

서울지역 작업환경측정 결과

대한산업보건협회 산업보건환경연구원 / **임성국, 최아름**

배경

작업환경측정이란 작업환경 실태를 파악하기 위해 해당 근로자 또는 작업장에 대하여 사업주가 측정계획을 수립한 후 시료를 채취하고 분석·평가하는 것을 말하며(산업안전보건법, 2009), 근로자의 유해인자 노출실태를 정확히 평가하여 작업환경개선을 통한 근로자 직업병 예방을 목적으로 하고 있다(고용노동부, 2012). 작업환경측정 대상 유해인자(산업안전보건법 시행규칙 별표 11의 4)는 총 190종으로 유기화합물 및 금속류 등을 포함한 화학적 인자 182종, 소음 및 고열인 물리적 인자 2종, 분진 및 유리섬유 등을 포함하는 분진 6종으로 구분된다.

사업장 작업환경측정결과 자료는 사업장의 환경관리를 위해 중요하며 이러한 자료를 통한 연구결과는 정책수립에 매우 중요한 방향을 제시해 줄 수 있다. 산업안전보건연구원(2007)에서는 우리나라의 2005년도 작업환경측정 자료를 이용하여 업종별 및 공정별 유해도 매트릭스를 설정하고 매트릭스별 유해도를 평가하였다. 또한, 작업환경측정자료(DB)는 핀란드(FINJEM), 스웨덴과 같이 매트릭스 형태로 발전시켜서 직업 노출력을 관리하게 되면 산업안전보건의 정책결정, 노출기준 설정, 모니터링 추이 등 다양한 목적으로 활용할 수 있다(이재환 등, 2010).

박동욱 등(2012)은 현재까지 국내 작업환경측정을 통해 특정한 시기의 특정한 공정에서의 유해인자 노출수준을 반복적으로 감시해 오고 있지만, 이 결과들이 실제 역학조사에서 제대로 활용된 적이 없다고

주장하였다.

우리나라에서는 업종별이나 지역별 작업환경측정대상 및 측정결과에 대한 연구, 유해인자별 노출기준 초과현황 및 노출수준의 현황을 전반적으로 파악할 수 있는 자료가 부족한 실정이다. 기존의 연구에서는 특정규모의 사업장 및 특정지역 내 작업환경측정결과를 가지고 현황파악 및 기초자료를 제공하였으며(김규상 등, 1993; 임창훈 등, 1999), 염용태(1989)와 김정호 등(1996)이 국내 사업장 작업환경측정현황 및 노출기준 초과실태를 분석하였다. 또한 일부기관에서 작업환경측정연보를 발간하여 측정기관 및 업종별 유해인자의 측정건수와 초과건수 등을 조사하였다(작업환경측정기관협의회, 2001).

고용노동부는 1990년 1월 산업안전보건법의 전문개정을 통해 작업환경 측정결과 보고제도를 도입한 이후, 1997년에 전국지방 노동관서의 보고 자료를 바탕으로 사업장 및 산업위생 관련 단체에서 수시로 활용할 수 있도록 '96년 작업환경측정연감'을 발간하였고, 1999년부터 2003년까지의 측정 자료를 분석한 '작업환경관리현황'을 발간한 이래로 5년마다 연간 사업장 규모별, 유해인자별, 지방청별 측정실시현황과 노출기준 초과현황 등에 관한 통계자료를 제공해오고 있다(고용노동부, 2003; 고용노동부, 2008). 하지만, 기존의 고용노동부 등에서 발간한 자료에서는 노출기준 초과 현황에 대해서만 기술이 되어 있고, 노출기준 이하의 분포에 대해서는 자세히 기술되어 있지 않다.

우리나라의 주기적 측정개념과는 달리 미국 산업안전보건청(OHSA)의 경우 특정한 화학물질에 대하여 관리농도(Action level)가 초과되는 경우에만 주기적인 작업환경 측정과 건강검진을 법적으로 요구하고 있다. 관리농도(Action level)란 미국의 산업안전보건청(OHSA)에서 사용하고 있는 것으로, 관리농도의 개념이 도입된 배경은 NIOSH에 근무하는 Liedel이라는 통계학자 등이 1975년도에 이러한 개념이 작업환경의 관리를 위해 산업위생학적 및 통계학적으로 필요함을 역설한 것에 근거하고 있다. 관리농도는 수학적 계산을 기초로 특정일 하루만 특정 근로자에 대해 노출을 평가하여도 거의 모든 나머지 날(통계적으로는 95%의 날)에 그 근로자가 노출기준을 초과하여 노출될 확률이 5% 이상이 되는 기준을 설정하고 이를 관리농도 즉, action level이라고 부를 것을 제안하였다.

특정근로자에 대한 일간 농도 변동의 기하표준편차(GSD)가 약 1.22정도이고, 95%의 신뢰수준에서 5%의 근로자가 노출기준을 초과하는 것을 허용한 경우 해당 측정일의 측정결과가 노출기준의 50%가 됨이 수학적으로 증명되었다. 이에 따라 관리농도란 노출기준의 50%에 해당하는 값이라는 통념이 성립되었다(산업안전보건용어사전, 2007).

이와 비슷한 체계로, 대한산업보건협회(이하 협회)에서도 전국 센터에서 입력한 작업환경측정 결과에 대해 연도별로 유해인자별 사업장 현황 및 규모별 초과사업장 수, 발암물질 및 유해인자별 초과사업장 수 등에 관한 통계자료를 조회할 수 있는 시스템이 구축되어 있으나, 해당 지역 산업보건센터(이하 센터)만의

결과를 볼 수 있도록 되어 있어 협회 전체의 작업환경측정 현황 및 내용을 파악하기는 어렵다. 대부분의 작업환경측정기관은 일부지역 및 일부 사업장에 대한 자료만을 수집할 수 있는 반면, 협회는 전국의 지역 센터를 통해 모든 지역의 자료를 수집할 수 있다는 장점이 있으므로 이러한 자료를 활용한다면 작업환경관리 및 연구 활동에 도움이 될 수 있을 것이다.

본 연구에서는 대한산업보건협회의 2012년도 작업환경측정 자료(화학적 인자 182종)를 대상으로 서울지역의 업종분포와 사업장 규모, 유해인자의 종류 및 노출수준에 대하여 알아보하고자 한다.

연구 방법

1) 조사 대상 및 항목

본 연구의 자료출처는 2012년 대한산업보건협회 작업환경측정 자료이며, 측정 대상의 업종, 사업장 규모, 유해인자의 빈도(비율), 노출농도에 대해 분석을 실시하였다.

2) 대상 인자의 분류

지역의 구분은 현재 우리나라 행정구역을 기준으로 총 17개 시·도별로 구분하였으며, 업종의 구분은 한국표준산업분류(KSIC)에 따라 세세분류(1,145종)까지 분류를 하였다. 사업장의 규모는 고용노동부 및 대한산업보건협회에서 구분하고 있는 양식에 따라 5인 미만, 5~49인, 50~99인, 100~299인, 300~999인, 1,000인 이상으로 6개 그룹으로 구분하였다. 작업환경측정 대상 유해인자(산업안전보건법 시행규칙 별표 11의 4)에 따라 유해인자를 분류하였으며, 본 연구에서는 화학적 인자(유기화합물, 금속류, 산·알칼리류, 가스상태물질류, 허가대상물질, 금속가공유) 및 특별관리물질에 대해 분석을 실시하였다(표 1).

<표 1> 인자별 분류

인자	구분
지역	우리나라 행정구역을 기준으로 총 17개 시도별로 구분
업종	한국표준산업분류(KSIC)에 따라 세세분류(1,145종)
사업장 규모	6개 그룹(5인 미만/5~49인/50~99인/100~299인/300~999인/1,000인 이상)
유해인자	산업안전보건법 시행규칙 별표 11의4에 의한 작업환경측정 대상 유해인자
노출수준	5개 그룹(노출기준의 0.01배 이하/0.01~0.1배 이하/0.1~0.5배 이하/0.5~1.0배 이하/노출기준 초과)

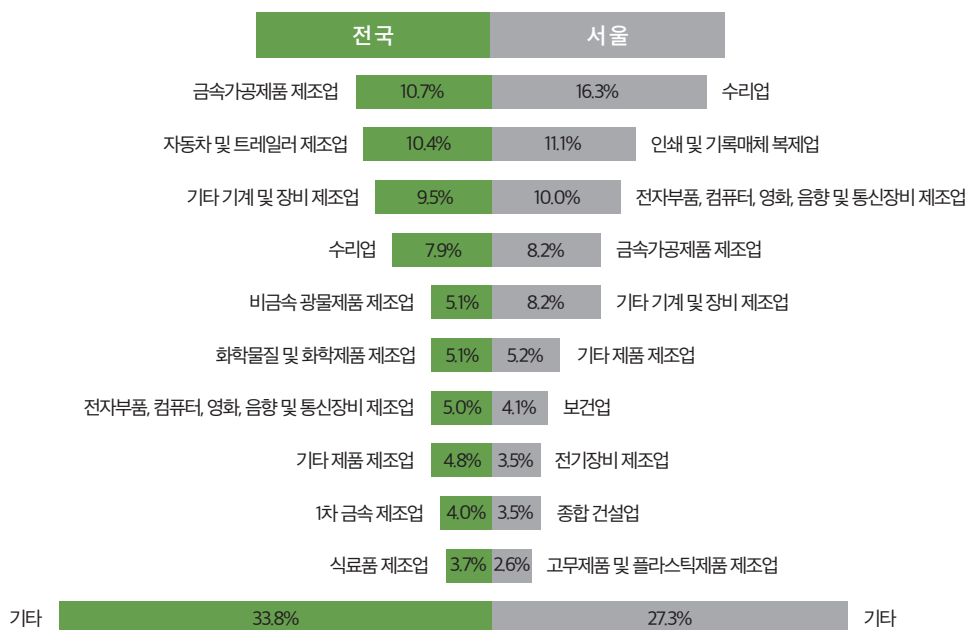
3) 통계적 분석

통계분석은 2012년 작업환경측정자료를 Microsoft Excel 2010, IBM SPSS 21.0을 이용하여 빈도분석, 교차분석을 실시하였다.

연구 결과

1) 업종별 분포

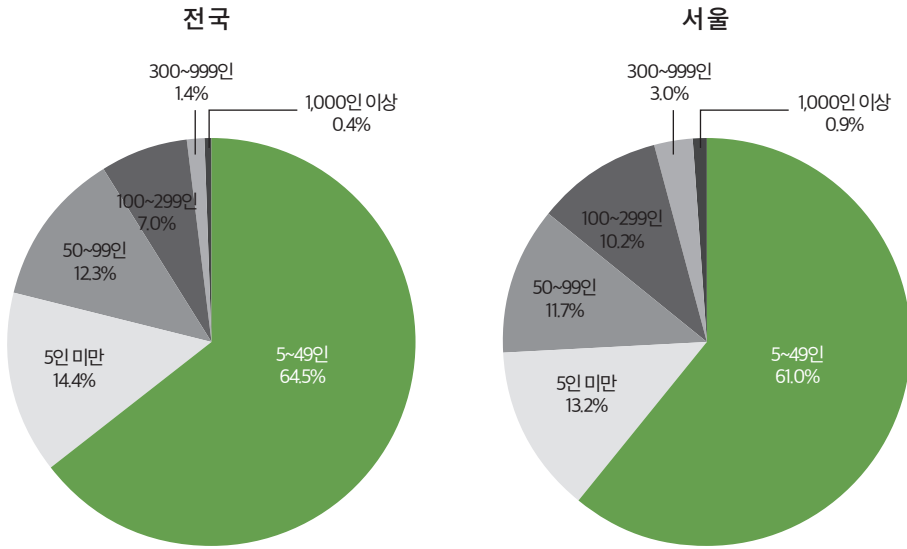
서울지역의 업종별 분포를 살펴보면, 수리업의 비중이 16.3%로 가장 높았고, 인쇄 및 기록매체 복제업(11.1%), 전자부품·컴퓨터·영상·음향 및 통신장비 제조업(10.0%), 금속가공제품 제조업(8.2%) 등의 순으로 나타났다. 전국의 업종 분포는 금속가공제품 제조업(10.7%), 자동차 및 트레일러 제조업(10.4%), 기타 기계 및 장비 제조업(9.5%) 등의 비율이 높게 나타난 반면, 서울지역의 경우 수리업, 인쇄 및 기록매체 복제업, 전자부품·컴퓨터·영화·음향 및 통신장비 제조업의 비율이 높은 것으로 나타났다(그림 1).



<그림 1> 업종별 분포(전국/서울)

2) 규모별 분포

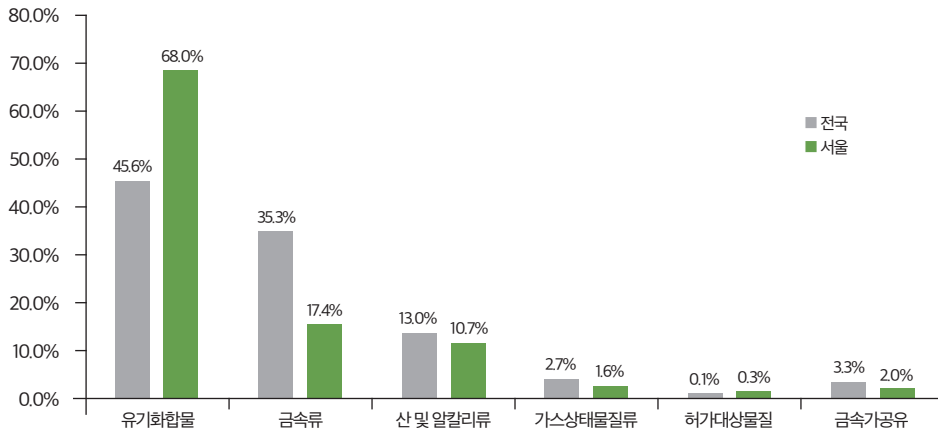
서울지역의 사업장 규모별 분포를 살펴보면, 5~49인 사업장이 전체 사업장의 61.0%로 가장 많았고, 5인 미만 사업장(13.2%), 50~99인(11.7%), 100~299인(10.2%), 300~999인(3.0%), 1,000인 이상(0.9%)의 순으로 나타났다. 전국의 사업장 규모별 분포와 비교하였을 때 서울지역은 99인 이하 사업장의 비율이 다소 낮게 나타났지만, 100인 이상 사업장의 비율은 높게 나타났다(그림 2).



<그림 2> 사업장 규모별 분포(전국/서울)

3) 유해인자별 노출빈도 분포

서울지역 사업장에서 발생하는 유해인자의 유형을 살펴보면, 유기화합물이 68.0%로 가장 많았고, 금속류(17.4%), 산 및 알칼리류(10.7%), 금속가공유(2.0%), 가스상태물질류(1.6%), 허가대상물질(0.3%)의 순으로 나타났다. 전국적 분포와 비교하였을 때 유기화합물과 허가대상물질의 비율은 전국 평균 비율보다 높은 것으로 나타났고, 나머지 유해인자들의 비율은 전국 평균 비율보다 낮은 것으로 나타났다(그림 3).



<그림 3> 유해인자별 노출빈도 분포

4) 유해인자별 평균 노출농도 및 노출수준 분포

<표 2>는 서울지역에서 노출되는 유기화합물 중 빈도가 높은 순위 15개를 나타낸 표이다. 서울지역에서 노출되는 유기화합물 중 톨루엔(10.5%)의 노출률이 가장 높았으며, 다음으로 이소프로필알콜(10.2%), N-헥산(9.2%), 크실렌(8.5%) 등의 순으로 나타났다. 유기화합물 전체의 노출수준은 사업장의 화학물질의 관리가 필요하다고 판단되는 관리농도(Action level)인 노출기준의 0.5배 이하가 99.4%였으며, 노출기준의 0.5배 초과율은 0.6%였다. 노출기준 0.5배 초과율이 가장 높은 물질은 포름알데히드(2.8%)였으며, 노출기준 초과율이 가장 높은 물질은 톨루엔(0.5%)인 것으로 나타났다(표 2).

<표 2> 유기화합물의 노출수준

순위	물질명	노출 빈도 (%)	평균 농도 (ppm)	평균 노출 지수 [†]	노출수준 [‡]				
					1	2	3	4	5
1	톨루엔	10.5	3.70	0.076	43.7%	36.3%	17.5%	2.0%	0.5%
2	이소프로필알콜	10.2	4.98	0.027	77.5%	13.6%	8.4%	0.5%	-
3	n-헥산	9.2	0.89	0.018	71.3%	23.8%	4.9%	-	-
4	크실렌_오르토, 메타, 파라이성체	8.5	0.47	0.0047	84.5%	15.3%	0.2%	-	-
5	아세톤	7.5	-	-	87.8%	9.6%	2.6%	-	-
6	메틸에틸케톤	7.1	4.19	0.0084	99.0%	0.7%	0.2%	-	-
7	메틸이소부틸케톤	6.2	-	-	89.8%	9.9%	0.3%	-	-
8	에틸벤젠	4.4	0.17	0.00087	94.8%	5.2%	-	-	-
9	메탄올	3.8	0.18	0.0037	74.1%	21.8%	3.7%	0.5%	-
10	스티렌	2.9	0.22	0.0022	88.1%	10.1%	1.2%	0.6%	-
11	초산부틸	2.8	4.18	0.021	85.8%	14.2%	-	-	-
12	2-부톡시에탄올	2.6	0.16	0.0080	93.9%	5.4%	0.7%	-	-
13	포름알데히드	2.5	0.59	0.0040	28.7%	58.0%	10.5%	2.8%	-
14	초산에틸	2.3	3.27	0.016	97.0%	3.0%	-	-	-
15	2-에톡시에틸아세트레이트_셀로솔브아세테이트	2.0	0.072	0.0036	97.3%	0.9%	1.8%	-	-

† : 평균노출지수 : 평균노출농도 / 노출기준

‡ : 노출수준(1:노출기준의 0.01배 이하, 2:노출기준의 0.01~0.1배 이하, 3:노출기준의 0.1~0.5배 이하, 4:노출기준의 0.5~1.0배 이하 5: 노출기준 초과)

<표 3>은 서울지역에서 노출되는 금속류 중 빈도가 높은 순위 10개를 나타낸 표이다. 금속류 중 산화철 분진 및 흙(19.9%)의 노출률이 가장 높았으며, 다음으로 망간 및 그 무기화합물(16.2%), 주석(11.5%), 납(11.5%) 등의 순으로 나타났다. 금속류 전체의 노출수준은 노출기준의 0.5배 이하가 99.5%였으며, 노출기준의 0.5배 초과는 0.5%였다. 노출기준 0.5배 초과율이 가장 높은 물질은 수용성 6가 크롬 화합물(2.2%)인 것으로 나타났다(표 3).

<표 3> 금속류의 노출수준

순위	물질명	노출 빈도 (%)	평균 농도 (ppm)	평균 노출 지수 [†]	노출수준 [‡]				
					1	2	3	4	5
1	산화철분진과 흙	19.9	0.092	0.019	70.7%	23.1%	6.2%	-	-
2	망간 및 그 무기화합물	16.2	0.015	0.015	83.5%	12.7%	3.4%	0.4%	-
3	주석_금속	11.5	0.00044	0.00022	100.0%	-	-	-	-
4	납_연 및 그 무기화합물	11.5	0.00066	0.013	88.0%	10.2%	1.2%	0.6%	-
5	구리_흙	6.9	0.00036	0.0036	97.0%	2.0%	1.0%	-	-
6	은_금속	6.5	0.00021	0.0021	96.8%	3.2%	-	-	-
7	니켈_금속	4.3	0.00047	0.00054	96.8%	3.2%	-	-	-
8	크롬과 그 무기화합물_ 금속과 크롬3가 화합물	3.8	0.0011	0.0022	96.4%	3.6%	-	-	-
9	크롬과 그 무기화합물_ 수용성 6가 크롬 화합물	3.2	0.0037	0.074	41.3%	34.8%	21.7%	2.2%	-
10	구리_분진 및 미스트	2.9	0.010	0.010	92.9%	2.4%	4.8%	-	-

† : 평균노출지수 : 평균노출농도 / 노출기준

‡ : 노출수준(1:노출기준의 0.01배 이하, 2:노출기준의 0.01~0.1배 이하, 3:노출기준의 0.1~0.5배 이하, 4:노출기준의 0.5~1.0배 이하 5: 노출기준 초과)

<표 4>는 서울지역에서 노출되는 산 및 알칼리류와 가스상태물질류 중 빈도가 높은 순위 5개를 나타낸 표이다. 산 및 알칼리류 중 수산화나트륨(29.7%)의 노출률이 가장 높았으며, 다음으로 황산(13.8%), 염화수소(13.7%), 수산화칼륨(11.7%) 등의 순으로 나타났다. 산 및 알칼리류 전체의 노출수준은

노출기준의 0.5배 이하가 98.7%였으며, 노출기준의 0.5배 초과는 1.3%였다. 노출기준 0.5배 초과율이 가장 높은 물질은 황산(2.4%)과 수산화나트륨(1.9%)인 것으로 나타났다.

가스상태물질류 중 산화에틸렌(33.6%)의 노출률이 가장 높았으며, 다음으로 암모니아(29.1%), 일산화탄소(15.7%), 이산화질소(6.7%) 등의 순으로 나타났다. 가스상태물질 전체의 노출수준은 노출기준의 0.5배 이하가 100.0%였으며, 노출기준의 0.5배 초과하는 물질은 없는 것으로 나타났다(표 4).

<표 4> 산알칼리류 및 가스상태 물질류의 노출수준

순위	물질명	노출 빈도 (%)	평균 농도	단위	평균 노출 지수 [†]	노출수준 [‡]				
						1	2	3	4	5
산 및 알칼리류										
1	수산화나트륨	29.7	0.10	mg/m ³	0.050	20.9%	70.5%	6.7%	1.9%	-
2	황산	13.8	0.019	mg/m ³	0.094	47.6%	22.6%	27.4%	2.4%	-
3	염화수소	13.7	0.027	ppm	0.027	60.2%	26.8%	13.0%	-	-
4	수산화칼륨	11.7	0.017	mg/m ³	0.0086	79.0%	19.0%	1.9%	-	-
5	인산	8.8	0.016	mg/m ³	0.016	62.0%	35.4%	2.5%	-	-
가스상태 물질류										
1	산화에틸렌	33.6	0.025	ppm	0.025	84.4%	4.4%	11.1%	-	-
2	암모니아	29.1	0.32	ppm	0.013	64.1%	35.9%	-	-	-
3	일산화탄소	15.7	0.24	ppm	0.0078	71.4%	28.6%	-	-	-
4	이산화질소	6.7	-	ppm	-	100.0%	-	-	-	-
5	이산화황	6.0	0.015	ppm	0.0074	62.5%	37.5%	-	-	-

†: 평균노출지수: 평균노출농도 / 노출기준

‡: 노출수준(1:노출기준의 0.01배 이하, 2:노출기준의 0.01~0.1배 이하, 3:노출기준의 0.1~0.5배 이하, 4:노출기준의 0.5~1.0배 이하 5: 노출기준 초과)

허가대상물질 중 서울지역에서 측정된 물질은 석면 및 함유물질(83.3%)과 비소 및 그 무기화합물 및 함유제제(16.7%)였다. 두 물질 모두 노출 기준의 0.01배 이하로 낮은 농도수준을 보였다.

금속가공유의 경우 평균노출지수(평균노출농도/노출기준)는 0.13으로 나타났으며, 노출기준의 0.5배를 초과하는 비율은 9.3%인 것으로 나타났다(표 5).

<표 5> 허가대상물질 및 금속가공유의 노출수준

순위	물질명	노출 빈도 (%)	평균 농도	단위	평균 노출 지수 [†]	노출수준 [‡]				
						1	2	3	4	5
허가대상물질										
1	석면 및 함유물질	83.3	-	개/cm ³	-	100.0%	-	-	-	-
2	비소 및 그 무기화합물 및 함유제제	16.7	-	mg/m ³	-	100.0%	-	-	-	-
금속가공유										
1	금속가공유	100.0	0.11	ppm	0.13	46.5%	15.1%	29.1%	9.3%	-

† : 평균노출지수 : 평균노출농도 / 노출기준

‡ : 노출수준(1:노출기준의 0.01배 이하, 2:노출기준의 0.01~0.1배 이하, 3:노출기준의 0.1~0.5배 이하, 4:노출기준의 0.5~1.0배 이하 5: 노출기준 초과)

특별관리물질 중 납(25.2%)의 노출률이 가장 높았으며, 다음으로 포름알데히드(21.6%), 황산(18.7%), 크롬 과 그 무기화합물_수용성 6가크롬 화합물(6.9%) 등의 순으로 나타났다. 특별관리물질 전체의 노출수준은 노출기준의 0.5배 이하가 98.5%였으며, 노출기준의 0.5배 초과는 1.5%였다. 노출기준 0.5배 초과율이 가장 높은 물질은 크롬 과 그 무기화합물_불용성 6가크롬 화합물(3.2%)인 것으로 나타났다(표 6).

<표 6> 특별관리대상물질의 노출수준

순위	물질명	노출 빈도 (%)	평균 농도	단위	평균 노출 지수 [†]	노출수준 [‡]				
						1	2	3	4	5
1	납·연 및 그 무기화합물	25.2	0.00066	mg/m ³	0.013	88.0%	10.2%	1.2%	0.6%	-
2	포름알데히드	21.6	0.031	ppm	0.063	28.7%	58.0%	10.5%	2.8%	-
3	황산	18.7	0.19	ppm	0.19	47.6%	22.6%	27.4%	2.4%	-
4	크롬과 그 무기화합물 수용성 6가 크롬 화합물	6.9	0.019	mg/m ³	0.094	41.3%	34.8%	21.7%	2.2%	-
5	산화에틸렌	6.8	0.0037	mg/m ³	0.074	84.4%	4.4%	11.1%	-	-
6	트리클로로에틸렌	6.5	0.025	ppm	0.025	74.4%	23.3%	2.3%	-	-
7	크롬과 그 무기화합물 불용성 6가 크롬 화합물	4.7	1.19	ppm	0.024	58.1%	35.5%	3.2%	3.2%	-
8	카드뮴 및 그 화합물	2.9	0.00037	mg/m ³	0.037	100.0%	-	-	-	-
9	페놀	2.3	0.000032	mg/m ³	0.0011	100.0%	-	-	-	-
10	벤젠	2.0	-	ppm	-	100.0%	-	-	-	-
11	사염화탄소	1.2	-	ppm	-	100.0%	-	-	-	-
12	1-브로모프로판	0.9	-	ppm	-	66.7%	33.3%	-	-	-
13	삼산화안티몬·취급, 사용	0.3	0.39	ppm	0.016	100.0%	-	-	-	-

† : 평균노출지수 : 평균노출농도 / 노출기준

‡ : 노출수준(1:노출기준의 0.01배 이하, 2:노출기준의 0.01~0.1배 이하, 3:노출기준의 0.1~0.5배 이하, 4:노출기준의 0.5~1.0배 이하 5: 노출기준 초과)

결론

본 연구에서는 대한산업보건협회의 2012년도 작업환경측정 자료(화학적 인자 182종)를 대상으로 서울지역의 업종분포와 사업장 규모, 유해인자의 종류 및 노출수준에 대하여 알아보고자 하였으며, 주요 결과는 다음과 같다.

1. 서울지역의 작업환경측정 대상 사업장의 특성을 살펴보면, 업종의 경우 수리업, 인쇄 및 기록매체 복제업, 전자부품·컴퓨터·영상·음향 및 통신장비 제조업 등이 많았으며, 5~49인 사업장이 전체 사업장의 61.0%로 가장 많았다.

2. 유해인자의 유형을 살펴보면, 유기화합물이 68.0%로 가장 많았고, 금속류(17.4%), 산 및 알칼리류(10.7%), 금속가공유(2.0%), 가스상태물질류(1.6%), 허가대상물질(0.3%)의 순으로 나타났다. 전국적 분포와 비교하였을 때 유기화합물과 허가대상물질의 비율은 전국 평균 비율보다 높은 것으로 나타났고, 나머지 유해인자들의 비율은 전국 평균 비율보다 낮은 것으로 나타났다.
3. 유기화합물 중 톨루엔(10.5%)의 노출률이 가장 높았으며, 노출기준 0.5배 초과율이 가장 높은 물질은 포름알데히드(2.8%)였으며, 노출기준 초과율이 가장 높은 물질은 톨루엔(0.5%)인 것으로 나타났다. 금속류 중 산화철 분진 및 흙(19.9%)의 노출률이 가장 높았으며, 노출기준 0.5배 초과율이 가장 높은 물질은 수용성 6가 크롬 화합물(2.2%)인 것으로 나타났다.
4. 산 및 알칼리류 중 수산화나트륨(29.7%)의 노출률이 가장 높았으며, 노출기준 0.5배 초과율이 가장 높은 물질은 황산(2.4%)과 수산화나트륨(1.9%)인 것으로 나타났다. 가스상태물질류 중 산화에틸렌(33.6%)의 노출률이 가장 높았으며, 허가대상물질 중 서울지역에서 측정된 물질은 석면 및 함유물질(83.3%)과 비소 및 그 무기화합물 및 함유제제(16.7%)였다. 두 물질 모두 노출 기준의 0.01배 이하로 낮은 농도수준을 보였다.
5. 금속가공유의 경우 평균노출지수(평균노출농도/노출기준)는 0.13으로 나타났으며, 노출기준의 0.5배를 초과하는 비율은 9.3%인 것으로 나타났다. 특별관리물질 중 납(25.2%)의 노출률이 가장 높았으며, 노출기준 0.5배 초과율이 가장 높은 물질은 크롬 과 그 무기화합물_불용성 6가크롬 화합물(3.2%)인 것으로 나타났다. 🍷

참고문헌

1. 고용노동부, 고용노동백서, 2012
2. 김규상, 노재훈, 이경중, 정호근, 문영한, 중소기업 사업장의 작업환경과 건강장해에 관한 연구, 대한산업의학회지, 5(1), 1993
3. 김정호, 원정일, 우리나라 사업장의 작업환경측정 및 노출기준 초과실태 분석, 대한위생학회지, 11(3), 53-61, 1996
4. 고용노동부, 2007년도 작업환경측정 현황, 2008
5. 고용노동부, 작업환경측정 연감, 1996
6. 고용노동부, 작업환경관리 현황, 2003
7. 박동욱, 윤충식, 반도체 근로자 질병의 직무관련 논란으로 본 우리나라 산업위생 활동 개선방향, 한국산업위생학회지, 22(1), 1-8, 2012
8. 염용태, 우리나라 산업장 작업환경 및 직업병 현황의 분석연구, 대한산업의학회지, 1(1), 1989
9. 이재환, 박동욱, 홍성철, 하권철, 작업환경측정자료를 활용한 Dichloromethane 노출 매트릭스 구축에 관한 연구, 한국환경보건학회지, 36(5), 391-401, 2010
10. 임창훈, 황인조, 김동술, 김윤신, 서울 동부지역 내 작업장 공기질에 관한 조사 연구, 한국대기환경학회지, 15(3), 235-247, 1999
11. 작업환경측정기관협의회, 작업환경측정종합연보, 2001
12. 하권철, 박동욱, 윤충식, 최상준, 업종별·공정별 유해도 매트릭스 용 및 리스크 평가연구, 산업안전보건연구원, 2007