

울산지역 현황 및 노출수준

대한산업보건협회 산업보건환경연구원 / 대한산업보건협회 서울지부
최아름, 임성국 / 이세훈

1 | 배경

급속한 산업 발전과 함께 근로자 건강을 위협하는 유해 화학물질의 종류 및 사용량이 늘어나면서 발암성물질 사용 및 직업병 유발로 사회적 물의를 일으키기 시작하였고, 이에 따라 특정 유해화학물질에 대해 작업장 내 노출 허용농도를 제정하여 근로자 건강장해예방을 위한 관리를 하게 되었다. 고용노동부에서는 1983년 노동부 고시 제1호로 작업환경측정방법 고시 내에 분진, 유기용제 16종, 특정화학물질 43종, 소음 및 진 등의 노출기준을 설정하였으며, 지속적인 제·개정을 통해 현재 699여종의 분진 및 화학물질에 대해 관리를 하고 있다. 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. 또한, 작업환경측정 자료(DB)는 핀란드(FINJEM), 스웨덴과 같이 매트릭스 형태로 발전시켜 직업 노출력을 관리하게 되면 산업안전보건의 정책결정, 노출 기준 설정, 모니터링 추이 등 다양한 목적으로 활용할 수 있다(이재환 등, 2010).

우리나라 기존 연구에서는 특정규모의 사업장 및 특정지역 내 작업환경측정결과를 가지고 현황과약 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 조사하기도 하였으나(작업환경측정기관협의회, 2001), 업종이나 지역별 작업환경측정대상 및 결과에 대한 연구, 유해인자별 노출농도의 현황을 전반적으로 파악할 수 있는 자료가 부족하다.

고용노동부에서도 연간 사업장 규모별, 유해인자별, 지방청별 측정실시현황과 노출기준 초과현황 등에 관한 통계자료를 제공해오고 있으나(고용노동부, 2003; 고용노동부, 2008), 측정현황 및 노출기준 초과 현황에 국한되어 있다. 우리나라의 주기적 측정개념과는 달리 미국 산업안전보건청(OHSA)의 경우 특정한 화학물질에 대하여 관리농도(Action level)가 초과되는 경우에만 주기적인 작업환경 측정과 건강 검진을 법적으로 요구하고 있다. 관리농도(Action level)란 미국의 산업안전보건청(OHSA)에서 사용하고 있는 것으로 노출기준의 50%에 해당하는 값이다(산업안전보건용어사전, 2007).

본 연구에서는 노출기준 초과뿐만 아니라 관리농도(노출기준의 0.5배)를 포함한 노출수준을 단계별로 보여주고자 하였다. 대부분의 작업환경측정기관은 일부지역 및 일부 사업장에 대한 자료만을 수집할 수 있는 반면, 협회는 전국의 지역 센터를 통해 모든 지역의 자료를 수집할 수 있다는 장점이 있다. 따라서 이러한 자료를 활용한다면 작업환경관리 및 연구 활동에 도움이 될 수 있을 것이다.

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

2 연구 방법

1) 조사 대상 및 항목

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

2) 대상 인자의 분류

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.

〈표1〉 인자별 분류

인 자	구 분
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 11의 4에 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)

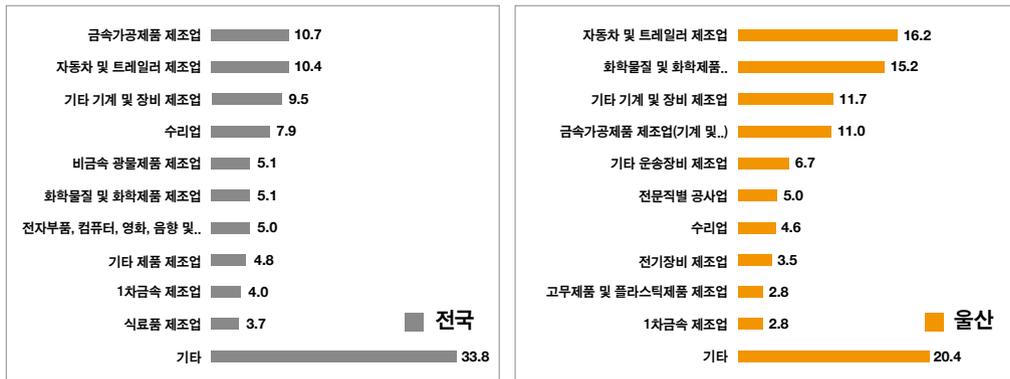
3) 통계적 분석

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

3 연구 결과

1) 업종별 분포

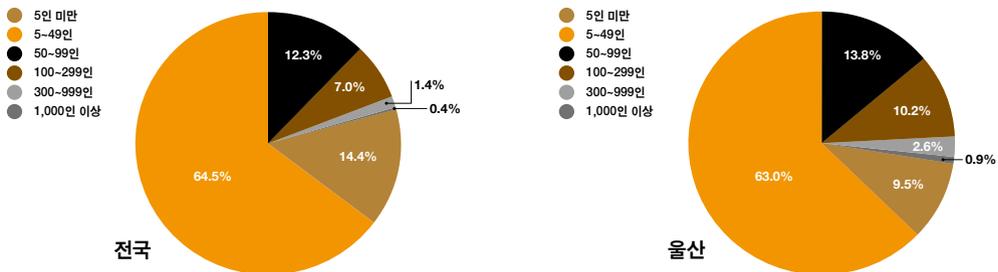
울산지역의 업종별 분포를 조사한 결과, 자동차 및 트레일러 제조업이 16.2%로 가장 많았으며, 다음으로 화학물질 및 화학제품 제조업(15.2%), 기타 기계 및 장비 제조업(11.7%), 금속가공제품 제조업(11.0%) 등의 순으로 나타났다. 전국의 업종 분포는 금속가공제품 제조업(10.7%), 자동차 및 트레일러 제조업(10.4%), 기타 기계 및 장비 제조업(9.5%) 등의 비중이 높아 울산지역의 주요 업종과 유사하였다. 그러나 화학물질 및 화학제품 제조업은 울산지역이 전국에 비해 약 3배 정도 많았으며, 이외에 울산에 분포되어 있는 업종은 기타 운송장비 제조업, 전문직별 공사업, 전기장비 제조업, 고무제품 및 플라스틱 제품 제조업 등으로서, 전국의 업종분포와는 차이가 있었다(그림1).



〈그림1〉 업종별 분포(전국/울산)

2) 규모별 분포

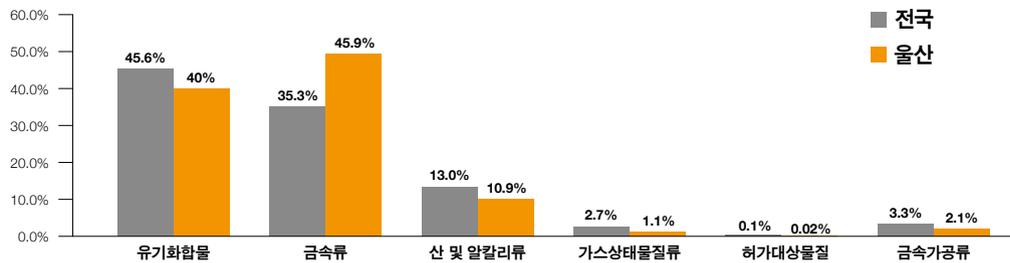
울산지역의 사업장 규모별 분포를 살펴보면, 5~49인 미만 사업장이 63.0%로 가장 많았으며, 다음으로 50~99인(13.8%), 100~299인(10.2%), 5인 미만(9.5%), 300~999인(2.6%), 1,000인 이상(0.9%)의 순으로 나타났고, 전국은 5~49인 미만) 5인 미만) 50~99인) 100~299인) 300~999인) 1,000인 이상의 순으로 나타났다. 전국과 울산지역 모두 5~49인 미만 사업장이 60% 이상을 차지하고 있었으며, 울산은 전국의 분포와는 다르게 5인 미만 사업장보다 50~299인 사업장의 분포가 더 많은 것으로 조사되었다. 전반적으로 울산지역은 중·대규모 사업장을 포함한 50인 이상 규모 사업장의 비율이 전국보다 높은 수준이었다(그림2).



〈그림2〉 사업장 규모별 분포(전국/울산)

3) 유해인자별 노출 빈도 분포

울산지역 사업장에서 측정된 유해인자별 노출빈도는 금속류가 45.9%로 가장 많았고, 다음으로 유기화합물(40.0%), 산 및 알칼리류(10.9%), 금속가공류(2.1%), 가스상태물질류(1.1%), 허가대상물질(0.02%)의 순으로 나타났다. 그러나 전국의 경우, 유기화합물이 45.6%로 노출빈도가 가장 많았으며, 금속류가 35.3%로 울산지역과 다소 차이가 있었다(그림3).



〈그림3〉 유해인자별 노출 빈도 분포

4) 유해인자별 평균 노출 농도 및 노출 수준 분포

〈표2〉에서는 울산지역에서 노출빈도가 높은 유기화합물의 평균농도 및 노출수준을 나타내었다. 울산은 톨루엔의 노출빈도(n=906)가 가장 높았으며, 다음으로 크실렌(오르토, 메타, 파라이성체), 아세트, 메탄올, n-부틸알코올 등의 순으로 나타났다. 대부분 유기화합물의 노출수준은 사업장의 화학물질의 관리가 필요하다고 판단되는 관리농도(Action level)인 노출기준의 0.5배 이하였으며, 에틸렌글리콜(n=344)은 노출기준의 0.01배 이하가 100%로, 모두 불검출이었다. 노출기준의 0.5배를 초과한 유해인자는 톨루엔(0.2%), 메탄올(0.6%), n-헥산(0.3%)이었으며, 울산지역에서는 유기화합물 중 노출기준을 초과한 물질은 없는 것으로 조사되었다.

〈표2〉 울산지역의 유기화합물 노출 수준

순위	물질명	TWA	N	평균 농도 (ppm)	평균 노출 지수†	노출수준‡				
						1	2	3	4	5
1	톨루엔	TWA	906	0.94	0.019	77.3%	18.0%	4.5%	0.2%	-
2	크실렌_오르토, 메타, 파라이성체	TWA	848	0.83	0.0083	83.1%	15.1%	1.8%	-	-
3	아세톤	TWA	565	2.13	0.0043	89.6%	10.3%	0.2%	-	-
4	메탄올	TWA	507	1.46	0.0085	90.3%	8.5%	0.6%	0.6%	-
5	n-부틸알코올_1-부탄올	TWA_C	486	0.49	0.010	94.9%	0.8%	4.3%	-	-
6	이소프로필알콜	TWA	431	0.61	0.0031	93.7%	6.0%	0.2%	-	-
7	에틸벤젠	TWA	398	0.80	0.0080	87.4%	10.1%	2.5%	-	-
8	메틸에틸케톤	TWA	383	0.89	0.0045	93.5%	5.5%	1.0%	-	-
9	메틸이소부틸케톤	TWA	359	0.17	0.0034	91.9%	7.2%	0.8%	-	-
10	초산에틸	TWA	353	0.37	0.00094	97.5%	2.5%	-	-	-
11	에틸렌글리콜	STEL_C	344	-	-	100.0%	-	-	-	-
12	n-헥산	TWA	312	0.74	0.015	81.4%	15.1%	3.2%	0.3%	-
13	초산부틸	TWA	302	0.24	0.0016	95.4%	4.6%	-	-	-
14	스티렌	TWA	263	0.14	0.0069	87.8%	10.6%	1.5%	-	-
15	시클로헥산	TWA	240	0.33	0.013	79.6%	17.5%	2.9%	-	-

† : 평균노출지수 : 평균 노출 농도 / 노출 기준

‡ : 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)

울산지역의 금속류 중 노출빈도가 가장 높은 물질은 산화철 분진과 흙(n=2,332)이었으며, 다음으로 망간 및 그 무기화합물(n=1,491), 이산화티타늄(n=1,450), 알루미늄 및 그 화합물_흙(n=1,194) 등의 순으로 나타났다. 금속류 10종 모두 노출기준의 0.01배 이하 농도수준이 42.9~97.4%의 분포로 가장 많았으며, 산화철 분진과 흙, 망간 및 그 무기화합물, 구리(흙)은 노출기준의 0.01~0.1배 이하가 각각 26.7%, 27.8%, 19.5%로 다른 물질에 비해 높은 수준이었다. 또한, 노출기준의 0.1~0.5배 수준이 0~9.8%의 분포를 보였으나, 산화철 분진과 흙의 경우, 28.8%로 다른 금속류보다 높은 수준이었다. 울산지역에서 노출기준을 초과한 금속류는 구리_흙(0.1%)이었으며, 노출기준의 0.5배~1.0배 이하의 물질은 산화철 분진과 흙(1.6%), 망간 및 그 무기화합물(3.2%), 구리_흙(0.4%), 크롬과 그 무기화합물_금속과 크롬3가화합물(0.2%)이었다(표3).

〈표3〉 울산지역의 금속류의 노출 수준

순위	물질명	N	평균 농도 (mg/m ³)	평균 노출 지수 [†]	노출수준 [‡]				
					1	2	3	4	5
1	산화철 분진과 흙	2,332	0.43	0.087	42.9%	26.7%	28.8%	1.6%	-
2	망간 및 그 무기화합물	1,491	0.056	0.056	59.2%	27.8%	9.8%	3.2%	-
3	이산화티타늄	1,450	0.019	0.0019	96.8%	2.8%	0.3%	-	-
4	알루미늄 및 그 화합물_흙	1,194	0.010	0.0022	97.0%	2.8%	0.2%	-	-
5	구리_흙	992	0.0019	0.019	76.0%	19.5%	4.0%	0.4%	0.1%
6	크롬과 그 무기화합물_금속과 크롬3가화합물	947	0.0039	0.0080	86.7%	11.9%	1.2%	0.2%	-
7	니켈_불용성무기화합물	790	0.0040	0.0080	84.3%	14.9%	0.8%	-	-
8	산화마그네슘	627	0.021	0.0021	94.4%	5.6%	-	-	-
9	산화아연_흙	301	0.022	0.0046	92.4%	6.6%	1.0%	-	-
10	산화알루미늄	192	0.014	0.0014	97.4%	2.6%	-	-	-

† : 평균노출지수 : 평균 노출 농도 / 노출 기준

‡ : 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)

〈표4〉에서는 울산지역의 산 및 알칼리류와 가스상태물질류 중 노출빈도가 높은 물질에 대한 평균농도 및 노출수준을 나타내었다. 산 및 알칼리류 중 노출빈도가 가장 높은 물질은 수산화나트륨(n=1,247)이었으며, 다음으로 수산화칼륨, 황산, 염화수소, 초산의 순으로 나타났다. 황산과 염화수소, 초산은 노출기준의 0.01배 이하의 분포가 54.0~91.2%로써 가장 많았으나, 수산화나트륨과 수산화칼륨은 노출기준의 0.01~0.1배 이하가 47.2~47.5%로써 가장 많았다. 또한, 수산화나트륨과 황산은 노출기준의 0.1~0.5배 이하가 각각 35.6%, 24.8%, 평균노출지수가 각각 0.086, 0.092로 나타나 다른 물질에 비해 노출수준이 높은 것으로 조사되었다. 울산지역에서 산 및 알칼리류 중 노출기준을 초과한 물질은 없었으나, 황산의 2.6%가 노출기준의 0.5배를 초과하였다.

가스상태 물질류에서는 암모니아가 가장 많았으며(n=140), 다음으로 이산화황, 시안화수소, 염소, 산화에틸렌의 순으로 나타났다. 5순위 물질 중 이산화황과 시안화수소는 노출기준의 0.01~0.1배 이하의 분포가 가장 많았으며, 평균노출지수도 각각 0.040, 0.036으로서 다른 물질에 비해 노출수준이 높았다. 나머지 물질은 노출기준의 0.01배 이하의 분포가 가장 많은 것으로 조사되었다. 가스상태물질류 중 노출기준 및 노출기준의 0.5배를 초과한 시료는 없었다.

〈표4〉 산·알칼리류 및 가스 상태 물질류의 노출 수준

순위	물질명	N	평균 농도	단위	평균 노출 지수 [†]	노출수준 [‡]				
						1	2	3	4	5
산 및 알칼리류										
1	수산화나트륨	1,247	0.17	mg/m ³	0.086	17.2%	47.2%	35.6%	-	-
2	수산화칼륨	364	0.062	mg/m ³	0.031	47.0%	47.5%	5.5%	-	-
3	황산	274	0.018	mg/m ³	0.092	54.0%	18.6%	24.8%	2.6%	-
4	염화수소	234	0.023	ppm	0.023	59.0%	36.3%	4.7%	-	-
5	초산	125	0.11	ppm	0.011	91.2%	4.0%	4.8%	-	-
가스상태 물질류										
1	암모니아	140	0.18	ppm	0.0074	73.6%	26.4%	-	-	-
2	이산화황	48	0.080	ppm	0.040	18.8%	77.1%	4.2%	-	-
3	시아니화수소	26	0.17	ppm	0.036	34.6%	57.7%	7.7%	-	-
4	염소	25	0.0021	ppm	0.0043	84.0%	16.0%	-	-	-
5	산화에틸렌	16	0.020	ppm	0.020	93.8%	-	6.3%	-	-

† : 평균노출지수 : 평균 노출 농도 / 노출 기준

‡ : 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)

울산지역에서 측정된 허가대상물질은 총 2종으로, 베릴륨 및 함유제제와 석면 및 함유물질이었으며, 베릴륨(n=2)은 모두 불검출로 나타났다. 석면 및 함유물질(n=2)의 평균농도는 0.0035 개/cm³, 평균노출지수는 0.035로, 노출수준은 노출기준의 0.1~0.1배 이하였다. 허가대상물질 중 노출기준 및 노출기준의 0.5배를 초과하는 시료는 없는 것으로 조사되었다.

금속가공유 중 노출기준을 초과하는 시료는 없었으나, 3.1%가 노출기준의 0.5배를 초과하였으며, 노출기준의 0.1~0.5배 이하의 수준의 농도분포가 86.3%로 가장 많은 것으로 나타났다(표 5).

〈표5〉 허가대상물질 및 금속가공유의 노출 수준

순위	물질명	N	평균 농도	단위	평균노출 지수 [†]	노출수준 [‡]				
						1	2	3	4	5
허가대상물질(전체)										
1	베릴륨 및 함유제제	2	-	mg/m ³	-	100.0%	-	-	-	-
2	석면 및 함유물질	2	0.0035	개/cm ³	0.035	-	100.0%	-	-	-
금속가공유(전체)										
1	금속가공유	510	0.19	mg/m ³	0.26	1.4%	9.2%	86.3%	3.1%	-

† : 평균노출지수 : 평균 노출 농도 / 노출 기준

‡ : 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)

울산지역에서 2012년에 측정된 특별관리물질은 총 15종으로 니켈_불용성무기화합물의 노출빈도가 가장 높았으며(n=790), 다음으로 황산(n=274), 벤젠(n=172), 1,3-부타디엔(n=133) 등의 순으로 나타났다. 대부분 노출기준의 0.01배 이하 비율이 가장 높았으나, 포름알데히드는 0.01~0.1배 이하의 비율이 가장 높았다. 황산과 포름알데히드는 노출기준의 0.1~0.5배 이하가 21.3~24.8%로써 다른 물질에 비해 높은 수준이었다. 특별관리물질 중 노출기준을 초과한 물질은 없었으나, 황산 2.6%, 트리클로로에틸렌 1.2%, 1-브로모프로판(n=2) 100.0%가 노출기준의 0.5배를 초과하였다<표6>.

<표6> 특별관리물질의 노출 수준

순위	물질명	N	평균 농도	단위	평균 노출 지수 [†]	노출수준 [‡]				
						1	2	3	4	5
1	니켈 불용성무기화합물	790	0.0040	mg/m ³	0.0080	84.3%	14.9%	0.8%	-	-
2	황산	274	0.018	mg/m ³	0.092	54.0%	18.6%	24.8%	2.6%	-
3	벤젠	172	0.018	ppm	0.018	84.3%	9.9%	5.8%	-	-
4	1,3-부타디엔	133	0.066	ppm	0.033	78.2%	10.5%	11.3%	-	-
5	포름알데히드	127	0.032	ppm	0.065	29.1%	49.6%	21.3%	-	-
6	트리클로로에틸렌	81	0.712	ppm	0.014	80.2%	18.5%	-	1.2%	-
7	페놀	63	0.0010	ppm	0.00021	98.4%	1.6%	-	-	-
8	납 연 및 그 무기화합물	58	0.0015	mg/m ³	0.030	70.7%	24.1%	5.2%	-	-
9	에피클로로하이드린	18	0.023	ppm	0.047	88.9%	-	11.1%	-	-
10	산화에틸렌	16	0.020	ppm	0.020	93.8%	-	6.3%	-	-
11	삼산화안티몬_취급,사용	16	0.00090	mg/m ³	0.0018	93.8%	6.3%	-	-	-
12	카드뮴 및 그 화합물	12	0.000017	mg/m ³	0.00056	100.0%	-	-	-	-
13	사염화탄소	7	-	ppm	-	100.0%	-	-	-	-
14	크롬과 그 무기화합물_불용성 6가크롬화합물	5	0.00012	mg/m ³	0.012	80.0%	20.0%	-	-	-
15	1-브로모프로판	2	16.90	ppm	0.68	-	-	-	100.0%	-

† : 평균노출지수 : 평균 노출 농도 / 노출 기준

‡ : 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)

4

요약 및 결론

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

1. 울산지역의 업종별 분포를 조사한 결과, 자동차 및 트레일러 제조업) 화학물질 및 화학제품 제조업) 기타 기계 및 장비 제조업) 금속가공제품 제조업 등의 순으로 나타났으며, 규모별 분포는 5~49인) 50~99인) 100~299인) 5인 미만) 300~999인) 1,000인 이상 사업장의 순으로 분포되어 있었다.

2. 유해인자별 노출빈도는 금속류) 유기화합물) 산 및 알칼리류) 금속가공유) 가스상태물질류) 허가대상물질의 순으로 나타났다.

3. 울산지역에서 노출빈도가 높은 유기화합물은 톨루엔)크실렌)아세톤)메탄올)n-부틸알코올 등이었다. 사업장 관리가 필요하다고 판단되는 관리농도(Action level)인 노출기준의 0.5배를 초과한 물질은 톨루엔(0.2%), 메탄올(0.6%), n-헥산(0.3%)였으며, 노출기준을 초과한 유기화합물은 없었다.

4. 금속류의 노출빈도는 산화철 분진과 흙) 망간 및 그 무기화합물) 이산화티타늄) 알루미늄 및 그 화합물_흙) 구리_흙 등의 순으로 나타났다. 울산지역에서 노출기준을 초과한 금속류는 구리_흙(0.1%)이었으며, 노출기준의 0.5배를 초과한 물질은 산화철 분진과 흙, 망간 및 그 무기화합물, 구리_흙, 크롬과 그 무기화합물_금속이 있었다.

5. 산 및 알칼리류 중 노출빈도가 가장 높은 물질은 수산화나트륨이었으며, 노출기준을 초과한 물질은 없었으나, 황산(2.6%)이 노출기준의 0.5배를 초과하였다. 가스상태물질류에서는 암모니아가 가장 많았으며, 노출기준 및 노출기준의 0.5배를 초과하는 물질은 없었다. 울산지역의 허가대상물질은 베릴륨 및 함유제제와 석면 및 함유물질 총 2종으로 노출기준 및 노출기준의 0.5배를 초과하는 시료는 없었으며, 금속가공유는 3.1%가 노출기준의 0.5배를 초과하였다.

6. 울산지역에서 2012년에 측정된 특별관리물질은 총 15종으로 니켈_불용성무기화합물) 황산) 벤젠)

1,3-부타디엔 등의 순으로 노출되었으며, 노출기준을 초과한 물질은 없었으나, 황산과 트리클로로에틸렌, 1-브로모프로판이 노출기준의 0.5배를 초과하였다.

이상의 연구결과로 울산지역의 노출빈도와 노출수준, 노출기준 초과율(%)이 높은 물질들을 중점적으로 관리해야할 필요가 있다. 또한, 본 연구는 단순히 노출기준 초과현황 및 분석현황에 그치지 않고 업종별 분포와 유해인자별 평균농도 및 노출수준을 상세히 기술했다는 것에 의미가 있다고 생각된다. ☺

참고 문헌

1. 김규상, 노재훈, 이경중, 정호근, 문영한, 중소기업 사업장의 작업환경과 건강장애에 관한 연구, 대한산업의학회지, 5(1), 1993
2. 김정호, 원정일, 우리나라 사업장의 작업환경측정 및 노출기준 초과실태 분석, 대한위생학회지, 11(3), 53-61, 1996
3. 고용노동부, 2007년도 작업환경측정 현황, 2008
4. 고용노동부, 작업환경관리 현황, 2003
5. 염용태, 우리나라 산업장 작업환경 및 직업병 현황의 분석연구, 대한산업의학회지, 1(1), 1989
6. 이재환, 박동욱, 홍성철, 하권철, 작업환경측정자료를 활용한 Dichloromethane 노출 매트릭스 구축에 관한 연구, 한국환경보건학회지, 36(5), 391-401, 2010
7. 임창훈, 황인조, 김동술, 김윤신, 서울 동부지역 내 작업장 공기질에 관한 조사 연구, 한국대기환경학회지, 15(3), 235-247, 1999
8. 작업환경측정기관협의회, 작업환경측정종합연보, 2001
9. 안전보건공단, 산업안전보건영어사전, 2007