

근로자 노출평가제도 내 위험성평가 방법론의 적용

김승원^{1*} · 최상준² · 피영규³ · 김갑배⁴

¹계명대학교, ²대구가톨릭대학교, ³대구한의대학교, ⁴한국산업안전보건공단

The Adoption of Risk Assessment Methodology in Exposure Assessment

Seung Won Kim^{1*} · Sangjun Choi² · Young Gyu Phee³ · Kab Bae Kim⁴

¹Keimyung University, ²Catholic University of Daegu
³Daegu Haany University, ⁴Korean Occupational Safety and Health Agency

ABSTRACT

Objectives: Exposure Assessment for workplace hazards where the exposure level is below occupational exposure limits(OELs) has been performed without considering either the degrees of risk or exposure levels and has failed to lead to intervention in many cases. The objective of this study was to suggest and test an application framework for risk assessment methodology under the current exposure assessment system in Korea.

Materials: First, we investigated the exposure assessment systems in Korea and other countries. To adopt some risk assessment techniques, we also analyzed risk assessment systems and compared them to exposure assessment systems. A few suggestions were made. We held a public hearing during an industrial hygiene conference and took surveys using a questionnaire.

Results: The first suggestion was to implement the risk assessment and exposure assessment through a "one-stop" system. In that case, one expected question would be who has been doing the jobs so far. In most cases, industrial hygiene consulting services or laboratories have been performing exposure assessment for business owners. Business owners are required to perform risk assessment. As two different groups of people will be required to implement two things in a one-stop system, they need to share information. As an information vehicle to share information, commonly filed survey checklists were suggested. The second suggestion was to categorize exposure level into four groups instead of the current binary divisions based on OELs. In the risk assessment system, exposure level is divided into four groups utilizing the cut-points of 10%, 50%, and 100% of OELs. The same schema can be adopted in the exposure assessment system and different levels of requirements can be assigned for each group. The third suggestion was regarding the regulation system. To provide the suggestions some thrust toward being implemented in the field, changes should be made in the legal system. Two different types of new exposure assessment result reporting forms were suggested. Some investigations such as an ergonomic survey are officially accepted as risk assessment under the current legal system. A few items were suggested to be included in the exposure assessment result reporting to be accepted as risk assessment. A pilot study in two small factories was performed and pointed out the strengths and weakness of our suggestions.

Conclusions: Discussions and studies on the improvement of the exposure assessment system have been held for decades and no tangible changes have yet been made. We hope this result can help realize healthy lives for workers in Korea.

Key words: exposure assessment, exposure level, one-stop system, risk assessment

I. 서 론

우리나라의 작업환경측정은 1959년 석탄공사사보 2호에 발표된 ‘탄광직업병에 관한 조사보고’와 1959

년 발표된 ‘모탄광 광부들의 직업성 난청’ 이 시초라고 할 수 있다(Lee, 1999). 산업안전보건법(이하 산업법)이 제정되기 전인 1970년대에는 대한산업보건협회, 가톨릭의대, 고려대의대, 연세대의대 등 특수건

*Corresponding author: Seung Won Kim, Tel: 053-580-5197, Email: swkim@kmu.ac.kr
Department of Public Health, Keimyung University, 1095 Dalgubeol-Daero, Dalseo-Gu, Daegu 42601
Received: December 8, 2015, Revised: December 21, 2015, Accepted: December 21, 2015

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.

강진단기관이 중심이 되어 실시하였으며, 1981년 산업안전보건법이 제정되면서 산안법 제4장 ‘근로자 보건관리’ 편에 제31조(작업환경 등의 측정)로서 법적 근거를 마련하게 된다(MoGL, 1981). 이후 1982년 시행규칙을 제정하면서 측정대상(분진, 소음, 유기용제, 특화물, 연, 산소결핍 등 6개 관련 작업장)과 측정자의 자격(보건진단기관 및 산업보건담당자)을 규정하였고 1983년 작업환경측정 실시규정(노동부고시 제1호)이 시행됨으로써 실질적인 틀을 갖추게 된다. 그러나 이 당시에는 장비 및 전문기술 인력 등이 부족하였고 사업장의 작업환경 측정에 대한 관심이 매우 저조하여 실질적인 측정은 활성화되지 못했다고 할 수 있다.

1980년대 초 산안법에 의해 작업환경측정제도의 법적 근거가 마련된 이후 현재까지 수차례의 법 개정과 제도개선의 노력이 있어 왔다(Lee et al., 1988; Park, 1994; Oh & Park, 1997; Jeong & Park., 2004; Byeon & Kim, 2007; Kim & Jang, 2007). 그러나 1987년 월진 레이온 근로자들의 이황화탄소 중독사건(Lee et al., 1996)을 비롯해, 1995년 LG전자부품(주) 2-브로모프로판(2-bromopropane) 집단 중독 사건(Park et al., 1997), 그리고 2005년에는 태국인 이주 여성 근로자들에게 노말 헥산(n-hexane) 집단 중독으로 인한 다발성말초신경장애가 나타나(Kang, 2005) 현재의 작업환경 관리 제도에 문제가 있음이 들어났다. 이 사건 이후 노동부에서는 작업환경측정제도 혁신위원회를 구성하여 수차례의 회의를 개최하고 공청회를 거쳐 ‘작업환경 평가의 법적 목적 재정립’, ‘작업환경 관리방법의 개선’, ‘위해도 평가를 통한 자율관리 기초 확립’, ‘작업환경측정결과 보고제도의 개선’, ‘노출기준 및 산업보건 인프라의 정비’, ‘근로자의 작업환경관리 참여 및 알권리 강화’, ‘측정기관 지원 및 산업위생 전문가 자질향상 지원’을 골자로 하는 작업환경측정 제도 혁신안을 마련한 바 있으며, 이후 노동부에서는 각 사안에 대한 법령 등의 제도 개선을 추진한 바 있다.

이런 맥락의 연장선에 있는 현행 작업환경측정 제도 하에서는 노출기준 초과 사업장만 작업환경개선 의무를 부여하고 있고 대다수 노출기준 미만 사업장(97%)은 화학물질의 위험성이나 노출수준을 고려하지 않은 채 반복적인 측정만 실시하여 작업환경측정

결과가 작업환경개선에 활용되지 못하는 실정이다. 현재 한국에서는 작업환경측정결과를 노출기준과 비교하여 초과와 미초과만 이분법적으로 구분하고 근소한 차이로 노출기준보다 작더라도 별도의 조치가 취해지지 않고 있다.

이에 본 연구에서는 작업환경측정 결과를 최대한 활용하여 작업환경개선으로 이어지게 함으로써 근로자의 건강관리 및 증진에 이바지하는 것을 최종 목표로 삼아 아래와 같은 구체적인 목표를 설정하여 연구를 진행하고자 하였다.

첫째, 작업환경측정 결과의 해석에 있어 노출기준의 초과여부에 따라 이분법적으로 구분되는 현재의 작업환경개선 의견(법적으로 요구되는 조치에 대한 고지)이 아니라 노출기준을 초과하지 않더라도 위험성평가 기법을 통해 추가적인 조치를 추천할 수 있는 제도를 개발하고자 하였다.

둘째, 위험성평가제도 상에서 작업환경측정 결과를 활용하여 노출수준을 평가하는 등 두 제도가 공유하는 부분이 많기 때문에 두 제도를 유기적으로 결합하여 작업환경개선과 자원을 효율적으로 활용할 수 있는 제도적 장치를 개발하고자 하였다.

II. 연구 내용 및 방법

1. 연구내용

작업환경측정제도에 위험성평가 기법을 적용하고 두 제도를 동시에 수행하기 위하여 두 제도의 절차 및 내용을 분석하였다. 또한 두 제도의 차이점을 분석하여 수행 시 부각될 수 있는 문제점들과 이에 대한 대응방안을 제시하는데 활용하였다.

외국 사례를 참고하기 위하여 일부 국가의 작업환경측정제도와 위험성평가제도의 법령과 체계를 조사하였다. 특히, 우리나라 작업환경측정제도 및 위험성평가제도와 많은 면에서 유사한 일본의 두 제도를 법령 및 정부문서를 조사하여 일본에서는 두 제도가 어떻게 유기적으로 작동하여 작업환경개선으로 이어지고 있는지 살펴보았다.

2. 개선안 개발 및 평가

두 제도의 one-stop 수행을 위해서 두 제도의 관계 설정에 관한 프레임워크를 제시한 후에 절차적인 결함

서를 결정하였다. 법령상 두 제도가 서로 인정받기 위하여 필요한 조건들에 대하여 유럽의 위험성평가 제도를 참조하여 조사하였다. 결합된 두 제도가 현실에서 작동할 수 있는 장치로써 노출기준을 초과하지 않더라도 작업환경측정결과를 위험성평가에서 사용되는 노출범주에 할당하여 다단계 관리를 받도록 할 때 각 단계에서 필요한 차등관리수준에 대하여 제시하였다.

개선안들에 대한 의견을 듣고자 2014년 7월 15일 한국산업위생학회 중 라운드테이블 개설 후 총 6개 문항으로 구성된 설문지를 배포하여 분석하였다.

Ⅲ. 연구결과 및 고찰

1. 우리나라 및 외국의 작업환경측정제도 및 위험성평가제도에 대한 분석

1) 우리나라 작업환경측정제도 분석

(1) 측정목적

작업환경측정의 목적은 산안법의 취지에서도 나타나듯이 작업환경의 실태를 파악하고 개선 조치를 통해 궁극적으로 근로자의 건강을 보호하기 위함이다. 즉 작업환경 측정은 그 자체가 중요한 것이 아니라 궁극적으로 환경 개선을 통해 근로자 건강을 보호하는데 활용되는 수단일 뿐인 것이다. 그러나 현재 산안법에서 작업환경에 대한 개선 조치의 근거는 측정 결과이며, 측정 결과 노출기준 미만일 경우 아무런 조치를 취하지 않아도 되기 때문에 사업주의 경우 측정 자체를 실시하는 것만으로 목적을 다한 것으로 사고하는 경향이 있다. 따라서 미국의 action level과 같이 노출기준과 별도로 작업환경을 관리할 수 있는 보다 엄격한 행동기준의 도입이 필요하며, 무엇보다도 사업주는 산안법 제24조인 '보건상의 조치'에 대한 일반적 규정에 근거하여 측정결과 노출기준 미만 이더라도 작업자의 건강보호를 위해 가능한 조치를 최대한 취할 수 있도록 노력해야 한다.

(2) 주체

작업환경측정이 근로자 건강보호를 위한 수단으로 사고한다면 측정의 수행 주체는 사업주와 근로자가 되어야 한다. 물론 현행 산안법에서도 작업환경측정의 주체는 사업주라고 명시되어 있으나, 실질적으로

는 지정 측정기관에 위탁하여 실시하도록 하고 있다. 이는 산안법에서 작업환경측정의 정의를 '시료의 채취 및 그 분석·평가'라고 명시하고 있어 작업환경측정은 무조건 무엇인가 시료를 채취하고 분석해야 하는 것으로 사고되는 경향이 있으며 이러한 측정과 분석은 전문가만이 실시할 수 있다고 생각하기 때문이다. 그러나 작업환경의 실태를 파악하는 데는 꼭 전문가의 도움을 통한 측정과 분석만으로 가능한 것은 아니다. 실제로 작업환경에 대해 가장 잘 이해할 수 있는 사람은 그 공정에서 일하고 있는 작업자와 운영의 주체인 사업주이기 때문이다. 따라서 작업환경측정을 단순히 기기를 이용한 '측정'으로 사고하지 말고 폭넓은 작업환경 '평가'라고 생각해야 하며, 전문가의 자문을 받을 수는 있으나 실질적인 계획의 수립과 수행은 사업주와 근로자가 함께 해야 한다. 이런 의미에서 측정의 계획 수립단계부터 근로자의 참여를 보장하는 것이 매우 중요하다.

(3) 대상

현행 측정의 대상은 '191종의 유해인자에 노출되는 근로자가 있는 작업장'인데 여기에서 중요한 것은 191종이 아니라 유해인자에 노출되는 근로자의 존재여부이다. 흔히 사업장에서는 191종 이외는 작업환경측정을 실시하지 않아도 되는 것으로 판단하는데 191종 이외의 물질을 취급하는 경우에도 그 유해성이 있다고 알려져 있고 노출 가능성이 있다면 측정을 실시해야 할 것이다. 이는 산안법 제24조인 '보건상의 조치'에 근거할 수 있다.

(4) 방법

작업환경측정의 일반적 방법은 현행법에서도 예비조사 - 본 조사 - 결과 보고 - 설명회 등의 순서로 명시하고 있다. 그러나 이는 유해인자를 정량적으로 측정·분석하는데 중점을 둔 방법이며, 사업주나 근로자가 수행하기 보다는 지정 측정기관이 수행하도록 하는 방법이라고 할 수 있다. 따라서 측정 자체보다는 작업환경을 평가하고 관리하는데 중점을 둔 사업주나 근로자에 대한 정성적 평가 지침 등이 보완될 필요가 있으며, 여기에는 유럽의 위험성 평가(risk assessment) 방법론이나 국제노동기구(International Labour Organization, ILO)의 국제 화학물질 관리 방

법론(ILO, 2008) 등을 참고하여 개발할 필요가 있다.

(5) 근로자의 참여권

현재의 제도에서는 근로자 대표가 존재해야 참여가 가능한 구조인데 노동조합 조직률이 10%에 불과한 국내의 여건을 고려할 때 측정의 계획 수립 단계부터 최종 설명회까지 반드시 근로자의 참여를 의무화 하도록 해야 하며, 유럽의 안전보건대표와 같은 제도의 활용 가능성을 검토해야 한다.

2) 외국의 작업환경측정제도

일본의 경우 작업환경측정제도는 1972년 제정된 노동안전위생법과 1975년 제정된 작업환경측정법을 근간으로 한다. 작업환경측정법은 작업환경측정사의 자격과 작업환경측정기관 등에 대해 필요한 사항을 규정하고 있기 때문에 우리나라 산업안전보건법과 유사한 내용은 주로 노동안전위생법에 포함되어 있다. 구체적인 내용에 있어서 우리나라와의 차이는 작업환경측정 대상 작업장별로 측정항목 및 측정주기, 기록보존연도가 달라진다는 점 등을 들 수 있다. 작업환경평가 후 제1관리구분, 제2관리구분, 제3관리구분으로 판정하여 각 관리구분별로 강구해야 할 조치 수준이 현행관리의 지속적인 유지노력부터 작업환경 개선까지 정해져 있다.

미국 연방규정집(code of federal regulations)에서 기술하고 있는 작업환경측정 방법은 우리나라나 일본과 같은 주기 없이 물질별로 관리하는 특징을 가진다. 미국 연방규정집 중 작업환경에 대한 규정은 29 CFR 1910에 기술되어 있다. 별도의 항목으로 분리되어 특별관리 되고 있는 물질은 28종이며 측정의 무가 부과된 물질은 11종이다.

미국에서 action level(AL)은 산업보건분야에서만 한정되어 사용되는 용어가 아닌 다소 일반적인 용어이다. 정부가 다양한 수준의 규제(actions)를 실행시켜야 하는 관리기준이며, 그런 의미에서 때로 action limit 또는 tolerance와 혼용하기도 한다. 미국 식품의약품안전청(Food and Drug Administration, FDA)에서 정하는 AL은 독이 함유되어 있거나 기타 해로운 물질(poisonous or deleterious substances)에 대하여 설정된다. 특히, permissible level과 action level을 불가피성(unavoidability)에 따라 구분하여 사용하는데, 불가

피하게 함유되는 규제물질에 대하여 action level을 사용하고 식품의 생산자가 규제물질에 대한 조절이 가능한 경우 permissible level을 적용한다. 미국 환경청(Environmental Protection Agency, EPA)과 농림부(US Department of Agriculture, USDA)에서는 농약의 규제수준에 대하여 AL이라는 용어를 사용한다. 이 경우에 tolerance라는 용어는 식품의약품안전청에서 사용하는 permissible level의 의미로 사용되어 사용의도성(이전에 살포한 것이 잔류하는 것인지, 새로 살포한 것인지의 여부)이 AL과 tolerance를 가르는 기준이 된다(EPA, 2009). 미국 OSHA에서 사용하는 action level은 Permissible Exposure Limit(PEL)보다 낮은 수준의 규제(action)를 촉발시키는 기준의 의미로 사용되고 있지만 29 CFR 1910에서 AL에 대한 정의를 내리고 있지는 않다. AL은 대체로 PEL의 절반 수준에서 설정되지만 항상 그런 것은 아니다.

3) 외국의 위험성평가제도

일본의 위험성평가제도는 2006년 노동안전위생법 제28조의2 “건설물, 설비, 원재료, 가스, 증기, 분진 등에 의한, 또는 작업행동 그 외 업무에 기인하는 위험성 또는 유해성 등을 조사해 그 결과에 근거하고 이 법률 또는 이것에 근거하는 명령의 규정에 의한 조치를 강구하는 것 외에 노동자의 위험 또는 건강장해를 방지하기 위해 필요한 조치를 강구하도록 노력하지 않으면 안 된다.”의 신설과 더불어 본격적으로 시작되었다. 이 법을 시행하기 위하여 일본에서는 법 시행 시기에 맞추어 ‘위험성 또는 유해성 등의 조사 등에 관한 지침’을 공시하였는데 이 지침이 일본 위험성평가 실무의 근간을 이루고 있다. 우리나라의 경우 일본의 위험성평가제도보다 몇 년 늦게 시작되었으며 많은 부분에서 일본과 유사한 위험성평가제도를 가지고 있다.

유럽의 위험성평가 제도는 유럽연합의 지침(EU Directive)형태로 규정되며 회원국들을 상대로 공포되었다. 각 회원국은 지침에서 수립한 목표를 토대로 적당한 방법에 따라 자율적으로 조항을 적용하고 조정을 할 수 있도록 하고 있다. 기본지침(Frame Directive) 89/391/EEC은 유럽의 산업안전보건 정책과 법제의 틀을 제시하기 위해 제작된 것으로 업종별, 공정별로 작업조건 및 작업환경 특성에 따른 산

업안전보건법과 제도를 제정하는 틀을 제공하기 위해 개발 되었다(EU, 1989). 특히 제6조 2항에서는 수단이나 방법을 실행할 때 지켜야할 예방원칙에 대해 규정하였는데 그 원칙이 바로 위험성평가이다(Park, 2004).

4) 화학물질 위험성평가제도와 작업환경측정제도의 차이점 분석

작업환경측정과 위험성평가의 법적 설치·주체·대상을 비교하면 Table 1과 같다. 작업환경측정은 현재 산안법 제5장 근로자의 보건관리 제42조에 근거하여 ‘사업주는 유해인자로부터 근로자의 건강을 보호하고 쾌적한 작업환경을 조성하기 위하여 인체에 해로운 작업을 하는 작업장으로서 고용노동부령으로 정하는 작업장에 대하여 고용노동부령으로 정하는 자격을 가진 자로 하여금 작업환경측정을 하도록 한 후 그 결과를 기록·보존 하고 고용노동부령으로 정하는 바에 따라 고용노동부장관에게 보고하여야 한다.’라고 규정되어 있다. 작업환경측정의 주체와 대상 유해인자는 산안법 ‘제4장 유해·위험 예방조치 제41조의2’와 ‘고용노동부 고시 『사업장 위험성평가에 관한 지침』’에서 근거하고 있는 위험성평가와 유사한 틀을 가지고 있다. 산안법에서 위험성평가의 정의는 ‘사업주는 건설물, 기계·기구, 설비, 원재료, 가스, 증기, 분진 등에 의하거나 작업행동, 그 밖에 업무에 기인하는 유해·위험요인을 찾아내어 위험성을 결정하고, 그 결과에 따라 이 법과 이 법에 따른

명령에 의한 조치를 하여야 하며, 근로자의 위험 또는 건강장해를 방지하기 위하여 필요한 경우에는 추가적인 조치를 하여야 한다.’라고 규정되어 있다.

작업환경측정과 위험성평가의 법적 근거만을 비교해 볼 때 작업환경측정과 위험성평가 모두 유해인자로부터 근로자의 건강을 보호하기 위한 다는 것은 동일하지만 작업환경측정은 사업주는 고용노동부령으로 정하는 자격을 가진 자로 하여금 측정대상 유해인자(191종)만을 측정하여 노출기준과 비교하고, 분석 및 평가 하는 것이다. 즉, 측정결과를 가지고 사업장 근로자들의 보건관리에 활용하는 사후적 규제로서의 의미를 갖는다고 할 수 있다.

위험성평가는 Table 1에서 보듯이 사업주가 유해·위험 요인을 찾아내어 위험성을 결정하고, 그 결과에 따라 조치를 하여야 하며, 근로자의 위험 또는 건강장해를 방지하기 위함이다. 즉, 유해·위험 요인을 찾아내어 위험성을 예방하는 사전적 규제로서의 의미를 갖는다고 할 수 있다.

조사대상에 있어서 작업환경측정대상은 191종에 노출 근로자가 존재하는 작업장인 반면, 위험성평가는 ‘과거에 산업재해가 발생한 작업, 위험한 일이 발생한 작업 등 근로자의 근로에 관계되는 유해·위험 요인에 의한 부상 또는 질병의 발생이 합리적으로 예견 가능한 것’으로 대상을 정하고 있다. 따라서 범위에 있어서 위험성평가의 대상이 작업환경측정 대상을 포함하고 있다고 볼 수 있다.

제도의 실행에 있어 작업환경측정제도는 노출기준

Table 1. Comparison of exposure assessment system and risk assessment system in Korea

Item	Exposure assessment system	Risk assessment system
Regulation	<ul style="list-style-type: none"> Occupational Safety and Health Act, Chapter 5 Worker Health Management, Article 42 Ministry of Employment and Labor (MOEL) Directive on Workplace Exposure Assessment and the Evaluation of Approved Exposure Assessment Service Provider 	<ul style="list-style-type: none"> Occupational Safety and Health Act, Chapter 4 Hazard and Risk Management, Article 41-2 MOEL Directive on Guidelines for Workplace Risk Assessment
Purpose	<ul style="list-style-type: none"> Protecting workers from occupational hazards and promoting comfortable working environments (Occupational Safety and Health Act, Article 42) 	<ul style="list-style-type: none"> Preventing workers from injuries or illness by identifying, evaluating, and controlling risks originating from construct, device & machine, equipment, raw material, gas, vapor, and dust (Occupational Safety and Health Act, Article 41-2)
Duty	<ul style="list-style-type: none"> Nominal duty holder: business owner Practical duty holder: MOEL-approved Exposure Assessment Services Providers(Occupational Safety and Health Act, Article 42) 	<ul style="list-style-type: none"> Duty holder: business owner(Occupational Safety and Health Act, Article 41-2)
Target	<ul style="list-style-type: none"> Workplaces holding 191 listed hazards (189 chemical hazards, 2 physical hazards) (Occupational Safety and Health Enforcement Rule, Article 93) 	<ul style="list-style-type: none"> Anything that already, nearly, or possibly caused/causes occupational accidents(MOEL Directive on Guidelines for Workplace Risk Assessment, Article 7)

초과의 경우 개선계획을 제출하고 실행이 중지된다. 위험성평가제도에서는 결정된 위험성이 수용가능하지 않은 경우 수용 가능한 수준으로 떨어질 때까지 유해위험요인 파악과 개선의 과정을 반복하도록 설계되어 있다.

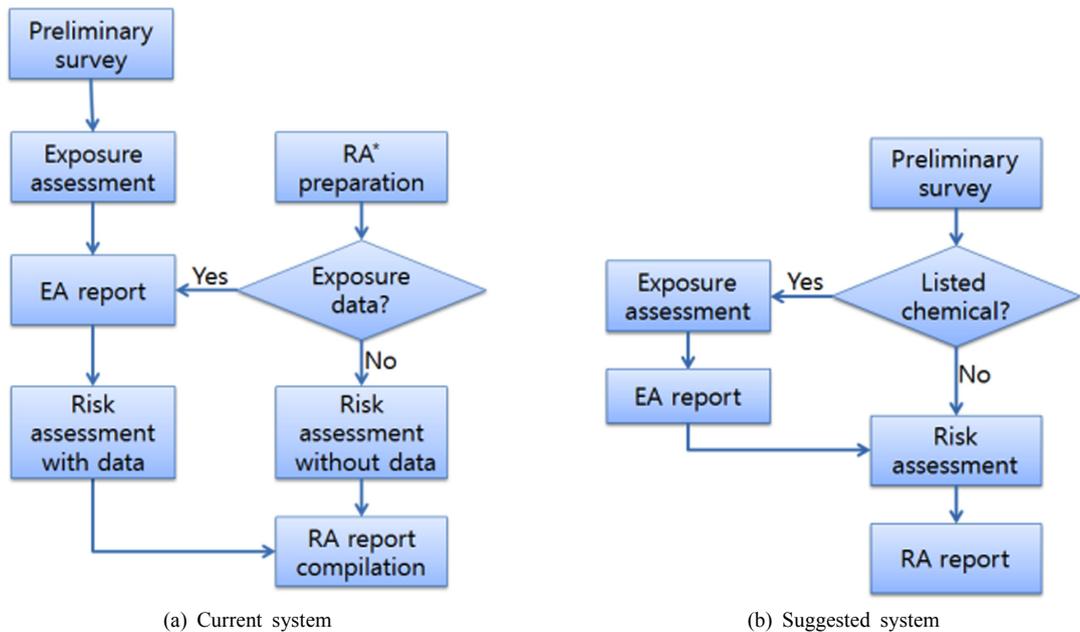
2. 위험성평가 기법을 접목한 작업환경측정 평가방법의 개선안

1) 위험성평가와 작업환경측정의 일괄 수행

두 제도 모두 근로자가 일터에서 직업병 예방을 위한 조치로 대상으로 하는 상해를 입힐 수 있는 유해위험요소가 겹치게 되고 이들을 이중으로 평가하게 되는 인력과 자원의 낭비를 가져올 수 있다. 이를 방지하기 위하여 두 제도에서 중복되는 부분을 최소화하고 근로자의 건강보호라는 한 목표를 위해서 두 제도를 종합적으로 실행하는 경우 제도의 목표 성취와 자원절약에 도움이 될 수 있다. 두 제도를 유기적으로 연결하여 실행하기 위해서는 두 제도 간의 관계설정이 필요하다. 위험성평가제도는 노출기준설정여부와 상관없이 근로자에게 위해를 가할 수 있는 모든 요소에 대하여 평가하기 때문에 노출기준이 설

정되고 작업환경측정이 법적으로 요구되는 물질에 대한 관리보다는 더 광의임을 알 수 있다. 앞서 유럽의 위험성평가제도에서 보듯이 위험성평가 수행 후에 위험성이 크다고 판단되어 노출관리를 위해 노출평가가 필요한 경우 작업환경측정을 수행하도록 하는 것이 이상적이다. 유럽연합의 REACH제도에서는 위험성평가를 Tier 1, 노출평가를 Tier 2로 구분한다. Tier 2 노출평가는 측정이 필요 없는 Tier 1 평가를 거쳐서 노출평가에 대한 필요성이 제기된 경우에 실시하는 것이 경제적이다.

우선 두 제도상에서 내용상 겹치는 부분을 선별하여 이 단계를 단일 시행 후 결과를 각 제도에서 공유하는 것으로 하는 것이 경제적이다. 그리고 단계 수행의 전후관계 설정이 시간과 정보의 흐름에 맞도록 배치되어야 한다. 앞서 설정한 대전제, 즉 위험성평가가 작업환경측정을 포함한다는 기본틀 안에서 두 제도의 일괄(one-stop) 수행을 계획하면 다음과 같이 계획할 수 있다. 작업환경측정제도의 단계는 산업안전보건법 제5장 근로자의 보건관리에 근거하나 명백한 단계로 고시되어 있지 않아 이를 토대로 단계를 나누자면 1.예비 조사 및 측정계획서 작성 → 2.작업



*Risk assessment

Figure 1. Combination of exposure assessment system and risk assessment system

환경측정 → 3.작업환경측정평가 → 4.평가에 따른 개선조치(권고사항) → 5.작업환경측정결과보고 → 6. 기록 및 보존으로 나눌 수 있다. 위험성평가의 단계는 고용노동부 고시 「사업장 위험성평가에 관한 지침」에 따라 1.사전준비 → 2.유해·위험요인 파악 → 3.위험성 추정 → 4.위험성 결정 → 5.감소 대책 수립 및 실행 → 6.기록 및 보존으로 명시되어 있다.

일괄 수행에 있어서 예비조사 후 첫 단계는 조사된 화학물질을 노출기준 존재여부에 따라 나누는 것이 될 것이며 이를 그림으로 표현하는 Figure 1과 같다.

두 제도의 일괄 수행을 계획하되 앞 절에서 지적한 두 제도의 차이점을 고려해야 한다. 가장 큰 문제는 두 제도의 실행주체가 다를 수 있다는 데 있다. 작업환경측정은 대행업체들이 주로 수행해온 반면, 위험성평가는 사업주가 사업체 내에서 팀을 구성해서 수행하는 것을 권장하고 있고 그런 목적으로 만들고 다듬어진 제도이다. 따라서 서로 다른 실행주체 간에 정보공유가 필요하며, 이 정보를 전달할 방법(vehicle)으로 공통예비조사표를 본 연구에서는 제안한다.

공통예비조사표에 포함되어야 하는 필요한 최소한의 정보들은 고용노동부나 한국산업안전보건공단에서 정하되 그 외의 필요한 정보에 대해서 위험성평가의 주체가 추가해서 목록을 만들고, 작업환경측정주체가 예비 조사시 이 목록을 확인/점검하여 양식을 채운 후 복사본을 다시 위험성평가의 주체에게 전달함으로써 두 주체는 같은 정보를 공유할 수 있게 된다. 예비조사를 강화하고 환기 등의 작업환경관리 수준을 파악하는 것은 이전부터 다양한 작업환경측정제도 개선안에서 제기된 내용들이다. 작업환경측정과 위험성평가의 단계 중 한 번의 실시로 두 가지의

조사를 수행할 수 있다고 판단되는 단계1을 공통예비조사표로 만들어 Table 2로 나타내었다.

주체가 서로 다른 작업환경측정과 위험성평가가 동시에 수행되기 위해서는 정보전달 및 의사교환을 위한 방법이 필요하고, 의사교환 방법으로 위험성평가를 담당하는 사용자측에서 예비조사 시 확인해야 할 사항들을 Figure 2에서 제시한 공통예비조사표를 작업환경측정 대행업체에 제공하고 이때 조사된 자료를 바탕으로 작업환경측정 후 그 결과를 활용하여 위험성평가를 시행하는 것이다.

2) 작업환경측정 결과에 따른 관리수준 차별화

미국산업위생협회(American Industrial Hygiene Association, AIHA)에서는 노출기준(Occupational Exposure Limit, OEL)과 측정치 분포의 95%값과의 비교를 통해 측정치를 4개의 범주로 나누고 있다(Bullock & Ignacio, 2006). 미국산업위생협회의 노출범주기준은 우리나라의 위험성평가제도에서 작업환경측정결과가 있는 경우에 적용되는 노출수준등급과 동일한 기준을 가진다. 이 두 제도의 결정적인 차이는 측정치 분포의 95%값을 OEL과 비교하느냐 아니면 측정치 그 자체를 노출기준과 비교하느냐에 있다. 95%값을 찾기 위해서는 반복측정을 통해 기하평균과 기하표준편차를 결정하여 계산할 수 있지만, 현실적으로 반복 측정하여 많은 측정 자료를 확보하는 경우는 측정비용에 따른 경제적인 이유 등으로 흔하지 않다.

앞서 미국의 action level에 관한 내용에서 본 바와 같이 action level은 노출기준의 절반값으로 일괄적으로 정해지는 것이 아니며 이 수준을 결정하기 위해서는 독성학적인 특성 등을 고려한 장기간의 별도 연구가 필요하다. 위험성평가에서는 노출기준과 비

Table 2. List of data suggested for preliminary survey

Category		Data need to be collected
A	Workers characteristics	Name of department or process, number of workers, job description(method and working orders), work frequency, working time for the process, current safety and health control{type of personal protective equipment (PPE), wearing conditions}
B	Workplace and process characteristics	Flow of processes, process name and location generating hazards, worker location, process condition, current safety and health control{local exhaust ventilation(LEV), performance of LEV, evaluation and description on the LEV}
C	Hazard characteristics	Process, chemical name(product name), Material Safety Data Sheet{occupational exposure limit(OEL), physical property(volatility/dustiness), other information}, usage and handling amount(daily handling amount, monthly chemical usage), when to use and what to do, use frequency

Table 3. Exposure level scheme and corresponding control levels

Exposure level	Control level
4 > OEL*	Keep the current mandatory control level required by regulations Additionally require to check and record the condition of workplace hazard control system
3 > 0.5 × OEL	Implement a risk assessment for the process where exposure data is over 50% of OEL without using the same exposure assessment methodology
2 > 0.1 × OEL	Voluntarily check and record the condition of workplace hazard control system
1 < 0.1 × OEL	No changes of assessment interval for carcinogenic, mutagenic, and reprotoxic (CMR) substances

*Occupational exposure limit

교하여 50%, 10% 초과 여부를 판별하게 되므로 이를 활용하는 것이 action level의 도입보다는 행정적으로 용이할 것이라고 여겨진다. 각 수준에 따른 차등관리 제안 내용은 Table 3과 같다.

노출기준 초과 사업장에 대해서는 현행수준의 조치를 유지하고 고용노동부 근로감독관의 방문지도 등을 통해 행정적으로 관리할 수 있다.

노출기준 50%에 대해서는 action level의 뜻을 유지하는 ‘관리수준’이라는 별도의 용어를 지정하여 사용하는 것을 제안한다. 하지만 미국의 action level 제도와는 차이가 있음을 분명히 할 필요가 있다. 이 수준에서는 작업환경 시설·설비의 점검 및 기록 관리 의무 신설 등의 예방조치를 강제하는 것이 권고된다. 그 방안 중에 하나로 측정결과를 이용하지 않고 사용량 등을 이용하여 해당 공정에 대한 위험성평가를 의무적으로 실시하고 보고하도록 하는 것을 고려해볼 필요가 있다. 위험성평가는 작업환경측정제도의 대상인자를 포함하여 광범위한 점검을 할 수 있고 기록보관의 단계도 제도적으로 포함하고 있기 때문이다.

노출기준 10% 초과 사업장에 대해서는 관리기준 초과에서 강제하는 사항을 사업주가 자율적으로 실시하는 것을 권고할 수 있다. 노출기준 10% 이하 사업장에 대해서는 측정주기 조정을 고려하되 특별관리물질(CMR물질)에 대해서는 예외로 남겨두어 지속적으로 모니터링 하는 것이 권고된다. 측정주기의 조정은 연구대상이라기 보다는 노사의 협상 및 수용이 중요한 사항으로 2014년 고용노동부에서 주관한 3차

례의 전문가 회의에서 토론된 내용이다.

측정주기의 조정은 사업장 관리를 성실히 한 사업주에 대한 보상의 차원이 될 수 있지만 신뢰할 수 있는 측정결과에 대한 담보 없이는 현실을 왜곡하는 결과를 가져올 수 있다. 측정결과가 왜곡될 수 있는 두 가지 경우는 사업주가 측정 시 정상적인 작업을 수행하지 않는 경우를 들 수 있고, 다른 한 가지는 측정업체가 신뢰성 있는 결과를 제시하지 못하는 경우이다. 후자에 대해서는 현재 지정업체에 대한 주기적인 점검이 이루어지고 있어 어느 정도 관리되고 있다고 할 수 있다. 사업주의 조작을 견제할 수 있는 장치는 산업안전보건위원회 활성화 등을 예시할 수 있다. 측정업체를 선택하고 비용을 지불하는 위치에 있는 사업주를 측정업체가 견제할 수는 없으며, 정상적인 작업 수행이 이루어지고 있는 여부는 근로자 등의 내부자가 판단할 수 있다.

3) 관련 법령상 수정사항

(1) 위험성평가제도의 수정

위험성평가제도에 대한 고시 중 위험성평가에 준하는 평가를 한 것으로 인정하는 항목이 있다.

④ 사업주가 다음에서 정하는 제도를 이행하여 이 고시에서 규정하는 바를 충족하는 경우에는 그 부분에 대하여 이 고시에 따른 위험성평가를 실시한 것으로 본다.

1. 유해·위험 방지 계획서(법 제48조)
2. 안전·보건진단(법 제49조)
3. 공정안전보고서(법 제49조의2)
4. 근골격계부담작업 유해요인조사(안전보건규칙 제657조부터 제662조까지)
5. 그 밖에 법과 이 법에 따른 명령에서 정하는 위험성평가 관련 제도

여기에 작업환경측정을 포함시키는 경우 두 제도를 자연스럽게 일괄적으로 수행할 수 있도록 이어주는 법률적 장치를 제공할 것으로 사료된다. 다만 ‘고시에서 규정하는 바를 충족하는 경우’에 대한 명확한 지침이 추가되어야 할 것이다.

(2) 위험성평가제도를 만족시키기 위한 조건들

독일의 위험성평가제도를 참고로 하여 작업환경측정 결과보고서가 위험성평가제도를 만족시키기 위한 조건들을 조사하였다. 독일의 유해물질관리시행령(Gefahrstoffverordnung) 제6조(정보조사와 위험성평가)에서 몇몇 항목들을 정리하면 다음과 같다.

우선 평가단위에 있어서 공정 혹은 작업별로 위험성 평가를 수행하여야 한다. 사업주는 이 위험성평가를 개별 업무형태별로 행하여야 한다. 동일한 노동조건들에 있어서는 하나의 작업장 또는 하나의 업무에 대한 위험성평가로 족하다.

평가대상 화학물질의 범위에 있어서 사용물질 혹은 제조물질이 아닌 중간생성물에 대해서도 조사대상에 포함시켜야 한다. 부산물(byproduct)도 중간생성물에 포함되는 것으로 보는 것이 합당하다. 최소한 사업주는 물질이나 중간생성물에 의해 직원들에게 발생하는 위험성을 조사해야 한다.

노출경로에 있어서 흡입 이외의 경로에 대해서도 독립적으로 개별적으로 평가하여야 한다. 업무와 관련된 흡입노출, 피부노출, 물리화학적 위험성들은 독립적으로 개별적으로 평가하여야 한다. 단일 업무에 둘 이상의 유해물질이 동시에 관련될 경우 취업자의 건강과 안전에 영향을 미치는 상호영향 또는 복합영향들이, 이와 같은 영향들이 확실한 경우, 위험성평가에서 고려되어야 한다.

마지막으로 이러한 평가들을 문서화하여야 한다. 사업주는 위험성평가의 결과, 사업주가 정한 산업안전보건조치들과 그 효과검토결과에 대한 사항을 알 수 있는 서류들을 개별 업무형태 및 취업자 수에 맞게 갖추어야 한다.

3. 개선안 설문조사

2014년 7월 15일 한국산업위생학회 중 라운드테이블 개설 후 개선안들에 대한 의견을 듣고자 총 6개 문항으로 구성된 설문지 92부를 배포하여 69부(75%)를 수거하여 분석하였다. 설문조사 참가자의 산업보건 실무 경력은 10년 이상이 51%, 산업보건 종사 분야는 작업환경측정업체 및 유사기관이 75%로 가장 많았다. 이는 한국산업위생학회의 인적구성비와 비슷하다. 따라서 어느 정도 대표성 있는 설문조사였다고 여겨진다.

예비조사 체크리스트 도입이 작업환경개선에 도움

이 될 것이라고 생각하는지에 대한 질문에 설문조사 참가자의 77%가 '예'라고 응답했으며, 나머지 23%는 '아니요'라고 응답했다. 부정적으로 답한 이유는 다음과 같다.

- 제도 운영상의 문제
- 작업환경측정 시장의 특성상 취지와 어긋나게 상업적으로 변질 될 수 있다고 판단됨
- 사업주의 의식전환, 노동자의 참여보장이 없으면 어떤 제도를 가지고 와도 작동되지 않을 것임
- 기업체와 측정업체간의 연계성이 부족
- 변수가 많은 현장에서 변수를 체크리스트로 대체 불가
- 환경개선을 위한 전 단계 과정들이 많아짐
- 시간과 비용 고려 할 필요가 있음
- 위험성 결정 이외에는 작업환경측정법에 포함됨 (단, 191종에 대한 것임)

위험성평가 기법의 적용이 작업환경개선에 도움이 될 것이라고 생각하는지를 묻는 질문에 대해 설문조사 참가자의 72%가 '예'라고 응답했으며, 나머지 28%는 '아니요'라고 응답했다. 부정적으로 답한 이유는 다음과 같았다.

- 근로자업무량만 증가 하고, 우리나라 실태와 맞지 않음
- 근로자위험성평가기법의 개선이 필요하고, 기법을 개선 한 후 적용은 도움 될 것으로 사료
- 근로자현재의 측정주기, 측정결과 평가방법으로는 불가능하며, 대행기관에 권한을 주고 개선안에 대한 강제시행 의무 부여가 필요함
- 근로자작업환경측정 결과가 이미 관리기준 수준이 대부분이며 관리 수준을 더 높여야 개선 될 거라 사료됨

작업환경측정결과를 위험성평가로 인정하는 것이 작업환경개선에 도움이 될 것이라고 생각하는지를 묻는 질문에 대해 설문조사 참가자의 71%가 '예'라고 응답했으며, 나머지 29%는 '아니요'라고 응답했다. 부정적으로 답한 이유는 다음과 같았다.

- 근로자현재처럼 형식에 치우쳐 질 수 있음
- 근로자법의 개선계획이 지 개선은 아니며, 측정공정에 대해서는 위험성평가 인정함

- 근로자측정결과의 정확성에 대한 의문과 사업주가 측정 시 작업량 조절, 작업환경변경, 정보제공 불이행 등 사유가 많음
- 근로자결국 측정기관에게 모든 책임이 전가 될 것임
- 근로자사업주의 의식전환, 노동자의 참여보장이 없으면 어떤 제도를 가지고 와도 작동되지 않을 것임
- 근로자공정 중 화학물질만 평가되고 다른 유해요인은 빠지게 됨
- 근로자측정실시 한 것만으로 위험성평가에서 그 공정 자체를 제외 한다는 것은 문제가 있어 보이며, 이는 다른 평가를 실시함으로 위험성평가를 한 것으로 가름한다는 것 또한 마찬가지 임
- 근로자위험성평가는 위해성 관리를 위한 것이므로 측정시간과 공간적 개념이 포함된 농도여야 하기 때문임
- 근로자측정결과값이 근로자 건강관리의 지표가 될 수 있기 때문에 측정을 실시하되, 위험성평가를 별개의 건으로 진행해야 할 것 같음
- 근로자측정이나 위험성평가도 개선을 위한 한 방법으로써 결과가 평가라 할 수 없음

IV. 결 론

현재처럼 노출기준 초과여부에 따른 이분법적 판단을 벗어나기 위하여 본 연구에서는 사업주와 근로자의 적극적인 참여가 요구되는 위험성평가제도 하에 작업환경측정을 포함시키는 구조로 제도의 방향을 전환하는 방안을 제시하였다. 이를 위하여 우리나라의 작업환경측정제도와 위험성평가제도를 분석하고 비교하였고 다른 나라의 제도도 연구하였다. 그 결과 다음의 세 가지 개선안을 제시하였다. 첫째, 위험성평가와 작업환경측정의 일괄(one-stop) 수행을 제안하였고 이를 위해 필요한 공통예비조사표 등의 내용을 제공하였다. 둘째, 작업환경측정 평가결과를 위험성평가제도에서 노출수준 등급분류처럼 세분화하고 차등 관리하여 작업환경 개선으로 이어지도록 제안하였다. 마지막으로 일괄수행을 위해 산업안전보건법령상 작업환경측정 결과보고서가 위험성평가를 만족시킬 수 있는 조건들을 제시하였다. 제안한 내용들에 대한 산업위생전문가

들의 의견을 수렴하였으며 전반적으로 70% 이상의 긍정적인 반응을 보였다.

감사의 말씀

이 논문은 2014년도 산업안전보건연구원의 위탁연구 용역사업 지원을 받아 수행된 것(2014-연구원-640)으로 이에 감사를 드립니다.

References

- Bullock WH, Ignacio JS. A strategy for assessing and managing occupational exposures. *AIHA*, 2006; 239-244.
- Byeon SH, Kim YH. A Study of Regulation Compliance of Workplace Environmental Measurement System in Korea. *Occupational Safety and Health Research Institute (OSHRI) Report 2007-64-954*. 2007
- EPA (U.S. Environmental Protection Agency). 2009. A Conceptual Framework for U.S. EPA's National Exposure Research Laboratory. EPA/600/R-09/003. National Exposure Research Laboratory, Office of Research and Development, U.S. Environmental Protection Agency [online]. Available from: URL: <http://www.epa.gov/nerl/> [accessed Sep. 24, 2014].
- EU. Council Directive 89/391/EEC of 12 June 1989 on the introduction of measures to encourage improvements in the safety and health of workers at work. 1989
- ILO. Programme on Safety and Health at Work and the Environment. *Chemical Control Banding*. 2008. Available from: URL: http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/index.htm
- Jeong JY, Park SH. A Method for the Determination of Metalworking Fluids in Workplaces. *Occupational Safety and Health Research Institute (OSHRI) Report 2004-11-92*; 2004
- Kang SK. An outbreak of n-Hexane neuropathy among workers in a LCD manufacturer, 9th International Symposium on Neurobehavioral Methods and Effects in Occupational and Environmental Health. 2005.
- Kim JM, Jang JK. A Recommendations for Improvement in Setting up Appropriate Interval of Work Environment Monitoring. *Occupational Safety and Health Research Institute (OSHRI) Report*. 2007
- Lee E, Kim K, Kim H, et al. Carbon disulfide poisoning in Korea with social and historical background. *J Occup. Health* 1996;38:155-161.

- Lee KM, Roh JH, Paik NW, Yum YT, Lee KN et al. Work Environment Monitoring, How We Can Improve the System. *Occupational Health*. 1988;3:22-36.
- Lee KM. A Speech at the Professor Lee KM Retirement Ceremony; Industrial Hygienist for 40 years, the History of Korean Industrial Hygiene. 1999;1-20.
- Ministry of Government Legislation (MoGL). Occupational Safety and Health Act. 1981.
- Oh SM, Park JG. Optimization of Work Environment Monitoring Methodology - Enlargement of its Coverage and Optimization of its Intervals. Occupational Safety and Health Research Institute (OSHRI) Report 1997-03-017; 1997
- Park DY. Study on Paradigm Shift of the National OSH Institutions based on Risk Assessment for General Industry. Ministry of Labor. 2004
- Park JG. A Study on the Direction of Development in Regulation for Working Environmental Measurement. *Kyungin Journal*. 1994;3:167-192
- Park JS, Kim Y, Park DW, Choi KS, Park SH et al. An outbreak of hematopoietic and reproductive disorders due to solvents containing 2-bromopropane in an electronic factory, South Korea: epidemiological survey. *J Occup Health* 1997;39:138-143.