

# 작업환경측정 데이터베이스를 활용한 지역별·업종별 화학물질 노출현황 및 작업환경측정업무 개선에 관한 연구

대한산업보건협회 산업보건환경연구원 / 임성국

## 1. 연구 필요성 및 목적

작업환경측정자료는 사업장의 환경관리 뿐만 아니라 노출평가 및 노출기준 설정과 산업보건의 정책적인 분야 등 다양한 면에서 활용될 수 있는 유용한 자료이다. 대부분의 작업환경측정기관은 일부 지역 또는 일부 사업장 자료에 국한되지만, 대한산업보건협회는 우리나라 대부분 지역의 자료를 수집할 수 있으므로 이러한 자료를 활용한다면 작업환경관리 및 연구 활동에 많은 도움이 될 수 있을 것이다.

따라서 본 연구에서는 2012년에 실시한 대한산업보건협회의 작업환경측정결과를 이용하여 작업환경측정현황 및 특성을 파악하고, 주요공정에서의 업종분포 및 유해인자 종류를 비교·분석하고자 하였으며, 대한산업보건협회의 작업환경측정 실무자들을 대상으로 작업환경측정 시 문제점 및 개선에 관한 설문조사를 통해 사업장의 효율적인 관리 및 업무향상에 활용될 수 있는 자료를 제공하고자 하였다.

## 2. 연구내용 및 방법

본 연구를 수행하기 위해 2012년 대한산업보건협회 작업환경측정 데이터베이스(DB) 자료를 활용하였으며, 지역의 구분은 우리나라 행정구역 분류에 따라 17개 지역으로 나누어 분석을 실시하였다. 대상물질은 산업안전보건법에서 제시하고 있는 작업환경측정 대상 유해인자를 대상으로 하였다. 데이터베이스를 구성하고 있는 작업환경측정 항목 및 업종, 단위공정 등의 내용을 파악하여 필요한 자료를 취합하였고, 지역별 작업환경측정 현황 및 특성을 파악하기 위해 업종 분포와 사업장 규모, 유해인자의 분포현황을 파악하고 분석하였으며, 주요 유해인자의 측정농도 및 노출수준을 분석하였다. 또한 작업환경측정 실무자들을 대상으로 설문조사를 실시하여, 작업환경측정 시 문제점과 개선점을 조사하였다. 통계분석은 Microsoft Excel 2010, IBM SPSS 21.0을 이용하였다.

## 3. 연구결과

작업환경측정 데이터베이스(DB)를 검토하여 오류사항들을 분석한 결과, 6.7%의 오류가 있었으며,

단위누락, 노출기준 구분 및 노출기준오류, 보정노출기준 오류, 측정치 및 물질코드분류 오류 등이 확인되었다.

2012년 대한산업보건협회의 화학적 인자에 대한 작업환경측정 사업장은 전체 12,026개였으며, 경기>전북>경남지역 등의 순으로 측정사업장 수가 많았다. 전체 사업장의 업종별 분포는 금속가공제품제조업(1,286개, 10.7%)이 가장 많았으며, 서울, 강원, 제주의 경우 자동차 종합 수리업이, 부산, 대구, 광주, 대전, 울산, 충남, 전북, 경북, 경남은 자동차 부품 제조업이 가장 많은 것으로 나타났다. 또한, 세종시와 충북은 전자부품제조업, 경기와 인천지역은 각각 반도체 및 기계·금속과 관련된 제품제조업이 가장 많았다. 사업장의 규모별 분포는 모든 지역에서 5~49인 사업장이 가장 많았고, 대부분 지역에서 90% 이상이 100인 미만 사업장에 집중되어 있었다.

지역별 화학적 인자의 분포는 유기화합물>금속류>산및알칼리류>금속가공유>가스상태물질류>허가대상물질 순이었으며, 대부분 지역들은 유기화합물의 빈도가 가장 높았으나, 울산과 세종, 경남지역은 금속류가 가장 높은 빈도를 나타내었다.

화학적 인자의 노출수준 분포를 조사한 결과, 유기화합물과 금속류, 가스상태물질류, 허가대상물질, 특별관리물질은 노출기준의 0.01배 이하가 가장 높았으며(49.4~81.2%), 금속가공유만 0.1~0.5배 이하가 가장 높았다(46.9%). 유기화합물의 노출기준 초과율은 전남(0.2%), 금속류의 초과율은 대전(0.5%)이 가장 높았으며, 산 및 알칼리류는 전북(0.05%), 가스상태물질류 대전(0.9%), 특별관리물질은 전북(0.4%) 및 전남지역(0.4%)이 높았다. 허가대상물질과 금속가공유는 노출기준을 초과하는 지역이 없었다.

유기화합물은 경기 및 충청지역에서 많이 측정되었으며, 주로 반도체 관련 제품제조업과 사진용 화학제품 및 감광재료제조업(배합, 코팅, 원류주입 공정)에서 발생되었다. 유기화합물 중 가장 높은 빈도를 나타낸 ‘톨루엔’의 평균농도는  $2.54 \pm 5.69$  ppm으로 노출기준의 0.05배 수준이었다. 금속류 중에서는 ‘산화철 분진과 흙’이 가장 많았으며, 평균농도는  $0.24 \pm 0.52$  mg/m<sup>3</sup>(노출기준의 0.05배)이었다. 산 및 알칼리류 물질 중 가장 높은 빈도를 보인 것은 수산화나트륨으로 평균농도는  $0.13 \pm 0.16$  mg/m<sup>3</sup>(노출기준의 0.07배)이었으며, 주로 기타 화학제품 제조업 중 포장, 투입, 연구개발실 등의 공정에서 발생되었다. 가스상태물질류 중 암모니아가 가장 많이 측정되었으며, 평균농도는  $0.36 \pm 0.61$  ppm(노출기준의 0.01배)이었다. 허가대상물질 13종 중 협회에서는 총 8종의 물질을 측정하였으며, 가장 많이 측정된 염화비닐 및 함유물질의 평균농도는  $0.051 \pm 0.069$ (노출기준의 0.05배)이었다. 금속가공유는 경남지역이 가장 많이 측정하였으며, 주로 자동차 부품 제조업 중 기타 가공 공정에서 높은 빈도로 노출이 되었고, 전체 금속가공유의 평균농도는  $0.10 \pm 0.10$ (0.014~0.16) mg/m<sup>3</sup>이었다. 특별관리물질 16종 중 가장 많이 측정된 ‘황산’의 평균농도는  $0.014 \pm 0.028$  mg/m<sup>3</sup>(노출기준의 0.07배)였으며, 주로 반도체를

만드는 업종에서 노출되었다.

대한산업보건협회에서 실시한 작업환경측정 결과 중 가장 많은 부분을 차지하는 공정은 정제공정이었다. 정제공정에서의 주요 업종은 선박 구성 부품 제조업, 자동차 부품 제조업, 자동차 종합 수리업, 전자부품 제조업 등이었으며, 선박 구성 부품 제조업 중 정제공정에서 발생하는 유해인자는 유기화합물인 디에탄올아민, 디이소부틸케톤, 디클로로메탄 등이 있으며, 금속류인 구리(흙), 구리(분진 및 미스트), 납(연 및 그 무기화합물), 니켈(금속) 등과 금속가공유 등이 있다.

현재 대한산업보건협회에서는 작업환경측정 시 유해인자를 선정하기 위해 MSDS를 잘 활용하고 있었고 측정방법에 관한 정보는 NIOSH Method, 공단 홈페이지 등을 통해 확인하여 실행하고 있었다. 그러나 협회나 각 센터에서 작성한 작업환경측정 매뉴얼의 활용도는 낮은 것으로 나타났으며 매뉴얼의 활용도를 높이기 위해 내용의 보완이나 수정 등이 필요하다.

실무자들은 법적측정시간을 준수해야하기 때문에 사업장 측정 후, 보고서 작성이나 샘플준비, 유량보정, 자료관리 등의 업무를 수행함에 있어 시간이 부족한 것을 가장 큰 문제점으로 지적하였다. 따라서 보다 효율적인 운영을 위해 적절한 업무분담 및 대책 등이 필요하다. 또한, 사업장 담당자 및 근로자의 비협조적인 태도와 측정사업장 주소와 계산서 발행주소가 상이한 경우로 인해 사업장 관리가 가장 어렵다고 하였다.

결과보고서 작성 시 가장 문제가 되는 항목은 부서 또는 공정명, 종합의견으로 나타났으며, 작업환경측정 현장과 전산상의 작업공정의 차이, 공정코드관리 화면 업로드 시 소요되는 시간, 사진이나 그림 등의 첨부가 불가능한 점 등이 주요 원인으로 조사되었다.

또한, 향후 작업환경측정 결과 입력매뉴얼 제작활용도는 높을 것으로 나타나 표준화된 결과입력 매뉴얼이 요구되며, 전산상의 문제는 정기적으로 검토하고 관리해야 한다.

근로자들은 본인의 건강영향과 관련하여 결과 및 유해성에 대한 정확한 설명과 문제점 및 실질적인 개선대책을 요구하고, 사업주는 실질적인 대책과 함께 법적자료, 측정비용과 관련된 사항을 주로 요구하는 것으로 조사되었다. 이러한 요구를 충족시키기 위해서는 근로자 및 사업주들의 작업환경측정의 필요성 및 인식개선과 측정 실무자들의 전문성 향상을 위한 지속적인 교육이 필요하다.

#### 4. 활용 및 기대 효과

본 연구에서 도출된 결과를 바탕으로 지역별 작업환경측정 현황 및 특성을 파악하여 작업환경 평가 및 개선을 위한 근거자료로 활용하고, 주요 공정에서의 업종 및 측정유해인자를 파악함으로써 향후 작업환경측정 시 실질적으로 적용 가능한 자료로 활용될 수 있다. 또한 설문조사를 통해 사업장의 효율적인 관리 및 업무향상을 위한 개선대책마련에 활용될 수 있는 자료를 제공할 수 있다. 🍷