

## 사무실 실내공기질 관리 및 개선

가톨릭대의대 예방의학교실·보건대학원 / 김 현 옥

사무실 실내공기질에 대한 국내외 실태, 각 유해물질에 대한 건강상 영향, 그리고 관련 법규 등에 대한 전반적인 사항은 앞에서 언급되었으므로 여기서는 어떻게 실내에서 발생하는 오염원을 관리하고 개선할 수 있는지를 다루기로 한다.

사무실 실내공기질 문제를 관리하기 위해서는 먼저 이 문제를 전담할 수 있는 관리 책임자를 선임하고, 적극적으로 대처할 수 있는 체계를 갖추어야 한다. 이 관리책임자는 실내공기질 문제에 대한 충분한 지식을 갖고 있어야 하고, 필요시 전문가의 자문을 구할 수 있는 권한과 책임을 갖고 있어야 한다. 또 건물 내의 실내공기질을 주기적으로 점검하여 실내 공기질 실태 파악, 각종 시설의 정상 가동 여부 확인, 이용자와 재실자의 쾌적성과 불만 사항, 건강상태 파악 등 실내공기질 유지에 대한 체계를 확립하고 해당 업무를 수행하여야 한다. 이런 업무를 수행할 때 사용할 수 있는 체크리스트가 미국 EPA<sup>1)</sup>나 학회 등 관련기관<sup>2)</sup>에서 마련되어 있으므로 참고하도록 한다.

실내공기질을 관리하는 접근 방법으로는 문제가 발생했을 때 대처하는 반응적 대응(reactive response)과 사전에 미리 예방하는 예방적 접근(proactive approach)이 있다. 반응적 대응으로는 발생원에 대한 조치와 환기가 대표적인 방법이다. 예방적 대응으로는 건축물의 설계에서부터 건축, 시험 가동, 입주 등 단계에서 적절한 조치를 강구하는 방법이다. 이들 방법에 대해 간략히 검토하기로 한다.

사무실 실내공기질의 반응적 대책 중 첫째는 발생원에 대한 조치로 제거하거나 대처, 격리 등의 방법이다. 예를 들면 폼알데히드가 발생하는 가구나 자재를 구입 배치하였거나, VOC가 방출되는 페인트나 청소용품을 사용하였을 때는 이런 물질 위에 저방출 코팅재를 사용하거나 이런 물질을 분해하여 해가 없는 물질로 변환시켜 방출하거나 방출이 쉽게 되도록 유도할 수 있는 방법을 사용한다. 한 예로, 재료의 표면에 광촉매 재료를 뿌려 방출되는 물질을 분해하는 방식이 많이 선전되고 있다. 실제 VOC의 경우 한달 후 95%까지 제거되기도 하였다<sup>3)</sup>. 또 다른 방식은 방안의 온도를 높여 자재에 함유된 VOC나 HCHO의 방출속도를 높이는 bake-out 방식이 있다. 이 방식은 bake-out 기간, 실내 온도, 완료 후 환기량에 따라 달라지는데, 방출 속도를 높이는 효과가 있는 것으로 알려졌다<sup>4, 5)</sup>. 그러나 단순히 실내온도만 올리는 것으로는 기대효

과를 거두기 어려운 기술적 문제가 있고, 건물 구조, 실내 자재, 가구 등에 손상을 줄 수도 있다.

둘째는 환기 설비(HVAC)를 이용하여 실내공기 오염물질을 제거하고 깨끗한 공기를 충분히 공급하는 것이다. 환기 설비에서 오염물질을 제거하는 방법으로는 필터, 정전기 집진, 흡착 등의 방식을 사용하고 있으며, 공급 공기량에 대해서는 ASHRAE 62-2001 기준을 참고하도록 한다. ASHRAE에서는 100m<sup>2</sup>당 7명을 사무실 환기기준에 적용하고 있으며, 사람 1인에 대한 공기의 공급은 0.57m<sup>3</sup>/min이다<sup>6)</sup>. 이러한 설계기준에 적합하도록 사무실 공간에 적절한 인원을 배치해야 하며, 냄새와 담배 연기가 있는 경우는 더 많은 외부공기를 공급하여야 한다. 자연환기의 경우 환기 방식은 창문을 열고 외부 공기가 충분히 유입되도록 해야 함으로, 창문을 수시로 열어 자주 환기를 해주는 것이 좋다.

셋째는 건물에 대한 유지·관리 행위를 통해 청결한 상태를 유지할 수 있도록 하는 일이다. 청소나 관리 등으로 실내공기질과 청결 상태를 유지하는 방법은 매우 중요한데, 대상 건물에 따라 다르지만 일반적으로 일일, 주 단위, 월 단위, 연간 계획 등으로 나뉘어 대상 및 적용 방법이 달라질 수 있고, 특수한 경우로 HVAC 시스템 청소와 화재나 침수 피해 후의 청소가 있다. 이런 특수한 경우가 실내공기질 문제와 밀접한 연관이 있는 것으로 알려져 있다. 청소 관련 비용은 미국에서 민간 건물의 경우, 총 비용의 약 13% 정도를 차지한다고 하며, 1평방 피트당 \$1.09가 지출되고 있다고 한다<sup>7)</sup>. 특수한 경우는 더 많은 비용이 들어갈 수 있다. 한 가지 유의해야 할 점은 청소나 관리 그 자체가 실내공기질을 악화시키는 경우이다. 예를 들면 청소할 때 사용되는 청소액이나 샴푸, 락스 등이 냄새나 휘발성 유기화합물을 함유한 경우가 있어 이들 물질에 대한 불만이 표출되거나 호흡기 자극 등이 발생하는 경우가 있으므로 유의해야 한다.

사전 예방적인 방법은 건물의 계획단계에서부터 건강한 건물을 지을 기획을 하고 목표를 설정하여 진행하는 것이다<sup>8)</sup>. 설계에서 중요한 사항으로는 온열 부하와 거주자에 쾌적성을 감안한 환기량 계산 및 설계, 실내에 오염물질을 배출하지 않는 자재의 선정, 외부 유입공기구 위치 선정, 총 공기 공급량과 외부 공기량 결정 등이다. 실내 오염물질을 배출하지 않는 자재로는 친환경 건축자재를 채택하는 것이다. 즉, 석면이 들어 있지 않은 제품을 사용하거나 내장재에 휘발성 유기화합물(VOCs)과 포름알데히드(HCHO)가 들어 있지 않거나 적게 함유된 제품을 사용함으로써 이들 물질의 방출을

근원적으로 제거하거나 감소시킬 수 있다. 핀란드는 실내환경, 건설 및 건축자재에 대한 등급제를 1995년부터 시행하고 있고, 일본은 일본공업규격으로 친환경 건축자재 기준을 마련하고 있으며, 미국도 비영리 단체에서 Green Guard제도를 운영하고 있다<sup>9)</sup>. 우리나라에서도 한국공기청정협회에서 친환경 건축자재에 대한 인증 제도에 대한 안을 제시하고 있으며, 환경부에서도 다중이용시설 등의 실내공기질 관리법에서 오염 물질을 방출하는 물질의 사용을 제한하도록 명문화되어 있어 친환경 건축자재를 채택하는 기준이 더욱 강화될 것으로 본다.

사무실 환기설비는 자연환기와 기계환기로 구분할 수 있는데, 실내공기질 문제를 연구한 NIOSH 결과에 의하면 부적절한 환기, 운영, 보수 등 환기 시스템이 실내공기질 문제의 53%를 차지하고 있다고 하며<sup>10)</sup>, 캐나다의 한 연구에서는 HVAC 문제가 주요한 원인으로 48%를 차지한다<sup>11)</sup>고 하여 환기의 중요성을 말하고 있다. HVAC에 대한 설계는 미국 ASHRAE의 온열기준(ASHRAE 62-1999), 유지 관리 운영(ASHRAE 4-1993), 가동 기준(ASHRAE 1-1989), 필터 기준 등 관련 가이드라인과 기준을 참고하여 적절하게 설계될 수 있으며, 쾌적한 환경을 유지하기 위해서는 충분한 양의 외부 공기가 유입되어야 한다. 그러나 단점으로는 비용이 많이 들고, 효과는 불확실하며, 발생원 제거가 되지 않으면 전체 건물내로 오염원을 확산시킬 수 있다.

건물이 완성된 후에는 환기시설에 대한 점검과 건물내 시스템이 잘 운영되고 있는지를 확인하는 절차를 거치며, 초기 입주 단계에서도 문제가 없는지를 점검해야 한다. 이런 업무를 수행하는데 중요한 일 중 하나는 이런 시스템을 적절히 운영, 관리, 문제의 진단 및 대처를 할 수 있는 요원을 교육 훈련시키는 일이다.

이런 근원적인 예방 방법은 오염물질의 제거나 피해가 발생한 후의 관리보다 훨씬 비용-효과적이며 친환경적 방법으로써, 동일한 실내공기질을 유지하는데 희석환기를 사용한 경우보다 4배 정도 비용이 덜 들어간다고 한다<sup>12)</sup>. ☺

## 참 고 문 헌

1. U.S. EPA, Building Air Quality Action Plan, 1998
2. 실내공기질 관리 지침, 장현재, 제 1회 실내환경전문가 양성교육 교재, 한국공기청정협회 주최, 2003
3. 양원호, 김대원, 정문호, 양진섭, 박기선. 이산화티탄 광촉매 졸의 실내환경 코팅에 의한 실내공기질 개선. 한국환경위생학회지, 3(2), 2004. 92-97
4. Hicks, J. Worl, K, and Hall, K. Building Bake-out during Commissioning: Effects on VOC Concentrations, Indoor Air '90, The 5th International Conference on Indoor Air Quality and Climate, Toronto, July 29-August 3, 1990
5. Girman, J. Volatile organic compounds and building bake-out, in Occupational Medicine: State of the Art Reviews, Vol. 4, No. 4, 1989
6. ASHRAE Standard Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality, ANSI/ASHRAE Standard 62-2001
7. Kildeso, J. and Schnider, T. Chapter 64. Prevention with Cleaning, Indoor Air Quality Handbook, McGraw-Hill, 2001
8. Levin, H. Chapter 60. Indoor Air Quality by Design, Indoor Air Quality Handbook, by Spengler, Samet, and McCarthy, McGraw-Hill, 2001
9. 실내공기질 관련 기준 및 제도, 조완재, 제 1회 실내환경전문가 양성교육 교재, 한국공기청정협회 주최, 2003
10. Crandall, M. and Sieber, W.K. The National Institute for Occupational Safety and Health Indoor Environmental Evaluation Experience. Part I. Applied Occupational and Environmental Hygiene, June 1996
11. Nathason, T. Indoor Air Quality Building Investigations1987-1994, Public Works and Government Services Canada, Ottawa, Ontario, Canada PWGSC, K1A 0S5, 1994
12. Nathanson, T. Chapter 63. Prevention and Maintenance Operations, Indoor Air Quality Handbook, McGraw-Hill, 2001