

소음 노출 사업장의 소음 노출수준과 노출기준 초과율 현황

김규상* · 성정민¹ · 김은아¹

서울의료원 직업환경의학과, ¹안전보건공단 산업안전보건연구원

Noise Exposure Levels of Workplaces Exposed to Noise and Rate of Exceedance of Exposure Limits

KyooSang Kim* · Jungmin Sung¹ · Eun-A Kim¹

Department of Occupational and Environmental Medicine, Seoul Medical Center

¹Occupational Health Research Bureau, Occupational Safety and Health Research Institute, KOSHA

ABSTRACT

Objectives: The purpose of this study was to analyze noise exposure levels and the rate of exceedance of exposure limits in workplaces from a 2015 measurement of working environments according to area, industry, and scale of workplace and to determine changes compared to the past.

Methods: Among the 408,875 measurements of noise in working environments from 27,030 workplaces in 2015, 16,359 workplaces that were linked to special health examination data were selected as the subjects of this study. The eight-hour corrected measurements and geometric mean values of the individual noise measurements of the workplaces were used to calculate noise exposure levels and the exceedance rate of exposure limits.

Results: The average noise exposure level of the overall workplaces making up the subjects of this study was 83.6 dBA, and the exceedance rate of exposure limits was 15.1%. At least half of the noise measurements exceeded the exposure limits in 13.7% of the workplaces. Noise exposure levels were higher in the manufacturing industry and in smaller-scale workplaces. The exceedance rate of noise exposure limits was higher in the mining and manufacturing industries and in smaller-scale workplaces.

Conclusions: Noise exposure has shown improvements compared to the past, but the exceedance rate of exposure limits was still high, and more than half of the workers were being exposed to noise of 85 dBA or higher. Therefore, it is necessary to make more active improvements in working environments in terms of noise exposure.

Key words: exceedance rate, exposure level, noise

I. 서 론

소음은 우리나라 사업장 근로자의 주요한 노출 유해 요인이다. 소음 노출에 의한 건강영향으로 청력장해(소음성 난청)에 영향을 미칠 뿐 아니라 대화 방해, 수면 방해, 고혈압 등 심혈관계 질환, 일상생활에서의 업무 수행에 영향을 미치며, 불쾌감과 사회적 행태의 악화와

나아가 정신 건강에 영향을 미친다. 소음에 의한 청력장해는 전 세계적으로 불가역적 직업성 위해 중에서 가장 흔한 것으로서 일반적으로 8시간 평균 소음 노출값(LAeq, 8h)이 75 dBA 이하 수준에서는 장기간 직업적으로 노출되더라도 청력장해의 영향은 없으나(ISO, 1990), 청력에 영향을 미치는 80 dBA 이상의 소음에 대다수의 근로자가 노출되고 있다.

*Corresponding author: KyooSang Kim, Tel: 02-2276-8667, E-mail: kyoosang@daum.net

Dept. Occupational and Environmental Medicine, Seoul Medical Center, 156 Sinnae-ro, Jungnang-gu, Seoul 02053

Received: April 28, 2020, Revised: June 1, 2020, Accepted: June 22, 2020

 KyooSang Kim <https://orcid.org/0000-0003-4896-0548>

 Jungmin Sung <https://orcid.org/0000-0002-4519-465X>

 Eun-A Kim <https://orcid.org/0000-0002-8582-234X>

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.

산업재해보상보험법의 업무상질병 인정기준에서 소음성 난청의 대상을 85 dBA 이상 소음에 3년 이상 노출되는 작업장에서 종사한 경력(MoEL, 2020), 산업안전보건법의 소음 특수건강진단의 대상으로 소음에 노출되는 근로자, 즉 소음작업을 1일 8시간 작업을 기준으로 85 dBA 이상의 소음이 발생하는 작업, 사업장의 청력보존 프로그램의 수립 시행은 작업환경측정 결과 소음수준이 90 dBA를 초과하는 사업장으로 정하고 있다(MoEL, 2019). 물론, 당해 건강진단 직전의 작업환경측정 결과 소음이 노출기준 이상인 경우나 소음에 의한 직업병 유소견자가 발견된 경우에는 소음 특수건강진단 주기를 단축한다든지(OSHRI, 2016), 90 dBA를 초과하지 않더라도 소음으로 인하여 근로자에게 건강장해가 발생한 사업장은 청력보존 프로그램을 시행토록 하고 있다. 이처럼 소음 측정 결과 소음 노출수준은 사업장의 작업환경관리와 소음 작업자의 건강관리의 중요한 지표가 되고 있다.

작업환경 유해인자인 소음에 대한 노출기준 초과 사업장은 전체 유해인자 기준 초과 사업장의 90% 이상을 차지하고 있다(MoEL, 2015). 업무상 질병자로서 난청은 2015년에 372명으로 전년도에 비해 33.8% 증가되었으며, 전체 질병자의 4.7%, 뇌심혈관질환과 근골격계 질환 등의 작업관련성 질병을 제외한 직업병의 19.0%를 차지하고 있다(MoEL, 2016a). 특수건강진단에서 소음성 난청은 2015년에 10,042건으로 전체 직업병 유소견자(D₁)의 96.8%를 차지하고 있으며 전년대비 1,614건(19.2%)이 증가하였다. 또한 소음성 난청 요관찰자(C₁)는 138,990명으로 전체 요관찰 질병자의 89.7%로 가장 많으며, 특수건강진단 피검사자 607,050명 중 22.9%가 소음성 난청 요관찰자임을 알 수 있다(MoEL, 2016c). 이러한 분포는 최근 연도별로 큰 차이를 보이지 않고 있으나 이전 과거에 비해서는 증가 추세이다(Kim, 2006).

1980년대의 소음 노출수준은 대부분 제조업종에서 비교적 90 dBA를 초과하거나 노출기준에 근접하고 있으며(Kim et al., 1986), 1990~2000년대에는 소음 노출기준 초과율이 40%대에서 25%대까지 감소 추세를 보이고 있다. 소음 노출은 한국산업안전공단의 제조업체 작업환경실태조사에서 53.3%가 소음 발생 작업공정을 보유하고 근로자 수로는 12.1%가 해당 공정에서 근무하고 있는 것으로 보고하였다(OSHRI, 1999). Kim et al.(2018)은 직업적 소음 노출 규모를 제조업 사업장

의 40.0%, 종사자의 32.7%로 추정하고 있다.

이처럼 우리나라의 소음 노출 근로자의 규모는 크고 노출수준 또한 다른 유해요인에 비해 아주 높으며, 소음에 노출된 근로자의 소음성 난청의 영향도 크다고 볼 수 있다.

이 연구는 최근 2015년의 작업환경측정 결과 사업장 단위의 소음 노출수준과 소음 노출기준 초과율을 지역, 업종 및 사업장 규모별로 분석하고, 과거와 비교하여 어떻게 변화되었는지를 보고자 하였다.

II. 대상 및 방법

1. 연구 대상

작업환경측정 자료는 전국의 지정측정기관의 소음 측정자료로서 2015년의 27,030개소 사업장의 408,875건의 소음 측정자료로 구성되어 있다. 특정 사업장의 경우, 본사와 공장이 분리되어 있거나 건설업체와 같이 여러 지역에 분포되어 있는 경우가 있기 때문에 사업장 관리번호와 관할 고용노동부지청으로 사업장 단위를 구분하였다. 이중, 특수 건강진단 자료와 연계가 되는 사업장 중 근로자 수가 1명 이상인 16,359개소 사업장을 대상으로 사업장의 소음 노출수준을 분석하였다.

2. 연구 방법

이 연구는 일 사업장 단위에서 측정된 작업환경측정 결과 중 개별 소음 측정 건의 8시간 시간가중평균값과 사업장 내 개별 측정값의 전체 (기하)평균값을 모두 이용하였다. 사업장 단위별로 전체 측정건수, 개별 측정값의 90 dBA 노출기준 초과 여부와 노출기준 초과 측정건수 등의 정보를 구하고, 사업장 내 당해 평균값은 일 사업장 단위의 지역 소음 측정 건의 (기하)평균을 일 사업장의 소음수준으로 보고 8시간 90 dBA 노출기준 초과 여부를 판단하였다.

측정건수는 일 사업장당 측정 포인트 수의 총합이며, 초과 측정건수는 금회 8시간 시간가중평균노출값이 90 dBA를 초과하는 측정 포인트 수이다. 8시간 최소값은 일 사업장별 8시간 시간가중평균값 중 가장 작은 값이며, 8시간 최대값은 일 사업장별 8시간 시간가중평균값 중 가장 큰 값이다.

소음 노출의 분포를 살펴보기 위해, 사업장 별 소음 노출의 평균을 이용해서 25%, 75%의 분위수(Interquartile Range, IQR)값을 계산하였다. 일 사업장 당해 전체 소

음의 평균값 이외에 사업장 별로 측정된 개별 건 중 한 건이라도 노출기준을 초과하지 않은지(미초과)와 측정 건 중 절반 이상의 측정 건에서 노출기준을 초과한 사업장 여부를 파악하여 노출기준 미초과, 50% 이상 초과 사업장을 제시하였다. 미초과 사업장 수와 비율을 통해 사업장별 측정된 건수 중 한 건이라도 노출기준을 초과한 사업장 수와 비율은 산출할 수 있다. 그리고 사업장 단위 평균 소음 노출수준에 따른 노출기준 초과율 뿐 아니라 사업장별 측정건수와 초과 측정건수를 통해 측정 건의 초과 비율도 산출할 수 있다.

위에 기술한 소음 노출수준은 전체 연구대상 사업장의 지역, 업종, 규모로 구분하여 당해 사업장 수와 사업장별 소음 노출수준(일 사업장 내 전체 개별 측정 건 중 8시간 시간가중평균값의 최소값, 최대값과 중앙값 및 일 사업장의 전체 (기하)평균값)의 평균(표준편차)과 IQR을 제시하였다. 또한 전체 연구대상 사업장 중 제조업만을 대상으로 업종별(중분류)로 동일하게 살펴보았다. 그리고 조사 대상 사업장의 노출기준 초과 여부와 초과율은 당해 사업장 수, 사업장별 측정건수와 노출기준 초과 측정건수 및 초과율의 평균(표준편차), 그리고 노출기준 미초과와 50% 이상 초과 사업장 수(비율)로 제시하였다. 전체 사업장의 소음 기술통계량의 평균은 산술평균으로 산출하였다.

작업환경측정 자료에서 사업장 단위의 지역은 두 개(서울을 포함한 6대 광역시와 5개 광역도)로 구분하였다. 업종은 표준업종코드의 대분류를 기준으로 광업, 제조업, 건설업, 그리고 기타 산업 등 총 4개로 분류하였다. 제조업에 포함된 사업장의 세분화된 결과를 얻을 때는 표준업종코드 첫 두 자리를 이용해서 별도의 세분화 코드를 이용하였다. 사업장 규모는 근로자 수를 기준으로 4개 구간(1~49, 50~299, 300~999, 1,000인 이상)으로 구분하였다.

III. 결 과

1. 소음 노출수준

사업장별 소음 작업환경측정 결과 8시간 노출량(8hr-Time Weighted Average, TWA)의 최소~최대값, 평균값 및 중앙값을 산출하여 전국의 사업장 대상 지역에 따라 구분하여 본 결과, 서울/광역시의 사업장 단위의 평균 최소~최대값은 77.62~89.98 dBA, 평균값은 84.32 dBA이었으며, 광역도는 각각 76.01~

89.09 dBA, 83.27 dBA이었다. 조사 대상 사업장 전체의 소음 노출수준은 평균값으로 83.61 dBA, 중앙값으로는 84.09 dBA로 평균값이 중앙값보다 대략 0.5 dBA 낮게 나타났다. 1/4~3/4분위수값인 25%~75% 범위값을 각 지역별로 제시하면, 서울/광역시가 81.42~88.09 dBA이었으며, 광역도는 80.5~86.89 dBA로 나타났다. 16,359개 사업장 전체로는 80.74~87.28 dBA이었다. 업종별(대분류)로는 소음 노출수준 평균값으로 제조업이 84.10 dBA로 가장 높았으며, 다음으로 광업이 81.97 dBA, 건설업 79.77 dBA, 기타 산업 77.64 dBA의 순이었다. 1/4~3/4 분위수값인 25%~75% 범위값으로 각 업종별로 제시하면, 제조업은 81.30~87.46 dBA, 광업 78.03~87.03 dBA, 건설업 76.24~84.44 dBA, 기타 산업 73.14~83.15 dBA의 순이었다. 사업장 규모에 따른 소음 노출수준은 평균값으로 1~49인 규모의 사업장이 84.36 dBA로 가장 높았으며, 다음으로 50~299인 82.40 dBA, 300~999인 79.05 dBA, 1,000인 이상 사업장은 75.64 dBA의 순이었다. 1/4~3/4 분위수값인 25%~75% 범위값은 1~49인 81.55~87.88 dBA, 50~299인 사업장은 79.66~85.99 dBA, 300~999인 사업장은 75.57~83.49 dBA, 1,000인 이상 사업장은 71.83~80.67 dBA의 순이었다. 사업장 규모가 작을수록 소음 노출수준은 높게 나타났다(Table 1).

제조업의 업종별(중분류)로 소음 노출수준 평균값으로 보면, 섬유제품제조업이 89.08 dBA로 가장 높았으며, 다음으로 목재 및 나무제품제조업 87.53 dBA, 의복·의복액세서리 및 모피제품제조업 85.31 dBA, 자동차 및 트레일러제조업 85.04 dBA로 85 dBA를 초과하고 있었고, 제조업 전체의 소음 노출수준은 84.10 dBA이었다. 1/4~3/4 분위수값인 25%~75% 범위값으로 80~85 dBA 이상을 보이는 제조업을 보면, 섬유제품제조업 85.06~94.15 dBA, 목재 및 나무제품제조업 84.69~91.47 dBA, 의복·의복액세서리 및 모피제품제조업 83.56~88.53 dBA, 비금속광물제품제조업 79.38~88.49 dBA, 자동차 및 트레일러제조업 82.26~88.29 dBA, 금속가공제품제조업 82.58~87.88 dBA, 1차금속제조업 82.39~87.83 dBA, 기타 운송장비제조업 81.45~87.79 dBA, 가죽·가방 및 신발제조업 81.93~86.63 dBA, 기타 제품제조업 80.80~86.53 dBA, 음료제조업 81.94~86.41 dBA, 펄프·종이 및 종이제품제조업 81.35~86.40 dBA, 기타 기계 및

Table 1. Noise exposure levels of workplace

		No. of businesses	Minimum		Maximum		Geometric mean		Median		IQR
			Mean(SD)	Mean(SD)	Mean(SD)	Mean(SD)	Mean(SD)	Mean(SD)			
Area	Metropolitan city	5,278	77.62(10.10)	89.98(6.64)	84.32(6.59)	84.77(6.44)	81.42~88.09				
	Province	11,081	76.01(10.06)	89.09(6.37)	83.27(6.02)	83.77(5.89)	80.50~86.89				
Industry	Mining	97	74.44(12.19)	89.91(10.02)	81.97(9.45)	82.24(9.59)	78.03~87.03				
	Manufacturing	15,008	77.05(9.68)	89.81(6.16)	84.10(5.79)	84.56(5.68)	81.30~87.46				
	Construction	157	71.14(11.78)	86.55(6.81)	79.77(6.69)	80.32(6.69)	76.24~84.44				
	Others	1,097	70.32(12.68)	83.86(7.46)	77.64(7.98)	78.34(7.73)	73.14~83.15				
Size	1~49	11,374	78.89(8.63)	89.16(6.42)	84.36(6.15)	84.75(6.09)	81.55~87.88				
	≥50~299	4,386	72.51(9.99)	89.95(6.35)	82.40(5.74)	83.04(5.57)	79.66~85.99				
	≥300~999	435	63.21(12.57)	89.63(7.64)	79.05(6.68)	80.06(6.45)	75.57~83.49				
	≥1,000	164	55.48(13.69)	88.94(8.68)	75.64(6.87)	77.11(6.33)	71.83~80.67				
Total		16,359	76.53(10.10)	89.38(6.47)	83.61(6.23)	84.09(6.10)	80.74~87.28				

Table 2. Noise exposure levels in manufacturing

		No. of businesses	Minimum		Maximum		Geometric mean		Median		IQR
			Mean(SD)	Mean(SD)	Mean(SD)	Mean(SD)	Mean(SD)	Mean(SD)			
Grocery manufacturing		599	73.59(8.80)	87.83(4.45)	82.06(4.14)	82.72(4.04)	79.93~84.55				
Beverage manufacturing industry		91	71.81(11.74)	90.48(4.94)	84.04(4.64)	85.01(4.54)	81.94~86.41				
Tobacco industry		9	67.70(10.12)	90.78(2.54)	82.49(3.82)	83.44(4.16)	79.72~84.12				
Textile product manufacturing industry		991	83.85(9.18)	93.22(6.13)	89.08(6.17)	89.56(6.15)	85.06~94.15				
Apparel, Garment Accessories and Fur Products		30	80.38(8.50)	89.46(7.33)	85.31(7.29)	85.82(7.56)	83.56~88.53				
Leather, bag and shoes manufacturing industry		41	77.77(8.38)	88.41(4.16)	84.01(3.64)	84.32(3.46)	81.93~86.63				
Wood and wooden product manufacturing		403	82.56(8.95)	91.92(5.67)	87.53(6.05)	88.01(5.08)	84.69~91.47				
Pulp, paper and paper product manufacturing industry		318	76.00(8.28)	89.82(4.40)	83.97(4.04)	84.60(3.82)	81.35~86.40				
Print and Record Media Replication		296	77.22(8.54)	85.84(5.66)	82.06(5.74)	82.49(5.67)	79.86~85.68				
Coke, Briquettes and Petroleum Refining Industry		48	73.32(11.73)	86.09(6.84)	80.43(7.44)	80.89(7.64)	75.81~85.59				
Chemical and chemical product manufacturing		716	73.51(11.54)	87.03(5.51)	81.27(6.25)	81.97(6.18)	77.16~85.25				
Medical substance and pharmaceutical manufacturing industry		69	69.06(10.76)	85.21(6.00)	78.35(5.98)	79.13(5.88)	74.19~83.02				
Rubber and plastic product manufacturing		799	75.51(9.05)	88.01(5.33)	82.39(5.22)	82.93(5.15)	79.99~85.58				
Non-metallic mineral product manufacturing industry		737	77.10(11.13)	88.94(8.04)	83.65(7.98)	84.16(7.79)	79.38~88.49				
Primary metal manufacturing industry		1,063	76.91(9.13)	91.37(5.77)	84.78(4.88)	85.19(4.73)	82.39~87.83				
Metal processing product manufacturing		2,619	79.00(7.87)	89.98(5.56)	84.96(4.90)	85.32(4.87)	82.58~87.88				
Electronic parts, computer, video, sound and communication equipment manufacturing		496	73.03(11.52)	87.64(5.94)	81.37(6.23)	82.06(6.09)	77.60~85.23				
Medical, precision, optical device and clock manufacturing industry		106	72.70(10.06)	86.44(5.02)	80.11(5.85)	80.83(5.86)	76.85~84.11				
Electric equipment manufacturing industry		484	74.96(9.36)	88.40(5.83)	82.36(5.54)	82.82(5.44)	80.11~85.62				
Other machinery and equipment manufacturing industry		1,727	75.66(8.76)	88.42(5.83)	82.55(5.18)	82.93(5.16)	80.01~85.64				
Automobile and trailer manufacturing		2,206	76.95(9.48)	91.63(5.72)	85.04(5.13)	85.49(4.97)	82.26~88.29				
Other transport equipment manufacturing		619	75.07(10.45)	93.01(7.62)	84.58(4.99)	84.91(4.93)	81.45~87.79				
Furniture manufacturing industry		193	79.26(6.23)	87.88(4.03)	83.93(3.73)	84.26(3.67)	82.00~85.58				
Other product manufacturing industry		348	77.69(8.78)	88.27(5.87)	83.44(6.02)	83.84(6.05)	80.80~86.53				
Total		15,008	77.05(9.68)	89.81(6.16)	84.10(5.79)	84.56(5.68)	81.30~87.46				

장비제조업 80.01~85.64 dBA, 전기장비제조업 80.11~85.62 dBA, 가구제조업 82.00~85.58 dBA이었다 (Table 2).

2. 소음 노출기준 초과율

사업장별 소음 작업환경측정 결과 8시간 90 dBA의 소음 노출기준 초과율을 전국의 사업장 대상 지역에 따라 구분하여 본 결과, 서울/광역시 5,278개의 사업장의 단위 평균 측정건수는 15.04건, 사업장별 초과 측정건수는 2.45건, 90dB 초과율은 19.68%이었으며, 광역도는 11,081개 사업장의 단위 평균 측정건수는 15.28건, 초과 측정건수는 2.08건, 90 dB 초과율은 12.91%이었다. 조사 대상 사업장 전체의 소음 노출기준 초과율은 15.10%이었다. 사업장별 소음 작업환경측정 결과 8시간 노출량(TWA)이 측정 건 중 노출기준을 하나 이상이라도 초과한 사업장은 서울/광역시가 2,249개(42.6%), 광역도는 3,562개(32.1%) 사업장으로 총 5,811개(35.5%) 사업장이 어느 한 측정점에서 노출기준을 초과하였다. 사업장별 측정 건 중 노출기준을 초과한 건이 50% 이상인 사업장도 2,248개(13.7%)이었다. 업종별(대분류)로는 90 dB 초과율이 광업이 16.72%로 가장 높았으며, 다음으로 제조업 15.94%, 건설업 7.25%, 기타 산업이 4.53%의 순이었다. 사업장별 측정 건 중 노출기준을 초과한 건이 50% 이상인 사업장의 비율이 광업 14개소(14.4%), 제조업 2,178개소(14.5%), 건설업 8개소(5.1%), 기타 48개소(4.4%)을 보였다. 사

업장 규모에 따른 소음 노출기준 초과율은 1~49인 규모의 사업장이 17.18%로 가장 높았으며, 다음으로 50~299인 10.99%, 300~999인 6.61%, 1,000인 이상 사업장은 2.79%의 순이었다. 또한 사업장별 측정 건 중 노출기준을 초과하는 건이 50% 이상인 사업장의 비율도 1~49인 1,925개소(16.9%), 50~299인 311개소(7.1%), 300~999인 11개소(2.5%), 1,000인 이상 1개소(0.6%)를 보여 사업장 규모가 작을수록 소음 노출기준을 초과하는 것으로 나타났다(Table 3).

제조업의 업종별(중분류)로 소음 노출기준 초과율을 보면, 섬유제품제조업 45.09%로 가장 높았으며, 다음으로 목재 및 나무제품제조업 36.15%, 의복·의복액세서리 및 모피제품제조업 27.64%, 비금속광물제품제조업 22.76%, 자동차 및 트레일러제조업 20.46% 등이 20%를 초과하고 있었으며, 기타 운송장비제조업 17.72%, 1차금속제조업 16.85%, 금속가공제품제조업 15.95%, 기타 제품제조업 13.37%, 음료제조업 13.17% 등이 10%를 넘게 나타났다. 제조업 사업장의 전체 소음 노출기준 초과율은 15.94%이었다. 사업장별 측정 건 중 노출기준을 초과한 건이 50% 이상으로 높게 나타난 제조업의 업종을 보면, 섬유제품 제조업 480개소(48.4%), 목재 및 나무제품 제조업 164개소(40.7%), 의복, 의복액세서리 및 모피제품 제조업 9개소(30.0%), 비금속 광물제품 제조업 176개소(23.90%), 자동차 및 트레일러 제조업 393개소(17.80%), 금속가공제품 제조업 387개소(14.80%), 기타 운송장비 제조업 85개소(13.70%), 1

Table 3. Exceedance rate of noise exposure limits in workplace

		No. of businesses	No. of measurements	No. of measurements exceeded (≥90dB)	Exceedance rate(%) (≥90dB)	No. of businesses not exceeded	No. of businesses exceeding 50% or more
			Mean(SD)	Mean(SD)	Mean(SD)	No.(%)	No.(%)
Area	Metropolitan city	5,278	15.04(110.78)	2.45(17.20)	19.68(30.33)	3,029(57.4)	985(18.7)
	Province	11,081	15.28(71.40)	2.08(12.94)	12.91(24.60)	7,519(67.9)	1,263(11.4)
Industry	Mining	97	14.26(20.33)	2.55(5.03)	16.72(27.41)	57(58.8)	14(14.4)
	Manufacturing	15,008	15.46(89.47)	2.34(15.06)	15.94(27.32)	9,409(62.7)	2,178(14.5)
	Construction	157	18.99(29.26)	0.99(3.01)	7.25(19.12)	123(78.3)	8(5.1)
	Others	1,097	11.23(28.88)	0.47(2.08)	4.53(15.22)	959(87.4)	48(4.4)
Size	1~49	11,374	7.87(7.85)	1.46(3.03)	17.18(29.35)	7,364(64.7)	1,925(16.9)
	≥50~299	4,386	21.12(26.63)	2.88(7.14)	10.99(19.45)	2,775(63.3)	311(7.1)
	≥300~999	435	60.86(74.00)	6.17(21.02)	6.61(13.58)	290(66.7)	11(2.5)
	≥1,000	164	244.9(801.57)	24.76(131.04)	2.79(7.12)	119(72.6)	1(0.6)
Total		16,359	15.20(86.09)	2.20(14.45)	15.10(26.77)	10,548(64.5)	2,248(13.7)

Table 4. Exceedance rate of noise exposure limits in manufacturing industry

	No. of businesses	No. of measurements	No. of measurements exceeded (≥ 90 dB)	Exceedance rate(%) (≥ 90 dB)	No. of businesses not exceeded	No. of businesses exceeding 50% or more
		Mean(SD)	Mean(SD)	Mean(SD)	No.(%)	No.(%)
Glocery manufacturing	599	18.20(21.33)	0.81(2.58)	3.75(10.06)	476(79.50)	8(1.30)
Beverage manufacturing industry	91	29.68(31.60)	4.35(9.27)	13.17(19.31)	49(53.80)	8(8.80)
Tabacco industry	9	45.00(25.51)	1.56(2.46)	5.51(11.93)	5(55.60)	0(0.00)
Textile product manufacturing industry	991	8.80(11.43)	3.55(5.56)	45.09(41.60)	353(35.60)	480(48.40)
Apparel, Garment Accessories and Fur Products	30	6.07(4.62)	1.73(3.13)	27.64(37.05)	16(53.30)	9(30.00)
Leather, bag and shoes manufacturing industry	41	15.83(20.16)	0.66(1.62)	5.94(17.68)	33(80.50)	1(2.40)
Wood and wooden product manufacturing	403	7.49(9.50)	2.47(3.27)	36.15(39.21)	179(44.40)	164(40.70)
Pulp, paper and paper product manufacturing industry	318	15.01(16.64)	1.52(3.02)	9.73(18.68)	212(66.70)	17(5.30)
Print and Record Media Replication	296	9.06(8.66)	0.33(1.17)	3.84(14.51)	265(89.50)	9(3.00)
Coke, Briquettes and Petroleum Refining Industry	48	16.19(53.09)	0.40(1.01)	7.99(21.60)	40(83.30)	5(10.40)
Chemical and chemical product manufacturing	716	14.02(23.26)	0.70(2.58)	6.84(19.09)	598(83.50)	51(7.10)
Medical substance and pharmaceutical manufacturing industry	69	14.04(14.94)	0.42(1.46)	2.75(8.94)	60(87.00)	0(0.00)
Rubber and plastic product manufacturing	799	12.81(24.84)	0.69(1.88)	6.00(15.81)	629(78.70)	30(3.80)
Non-metallic mineral product manufacturing industry	737	10.29(12.83)	2.15(4.18)	22.76(34.10)	438(59.40)	176(23.90)
Primary metal manufacturing industry	1,063	19.27(47.25)	3.34(8.31)	16.85(23.63)	561(52.80)	136(12.80)
Metal processing product manufacturing	2,619	10.83(17.90)	2.01(4.96)	15.95(26.52)	1,651(63.00)	387(14.80)
Electronic parts, computer, video, sound and communication equipment manufacturing	496	13.65(21.90)	1.01(2.74)	8.71(20.07)	377(76.00)	42(8.50)
Medical, precision, optical device and clock manufacturing industry	106	8.73(7.52)	0.32(1.03)	3.45(11.03)	92(86.80)	2(1.90)
Electric equipment manufacturing industry	484	15.79(28.54)	1.08(3.46)	7.49(17.02)	360(74.40)	26(5.40)
Other machinery and equipment manufacturing industry	1,727	12.59(20.16)	1.35(4.23)	8.39(18.73)	1,263(73.10)	97(5.60)
Automobile and trailer manufacturing	2,206	19.56(80.42)	3.10(5.50)	20.46(26.95)	1,048(47.50)	393(17.80)
Other transport equipment manufacturing	619	55.51(398.58)	10.71(69.90)	17.72(22.70)	291(47.00)	85(13.70)
Furniture manufacturing industry	193	7.84(6.56)	0.36(1.11)	4.75(15.83)	167(86.50)	8(4.10)
Other product manufacturing industry	348	9.91(11.74)	1.51(5.07)	13.37(26.56)	246(70.70)	44(12.60)
Total	15,008	15.46(89.47)	2.34(15.06)	15.94(27.32)	9,409(62.70)	2,178(14.50)

차 금속 제조업 136개소(12.8%) 등의 순으로 나타났다. 제조업 조사 대상 사업장 중 사업장별 소음 측정 결과 어느 하나라도 소음 노출기준을 초과하지 않은 미초과 사업장은 9,409개소(62.7%), 즉 소음 측정 건 중 어느 하나라도 초과한 사업장은 5,599개소(37.3%)이었으며, 측정 건 중 초과한 건이 50% 이상을 보인 사업장은 2,178개소(14.5%)이었다(Table 4).

3. 소음 노출수준의 변화

그리고 이 연구와 동일한 방법으로 소음 노출수준 및 초과율을 보기 위해 기수행된 2008년도의 연구(Kim, 2010)와 비교한 결과, 2015년 소음 노출수준은 조금 낮게 나타나나 노출기준 초과율과 사업장별 측정 건 중 절반 이상이 노출기준을 초과한 비율은 2008년보다 높게 나타나 개선이 이루어지지 않고 오히려 악화된 측면

Table 5. Comparison of noise exposure levels and excess rate of exposure limits in 2008 and 2015

		Noise exposure level				Noise exposure exceedance rate			
		Mean(SD), dBA		IQR, dBA		Exceedance rate (%), Mean(SD)		No. of businesses exceeding 50% or more, No(%)	
		2008	2015	2008	2015	2008	2015	2008	2015
Area	Metropolitan city	84.95 (5.70)	84.32 (6.59)	81.96~88.32	81.42~88.09	13.83 (27.20)	19.68 (30.33)	1,078 (13.1)	985 (18.7)
	Province	84.21 (5.55)	83.27 (6.02)	81.21~87.50	80.50~86.89	10.81 (23.59)	12.91 (24.60)	967 (9.9)	1,263 (11.4)
Industry	Mining	85.90 (8.72)	81.97 (9.45)	80.36~89.58	78.03~87.03	15.46 (26.94)	16.72 (27.41)	7 (12.3)	14 (14.4)
	Manufacturing	84.68 (5.51)	84.10 (5.79)	81.63~87.96	81.30~87.46	12.44 (25.58)	15.94 (27.32)	2,000 (11.6)	2,178 (14.5)
	Construction	80.84 (9.16)	79.77 (6.69)	79.01~87.00	76.24~84.44	4.85 (11.19)	7.25 (19.12)	0 (0.0)	8 (5.1)
	Others	81.18 (7.08)	77.64 (7.98)	78.06~85.85	73.14~83.15	5.51 (17.22)	4.53 (15.22)	38 (5.7)	48 (4.4)
Size	1~49	84.56 (5.71)	84.36 (6.15)	81.45~87.91	81.55~87.88	12.79 (26.84)	17.18 (29.35)	1,787 (12.8)	1,925 (16.9)
	≥50~299	84.75 (5.16)	82.40 (5.74)	82.12~87.97	79.66~85.99	10.56 (19.60)	10.99 (19.45)	249 (6.7)	311 (7.1)
	≥300~999	81.89 (6.50)	79.05 (6.68)	79.37~85.73	75.57~83.49	5.50 (13.70)	6.61 (13.58)	9 (3.2)	11 (2.5)
	≥1,000	81.64 (6.19)	75.64 (6.87)	78.89~83.37	71.83~80.67	4.07 (9.66)	2.79 (7.12)	0 (0.0)	1 (0.6)
Total		84.55 (5.63)	83.61 (6.23)	81.51~87.90	80.74~87.28	12.19 (25.35)	15.10 (26.77)	2,045 (11.4)	2,248 (13.7)

이 있음을 알 수 있다. 평균 소음 노출수준은 2008년 84.55 dBA, 2015년 83.61 dBA이었으며, 노출기준 초과율은 2008년 12.19%, 2015년 15.10%, 사업장 측정 건 중 절반 이상이 노출기준을 초과한 비율은 2008년 11.4%, 2015년 13.7%의 측정 결과를 보여주고 있다. 광업과 제조업은 25% 이상의 사업장이 여전히 높은 소음 노출기준 초과율을 보이고 있으며, 특히 50인 미만 소규모 사업장의 소음 노출기준 초과율은 중/대규모 사업장에 비해 월등히 높게 나타났다. 이는 사업장 단위의 소음 노출 환경의 열악함을 보여주는 사업장별 소음 측정 건 중 노출기준을 초과하는 건이 50% 이상을 보여주는 사업장 비율도 이와 비슷한 경향을 보여주고 있다 (Table 5).

IV. 고 찰

소음에 대한 노출 인구는 전체 산업에서 291,793개 사업장에서 일하는 2,539,890명이 노출되어 사업장의

15.7%, 종사자의 16.0%가 노출되는 것으로 추정되었다. 이를 다시 제조업과 비제조업으로 분류하면 제조업에서는 136,559개 사업장에서 일하는 1,317,645명이 노출되어 사업장의 40.0%, 종사자의 32.7%가 노출되는 것으로 추정되었다. 비제조업에서는 155,234개 사업장에서 일하는 1,222,245명이 노출되어 사업장의 10.2%, 종사자의 10.3%가 노출되는 것으로 추정되었다(Kim et al., 2018).

이처럼 우리나라에서 근로자의 소음 노출 인구는 아주 많으며 또한 소음 노출로 인한 소음성 난청 유소견자와 업무상질병으로서 난청이 많이 발생하고 있음을 알 수 있다. 또한 우리나라의 소음 노출기준은 8시간 노출기준으로 90 dBA를 규정하고 있어 높은 편임에도 불구하고(Kim, 2017) 노출기준 초과율도 다른 유해인자에 비해 아주 높은 편이다.

소음 노출 관리를 위해서는 사업장의 공정별 소음 측정 결과 또는 동일 사업장의 노출 소음의 수준이나 노출기준 초과율의 경시적 변화에 따른 개선을 살펴 볼

수 있다. 그러나 국가 정책적으로는 지역, 사업장의 규모, 업종 등에 따른 소음 노출수준과 변화를 파악할 필요가 있다. 과거 고용노동부는 안전보건공단과 함께 사업장에서 실시하는 작업환경측정 결과를 가지고 노출기준 초과 사업장 현황과 추이를 살펴보고, 업종별, 규모별, 유해인자별, 지방청별로 작업환경측정 결과를 분석한 보고서를 발간한 바 있다.

고용노동부의 작업환경측정 결과보고서를 보면, 현재 2015년 이후 결과를 알 수 없지만 소음의 노출기준을 초과한 사업장은 2014년 상반기엔 전체 초과 사업장의 93.1%(6,711개소), 하반기는 94.2%(6,643개소)로 대부분을 차지하며, 그 다음 순으로 분진, 금속 순으로 나타나고 있다. 소음의 노출기준을 초과한 사업장은 2010년까지 약 21%이었으나 그 후 점점 감소하였으며, 2014년의 경우 상반기 18.5%, 하반기 20.2%로 최근 5년간 중 2013년도가 가장 낮은 초과율을 보이고 있었다(2010년 상반기 초과율 20.6%, 2010년 하반기 초과율 22.0%; '11상 20.0%, '11하 21.5%; '12상 18.3%, '12하 19.4%; '13상 17.1%, '13하 18.8%; '14상 18.5%, '14하 20.2%)(MoEL, 2015).

2002년부터 2005년까지의 작업환경측정 자료를 분석한 결과에서는 이 기간 동안 전체 소음 측정 평균값(전체 측정건의 산술평균)으로 84.98 dBA의 노출수준을 보였다. 이 기간의 소음 노출기준 초과 사업장(소음수준이 한 개라도 노출기준인 90 dBA를 초과한 사업장) 비율은 25.9%, 초과건수 비율은 18.3%로 나타났다(Jang & Chung, 2007). 본 연구에서는 개별 사업장의 평균 소음(측정 건의 기하평균값)으로 산출한 전체 조사 대상 사업장의 소음 노출수준은 83.61 dBA, 개별 사업장의 평균 소음 노출량으로 노출기준 초과 여부를 본 소음 노출기준 초과율은 15.10%, 개별 사업장의 측정 건 중 1건이라도 소음 노출기준을 초과한 사업장은 35.5%, 측정 건 중 노출기준을 초과한 건이 50% 이상인 사업장은 13.7%로 나타나 차이가 있음을 알 수 있다. 소음 측정건에 대한 노출수준 산정방법 및 노출기준 초과비율의 조작적 정의가 다르지만 노출수준은 과거 소음 작업환경 실태에 관한 조사 연구 결과와 비교하여 개선되고 있음을 보여주고 있다. 또한 본 연구에서 전체 측정건수(사업장당 15.20건) 대비 초과건수(사업장당 2.20건) 비율은 14.5%를 보여 2002~2005년의 초과건수 비율인 18.3% 보다 낮음을 알 수 있다. 다만, 개별 사업장의 측정 건 중 1건이라도 소음 노출

기준을 초과한 사업장 비율은 본 연구에서 더 높는데, 이는 사업장 당 소음 측정건수가 2배 이상(2002~2005년은 사업장당 6.26건 측정) 증가하였기 때문으로 보인다.

업종별 소음 노출수준과 노출기준 초과율을 보면 광업은 조사 대상 사업장 수는 적지만 사업장별 소음 노출기준 초과율은 높게 나타나, 광업과 건설업의 소음수준은 제조업보다 낮게 나타나는 이유는 현행 측정상의 문제로 사료된다. 즉, 광업과 건설업의 업종 특성상 노출시간이 짧거나 실제 사용기기의 소음수준은 높지만 측정시점에서 작업 요인에 의해 8시간 시간가중평균값은 낮게 나오는 것으로 보인다. 특히 건설업의 경우 소음 노출수준은 작업시간, 작업공간의 위치, 주 소음원로부터 거리 등에 영향을 받으며 직종에 따라 80~90 dBA의 노출수준(Neitzel et al., 2011)을 보이며 건설기기의 소음수준은 85~110 dBA에 이르고 있다(CPWR, 2015). 건설근로자의 소음성 난청은 가장 흔한 질환의 하나로 대체적으로 광업 다음으로 유병률이 높다. 스웨덴의 코호트 연구 결과에 따르면 38세에서 40세의 건설 근로자 중에 26%만이 정상 범위의 청력을 가지고 있다(Ringen & Seegal, 1995). 대만에서 시행한 연구에 따르면 건설 근로자 중 38%가 소음성 난청을 보이고 있고(Wu et al., 1998), 네덜란드 건설 근로자에 대한 소음성 난청 연구에서는 소음에 노출된 건설 근로자가 소음에 노출되지 않은 근로자, 일반인에 비해 특히 3000~6000 Hz 영역에서 청력손실이 있으며 2008년 건설 근로자의 소음성 난청 유병률은 15.1%이었다(Leensen et al., 2011). 이처럼 건설업의 소음성 난청은 제조업보다 유병률이 높지만 우리나라에서는 상시적인 작업이 수행되지 않는 건설업의 특성과 특정 시점에서 1회적인 작업환경측정으로는 소음 노출수준이 저평가되고 또한 소음 특수건강진단 대상자에서 누락되어 소음성 난청자가 종사자에 비해 적은 결과로 나타나고 있다. 이는 건설업 근로자에 대한 소음 특수건강진단과 소음 측정 및 평가방법의 개선이 필요하다고 볼 수 있다.

제조업의 업종별 소음 노출수준은 비교할 수 있는 연구가 많지 않고 업종별 표준코드가 달라 직접적으로 비교하기가 힘들다. 그러나 시기에 따른 산업구조의 변화에 의해 차이가 있지만 소음수준은 낮아지고 있다. Kim et al.(1986)의 연구에서는 평균 소음수준이 노출기준을 초과한 업종으로 선박건조 및 수선업(95.6

dBA), 철강압연업(94.0 dBA), 자동차제조업(93.1 dBA), 어망제조업(92.9 dBA), 섬유제조업(92.5 dBA)이었고, 제분업(89.5 dBA), 주조업(89.3 dBA), 금속제품제조업(89.1 dBA)은 평균 소음수준이 노출기준에 근접하였으며, 수산물처리가공업(87.0 dBA), 고무제품제조업(85.3 dBA)이 85 dBA 이상의 소음수준을 보였다. 제조업체 중 일부 업종만을 대상으로 한 연구는 많지 않으나 자동차 제조업체만을 대상으로 작업환경측정 결과 분석을 한 연구에서 소음에 대한 A(B)자동차와 C자동차의 전체적 소음수준은 각각 88.4 dB, 82.5 dB을 보여 사업체별 차이를 보였다. 사업체 내 공정별로 소음수준은 차이를 보이며 특히 공기구를 사용하는 조립라인에서 높았으며, 공구사용 노출시간에 따라 개인 소음 노출량의 차이가 컸다. 소음에 대한 주파수 분석 결과 1kHz~4kHz 영역에서 높은 음압을 보였다(Oh & Lee, 2004). 그리고 2001년 철강주조업 229개소, 4,947개 공정을 대상으로 한 연구에서는 평균 소음수준은 87.4 dBA이었다. 사업장 규모가 증가할수록 소음의 강도와 노출기준 초과율이 높아져 200인 이상의 철강주조업은 평균 소음노출이 90.0 dBA이었으며 노출기준 초과율도 49.7%를 보였다(Phee & Kim, 2003). 본 연구에서는 제조업 전체의 소음 노출수준은 84.10 dBA이었으며, 소음수준의 평균이 90 dBA 이상을 보인 제조업종은 없었다. 85 dBA 이상을 보인 업종은 섬유제품제조업이 89.08 dBA, 목재 및 나무제품제조업 87.53 dBA, 의복·의복엑세서리 및 모피제품제조업 85.31 dBA, 자동차 및 트레일러제조업 85.04 dBA뿐이었다.

소음 작업환경측정 결과 업종과 사업장의 규모별 특성을 보면 2001년 하반기 작업환경측정 결과 노출기준이 초과된 업종의 특성을 보고한 결과와도 차이를 보이고 있다. 소음 발생 업종에 대한 2001년 하반기 작업환경측정 결과 노출기준이 초과된 사업장 5,789개소, 12,159개 공정에 대하여 소음강도, 사업장 규모, 지역, 초과 공정수를 업종별로 파악한 결과, 소음의 노출기준 초과 업종은 섬유제품제조업이 20.3%(1,176개소)로 가장 많았으며 그 다음으로는 조립금속제품제조업이 12.0%(697개소), 자동차 및 트레일러제조업 11.9%(691개소), 제1차 금속산업 8.5%(490개소) 순으로 많았다(Roh & Phee, 2003). 일부 자동차 제조업체의 소음 노출기준 초과율은 1995~1997년 3년간 평균 24.9%에서 2000~2001년 평균 초과율이 19.7%로 낮아져 많이 개선되었다. 낮아진 주요 원인은 그 기간동안 프레스공정 초과

율이 73.4%에서 16.7%로 개선된 것이다(Oh & Lee, 2004). 본 연구에서는 초과 공정수로 파악한 것이 아닌 사업장 수로 보면 섬유제품제조업 45.09%로 가장 높았으며, 다음으로 목재 및 나무제품제조업 36.15%, 의복·의복엑세서리 및 모피제품제조업 27.64%, 비금속광물제품제조업 22.76%, 자동차 및 트레일러제조업 20.46% 등이 20%를 초과하고 있었으며, 기타 운송장비제조업 17.72%, 1차금속제조업 16.85%, 금속가공제품제조업 15.95%, 기타 제품제조업 13.37%, 음료제조업 13.17% 등이 10%를 초과하고 있었다. 제조업 사업장의 전체 소음 노출기준 초과율은 15.94%이었다.

소음 노출수준 및 초과율 비교는 비교 대상인 소음 측정 건을 하나하나 단일한 독립된 소음 노출값으로 보았는지 아니면 사업장 또는 사업장내 공정에서 측정된 모든 소음 측정값의 (기하)평균을 사업장 또는 공정의 소음수준으로 정한 것에 따라 차이가 있을 수 있어 주의가 필요하다. 실제 고용노동부의 2014년도 작업환경측정 결과 보고서에서 초과사업장의 비율과 초과율을 각각 산출하고 있다. 이는 소규모 사업장일수록 초과사업장 비율은 높으나 초과율은 오히려 대규모 사업장일수록 높게 나타나고 있어 조작적 정의를 다름을 알 수 있다. 본 연구는 한 사업장 내에서 측정된 모든 소음의 기하평균값을 당해 사업장의 소음수준으로, 그리고 이 소음수준의 노출기준 초과 여부를 파악하여 초과율을 산출하였다. 이러한 차이 때문에 나타나는 혼선을 줄이기 위해 이 연구에서는 일 사업장 단위의 소음수준(기하평균값)과 노출기준 초과율, 더불어 사업장내 개별 측정치에서 최소값, 최대값, 측정건수 대비 노출기준을 초과한 건수, 측정된 개별 건의 노출기준 초과 여부에 따라 미초과 사업장과 50% 이상 초과 사업장 수와 비율 등을 제시하여 다양한 각도에서 소음 노출에 대한 현황을 살펴보았다.

이 연구는 2015년 최근의 전국적인 소음 측정자료의 분석을 통하여 소음 노출수준과 노출기준 초과율의 현황을 살펴보고, 과거에 비해 어떻게 변화되어 왔는지 고찰하였다. 그 동안 과거 소음 노출 연구를 통해서 보면 소음 노출수준은 분명히 개선된 측면도 있지만 곧바로 비교하기에는 연구 대상으로서 사업장, 업종, 공정의 차이와 소음 노출 평가와 관련한 방법 등의 차이가 있어 곧바로 비교하기에는 어려움이 있다. 다만, 2008년과 비교한 결과에서 보듯이 오히려 악화된 측면이 있어 어떠한 부분이 이에 영향을 미쳤는지 살펴볼 필요가 있었

다. 또한 이 연구는 소음 노출의 다양한 지표를 제시하여 실태와 현황을 정확하게 알 수 있으며, 이에 기반하여 단위 사업장에서 측정 결과를 비교 평가할 수 있으며 향후 소음 노출 관련 연구의 기반 자료로 활용할 수 있을 것이다.

연구결과를 통해서 보듯이 여전히 15% 내외의 노출 기준 초과율과 과반의 근로자가 85 dBA 이상의 소음에 노출되고 있어 더 적극적인 소음 노출 환경의 개선이 필요함을 보여주고 있다. 소음 노출수준은 근로자의 연령 및 근무기간과 함께 청력역치와 난청 발생에 가장 크게 영향을 미치는 요인이다. 청력에 영향을 미치는 80 dBA 이상의 소음에 대다수의 작업자가 노출되고 있어 청력보호구 착용 등의 수음자 대책뿐 아니라 소음성 난청 예방을 위한 효과적이고도 지속적인 저소음원 공정/장비/자재로의 교체, 소음원의 수정과 흡음/차음을 이용한 경로 수정 등의 공학적 대책을 통한 소음 저감 대책이 마련되어야 할 것이다.

현재의 소음 측정은 작업환경측정 고시에 의해 8시간 시간간중평균값으로 구한 노출수준과 그리고 이 값을 노출기준과 비교하여 초과 여부를 평가한 것으로 단위 작업장소에서 모든 작업자에 대해 개인 측정을 시행하지 않고 매 5명당 1명(1개 지점)으로 개인과 지역시료 채취방법으로 동시 측정된 값이다(MoEL, 2016b). 따라서 이 연구에서 사용한 측정치는 근로자 개개인이 실제 작업하는 노출시간 대비 누적소음 노출 평가와는 다르며, 또한 측정시 특성치 설정에 따라 결과는 다를 수 있다(Jeong et al., 2001). 소음의 지역시료 측정을 통한 소음 작업환경 개선과 별개로 소음에 노출되는 근로자의 소음성 난청을 예방하기 위한 개인시료 측정과 평가의 개선이 필요하다. 사업장의 소음은 동일 작업부서에서도 소음의 측정 시기, 측정 방법, 측정 장소 등에 따라서 다르게 측정되어질 뿐만 아니라 근로자 개인의 작업 당시의 상황 즉, 작업의 강도, 작업의 횟수 및 개인의 숙련도 등에 따라서 개인 노출량이 다르므로 개인 누적소음을 측정하는 것이 효율적으로 알려져 있다(Shim et al., 1995).

그리고 충격소음의 평가나 일 8시간의 보정 등 현재와 같은 소음 노출 평가방법을 적용하는 경우 개인의 소음 노출수준은 저평가될 가능성이 크다. 일반적으로 개인은 소음원인 기기에 근접하여 작업하기 때문에 개인 소음 측정치가 지역 소음 측정보다 높은 경향이 있으며, 우리나라 근로자는 대체로 장시간 근로를 수행하

고 있다는 점에서 작업자의 소음 노출은 일 8시간이 아닌 주 40시간 기준 적용이 타당하다. 그리고 충격음의 노출기준으로는 노출 횟수가 아닌 최고노출기준(Ceiling, C)을 설정하고, 측정방법으로는 최고 소음도를 고려한 등가소음도(C 보정 또는 무보정)로 측정 평가할 필요가 있다(Kim, 2017).

V. 결 론

소음은 우리나라 사업장 근로자의 주요한 노출 유해 요인이다. 조사 대상 사업장 전체의 소음 노출수준은 평균값으로 83.6 dBA, 25~75% 범위값의 소음수준은 80.7~87.3 dBA이었다. 일 사업장 단위로 산출한 소음의 기하평균값의 소음 노출기준 초과율은 15.1%, 사업장 내 전체 소음 측정 건 중 어느 하나라도 소음 노출기준을 초과한 사업장의 비율은 35.5%이었으며, 측정 건 중 소음 노출기준을 초과한 측정 건이 50% 이상을 보인 사업장은 13.7%이었다. 섬유제품제조업, 목재 및 나무제품제조업, 의복·의복액세서리 및 모피제품제조업, 비금속광물제품제조업, 자동차 및 트레일러제조업이 20% 이상의 소음 측정 초과율을 보이고 있었다. 업종별 평균소음수준은 연구자별로 차이를 보이거나 우리나라 산업장의 업종별 소음공정의 전 주파수역 음압수준은 과거에 비해 소음 환경이 개선되고 있다. 그러나 2015년 소음 노출 환경은 최근의 2008년과 비교해서는 높게 나타나 개선이 이루어지지 않고 오히려 악화된 측면이 있음을 알 수 있다. 또한 여전히 15% 내외의 노출기준 초과율과 과반의 근로자가 85 dBA 이상의 소음에 노출되고 있음을 보여주고 있다. 소음 노출수준은 근로자의 연령 및 근무기간과 함께 청력역치와 난청 발생에 가장 크게 영향을 미치는 요인데, 청력에 영향을 미치는 80 dBA 이상의 소음에 대다수의 작업자가 노출되고 있어 소음성 난청 예방을 위한 효과적이고도 지속적인 소음 저감 대책이 마련되어야 할 것이다.

감사의 글

이 연구는 2017년도에 서울시의 지원(서울의료원 IRB No. 2017-12-006)을 받아 서울의료원과 안전보건공단 산업안전보건연구원의 공동 연구로서 지정측정기관의 소음 작업환경측정 자료를 활용하여 수행되었습니다.

References

- International Organization for Standardization(ISO). ISO 1999: Acoustics – Determination of Occupational Noise Exposure and Estimation of Noise-Induced Hearing Impairment. Geneva, Switzerland: ISO. 1990.
- Jang JK, Chung KJ. A Study on the Management of Noise in Work-environments. (OSHRI 2007-102-1027); 2007.
- Jeong JY, Park S, Yi GY, Lee N, You KH et al. An assessment of noise exposure by job and dosimeter parameters setting in automobile press factory. J Korean Soc Occup Environ Hyg 2001;11(3):190-197.
- Kim JY, Kim BS, Lee CU, Jun JH, Lee JT et al. A survey on the status of noisy working environment in manufacturing industries. Korean J Prev Med 1986; 19(1):16-30.
- Kim KS. A review of occupational disease certification criteria for noise-induced hearing impairment. ASR 2017;13(4):265-271. <http://doi.org/10.21848/asr.2017.13.4.265>
- Kim KS. A Study on the Relationship between Diseases and Occupational Hazard Exposure among Workers on Special Health Examination (I). (2010-OSHRI-1098); 2010.
- Kim KS. Distribution of hearing thresholds and hearing loss among noise-exposed workers. Commun Sci Disord 2006;11(2):106-121.
- Kim SW, Yang YH, Baek YJ, Chung T, Ryu HW et al. Estimated exposure population to hazardous workplace noise among Korean workers. J Korean Soc Occup Environ Hyg 2018;28(4):416-424. <https://doi.org/10.15269/JKSOEH.2018.28.4.416>
- Leensen MC, van Duivenbooden JC, Dreschler WA. A retrospective analysis of noise-induced hearing loss in the Dutch construction industry. Int Arch Occup Environ Health 2011;84(5):577-590. doi: 10.1007/s00420-010-0606-3.
- Ministry of Employment and Labor(MoEL). Analysis of the status of industrial accidents in Korea in 2015. 2016a.
- Ministry of Employment and Labor(MoEL). Industrial Accident Compensation Insurance Act. Occupational Diseases Criteria. Presidential Decree 30760. 2020.
- Ministry of Employment and Labor(MoEL). Notice on measurement and evaluation of working environment (MoEL Public Notice No. 2016-39). 2016b.
- Ministry of Employment and Labor(MoEL). Rules for occupational safety and health standards(MoEL Ordinance No. 263). 2019.
- Ministry of Employment and Labor(MoEL). The analysis report on the occupational exposure assessments results in Korea in 2014. 2015.
- Ministry of Employment and Labor(MoEL). The annual report on the result of workers' health examination in Korea in 2015. 2016c.
- Neitzel R, Stover B, Seixas N. Longitudinal assessment of noise exposure in a cohort of construction workers. Ann Occup Hyg 2011;55(8):906-916. doi: 10.1093/annhyg/mer050.
- Occupational Safety and Health Research Institute (OSHRI), KOSHA. Manufacture's work environment survey in Korea in 1998. 1999.
- Occupational Safety and Health Research Institute (OSHRI), KOSHA. Practice Guidelines for Workers' Health Examination. Volume 2. Special Health Examination Methods by Hazardous Factors. 2016-OSHRI-276. 2016.
- Oh DS, Lee YH. Study on analysis for working environmental measurement results of automobile industries. J Korean Soc Occup Environ Hyg 2004; 14(3):233-242.
- Phee YG, Kim H. Current status of environmental hazards of iron and steel foundry operations in Korea. J Korean Soc Occup Environ Hyg 2003;13(2):99-106.
- Ringen K, Seegal J. Safety and health in the construction industry. Annual Rev Public Health 1995;16:165-188. doi: 10.1146/annurev.pu.16.050195.001121.
- Roh YM, Phee YG. Analysis of industry types exceeding noise exposure limit in Korea. J Korean Soc Occup Environ Hyg 2003;13(1):53-61.
- Shim CG, Roh JH, Park JG. A comparison of noise level by noise measuring methods. J Korean Soc Occup Environ Hyg 1995;5(2):128-136.
- The Center for Construction Research and Training (CPWR). Electronic Library of Construction Occupational Safety & Health. How to prevent noise-induced hearing loss in construction. CPWR, 2015.
- Wu TN, Liou SH, Shen CY, Hsu CC, Chao SL et al. Surveillance of noise-induced hearing loss in Taiwan, ROC: a report of the PRESS-NHL results. Prev Med 1998;27(1):65-69. doi: 10.1006/pmed.1997.0238.

<저자정보>

김규상(전문의, 주임과장), 성정민(과장), 김은아(실장)