

국내 작업환경측정기관 인정제도 도입을 위한 현황 조사 연구

박덕목 · 박정임¹⁾ · 신용철²⁾ · 차정영³⁾ · 정지연⁴⁾ · 김부욱²⁾ · 백남원³⁾ *

한국산업안전공단 부산지역본부 · ¹⁾한국환경정책평가연구원 ·
²⁾인제대학교 보건안전공학과 · ³⁾서울대학교 보건대학원 · ⁴⁾한국산업안전공단 산업안전보건연구원

A Study on Introduction of Accreditation Program for Industrial Hygiene Laboratories in Korea

Deok Mook Park · JeongIm Park¹⁾ · Yong Chul Shin²⁾ · Jeong Young Cha³⁾ ·
Jee Yeon Jeong⁴⁾ · Boo Wook Kim²⁾ · Nam Won Paik³⁾ *

Busan Regional Headquarter, Korea Occupational Safety and Health Agency ·

¹⁾Global Environment Research Center, Korea Environment Institute ·

²⁾Department of Occupational Health and Safety Engineering, Inje University ·

³⁾Graduate School of Public Health, Seoul National University

⁴⁾Occupational Safety and Health Research Institute, Korea Occupational Safety and Health Agency

There are growing needs for improving the general performances of the domestic working environment evaluation organizations. For this purpose, introduction of laboratory accreditation program has been suggested. This study was conducted as a part of this effort. With a questionnaire developed in accordance with the ISO/IEC 17025, the current status of industrial hygiene (IH) laboratories in terms of manpower, management and technical aspects. The results of this study were as follows:

1. The average working staffs' number of the working environment evaluation organizations was 6.8 ± 3.3 persons. In addition, 49% of all organizations are run by less than 5 persons. This suggests that manpower of Korean IH laboratories is very limited.

2. IH laboratories surveyed in this study obtained 53% of the points by the international standard. And there is significant correlation between the number of staffing and total scores ($p < 0.05$).

3. The period of work experience is one of the most important factors to determine the working capability. The average year of work experience of the laboratories' directors was 13.5 ± 5.3 years. Directors with more work experiences

obtained higher scores on the questions that ask to prove the appropriateness of the research methodology ($p < 0.05$).

4. As for academic qualifications of laboratory directors, 14% had Ph.D., 31% with Master's, 29% with Bachelor's, and 4% had Associate degree. There was significant correlation between the total scores and the general managers' academic background ($p < 0.05$). The 27% of laboratory directors have majored in either industrial hygiene or health, 8% majored in medicine, another 8% majored environmental studies, and 6% majored in chemistry.

5. Only 14% of all IH laboratories surveyed employ directors with Certified Industrial Hygienist licence, 41% have general managers with Certified Associate Industrial Hygienist (Level 1) licence, and 45% of all laboratories either employ directors without relevant qualification or did not respond. When the laboratory manger holds relevant qualification, laboratory health and safety management was better ($p < 0.05$).

6. When compared to the general international standard in terms of the management, and 55% in terms of technological level.

Key Words : working environment evaluation, accreditation, ISO/IEC 17025, quality control

I. 서론

작업환경측정이란 근로자의 건강에 장애를 줄 수 있는 물리적, 화학적, 생물학적 및 인간공학적인 유해인자들을 알아내고, 측정, 분석, 평가하는 과정이다. 특히 화학적 유해인자의 노출평가를 하기 위해서는 예비조사, 측정전략수립, 측정기구의 보정, 시료채취, 시료의 운반 및 보관, 분석, 자료처리 등의 복잡한 과정을 거치게 되고, 전문성이 요구된다. 따라서 평가 결과의 정확성은 실험실에서 이루어지는 시료분석만으로 달성할 수 없으며, 예비조사부터 자료처리까지 전 과정에 걸쳐서 세심한 주의를 기울여야 한다(백남원 등, 1999).

작업환경측정제도의 시행 이후 측정결과에 의한 불신과 불만은 근로자, 사업주 뿐 만 아니라 산업보건 전문가들 사이에서도 빈번히 발생하였고 측정결과와 정확도와 신뢰도를 향상시키기 위한 노력으로 1992년부터 정도관리제도를 시행해 오고 있다. Fig. 1에서 보듯이 제1회 정도관리에서 측정기관들의 분석 적합률은 유기용제 분야가 43.3%, 금속분야가 51.7%이었고, 두 분야 모두 합격한 기관은 31%에 지나지 않았다. 하지만 이 후 각 기관들의 분석능력은 꾸준히 향상되어 10여년이 지난 최근에는 90% 이상의 합격률을 보이고 있다(Oh et al., 1993; 한국산업안전공단, 2005).

정도관리제도가 측정기관의 시료 분석능력을 크게 향상시켰지만 직업병이 커다란 사회문제로 대두되고 산업위생 분야의 측정치가 측정기관마다 차이를 보이고 있어(노영만 등, 2004) 작업환경측정 결과에 대한 신뢰도를 획득하는 궁극적인 목표를

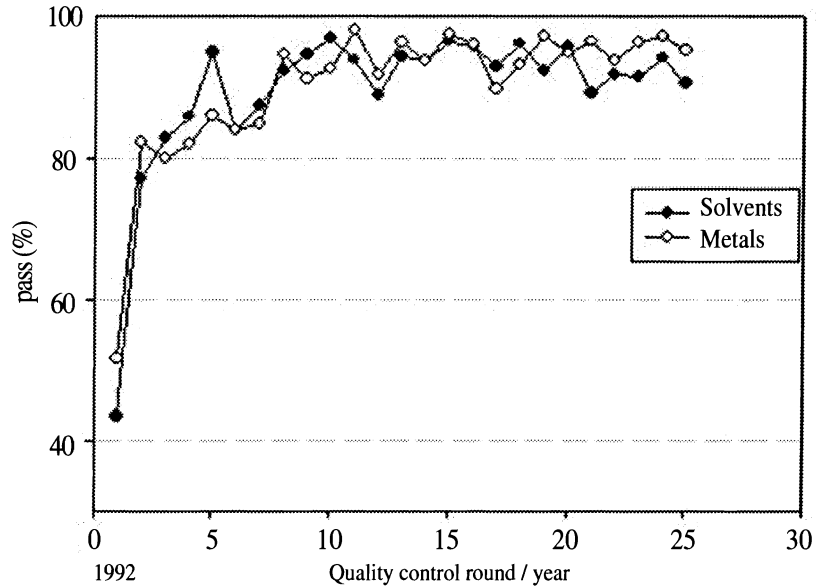


Fig. 1. Analysis proficiency of participating laboratories for organic solvents and metals in the Korean Quality Control.

달성했는가에 대한 비판과 제도의 효용성에 대한 문제가 제기되고 있다. 이에 정도관리제도의 개선을 도모하기 위해서 인정(accreditation)제도 도입의 필요성이 요구되고 있다(한국산업안전공단, 2004; 노영만 등, 2004; 한국산업안전공단, 2002).

인정제이란 법률 또는 국제기준에 적합한 인정기관이 해당기준에 따라 시험기관의 품질관리 시스템과 능력을 자격 있는 평가사가 평가하여 특정분야에 시험분석능력이 있다는 것을 공식적으로 인정하는 것을 말한다. 인정제도는 인적자원, 분석능력, 장비, 품질관리, 기록관리, 분석방법, 현장 실사 등 작업환경측정기관의 분석 능력 뿐 만 아니라 경영 및 기술적인 면을 모두 확인함으로써 작업환경측정기관의 종합적인 수준을 평가하는 것이다. 즉 문서화 및 기록을 유지함으로써 계통적 오류와 우연한 오류 가능성을 최소화할 수 있고 이는 측정결과와 신뢰도와 정확도를 달성하는데 중요한 증거가

된다(한국산업안전공단, 2004; 기술 표준원, 2000).

작업환경측정제도가 시행된 후 인정제도 도입을 요구하는 의견이 꾸준히 제시되고 있으나 작업환경측정기관에서는 인정을 받기위하여 어떠한 점이 부족하고 어떠한 준비를 갖추어야 하는지는 구체적으로 조사된 것이 부족한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 시험기관에 일반적으로 적용되는 국제규격인 International Organization for Standardization /International Electrotechnical Commission 17025 (이하 ISO /IEC 17025)에 근거하여 개발한 설문지로 국내 작업환경측정기관의 현 실태를 파악하여 향후 문제점을 개선할 수 있는 방안을 모색하기 위한 기초 자료를 제공하고자 수행되었다.

II. 연구대상 및 방법

1. 연구대상

본 연구는 2003년 10월 현재 한국산업안전공단 산업안전보건연구원에서 실시하는 작업환경측정기관 정도관리 프로그램에 참여하고 있는 131

접수일 : 2005년 11월 17일, 채택일 : 2005년 12월 23일

† 교신저자: 백남원 (서울특별시 종로구 연건동 28번지 서울대학교 보건대학원

Tel: 02-740-8883, Fax: 02-765-9105, E-mail: nwpaik@snu.ac.kr)

개의 모든 기관을 대상으로 하였다.

2. 연구방법

우리나라 작업환경측정기관의 운영 및 기술요소의 관리실태를 파악하기 위해 국제표준화기구의 시험기관 일반기준인 ISO/IEC 17025: General requirements for the competence of testing and calibration laboratories (ISO/IEC, 1999)의 요구사항(Fig. 2 참조)을 기본으로 개발한 설문지를 이용하여 조사를 실시하였다. 설문지를 발송용 봉투와 함께 우편으로 발송하였고, 대상자의 요구에 따라 전자우편을 통해 설문지와 그 응답이 교환되기도 했다. 설문지 회수율을 높이기 위하여 각 측정기관에 전화를 걸어 협조를 요청하였다.

3. 자료처리 및 분석

각 문항별로 응답의 분포를 평가하여 측정기관에 요구사항 중 60% 이상이 되는 항목과 그렇지 않은 항목을 알아보았다. 60%를 기준으로 두는 것은 인정제도의 취지와 내용, 수행 방법 등에 관하여 작업환경측정기관이 기간을 두고 이해하고 수행할 수 있도록 하기 위한 한시적인 기준으로 제시한 것이다. 인정제도가 시행되고 정착됨에 따라 이 기준은 점차 ISO/IEC 17025에 엄격히 준하도록 조정되어야 한다(한국산업안전공단, 2004; ISO/IEC, 1999). 각 문항의 응답보기에 4점(가장 적합)에서 1점(가장 부적합), 중복 선택할 수 있는 보기는 항목 당 1점씩 부여하여 383점 만점으로 하고, 응답 점수를 모두 합한 총점으로 각 기관의 순위를 정하였다. 이들 기관간의 문항별 응답 차이점을 분석하여, 인정제도 도입에 준비가 비교적 잘 되어있는 기관과 그렇지 못한 기관의 특성을 비교하였다.

자료의 통계분석은 SAS system version 8.1(SAS Institute Inc., USA)을

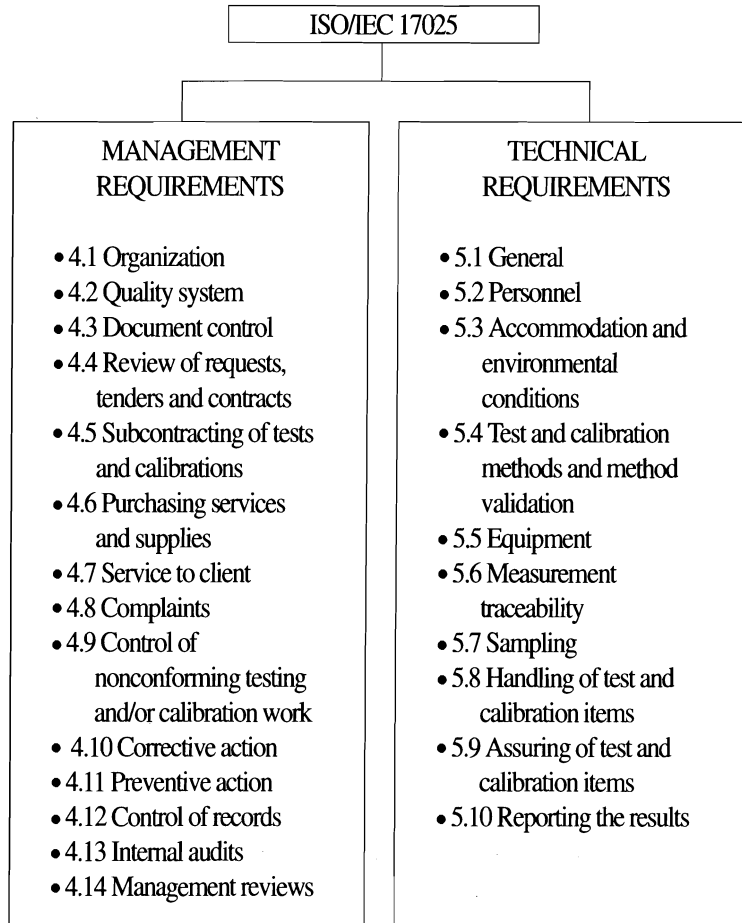


Fig. 2. Clauses of ISO/IEC 17025.

이용하였다. 자료가 정규성을 나타내지 않아 비모수 통계처리하였다. 설문 점수와 측정기관 인력의 상관관계는 Spearman correlation을 이용하여 분석하였고, 기관 유형 및 총괄책임자의 특성에 따른 점수 차이는 Wilcoxon test를 이용하여 5% 유의수준에서 검정하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 측정기관의 분포 및 인력

설문에 응답한 기관은 총 51개 기관으로 39%의 회수율을 나타내었으며, 서울 5개(10%), 경기도 12개(24%), 충청남북도 10개(20%), 강원도 1개(2%), 전라남북도 6개(12%), 그리고 경상남북도 17개(33%) 기관으로 전국에 걸쳐 골고루 분포하였

다.

작업환경측정기관 중 대행기관은 42개(82%), 사업장 자체측정기관은 7개(14%), 기타 학교 실험실이 2개(4%)였다. 2003년 현재 국내 작업환경측정 정도관리에 참여하고 있는 131개 기관의 85%가 대행기관이며, 11%가 자체측정기관이므로 설문응답한 기관들이 비슷한 분포를 가진다.

작업환경측정기관의 인력 분포는 평균 6.8 ± 3.3 명이었고, 51개 기관 중에서 5명 이하의 기관이 25개 기관으로 49%를 차지하고 있어 우리나라 측정기관의 빈약한 인력실태를 알 수 있었다. 2003년 현재 광업 및 제조업 사업체 수가 328,859개이며(통계청, 2005) 51개 기관이 2003년 상·하반기에 측정한 사업장 수의 합은 평균 12,197개로 전사업장의

3.7%에 지나지 않음을 고려할 때 현재 대행기관의 수나 인력으로는 작업환경측정 서비스를 원활히 제공할 수 없음을 보여준다.

응답 기관 중 최고점수를 얻은 기관은 총점 383점 중 317점, 최저점수는 124점이었고, 평균은 202 ± 45 점으로 나타났다. 이는 국제적인 인정 기준 수준의 53%에 불과하다. 인정제도를 도입하기 위해서는 측정기관들의 운영 및 기술 요건의 수준을 높일 수 있는 방안이 요구됨을 알 수 있다. 정도관리 프로그램에 참여하는 51개 기관들의 점수 분포는 Fig.3과 같다.

작업환경측정기관의 설문 총 점수는 인력과 유의한 상관성을 나타내었다($p < 0.05$). 경영 요건 항목에서는 통계적으로 유의성이 나타나지 않았다. 자체측정기관은 기업체의 경영시스템이 적용되고, 대형 병원 등에서 운영되는 작업환경측정 대행기관도 병원의 경영 시스템을 적용하므로 크게 차이 나지 않은 것으로 판단된다. 반면에 기술 요건의 5.2 인적구성 및 자격, 5.5 설비, 5.8 시험 및 교정 품목의 취급 및 운반 등의 항목은 인력과 통계적으로 유의한 상관관계를 나타내므로 작업환경측정기관의 종합적인 수준 향상을 위해서는 기본적으로 인력이 확보되어야 함을 알 수 있다.

기관 유형별 점수는 대행기관보다 자체측정기관의 점수가 다소 높았지만 통계적으로 유의한 차이는 보이지 않았다.

2. 실험실 총괄 책임자

측정기관의 업무 수행능력에서 실험실의 총괄책임자가 중요한 요인으로 작용한다(Paik et al., 1997; 백남원, 1994; 박동욱 등, 1993). 설문에 응답한 51개 기관의 총괄책임자를 파악하여 설문점수의 관계를 알아보았다.

Table 1. Geographic distribution, type, and size of the industrial hygiene laboratories surveyed

	classification	No. of Lab	%
Area	Seoul	5	10
	Gyeonggi	12	24
	Chungcheong	10	20
	Gangwon	1	2
	Jeolla	6	12
	Gyeongsang	17	33
Type of Laboratory	Consulting laboratory	42	82
	Company owned laboratory	7	14
	Others	2	4
Manpower	1-2	1	2
	3-4	14	27
	1-6	12	24
	7-8	9	18
	9-10	6	12
	11-12	5	10
	13-14	4	8

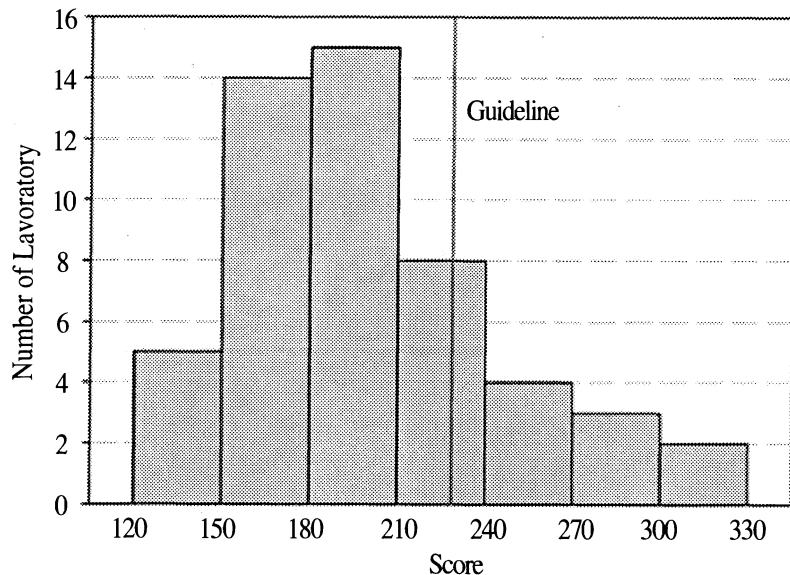


Fig. 3. Distribution of industrial hygiene laboratories by score.

설문에 응답한 기관의 총괄책임자 학력은 박사 7명(14%), 석사 16명(31%), 학사 15명(29%), 전문학사 2명(4%) 이었고 응답하지 않은 기관이 11개(22%) 기관이었다. 총괄책임자의 학력과 설문 총점수간에는 유의한 차이가 있었다($p < 0.05$). 점수는 총괄책임자의 학력이 전문학사일 때

가장 높았고, 석사, 학사, 박사, 없거나 응답하지 않은 순으로 나타났다. 설문에 응답한 전문학사의 경력은 각각 15년, 21년으로 전체평균 경력보다 상대적으로 높았다. 박사의 경우에는 학교 실험실 2곳을 제외한 나머지 기관에서 모두 의사였다. 석사의 전공은 64%가 산업위

생 또는 산업보건 분야였다.

총괄책임자의 전공은 위생 또는 보건 분야 14명(27%), 의학 4명(8%), 환경분야 4명(8%), 화학분야 3명(6%), 기타 분야 4명(8%)이었다. 응답하지 않은 곳은 22개(43%) 기관이나 되어 통계적인 차이를 평가할 수 없었다.

총괄책임자의 경력은 평균 13.5 ± 5.3년이었고 가장 최근에 정도관리에 참여한 기관의 총괄책임자의 경력은 2년이었으나 그 외 설문에 응답한 기관의 총괄책임자 경력은 모두 7년 이상이었다. 대부분 기관의 총괄책임자의 경력이 많아서 총점수와 대부분의 개별 항목간의 통계적으로 유의한 차이가 없었지만 기술적 요건에서 '시험방법의 유효성 입증' 및 '측정 불확도(uncertainty)의 추정'을 묻는 항목에서는 경력이 많을수록 높은 점수를 획득하는 것으로 나타났다(p < 0.05). 측정자료의 질은 보통 최종사용 요구조건과 비교하여 측정결과의 불확도로써 평가한다. 측정결과가 일관성이 있고 최종사용 요구조건과 비교하여 불확도가 적으면 그 자료는 적절한 질이라고 생각한다(이광우, 1993).

총괄책임자가 산업위생기술사 자격을 취득한 기관은 7개(14%) 기관이며, 산업위생기사(1급) 자격을 가진 기관은 21개(41%) 이었으며 관련 자격증이 없거나 응답하지 않은 기관은 23개(45%) 이었다.

자격증에 따른 경영요건과 기술요건의 점수차이는 없었지만 실험실 안전보건 관리에 관한 항목에서는 관련 자격이 있을수록 높은 점수를 획득하였다(p < 0.05). 자격증이 실험실 안전과 직접적인 관련성이 있다고는 볼 수 없으나 관련 자격증 취득자의 다수가 산업보건에 대한 전문교육을 받은 경우가 많으므로 실험실 안전보건의식이 상대적으로 높을 것이다. 산업재해 발생원인을 통

계로 보면 기술적 원인 11%, 교육적 원인 63%, 작업관리상의 원인 26%로 교육의 중요성을 알 수 있다. 하지만 실험실 안전보건 관리에 관한 전체 기관의 점수가 100점으로 환산하면 평균 50점에 지나지 않으므로 안전보건에 대하여 전문기관에서의 교육을 받을 수 있도록 하고 의식을 고취하며, 안전보건 환경을 개선하기 위한 시설 투자가 필요하겠다(김용욱, 1998; 유계목 등 2000; Abell et al., 1991).

3. 경영요건 (Management Requirements)

작업환경측정기관의 경영 요건을 국제표준화기구의 시험기관 일반기준인 ISO/IEC 17025의 요구사항에 근거하여 조사하였다.

측정기관의 경영 요건 평가에서 항목별로 100점으로 환산하였을 경

우 평균점수가 60점을 넘는 항목은 '4.1 조직과 경영' (69점), '4.3 문서관리' (72점), '4.6 서비스 및 물품구매' (65점), '4.7 고객에 대한 서비스' (72점), '4.12 기록관리' (64점) 등이었고, 60점 미만인 항목은 '4.2 품질 시스템' (4점), '4.5 시험 및 교정의 위탁 계약' (29점), '4.10 시정조치' (50점), '4.13 내부감사' (48점) 등이었다(Fig. 4 참조).

경영 요건 전체의 평균 수준은 54점으로 ISO/IEC 17025의 요구사항에 많이 부족하게 나타났다. 작업환경 측정기관 인정에 필수로 제안하고 있는 항목(한국산업안전공단, 2004) 모두가 기준 미만으로 우선적으로 개선되어야 할 사항들이다.

4. 기술요건 (Technical Requirements)

기술 요건 전체의 평균 수준은 국

Table 2. Professional qualification and experience of laboratory directors (n=51)

	classification	No. of Lab	%
Academic degree	Doctor	7	14
	Master	16	31
	Bachelor	15	29
	Associate degree	2	4
	No answer	11	22
Major	Hygiene/Health	14	27
	Medical	4	8
	Environment	4	8
	Chemistry	3	6
	Others	4	8
	No answer	22	43
Experience	< 5	1	2
	5-10	10	20
	11-15	19	37
	16-20	6	12
	> 20	3	6
	No answer	12	24
License	Certified industrial hygienist	7	14
	Industrial hygienist (Level 1)	21	41
	None/No answer	23	45

제적인 인정기준의 55점으로 미흡하게 나타났다. 5.5 설비(66점), 5.6 시험결과와 소급성(62점), 5.7 시료 포장(69점)이 기준을 넘겼으며, 5.2 직원(59점), 5.3 시설 및 환경조건(44점), 5.4 시험방법의 유효성 확인(42점), 5.8 시험 및 교정대상 품목의 취급(49점), 5.9 결과의 신뢰성 검증(38점), 5.10 결과보고(52점)는 60점 기준 미만으로 나타났다.(Fig. 5참조) 향후 인정제도 도입 시 필요한 평가점검표를 ISO/IEC 17025의 기술요건으로 작성하여 평가점검표의 현장 적용성 조사를 위해 전국 13개 측정기관을 방문하여 확인한 결과 대부분의 기관이 기술 요건에 부합하는 절차를 따르고 있지만 그것에 관한 기록과 문서화가 되어 있지 않아서 점수가 낮게 나오는 것으로 나타났다. 인정제도를 도입하기 위해서는 우선적으로 문서화에 대한 교육이 이루어져야 할 것이다.

작업환경측정기관이 인정을 받음으로써 직원들의 기술이 향상되고, 효율적이고 신뢰할 수 있는 측정이 이루어지며, 투명하고 상세한 기록 및 장비의 안정된 유지가 가능하다. 또한 체계적인 교육이 이루어지며, 고객의 요구를 충족시킬 수 있게 된다(Halevy, 2003; 박두용, 2001).

III. 결론

본 연구는 국내 작업환경측정기관의 신뢰도와 정확도를 확보하고 종합적인 수준을 향상시킬 수 있는 인정제도를 도입하기 위하여 국제표준화기구의 시험기관 일반기준인 ISO/IEC 17025의 운영 및 기술 요구사항을 기본으로 개발한 설문지로 국내 작업환경측정기관의 현 실태를 파악하여 향후 문제점을 개선할 수 있는 방안을 모색하기 위한 기초 자료를 제공하고자 수행되었다.

1. 작업환경측정 기관의 인력분포

는 평균 6.8±3.3명 이었고 49%의 기관이 5명 이하의 인력으로 운영되어 우리나라 측정기관의 빈약한 인력실태를 알 수 있었다.

2. 작업환경측정 기관의 설문 점수는 383점을 만점으로 하였을 때 국제적인 인정기준의 53%에 해당되는 평균 202 ± 45점 이었고 인력과 총 점수는 유의한 상관성을 나타내었으며, 경영 요건보다는 기술 요건의 항목이 더욱 유의하게 나타났다

(p<0.05).

3. 업무 수행능력에서 중요한 요인으로 작용하는 실험실 총괄책임자의 경력은 평균 13.5 ± 5.3년이었고 총괄책임자의 경력이 많을수록 시험방법의 유효성 입증 및 측정 불확도의 추정을 묻는 항목의 점수가 높았다(p<0.05).

4. 실험실 총괄책임자의 학력 분포는 박사 14%, 석사 31%, 학사 29%, 전문학사 4% 이었다. 총괄책임

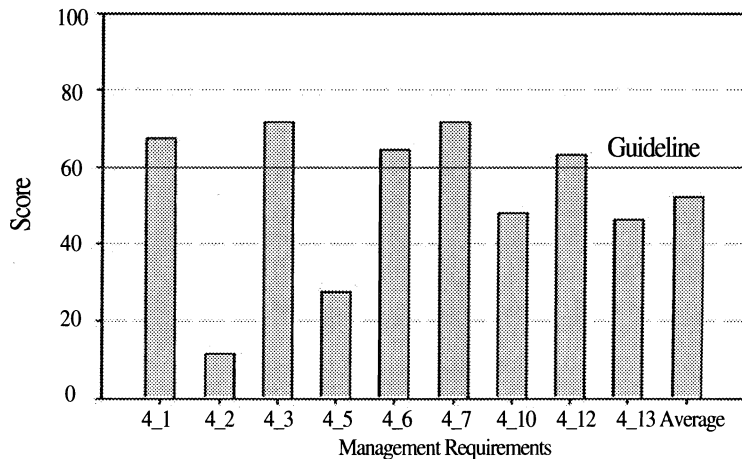


Fig. 4. Management requirements scores for the industrial hygiene laboratories surveyed.

- 4_1 Organization 4_2 Quality system 4_3 Document control
- 4_4 Review of requests, tenders and contracts 4_5 Subcontracting of tests and calibrations
- 4_6 Purchasing services and supplies 4_7 Service to client 4_8 Complaints
- 4_9 Control of nonconforming testing and/or calibration work 4_10 Corrective action
- 4_11 Preventive action 4_12 Control of records 4_13 Internal audits
- 4_14 Management reviews

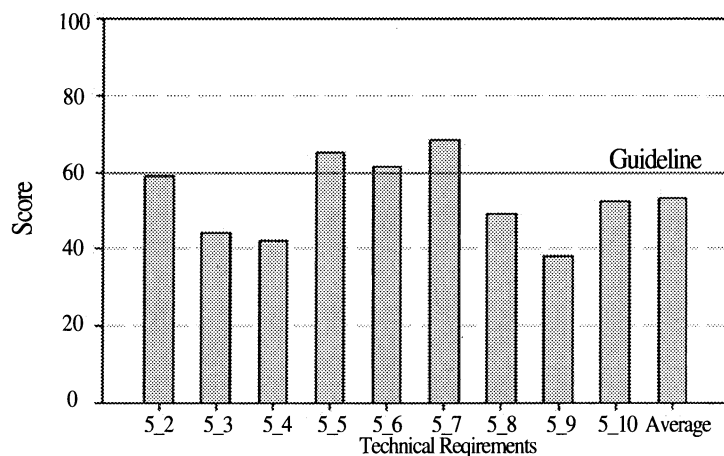


Fig. 5. Technical requirements scores for the industrial hygiene laboratories surveyed.

- 5_1 General 5_2 Personnel 5_3 Accommodation and environmental conditions
- 5_4 Test and calibration methods and method validation 5_5 Equipment
- 5_6 Measurement traceability 5_7 Sampling 5_8 Handling of test and calibration items
- 5_9 Assuring of test and calibration items 5_10 Reporting the results

자의 학력과 총 점수 간에 유의한 차이를 보였으며($p < 0.05$), 전문학사가 가장 높은 점수를 획득하였고, 석사, 학사, 박사 순으로 나타났다. 이는 학력 외에 총괄책임자의 경력과 전공 등의 요인들이 함께 작용한 것으로 판단된다. 실험실 총괄책임자의 전공은 위생 또는 보건분야 27%, 의학 8%, 환경분야 8%, 화학분야 6%, 기계공학 등 기타 분야가 8%를 차지하였고, 응답하지 않은 기관이 43% 이었다.

5. 총괄책임자가 산업위생기술사 자격을 취득한 기관은 14%이며, 산업위생기사(1급) 자격을 취득한 기관은 41%, 관련 자격증이 없거나 응답하지 않은 기관이 45% 이었고, 관련 자격증을 보유하고 있을 때 실험실 안전보건 관리가 잘 되는 것으로 나타났다($p < 0.05$).

6. 작업환경 측정기관의 수준을 국제적인 시험기관 일반기준과 비교하였을 때 경영 요건은 54%, 기술 요건은 55% 수준이었다.

REFERENCES

- 기술표준원. KSA 17025 : 2000(ISO/IEC 17025 : 1999) 해설서, 1999.
- 김용욱. 안전 교육과 훈련, 행정논집 1988;17:75-84
- 노영만, 김치년, 김현욱, 박용규, 조기홍, 안규동, 원정일, 정지연, 이나루, 박종세, 이미연. 한국 산업위생 정도관리의 발전방안-인정제도 적용필요성 검토-. 한국 산업위생학회지 2004; 14(1):86-91
- 박동욱, 신용철, 이나루, 이광용, 오세민. 우리나라 작업환경측정기관 분석능력에 관한 고찰. 한국 산업위생학회지 1993; 3(2): 194-203
- 백남원, 박동욱, 윤충식. 작업환경측정 및 평가. 신평출판사; 1999.
- 백남원. 우리나라 작업환경 측정기관의 분석능력에 영향을 미치는 요소. 한국 산업 위생 학회지 1994;4(1):5
- 유계목, 노영만, 한진구, 원정일. 일부 산업보건관련 기관의 분석 실험실 안전보건에 관한 실태와 대책. 한국산업위생학회지 2000;10(2):150-164
- 이광우. 측정분석 정도관리 향상방안. 한국분석과학회지 1993; 6(3):83-95
- 한국산업안전공단. 산업위생 연구실. Retrieved November 1, 2005 from the World Wide Web: http://home.kosha.net/~yigy/kqc_text.htm
- 한국산업안전공단. 작업환경 측정기관의 종합평가 기준, 절차, 운영 등에 관한 연구. 산업안전보건연구원; 2004.
- 한국산업안전공단. 작업환경 측정 정도관리평가와 발전방향제시 2001 연구보고서. 산업안전보건연구원; 2002.
- ISO/IEC 17025, General requirements for the competence of testing and calibration laboratories. 1999.
- 통계청. 광업·제조업통계 시도별 총괄자료. Retrieved November 1, 2005 from the World Wide Web: http://kosis.nso.go.kr/cgi-bin/sws_777pop.cgi?A_REPORT_ID=MA&A_CONTENTS=0803&A_LANG=1
- Paik NW, Levine SP, Schork MA. Development and Application of a Quality Control Program for Industrial Laboratories in Korea. Appl Occup Environ Hyg 1997;12(1):46-53
- Oh SM, Park DY, Chung KC, Park DU, Shin YC, Lee NR. First Year Report of Analytical Proficiency Testing Program for Industrial Hygiene Laboratories. 대한산업의학회지 1993;5(2):250-261