)	14(51.9)
Total	7(100.0)	4(100.0)	4(100.0)	2(100.0)	6(100.0)	4(100.0)	27(100.0)

Dimethylformamide, Cadmium, Toluene의 6개 물질이 해당하는 것으로 나타났다. 생식세포 변이원성 1A는 2-Bromopropane, Lead, 1B는 Dimethylformamide, 1-Bromopropane, 2는 Cadmium과 Toluene으로 나타났다.

3.2.3 화학물질 중 생식독성물질(Repro-toxic)에 해당하는 특별관리물질

작업환경측정기관 분석실에서 사용하는 화학물질 중 생식독성물질에 해당하는 특별관리물질은 <Table 7>과 같이 Benzene, Cadmium, Trichloroethylene, Phenol의 4개 물질이 해당하는 것으로 나타났다. 생식독성물질 1B는 Benzene, 2는 Cadmium, Trichloroethylene, Phenol로 나타났다.

3.3 작업환경측정기관 분석실 사용 화학물질의 위험성 노출 수준 평가

3.3.1 화학물질의 노출수준 등급 평가

작업환경측정기관 분석실에서 사용하고 있는 화학물질에 대하여 작업환경측정 결과에 의한 노출수준 등급 분류 실태는 <Table 8>과 같이 1등급은 전체 96.4%로 나타났고, 2등급은 3.6%로 나타났으며, 3등급과 4등급은 나타나지 않았다.

3.3.2 화학물질의 유해성(중대성) 평가

작업환경측정기관 분석실에서 사용하고 있는 화학물질의 유해성 평가 결과 분진형태의 고체 물질은 <Table 9>와 같이 1등급 14.3%, 2등급 14.3%, 3등급 14.3%, 4등급 57.1%로 나타났으며, 액체 물질의 경우 <Table

Table 11. Determination of risk estimation of the chemicals used in the analysis centers of organizations for measuring the working environment

Risk calculation result		Institution name						Total
Risk	Risk level	A	B	C	D	E	F	
1, 2	Slight risk	1(11.1)	6(42.9)	6(42.9)	1(50.0)	2(16.7)	1(20.0)	17(30.4)
3, 4	Substantial risk	7(77.8)	8(57.1)	8(57.1)	1(50.0)	10(83.3)	3(60.0)	37(66.1)
6, 8, 9	Significant risk	1(11.1)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	1(20.0)	2(3.6)
Total		9(100.0)	14(100.0)	14(100.0)	2(100.0)	12(100.0)	5(100.0)	56(100.0)

Table 12. Materials with estimated risks of the chemicals used in the analysis centers of organizations for measuring the working environment

Chemical name	Risk			Total
	1, 2	3, 4	6, 8, 9	
1-Bromopropane	0	1	0	1
2-Bromopropane	0	1	0	1
Copper	0	2	0	2
Lead	0	3	0	3
n-Butyl alcohol	1	0	0	1
Nickel	0	3	0	3
Dimethylformamide	0	2	0	2
Manganese	2	0	0	2
Methyl alcohol	3	0	0	3
Benzene	0	1	0	1
Iron oxide	2	0	0	2
Cyclohexanone	0	1	0	1
Ethyl benzene	0	1	0	1
Hydrogen chloride	0	2	0	2
Silver	0	2	0	2
Titanium dioxide	0	2	0	2
Isopropyl alcohol	1	0	0	1
Carbon disulfide	1	0	0	1
Tin	2	0	0	2
Nitric acid	0	2	0	2
Cadmium	0	3	0	3
Chromium	2	0	0	2
Xylene	3	0	0	3
Toluene	0	5	0	5
Trichloroethylene	0	1	0	1
Phenol	0	1	0	1
Formaldehyde	0	2	0	2
Hexone	0	1	0	1
Sulfuric acid	0	1	2	3
Total	17	37	2	56

10>와 같이 1등급 25.9%, 2등급 7.4%, 3등급 14.8%, 4 등급 51.9%로 나타났다.

3.4 작업환경측정기관 분석실의 사용 화학물 질의 위험성평가

작업환경측정기관 분석실에서 사용하고 있는 화학물 질에 대하여 노출수준과 유해성의 곱에 의한 위험성 계 산 결과 <Table 11>과 같이 위험성 1, 2는 30.4%, 위험 성 3, 4는 66.1%, 위험성 6, 8, 9는 3.6%로 나타났으며,

위험성 12, 16은 나타나지 않았다.

각 사업장별 화학물질 위험성 평가 결과는 혼합물질 을 구성하고 있는 단일물질이나 혼합물질에서 노출되는 유해인자에 대한 위험성 계산에 의하여 가장 높은 값을 혼합물질의 위험성으로 결정한다. 따라서 A사업장과 F 사업장은 위험성 6, 8, 9의 중대한 위험, B사업장, C사업 장, D사업장, E사업장은 위험성 3, 4의 상당한 위험으로 나타났으며, 6개 사업장의 각 물질별 위험성 계산 결과 는 <Table 12>와 같다.

4. 결론

본 연구는 작업환경측정기관 분석실에서 많이 다루어지고 있는 유해화학물질을 CHARM(CHEMICAL HAZARD RISK MANAGEMENT)을 이용하여 평가하고 위험성을 추정하여 분석실 안전관리 방안의 기초 자료를 확보하고자 2016년 8월부터 9월까지 서울 및 경기지역의 작업환경측정기관 15개소 중 작업환경측정 결과를 중심으로 위험성평가를 실시한 6곳을 선정하여 평가하였으며, 다음과 같은 결론을 제시한다.

첫째, 작업환경측정기관 분석실에서 사용하는 화학물질 중 발암성 물질에 해당하는 특별관리물질은 11개로 발암성 1A는 Nickel, Benzene, Cadmium, Formaldehyde, Sulfuric acid, 1B는 Trichloroethylene, 2는 Lead, Cyclohexanone, Ethyl benzene, Titanium dioxide, Hexone으로 나타났으며, 생식세포 변이원성에 해당하는 특별관리물질은 6개로 1A는 2-Bromopropane, Lead, 1B는 Dimethylformamide, 1-Bromopropane, 2는 Cadmium과 Toluene, 생식독성물질에 해당하는 특별관리물질은 4개로 1B는 Benzene, 2는 Cadmium, Trichloroethylene, Phenol로 나타났다.

둘째, 작업환경측정기관 분석실에서 사용하고 있는 화학물질의 작업환경측정 결과에 의한 노출수준 등급은 1등급은 전체 96.4%로 가장 많았으며, 3등급과 4등급은 나타나지 않았다. 유해성 평가의 경우 분진형태의 고체 물질 4등급은 57.1%, 액체 물질 4등급 51.9%로 한번 노출에 매우 큰 독성을 가진 물질이 많은 것으로 파악되었다.

셋째, 작업환경측정기관 분석실에서 사용하고 있는 화학물질에 대하여 노출수준과 유해성의 곱에 의한 위험성 계산 결과 위험성 1, 2는 30.4%, 위험성 3, 4는 66.1%, 위험성 6, 8, 9는 3.6%로 나타났으며, 가장 높은 값에 대한 혼합물질의 위험성으로 결정에 의하여 2개 사업장이 위험성 6, 8, 9의 중대한 위험, 4개 사업장이 위험성 3, 4의 상당한 위험으로 나타났다.

본 연구에서는 우선순위 물질로 선정된 물질은 포함되지 않는 것으로 파악되었다. 이는 유해성을 기반으로 선정된 물질로 노출수준에 대한 부분이 반영되지 못한 결과로 본 연구를 통하여 노출수준과 유해성을 기반으로 작업환경측정기관 분석실에서 사용되는 화학물질에 대하여 위험성 선정 자료로 활용이 가능할 것으로 예상된다.

본 연구는 지금까지 시도된 바 없는 작업환경측정기관

분석실을 대상으로 CHARM(CHEMICAL HAZARD RISK MANAGEMENT)을 이용하여 위험성평가를 시도하였는데 그 의의가 있으며, 안전한 분석실 환경 구축을 위하여 작업환경측정기관과 분석실에 대한 사고 및 위험성 관리의 제도적 법적 관리의 기초 자료로 활용되기를 기대한다.

References

- [1] W. H. Yang, C. N. Kim, T. H. Kim, Y. M. Roh, S. H. Sim, J. I. Won, C. K. Lee, K. H. Chung, J. Y. Jeong, K. H. Cho, Y. G. Phee, S. S. Kim, "Factors Affecting the Degree of Occupational Satisfaction of Workers Engaged in Working Environment Measurements Company", *Journal of Korean Society of Occupational and Environmental Hygiene*, vol. 23, no. 2, pp. 114-122, June, 2013.
- [2] Ministry of Employment and Labor. Ministry of Employment and Labor Industrial Safety and Health [Internet]. Korea (Sejong): Ministry of Employment and Labor [cited 2010 Jun 4], Available From: <http://www.law.go.kr/lsInfoP.do?lsiSeq=180466&efYd=20161028#0000>, (accessed Dec., 17, 2016)
- [3] Ministry of Employment and Labor. Ministry of Employment and Labor Notice no. 2016-39 [Internet]. Korea (Sejong): Ministry of Employment and Labor [cited 2016 Aug 16], Available From: http://www.moel.go.kr/view.jsp?cate=3&sec=1&smenu=4&mode=view&bbs_cd=116&state=A&seq=1471308238013, (accessed Dec., 17, 2016)
- [4] K. M. Yoo, Y. M. Roh, J. G. Han, J. I. Won, "A Survey and Recommendation on Safety and Health for Occupational Health Laboratories", *Journal of Korean Society of Occupational and Environmental Hygiene*, vol. 10, no. 2, pp. 150-164, Nov. 2000.
- [5] Y. K. Kim, "A study on Actual Status of Safety Management of Occupational Hygiene Laboratories and Evaluation of Level of Recognition of Laboratory Workers", Korea University Master Dissertation, pp. 2-3, 2010.
- [6] H. J. Byun, J. I. Park, "A Review on Chemical Exposure and Related Health Risks in Laboratory Workers", *Korea Journal of Environmental Health*, vol. 36, no. 6, p. 442, Dec. 2010.
- [7] S. H. Eom, "A Study on Improvement of Safety Management for Chemical Laboratories Using Root Cause Analysis Map of Accidents", Seoul National University Doctorate Dissertation, pp. 1-2, 2011.
- [8] J. I. Kim, "A Study on the Quantitative Risk Assessment Technique about Frequency and Severity of Occurrences through Accident Analysis in Laboratories", Incheon University Doctorate Dissertation, p. 2, 2008.
- [9] J. S. Yoon, "A study for In-Laboratory Chemical Hazard Risk Assessment with CHARM, Dept. of Environmental Health Science", Korea University Master Dissertation, pp. 1-4, 2014.
- [10] J. I. Park, "Chemical exposure assessment of laboratory

workers. Occupational Safety & Health Research institute", *OSH Research Brief*, vol. 6, no. 5, pp. 14-19, October, 2012.

- [11] M. R. Ham, "Comparison of hazard grades evaluated by assessment methods in CHARM" Korea University Master Dissertation, p. 3, 2015.
- [12] Korea Occupational Safety & Health Agency. Korea Risk Assessment System [Internet]. Korea (Ulsan): Korea Occupational Safety & Health Agency [cited 2014], Available From: <http://kras.kosha.or.kr/main.do>, (accessed Dec., 17, 2016)
- [13] H. G. Baek, "Chemical Hazard Assessment Manual", Occupational Health Office Occupational Environment Team(InCheon), pp. 3-24, 2012.

박 현 아(Hyun-A Park)

[정회원]



- 2009년 2월 : 성공회대학교 시민사회복지대학원 (사회복지학석사)
- 2011년 4월 ~ 현재 : (주)사랑작업환경연구소 실장
- 2014년 9월 ~ 현재 : 인천대학교 대학원 기업재난안전관리학과 박사과정

<관심분야>

산업안전보건, 화학연구실안전

최 서 연(Seo-Yeon Choi)

[중신회원]



- 2002년 2월 : 고려대학교 대학원 보건협동과정(보건학석사)
- 2008년 8월 : 인하대학교 대학원 산업공학과(공학박사)
- 2014년 8월 : 인하대학교 대학원 의학과(의학박사)
- 2008년 8월 ~ 2016년 2월 : 한국RMS(주) 수석연구원
- 2016년 3월 ~ 현재 : 송원대학교 재활보건관리학과 교수

<관심분야>

산업안전보건, 인간공학

우 인 성(In-Sung Woo)

[정회원]



- 1982년 2월 : 명지대학교 대학원 (공학석사)
- 1987년 2월 : 명지대학교 대학원 (공학박사)
- 1991년 2월 ~ 현재 : 인천대학교 안전공학과 교수
- 2010년 1월 ~ 현재 : 중부권연구실안전지원센터장

<관심분야>

환경화공, 화학안전공학

이 동 호(Dong-Ho Ric)

[정회원]



- 1985년 2월 : 인하대학교 기계공학 석사
- 1991년 2월 : 동경농공대학 기계시스템공학 박사
- 1992년 2월 ~ 현재 : 인천대학교 안전공학과 교수

<관심분야>

기계시스템 및 소방분야