

겨울철 실내공기오염 관리방안



김윤신
한양대학교 의과대학 교수, 환경 및 산업의학연구소 소장

1. 서론

실내공간이라 함은 주택, 사무실, 실내 작업장, 공공건물, 학교, 병원, 상가, 지하상가, 각종 교통수단(자동차, 지하철, 택시 등)을 통칭하는데 이와 같은 실내공간은 쉽게 오염되고 장기적으로 볼 때 건강에 나쁜 영향을 미치고 있음에도 불구하고 실내오염의 현황을 파악하지 못하고 있는 실정이다.

특히 도시인의 경우 하루 24시간 중 80% 이상을 다양한 실내에서 생활하는 것으로 조사되어 실내공간이 오염되었을 경우 인체에 미치는 영향이 대기오염의 영향보다 더 큰 것으로 시사된다.

선진국에서 실내오염 및 건강영향에 관한 연구가 시작된 배경은 1970년대 이후 각종 산업분야에서 에너지 절감 및 효율을 높이기 위한 노력의 일환으로 건물의 열효율을 위한 밀폐화와 에너지 절감장치를 설치하는 건물의 증가로 인하여 이들 건물의 실내공기질이 악화되면서 발생되었다.

또는 건축설계시 사용된 새로운 건축자재에서 오염물질이 나오거나 경제수준의 향상으로 사용이 증가된 다양한 생활용품으로부터 뜻밖의 오염물질이 방출되어 실내공간에서 생활하는 거주자가 일명 「빌딩증후군(SBS-Sick Building Syndrome)」이라는 새로운 증상이 보고되어 사회적인 관심이 되었다.

이와 같은 이유로 1980년대에 접어들어 이미 구미의 각 선진국 및 일본 등지에서는 실내공기질(IAQ-Indoor Air Quality)을 하나의 새로운 환경

문제로 인식하고 이에 대한 연구를 활발히 진행하고 있는데 반해 국내에서는 미비한 실정이다.

특히 겨울철의 경우 건물의 단열과 에너지 절감을 위해 밀폐화가 증가되는 계절로써 공조시스템을 이용하여 환기량을 조절하는 곳이 늘어나고 있으며 건물의 유지비를 줄이기 위해 환기량을 감소시킴으로 공기의 유입과 환기가 감소되어 실내공기가 오염되고 있다. 따라서 본고에서는 겨울철 실내공기오염물질의 발생원과 인체영향, 이에 대한 관리방안에 대해서 기술하고자 한다.

2. 겨울철 실내공기오염물질의 발생원 및 인체영향

여름철보다 실내공기오염의 영향을 많이 받는 겨울철 실내공기를 오염시키는 주요 발생원과 오염물질을 열거하면 다음 표1과 같다. 표에서 보는 바와 같이 겨울철에 실내공기 오염물질의 발생원은 생활용품으로 난방기구, 가습기, 방향제, 의류, 화장품 등이 있으며 건축자재로 합판, 단열재 등이 있고, 외기로부터 유입되는 오염물질, 인간활동으로 발생하는 오염물질 등으로 나눌 수 있다.

이와 같이 겨울철 실내에서 발생하는 실내오염물질 중 생활용품에서 발생하는 대표적인 물질로는 이산화질소, 일산화탄소, 미생물성 물질이 있고 건축자재에서 발생하는 포름알데히드, 휘발성 유기화합물, 석면, 라돈이 있으며 인간활동으로 발생하는 환경담배연기를 들 수 있다.



표 1 실내에서 발생하는 주요 오염물질

	발생원	발생오염물질
생활용품	난방기구 (연탄, 가스, 석유 등)	CO ₂ , CO, 암모니아, NO, NO ₂ , 탄화수소류, 취기, 배연, 휘발성 유기화합물
	가습기, 공기정화기	세균, 곰팡이, 바이러스
	방향제, 살충제, 페인트	각종미량물질, 휘발성 유기화합물
	의류	섬유, 모래먼지, 세균, 곰팡이, 취기, 포름알데히드
	화장품	각종미량물질, 휘발성 유기화합물
	사무기기	암모니아, 오존, 용제류, 휘발성 유기화합물
건축자재	합판류, 내화재	HCHO, 유리섬유, 석면, 접착제
	단열재, 시공, 발생물	라돈 및 자핵종, 곰팡이, 진드기
외기	자동차 배기가스	CO, CO ₂ , NO ₂ , SO ₂ , PAHs, 휘발성 유기화합물, Heavy metal
	연료의 연소	먼지, NO ₂ , SO ₂
인간활동	대화, 재채기, 기침	세균 및 바이러스
	피부	비듬, 암모니아, 악취
	보행 등의 동작	모래먼지, 섬유류, 세균, 곰팡이
	흡연	먼지, tra, nicotine, 각종발암물질, 휘발성 유기화합물

1) 이산화질소(Nitrogen dioxide : NO₂)

겨울철 국내에서 일반주택의 대부분이 온돌형태로 주방 및 난방연료로 연탄, 프로판가스, 천연가스, 등유를 주로 사용하며 공공건물에서는 난방연료로 등유, 천연가스를 사용하는 실정이다. 이같은 연료의 연소과정에서 실내환경을 오염시키는 가스상 물질이 다양하게 방출되고 있다.

이산화질소는 겨울철 실내에서 취사용 프로판 가스기구의 사용시, 난방연료(나무, 석탄, 석유, 가스 등)의 연소에서 발생하거나 인간활동에 의한 흡연, 외부에서 실내로 유입되는 경우가 있으며 공기중의 질소 혹은 연료 자체의 질소 성분이 연료와 공기 혼합비에 의해 많이 발생한다.

그리고 지하 주차장과 터널의 경우는 폭설로 인한 자동차의 정체로 인하여 이산화질소의 농도가 증가하게 된다.

이산화질소는 점막자극이 강하고 메트헤모글로빈을 형성하고 호흡기도 및 폐의 장해를 초래한다. 이산화질소는 독성이 일산화질소의 5~10배나 높은 것으로 알려져 있다.

저농도의 장기간에 걸친 노출에 의한 만성중독증상으로는 만성기관지염, 폐기종, 위장장애, 치아산식증, 불면증 등의 증상이 일어난다.

2) 일산화탄소(Carbon Monoxide : CO)

겨울철 실내에서 취사, 난방으로 인한 연소과정이나 인간활동 중 흡연으로 발생하는 물질로 일산화탄소가 대표적인 실내오염물질이다.

일산화탄소는 탄소성분을 포함하고 있는 모든 물질이 연소하는 과정에서 산소의 공급이 부족할 경우 불완전 연소가 되어 주로 발생된다. 일산화탄소는 다른 오염물질에 비해 대체로 실내외에서의 농도차가 심하고 비중도 공기와 비슷하다. 대부분 실내에서 발생하는 양을 최소화하는 방법으로는 충분한 환기가 고려되어야 한다.

일산화탄소는 무색, 무미, 무취의 기체로 호흡을 통해 공기와 함께 인체내로 유입되며 혈액중 헤모글로빈과 결합력이 산소보다 210배정도 높아 헤모글로빈과 결합하여 혈액의 산소 운반기능을 저해하며 신체조직의 질식상태를 유발한다.

3) 미생물성 물질

최근 생활수준이 경제적으로 나아지면서 가정 및 사무실에서 사용되는 생활용품이 증가되고 있고 특히 겨울철에 실내공간의 밀폐화와 난방으로 인해 실내공기가 건조해지는 것을 막기 위해 일반가정이나 사무실에서 가습기, 공기정화기 등을 사용하게 되는데 청결이 미흡할 때에는 실내공기 중에 미생물성 물질을 방출하게 된다. 또한 건물내 천장 덕트(Duct)에 쌓인 먼지를 오랜동안 방치하였을 때 미생물성 물질의 발생원이 될 수 있다.

실내환경에서 존재하고 있는 미생물성 물질은 다습하며 환기가 불충분하고 공기질이 나쁠 경우 증가하게 되는데 이 물질은 전염성질환, 알레르기 질환, 피부질환, 호흡기 질환, 폐질환, 기관지 질환, 폐암을 비롯한 각종 질병을 유발시킬 수 있으며, 빌딩증후군의 주요 요인으로 취급되고 있다. 이 물질은 세균, 곰팡이, 각종 알레르기성 물질, 화분, 식물의 흄씨 등이 있으며 가정의 각종 표면과 건축자재에서식한다.

4) 휘발성 유기화합물(Volatile Organic Compounds : VOCs)

겨울철에는 실내에 있어서 여름철에 비해 휘발성 유기화합물의 농도가 증가하게 되는데 이는 실내의 밀폐화로 인한 환기량 부족이 기인하는 것으로 알려져 있다. 휘발성 유기화합물질의 발생원은 건축자재, 세탁용제, 페인트, 살충제 등 실내 생활속에 다양하게 사용되고 있다. 수백여종의 휘발성 유기화합물질 중 많은 부분을 차지하는 것이 BTX(Benzene, Toluene, Xylene)이다. 이중 독성이 가장 강한 것이 톨루엔(Toluene)이다.

벤젠(Benzene)의 경우 급성중독은 마취증상이 강하게 나타나며 호흡곤란, 불규칙한 맥박, 졸림 등을 초래하여 혼수상태에 빠지게 된다. 만성중독은 혈액장애, 간장장애를 일으키고 재생불량성 빈혈, 백혈병을 일으키기도 한다. 톨루엔(Toluene)의 경우 피부, 눈, 목안 등을 자극하며, 피부와 접촉하면 탈지작용을 일으키기도 한다. 또한 두통, 현기증, 피

로, 평형장애 등을 일으키며 고농도에 노출될 경우 마비상태에 빠지고 의식을 상실하며 때로는 사망에 이르기도 한다. 크실렌(Xylene)의 경우 성장장애, 태아독성영향, 임신독성 등이 나타난다.

5) 석면(Asbestos)

건축자재로 사용되는 석면은 여름철에 비해 겨울철에 농도가 증가하는 것으로 알려져 있다. 이는 건축물의 수명에 따라 차이는 있지만 여름철보다 겨울철의 경우 실내공간의 밀폐화와 환기량 감소가 그 원인으로 나타났다.

석면은 내열성, 단열성, 절연성 및 견인력 등의 뛰어난 특성을 가지고 있기 때문에 그 용도가 다양하다. 석면제품은 현재 수천종에 달하고 주로 석면시멘트판, 석면슬레이트, 바닥용 타일, 마찰재, 파이프 등의 보온재, 건물에 살포되는 방화용 물질, 방화용 피폭재, 전기제품의 절연, 자동차의 브레이크 등에 사용되는데 대기중이나 실내에 다양한 형태의 섬유들이 발생된다. 이와 같은 석면이 일반생활에서 다양하고 광범위하게 사용되고 있어 일반인이 석면에 노출될 위험성이 상당히 높다.

석면은 흡입 및 섭취에 의해 노출되며 직경 3 μm 이하의 섬유는 기도를 거쳐 폐에 침착되고 석면폐, 폐암 및 중피종을 발생시키는 유해성이 큰 물질로 알려져 있다. 선진국에서는 이미 규제대상이거나 사용금지 물질로 정하고 있으며, 우리나라에서도 석면은 제조 또는 사용허가를 받아야하는 유해물질로 규정하고 있다.

7) 포름알데히드(Formaldehyde : HCHO)

겨울철 실내공간에서 온도, 습도, 건축물의 수명, 실내환기율에 따라 크게 좌우되는 포름알데히드는 건축자재인 단열재, 연소과정, 의약품 등에서 발생되는 것으로 알려져 있고 특히 신축건물에서 일반적으로 농도가 높게 나타나고 있으며 지하생활공간에서는 상가, 포목점 등에서 방출되고 있다. 따라서 대책에서 단기적으로는 환기시설의 설비와 운영, 장기적으로는 환기시설 용량의 적정성 여부 및 운영상태

를 수시로 점검하여야 한다.

포름알데히드는 1ppm 또는 그 이하에서 눈, 코, 목의 자극 증상을 보이고 유전적 변이원성을 나타내며 호흡기성 질환, 알레르기성 질환, 중추신경성 질환, 폐수종 및 폐간질염, 여성의 월경 불순을 일으키는 것으로 조사되었다. 장기적으로 노출되었을 경우 정서적 불안정, 기억력 상실, 정신 집중의 곤란 등이 나타난다.

6) 라돈(Radon : Rn)

라돈은 자연방사선 가스로 토양에서 발생하는 것으로 알려져 있는 실내공기오염물질의 하나로 여름철에 비해 겨울철에 농도가 높은 것으로 알려져 있다. 이는 난방 효율을 높이기 위한 겨울철의 밀폐화가 심화되어 환기가 이루어지지 않았기 때문이다.

주요오염원은 건물지반이나 주변토양, 광석, 상수도 및 건물자재, 그리고 요리나 난방 목적으로 사용되는 천연가스 등이 있다. 라돈은 건물의 균열, 연결 부위, 혹은 배수관이나 오수관, 전기·가스·상하수도 주변의 틈을 통해서 실내로 유입된다. 라돈이 토양에서 대기 중으로 이동하는 경우 토양의 투과성, 기공성, 수분함유량, 온도 및 토양과 건축물 사이의 압력차와 같은 인자에 영향을 받으며, 이와 같은 확산은 기본적으로 분자 확산과 대류 이동에 의해 발생하게 된다.

라돈은 호흡기계 질환 중 폐암을 유발시키는 것으로 알려져 있다. 이는 라돈의 알파(α)-붕괴에 의하여 라돈의 딸핵종이 생성되는데 이 딸핵종은 미세한 입자로 흡입시 폐포나 기관지에 부착되어 알파선을 방출하기 때문에 폐암이 발생하는 것으로 알려져 있다.

8) 환경담배연기

겨울철 인간활동으로 인한 대표적인 실내공기오염으로는 실내흡연을 들 수 있다. 실내흡연으로 불리는 환경흡연은 간접흡연으로 표현되는데 이는 비흡연자가 실내에서 담배의 연소 화합물에 노출되는 것을 말하며, 환경담배연기는 주류담배연기와 비주

류담배연기의 두 가지로 분류할 수 있다.

주류담배연기란 흡연자가 담배를 흡입하여 폐속에서 여과한 후 호흡기로 배출한 것이며, 비주류담배연기는 담배 자체의 연소로 환경에 직접 배출되는 것을 말한다. 이는 실내의 담배 연기 중 85%를 차지하고 있으며 주류담배연기보다 더 해로운 성분을 포함하고 있다.

담배는 그 연소에 의하여 부유입자물질과 일산화탄소, 이산화탄소를 비롯한 4000종류 이상의 오염물질을 발생하므로 담배 연기는 일반 실내환경에서 주요 오염원으로 볼 수 있다.

흡연으로 인해 실내에서 증가하는 기체 성분은 이산화탄소, 일산화탄소, 메탄, 아세틸렌, 시안화수소 등이며, 미립자 성분으로는 타르, 수분, 톨루엔, 페놀, 메틸나프탈렌, 벤조피렌, 아닐린, 니코틴, 2-나프틸아민 등이다. 이같은 담배연기는 직접 담배를 피우는 사람에게 폐암, 후두암, 간암 등을 유발하고, 순환기와 소화기에도 발병을 일으킨다. 동시에 이것은 같은 생활공간의 비흡연자에게도 영향을 미치고 있다.

3. 관리방안

겨울철 실내공기오염을 관리하기 위해서는 오염발생원을 정확히 알아내고 그 오염원을 제거하거나 대체하여 쾌적한 실내공기를 유지하도록 노력해야 한다.

쾌적한 실내 공기를 유지하기 위해서 실내온도는 18~22℃, 습도는 55~65%, 기류는 0.1 m/s로 하는 것이 좋다. 실내공기질은 건물 침투성, 환기와 공기조화체계, 기상학적 인자와 지형학적 인자, 실외 오염원 위치, 에너지 보전 상태 등의 인자에 의하여 영향을 받을 수 있다.

겨울철 실내에서 발생하는 오염물질을 제거하기 위한 대책을 살펴보면,

첫째, 환기시설의 운영 관리 강화를 들 수 있다. 공공건물, 지하시설(지하철, 지하상가, 지하주차장 등), 각종 실내작업장 뿐만 아니라 일반주택에서도 건물특성에 맞는 환기시설을 갖추고 이를 적절히 운

영함으로 실내에서 생활하는 시민의 건강에 영향을 주지 않도록 해야 한다.

둘째, 실내공기를 오염시킬 수 있는 건축자재, 생활용품 등을 제거하거나 대체하여 알맞은 실내공기질을 유지하도록 해야한다.

셋째, 실내환경 문제를 다룰 정부 부처의 일원화가 필요하다. 현재 각 부처에서 분산·관리되고 있는 실내공기질 관리법안, 실내공기오염에 관한 조사, 오염발생원에 대한 행정적 처리를 보다 효율적으로 다룰 수 있는 행정적 통합관리가 급선무인 것으로 시사되고 있다.

넷째, 실내환경 교육을 강화시켜야 한다. 최근 각종 환경오염의 중요성은 부각되고 있으나 실내환경오염에 대한 인식은 미비한 실정이다. 다수인이 이용하는 학교, 병원, 사무실, 지하시설에 대한 생활환경 문제를 건강영향이라는 문제와 직결시켜 학생 및 일반인을 대상으로 한 교육을 통해서 실내오염 예방을 유도하여야 한다.

다섯째, 실내공기오염에 관한 활발한 연구수행이 이루어져야 한다. 국내에서도 선진국과 같이 학계, 연구기관 및 산업체에서 실내공기오염 연구에 관심

을 갖고 실내공기오염 방지에 대한 연구계획을 설정하여 적절한 연구를 실시하여야 한다.

위와 같이 겨울철 실내공기오염 방지를 위한 각종 대책들이 균형을 이루며 실시될 경우 쾌적한 실내환경에서 거주하며 생활할 수 있게 된다. 대기환경의 경우 오염원이 분명하게 나타나고 피해자가 국민 대다수이므로 환경보전정책이 정부와 산업체 차원에서 이루어질 수 있으나 실내환경은 대기환경에 비해 규모가 작은 반면 오염원이 다양하여 인체에 미치는 영향은 매우 크게 나타날 수 있어 실내오염 예방을 위한 일반인 개개인의 실내환경의 중요성에 대한 인식 전환이 가장 시급하다. **環境保全**

약 력

1978년일본 동경대학 보건학 박사

1981년미국 텍사스 주립대학 환경학 박사

현재 한양대학교 의과대학 산업의학교실 주임교수

한양대학교 환경 및 산업의학연구소 소장

한양대학교 부속병원 산업보건센터 소장

경 력 사 원 모 집

당사는 환경오염방지시설업체(수질,대기)로서 새 천년의 조직확대 계획에 따라 아래와 같이 성실하고 유능한 경력사원을 모집합니다.

■ 모집부문 및 응시자격

모 집 부 분	인 원	응 시 자 격
대 기 기 사	0 명	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 방지시설업체 경력자 ◦ 전문대졸이상 군필 또는 면제자 ◦ 해외여행에 결격사유 없는자
기 술 영 업	0 명	

▶ 제출서류 : 자필이력서, 자기소개서, 자격증 사본, 주민등록등본 각1부

▶ 전형방법 : 서류심사 후 면접(다년간 경력자 우대)

▶ 제출기한 : 2000년 1월 25일 (소인유효)

▶ 제출처 : 안양시 만안구 안양2동 30-4(경성빌딩5층) ☎ (0343)473-9131

명 화 완 경 산 업 주 식 회 사