



## 국내 대학 실험실 독성가스 시설의 안전관리를 위한 표준 체크리스트 개발

이성진\* · 김병덕 · †하동명\*\*

\*세명대학교 임상병리학과, 한국가스안전공사, \*\*세명대학교 보건안전공학과  
(2015년 9월 9일 접수, 2015년 11월 10일 수정, 2015년 12월 24일 채택)

### Development of Standard Checklist for Safety Management of Toxic Gas facility in Domestic University Laboratory

Sungjin Lee\* · Byung-Duk Kim · †Dong-Myeong Ha\*\*

\*Dept. of Clinical Laboratory Science, Semyung University, Jecheon 390-711, Korea,  
Korea Gas Safety Corporation,

\*\*Dept. of Occupational Health and Safety Engineering, Semyung University, Jecheon  
390-711, Korea

(Received September 9, 2015; Revised November 10, 2015; Accepted December 24, 2015)

#### 요약

독성가스는 고압가스안전관리법에 의해 관리된다. 독성가스는 “고압가스안전관리법에서 규정한, 31종의 가스와 LC<sub>50</sub>이 5000 ppm 이하인 가스”이다. 전자산업의 발달에 따라 우리나라 독성가스 사용량은 폭발적으로 증가하였다. 이에 국내 대학교 실험실의 독성가스 관련 연구 수요도 함께 증가해 왔다. 그러나 국내 실험실 독성가스 안전관리와 관련한 연구는 전무한 상태이다. 본 연구에서는 국내 대학 실험실의 실태조사를 통해 독성가스 안전 관리에 있어서의 약점들을 파악하였다. 이 같은 약점을 극복하기 위해 독성가스 안전관리 방안을 제시하였다. 또한 제시된 방안에 따라 독성가스 시설이 안전하게 관리되는지를 확인하고, 이를 통한 개선을 위해 표준 체크리스트를 개발하였다. 이 연구 결과는 국내 대학 실험실에서 독성가스 시설의 안전관리를 강화할 것이며, 이를 모든 실험실에 대한 안전 지침으로 제공한다.

**Abstract** - Toxic gases are managed by High Pressure Gas Safety Control Act. Toxic Gases are “31 designated species and each gas of which the permissible concentration(LC<sub>50</sub>) is equal to or less than 5000 ppm as defined in High Pressure Gas Safety Control Act.”. Korean toxic gas usage in accordance with the growth of the electronic industry has increased explosively. The demand of toxic gas research in domestic university laboratories has grown together. But the research associated with toxic gas safety management in the domestic laboratory is nonexistent state. In this study, we identified weak points of toxic gas safety management through a survey of domestic university laboratory facilities. This paper presented toxic gas safety measures in order to overcome those weak points. Also this paper developed a standard checklist to improve and ensure safe management of toxic gas facility in accordance with the proposed measures. This research is to enforce safety management of toxic gas facilities in domestic university laboratory and it will provide safety guidelines for every laboratory.

**Key words** : toxic gas, high pressure gas safety control act, electronic industry, university laboratories, standard checklist, safety management

†Corresponding author: hadm@semyung.ac.kr  
Copyright © 2015 by The Korean Institute of Gas

## I. 서론

고압가스안전관리법에서 정의한 독성가스는, “아크릴로니트릴 등 31종의 가스와 LC<sub>50</sub>이 5000 ppm 이하인 가스”이다[1].

독성가스 사고는 해외와 우리나라에서 여러 차례 있었다. 1984년 인도 보팔시의 농약제조공장에서, 저장탱크에서 메틸이소시아니염(MIC)이 누출되는 사고가 발생했다. 12,000여명이 죽고 10만 이상이 부상을 당했다[2]. 2005년 중국 장쑤성에서 탱크로리가 전복되어 염소가스가 누출되었다. 이 사고로, 27명이 사망하고 280여명이 부상하였고 1만여 명이 대피하였다[3]. 2012년 경북 구미시의 휴브글로벌에서 불화수소 가스가 누출되는 사고가 발생하였다. 근로자 5명이 사망하고 18명이 부상을 당했고 주민 대부분이 인근 학교로 대피해야 했다[4].

이 사고들의 공통점은, 인구밀집지역에서 독성가스가 누출되면 큰 인적 피해가 발생한다는 것이다.

우리나라의 독성가스 사용량은 폭발적으로 증가했다. 2012년의 독성가스 사용량은 2010년과 비교할 때 약 62.4% 증가했다. 이는 전자산업의 급속한 발전 때문으로 분석된다[5].

더불어 독성가스에 대한 연구 수요도 함께 증가해왔다. 이에 따라 통계자료로 확인할 수 없으나(국내 대학 실험실에서 사용되는 독성가스 사용량에 대한 통계자료는 현재까지 없음), 국내 대학 실험실에서 연구용 독성가스에 대한 사용량이 증가했을 것이라는 것은 충분히 예측가능하다.

우리나라 독성가스 사고 통계 자료[5]에서 특이한 점은, 대학 실험실에서 발생한 사고는 단 한 건도 없다는 점이다. 이는 두 가지 이유가 있다. 첫째 대학교 실험실에서 사용하는 독성가스의 취급량이 매우 소량이므로 누출사고가 발생했을 때 인적/물적 피해 규모가 매우 작아, 독성가스 안전과 관련된 기관에 보고할 필요성을 느끼지 않기 때문이다. 둘째 소량의 누출사고가 발생했을 때 대학교의 이미지 하락을 우려하여 외부에 공개하지 않기 때문으로 판단된다[5].

국내 대학 실험실의 특징은, 실험실에 상주하는 연구원 수가 실험실 면적에 비해 많은 편이며, 그 실험실을 포함한 건물에 많은 학부생과 타 연구원들이 거주하고 있다는 점이다. 이 같은 조건에서 독성가스 사고가 발생하면 큰 인적 피해가 발생할 수 있다. 그럼에도 국내 대학 실험실의 독성가스 안전관리와 관련한 연구는 거의 수행된 바 없다[6].

독성가스 시설의 안전점검을 위한 체크리스트는 “연구실 안전환경 조성에 관한 법률”에 의해 실시하는 “연구실 정기점검” 항목에 일부 포함되어 있으나

[7], 항목이 총 11개에 불과해 독성가스 사용 시설의 총체적 안전관리 확보를 위해서는 미흡하다 할 수 있다. 본 연구에서는 국내 대학 실험실의 독성가스 안전관리 실태를 파악하고 분석하여 독성가스를 안전하게 사용하기 위한 방안을 제시하고자 한다. 또한 그 방안에 따라 독성가스 시설이 안전하게 관리되는지를 점검하고, 이를 통해 안전관리 개선을 위한 표준체크리스트를 개발하고자 한다.

## II. 본론

### 2.1. 국내 대학 실험실의 독성가스 사용실태

반도체와 LCD 산업에서 시장점유율 1,2 위를 다투는 우리나라 전자산업의 성장은 눈부실 정도이다. 더불어 전자산업에서 사용하는 독성가스에 대한 연구 수요도 증가하였다. 이에 국내 대학에서 독성가스를 사용하는 실험이 함께 증가하고 있는 것도 분명하다.

그러나 국내 대학 실험실의 독성가스 사용량을 통계적으로 확인하는 것은 어렵다. 특수고압가스 관련 법안에서 “시험용”의 경우 사용신고 대상에서 제외한다는 규정을 잘못 해석하여 사용신고를 하지 않는 것이 그 이유 중 하나이며[8], 특수고압가스가 아닌 독성가스의 사용량이 고압가스안전관리법에서 제시한 일정규모 이하인 경우가 대부분이므로 신고의무가 없다는 점도 그 이유일 것이다.

또한 해당 실험실의 교수의 판단에 따라, 독성가스설비 설치, 독성가스 용기의 반입과 공급자로서의 용기 회수, 독성가스의 실험 주기, 독성가스의 사용량, 각종 독성가스별 안전관리 방법 등이 결정되므로[5], 이와 관련한 정보가 안전 관련 기관으로 제대로 보고되지 않기 때문이기도 하다.

이에 대학 실험실의 독성가스 사용 실태를 파악하기 위해 실험실 현장을 직접 방문하였다. 대상 대학교는 다음과 같이 선정하였다.

첫째, 인구밀집지역인 대도시에 위치하며 독성가스 사용량이 국내에서 가장 많을 것으로 예측되는 곳, 2개 대학교를 선정하였다. 하나는 서울 소재 대학교, 다른 하나는 대전 소재 대학교였다.

둘째, 소도시에 위치하며 독성가스 사용량이 적기 때문에 안전관리가 부실할 것으로 예측되는 곳, 2개 대학교를 선정하였다. 하나는 충남 소재 대학교, 다른 하나는 충북 소재 대학교였다.

실태 조사는 법률에 의거한 것이 아니었으며 방문 대학교는 그 대학 관계자의 요청으로 익명으로 처리하였음을 밝혀둔다.

2015년 1월부터 4월에 걸쳐 방문하여 독성가스 사용 실태를 조사하였다. 독성가스 사용시설의 실태

는 현장을 직접 방문하여 조사하였으며, 독성가스 시설의 관리방법의 실태는 관계자와의 인터뷰와 입수한 관리 문서를 통해 파악하였다.

## 2.2. 실태 분석

방문한 대학교의 독성가스 사용량은 소량이었다. 주로 사용되는 독성가스는 전자산업에서 사용하는 실란, 디보레인, 포스핀 등과 같은 특수고압가스, 암모니아와 염소 등의 독성가스였다.

4개 대학 실험실의 안전관리 실태조사를 한 결과 다음과 같은 공통적 약점이 있었다.

① 안전관리 전담인력이 0-6 명에 불과했다. 미국 상위 30개 연구중심 대학의 안전관리 전담인력이 평균 52명임을 감안하면 매우 부족한 인력이다[9]. 그 인력으로 전기, 화학, 생물 등 모든 안전관리 업무를 수행하는 것은, 독성가스 안전관리에 있어서의 전문성의 결여로 이어질 수 있다.

② 불특정 출입자 통제 방안이 없다.

③ 단발성 독성가스 사용시설에 대한 관리 방안이 없다.

④ 사용 후 방치된 독성가스 용기에 대한 처리 방안이 없다.

⑤ 대학의 독성가스 안전관리자는, 일반고압가스 안전관리자의 자격으로 독성가스 안전관리를 하도록 하고 있어 독성가스에 대한 안전 지식 및 정보가 부족하며, 관련 교육도 부족한 상황이다.

⑥ 독성가스 안전교육 내용의 전문성 부족과, 교육성과에 대한 평가가 없다.

⑦ 제독설비의 부실로 인해 사고 발생 시, 초기에 효과적으로 대처할 방안이 없다.

대학교 실험실은 공간이 협소하여 소량의 독성가스가 누출되어도, 큰 인적 피해가 발생할 가능성이 높다. 따라서 실태분석에서 언급한 공통된 약점은 반드시 극복되어야만 한다.

## 2.3. 대학실험실 독성가스 안전관리 방안

실태 조사에서 확인된 독성가스 안전관리의 공통된 약점을 해결하기 위해 다음과 같은 방안을 제시한다. 또한 그 해결주체를 독성가스 안전관리위원회로 제안한다.

① 독성가스 안전관리위원회 설치 및 운영

독성가스 안전관리위원회를 설치하여 독성가스를 사용하는 실험실의 안전을 총체적으로 관리한다. “연구실 안전환경 조성에 관한 법률”에 의거한 연구실 안전관리위원회의 기초 단위는 모든 실험실의 연구원이다. 반면 독성가스 안전관리위원회의 기초 단

위는 독성가스를 실제로 취급하는 실험실의 연구원이다. 이에 기초한 독성가스 안전관리위원회를 구성함으로써 독성가스 안전관리에 있어서의 전문성을 높이고자 하였다.

위원회는, 총장, 독성가스 안전관리위원장(독성가스를 사용하는 실험실의 책임자 중 전문성이 높다고 판단되는 교수), 학과 안전관리 책임자(학과에서 독성가스를 사용하는 실험실의 책임자 중 전문성이 높다고 판단되는 교수), 실험실 안전관리 책임자(독성가스 취급 실험실의 책임자), 독성가스 사용자(실험실에서 독성가스를 사용하는 자 중 가장 해당 경험이 많은 자), 중앙 안전관리 담당부서원(독성가스 안전관리에 대한 전문성이 있는 실무직원), 독성가스 공급자(독성가스를 전문적으로 공급하는 업체 책임자) 등으로 구성된다.

회의의 상시 참여자는, 독성가스 안전관리위원장, 학과 안전관리 책임자, 중앙 안전관리 담당부서원, 독성가스 공급자로 구성된다. 필요한 경우 중앙행정관리자, 실험실 안전관리 책임자, 독성가스 사용자 등으로 회의 참석자 범위를 확대할 수 있다.

위원회는 월 1회 정기회의를 가지며, 안전관리를 위한 예산을 심의하여 상정하고, 안전관리 규정을 검토하여 필요하면 재개정하며, 1년에 최소 1회의 독성가스 안전점검을 실시하며 그 점검주체를 선정한다. 또한 독성가스 안전관리를 위한 제 안전을 논의한다.

② 불특정 출입자를 통제하기 위해, 첫째, 출입문과 독성가스 설비에 독성가스 경고표지를 붙인다. 둘째, 출입 시 출입대장에 소속, 이름, 연락처 등을 적게 한다. 이는 위험성이 높은 장소를 방문한다는 불특정 출입자의 경각심을 높여, 조심하는 행동을 유도하여 실수에 의한 사고발생 가능성을 줄이기 위함이다.

③ 단발성 사용시설을 관리하기 위해, 실험실 안전관리 책임자는 독성가스 사용시설을 한 번 사용하고 몇 년 후 사용하는 경우, 독성가스 안전관리위원회에 보고해야 한다. 위원회는 그 시설을 점검한 후, 사용이 가능하다는 결론이 나온 경우에 한하여 사용을 허가한다. 또한 독성가스 시설을 한번 사용하고 다시 사용하지 않는 경우, 실험실 안전관리 책임자는 독성가스 안전관리위원회에 보고하여 그 시설의 안전한 폐기를 주도해야 한다.

④ 독성가스 안전관리위원회는 사용 후 방치된 독성가스 용기에 대한 실태 파악을 중앙 안전관리 담당부서와 학과 안전관리 책임자 등을 통해 정확히 파악하고, 독성가스 공급자와 협조하여 방치된 용기를 안전하게 처리해야 한다.

⑤ 독성가스 안전관리위원회는, 독성가스 시설의 설치 초기에 제독설비 설치 과정을 철저히 감독하는

것과 함께, 이미 설치된 시설의 제독설비가 제대로 되어있지 않는 경우 다시 갖추도록 강제해야 한다.

⑥ 독성가스 안전관리위원회는 독성가스 관련 예산을 충분히 확보하여, 합당한 전문인력을 확보하고 독성가스 안전관리자의 전문성을 높일 수 있는 교육을 철저히 실시해야 한다. 또한 안전교육의 내용의 전문성과, 교육성과 평가에 대해 검토하여, 문제가 있는 경우 이에 대한 개선책을 마련해야 한다.

⑦ 국내 실험실의 독성가스 저장/사용 시설의 기술기준은, 고압가스안전관리법에 의거한 “한국가스안전기술기준(KGS code)”으로 관리된다. 따라서 “특수고압가스에 해당하는 독성가스는 사용량에 관계없이, 특수고압가스에 해당하지 않는 독성가스는 고압가스안전관리법에서 규정한 일정규모 이상인 경우”, 독성가스 저장/사용 시설은 현재의 KGS code에 따라 설치되고 운영되도록 독성가스 안전관리위원회는 관리하고 감독해야 한다.

**2.4. 안전점검을 위한 표준체크리스트**

“2.2”절에서 제시된 안전관리 방안에 따라 국내 대학 실험실의 독성가스 시설이 관리되는지를 점검하고, 이를 통한 개선책을 도출하기 위해서는 안전점검 표준체크리스트가 필요하다. 현재 우리나라에서는 독성가스 시설에 특화된 안전점검 표준체크리스트가 정립되어 있지 않다. 이에 본 연구에서 다음과 같은 표준체크리스트를 개발하였다.

**2.4.1. 표준체크리스트의 평가 방법**

평가 방법은 2가지로 나눌 수 있다. 첫째는 "YES", "NO", "N/A(해당없음)"이고, 둘째는 "5", "4", "3", "2", "1", "N/A(해당없음)"이다.

첫째는 안전 관련 규정, 시설 등이 있는지, 없는지를 평가하는 것이다. 있으면 "YES"이고, 없으면 "NO"로 2단계로 평가하면 되고, 해당사항이 아니면 "N/A (Not Applicable:해당없음)"으로 평가하면 된다.

둘째는 안전 관련 규정, 시설 등의 적절성에 대한 평가이다. 각 항목의 안전관리 상태를 1점(매우 열악하다), 2점(열악한 편이다), 3점(보통이다), 4점(잘 관리되고 있는 편이다), 5점(매우 잘 관리되고 체계화되어 있다)으로 5단계로 나누어 평가하면 되며, 해당사항이 아니면 "N/A(Not Applicable:해당없음)"으로 평가하면 된다.

**2.4.2. 표준체크리스트 주제항목과 세부항목**

독성가스 시설의 안전점검을 위한 표준체크리스트의 주제항목은 “① 독성가스 안전관리 제도화, ② 독성가스 취급 학과 안전관리 체계, ③ 안전 교육 및

훈련, ④ 개인보호구와 구급함, ⑤ 건강 검진 및 보험, ⑥ 안전 및 경고 표지, ⑦ 독성가스 설비의 안전관리”으로 7개 항목이다.

또한 각 주제항목에 대한 세부항목은 총 75항목이다. 주제항목과 세부항목은 실태 조사에서 파악된 약점을 극복하기 위해 제안한 안전관리 방안에 근거하여 개발한 것이다. 구체적 내용은 다음의 “Table 1~7”에 제시하였다.

**Table 1. The institutionalization of toxic gas safety management**

점검 사항	평가		
	YES	NO	N/A
(1) 독성가스 안전관리 규정이 있는가?			
(2) 독성가스 안전관리위원회는 구성되어 있는가?			
(3) 독성가스 안전관리위원의 역할과 책임 범위가 규정되어 있는가?			
(4) 독성가스 안전관리 교육의 연간 실시 횟수가 규정되어 있는가?			
(5) 가스누출에 대비한 훈련의 연간 실시 횟수가 규정되어 있는가?			
(6) 독성가스 안전관리를 위한 예산이 있는가?			
(7) 중앙 안전관리 담당부서원은 한국가스안전공사에서 실시하는 독성가스 안전관리교육에 참여하고 있는가?			

점검 사항	평가					
	5	4	3	2	1	N/A
(8) 위 2),3),4),5) 항에 해당하는 규정의 내용이 적절한가?						
(9) 독성가스 안전관리위원회는 적절하게 운영되고 있는가?						
(10) 독성가스 안전관리를 위한 예산 규모는 적절한가?						
(11) 독성가스 안전관리위원장의 전문성은 적절한가?						
(12) 독성가스 안전관리를 위한 중앙 안전관리 담당부서의 인력은 적절한가?						
(13) 독성가스 안전관리를 위한 중앙 안전관리 담당부서원의 전문성은 적절한가?						

**Table 2. Safety management system of toxic gas handling department**

점검 사항	평가		
	YES	NO	N/A
(1) 독성가스 안전관리위원회는 모두 선정되었는가?			
(2) 독성가스시설 안전점검은 1년에 1회 실시하고 있는가?			
(3) 독성가스시설 안전점검 기록을 보존하고 있는가?			
(4) 독성가스의 종류별 수량을 기록하고 있는가?			
(5) 독성가스의 종류별 수량을 중앙안전관리 담당부서에 보고하고 있는가?			
(6) 중앙 안전관리 담당부서는 각 실험실의 독성가스 취급량을 기록/보관하고 있는가?			
(7) 가스시설 시공시 사전에 중앙 안전관리 담당부서와 협의하였는가?			
(8) 관계 법령에서 정한 바에 따라 시설이 설치되었는가?			
(9) 독성가스 용기의 출입대장을 비치하였는가?			
(10) 실험실에서 독성가스 용기를 반입/출입할 때는 중앙 안전관리 담당부서원의 검수를 받고 있는가?			
(11) 독성가스 용기 검수 기록은 3년간 보존하고 있는가?			
(12) 사용 후 독성가스 용기가 방치되어 있는가?			
(13) 독성가스 취급실험실 내에, 실험실 방문자 출입대장을 구비하고 있는가?			
(14) 중앙 안전관리 담당부서원은 학과 안전관리 책임자, 실험실 안전관리 책임자, 독성가스 사용자 등이 안전지침을 위반했을 시 총장에게 보고하고 있는가?			

  

점검 사항	평가					
	5	4	3	2	1	N/A
(15) 불특정 출입자에 대한 출입대장은 적절하게 관리되고 있는가?						

**Table 3. Safety education and training**

점검 사항	평가		
	YES	NO	N/A
(1) 독성가스 안전관리 교육이 규정에 따라 실시되었는가?			
(2) 독성가스 안전관리교육을 실시한 관련 기록이 1년간 보존되고 있는가?			
(3) 교육 내용에 대한 교육생(학과와 실험실 안전관리 책임자, 독성가스 사용자)의 숙지 정도를 평가하였는가?			
(4) 교육 내용의 숙지 정도가 낮은 교육생의 재교육은 실시되었는가?			
(5) 독성가스 누출에 대비한 훈련이 규정에 따라 실시되었는가?			
(6) 훈련 성과가 낮은 교육생에 대한 재훈련은 실시하였는가?			

  

점검 사항	평가					
	5	4	3	2	1	N/A
(7) 교육 내용이 적절한가?						
(8) 훈련의 내용이 적절한가?						

**Table 4. Personal protective equipment and medical kit**

점검 사항	평가		
	YES	NO	N/A
(1) 개인 보호구를 구비하고 있는가?			
(2) 개인보호구는 주기적으로 청소하고 있는가?			
(3) 개인 보호구는 주기적으로 점검하고 있는가?			
(4) 필요시 개인보호구의 부품과 소모품은 교환되고 보충되고 있는가?			
(5) 구급함은 구비하고 있는가?			

  

점검 사항	평가					
	5	4	3	2	1	N/A
(6) 개인 보호구 수량이 독성가스 사용자 수와 비교해 적절한가?						
(7) 독성가스 취급장소 근처에 개인보호구가 보관되어 있는가?						
(8) 구급함의 내용물은 적절한가?						

국내 대학 실험실 독성가스 시설의 안전관리를 위한 표준 체크리스트 개발

**Table 5. Health examination and insurance**

점검 사항	평가		
	YES	NO	N/A
(1) 독성가스 사용자에 대한 정기적인 건강 검진이 이루어지고 있는가?			
(2) 독성가스 사용자는 해당보험에 가입되어 있는가?			

**Table 6. Safety and warning signs**

점검 사항	평가		
	YES	NO	N/A
(1) 독성가스 용기에 독성여부, 취급주의사항 등 안전에 관한 표지가 부착되어 있는가?			
(2) 독성가스 취급 실험실 출입구 근처에 물질안전정보자료(MSDS)가 부착되어 있는가?			
(3) 독성가스 취급 실험실 출입구에 독성가스 경고표지가 부착되어 있는가?			
(4) 독성가스 설비에 독성가스 경고표지가 부착되어 있는가?			
(5) 독성가스 사용 안전수칙이 부착되어 있는가?			
(6) 독성가스 일일 관리 점검표(일상점검표)는 부착되어 있는가?			
(7) 비상 연락망이 부착되어 있는가?			
(8) 비상대피도는 부착되어 있는가?			
(9) 실험실 내에 가스누출경보시스템이 있는가?			
(10) 실험실 밖에 가스누출 경보시스템이 있는가?			
(11) 실험실 내에 독성가스를 공급하는 업체명 및 연락처가 부착되어 있는가?			
(12) 중앙 안전관리 담당부서에서 가스 누출 시 즉각 인지할 수 있는 시스템이 갖추어져 있는가?			

**Table 7. The safety management of toxic gas facilities**

점검 사항	평가		
	YES	NO	N/A
(1) 독성가스 설비 시공시 중앙 안전관리 담당부서와 협의를 하였는가?			
(2) 사용하는 독성가스 별 제독설비가 설치되었는가?			
(3) 제독설비에 대해 정기적인 점검이 이루어지고 있는가?			
(4) 사용하는 독성가스 별 제독제를 보유하고 있는가?			
(5) 독성가스 용기를 실린더 캐비닛에 보관하고 있는가?			
(6) 독성가스 용기는 전도되지 않도록 고정되어 있는가?			
(7) 독성가스 용기는 환기가 잘 이루어지는 곳에 보관되어 있는가?			
(8) 독성가스 용기는 직사광선에 노출되지 않는 곳에 보관되어 있는가?			
(9) 충전기한이 초과된 독성가스 용기를 보유하고 있는가?			
(10) 미사용 독성가스 용기는 용기캡을 사용하여 보관하고 있는가?			
(11) 압축가스 배관에는 압력계가 설치되어 있는가?			
(12) 액화가스 배관에는 온도계가 설치되어 있는가?			
(13) 독성가스 배관에 과압 안전장치가 설치되어 있는가?			
(14) 독성가스 중 가연성이 있는 가스는 점화원과 격리되어 보관하고 있는가?			
(15) 독성가스 배관에는 충격 보호 덮개가 설치되어 있는가?			
(16) 독성가스 배관에는 가스 누출에 대비한 자동차단장치가 설치되어 있는가?			
(17) 독성가스 배관에는 가스의 종류 및 흐름 방향에 관한 표지가 부착되어 있는가?			

### III. 결 론

전자산업의 발전에 따라 이와 관련한 연구 수요가 늘어남에 따라, 국내 대학 실험실에서 연구용 독성가스 사용량은 증가하고 있다.

국내 대학 실험실의 독성가스 사용의 실태조사를 통해 공통된 약점을 파악하였다. 이를 극복하기 위해 본 연구에서는 독성가스 안전관리 방안을 제시하였다.

또한 제시된 방안에 따라 독성가스 시설이 안전하게 관리되는지를 확인하고, 이를 통한 개선을 위해 표준체크리스트를 제시하였다.

본 연구의 체크리스트가 국내 대학의 독성가스 시설의 안전점검에 적용되어 독성가스 안전관리에 있어서의 약점을 개선하길 기대하며, 그 과정에서 체크리스트의 미흡한 부분이 발견되면 보다 적합하게 개선되어야 할 것이다.

독성가스를 사용하는 대학교는 본 연구에서 제시한 표준체크리스트를 사용하여 1년에 최소 1회는 독성가스 시설에 대한 안전점검을 실시하길 권고하며, 이 표준체크리스트가 국내 대학 실험실의 독성가스 사용의 안전 확보에 기여할 것으로 판단된다.

### 감사의 글

본 연구는 2014-2015년도 한국에너지기술평가원의 연구비 지원으로 수행되었습니다.

### REFERENCES

- [1] Jang, S. I., Kim, Y. R., Park, K. S., Shin, D. I., and Kim, T. O., "A Study on Applicability of API-581 and Methodology for Consequence Analysis in High-Pressure Toxic Gas Facilities", KIGAS, **18**(4), 76-85, (2014)
- [2] Palazzi, E., Curro, F., and Fabiano, B., "A Critical Approach to Safety Equipment and Emergency Time Evaluation Based on Actual Information from the Bhopal Gas Tragedy", *Process Safety and Environmental Protection*, In Press, Corrected Proof, (Available online 28 June 2015)
- [3] Jee, D. L. and Park, K. D., "A Status of Safety Management of Toxic Gases by the High Pressure Gas Safety Control Act, and the Trend of Policy", *Korean Journal of Hazardous Materials*, **1**(2), 1-30, (2013)
- [4] Lee, K. H., Kwon, H. M., Cho, S. S., Kim, J. Y., and Moon, I., "Improvements of safety management system in Korean chemical industry after a large chemical accident", *J. of Loss Prevention in the Process Industries*, In Press, Accepted Manuscript, (Available online 30 August 2015)
- [5] Park, K. D., "Theory and Practice of toxic Gas" Ubion, (2014)
- [6] Ha, D. M. et al., "A Study on Safety Management and Present Condition of Lab. Toxic Gas", *Proceeding of 2014 Spring Annual Conference, KIFSE*, pp. 151-152, (2014)
- [7] Seoul National University, *The White Paper of Lab. Safety SNU*, (2013)
- [8] Tak, S. S. et al., "A Study on the Phenomenon for Total Safety Management Establishment of Special Gas, *Proceeding of 2008 Spring Annual Conference, KIGAS*, pp. 65-71, (2008)
- [9] Suh, J. Y., "The Policy Plan of the safety Management for Human, Environment and Facilities Safety", *STEPI insight*, **97**, pp. 1-30, (2012)