

체크리스트를 이용한 기관형태별, 연구분야별 연구실 안전관리 실태 비교

박재희 · 한우섭* · 갈원모***

한경대학교 안전공학과 · *산업안전보건연구원 화학물질안전보건센터

**울지대학교 보건환경안전학과

(2008. 12. 17. 접수 / 2010. 1. 19. 채택)

Comparison of Laboratory Safety Management States in Organization Type and Research Field by using a Checklist

Jae Hee Park · OuSup Han* · Won-Mo Gal***

Department of Safety Engineering, Hankyong National University

*Chemical Safety and Health Research Center, Occupational Safety and Health Research Institute

**Department of Environmental Health and Safety, Eulji University

(Received December 17, 2008 / Accepted January 19, 2010)

Abstract : Laboratory accidents have happened incidently. However, laboratory safety management has been out of concerns for a long time. At last, the Korean government established an act called Establishment of safe environment of laboratories in 2005. To support the act and to establish policies on laboratory safety management, a national-wide survey was conducted for the 74 research organizations sampled and their 201 laboratories. For the survey, a safety management checklist with 114 items grouped into 20 categories was developed. By using this checklist, safety expert groups investigated the laboratories and evaluated them on the five-point Likert scale. A statistical analysis was conducted to compare the safety management status between different research organization types and between different research fields. The resultsmanaw that the universities are in significant lower level on safety institution and safety education than the public research organizations and theare poration research organizations. In terms of research field, chemistry/chemical engineering laboratories generallymanaw higher level compared with theaothers. Conversely, biology/life science laboratories marked low levels in a number of checklist items.

Key Words : laboratory safety, safety checklist, safety survey

1. 서론

우리나라의 대학, 공공기관, 기업체 등의 연구기관과 그곳에 종사하는 연구활동 종사자는 점점 증가하고 있다. 1999년 기점으로 2005년도의 데이터와 비교해 보면 연구기관 수는 약 178%, 연구원 수는 78% 증가하였다. 특히 기업체 부설 연구소의 수는 203%, 그곳에 종사하는 연구원의 수는 117% 증가해 대학이나 공공기관에 비해 크게 증가했다¹⁾.

반면에 지금까지 연구기관의 연구실 안전관리는 사각지대에 놓여 있었다고 해도 과언이 아니다. 최근까지 대학의 경우 연구 도중 재해를 입을 경우

이에 대한 보험 등이 의무화 되어 있지 않아 적절한 보상을 못 받았으며, 안전 확보를 위한 투자도 미미하였다. 공립연구소와 기업체의 연구소는 산업안전보건법의 적용을 받고 있어 대학보다 상황은 조금 낫기는 하나, 대부분의 사업장들이 산업 현장 위주의 안전관리가 이루어지고 있다. 이러다 보니 그동안 크고, 작은 연구실 안전사고가 빈발해 이에 대한 국가적 대책 마련이 요구되었다.

마침내 2005년 연구실 “안전환경 조성을 위한 법률”(이하 연구실안전법)이 제정되었으며, 이후 국내에서도 연구실 안전에 관한 관심이 증대되고 있다. 이에 정부는 연구실 안전 관련 정책 개발과 관련 사업 추진을 위한 연구실 실태 파악에 나서게 되었으며, 이를 위한 체계적 연구실 안전 평가 방법이

* To whom correspondence should be addressed.
wongal@eulji.ac.kr

필요했다.

어떤 기관의 안전을 전반적으로 평가할 수 있는 방법으로는 설문조사(questionnaire survey), 체크리스트(checklist) 평가, 전문가 감사(expert audit) 등이 있을 수 있다.

설문조사는 해당 기관의 안전관리 담당자 등이 자체 평가를 수행하게 되므로, 비용 등을 절감할 수 있으나 저조한 응답율과 답변의 신뢰성 등에 문제가 있을 수 있다²⁾.

전문가 감사는 안전분야의 전문가가 지식과 경험을 이용해 대상 기관의 안전관리에 대해 평가를 하는 것이나, 다수의 기관을 대상으로 할 때에는 전문가의 부족과 일정한 평가 양식이 준비되지 않을 경우 상호 간의 비교가 어렵다는 단점을 갖는다.

이에 반해 체크리스트를 이용한 방법은 평가 양식이 일정해 기관 간의 정량적 비교가 가능하며, 평가항목을 적절히 설정한다면 어떤 기관의 안전관리 수준을 전반적으로 다 평가할 수 있다는 장점을 지닌다³⁾.

이에 본 연구에서는 체크리스트를 사용해 국내 연구기관들의 안전관리 실태를 평가하기로 결정했

으며, 이를 위해 새로운 안전관리 평가 체크리스트를 개발했다. 조사는 개발된 체크리스트를 사용해 다수의 전문가 팀들이 현장을 방문해 이루어졌다.

조사 결과 국내 연구실 현장의 여러 취약한 안전관리 상태 등이 드러났으며, 이들에 대한 조사 결과는 통계분석을 통해 요약되었다. 본 조사 연구 결과는 우리나라의 연구실 안전정책 수립에 기초 자료로 활용될 수 것이다.

2. 방법

2.1. 체크리스트 개발

사업장의 안전 점검을 위한 기계·설비 별 혹은 업종별 체크리스트가 개발되어 널리 활용되고 있다. 그러나 국내에는 상대적으로 연구실만을 위해 개발되어 사용되고 있는 체크리스트는 그리 많지 않다. 최근에 들어서 몇 개의 체크리스트 등이 개발되었다.

대표적인 것으로는 김두환 등⁴⁾의 것과 이정학 등⁵⁾이 연구 과제를 수행하면서 개발한 것들이 있다. 반면에 외국에는 이미 많은 대학과 연구소 등에서

Table 1. Question items in laboratory safety checklist

구분	체크리스트 구성 내용	세부 항목수
안전관리 제도	Q01. 연구실 안전 정책	9
	Q02. 유해위험 인자 및 물질 작업 계획	2
	Q03. 보험 가입 여부	3
	Q04. 연구실 책임자 및 안전 담당자 지정	5
	Q05. 물질안전보건자료 관리 유무	3
	Q06. 건강검진 등 관리	5
연구자 안전교육훈련	Q07. 재해 발생 시 비상 대응 계획	3
	Q08. 작업내용 변경, 신규채용, 방문자에 대한 안전교육	8
	Q09. 재해 시 응급 처치 및 행동 요령 숙지	9
연구자 안전의식	Q10. 휴식 시간 및 휴면 여부	2
	Q11. 실험자 개인 안전관리	10
안전보호구 및 시설	Q12. 실험실 정리 정돈 및 청결 상태	5
	Q13. 실험실 환경 조성에 관한 상태	9
	Q14. 세면시설, 샤워시설 위치 및 관리 상태	2
	Q15. 피난계획 및 피난시설물 관리 상태	3
	Q16. 소방시설 및 경보시설 관리 상태	7
	Q17. 저장물질 및 고압가스 관리 상태	5
전기기계설비 및 유해물질 안전관리	Q18. 폐기물 처리 및 운영 관리 상태	4
	Q19. 전기설비, 기계 및 기구 관리 상태	16
	Q20. 측정장치 관리 상태	4
계		114

[판단 기준]							
5. 매우 잘 관리되고 체계화 되어 있다 4. 잘 관리되고 있는 편이다 3. 보통이다 2. 열악한 편이다 1. 매우 열악하다							
구분 및 항목	관리 상태					문제점	개선대책
	5	4	3	2	1		
1. 연구 실험실 안전 정책							
① 안전관리위원회 구성 및 운영의 적절성							
② 재해 발생 시 비상조치를 위한 조직의 임무 및 수행절차							
③ 유해·위험물질 유출 시 통제 계획 대두일							
④ 각 부서·편원기관의 비상연락체계 작성여부							
⑤ 연구실 안전관리비 계상 여부							
⑥ 사질 평가제도 시행 여부 및 시행 결과							
⑦ 배기용 저장 및 처리 관리 정책							
⑧ 직원 및 연구종사자 건강관리 정책							
⑨ 연구실 안전 환경 조성에 관한 법률에 관한 숙지 사항							

Fig. 1. A page of checklist developed.

연구실 안전을 위한 체크리스트 등을 개발해 널리 사용하고 있다. 미국 플로리다 대학(University of Florida)⁶⁾, 보스턴 대학(Boston University)⁷⁾ 등의 것이 대표적인 예이다.

이에 본 연구에서는 다양한 연구분야 별 연구실을 포괄하며, 안전 전반에 걸쳐 조사 확인할 수 있는 별도의 체크리스트를 개발하였다. 체크리스트의 평가 항목을 선정하기 위해 국내 산업현장의 안전 진단에 사용되는 평가항목들과 체크리스트들을 수집해 분석한 후, 이들 중 연구실 안전분야에 적합한 항목들을 토론을 거쳐 추출하였다. 그 결과 체크리스트에는 모두 20개 부문에 걸쳐 114개 세부평가 항목이 포함되었다. 20개 항목의 내용은 Table 1과 같고, 각 항목은 다시 구체적인 세부 항목으로 나누어 조사했다⁸⁾.

본 연구에서 조사한 대부분 외국 대학들의 체크리스트는 화학, 생물 분야를 중심으로 한 개별 실험실 수준에서의 항목만을 다루고 있는 반면, 본 연구에서 개발한 체크리스트는 연구기관 전체의 안전관리 제도 및 안전의식 등도 다루고 있어 더욱 포괄적이라 할 수 있다. 따라서 본 연구에서 조사할 대학, 국공립연구소, 기업연구소 등의 다양한 연구조직을 다루는데 더 적절하다고 판단되었다.

각 세부항목에 대한 평가는 '1점: 매우 열악하다'에서 '5점 매우 잘 관리되고 체계화되어 있다'식의 5점 언어척도(5-point verbal Likert scale)를 사용해 평가를 하도록 했으며, 문제가 있다고 판단되는 경우 서술식으로 문제점과 개선대책을 작성하도록 했다(Fig. 1 참조). 조사 도중 필요한 경우 현장의

사진을 첨부했다. 조사결과 각 세부항목의 평가치는 산술 평균을 내어 상위 내용에 대한 평가 결과가 되도록 했다.

2.2. 조사 방법

본 연구에서는 74개 기관, 201개 연구실에 대한 전반적인 안전평가를 실시하였는데, 보통 한 연구기관에서 약 2~4개의 연구실이 조사되었다.

조사대상 기관은 대학, 국공립연구소, 기업체연구소 등으로 나누었으며, 동시에 각 기관 내의 연구실 분야는 기계/재료, 전기/전자, 화학/화공, 생물/생명 등의 분야로 나눈 후 지역별로 고루 분포되도록 샘플링 하였다. 조사된 기관의 종류와 연구실 분야는 Fig. 2와 3에 각각 나타내었다.

조사는 2006년 7월부터 약 3개월 간에 걸쳐 다수의 전문조사팀에 의해 이루어졌다. 각 조사팀은 4인 이상의 해당 분야 안전보건전문가들로 구성되었으며 조사팀 간 평가의 일관성을 위해 2차례의 워크숍을 실시했다. 개별 조사팀의 조사결과는 취합되어 전체 기관에 대한 통계 분석을 실시하였다.

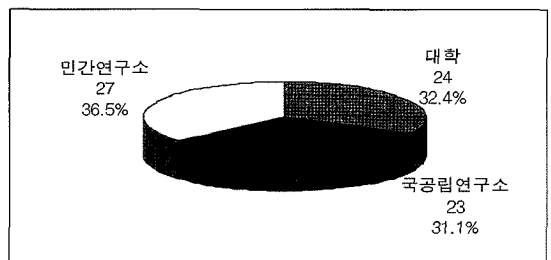


Fig. 2. Ratio of the research organizations surveyed.

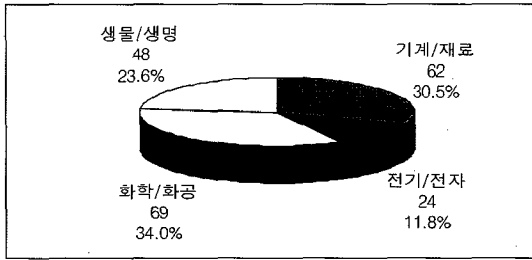


Fig. 3. Ratio of research laboratory types surveyed.

2.3. 통계분석 방법

1~5점 사이의 값으로 평가된 114개 세부 항목의 평가결과는 상위 20개 중분류 된 항목으로 산술 평균을 구해 그 값을 취합했다. 본 연구에서는 이 중분류 된 20개의 평가항목을 가지고 통계적 분석을 실시하였다. 비교검정의 독립변수로는 기관형태와 연구분야로 설정했으며, 평가기준(종속변수)은 20개 항목별로 평가된 점수이었다.

통계적 검정방법으로는 유의수준 0.05에서 비모수검정법인 Wilcoxon/Kruskal-Wallis rank-sum test

를 수행하였다. 모수검정법인 아닌 비모수검정을 사용한 이유는 평가척도에 사용한 5점 언어 척도가 등간격을 유지한다고 판단할 수 없어 비모수분석법을 선택했으며, 분석을 위한 변수가 2개(연구분야와 기관형태)이므로 모수검정의 ANOVA에 해당하는 Wilcoxon/Kruskal-Wallis rank-sum test를 선택했다. 사후검정(Post-hoc analysis)으로는 Tukey-Kramer HSD 검정을 사용하였다. 통계분석 도구로는 SAS사의 JMP 7.0 버전을 이용하였다.

3. 결과와 토의

3.1. 기관형태별 연구실 안전 실태

연구실안전에 관한 한 대학은 최근까지 법률적 사각지대에 놓여 있었다. 반면에 출연연구소나 기업연구소 등은 산업안전보건법의 적용을 받아 어느 정도 관리가 이루어지고 있었다. 이러한 사실은 이번 현장조사에서도 그대로 드러났다.

전반적으로 대학은 국공립연구소나 기업연구소

Table 2. Evaluation results of the safety management of research organizations

구분	체크리스트 평가 항목	유의확률	
		기관형태별	연구분야별
안전관리 제도	Q01. 연구실 안전 정책	.143	.043* (BEM<EMC)
	Q02. 유해위험 인자 및 물질 작업 계획	.007** (U<RP)	.084
	Q03. 보험 가입 여부	.022* (UR<RP)	.072
	Q04. 연구실 책임자 및 안전 담당자 지정	.317	.047* (BEM<EMC)
	Q05. 물질안전보건자료 관리 유무	.031* (UR<RP)	.100
	Q06. 건강검진 등 관리	.150	.144
연구자 안전교육훈련	Q07. 재해 발생 시 비상 대응 계획	.618	.220
	Q08. 작업내용 변경, 신규채용, 방문자에 대한 안전교육	.041* (UR<RP)	.311
	Q09. 재해 시 응급 처치 및 행동 요령 숙지	.001** (U<RP)	.247
연구자 안전의식	Q10. 휴식 시간 및 휴면 여부	.514	.143
	Q11. 실험자 개인 안전관리	.611	.310
	Q12. 실험실 정리 정돈 및 청결 상태	.712	.150
안전보호구 및 시설	Q13. 실험실 환경 조성에 관한 상태	.909	.236
	Q14. 세면시설, 샤워시설 위치 및 관리 상태	.094	.306
	Q15. 피난계획 및 피난시설물 관리 상태	.796	.205
	Q16. 소방시설 및 경보시설 관리 상태	.147	.666
	Q17. 저장물질 및 고압가스 관리 상태	.438	.019* (BME<EC)
전기·기계설비 및 유해물질 안전관리	Q18. 폐기물 처리 및 운영 관리 상태	.507	.022* (BEM<EMC)
	Q19. 전기설비, 기계 및 기구 관리 상태	.532	.031* (BE<ECM)
	Q20. 측정장치 관리 상태	.157	.330

U: 대학, R: 국공립연구소, P: 기업연구소
M: 기계/재료, E: 전기/전자, C: 화학/화공, B: 생물/생명
*: 유의확률 P<0.05
**: 유의확률 P<0.01

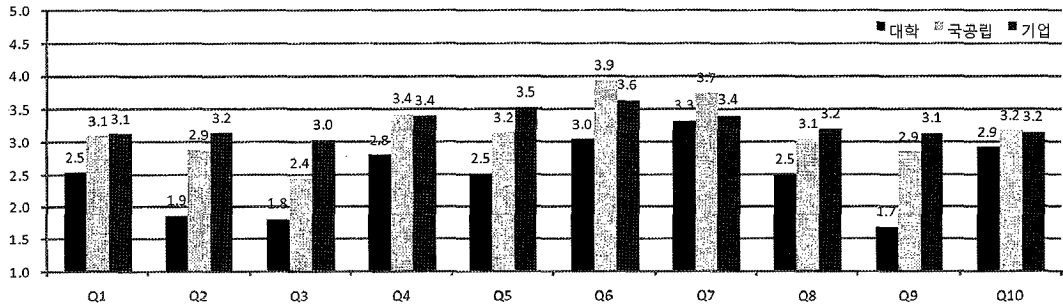


Fig. 4. Evaluation results of questions Q1-Q10 by organization type.

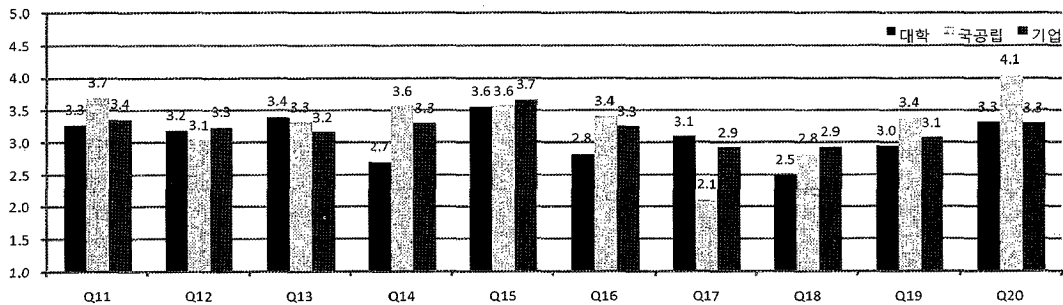


Fig. 5. Evaluation results of questions Q11-Q20 by organization type.

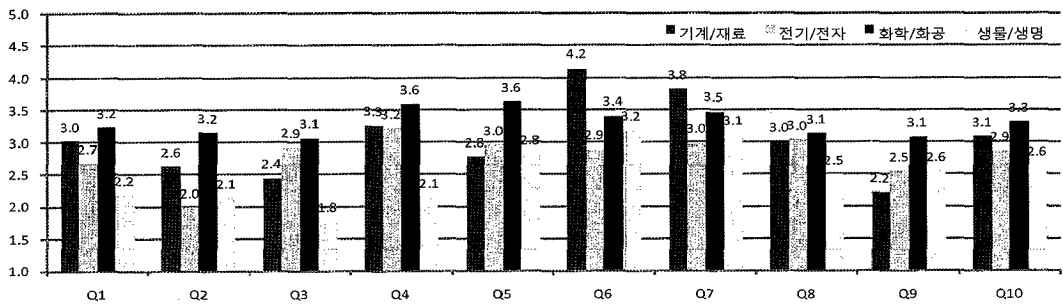


Fig. 6. Evaluation results of questions Q1-Q10 by research field.

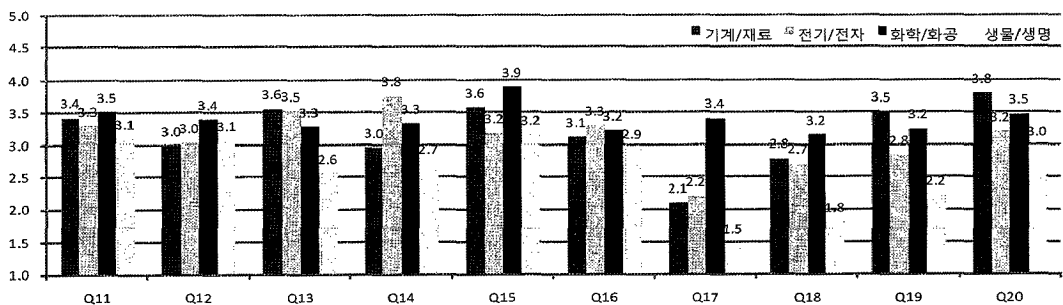


Fig. 7. Evaluation results of questions Q11-Q20 by research field.

에 비해 낮은 평가를 받았다(Fig. 4, 5 참조). 상대적으로 기업연구소는 높은 평가를 받았다. 20개 중분류 항목별로 살펴본 결과는 다음과 같다.

대학은 기업연구소나 국공립연구소에 비해 안전

관리 제도 부분과 연구자 안전교육훈련 부문에서 상대적으로 낮은 평가결과를 보였다. 중분류 항목별로 살펴보면, 대학은 ‘유해위험 인자 및 물질 작업 계획’ 항목(Q2)에서 기업연구소와 국공립연구소

소에 비해 통계적으로 유의하게 낮은 평가를 받았다($p=0.007$). 비슷하게 ‘물질안전보건자료(MSDS)의 관리 유무’ 평가항목(Q5)에서도 기업연구소에 비해 낮은 평가를 받았다($p=0.031$).

‘보험 가입 여부’ 평가 항목(Q3)에서 대학은 기업 연구소에 비해 낮은 평가를 받았는데($p=0.022$), 이는 기업연구소는 그간 산업재해보상보험법에 의해 보험가입이 의무사항이었지만, 대학은 그렇지 않았기 때문이다. 최근 대학도 연구실안전법에 의해 보험가입이 의무화되었다.

연구자 안전교육훈련 부문에서도 대학은 기업이나 국공립연구소에 비해 낮은 평가를 받았는데, ‘작업내용 변경, 신규채용, 방문자에 대한 안전교육’ 평가 항목에서 기업연구소에 비해 유의하게 낮은 평가를 받았다($p=0.041$). 그간 대학에서의 석박사과정 학생들에 대한 안전교육은 연구실 단위로 교수나 조교 등이 임의로 하는 구두교육이 대부분이었으며, 체계적인 안전교재 등이 존재하지 않았다. 반면 산업안전보건법의 적용을 받는 기업연구소에서는 채용 시 8시간 안전교육과 매월 2시간 이상의 안전교육이 의무화 되어 있다.

안전교육과 관련해 특히 ‘재해 시 응급 처치 및 행동 요령 숙지’ 평가 항목(Q9)에서 대학은 현저히 낮은 평가 점수(1.7)를 받았는데, 실제 현장 인터뷰 시 대학의 석·박사과정 학생들과 연구자들은 이에 대한 교육을 거의 받지 못해 지식이 없었다.

국공립연구소는 전반적으로 기업연구소와 비슷한 수준에서의 평가를 받았지만, ‘저장물질 및 고압가스 관리 상태’ 평가 항목(Q17)에서는 대학보다도 낮은 평가를 받았다. 실제 상대적으로 많은 양의 위험물질과 가스를 사용하는 출연연구소 등에서 이에 대한 관리가 소홀한 것이 현장 조사에서 관찰되었다.

3.2. 연구분야별 연구실 안전 실태

연구실 안전관리는 연구분야에 따라 달라질 수밖에 없다. 상대적으로 위험물질을 많이 사용하는 화학/화공 분야의 연구실들과 전기/전자 분야의 연구실은 관리 특성이 다를 수밖에 없을 것이다. 본 연구에서는 이러한 연구분야별 연구실 안전관리 수준이 다른 지 알아보기 위해 비교 분석을 하였다.

전체적으로 화학/화공 분야의 연구실이 다른 분야에 비해 높은 점수의 평가를 받았다. 이는 전통적으로 화학/화공 분야가 상대적으로 위험 물질을 많이 취급하게 되면서 자연스럽게 안전관리에 대해

서도 관심을 많이 갖게 된 것으로 파악된다. 반면에 생물/생명 분야의 연구실은 상대적으로 낮은 평가를 받았다. ‘연구실 안전정책’ 수립에 관한 평가항목(Q1)에서 생물/생명 분야의 연구실은 화학/화공 분야 연구실에 비해 통계적으로 유의하게 낮은 평가를 받았다($p=0.043$). ‘연구실 책임자 및 안전담당자 지정’ 평가 항목에서도 생물/생명 분야는 상대적으로 낮은 평가를 받았다($p=0.047$).

‘저장물질 및 고압가스 관리 상태’ 평가 항목에서는 생물/생명 분야와 기계/재료 분야가 화학/화공 분야와 전기/전자에 비해 낮은 평가를 받았다($p=0.019$).

‘폐기물 처리 및 운영 관리 상태’ 항목(Q18)에서도 생물/생명 분야는 낮은 평가를 받았으며($p=0.022$), ‘전기설비, 기계 및 기구 관리 상태’ 평가항목에서는 생물/생명 분야가 화학/화공 분야나 기계/재료 분야에 비해 열악하게 관리하고 있는 것으로 나타났다($p=0.031$). 연구분야별, 평가 결과를 종합해 볼 때 현재 안전관리 수준에 어느 정도 차이가 있는 것으로 나타났으며, 그 순서는 화학/화공, 기계/안전과 전기/전자, 생물/생명 순인 것으로 나타났다. 이러한 차이는 관리 수준의 차이에서 기인한 것도 있으나 연구분야별 고유의 특성에서 기인한 것도 있을 것으로 판단된다. 따라서 향후 연구실 안전관리 정책을 수립하는 과정에서도 연구실 특성을 감안하는 것이 좋을 것으로 여겨진다.

또한 본 연구에서 사용한 체크리스트도 비교적 모든 분야의 특성을 최대한 반영하려 했지만, 실제 현장 평가 과정에서는 각 분야별로 일부 안 맞는 경우도 발견되어 향후 이에 대한 개선이 요구된다.

4. 결론

과학기술분야의 고급 인력과 설비 보호를 위해 연구실 안전관리는 소홀 할 수 없는 분야이다. 그럼에도 그동안 이에 대한 법률 미비와 관심 소홀로 크고 작은 사고들이 계속 발생해왔다. 이제 연구실안전법이 제정 시행되고 있고, 이의 정책적 실현을 위한 각종 제도들이 실현되고 있다. 이러한 시점에 무엇보다도 현재의 연구실 안전관리 실태를 파악하는 것은 무엇보다 중요하다. 이에 본 연구에서는 안전관리 체크리스트를 개발하고 이를 이용해 74개 연구기관과 그것들의 201개 연구실을 현장 조사한 후 평가하였다.

평가 결과 기관형태별로는 대학이 가장 취약한

연구실 안전관리 수준을 보였으며, 연구분야별로는 생물/생명 분야가 가장 낮은 수준을 보였다. 물론 다른 기관들과 다른 연구분야가 절대적 기준에서 만족할만한 수준의 안전관리를 수행하고 있는 것은 아니나, 한정된 자원을 배분 시 취약한 부분에 대한 우선적 투자 등이 고려될 수 있을 것이다.

본 연구도 제한된 시간과 다양한 기관들에 대한 조사를 수행하며, 체크리스트의 부적절한 측면들이 발견되었다. 이러한 부분에 대해서는 추후 연구 과제를 통해 개선되어 나가야 할 것이다.

참고문헌

- 1) 한국과학기술기획평가원, 과학기술연구활동조사보고서, 과학기술부, 2006.
- 2) 박재희, 김두환, “연구실 안전정책 수립을 위한 연구실 안전실태 설문조사”, 한경대학교 학술논문집, 2007.
- 3) Patton, M.Q., *Research and evaluation methods*, SAGE, 2002.
- 4) 김두환, 박재희, 한우섭, 연구실 안전기술 지침 개발을 위한 정책 연구, 한국과학재단, 2005.
- 5) 이정학, 박태주, 최민규, 박정임, 대학실험실 안전보건관리지침 개발 및 점검체계 구축, 교육인적자원부, 2005.
- 6) www.ehs.ufl.edu/Lab/checklist.htm
- 7) <http://www.bu.edu/ehsmc/programs/labsafe/LabSafeChecklist.pdf>
- 8) 한국엔지니어링진흥협회, 연구실 안전환경 기반 구축사업: 연구실 안전관리 실태조사, 과학기술부, 2007.