논문

작업환경의 평가시 일반원리

(General principles in evaluating the occupational environment)

가톨릭의대
산업의학연구소 김 정 만

Ⅰ. 서 론

작업환경을 평가하기 위해서는 다방면으로 접근하는 것이 필요하다. 이를 위해서는 공학자,화학자, 보건과학자, 산업의사, 중독학자, 간호원, 생산감독자 및 근로자의 건강에 유해한 영향을 줄 수 있는 요인을 제거할 수 있는 기타 사람들의 공동적인 참여가 필요하다. 대부분의 산업장에 배치된 산업보건에 고도로 훈련된 전문인력은 이 모든 관련분야의 전문지식을 숙지하고 업무수행에 대처하여야 한다. 예를 들면 벤젠취급 사업장에 관하여 환기관리를 전문으로 하는 공학자는 벤젠의 화학적 특성을 알아야 하고 또인체에 대한 벤젠의 영향 및 독성까지 숙지하여야 한다. 마찬가지로 작업환경에 관련하는 산업의역시 산업장에서 사용하는 화학물질 및 물리적 인자의 표본채취방법과 사용되는 분석기법 및 관리를 위한 공학적 지식까지 알고 있어야 한다.

Ⅱ. 일반 원리

산업환경을 평가시 일반원리는 잠재적 위험의 인지, 현장조사를 위한 준비 및 예비조사, 현장조사실시 및 조사결과의 해석에 관련되어 있다.

잠재적 위험의 인지는 우선 공정과 익숙해져야 하고 현장에서 경험할 수 있는 물리적 및 화학적 인자의 목록을 파악하여 작성하고 유지하여야 하며 주기적으로 작업현장에서 존재하는 여러가지 작업활동을 검토하고 현재 작업현장에서 수행하고 있는 관리조치를 조사·연구하는 것을 포함한다.

현장조사를 위한 준비 및 예비조사 과정에서는 적절한 측정기기의 선택, 기기의 보정 및 필요한 분석방법의 개발을 하여야 한다. 또한 현장조사를 실시할 때 고려하여야할 사항은 근로자의 호흡역에서 표본채취를 수행하는 것 뿐만아니라 어느 장소에서, 언제, 어떤 방법으로,얼마동안 그리고 얼마만한 양의 표본을 수집할 것인가 하는 표본채취방법등의 모든 사항을 포함하여야 한다.

조사가 끝난 후 산업위생사는 모든 조사결과를 해석할 수 있는 능력이 있어야 한다. 이 과정에서 건강기준과 과거의 자료는 조사결과와 비

교를 위해서 필요하다. 이에 대응한 적절한 수정조치가 산업위생사의 주요 책임이다. 이글에서 산업환경의 평가를 위한 전략을 세우는데 있어 산업위생사에게 필요한 지침을 간략하게 설명하고자 한다.

Ⅲ. 잠재적 위험의 인지

조사자는 각자의 공장 혹은 설비에서 사용되는 모든 공정과 친숙해져야만 한다. 자기가 조사하고자 하는 공장에서 무슨 물질이 사용되고 생산되는지 그리고 만약 있다면 공정과정에서 생기는 중간 산물이 무엇인지를 알아야 한다. 이 정보는 조사기간 동안에 생산 기술자들에게 질문을 통해서 혹은 조사자가 직접 눈으로 관찰함으로써 얻을 수 있고 또 필요하면 전문기술서적 혹은 공장의 공정표를 통해서 얻을 수 있을 것이다. 이같은 사용 또는 생성되는 물질의 목록이 환경평가 동안에 수시로 발생할 수 있는 문제들에 대처하기 위해서 필요한 것이다. 요즈음, 직업병을 유발시킬 수 있는 물질들이 새로히 그리고 다양하게 꾸준히 증가하고 있다. 새로운 원료물질의 사용, 기존물질과 새로운 물질의 혼합 및 새로운 공정의 개발로 새로운 생성물질 혹은 합성물질이 꾸준히 산업장에 도입되고 있는 추세이다. 새로운 물질이 현재 전세계적으로 20분마다 한개씩 산업장에 도입되고 있고 오늘날 사용되는 그와같은 물질은 약 10,000 가지로 추정되고 있다. 또한 물리적 인자도 신속히 산업장에서 증가하고 있는 실정이며, 그 예로서 레이저, 마이크로웨이브, 초음파 등이 있다. 이같은 인자들은 역시 적절한 관리조치가 세워지지 않으면 잠재적 위험성을 지니게 된다.

(1) 원료물질과 생산물질의 독성

조사자는 산업장에서 사용되는 물질의 독성만이 가장 중요한 것이 아니라는 사실을 인지하는 것이 중요하다. 조사자는 물질이 사용되거나 생성되는 공정의 특성, 다른 인자(물리적 혹은 화학적)와의 반응성, 효율적인 환기시설의 관리정도, 유해물질의 밀폐정도등 이와같은 모든 요인이 관련된 잠재적 위험을 인지하여야 한다. 그와같은 평가는 평균적 어쩌면 과반응 근로자 모두에서 유도될 수 있는 인자의 독성반응의 정도와 유형의 합당한 고려와 함께 이루어져야만 한다

산업장에서 사용되어진 그리고 생성되는 화학물질의 목록이 얻어진 후에 이같은 물질의 유해성과 정도를 결정하여야 한다. 이같은 정보는 가장 최근에 발간된 교과서, 전문잡지, 미국산업위생사협회의 위생지침서, 미국표준연구소(ANSI)의 Z-37 기준 및 독성연구가, 독성정보센타, 제조업자들이 제공한 서류등이다.

최근에 NIOSH는 800개 이상의 독성물질에 관한 자료를 발간하기도 했다. 매년 개정되는 이 자료는 각각의 물질의 유해한 농도수준을 알려주고 산업보건 분야에서 훌륭한 정보로서 역할을 하고 있다. 또한 많은 회사들도 안전전문가, 산업위생사, 생산감독 및 관련 기술자들이 자기들 공장에서 사용 내지는 생산되는 유해물질의 목록을 작성하여 발간하고 있는 것이 선진국의 실정이다. 유사한 정보가 물리적 인자의 잠재적 위험에 관해서도 이루어지고 있다.

(2) 공기오염물질의 발생원

건강에 유해한 영향을 줄 수 있는 많은 공정들은 예비조사를 통하여서 조사자가 육안으로 관찰할 수 있다. 그러나 이 육안에 의한 관찰이 절대적인 것은 아니다. 먼지가 많이 발생하는 장소는 육안에 의해 더럽혀지는 것이 파악되나 모두 유해한 것은 아니며 눈에 보이는 먼지가 적게 발생하는 장소라해서 유해하지 않다고 단언할 수는 없다. 육안으로 볼 수 없는 먼지입자들은 대부분이 호흡성분진의 크기이기 때문에 그들이 공기중에서 눈으로 관찰되기 전에 극단적으로 높은 농도수준에 도달할 수 있다. 그러므로 눈에 보이는 먼지군이 없다고 하여 먼지가 공기중에 존재하지 않는다고 얘기할 수는 없다. 그러나 용접과 같은 흄을 발생시키는 공정은 시각적으로

오염되는 것을 판단할 수도 있다.

원료물질, 생산물질 및 생산공정과정에서의 부산물에 관한 목록을 참고함으로써 가능한 공기오염물질을 추측할 수도 있다. 어떤 소각과정에서 사용되는 연소과정에 관한 지식은 발생되는 공기오염을 알 수 있는 정보가 되며 분해과정은 대부분이 유해한 화학물질 또는 미립자물질을 발생시킬 가능성이 크다.

많은 증기와 가스는 냄새로도 작업장내에 존재 여부를 알 수 있다. 그러나 주의해야할 점은 냄새의 허용농도(odor threshold concentration)가 허용폭로수준(permissible exposure level)보다 더 높다는 사실이다. 예를 들면 사염화탄소(CCl_4)의 경우에 냄새로 존재 여부를 파악시 겨우 감지할 수 있게 되는 수준에 벌써 그 농도는 건강에 크게 유해한 영향을 미칠 수 있는 수준인 것이다. 이와같이 실제로 냄새로 평가하는 것은 참고자료만 될 뿐이다.

(3) 새로운 스트레스-공정의 변화

앞에서 언급한 바와 같이 산업공정에서는 많은 화학물질이 사용 또는 생성되고 또 물리적인 자들이 도입되고 있으므로 조사자는 이와같은 새로운 물질 및 인자에 주의를 하여야 한다. 그리고 어떤 필요한 안전조치를 세우기 위하여 물질들이 사용되기 전에 그 물질의 유해성을 파악하여야 한다. 대기업의 경우에 대부분은 이같은 유용한 자료를 가지고 있기 때문에 조사자들은 회사로 부터 이를 입수할 수가 있다. 더우기 고용주는 이같은 정보를 근로자들에게 알려서 근로자 스스로가 주의하도록 하여야 하며 또한 이들을 보호하기 위하여 관리조치를 설정하여야한다.

또한 작업장에 새로 도입되는 공정은 근로자가 익숙치 않으므로 이에 두려움이 있어 기피하며 스트레스가 쌓이기 쉬우므로 이에 대한 고려도 되어야 한다.

(4) 작업활동의 검토

근로자들이 해당작업에 적합한지에 관한 적성검사와 같은 검토가 정기적으로 행해져야 한다.

효율적인 작업능율의 향상을 위하여 설치되는 새로운 작업조건의 변화 혹은 기술의 변경이 근로자의 건강에 유해한 영향을 줄 수 있으므로 작업적성의 여부와 일과외 근무등의 조건들을 면밀히 검토하여야만 한다.

(5) 사용되는 관리조치

예비조사단계에서 사업장에서 사용하고 있는 관리조치의 유형과 그들의 효율성을 검토하는 것이 역시 중요한 사항이다. 이 관리조치에는 국소배기 및 전체환기장치, 호흡기보호구, 보호복 및 자외선, 적외선 혹은 다른 형태의 방사에너지로 부터 근로자를 보호할 수 있는 장비등이 포함되어야 한다.

효율성 점검에는 마루나 선반, 작업대등에 먼지의 존재여부, 닥트내 구멍, 팬의 작용방향 및 회전여부, 근로자가 착용하는 보호구 및 보호장비의 올바른 사용여부와 그 필터(filter)의 포집율등이 역시 포함되어야 한다.

또한 예비조사기간 동안에 근로자의 호흡역으로 부터 오염물질을 제거하기 위하여 충분한 공기의 흐름이 되는지 여부를 파악하기 위한 기류점검도 포함되어야 한다. 이와같은 목적들을 위해서는 산업환기지침서가 유용한 정보제공원으로서 공헌하고 있다.

Ⅳ. 환경평가를 위한 기기의 선택

산업보건 분야에서 유해한 환경을 평가하기 위하여 사용되는 표본채취기기는 일반적으로 다음과 같이 분류된다.

i) 직독식

ii) 포집된 공기로 부터 방해물질을 제거할 수 있는 것

iii) 나중에 실험실에서 분석을 위해 기지의 공기량을 포집할 수 있는 것

산업위생사에 의해 산업장에서 사용되는 대부분의 기기는 처음의 두 가지 유형이다. 세번째 유형의 기기는 분석을 위하여 실험실로 포집한 공기의 기지용량을 가져오기 위해서 여러가지 유

형의 공전플라스크, 프라스틱액, 적절한 용기가 있어야 한다.

각각의 표본채취기기의 선택시에는 다음과 같은 인자들이 고려되어야 한다.

i) 간편성

ii) 장비나 기기의 효율성

iii) 여러가지 현장조건하에서 사용될 수 있는 기기의 신뢰성

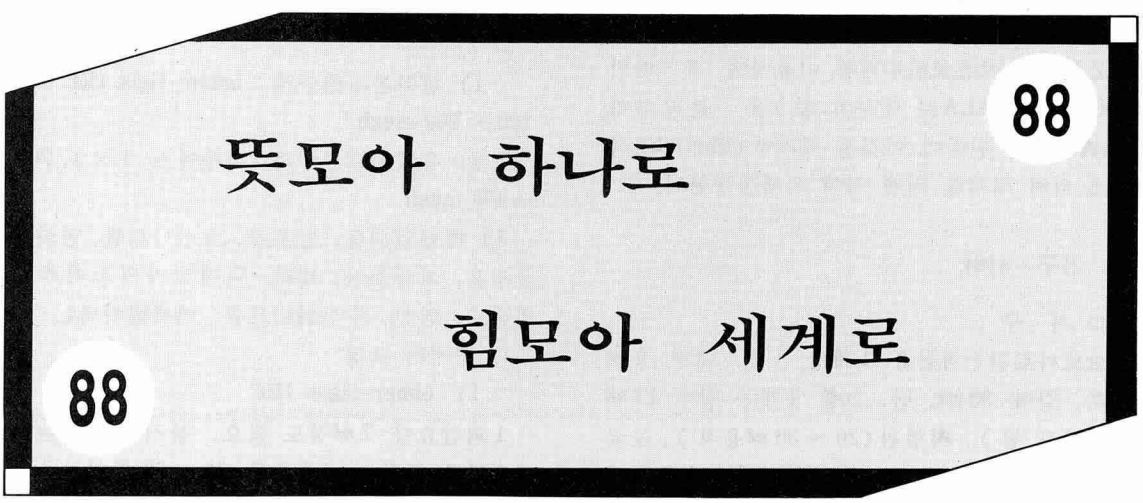
iv) 분석종류 혹은 필요한 정보

v) 유효성

vi) 과거의 경험이나 다른 인자에 근거된 개인의 선택성

현재 완전하고 유일한 표본채취기기는 없다. 또한 그와같은 기기가 영원히 개발될 수 있는지 여부는 역시 의심스럽다. 따라서 실제로는 직독식 가스나 증기검출기와 같은 여러가지 특수기기가 개발되고 있다.

근로자폭로와 근로자가 작업하는 환경을 평가할 때 사용되는 기기는 높은 민감도, 정확성, 재현성을 보유하고 신속히 정보제공을 할 수 있는 것이어야 한다.

최근에는 작업환경 평가를 위해서 연속자동측정기기 (continuous monitoring devices)가 개발되어 이의 사용이 증가하고 있는 추세이다. 이같은 기기는 가스나 증기의 경우 작업장내 농도가 상당히 변할 수 있는 장소에 설치할 경우에 유용하다. 예를 들면 일산화탄소 (CO)가 발생하는 터넬이나 공장에서 일산화탄소연속자동측정기 기설치, 사염화탄소나 trichloroethylene과 같은 염소화탄화수소에 대한 측정, 그리고 일부 알콜류의 측정에 많은 좋은 결과를 얻고 있다. 이같은 연속자동측정기기는 환경측정뿐만 아니라 근로자가 작업주기동안에 폭로되는 전체 폭로량을 파악하는데도 유용한 역할을 하고 있다. 요즈음에는 이 기기에 기록장치가 부착되어 있어 수시로 자료를 쉽게 얻을 수 있고 또 검토할 수 있다. 그러나 이와같이 많은 장점을 가진 기기라 하더라도 중요한 것은 산업위생사, 측정기사 혹은 수행관리들이 기기의 사용법과 기기의 제한점에 익숙해 있어야 한다는 것이다.

덧붙여 기기의 정기적인 보정, 측정되는 오염물질에 대한 특이성, 다른 방해물질의 관여여부, 기기의 정확성, 민감도 및 반응시간등에 숙지되어 있어야 한다. (계속)