

## 실내공기오염이 인체에 미치는 영향

### Health Effects of Indoor Air Pollution

김 윤 신

Y. S. Kim

한양대학교 의과대학

환경 및 산업의학 연구소 소장

#### 1. 서 론

실내환경(Indoor Environment)은 인간을 둘러싸고 있는 실내의 총체라고 정의할 수 있으며, 21세기에는 생활환경의 측면에서 다루어져야 할 분야라고 할 수 있겠다. 그러나 1970년대에 들어서면서 구미 각국에서 그 중요성이 인식되어 졌던 IAQ(Indoor Air Quality)라는 용어조차도 우리나라에선 아직도 생소한 실정이고 실내오염에 관한 인식의 결여로 일부 연구만이 진행되고 있는 것이 우리나라의 실내환경연구의 현재의 실정이라 하겠다.

우리나라의 경우 1970년대 이후 산업화와 그 구조가 대형화됨에 따라 에너지의 소비량이 급증하고 있는 실정이며, 이로 인하여 대기오염물질의 발생량이 증가하여 최근에는 주요 대도시의 대기오염이 심각한 상태이다. 그러나 대부분의 사람들이 실내오염이 인체에 미치는 영향이 실외 대기오염보다 더욱 중요하다는 사실을 거의 인식하지 못하며, 실내 오염물질의 성질과 농도에 대해서도 확실히 파악하지 못하는 실정이다. 인간은 하루 24시간 중 약 80%이상을 가정, 일반사무실, 실내 작

업장, 공공건물, 지하시설물, 상가, 음식점, 자동차, 지하철등의 실내에서 지내고 있으며, 대기오염이 자연적인 희석률이 크고 사회적인 인식이 확대되어 있는 반면에, 실내공기는 에너지 절감률을 높이기 위해 실시된 밀폐화로 인해 한정된 공간에서 인공적인 설비를 통하여 오염된 공기가 계속적으로 순환되면서 그 농도가 점차 증가되고 있다는 점에서 실내공기질의 중요성은 오히려 실외대기보다 훨씬 더 그 중요도가 크다고 할 수 있을 것이다. 특히 1970년대 초에 들어 선진 각국에서는 건물의 사무실에서 일하는 직장인들 중에서 각종 건강장애와 관련된 증상을 호소하는 사람들이 늘어났는데 그 증상으로는 두통, 안질, 후두염, 알레르기성질환, 어지러움등의 각종 증상으로서 일명 빌딩증후군(Sick Building Syndrome-SBS) 또는 빌딩관련 질병이라 한다.

실내공기오염이 보건학적으로 중요한 이유는 많은 사람들이 생활중의 대부분의 시간을 실내에서 보내므로, 실내를 밀폐된 상태로 본다면 오염물질이 그 속에서 배출되면서 실내 거주자에게 각종 건강위해성을 제시하고 있다. 특히 빌딩증후군은 대표적으로 실내오염이 장기간 가중될 경우 질병으로의 이환도가

능하다 하겠다. 따라서 본고에서는 주요 실내 오염물질의 건강위해 측면을 기술하고자 한다.

## 2. 실내오염물질이 인체에 미치는 영향

실내 오염물질은 많은 활동들에 의하여 발생되는데 조리, 화장할때 떠오르는 입자물질, 청소, 흡연, 페인트칠등 일상의 실내 활동들은 실내공기 중으로 오염물질이 될 수 있는 것을 흘려보내고 있으며, 건물 자재에서도 가스나 방사선이 방출되고 있으며 실내 연소의 결과로서 실내공기 오염물질이 방출되기도 한다. 이렇게 배출된 오염물질들은 건물 거주자들의 오감과 신체의 자극에 의해서 실내공기오염으로 감지되는데 인간의 신체감각은 독성의 감지보다는 쾌적성을 감지하기가 더 쉬워서 오존(Ozone), 일산화탄소(Nitrogen Monoxide), 포름알데히드(Formaldehyde)등과 같은 몇가지의 미립자는 감지를 하지만 더욱 위험스러운 일산화탄소(Carbon Monoxide), 부유미립자(Particulate), 석면(Asbestos)등은 위험한 수준을 넘어도 감지하지 못하는 문제점이 있다.

실내공기질을 악화시키는 실내공기 오염물질의 발생원은 건축자재, 주방 및 난방연료의 연소, 인간활동, 기타등으로 나눌 수 있다. 단열재, 내화재등의 건축자재에서는 포름알데히드, 라돈, 석면등의 오염물질이 발생하며, 주방 및 난방연료의 연소시에는 이산화질소, 일산화탄소, 이물질과 휘발성 유기화합물질등이 발생되고 있으며 그외 기타로는 악취, 소음, 비전리방사선, 전리방사선등이 있다. 이러한 실내공기 오염물질들은 실내 공기중으로 방출되어 알레르기성질환 및 호흡기질환, 기관지질환, 폐질환등을 유발시키며 심지어 발암성을 나타내기도 한다.

### (1) 휘발성 유기화합물(Volatile Organic Compounds-VOCs)

일명 유기용제로 통칭되는 휘발성 유기화합물(Volatile Organic Compounds-VOCs)이란, 어떤 물질을 녹일 수 있는 액체상태의 유기화합물을 총칭한 것으로 기름 및 지방을 잘 녹이고 휘발성이 강한 것이 특징이다. 특히 유기용제는 유지물을 녹이고 스며드는 성질이 있어서 피부를 통해 흡수되기 쉽고, 용제의 종류에 따라 침범되는 장기도 달라진다. 대부분의 유기용제는 마취작용을 가지고 있으며 일시에 다량으로 흡입할 경우에는 마취작용을 나타내지만 적은양을 오랫동안 반복하여 흡입하면 만성중독을 일으키게 된다. 유기용제는 크게 탄화수소계, 알코올류, 에스테르류, 알데히드류, 케톤류, 글리콜류, 에스테르류등으로 분류된다. 이러한 유기용제들은 줄음이 오거나 의식을 잃게 되거나 계속적으로 흡입할 경우 사망에까지 이를 수 있는 중추신경 장애를 유발하기도 하며 위장에 영향을 미쳐 소화기장애를 일으키기도 하고, 코의 점막에 염증을 일으켜 호흡기장애를 유발시키기도 한다. 또한 신장과 간장의 장애를 유발하기도 하며 조혈장기인 골수에 직접 작용하여 조혈기능의 장애를 일으키기도 한다. 건축재료, 세탁용제, 가구설비, 살충제, 카펫접착제, 페인트, 전화선등이 유기용제의 가장 심한 발생원들이다. 특히 블루엔은 페인트, 락카, 코팅, 염료, 페인트제거제, 살충제, 약품등의 제조 공정에서 용제로 쓰이며 화학물질의 합성, 인조고무, 직물, 그라비아 사진 잉크, 셀룰로오스-에스테르 락카등의 원료로 쓰이며 이것들은 실내생활속에서 다양하게 사용된다.

### (2) 포름알데히드(Formaldehyde)

포름알데히드(Formaldehyde)는 자극적인 냄새를 가진 무색의 인화점이 낮은 폭발성이 있는 화학적으로 반응성이 큰 환원제로서 살균제나 방부제로 쓰이고, 피혁제조나 사진 건판, 폭약등을 만들때 이용되며 베클라이트와 같은 석탄계, 요소계, 멜라닌계 합성수지를 만드는 등 공업상의 용도가 넓다. 포름알데히드의 자연발생원은 대기중의 탄화수소가 산화되

어 생성되는 것으로 죽은 수목이 분해되거나 관엽식물에서 방출되는 화학물질의 변환으로 생성된다. 인공적인 발생은 포르말린, 합판, 합성수지, 화학제품등의 제조공장, 소각로, 유류, 천연가스등의 연소시설에서 발생되는데 대부분이 공기비를 산출할수 없는 개방된 공정에서 발생되며, 촉매 변화기가 없는 자동차의 배기 가스에 의해서도 방출된다. 특히 실내 발생원으로는 주로 일반 주택및 공공건물에 많이 사용되는 우레아수지폼 단열재(urea formaldehyde foaminsulation-UFFI)나 섬유옷감, 실내가구의 칠, 난방연료의 연소과정, 흡연, 생활용품, 의약품, 접착제등을 들수 있다. 따라서 실내의 포름알데히드 농도는 신축된 건물에서 높게 나타나는 특징을 가지며 조리, 벽난로 기타 난로등에서도 방출된다. 인체에 대한 유해성은 개인차가 있으나 일반적으로 단기간 폭로 되었을 경우에는 눈, 코, 목등의 점막을 자극하여 가려움을 나타내고 피부에 닿으면 경화(硬化)되는 수도 있으며 공기중 농도가 0.8ppm정도면 취기를 느낄수 있고 5.0ppm정도이면 목에 자극을 받으며 15.0ppm이상의 농도일 때는 참기 어려운 기침을 수반하게 된다. 장기간의 폭로시에는 기침, 설사, 어지러움, 구토, 피부질환등을 유발시키며 동물실험결과 발암성(특히 비암-Nasal Cancer)인 것으로 판명 되었다.

(3) 라돈(Radon: Rn-222)

라돈(Radon: Rn-222)은 지구상에서 발견된 약 70여 가지의 자연 방사능 물질중의 하나로서 사람이 가장 흡입하기 쉬운 기체성 물질로서 반감기는 3.8일간으로 라듐의 핵분열시 생성되는 물질이다. 또한 라돈 가스는 공기보다 9배나 무거워 지표에 가깝게 존재하므로 방출량이 증가될 수 있다. 라돈은 일반적으로 흙, 시멘트, 콘크리트, 대리석, 모래, 진흙, 벽돌등의 건축자재 및 우물, 동굴, 천연가스등에 존재하며 공기중으로 방출되고 있다. 라돈가스는 불활성으로 호흡으로써 체내로 흡수될 경우 장시간 체내에 머무르며 폐암을 유

발할 수도 있다.

(4) 석면(Asbestos)

석면(Asbestos)은 광물섬유로서 생활주변에서 광범위하게 이용되는 중요한 용도만으로 수천종에 달하며 석면을 첨가함으로써 제품의 강도와 안정성이 증가하고, 열저항성, 풍하등에 대한 내성이 강화되는 특징이 있다. 또한 강도 및 내마모성을 필요로 하는 건축재료인 슬레이트, 비닐타일, 각종 시멘트등에 사용되며 자동차의 브레이크라이닝, 클리치페이싱, 디스크패드, 윤활재, 접착재, 페인트등의 첨가재, 피복전선, 기계기구의 단연재, 방화, 절연등에도 쓰인다. 가정내에서는 온수파이프, 전선코드, 토스터, 헤어드라이어, 석유난로의 심지, 페인트등 쉽게 점화되는 많은 부분에 석면이 이용된다. 석면가루에 폭로될 경우에는 피부질환, 호흡기질환을 유발시키며 특히 직업적으로 폭로되었을 경우에는 석면증(Asbestosis)또는 폐암을 발생시키는 확률이 높은 것으로 나타나고 있다.

(5) 미생물성 물질

실내공기중의 세균, 곰팡이, 각종 알레르기성물질등은 일반가정에서 유용되는 생활환경이나 생활용품등에서 방출되고 있다. 이런 오염물질들은 알레르기성 질환이나 호흡기질환을 유발시키며 때로는 폐결핵등과 같은 전염성질환을 옮기는 매개체역할을 하기도 한다. 예로서 냉방장치와 관련된 박테리아로 인한 질환은 레지오넬라병(Legionnaire's disease)으로 판명 되었다. 최근의 연구결과에서도 서울 시내 주요 빌딩중 약 30%에서 레지오넬라균이 발견되어 그에 대한 대책이 요구되고 있다. 또한 공조기나 가습기의 물방울등 에어로졸에 함유된 박테리아는 통상적으로 전염병원성이 없는 것 일지라도 저항력이 약한 노인이나 유아에게는 폐암을 일으킬 수 있으며, 실제로 노인성폐염이 노인의 사망 사인의 상당부분을 차지하고 있어 큰 문제가 되고 있다.

(6) 환경담배연기(ETS-Environmental Tobacco

### Smoke)

환경담배연기(ETS-Environmental Tobacco Smoke)가 인체에 미치는 영향으로 흡연시 발생하는 각종 가스나 먼지로 인한 호흡기질환, 폐질환, 심장질환, 폐암등이 있다. 최근에는 흡연자(Active Smoker) 뿐만이 아니라 비흡연자(Passive Smoker)에게도 흡연의 영향이 있는가에 대한 연구, 즉 환경흡연(Environmental Tobacco smoker-일명 ETS로 칭한다.)의 유해성에 관한 논란이 일고 있는 실정이다. 환경흡연에서는 정신집중이 떨어지고 두통, 피로감등의 증상이 나타나 작업능률이 저하되는 원인이 되기도 하며 간접흡연에 의해서도 호흡기성질환이 야기되기도 한다. 뿐만 아니라 담배,에어로졸이 함유한 벤조피렌은 암을 유발할 가능성도 가지고 있어 흡연자 뿐만이 아니라 비흡연자의 건강영향에도 심각한 영향을 미칠수가 있다.

#### (7) 분진(Particulate)

분진(Particulate)은 대기중에서 부유하거나 비산 강하하는 미세한 입자상물질로서 충돌(Impaction), 중력침강(Gravitytional Sedimentation), 확산(Diffusion), 차단(Interception) 및 정전기 침강(Electrostatic Precipitation)등의 경로를 통해 호흡기내로 침입한다. 분진에 의한 건강장해는 분진의 크기와 분진의 농도에 의하여 크게 좌우되는데 이것은 분진의 크기에 따라 호흡기내에서의 분진의 침적부위가 결정되기 때문이다.

#### (8) 실내오염과 관련된 각종 연소가스

실내오염과 관련된 각종 연소가스중 일산화탄소(CO)와 이산화질소(NO<sub>2</sub>)는 주로 난방, 주방연료의 연소과정에서 발생되며 이중 일산화탄소는 흡입할 경우 혈중 헤모글로빈과의 친화력이 산소보다 약 200배정도 강해 산소공급을 차단시켜 호흡곤란, 질식, 사망까지 유발시키며, 우리나라의 경우 겨울철의 연탄사용으로 인한 일산화탄소중독에 의한 피해는 주지의 사실이다. 구미의 각 가정에서는 가스를

연료로 는 주방용품과 난로사용으로 인하여 실내공기중 이산화질소의 농도를 증가시키고 있다. 또한 석유난로 또는 나무나 석탄을 이용한 벽난로 사용시는 아황산가스, 알데히드, 부유분진등을 발생시켜 실내공기오염도를 가중시키는 것으로 나타났다.

### 3. 맺은말

실내오염의 건강영향에 관한 방지대책은 첫째로 예방대책을 들 수 있다. 각종 공기오염 물질을 제거하기 위한 대책으로 환기, 공기청정장치, 건축물관리등 다양한 방법들이 제안되고 있으나 환경경제 측면에서 건강영향에 관한 위해성을 고려하면 사전에 실내공기오염을 방지하기 위한 대책이 필요하다고 하겠다. 따라서 실내환경교육의 강화, 실내환경영향평가, 실내환경관리 부서의 설립등이 고려되어야 함은 물론 실내거주자 스스로 실내오염원을 찾아내어 제거하거나 대체하는 능력을 길러야 한다.

최근 외국에서는 실내공기오염의 위험성평가(Risk Assessment)에 관한 연구가 진행되고 있는데 이것은 유해성의 확인(Hazard Identification), 양-반응평가(Dose-Response Assessment), 폭로량평가(Exposure Assessment), 위험성특징(RiskCharacterization)의 순서로 이루어져야 한다. 그런데 국내의 실내오염의 정도는 외국의 경우와 비교하여 불때 현저히 높은 상태를 나타내고 있으나, 이에 반해 실내오염의 건강영향에 대한 연구는 극히 부분적으로 진행되고 있을뿐 연구자, 연구기관, 정책당국자의 인식결여로 실내오염에 관한 연구가 거의 미비한 실정이다. 앞으로는 우리나라에서도 국민보건복지향상의 차원에서 실내공기오염에 대한 연구를 국제적인 교류를 통하여 보다 광범위하게 진행하여 장래 실내공기오염의 예방대책을 수립하여야 한다.