

국내 작업환경측정기관의 측정 및 분석장비 보유실태에 대한 고찰 (Ⅱ)

장재길*

한국산업안전보건공단 산업안전보건연구원

Evaluation of the Possession of Measurement and Analytical Instruments in Domestic Work Environment Monitoring Service Providers (Ⅱ)

Jae-Kil Jang*

Occupational Safety and Health Research Institutes, Korea Occupational Safety and Health Agency

ABSTRACT

Objectives: The aim of this study is to analyze the current status of possession of measurement and analytical instruments at work environment monitoring organizations and their relationships with human resources, including the number of professional engineers and evaluation scores resulting from evaluation programs in 2012.

Materials: Data for measurement and analytical instruments were gathered by inspectors who had been assigned by the Korea Occupational Safety and Health Agency(KOSHA) and the Ministry of Employment and Labor(MoEL) during the evaluation program for 2012. Data for 11 monitoring instruments and nice pieces of analytical equipment were collected from 103 organizations. Additional data such as the type of service provides and the number of professional engineers employed were also recorded by the inspectors. Evaluation scores could be acquired from KOSHA.

Results: Comprehensive Occupational Health Service Providers showed good operation quality, while University or Hospital Subsidiary and Work Environment Monitoring Organizations recorded relatively poor results. Evaluation scores correlated well with the possession of measurement instruments and human resources for each organization. High yields provided by professional engineers also showed statistically-associated contributions to evaluation scores and monitoring instrument possession. Compared with monitoring instruments, the amount of analytical equipment had little positive impact on organizations' competence.

Conclusions: The evaluation results for domestic monitoring organizations revealed that human resources, possession of instruments, and the quality of employees were critical factors for operating the corporations. Each organization should give considerable effort to improving their ability to strengthen internal quality, resulting in high-yield production for workers and employers by providing improved workplace monitoring services.

Key words : Work environment monitoring organization, measurement instrument, analytical equipment, professional engineer

I. 서 론

산업안전보건법에 근거하여 1983년에 『작업환경측정규정』이 제정됨으로써 국내에서 작업환경측정제도가 자리 잡은지 어언 30여년 지났다(Kim, 2010). 작업환경측정기관(이하 “측정기관”)의 수도 점차 증가하여 자체측정사업장을 포함하는 경우 2013년 초를 기

준으로 160여개에 이르고 있어 규모면에서도 괄목할 만한 성장을 이루었다(Won, 2013). 측정·분석에 대한 기술적인 측면에서도 일본의 노동안전위생법에 근거한 지역시료채취 위주의 측정은 개인노출의 중요성이 대두되면서 1990년대 들어 점차 개인시료채취 위주로 재편되었으며(Yun et al., 1993) 측정장비도 개인시료채취기로 전면 교체가 이루어졌다.

*Corresponding author: Jae-Kil Jang Tel: 052-703-0901, E-mail: cihjj@kosha.net
Work Environment Research Department, OSHRI, KOSHA, 400, Jongga-ro, Jung-gu, Ulsan 681-230
Received: April 15, 2014, Revised: June 3, 2014, Accepted: June 16, 2014

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.

국내 측정기관들은 『작업환경측정 및 지정측정기관 평가 등에 관한 고시』(이하 “고시”)에 따라 년2회 한국산업안전보건공단(이하 “공단”) 산업안전보건연구원(이하 “공단 연구원”)에서 실시하는 분석정도관리에 합격하여야 하며, 2012년부터는 현장실사를 통한 기관평가가 이루어져서 전 측정기관을 대상으로 등급화 된 관리가 본격적으로 시행되고 있다. 우리나라의 경우에는 산업안전보건법 제42조(작업환경측정 등)에 따라 측정기관은 유자격 인력과 측정 및 분석을 위한 시설과 장비를 갖추어야만 한다(MoEL, 2014).

최근에 실시된 Jang(2013)의 연구에 따르면 측정기관이 보유한 측정 및 분석장비는 대부분 미국 등 선진국에서 제조된 것을 수입해 사용하고 있으며 국산 장비는 거의 전무한 것으로 밝혀졌다. 반면에 측정기관의 측정·분석 장비 보유수준은 대체로 양호한 것으로 나타났다. 이에 따라 1차로 보고된 국내 측정기관의 측정·분석 장비 보유실태를 기초로 기관의 형태, 인력 및 능력 등에 따른 장비의 보유 차이를 구체적으로 분석할 필요성이 제기되었다.

따라서 본 연구에서는 2012년도에 실시된 측정기관에 대한 평가 시에 파악된 측정 및 분석장비의 보유실태가 동 평가의 결과에 어떠한 영향을 미쳤는지를 확인하고자 하였으며, 측정기관이 보유한 인력의 수와 산업위생관리기술사(이하 “기술사”)와 같은 고급 산업위생 인력의 보유가 평가결과에 아울러 영향을 주었는지에 대한 분석도 실시하였다. 연구의 대상이 된 평가결과는 기관의 측정·분석 능력을 대표하는 유일한 지표가 될 수는 없으나 해당 기관의 현재 실태를 상당부분 반영하고 있는 변수로 활용할 수 있다고 판단된다.

II. 연구방법

2012년도에 실시된 측정기관 평가 시 기관이 보유하고 있는 측정 및 분석장비의 종류와 수량을 별도의 체크리스트를 통해 수집하였다. 평가대상 147개 기관 중 평가자에게 측정 및 분석 장비에 대한 구체적인 자료를 제출한 기관의 수는 108개로 평균 자료수거율은 73.5%였다. 조사 대상 측정장비는 개인시료채취기 등 총 11개 항목으로 하였으며, 실험실 분

석장비의 경우에는 원자흡광광도계를 비롯한 총 9종으로 하였다. 각 장비에 대해서는 제조사와 모델명을 기입하여 제조 국가별로 보유수량을 파악할 수 있도록 하였다. 측정기관에 소속된 인력은 분석전문가와 측정전문가를 별도로 구분하여 조사하였으며, 기술을 보유한 경우 그 수도 파악하였다.

측정기관은 대한산업보건협회(이하 “보건협회”) 및 근로복지공단 산재병원(이하 “근복병원”)과 같은 전국적 규모의 산업보건 종합서비스기관을 비롯한 5개 군으로 구분하였다. 다만 5개 유형 중 사업장 자체측정기관 5개소는 사업장 수도 많지 않을 뿐만 아니라 기관유형도 달라 본 연구 대상으로는 적합하지 않다고 판단하여 분석 대상에서 제외하였다. 측정기관에 대한 평가결과는 2012년에 고용노동부(이하 “고용부”)와 공단이 실시한 결과자료를 활용하였다. Excel(Microsoft, USA), PAWS Statistics 18(IBM, USA) 및 Sigmaplot 11(Systat, Inc., USA)을 활용하여 자료를 정리하고 그래프 작성과 분산분석 등의 통계분석을 실시하였다. 연구대상 장비의 종류와 구체적인 연구방법은 기존의 연구에 자세히 보고되어 있다(Jang, 2013).

III. 결 과

1. 기관 유형별 장비 및 인력 보유현황

1) 측정·분석장비 보유현황

이전의 연구에서 보고된 측정기관 유형을 기준으로 측정장비 보유대수를 구분하여 집계한 결과를 Table 1에 정리하였다. 개인시료채취기의 경우에는 각 기관이 보유한 저용량과 고용량 및 유량보정장치를 모두 합산한 것이며, 소음측정장비는 지시소음계와 누적소음노출량 측정기 및 음향보정장치의 수를 더한 값이다. 기타 장비의 경우는 개인시료채취기와 소음측정장비를 제외한 온습도측정기, 기류측정기, 점기관, 조도측정기, 산소농도측정기 및 진동측정기를 합한 수치이다. 분석장비는 원자흡광광도계 등 9개 조사대상 기기의 기관별 보유량을 종합한 수치이다.

Table 1의 결과를 살펴보면 측정기관 중 보건협회와 근복병원에 해당하는 종합기관(COHSP)이 평균적으로 기관당 가장 많은 측정장비를 보유하고 있는 것으로 나타났으며 독립 작업환경측정기관(WEMO),

Table 1. Possession of measurement and analytical instruments by the types of work environment monitoring service providers^{††}
(Unit : counts)

		COHSP [*]	SUGH [†]	SUH [‡]	WEMO [§]
Personal samplers	Maximum	186	131	114	92
	Minimum	56	21	16	16
	Average±SD (CV, %)	99.3±32.1 (32.3)	57.5±31.6 (55.0)	41.2±19.6 (47.6)	38.6±19.9 (51.6)
Noise meters [¶]	Maximum	110	92	71	86
	Minimum	39	12	4	4
	Average±SD (CV, %)	72.3±21.2 (29.3)	42.3±21.3 (50.3)	30.9±16.3 (52.8)	29.2±16.7 (57.2)
Other instruments ^{**}	Maximum	13	14	15	14
	Minimum	5	5	4	4
	Average±SD (CV, %)	8.0±2.8 (35.0)	7.6±2.3 (30.2)	6.4±2.4 (37.5)	6.1±1.9 (31.1)
All measuring instruments (Total)	Maximum	304	203	177	182
	Minimum	109	38	36	30
	Average±SD (CV, %)	179.6±48.5 (27.0)	107.4±50.7 (47.2)	78.5±33.1 (42.2)	73.9±35.2 (47.6)
Analytical equipment ^{††}	Maximum	7	8	9	32
	Minimum	2	3	2	2
	Average±SD (CV, %)	4.5±1.6 (35.5)	5.1±1.2 (23.5)	4.1±1.5 (36.6)	4.5±2.2 (48.9)

* COHSP : Comprehensive Occupational Health Service Provider(n=15)

† SUGH : Subsidiary of University General Hospitals(n=19)

‡ SUH : Subsidiary of University or Hospital(n=27)

§ WEMO : Work Environment Monitoring Organization(n=42)

|| Personal samplers include all types of personal samplers and air flow calibrators.

¶ Noise meters include all types of noise meters, dosimeters and sound calibrators.

** Other instruments mean Wet-Bulb Globe Thermometer(WBGT), thermo/humid-meter, anemometer, detector tube, lux-meter, oxygen meter and vibration meter.

†† All nine analytical instruments(AAS, ICP, ICP/MS, GC, GC/MS, HPLC, HPLC/MS, IC, UV/Vis. Spectrometer)

‡‡ The possession number of measurement instruments by the type of organizations are statistically significant(p<0.001) by ANOVA.

이하 “독립기관”)과 대학소속 연구소와 일반(종합)병원(SUH, 이하 “부속기관”)은 장비보유 대수가 종합기관의 절반 정도에 머무는 수준으로 파악되었다. 표준편차를 기준으로 살펴보면 종합기관은 변이계수가 27.0%로 대학 종합병원(SUGH, 이하 “대학병원”)의 47.2%, 부속기관의 42.2% 및 독립기관의 47.6%에 비해 상대적으로 안정된 장비 보유실태를 나타내는 것으로 조사되었다. 분산분석 결과 기관유형별 측정장비 보유대수는 특히 종합기관의 보유대수가 많아 통계적으로 유의하였다(p<0.001).

분석장비의 경우에는 4개 기관유형에 따라 거의 비슷한 장비 보유현황을 나타내었으며 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다(p=0.084). 다만 독립기

관 1개소에서 32대의 분석장비를 사용하고 있는 곳이 있었는데 이 기관은 특수검진과 환경시료 분석 등 작업환경측정분석만을 전문으로 해당 분석기기를 사용하는 곳은 아닌 것으로 파악되었다.

2) 인력 보유현황

4개 측정기관의 유형에 따른 인력 보유현황은 Table 2에 요약하여 제시하였다. 기술사, 측정전문가, 분석자로 각각 구분하여 인력을 정리하였다. 평균적으로 측정자와 분석자 모두 종합기관이 가장 많은 인력을 보유하고 있는 것으로 나타났으며 기술사의 경우에도 평균 0.9명으로 각 측정기관 당 1명꼴로 가장 많았다. 분석자를 제외하고는 부속기관이 가장 적은 인력을

Table 2. Manpower by the type of work environment monitoring service providers^{||} (Unit : count)

		COHSP [*]	SUGH [†]	SUH [‡]	WEMO [§]
Professional engineers	Maximum	2	2	1	2
	Minimum	0	0	0	0
	Average±SD	0.9±0.6	0.6±0.7	0.4±0.5	0.6±0.6
Monitoring hygienists	Maximum	17	8	8	8
	Minimum	3	1	1	1
	Average±SD	9.3±3.6	4.0±1.8	3.8±1.4	4.3±1.7
Analytical chemists	Maximum	2	2	2	2
	Minimum	1	1	1	1
	Average±SD	1.9±0.4	1.2±0.4	1.2±0.4	1.5±0.5
Total	Maximum	20	11	11	11
	Minimum	5	3	3	3
	Average±SD	12.0±4.0	5.8±2.1	5.5±1.8	6.5±2.0

^{*} COHSP : Comprehensive Occupational Health Service Provider(n=15)

[†] SUGH : Subsidiary of University General Hospitals(n=19)

[‡] SUH : Subsidiary of University or Hospital(n=27)

[§] WEMO : Work Environment Monitoring Organization(n=42)

^{||} Manpower is statistically significant by the type of organizations(p<0.001 by ANOVA).

보유하고 있는 것으로 조사되었으나 독립기관, 부속 기관 및 대학병원 간의 차이가 크지는 않았다. 총원을 기준으로 기관유형에 따른 인력의 보유현황은 통계적으로 매우 유의한 차이를 보였다(p<0.001).

2. 측정·분석 인력과 장비의 연관성

1) 측정장비

조사대상 기관이 보유한 전체 측정장비와 해당 기관에 종사하고 있는 인력의 상관성을 분석하였다. 검증하고자 하는 가설은 기관 종사자의 수가 증가할수록 보유한 장비의 수도 비례하여 늘어나는 것으로 하였다. 103개 기관이 보유한 총장비의 수는 9,959대로 평균 96.7대에 해당하였으며 기관의 평균 측정분석 인력은 6.89명이었다. 두 변수간의 회귀분석의 결과는 통계적으로 매우 유의한 직선관계 상관성을 나타내었으며(p<0.001) Figure 1에 도시하였다. 회기선의 기울기로 판단하면 측정기관의 인력이 1명 증가할수록 측정장비의 수가 약 12대 정도씩 늘어나는 것으로 나타났다.

이러한 결과는 산업안전보건법 시행규칙 [별표 12]에서 측정기관의 인력기준이 측정대상 사업장 수에 비례하도록 규정된 것과 밀접한 관련이 있는 것으로 판단된다. 측정대상 사업장 수 증가에 따라 인력이

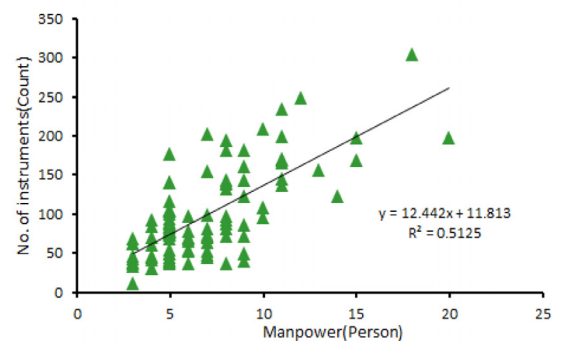


Figure 1. Relationship between No. of measuring instruments and manpower(p<0.001)

늘어나면 당연히 측정장비의 수도 늘어나야 함은 충분히 예견되었다.

2) 분석장비

분석장비의 보유대수와 인력의 상관성도 분석하였다. 기관의 분석장비의 평균보유대수는 4.8대였다. 역시 인력이 많을수록 분석장비의 보유대수도 증가할 것이라는 가설을 회귀분석을 통해 검정하였으나 p=0.740(R²=0.001)로 기울기가 없는 직선을 보여 두 변수간의 유의한 상관성을 확인할 수 없었다. 앞에서 언급한 32대의 이상값을 제외하고 회귀분석을 실시

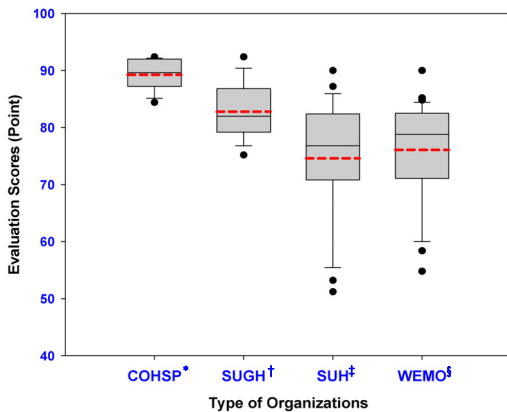
하였지만 결과는 $p=0.702(R^2=0.001)$ 로 가설에 대한 부정이 변하지 않았다.

3. 측정·분석 장비와 평가결과와의 관련성

모든 측정기관은 고시에 따라 2012년도에 고용부와 공단이 실시한 작업환경측정 수준 향상을 위한 평가 대상에 포함되었으며, 각 기관별로 평가결과에 따라 점수가 공개되었다. 기관의 유형에 따른 평가결과를 먼저 살펴보면 Figure 2에 도시된 바와 같이 종합기관이 가장 높은 평균점수를 기록하였으며, 기관 평균 간에도 통계적으로도 매우 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다($p<0.001$). 부속기관과 독립기관의 점수는 상대적으로 낮았으며 기관 내에서의 편차도 매우 심하였다.

1) 측정장비와 평가결과

기관별 측정장비의 총보유대수와 2012년도 측정기관 평가에 따른 득점의 상관성을 회귀분석을 통해 검정하고 결과는 Figure 3에 도시하였다. 100대 이하의 장비를 보유한 기관이 상대적으로 많아 결정계수($R^2=0.2651$)가 높지는 않았으나 회귀선은 통계적으로 유의하였으며($p<0.001$) 측정기관에서 1대의 장비를 추가로 보유할 때 약 0.086점 평가점수가 높아지는 것으로 나타났다.



* COHSP : Comprehensive Occupational Health Service Provider (n=15)

† SUGH : Subsidiary of University General Hospital (n=19)

‡ SUH : Subsidiary of University or Hospital (n=27)

§ WEMO : Work Environment Monitoring Organization (n=42)

Figure 2. Comparison of evaluation scores by type of organizations ($p<0.001$ by ANOVA)

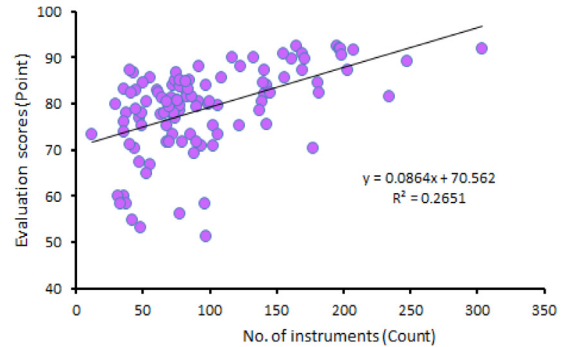


Figure 3. Relationship between No. of measuring instruments and evaluation scores($p<0.001$)

2) 분석장비와 평가결과

기관별 분석장비의 총보유대수와 평가결과 획득한 점수의 회귀선은 통계적으로 유의하지 않았으며($p=0.844$) 결정계수($R^2=0.000$)도 극히 낮아 상관성이 전혀 없는 것으로 나타났다. 32대의 이상값에 의한 통계적 유의성의 영향도 크지 않았다.

4. 인력과 평가결과와의 관련성

앞의 Figure 1에서는 측정기관의 보유 인력수가 측정장비수와 유의한 상관성을 가지는 것으로 분석되었으며, 또한 Figure 3에서는 각 기관이 보유한 측정장비의 수가 평가결과에 유의한 통계적 연관성을 미치는 것으로 나타나 기관의 인력도 평가결과에 영향을 미칠 것으로 예측되었다. 이를 통계적으로 검증한 결과는 Figure 4에 도시하였다. 평가결과에 미치는 영향은 통계적으로 유의하게 증가하지만 측정장비의 수에 비해 약한 것으로 나타났으나($p<0.001$, $R^2=0.1730$)

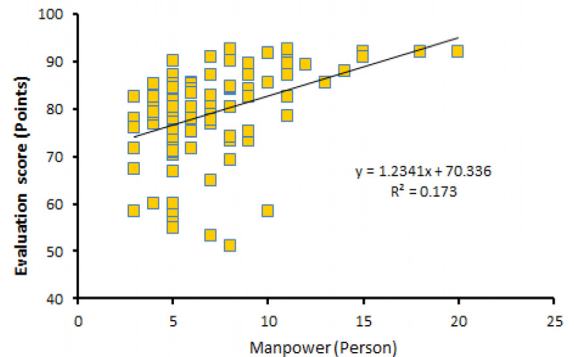


Figure 4. Relationship between manpower and evaluation scores ($p<0.001$)

인력이 1명 증가할수록 평가점수가 약 1.2점 상승할 수 있는 것으로 분석되었다.

5. 기관 유형에 따른 인력, 장비와 측정기관 평가결과

1) 측정장비와 평가결과

Table 1에서는 4개 기관유형에 대해 측정·분석장비의 보유실태를 비교하였으며 기관의 유형에 따라 보유장비가 차이가 나는 것을 확인하였다. 특히 측정장비의 경우 측정기관 평가에 유의하게 양의 방향으로 영향을 주는 것으로 밝혀졌으므로 기관의 유형에 따라서도 이러한 경향이 나타나는가를 분석할 필요가 있다. 먼저 측정기관 유형 각각에 대해 측정장비수와 평가결과 간에 상관성이 있는지를 회귀분석을 통해 검증하고 그 결과를 Table 3에 정리하였다. 대학병원의 경우 장비보유대수와 평가결과와의 상관성이 전체에 대한 결과보다 높아졌으나($p<0.001$, $R^2=0.513$) 독립기관($p=0.011$, $R^2=0.152$)의 경우는 상관성이 낮아지는 것으로 나타났다. 종합기관의 경우는 전체와 유사하였으나 통계적으로 유의한 직선은

아니었으며($p=0.062$, $R^2=0.243$), 부속기관은 유의성이 없고($p=0.756$) 결정계수도 낮았다($R^2=0.004$). 분석장비와 기관에 따른 평가결과에 대한 분석은 전체자료에 대한 결정계수 값이 낮은 관계로 생략하였다.

2) 인력과 평가결과

각 기관유형별 회귀분석의 결과는 Table 4에 요약하였다. 부속기관과 독립기관은 모두 통계적으로 유의하지 않은 결과가 도출된 반면에 대학병원의 경우는 결정계수가 전체자료의 경우보다 증가하였다. 종합기관의 경우는 결정계수는 약간 증가하였으나 약 7%정도의 수준($p\text{-value}=0.073$)에서 통계적으로 유의한 직선이 도출되었다.

6. 기술사 수에 따른 측정장비와 평가결과에 대한 영향

1) 기술사 수와 측정장비

먼저 기술사의 수에 따라 측정장비 보유대수에 차이가 있는지를 확인하였다. 기술사가 0명인 경우의 보유대수는 평균±표준편차가 85.7±45.9대로 1명인

Table 3. Relationship between the possession of measuring instruments and evaluation scores by the type of work environment monitoring service providers

Type	N	R ²	p-value	Slope
COHSP*	15	0.243	0.062	0.028
SUGH [†]	19	0.515	<0.001	0.068
SUH [‡]	27	0.004	0.756	0.020
WEMO [§]	42	0.152	0.011	0.095
Over all	103	0.265	<0.001	0.095

* COHSP : Comprehensive Occupational Health Service Provider

[†] SUGH : Subsidiary of University General Hospitals

[‡] SUH : Subsidiary of University or Hospital

[§] WEMO : Work Environment Monitoring Organization

Table 4. Relationship between the manpower and evaluation scores by the types of work environment monitoring service providers

Type	N	R ²	p-value	Slope
COHSP*	15	0.227	0.073	0.227
SUGH [†]	19	0.454	0.002	1.548
SUH [‡]	27	0.001	0.856	-0.212
WEMO [§]	42	0.046	0.171	0.934
Over all	103	0.173	<0.001	1.234

* COHSP : Comprehensive Occupational Health Service Provider

[†] SUGH : Subsidiary of University General Hospitals

[‡] SUH : Subsidiary of University or Hospital

[§] WEMO : Work Environment Monitoring Organization

경우(105.8 ± 58.9) 및 2명인 경우(103.4 ± 57.8)에 비해 적은 것으로 나타났으나 통계적으로 상호 유의하지는 않았는데($p=0.331$), 이는 각각의 평균에 대해 편차가 거의 절반 정도를 차지하는 것에 영향을 받은 것으로 판단된다.

Figure 1에서는 기관의 유형에 따라 측정장비의 수와 인력 간에 높은 상관성이 제시된 바 있다. 따라서 각 기관의 기술사 수가 이러한 상관성에 영향을 주는지를 확인하기 위해 기술사 0명, 1명 및 2명에 대해(측정기관에서 최대로 고용한 기술사의 수는 2명임) 각각 회귀분석을 실시하였다. 결과는 Table 5에 제시하였다. 전체 자료($R^2=0.513$)와 비교해 볼 때 기술사가 0명인 경우는 결정계수가 감소하였으며 기술사의 수가 증가할수록 이 계수도 높아져서 1명인 경우는 $R^2=0.581$, 2명인 경우에는 $R^2=0.862$ 이었다. 측정기관이 기술사를 고용할수록 장비를 많이 확보하게 될 가능성이 강화되고 있음을 확인할 수 있었다.

역시 Table 5에서 제시된 바와 같이 측정인력이 1명 증가함에 따라 늘어날 가능성을 나타내는 회귀선의 기울기를 살펴보면 2명의 기술사를 보유한 경우가 16.18로 0명이나 1명을 보유한 경우에 비해 가장 높았다. 이는 기술사의 보유가 장비의 확보노력에 영향을 미치고 있음을 간접적으로 시사하는 자료이다.

2) 기술사 수와 평가결과

먼저 기술사의 보유인원 수에 따라 2012년도 기관 평가의 점수에 차이가 있는지를 확인하였다. 결과는 Figure 5에 도시한 바와 같이 기술사가 2명인 기관의 평균점수가 가장 높았다. 하지만 통계적으로 유의하지는 않았다($p=0.136$). 측정기관이 산업안전보건법에 따라 위탁측정기관으로 지정 받기 위해서는 산업위생지도사 또는 기술사를 의무적으로 고용하여야 하며 산업위생관리 산업기사의 수는 측정대상 사업장의 수에 따라 결정되고 있다(MoEL, 2014).

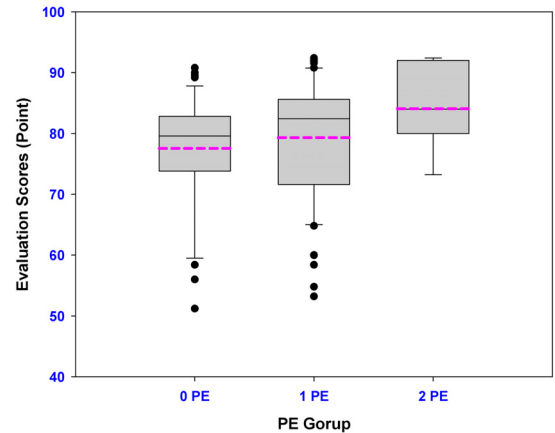


Figure 5. Comparison of evaluation scores by the No. of PEs ($p=0.136$)

103개 조사대상 측정기관에서 측정장비의 보유대수가 평가결과에 유의한 영향을 주었음에 대해서는 앞의 Figure 2에서 제시하였다. 추가적으로 기술사의 수가 평가결과에 영향을 미쳤는지에 대하여 분석한 결과는 Table 6에 종합되어 있다. Table 6에서 제시된 결과가 시사하는 바는 측정장비의 보유대수가 평가결과에 미치는 영향은 기술사의 수가 증가할수록 큰 상관성을 나타내는 것을 의미한다. 단위장비의 수 증가가 점수의 증가에 미치는 영향을 나타내는 기울기의 경우도 기술사를 보유하는 경우가 그렇지 않은 경우에 비해 상대적으로 약간 높게 나타났다. 측정기관의 기술사가 측정장비의 확보와 평가결과에 어느 정도는 영향을 주고 있는 것으로 나타났다.

7. 기술사 수에 따른 분석장비와 평가결과 및 인력에 대한 영향

1) 기술사 수와 분석장비

앞에서는 인력과 분석장비의 보유대수가 통계적으로 상호 관련성이 낮으며 분석장비의 보유대수가 전체적으로 평가결과에도 크게 영향을 미치고 있지 않

Table 5. Relationship between the manpower and measuring instruments by the number of professional engineer(PE)

No of PE	N	R^2	p-value	Slope
2 PEs	7	0.862	<0.001	16.18
1 PE	50	0.581	<0.001	13.25
None	46	0.267	<0.001	14.07
Over all	103	0.513	<0.001	11.95

Table 6. Relationship between measuring instruments and evaluation scores by the number of professional engineer(PE)

No. of PE	N	R ²	p-value	Slope
2 PEs	7	0.487	<0.001	0.084
1 PE	50	0.387	<0.001	0.104
None	46	0.158	<0.001	0.078
Over all	103	0.265	<0.001	0.095

음을 제시한 바 있었다. 이러한 경향이 기술사의 보유에 따라 변하는지를 확인하고자 하였다. 기술사를 구분하여 분산분석을 실시한 결과는 측정장비에 대한 경우와는 다르게 기술사의 보유가 분석장비의 보유 수량이나 평가결과에 영향을 거의 주지 못하는 것으로 나타났다. 회귀분석의 결과에서도 직선의 유의성이 없는 경우가 많고 결정계수도 0.2를 초과하는 경우가 없을 정도로 낮았다.

2) 기술사 수와 인력

각 측정기관의 기술사 보유수에 따라 측정·분석 인력규모가 변하는지를 확인하였다. 3개군에서의 평균인력은 분산분석 결과 통계적으로 유의한 차이를 보이지는 않았다($p=0.069$). 하지만, 기술사가 2명인 경우(8.6 ± 3.7)가 1명(7.5 ± 3.7)이나 0명(6.0 ± 2.1)에 비해 보유인력 수면에서 약간의 우위를 점하는 것으로 분석되었다.

IV. 고 찰

측정기관에 대한 본격적인 관리는공단 연구원에서 주관하는 작업환경측정기관에 대한 정도관리가 1992년에 도입된 이후부터이며 이 제도는 빠르게 자리를 잡았다(Jeong, 2001). 아울러 기관에 대한 종합적인 평가는 2012년도에 1차로 시행되었으며 2014년에 2차 평가가 진행될 예정이다. 이러한 측정기관에 대한 관리는 측정의 질 확보를 통해 근로자의 건강을 담보하기 위한 필수 수단으로 활용되고 있으며 점차 강화될 가능성이 높다.

이전의 연구에서 언급된 바와 같이 국내에서 작업환경 측정·분석 장비의 보유현황과 관련된 연구는 2012년도에 Jang et al.(2013)등이 예비적으로 시행한 것과 Jang(2013)이 보고한 것이 거의 유일하다. 따라서 타 자료와의 비교를 통한 고찰에 많은 한계가 있다.

국내 측정기관이 보유한 측정장비는 거의 외국산 이기는 하나 규모면에서는 신뢰성 있는 평가를 추진하기에 부족한 점은 없는 것으로 판단되고 있다. 4개 측정기관 유형에 따라 분석된 본 연구 결과에 따르면 어느 정도 규모의 경제와 역사를 지닌 보건협회와 근로병원의 종합기관이 가장 많은 장비를 보유하고 있으며 평가결과 점수도 높은 것으로 나타났다. 이는 동 기관들의 업무수행 경험과 기술 축적의 결과로 판단되며 향후에도 이들 기관이 국내 작업환경 측정 시장에서 중요한 역할을 담당할 가능성이 있다. 병원 등에 소속된 부속기관과 지정측정기관의 절반 가까이를 차지하고 있는 독립기관의 경우에는 아무래도 기관의 인력과 사업비에 한계가 있을 수밖에 없어 측정장비를 충분히 보유하고 유지하기에는 부족한 면이 있는 것이 현실이다. 하지만 이에 속하는 측정기관 중 일부의 경우에는 종합기관에 못지않은 측정장비를 확보하고 있는 곳도 있어 바람직한 면도 없는 것은 아니었다.

분석장비의 보유면에 있어서는 법적으로 요구하는 장비가 매우 고가이고 가스크로마토그래프와 원자흡광광도계를 각 1대 정도씩을 보유하면 작업환경측정에 필요한 많은 분석을 시행할 수 있으므로 기관 입장에서는 현실적으로 많은 수의 분석장비를 보유하기는 어렵다고 할 수 있다. 이러한 측면에서 본다면 본 연구를 통해 기관 간에 거의 차이가 없는 보유실태를 나타낸 것은 예측이 가능한 부분이기도 하였다. 이 부분은 국내 작업환경측정 시장의 규모 등을 고려할 때 향후에도 쉽게 달라질 가능성이 없으므로 보유한 장비의 질과 분석능력을 잘 관리할 수 있는 방안을 강구하는 것이 바람직한 방향으로 판단된다.

측정기관이 고용하고 있는 측정·분석 인력을 살펴보면 종합기관이 부속기관이나 독립기관에 비해 월등한 것으로 나타났는데 이는 근로복지공단이나 보건협회라는 공공성과 오랜 기간의 경험을 통해 얻

어진 결과라고 할 수 있다. 한정된 시장을 많은 측정 기관이 공유하기 위해서는 아무래도 기존에 시장을 선점한 기관이 유리한 위치를 점할 가능성이 높으며 사업장의 특성을 감안한 서비스도 어느 정도는 제공할 수 있다.

전반적으로 측정장비와 인력의 보유가 건실한 종합기관은 2012년도에 시행된 기관평가에서 가장 높은 점수를 기록하였다. 반면에 부속기관과 독립기관은 향후에도 많은 노력을 기울여 평가에 대비할 필요가 있는 것으로 나타났다. 어떻게 보면 기관에 대한 평가는 결국 사람과 장비가 대부분을 차지할 것이므로 독립기관 등이 종합기관과 동등한 위치에서 경쟁을 하기 위해서는 어느 정도는 규모를 갖추어 나가는 것이 가장 급선무임은 사전에 충분히 예측되었다. 결국 측정장비의 보유대수와 인력이 평가결과와 통계적으로 유의한 양의 상관관계를 보여 준 것은 정량적으로 이러한 추측을 뒷받침하는 결과이며 소규모 측정기관의 입장에서는 이를 극복할 수 있는 나름대로의 노력을 추진해야 할 것으로 판단된다.

기술사와 같은 고급인력이 측정기관의 장비, 인력 및 평가결과와 상관성이 있는 것으로 도출된 결과는 양질의 전문인력이 국내 작업환경측정 제도에 기여하는 바를 구체적인 수치로 뒷받침한 것이다. 다른 측면에서 보면 기관이 기술사와 같은 고급인력을 채용하여 활용할 수 있다는 것은 어느 정도는 규모의 경제를 실천하고 있음을 반증하는 것으로 결국 인력과 장비 등의 확보는 같은 맥락에서 이해되어야 할 요소로 보인다.

기관의 유형이나 기술사의 보유여부가 측정기관의 건실성에 미치는 영향은 향후에도 어느 정도 지속될 가능성이 높다. 2년을 주기로 실시되는 기관에 대한 평가는 2012년도에는 다소 시범적이고 선언적인 측면이 있었으며 향후에는 점차 기술적이고 구체적인 부분에 대한 평가 항목이 지속적으로 확대될 가능성이 높으므로 측정기관의 입장에서는 양질의 장비와 인력을 확보하기 위해 꾸준히 노력할 필요가 있다. 2013년에 실시된 Jeong et al.(2013)의 연구에 따르면 측정장비에 대해서도 측정펌프의 유량보정을 담보할 수 있는 관리가 조속히 이루어져야 하는 것으로 나타나기도 했다.

평가결과만으로 판단해보면 전반적으로 종합기관

이 상대적으로 높은 점수를 획득하였으며, 부속기관과 독립기관이 많은 노력을 기울일 필요성에 대해서는 공감대를 형성할 수 있는 연구결과가 정량적 수치를 근거로 본 연구에서 제시되었다. 하지만 각 기관의 유형에 따라서 편차가 심하다는 사실은 역설적으로는 규모가 적은 기관도 나름대로 노하우를 축적해 나가면 종합기관에 못지않은 경쟁력을 갖춘 측정기관으로 성장할 가능성이 있음을 의미하며 실제로 인력이나 장비 등에서 그러한 성과를 보이고 있는 기관도 있다는 점은 매우 고무적인 사실이다.

일부에서는 측정기관에 대한 인증제도의 도입을 꾸준히 제기하고 있으며(Park et al., 1994; Rho et al., 2004; Rho, 2005) 국가기관이 무한정 관리를 주도해 나가는 것도 선진국의 예로 비추어 볼 때는 바람직하지 않은 측면도 있다. 향후 측정기관에 대한 현재의 평가가 작업환경측정 정도관리 제도와 같이 순조롭게 정착되어 측정결과에 신뢰성이 담보될 수 있는 여건이 충분하게 조성된다면 민간이 주도가 되어 측정기관을 자율적으로 평가하고 인증하는 제도를 도입하는 것도 대안으로 자리잡아가게 될 것이다.

도입 부분에서 언급한 바와 같이 2012년도에 실시된 측정기관에 대한 평가의 결과는 해당 기관의 우수성을 입증하는 단적인 지표는 아니다. 이는 실제로 현장에서 작업환경측정을 내실 있게 수행하고 있는 지에 대한 부분이 현실적인 어려움을 반영하여 평가의 대상에 충분히 포함되어 있지 않는 등 기관이 소유한 모든 능력을 파악하기에는 어느 정도 한계가 있기 때문이다. 본 연구에서 제시된 기관에 대한 평가지표는 절대적 대표성을 가진 것이 아니라는 점이 본 연구의 제한점이 될 수 있다. 따라서 기관의 실질적 운영 실태나 자체정도관리 시스템 등 눈에 보이지 않는 관리적 요인과 직원에 대한 지속적 교육이나 보고서 작성 능력 등 개인적 요인에 대한 질적 변수도 함께 고려한 연구를 지속적으로 실시할 필요성이 제기되고 있다.

V. 결 론

조사가 이루어진 108개 측정기관 중 자체 측정사업장 5개소를 제외한 103개소를 대상으로 인력, 장비 및 기관 평가점수의 관계를 분석한 본 연구의 결

과를 요약하면 다음과 같다.

1. 측정장비는 보건협회와 근복병원으로 구성된 종합기관이 상대적으로 가장 많이 보유하고 있었으며 통계적으로도 대학병원, 부속기관 및 독립기관의 여타 3개 군에 비하여 유의한 차이를 나타내었다.

2. 측정·분석 인력의 보유에서도 종합기관이 가장 많은 인원을 확보하고 있었고, 부속기관이 상대적으로 낮은 수치를 보였으며, 인력의 차이는 통계적으로 유의하였다.

3. 측정기관이 보유한 측정장비의 수는 고용한 측정·분석 인력과 양의 상관관계를 나타내었다. 1명의 인력이 증가할 때마다 약 12대의 측정장비가 늘어나는 것으로 분석되었다. 분석장비의 경우에는 기관의 인력 보유현황과 관련성이 거의 없었다.

4. 2012년도에 실시된 측정기관에 대한 평가결과를 기관의 유형에 따라 비교해 본 결과 종합기관이 평균적으로 가장 높은 점수를 획득하였으며 부속기관과 독립기관이 상대적으로 낮은 점수를 얻은 것으로 나타났다. 4개 군 간의 평균점수는 통계적으로 매우 유의하게 차이가 나는 것을 보여주었다.

5. 측정장비의 수가 측정기관 평가결과에 미치는 영향을 분석한 결과 양의 상관성이 나타났으며 장비수가 1대 증가할수록 점수가 약 0.1점 가량 높아질 수 있는 것으로 분석되었다. 분석장비의 경우는 평가결과에 유의한 영향을 미치지 못하였다.

6. 측정·분석 인력의 경우에도 평가결과와 양의 상관관계를 나타내었으며 인력 1명이 증가할 때마다 1.2점 정도의 상승효과가 있는 것으로 분석되었다.

7. 기관의 4개 유형에 따라 측정장비의 보유가 평가결과에 미친 영향을 분석한 결과 대학기관이 가장 상관성이 높은 것으로 나타났으며, 기관에 따라 인력이 평가결과에 미치는 영향도 대학기관에서 가장 강하게 통계적 상관성을 보였다.

8. 기술사의 보유가 측정장비의 보유에 영향을 미쳤는지를 기술사 수에 따라 분석한 결과 기술사가 없는 기관에 비해 있는 기관이 장비를 많이 보유하려는 경향이 강하게 도출되었다. 기관 인력보유의 경우에도 기술사를 보유한 기관일수록 더 많은 인력을 확보하려는 경향이 있는 것으로 나타났다. 또한 기술사의 보유여부는 2012년도 측정기관의 평가결과에 다소나마 영향을 준 것으로 분석되었다.

측정기관의 발전을 통해 국내 작업환경 측정제도의 실효성을 제고하기 위해서는 기관이 보유하고 있는 측정·분석 장비에 대한 모니터링이 지속될 필요가 있으며, 측정기관은 양질의 인력과 장비의 확보와 유지관리를 위해 꾸준히 노력할 필요가 있다.

감사의 말씀

본 연구는 2012년도에 고용노동부와 한국산업안전보건공단이 작업환경측정기관을 대상으로 수행한 평가 사업에 따라 산출된 결과와 동 평가와 병행하여 연구자가 추가적으로 조사한 자료를 바탕으로 작성되었음.

References

- Jang JK. Evaluation of the possession of measurement and analytical instruments among domestic work environment monitoring service providers (I). J of Korean Soc Occup Environ Hyg 2013;23(3):250-260
- Jang JK, Jeon HJ, Lee SK. Current possession status of workplace monitoring and analysis instruments in work environment monitoring service providers in Korea. Proceeding of fall conference for 2012. J of Korean Soc Occup Environ Hyg 2012. p. 107-108
- Jeong JY. Analysis of korean quality control program for work environment monitoring. Program book of international conference for 10th anniversary of quality control program for work environment monitoring. Occupational Safety and Health Research Institutes, KOSHA.; 2001. p. 5-31
- Jeong JY, Kim KY, Bae YS. The validation study for constant flow rate performance of personal air sampler. Occupational Safety and Health Research Institutes, KOSHA. 2013
- Kim CN. What we need to do for the evolution of work environment monitoring field? Industrial Health 2010;260:2-4
- Park DW, Shin YC, Park SH, Lee NR, Oh SM. A study on the analytical errors of non-proficient laboratories participated in quality control program. J of Korean Soc Occup Environ Hyg 1994;4(1):96-102
- Roh YM, Kim CN, Kim HW, Park YK, Cho KH et al. A development for quality control program in the field of industrial hygiene in Korea -A review on the necessity for application of accreditation program. J of Korean

- Soc Occup Environ Hyg 2004;14(1):92-101
- Roh YM. Issues and evolution methodology for work environment monitoring on the side of employer. Ind Health 2005;208:56-60
- Ministry of Employment and Labor(MoEL). Occupational Safety and Health Act, Act No. 10968. 2014
- Won JI. Methodology for evolving the quality of work environment monitoring scheme. Proceeding of spring conference for 2013. Korean Soc Occup Environ Hyg 2013. p. 21-32
- Yun MJ, Lee KN, Lee EY, Paek DM, Ahn KD et. al. Development of subjects, monitoring periods and intervention for the work environment monitoring scheme. Ministry of Labor; 1993. p. 3-14