



연구실 안전점검 및 정밀안전진단제도 개선에 관한 연구

†우인성 · 황명환 · 이홍주*

인천대학교 안전공학과, * 한국안전환경기술원
(2018년 12월 18일 접수, 2019년 4월 16일 수정, 2019년 4월 17일 채택)

A Study on the System and Operation of Laboratory Safety Inspection and Diagnosis

†In-Sung Woo · Myung-Hwan Hwang · Hong-Ju Lee*

Korea Safety Environment Technology, 32, Songdowahak-ro, Yeonsu-gu, Incheon, Korea

**Korea Environment Safety Institute Yeonsu-gu, Incheon Korea*

(Received December 18, 2018; Revised April 16, 2019; Accepted April 17, 2019)

요 약

연구실 안전법 관련규정에 따라 과학기술분야 각 연구실은 매년 혹은 2년마다 안전점검 및 정밀안전진단을 의무적으로 실시하여야 하지만, 현재는 관련 지침이 명확하지 않아 점검 및 진단이 부실화될 우려가 높은 것이 현실이다. 이와 함께 연구실 현장에서는 사전유해인자 위험분석 제도를 시행하고 있으나, 수행하는 연구활동종사자의 교육 및 이해부족, 과도한 업무 등으로 인해 시행에 있어 많은 어려움이 있다. 이에 따라 델파이 기법을 활용하여 연구실 안전 현장 전문가들의 의견을 분석한 결과 1. 연구실 안전법 적용시 고려할 사항, 2. 연구실 안전 점검 및 정밀 안전 진단시 고려할 사항, 3. 정부부처에 바라는 사항으로 각 항목을 구성하였고, 세부항목에 대한 조사와 분석을 통해 현재 연구실 안전진단 및 현행법상의 문제점과 대안을 도출하였다.

Abstract - According to the Laboratory Safety Act, each laboratory in the field of science and technology must conduct safety inspections and diagnosis every year or every two years. At present, the relevant guidelines are not clear, so there is a high possibility that inspection and diagnosis will become ineffective. In the laboratory, there is a pre-risk factor analysis system for hazardous factors, but there are many difficulties in implementation due to lack of education and understanding of the researchers, excessive work, etc. For the analysis of the opinions of experts in the safety field using the Delphi technique, we analyzed the following items: 1. Consideration in applying the Lab Safety Act, 2. Consideration in Lab Safety inspection and diagnosis, and 3. Government policy necessary for Lab. safety. Through the investigation and analysis of the detailed items, we extracted for problems and alternatives in current laboratory safety diagnosis and current law.

Key words : lab safety, safety inspection, safety diagnosis, delphi survey, lab survey

I. 서 론

다양한 연구 및 연구실습이 이루어지고 있는 연구실의 안전환경에 대한 문제점들이 계속적으로 지적되고 있다. 연구를 위한 실험기계나 장치 및

새로운 화학물질, 여러 가지 위험한 공정을 취급하는 행위에 따라 화학적, 물리적, 생물학적, 기계적, 전기적, 방사선적 유해요인에 의한 위험에 노출되어 있고 보이지 않는 사고위험 가능성을 내포한 요인까지 많은 유해인자가 존재하고 있다. 더욱이 대학이나 연구기관에서 연구실험 활동에 이용되고 있는 화학물질 중에는 사용 중 가스폭발, 화재, 유독 가스에 의한 중독, 환경오염 등으로 안전보건상의

†Corresponding author: insung@inu.ac.kr
Copyright © 2019 by The Korean Institute of Gas

문제를 일으키는 다양한 요인들이 있지만 이를 관리하는 기준이 명확하지 않아 위험에 무방비로 노출되어 있었던 것이 현실이다. 특히, 가스누출에 의한 폭발사고는 사망사고를 동반하는 경우가 많고, 독성가스등의 누출은 인체에 매우 유독하므로 실험실건물 및 인근에 거주하는 인원 모두를 긴급 대피시켜야 한다. 사고사례로는 2013년 CO₂ 주입도중 압력용기 파손으로 1명 사망, 2008년 유도결합플라즈마 질량분석기 혼합가스 용기 교체중 가스 용기 폭발로 1명 사망, 2명 부상, 2010년 압력용기 산소충진중 폭발로 인해 1명 사망 5명 부상등이 있다[1]. 실험실 가스 누출사고로는 2013년 세종대에서 붕소트리브롬화물 가스가 누출되어 2천여명이 긴급대피하였고, 2018년 인하대에서 황화수소와 아르곤 혼합가스가 누출되어 300명이 긴급대피하였다. 2018년 카이스트에서는 염소가스가 누출되어 대학원생등 6명이 치료를 받고, 같은 건물내 백여명이 긴급대피하였다[2, 3, 4]. 이렇듯 위험한 환경하에서 연구를 수행하는 대학의 연구활동종사자는 대학생 및 대학원생으로 근로자 신분이 아니므로 사고 발생 시 산재처리를 통해 법적으로 보상받기가 어렵다. 따라서 이들에 대한 안전확보와 피해보상을 위해 연구실 안전환경 조성에 관한 법률(이하 : 연구실 안전법)을 '05년 제정하여 현재까지 시행하고 있다. 연구실 안전법 제1조에 따르면, 「이

법은 대학이나 연구기관 등에 설치된 과학기술분야 연구실의 안전을 확보함과 동시에 연구실 사고로 인한 피해를 적절하게 보상받을 수 있도록 함으로써 연구자원을 효율적으로 관리하고 나아가 과학기술 연구·개발활동 활성화에 기여함을 목적으로 한다.」고 명시되어 있다[5]. 하지만 연구환경의 다변화, 융·복합 학과의 출현, 다양한 분야로의 과학기술의 응용 등으로 인해 기존 연구실 안전법체계로는 연구실 안전을 담당하기에는 한계가 있는 실정이다. 연구실 안전법 관련규정에 따라 과학기술분야 각 연구실은 매년 혹은 2년마다 안전점검 및 정밀안전진단을 의무적으로 실시하여야 하지만, 연구실안전법 내 점검 및 진단 지침으로 유해인자, 진단 등급산정등에 대한 구체적인 기준이 주로 산업현장에서 적용되는 산업안전보건법등의 타법의 유해인자를 차용하므로 연구실 고유의 환경에 맞지 않는 경우가 많고, 연구실안전등급 평가기준의 진단등급표를 보면 진단등급에 대한 기준이 결함의 발견정도를 일부, 심하게, 심각하게 등으로 표현되고, 구체적인 근거제시가 없는 실정이다. 따라서 진단실시자의 주관적 판단에 따라 결정되는 경우가 많아 진단 내용면에서 객관성이 부족하고, 진단대상기관이 진단대행기관을 선정하는 현실에서 점검 및 진단이 부실화될 우려가 높은 상황이다.[7]. 이와 함께 '15년 7월 1일부로 연구실 사전유해인자 위험분석 제도를 시행하고 있으나 이를 수행하는 연구활동종사자의 교육 및 이해부족, 과도한 업무 등으로 인해 시행에 있어 많은 어려움이 있다[8]. 안전을 위한 제반 제도들은 계속 등장하는데 반해 현장에서는 이를 이행하기 위한 인적, 물적, 예산 등의 환경여건이 제대로 조성되지 않아 실효성 있는 정책추진이 어려운 상황이다. 이에 따라 델파이 기법을 활용하여 연구실 안전 현장 전문가들의 의견을 토대로 해당 문제점들을 파악하고, 실효적으로 적용 가능한 법적, 제도적 개선안을 마련하기 위해 본 연구를 수행하였다.



Fig. 1. Damage caused by gas explosion pressure[1].



Fig. 2. Poor management of gas cylinders in University Lab[1].

II. 연구의 설계 및 방법

1. 델파이기법을 활용한 현장의견 분석

연구실 안전과 관련 전문가들의 의견을 조사하고 최적의 개선방안을 모색하기 위해 본 연구에서는 델파이기법을 활용하였다. 델파이 기법은 전문가들에게 질의하고 이에 대한 결과를 분석하여 질의에 대한 범위와 내용을 좁혀가고, 구체화시키며 반복적으로 조사 분석하는 것으로 이에 대한 피드백이 반복될 수록 정확한 추정치를 찾는 방법으로

유용하게 이용되고 있다. 해당 전문가들에게 개방형 설문지를 배포하여 사전 조사를 실시하고, 이로부터 얻어진 설문문항을 다시 작성하여 1, 2, 3차에 걸쳐 전문가집단으로부터 해당 설문지의 피드백을 통하여 분석하고, 연구결과로서 생성된 자료를 도출하였다 [9].

2. 연구 대상의 선정

해당경력이 5년 이상 된 대학 및 기업의 연구실 안전관리자, 경력이 3년 이상된 점검 및 진단 대행 기관 관계자로 분류하여 대상을 선정하였다. 참여자의 대표성, 적절성, 전문적 지식, 능력, 참여의 성실성을 신중하게 고려하여, 이 연구가 원활히 수행될 수 있도록 전문가를 선정하였다.

3. 자료의 수집 방법

연구실안전환경관리자 협의회, 연구실 현장 진단시 대행기관 진단실시자와 안전환경관리자들이 함께 논의했던 다양한 의견들을 종합한 후 위에서 선정한 전문가 집단에게 E-mail을 통해 3차에 걸쳐 의견 수렴 및 피드백을 진행하였다. 1차 설문지는 세 가지 문항으로 구성하였으며, 첫 번째 문항으로 '연구실 안전법 적용시 고려할 사항'에 대해서 조사하였고, 두 번째로 '연구실 안전 점검 및 정밀안전 진단시 고려할 사항', 세 번째로는 '정부부처에 바라는 사항'을 서술형 방식으로 조사하였다.

Table 1. Laboratory Safety Rating Criteria (Related to Article 16 (2) of the Act)[7]

Rating	Laboratory Safety Environment Status
1	Laboratory Safety environment has no problem and keeps safe
2	Some defects have been found in the laboratory safety environment and research facilities, but there is no significant impact on safety and it is in need of improvement
3	Defects have been found in the laboratory safety environment and research facilities, it is in need of improvement
4	Serious defects have been found in the laboratory safety environment and research facilities, restriction must be imposed
5	Very serious defects have been found in the laboratory safety environment and research facilities, but there is a high risk accidents and it has to be shut down immediately and to fix the defects

Table 2. Composition of Panel for Survey Research

Division	Participants	Ratio
Laboratory Safety Manager	10	50%
Laboratory Inspection Agency	10	50%

Table 3. Delphi 1st Survey

No.	Survey question	Format
1	Consideration in applying the Lab. Safety Act	Descriptive
2	Consideration in Lab. Safety inspection and diagnosis	Descriptive
3	Government policy necessary for Lab. safety	Descriptive

Table 4. Delphi 2nd Survey

No.	Survey question	No. of questions	Format
1	Consideration in applying the Lab. Safety Act	5	4-level Likert scale
2	Consideration in Lab. Safety inspection and diagnosis	5	4-level Likert scale
3	Government policy necessary for Lab. safety	5	4-level Likert scale

Table 5. Delphi 3rd Survey

No.	Survey question	No. of questions	Format
1	Consideration in applying the Lab. Safety Act	5	Closed type
2	Consideration in Lab. Safety inspection and diagnosis	5	Closed type
3	Government policy necessary for Lab. safety	5	Closed type

2차 설문은 1차 설문결과와의 답변을 조사하여 Likert 4점 척도 방식으로 각 5문항씩 총15문항으로 구성된 설문으로 조사하였다.

델파이 분석 3차 설문으로는 Likert 4점 척도를 사용한 델파이 분석의 2차설문지의 응답 결과 중 중요도가 높게 선정된 5 항목에 대해 우선순위를 선정하는 폐쇄형 질문을 하였다.

III. 조사결과 및 분석

1. 1차 델파이 분석결과

1차 델파이 설문 결과로 첫 번째 문항인 연구실 안전법 적용시 고려할 사항으로 '연구실 안전법 적용범위 개정 필요성'이 16로 가장 높게 나왔으며, '타법과의 중복적용의 문제점'은 13, '연구실 안전법의 이해도' 10, '유해인자 확인 및 관리여부' 8, '사고시 법적 대응 및 보상 처리 여부' 7 등으로 나타났다. 의견을 구체적으로 분석하면 현재 과학기술분야의 연구실로 한정되어 있는 연구실 안전법의 적용범위를 개정하여 과학기술분야가 아니더라도 위험요인이 존재하는 연구실로 확장하여 적용할 필요가 있다는 의견과, 타법과의 중복은 주로 산업안전보건법 등과 같은 중복문제로 법적용의 우선순위와 각 기관에 따른 해당법의 적용 등의 문제 등을 들 수 있다. 다음으로 연구실안전법의 이해가 쉽지 않다는 지적과, 유해인자의 기준이 명확하지 않아 관리하기 어렵다는 의견, 사고시 법적 대응 및 보상 처리 진행이 미숙하다는 의견 등이 있었다.

1차 델파이 설문 결과의 두 번째 문항인 연구실 안전 점검 및 정밀 안전 진단시 고려할 사항으로는 '점검 및 진단 지침 세부 규정의 필요성'이 15로 가장 높게 나왔으며, '점검 및 진단 비용 문제'가 10, '등급제의 모호성' 9, '점검 및 진단의 구분여부' 7, '연구실 환경에서 가변적인 유해인자 확인의 어려움' 6등으로 나타났다. 의견을 구체적으로 분석해보면 현재 점검 및 진단 지침 규정이 없어 이에 대한 구체적인 규정마련이 시급하다는 의견, 점검 및 진단 비용의 현실화를 위해 이에 대한 법적 근거가 필요하다는 의견, 등급제설정이 모호하고 연구실안전에도 효과가 없다는 의견, 현장에서 점검 및 진단을 구분해서 실시하기가 쉽지 않다는 의견, 연구실 환경에서 연구활동종사자들의 연구활동 중에 나타날 수 있는 가변적인 유해인자의 확인이 어렵다는 의견 등이 있었다.

1차 델파이 설문 결과의 세 번째 문항인 '정부부처에 바라는 사항'으로 '재정적 지원 필요성'이 18

Table 6. Delphi 1st Survey results (Considerations for applying Lab Safety Act)

Priority	Survey response	Frequency
1	Comprehensive revision of Lab type covered by Lab safety Act	16
2	Problems of overlapping application with other laws	13
3	Understanding of Lab. Safety Act	10
4	Management and identification of hazard factors	8
5	Legal response to accident and whether to handle compensation	7

Table 7. Delphi 1st Survey results (Considerations for Conducting Lab Safety Inspection and Safety Diagnosis)

Priority	Survey response	Frequency
1	Necessity of detailed regulation of inspection and diagnostic procedures	15
2	Inspection and diagnostic costs	10
3	Ambiguity of the grade system	9
4	Distinction between inspection and diagnosis	7
5	Difficulty identifying variable hazard factors in the laboratory environment	6

로 가장 높게 나왔으며, '정책의 연속성 및 실효성' 12, '관련 공무원의 전문성' 10, '점검 및 대상기관과의 연계성' 8, '점검 및 진단 이행 및 결과평가의 중시' 5로 나타났다. 의견을 구체적으로 분석해보면 각 기관별 여러 연구실의 안전관리를 위한 재정적 지원의 필요성이 가장 많았고, 연구실 안전에 대해서 현장에서 실시하기 힘든 정책을 펼친다거나, 담당자가 바뀌면 정책이 바뀌는 상황에 대한 의견, 관련 공무원의 안전에 대한 전문성을 요구하는 의견, 해당 대상기관의 이해도가 높은 정부기관이 담당하기를 원하는 의견, 마지막으로 점검 및 진단의 경우 이행여부 뿐 아니라 결과보고에 대한 평가도 중시하기를 바라는 의견 등이 있었다.

Table 8. Delphi 1st survey results (Requirements for Government)

Priority	Survey response	Frequency
1	Necessity of financial support	18
2	Necessity of policy continuity and effectiveness	12
3	Necessity of expertise in field of responsibility of related public officials	10
4	Relationship inspection and diagnosis target institution	8
5	The importance of carrying out inspection and diagnosis and evaluating the results	5

2. 2차 델파이 분석 결과

2차 델파이 설문결과의 첫 번째 문항인 연구실 안전법 적용시 고려할 사항에서는 가장 많은 의견의 빈도 1순위의 '연구실 안전법 적용범위 개정 필요성'은 Likert 4점 척도에 기준하여 '① 전혀 필요하지 않다.', '② 별로 필요하지 않다.', '③ 다소 필요하다.' '④ 매우 필요하다.'로, 빈도 2순위의 '타법과의 중복적용의 문제점'은 '① 전혀 문제가 없다.', '② 별로 문제가 없다.', '③ 다소 문제가 있다.', '④ 매우 문제가 많다.' 빈도 3순위의 '연구실 안전법의 이해도'는 '① 이해가 매우 어렵다.', '② 이해가 다소 어렵다.', '③ 이해가 다소 쉽다.', '④ 이해가 매우 쉽다.', 빈도 4순위의 '유해인자 확인 및 관리여부'는 '① 확인 및 관리가 매우 안된다.', '② 다소 안된다.', '③ 다소 잘된다.', '④ 매우 잘된다.', 빈도 5순위의 '사고시 법적 적용 및 보상 처리 여부'는 '① 매우 처리하기 어렵다.', '② 다소 처리하기 어렵다.', '③ 다소 잘 처리 할 수 있다.', '④ 매우 잘 처리 할 수 있다.'로 설문을 진행하였다.

설문결과는 Likert 4점척도를 기준으로 평균과 표준편차로 분석하였다. '연구실안전법 적용범위 개정 필요성'은 평균 3.9로 가장 높게 나타났으며 '타법과의 중복적용의 문제점'은 3.7, '연구실안전법의 이해도', 2.5, '유해인자 확인 및 관리여부', 2.4 '사고시 법적 적용 및 보상 처리 여부', 2.2 순으로 나타났다.

2차 델파이 설문결과의 두 번째 문항인 '연구실 안전 점검 및 정밀 안전 진단시 고려할 사항'에서는 빈도 1순위의 '점검 및 진단 지침의 세부규정의 필요성'은 '① 전혀 필요가 없다.', '② 별로 필요하다.', '③ 다소 필요하다.', '④ 매우 필요하다.', 빈

Table 9. Delphi 2st survey questions (Considerations for applying Lab Safety Act)

1. Comprehensive revision of Lab type covered by Lab. safety Act
<input type="checkbox"/> ① It is not necessary at all
<input type="checkbox"/> ② It is little necessary
<input type="checkbox"/> ③ It is a little necessary
<input type="checkbox"/> ④ It is very necessary
2. Problems of overlapping application with other law
<input type="checkbox"/> ① There is no problem at all
<input type="checkbox"/> ② There is a little problem
<input type="checkbox"/> ③ There is a problem
<input type="checkbox"/> ④ There is a serious problem
3. Understanding of Lab. Safety Act
<input type="checkbox"/> ① It is not able to understand at all
<input type="checkbox"/> ② It is hard to understand
<input type="checkbox"/> ③ It is able to understand a little
<input type="checkbox"/> ④ It is very easy to understand
4. Management and identification of hazard factor
<input type="checkbox"/> ① It is not managed at all
<input type="checkbox"/> ② It is hard to managed well
<input type="checkbox"/> ③ It is a little well managed
<input type="checkbox"/> ④ It is very well managed
5. Legal application at accident and whether to handle compensation
<input type="checkbox"/> ① It is not able to perform at all
<input type="checkbox"/> ② It is able to perform little
<input type="checkbox"/> ③ It is able to perform a little
<input type="checkbox"/> ④ It is able to perform very well

도 2순위의 '점검 및 진단 비용 문제'는 '① 전혀 문제가 없다.', '② 별로 문제가 없다.', '③ 다소 문제가 있다.', '④ 매우 문제가 많다.' 빈도 3순위의 '등급제의 모호성'은 '① 전혀 모호하지 않다.', '② 별로 모호하지 않다.', '③ 다소 모호하다.', '④ 매우 모호하다.', 빈도 4순위의 '점검 및 진단의 구분여부'는 '① 전혀 구분하지 않고 진행한다.', '② 다소

Table 10. Delphi 2nd survey results (Considerations for applying Lab Safety Act)

Survey response	AV	SD	Priority
Comprehensive revision of Lab type covered by Lab. safety Act	3.9	0.3	1
Problems of overlapping application with other law	3.7	0.46	2
Understanding of Lab. Safety Act	2.5	0.92	3
Management and identification of hazard factor	2.4	0.66	4
Legal application at accident and whether to handle compensation	2.2	0.75	5

구분하지 않고 진행 한다.', '③ 다소 잘 구분하여 진행 한다.', '④ 매우 잘 구분하여 진행한다.', 빈도 5순위의 '연구실 환경에서 가변적인 유해인자 확인의 어려움'은 '① 전혀 어렵지 않다.', '② 다소 어렵지 않다.', '③ 다소 어렵다.', '④ 매우 어렵다.'로 설문을 진행하였다.

설문결과를 분석하면 '점검 및 진단 지침 세부 규정의 필요성'이 3.9로 가장 높게 나왔고, '점검 및 진단 비용 문제', 3.7, '연구실환경에서 가변적인 유해인자 확인의 어려움', 3.2, '등급제의 모호성', 3.1, '점검 및 진단의 구분 여부', 2.6 순으로 나타났다.

2차 델파이 설문결과와 세 번째 문항인 '정부부처에 바라는 사항'에서는 빈도 1순위의 '재정적 지원'은 '① 전혀 필요하지 않다.', '② 별로 필요하지 않다.', '③ 다소 필요하다.', '④ 매우 필요하다.', 빈도 2순위의 '정책의 연속성 및 실효성 필요'는 '① 전혀 필요하지 않다.', '② 별로 필요하지 않다.', '③ 다소 필요하다.', '④ 매우 필요하다.', 빈도 3순위의 '관련 공무원의 담당 분야(연구실 안전) 전문성의 필요'는 '① 전혀 필요하지 않다.', '② 별로 필요하지 않다.', '③ 다소 필요하다.', '④ 매우 필요하다.', 빈도 4순위의 '점검 및 진단 대상 기관과의 연계성'은 '① 전혀 필요하지 않다.', '② 별로 필요하지 않다.', '③ 다소 필요하다.', '④ 매우 필요하다.', 빈도 5순위의 '점검 및 진단 이행 및 결과 평가의 중시'는 '① 전혀 필요하지 않다.', '② 별로 필요하지 않다.', '③ 다소 필요하다.', '④ 매우 필요하다.'로 설문을 진행하였다.

설문결과를 분석하면 '재정적 지원'이 3.9로 가장 높게 나왔고, '정책의 연속성 및 실효성의 필요'가 3.7, '관련 공무원의 담당 분야(연구실 안전) 전문성의 필요', 3.6, '점검 및 진단 대상기관과의 연계성', 2.6, '점검 및 진단 이행 및 결과평가의 중시', 2.4순으로 나타났다.

Table 11. Delphi 2st survey questions (Considerations for Conducting Lab Safety Inspection and Safety Diagnosis)

1. Necessity of detailed regulation of inspection and diagnostic procedures
<input type="checkbox"/> ① It is not necessary at all
<input type="checkbox"/> ② It is little necessary
<input type="checkbox"/> ③ It is a little necessary
<input type="checkbox"/> ④ It is very necessary
2. Inspection and diagnostic costs
<input type="checkbox"/> ① There is no problem at all
<input type="checkbox"/> ② There is a little problem
<input type="checkbox"/> ③ There is a problem
<input type="checkbox"/> ④ There is a serious problem
3. Ambiguity of the grade system
<input type="checkbox"/> ① The criteria are very clear
<input type="checkbox"/> ② The criteria are not ambiguous.
<input type="checkbox"/> ③ The criteria are a little ambiguous.
<input type="checkbox"/> ④ The criteria are very ambiguous.
4. Distinction between inspection and diagnosis
<input type="checkbox"/> ① It is not able to distinguish inspection from diagnosis for conducting
<input type="checkbox"/> ② It is hard to distinguish inspection from diagnosis for conducting
<input type="checkbox"/> ③ It is a little easy to distinguish inspection from diagnosis for conducting
<input type="checkbox"/> ④ It is very easy to distinguish inspection from diagnosis for conducting
5. Difficulty identifying variable hazard factors in the laboratory environment
<input type="checkbox"/> ① It is very easy
<input type="checkbox"/> ② It is somewhat easy
<input type="checkbox"/> ③ It is a little difficult
<input type="checkbox"/> ④ It is very difficult

문성의 필요', 3.6, '점검 및 진단 대상기관과의 연계성', 2.6, '점검 및 진단 이행 및 결과평가의 중시', 2.4순으로 나타났다.

Table 12. Delphi 2nd survey results (Considerations for Conducting Lab Safety Inspection and Safety Diagnosis)

Survey response	AV	SD	Priority
Necessity of detailed regulation of inspection and diagnostic procedures	3.9	0.3	1
Inspection and diagnostic costs	3.7	0.46	2
Ambiguity of the grade system	3.1	0.7	4
Distinction between inspection and diagnosis	2.6	0.66	5
Difficulty identifying variable hazard factors in the laboratory environment	3.2	0.74	3

Table 14. Delphi 2nd survey results (Requirements for Government)

Survey response	AV	SD	Priority
Necessity of financial support	3.9	0.3	1
Necessity of policy continuity and effectiveness	3.7	0.46	2
Necessity of expertise in field of responsibility of related public officials	3.6	0.49	3
Relationship with inspection and diagnosis target institution	2.6	0.49	4
The importance of carrying out inspection and diagnosis and evaluating the results	2.4	0.49	5

3. 3차 델파이 분석결과

2차 델파이 결과를 토대로 각 항목의 우선순위에 대한 설문을 진행하였다. 5가지 항목에 대해 가장 중요하게 고려되어야 하는 순서대로 우선순위를 조사하고, 이를 취합하여 그 결과를 분석하였다.

첫 번째 질문인 '연구실 안전법 적용시 고려할 사항'의 우선순위에 대한 질문에서 '연구실 안전법 적용범위 개정 필요성'은 1순위 18명, '타법과의 중복적용의 문제점'은 2순위 12명, '연구실안전법의 이해도'는 3순위 10명, '유해인자 확인 및 관리여부'는 4순위 13명, '사고시 법적 적용 및 보상 처리 여부'는 5순위 12명 순으로 응답되었다.

두 번째 질문인 '연구실 안전 점검 및 정밀 안전진단 시 고려할 사항'에서의 우선순위에 대한 질문

Table 13. Delphi 2st survey questions (Requirements for Government)

1. Necessity of financial support
<input type="checkbox"/> ① It is not necessary at all
<input type="checkbox"/> ② It is little necessary
<input type="checkbox"/> ③ It is a little necessary
<input type="checkbox"/> ④ It is very necessary
2. Necessity of policy continuity and effectiveness
<input type="checkbox"/> ① It is not necessary at all
<input type="checkbox"/> ② It is little necessary
<input type="checkbox"/> ③ It is a little necessary
<input type="checkbox"/> ④ It is very necessary
3. Necessity of expertise in field of responsibility of related public officials
<input type="checkbox"/> ① It is not necessary at all
<input type="checkbox"/> ② It is little necessary
<input type="checkbox"/> ③ It is a little necessary
<input type="checkbox"/> ④ It is very necessary
4. Relationship with inspection and diagnosis target institution
<input type="checkbox"/> ① It is not necessary at all
<input type="checkbox"/> ② It is little necessary
<input type="checkbox"/> ③ It is a little necessary
<input type="checkbox"/> ④ It is very necessary
5. The importance of carrying out inspection and diagnosis and evaluating the results
<input type="checkbox"/> ① It is not necessary at all
<input type="checkbox"/> ② It is little necessary
<input type="checkbox"/> ③ It is a little necessary
<input type="checkbox"/> ④ It is very necessary

에서 '점검 및 진단 지침 세부 규정의 필요성'이 1순위로 12명, '점검 및 진단 비용 문제'가 2순위로 12명 '등급제의 모호성'이 3순위로 13명, '점검 및 진단의 구분여부'가 4순위로 11명, '연구실환경에서 가변적인 유해인자 확인의 어려움'이 5순위로 12명 순으로 응답되었다.

Table 15. Delphi 3rd survey results (Considerations for applying Lab Safety Act)

Priority	Survey response	Frequency
1	• Comprehensive revision of Lab type covered by Lab safety Act	18
	• Problems of overlapping application with other law	2
2	• Problems of overlapping application with other law	12
	• Understanding of Lab. Safety Act	3
	• Legal application at accident and whether to handle compensation	3
	• Comprehensive revision of Lab type covered by Lab safety Act	2
3	• Understanding of Lab. Safety Act	10
	• Legal application at accident and whether to handle compensation	4
	• Management and identification of hazard factor	3
	• Problems of overlapping application with other law	3
4	• Management and identification of hazard factor	13
	• Understanding of Lab. Safety Act	4
	• Problems of overlapping application with other law	2
	• Legal application at accident and whether to handle compensation	1
5	• Legal application at accident and whether to handle compensation	12
	• Management and identification of hazard factor	4
	• Understanding of Lab. Safety Act	3
	• Problems of overlapping application with other law	1

세 번째 질문인 ‘정부부처에 바라는 사항’에서의 우선순위에 대한 질문에서 ‘재정적 지원 필요성’이 1순위로 20명, ‘정책의 연속성 및 실효성의 필요’가 2순위로 16명, ‘관련 공무원의 담당 분야(연구실 안전) 전문성의 필요’가 3순위로 14명, ‘점검 및 진단 대상기관과의 연계성’이 4순위로 12명, ‘점검 및 진단 이행 및 결과평과의 중시’가 5순위로 14명 순으로 응답되었다.

IV. 결론

델파이 의견 분석을 종합해보면, 연구실안전법 적용시 고려할 사항에서는 1 순위로 연구실안전법 개정이 필요하다. 이는 그동안 연구실관리자들이

Table 16. Delphi 3rd survey results (Considerations for Conducting Lab Safety Inspection and Safety Diagnosis)

Priority	Survey response	Frequency
1	• Necessity of detailed regulation of inspection and diagnostic procedures	12
	• Inspection and diagnostic costs	8
2	• Inspection and diagnostic costs	12
	• Necessity of detailed regulation of inspection and diagnostic procedures	8
3	• Ambiguity of the grade system	13
	• Distinction between inspection and diagnosis	4
	• Difficulty identifying variable hazard factors in the laboratory environment	3
4	• Distinction between inspection and diagnosis	11
	• Difficulty identifying variable hazard factors in the laboratory environment	5
	• Ambiguity of the grade system	4
5	• Difficulty identifying variable hazard factors in the laboratory environment	12
	• Distinction between inspection and diagnosis	5
	• Ambiguity of the grade system	3

연구실안전법 대상 연구실의 경우 해당 법을 통해 관리를 했지만, 유해위험요인이 상존하는 융복합학과 및 예체능계연구실등에 대해선 법적용에 대한 애로사항이 많은데 기인한다. 따라서 법개정을 통해 융복합학과등의 새로운 형태의 연구실 및 과학기술분야 연구실에 해당되지는 않지만 유해위험요인이 상존하는 법 사각지대의 연구실에 대해서도 법 적용 기준에 대한 명확한 근거를 제시해줄 필요가 있고, 2순위로 산업안전보건법 적용이 되는 연구실에 있어서 연구실안전법의 중복규제를 받는 부분이 해소될 필요가 있다. 기업부설연구소의 경우 산업안전보건법, 연구실안전법등을 중복적으로 적용받아 반복되는 진단 점검등으로 연구활동이 위축되고, 연구실안전관리자의 피로도만 증가시킬 우려가 있다. 중복규제 부분은 해당부분의 상호인정을 통해 해소하고 연구실안전법은 산업안전보건법이 미치지 못하는 연구실의 특수한 현장적용을 통해 연구실 안전환경관리자들의 불필요한 수고를 덜어주고 연구실 안전 효과를 높일 필요가 있다. 3,

Table 17. Delphi 3rd survey results (Requirements for Government)

Priority	Survey response	Frequency
1	<ul style="list-style-type: none"> • Necessity of financial support 	20
2	<ul style="list-style-type: none"> • Necessity of policy continuity and effectiveness • Necessity of expertise in field of responsibility of related public officials • Relationship inspection and diagnosis target institution 	16 3 1
3	<ul style="list-style-type: none"> • Necessity of expertise in field of responsibility of related public officials • Necessity of policy continuity and effectiveness • Relationship inspection and diagnosis target institution • The importance of carrying out inspection and diagnosis and evaluating the results 	14 3 2 1
4	<ul style="list-style-type: none"> • Relationship inspection and diagnosis target institution • The importance of carrying out inspection and diagnosis and evaluating the results • Necessity of expertise in field of responsibility of related public officials • Necessity of policy continuity and effectiveness 	12 5 2 1
5	<ul style="list-style-type: none"> • The importance of carrying out inspection and diagnosis and evaluating the results • Relationship inspection and diagnosis target institution • Necessity of expertise in field of responsibility of related public officials 	14 5 1

4순위로는 쉽게 이해할 수 있는 교안등을 출간하고, 상시적인 교육을 통해 연구실안전법의 이해도를 높이고, 이를 바탕으로 유해인자를 효율적으로 확인 및 관리할 필요가 있다. 5순위로는 사고발생시 즉각적인 대처가 될 수 있도록 교육과 훈련이 필요하다.

두번째로 연구실 안전 점검 및 정밀 안전 진단시 고려할 사항으로는 1순위로 점검 및 진단지침의 세부적인 규정이 필요한 것으로 나타났다. 현재 연구실안전법의 경우 가스, 위험물, 기계등의 유해인자에 있어 자체적인 규정으로 두고 있지 않고, 산업안전보건법, 고압가스법, 액화석유가스법, 화학물질관리법, 위험물안전관리법등을 차용하여 규정하

고 있다[6, 10, 11, 12, 13]. 위 법들의 경우 안전기준 대상이 다량의 유해위험물질을 사용하는 산업현장 및 근로자이다 보니 이와는 사정이 다른 연구실의 고유한 위험요인등에 효과적으로 적용시키기 어려운 현실이다. 현재의 연구실환경은 유해위험물질로 다품종 소량사용이 많고, 대학연구실의 경우 연구활동종사자들이 학위 취득과정의 미숙련 연구원들임에도 수시로 변하는 다양한 프로젝트들을 수행하고 있어 이에 대한 연구실 환경의 특수성을 고려한 자체적인 유해인자 기준 마련이 시급한 실정이다. 2순위로는 점검 및 진단 비용 문제가 있다. 현재 최저입찰제를 통해 안전점검 및 진단이 이뤄지고 있고, 법적으로 진단시 연구실의 규모 및 개수에 대한 정확한 지침이 없어, 진단현장에서의 낮은 비용과 이로인한 부실진단이 우려되는 현실이다. 3순위로는 점검 및 진단시 등급제의 모호성으로 인해 진단 실시자에 따라 서로 다른 평가등급이 나올 수 있어, 법적인 정비가 시급하다. 4순위로는 점검 및 진단의 구분에 있어 2년마다 정밀안전진단, 1년마다 안전진단을 진행함에 있어 연구실현장에서는 연구실안전관리자들 및 진단실시자들의 경우도 점검 및 진단의 뚜렷한 인식차이가 약한 실정이다. 이에 따라 정밀안전진단으로 관리해야 할 고위험도 연구실의 효율적인 안전관리가 미흡할 수 있다. 위험도가 큰 연구실의 선정이나, 해당연구실에 구체적인 진단지침을 통해 점검 및 진단의 구별이 필요하다.

5순위로 점검 및 진단의 경우 연구실 환경 자체에 대한 유해인자를 대상으로 실시하지만, 이를 통해 연구활동종사자의 연구활동시 나타나는 유해인자는 확인하기 어려운부분이 있다. 진단실시자의 연구과제에 대한 전문지식 부족 및 연구과제의 보안등의 이유로 연구활동 가운데 연구활동종사자들이 직면할 수 있는 다양한 유해인자들은 현장 진단이나 점검으로 알아내기 어렵다. 따라서 현재 시행되고 있는 사전유해인자분석을 통해서 이러한 유해인자를 확인하고 관리해야 하는데, 이 경우 연구활동종사자들의 적극적인 참여가 필요하다.

세번째로 정부부처에 바라는 사항으로 재정적 지원 필요성이 1순위로 나타났다. 대학이나 기업에서의 연구실안전비용으로는 효과적인 안전관리가 미흡한 실정이다. 각 연구주체의 장이 연구실안전업무에 대한 인식의 부족 및 외부업무 인력등의 부족으로 인해 연구실안전업무를 전담하는 연구실 안전관리자도 안전업무외에도 기타 다른 업무를 겸하는 경우가 많다. 정부재정지원을 통해 연구실 안전관리자가 실질적인 효과적으로 연구실 안전업

무에 집중할 수 있도록 할 필요가 있다. 이외에도 안전물품 구입, 인건비 지원, 연구실안전분야에 대한 인센티브지원등을 복합적으로 추진할 필요가 있다. 정책의 연속성 및 실효성의 필요가 2순위로 나타났다. 사전유해인자분석, 연구개발활동안전분석(R&DSA)등 연구실 안전을 위한 좋은 정책등은 지속적으로 나오지만, 연구실 현장 상황을 충분히 반영하지 못하면 실효적인 정책이 되기가 어렵다 [4]. 연구책임자 및 연구활동종사자가 이러한 정책의 필요성을 충분히 인식하고 연구활동가운데 이를 적용시키려는 노력이 필요하다. 이것이 연구실 안전에 대한 기본이 될 때 그 다음의 또 다른 연구실 안전을 위한 정책을 진행시킬 수 있다. 대학의 경우 수많은 연구실을 소수의 연구실안전관리자가 관리하고 있어, 연구책임자 및 연구활동종사자의 참여가 없다면, 이러한 정책은 연구실안전관리자의 업무만 과중시킬 것이다. 3순위로는 관련 공무원의 담당 분야(연구실 안전) 전문성이 필요하다고 의견이 나왔다. 각 대학 및 기업의 연구실안전관리자가 연구실안전과 관련한 궁금한 사항을 해당 부처공무원에게 문의할 경우, 명확한 기준에 대한 답변을 받는데 애로사항이 있다는 의견이 있었다. 4순위로 는 연구실 안전 담당 부처는 과학기술정보통신부 로 과학기술분야의 연구실이 주 점검 및 진단대상 으로 설정되어 있지만, 대학 등의 교육기관의 과학 기술분야외의 연구실등도 위험성이 상존해 있어, 관련 정부부처인 교육부등도 직간접적으로 참여하 고 있는 실정이다. 따라서 관계부처의 업무영역을 기준으로 한 연구실 안전점검 및 정밀안전진단보 다는 진단대상의 특수성을 기준으로 한 안전점검 및 정밀안전진단이 진행될 필요가 있고, 이에 따른 해당부처간의 협업이 필요하다. 5순위로는 점검 및 진단의 이행여부 및 결과평가에 대해서는 이행이 되지않거나 결과에 대한 보완조치가 부실할 경우 좀 더 강력한 제재를 통해 현장 연구실의 안전을 위한 필수적인 제도로 자리잡을 수 있도록 정책적 인 뒷받침이 필요하다.

감사의 글

본 연구는 2017년도 인천대학교의 연구비 지원으로 수행되었으며, 지원에 감사를 드립니다.

REFERENCES

- [1] 이정권, “실험실 내 고압가스용기 관리실태 및 사고예방대책”, 가스신문, 2016.07.28
- [2] “세종대에서 유독가스 누출, 2,000명 긴급 대피”, 안전저널, 제199호, (2013)
- [3] 이은비, “인하대 실험실서 황화수소 혼합가스 누출...학생 등 긴급대피”, YTN, 2018. 05. 24
- [4] 한상열, “카이스트 실험실에서 염소 누출사고”, 가스신문, 2018.10. 04.
- [5] 법제처, “연구실 안전환경조성에 관한 법률”, 과학기술정보통신부, 법률 제15563호, (2018)
- [6] 법제처, “산업안전보건법”, 고용노동부, 법률 제15588호, (2018)
- [7] 과학기술정보통신부, “연구실 안전점검 및 정밀안전진단에 관한 지침”, 과학기술정보통신부, 고시 제2018-31호, (2018)
- [8] 과학기술정보통신부, “연구실 사전유해인자위험분석 실시에 관한 지침”, 과학기술정보통신부, 고시 제2017-7호, (2017)
- [9] 박주상, 정육상, “텔파이 분석을 활용한 경찰공무원 채용시험의 개선방안”, 한국민간경비학회, 한국민간경비학회보, 12(2), 112-134, (2013)
- [10] 법제처, “화학물질관리법”, 환경부, 법률 제 15659호, (2018)
- [11] 법제처, “고압가스안전관리법”, 산업통상자원부, 법률 제15505호, (2018)
- [12] 법제처, “액화석유가스안전관리법”, 산업통상자원부, 법률 제15867호, (2018)
- [13] 법제처, “위험물안전관리법”, 소방청, 법률 제 15300호, (2018)