

공기의 질과 건강



최태섭 : 사단법인 한국원적외선협회 전무이사

공기이온에 관한 연구는 많은 분야의 연구원 참여에 의해 폭넓게 알려져, 반세기에 이르는 번영의 역사를 쌓아 왔지만, 불가사의하게도 현재, 가장 중요한 적용분야인 보건 분야에서 위기를 맞고 있다.

20세기 초, 대기 중에 전하를 띤 입자의 존재가 관찰된 이래, 공기 이온의 성질을 문제로 한 기초적 연구가, 간단한 공기이온계측기 보급과 함께, 물리학자, 생물학자, 의학자의 협력 하에 1930년대 이후 활발히 이루어져, 공기이온의 위생적·치료적 가치에 대한 풍부한 정보를 얻을 수 있게 되었다. 어찌되었든 脫이온화한 공기 속에서는 생활할 수 없는 것이 확실해져, 어떤 농도의 공기이온은 사람 및 동물의 생체에 유익한 작용을 하고, 대용량 공기이온은 치료에 적용 가능하지만, 농도의 여하에 관계없이, 양이온이 음이온에 비해 2~3배 우세하면, 신체의 상태를 악화시키며, 또한 공조설비와 필터류는 모두 脫이온작용을 나타내는 것도 밝혀졌다. 청정한 공기를 이온화하는 것은 산소, 탄산가스, 약용물질분자를 활성화시키지만, 오염된 공기의 이온화는 유독한 불순물의 독성을 증가시키는 점도 지적되었다.

1. 라이프스타일의 변화

우리들의 생활양식은 과거와 비교해 볼 때 많은 변화를 가져왔다. 소파, 침대, 카펫을 사용하는 라이프스타일로 바뀌고, 밀폐성이 높은 주거환경과 공조설비의 보급이 어울려져, 실내가 1년 내내 곰팡이와 진드기가 살기 적합한 환경으로 변화된 것이 알레르기환자를 증가, 가속화 시키고 있는 요인의 하나가 되었다.

곰팡이는 일광에 3시간정도 쬐이면 죽는다고 알려져 있지만, 인구가 밀집되어 있는 도시집중화에 따른 가옥의 밀집화와 주거의 입지조건 악화로 인해, 카펫, 침대커버 등을 햇볕에 쬐이지 못하는

것도 원인의 하나라고 생각할 수 있다. 일본의 경우를 예로 들어보면 과거부터 대청소하는 습관이 있다. 이러한 습관이 쇠퇴한 것도 곰팡이나 진드기를 증식시키는 원인이 되었을지도 모른다.

확실히 전기청소기의 보급에 따라 손쉽게 청소를 할 수 있게 되었지만, 실내의 알레르겐(항원물질)이 모두 없어지는 것은 아니다. 작은 알레르겐은 청소기의 필터를 통하여 공기 중에 비산하는 경우도 있다. 실제로, 전기청소기를 이용하여 주택 내의 곰팡이를 채취해 보면, 부엌의 일부를 제외한 대부분의 장소로부터 진드기가 검출되었다고 한다. 특히 방석속의 솜에서 1장당 약 56만마리 정도의

진드기가 검출된다는 보고도 있다.

또한, 벽의 판 등 화학합판의 다용에 의한 자극성 가스의 발생, 소위 「실내공기오염」, 개와 고양이 등 실내에서 애완동물을 기르는 것도 원인의 하나라고 생각된다.

2. 실내오염의 요인

그렇다면 실내 공기 오염을 좌우하는 요인은 무엇인가.

하나는 조리, 난방 등의 「실내연소」에 의해서 발생 되는 오염물질이 있다. 예를 들면, 가스 및 등유 등의 유기화합물을 연소 시키면, 산소가 소비됨과 동시에 「이산화탄소」(탄산가스=CO₂)와 「수증기」가 발생한다.

당연히, 이산화탄소의 농도가 증가하면 산소의 농도가 저하하게 된다. 그 결과, 산소부족에 의한 불완전연소가 발생되기 쉽게 되고, 「일산화탄소」가 발생할 위험성이 높아진다. 실제로, 산소농도가 20~19% 이하가 되면 급격히 일산화탄소가 증가된다는 보고가 있다.

한편, 수증기는 당연히 「습도」를 높이는 요인이 된다. 확실히, 수증기는 겨울철 실내건조예방에는 유효하지만 정도의 문제로서, 도가 지나치면 이번에는 「결로」때문에 고민하게 된다. 이것이 결국에는 진드기나 곰팡이의 번식을 촉진하여 문제를 일으킨다.

또 하나의 요인은 「흡연」이다. 흡연에 의해서 발생하는 화학물질은 약 4,000종류라고 알려져 있고, 담배를 피우지 않는 간접 흡연자에 있어서도 담배는 중대한 오염원이다. 담배의 연기에는 니코틴, 타르, 일산화탄소, 질소산화물(NO_x), 포름알데히드라는 성분이 포함되어 있고, 그 중에서도 1μm 이하의 입자물질은 폐 세포에 침착하기 쉽다고 한다.

또한, 실내에서의 개인들의 행동도 실내 환경을 변화시키는 요인의 하나가 된다. 예를 들면,

어린이가 있는 가정과 노인만 있는 가정에서는, 각각의 행동양식에서부터 실내공기의 오염도도 다르고, 또 환자가 있는 가정에서도 다른 것은 자명하다.

그리고, 생활양식에 의해서도 각각 실내오염 농도는 변화한다. 예를 들면, 사용하고 있는 난방 기구가 개방형인지 배기형인지에 의해 다르고, 또 석유·가스스토브인지 에어컨인지 판넬 히터인지에 의해서도 다르다. 또 조리하는 연료가 가스나 석유나 아니면 전기이냐에 따라서도 다르다.

[표-1 실내의 대표적인 오염원]

발생원	주요오염물질
건축설비관계 냉각탑 가스·석유식개방형연소기구 (팬히터를 포함) 석탄식개방형연소기구 장작식개방형연소기구 정전식공기청정기, 복사기 가습기	진균·세균 CO, CO ₂ , NO _x , SO _x 알데히드류, 유기화합물 위와 같음+분진 위와 같음+유기화합물 오존 진균·세균
건축재료, 내장마감재관계 파티클보드 천장타일 도료 카펫·커튼 콘크리트, 석고보드	포름알데히드 포름알데히드 유기화합물, 기화수은 포름알데히드, 유기화합물 진균·세균, 진드기·곰팡이 분진 라돈
거주자의 활동관계 사람·동물의 대사 청소(청소기사용) 청소(세제사용) 살충제사용 흡연 취미·공작	감염원 알레르겐, 암모니아 유기가스, 취기, 수증기, 분진 진균·세균, 유기화합물 유기화합물 유기화합물, 분진, CO, 질소산화물 포름알데히드, 시안화수소 방사성원소, 유기화합물, 기타 유기화합물, 분진, 아스베스트(석면)
토양	라돈, 네지오넬라균, 수증기

「건물자체」도 실내공기의 오염원이 될 수 있다. 대표적인 것으로서 라돈, 포름알데히드, 아스베스트(석면) 등이 있지만, 이러한 것들은 최근의 기술혁신 발전에 의해서 새롭게 개발된 것이다. 이러한 각종 건축 재료가 유해물질을 발생하고 있는 것이 데이터로부터도 확실히 알 수 있다. 콘크리트와 아스베스트(석면), 합판 등으로부터 인체에 유해한 가스가 발생하거나, 미세분말상태로 되어 실내공기를 더럽히는 것도 알려져 있다. 또한 실내의 온도나 습도에 의해서, 위에서 기술한 건축 재료나 실내장식품으로부터 화학물질이 방출되는 것도 알려져 있다.

한편, 실외의 대기오염물질, 즉 자동차배기가스, 공장, 광화학스모그 등에서 발생하는 이산화유황(SO₂), 질소산화물(NO_x), 부유분진(suspended particulate matter), 일산화탄소(CO), 오존(O₃) 등이 실내로 침입해 오는 경우도 생각할 수 있다.

실내오염물질의 농도는 실내의 환기율에 의해서 크게 좌우되는 것은 말할 것도 없지만, 이러한 오염물질에 노출되어 여러 가지 건강피해를 초래할 것으로 생각된다. 실내에서의 대표적인 오염원과 오염물질을 [표-1]에 나타내었다.

3. 실내공기오염과 생체의 배리어 시스템

우리들 신체의 일부인 「호흡기」에는 호흡에 의해서 외부로부터 침입해 오는 미생물이나 진드기 등의 이물질을 배제하기 위해, 다른 장기에서는 볼 수 없는 다양한 방어 장치를 갖추고 있다. 예를 들면, 기도의 입구에 비인강(鼻咽腔)은, 복잡한 망사모양의 구조에 의해서 이물질을 여과하고, 공기를 청정화하는 역할을 하고 있다. 만약, 이 방어망을 재빨리 빠져나가 이물질이 기관지에 침입했다고 해도 기관지의 섬모세포위에 있는 점액에 포착되어, 섬모운동에 의해서 가래로 토하여 기도 바깥쪽으로 나오게 된다. 또한 폐 속 깊숙이 침입한 이물질은

다음으로 폐 세포 매크로파지라고 불리는 탐식세포에서 처리하게 된다.

이와 같이 호흡기는 「공기역학적 여과작용」, 「점액 섬모 수송계에 의한 이물질의 배제」, 「매크로파지에 의한 탐식살균작용」이라는 일련의 「배리어 시스템」에 의해서 항상 청결하고 무균적으로 유지된다. 그러나 공기가 이물질로 오염되었거나 어느 일정한 농도를 초과한 오염물질이 침입해 온 경우에는, 이러한 방어기능으로는 처리할 수 없어 여러 가지 병을 초래하게 된다.

4. 실내오염물질의 건강에 대한 영향

현재, 실내에서 공기오염문제를 일으킬 가능성이 있는 물질로서, 이산화탄소(탄산가스=CO₂), 일산화탄소(CO), 질소산화물(NO_x), 황산화물(SO_x), 포름알데히드(HCHO), 오존(O₃), 취기, 수증기(습도), 부유분진물질(SPM), 라돈(222Rn), 아스베스트(석면), 담배, 이 외에도 접착제와 화장품, 살충제에 포함된 유기용제와 화학물질, 그리고 하우스 더스트와 진드기, 곰팡이를 비롯한 생물적 인자들을 들 수 있다.

이러한 것들은 모두 건강에 영향을 끼친다고 생각된다.

① 이산화탄소(CO₂)

이산화탄소(CO₂)의 주요 발생원은 실내의 거주자가 내쉬는 숨과 거기에서 사용되는 석유나 가스스토브, 난로 등의 개방형연소기구이다.

사람은 숨을 내쉴 때, 공기는 습기와 함께 이산화탄소를 뿜어낸다. 성인은 취침시(기초대사)에는 1인당 0.3m³/h의 숨을 내쉬고 있는데, 그 중 16%가 산소이고 4%가 이산화탄소이다. 게다가 닫힌 실내에 있을 때에는 끊임없이 신선한 공기가 필요하다. 인간이 필요로 하는 신선한 공기는 활동의 정도에 따라서 변화되지만 보통, 성인 1인당 약

20m³/h가 필요하다. 가벼운 작업 시에는 약30m³/h, 일찍 시에는 60m³/h로 필요도가 변화된다.

대기 중의 이산화탄소가 0.07%이고, 산소가 15%이하가 되면 사람은 피로, 능을 저하, 두통을 일으키고 이산화탄소 농도가 0.1%가 되면 호흡기, 순환기, 대뇌 등의 기능에 영향을 미친다. 또 이산화탄소 농도가 1.5%가 되면 가벼운 대사 장애를 일으키고, 4%에서는 귀울림, 두통, 혈압상승을 초래한다. 7~10%에서는 몇 분 이내에 졸도, 생명이 위험하다.

필요한 환기를 결정하는데 있어서, 페텐코퍼(Pettenkofer)의 「이산화탄소 농도」가 사용된다. 페텐코퍼의 수치 또는 극한값은, 거주공간에서 허용 가능한 최대 이산화탄소 농도를 0.1%(1,000ppm)로 규정하고 있고, 이산화탄소 농도가 그것보다도 높은 경우에는 공기를 교환할 필요가 있다. 사무실이나 사람이 많이 모이는 장소에서의 한계 값은 0.15%이다.

[대책]으로서, 일반적이고 가장 실용적인 방법은 「환기」이다.

② 일산화탄소

「일산화탄소」(CO)는 화학적으로는 질식성가스이다. 일산화탄소와 적혈구의 「헤모글로빈」(Hb)은 친화력이 강하고, 산소의 비교하면 친화력은 200~320배나 달한다.

즉, 일산화탄소는 산소보다도 헤모글로빈과 강하게 그리고, 불가역적으로 결합한다. 따라서 극히 미량의 일산화탄소 수준에서도 혈구의 산소유지 능력을 현저하게 저하시키게 된다.

「일산화탄소」는 탄소의 불완전연소에 의해 발생한다. 주요 발생원은 난방용, 조리용, 목욕용이라는 각종 개방형 연소기구나 담배 등이 있다. 한국에서는 1950년대부터 「연탄」에 의한 일산화탄소 중독이 공중위생상 문제가 되었다. 연탄은 조리와 난방

(온돌)의 중요한 가정용연료로서, 연간 10만건에 이르는 일산화탄소 중독사고가 발생하여, 연간 2,000명이나 일산화탄소 중독사망자가 나왔었다.

일본에서는 과거, 개방형스토브에 의한 불완전 연소에서 일산화탄소 중독사고가 발생된 경우는 있었지만, 일산화탄소 중독이 사회적문제가 된 적은 없었다. 이것은 기존의 틈이 많은 일본가옥의 구조에 의한 것이라고 생각된다. 그러나 고기밀 고단열주택에 있어서 일산화탄소의 만성 저농도 폭로에 의한 건강에 대한 영향은 향후에도 검토해야할 과제이다.

Ferris(1978)에 의하면 COHb(일산화탄소 헤모글로빈)이 2.5~3%가 되면 협심증이나 간헐파행을 수반한 운동능력의 저하가 발생하고, 4~5%가 되면 두통, 피로감을 초래한다. 또한, 5~10%가 되면 신진대사의 장애, 동작의 장애가 발생하게 된다.

일산화탄소 농도가 5ppm(20분)에서는 고차 신경계의 반사작용에 변화를 가져오고, 30ppm에서는 시각, 정신기능의 장애를 초래하며, 500ppm(1~2시간)이 되면 심한 두통, 협심, 탈력감을 초래한다. 2,000ppm(2~4시간)이 되면 사망에 이르게 된다.

[대책]은 일산화탄소와 같이 「환기」가 가장 실용적이고, 일반적인 방법이다.

③ 질산화탄소(NOx)

질소화합물 또는 질소산화물은, 통칭 「NOx」라고 불리고 있는데, 질소산화물에 의한 건강에 대한 영향의 대부분은 이산화질소(NO₂)에 의한 것이다. 질소산화물(NOx)은 연소현상에 의해 발생한다. 질소화합물은 독특한 냄새로 인해, 농도가 열어도 「취기(臭氣)」가 발생한다. 즉 0.1ppm(100만분의 1)만으로도 감지되고, 0.26ppm정도의 농도에서 「암순응(暗順應)」의 변조를 일으킨다고 한다.

어떤 조사내용을 보면 2,554명의 「가스조리기구」

를 가진 가정의 6~11세 아동이 호흡기증상을 가진 군과, 3,204명의 「전기조리기구」 사용하는 가정에서의 아동군에 대한 증상율을 비교한 결과, 가스조리기구 사용가정의 아동에 기관지염, 밤낮의 기침, 아침의 기상시의 목, 감기, 숨참, 천식 등의 증가가 보인다는 결과가 나왔다. 현재, 대기오염 및 실내오염의 관점에서 질소산화물의 건강에 미치는 영향이 관심사가 되고 있다.

[대책]은 「환기」가 가장 실용적이고 일반적이지만, 최근에는 공기청정기, 알카리 첨착 활성탄, 관엽식물에 대한 흡착 등이 고안되고 있다.

④ 황산화물(SO_x)

황산화물(SO_x) 중에서도 건강과 관련이 가장 많은 것은 이산화황(SO₂)이다. SO₂는 무색 기체로 수용성이 강하고 유산이 되어, 점막을 자극하여, 기침, 재채기, 눈 아픔 등의 증상을 초래한다. 0.03~1ppm에서는 자극성 냄새로 느낄 수 있고, 3ppm에서는 즉시 알 수 있다. 6~12ppm에서는 코와 목을 자극하고, 20ppm에서는 눈을 자극한다. 또한 400~500ppm이 되면 호흡곤란을 일으키고, 1,000ppm이 되면 의식불명이 되며, 피부에 염증이 나타나게 된다.(NAS 1977)

이산화황(SO₂)의 주요 발생원은 화석연소 등 항(유항)을 포함한 연료의 연소 등에 의해서 방출된다.

[대책]은 질소화합물(NO_x)의 경우와 같이 「환기」가 가장 실용적이고 일반적이지만, 최근에는 공기청정기, 알카리 첨착 활성탄, 관엽식물로의 흡착 등에 의한 실용화가 고안되고 있다.

⑤ 포름알데히드

「포름알데히드」는 무색의 수용성 가스로, 코를 찌르는 자극취가 있고 눈이나 기관지를 자극한다. 농도가 높아지면 피부나 폐에 염증을 일으키며,

최악의 경우 사망에 이르게 된다.

추가로, 포름알데히드 농도가 0.1~5ppm에서는 눈의 자극, 최루성, 상부 기도로의 자극이 발생한다. 10~20ppm이 되면, 기침, 답답함, 머리가 무겁고, 동요 등의 증상이 나타난다. 이러한 증상은 감수성이 높은 사람에게는 5ppm 이하에서도 발증한다고 하고, 흔히 말하는 「화학물질과민증」을 일으키고, 기관지 천식환자는 0.25~5ppm의 농도에서 심한 천식발작을 일으킨다고 한다. 또 50~100ppm 이상의 농도가 되면, 폐수종이나 기관지염 등의 염증을 일으키며, 사망에 이르는 경우도 있어, 치명적인 장애를 일으키게 된다.

포름알데히드는 주로, 소독제나 방부제에 이용되고, 바닥재나 가구를 만들 때, 판을 맞추며 붙이는 접착제의 방부제와 벽지 시공시의 풀로서 사용되고, 또한 의류의 주름방지·줄어듦 방지가공에도 사용되고 있다. 포름알데히드는 공기와 수증기를 통하여 몸에 흡수된다. 특히 고온다습한 장마철에는 자극취가 강해진다.

포름알데히드의 발생원은 가구, 건축자재 등에 이용되는 합판용 접착제 등의 화학제품이나 개방형 연소기구, 담배 연기 등이 있다.

[대책]은 「환기」가 가장 실용적이고 일반적이지만, 포름알데히드를 발생시키는 건자재, 기자재 등을 실내에 들여 놓지 않는 것이 좋다. 또한, 실내의 온도가 높을수록 포름알데히드의 발생이 높다는 성질을 이용하여, 신축건물 등에 사람이 살기 전에 의도적으로 온도를 높여 화학물질을 외부에 충분히 방출시킨 후 입주하는 것도 하나의 방법이다. 최근에는 산화티탄을 이용한 광촉매효과에 의한 포름알데히드 농도 저감화 대책이 연구되고 있다.

⑥ 오존(O₃)

「오존」(O₃)의 대부분은 자동차나 그 외 기타 연소 과정의 배기가스 속에 포함된 탄화수소와

질소산화물의 광화학반응 결과로서 생성되는 기체이다. 실내에서 오존발생원은 주로 복사기와 정전식 공기청정기이다. 오존은 점막조직이나 폐세포 및 호흡기기능에 영향을 미치고, 폐를 위협하는 자극물이다.

Eadden(1982)에 의하면 오존농도가 0.10~0.15ppm에서 동맥속의 O₂분압의 저하, 호흡기계 여러 증상과 두통, 불쾌감을 일으킨다. 야간시력의 저하, 기침, 답답함, 천식발작 등을 일으킨다는 결과가 보고 되었다.

[대책]은 「환기」가 가장 실용적이고 일반적이다. 기타 방법으로서 공기청정기, 알카리 침착 활성탄, 관엽식물로의 흡착 등이 고안되고 있다.

⑦ 아스베스트(석면)

「아스베스트」는 자연계에 존재하는 수산화(水和化)된 규산염광물의 총칭으로, 가장 일반적인 것은 크리스토아일(chrysotile, 백색면), 아모사이트(amosite, 황색면), 크로시돌라이트(crocidolite, 청색면), 트레몰라이트(tremolite), 액티노라이트(actinolite, 양기석) 등이 있다.

또한 아스베스트는 천연으로 산출되는 유일한 섬유상의 광석으로 마치 섬유 견섬유처럼 연하면서, 내화성, 내소모성, 내부식성, 전기절연성에 우수하므로 건자재의 내화재료, 자동차의 브레이크슈 등, 대부분의 공업제품에 이용되고 있다. 우리 주변에는 3,000종 이상의 제품에 있다고 알려져 있다.

일본에서 생산되는 아스베스트의 70%는 접착제로 고정되어 있고, 마감재, 아스베스트시멘트, 루핑펠트, 기와지붕 등의 건축재로서 이용되고 있다. 기타, 분말상태로는 단열재, 방음재, 아스베스트시멘트용 분말로서 사용되고 있다. 과거, 마스크에서 아스베스트에 「발암성」이 있다는 보도가 나와, 학교 등에서 아스베스트 제거가 행해진 경우가 있었다.

그러나 그 후의 조사에서 '아스베스트 부유량이 감소되지 않았다' 라는 보고도 있다. (入江1989)

아스베스트는 마찰 등에 의해서 노후화하면 표면으로부터 길이 5~50 μ m의 상당히 작은 부유물(부유분진물질)이 되어, 대기 중에 떠다니고, 공기를 오염시킨다. 이 가늘고 긴 아스베스트를 사람이 들이마시면, 기도를 통하여 폐에 체류·침착하여, 「아스베스트폐」라고 불리는 「폐섬유증」 외에, 「폐암」 흉막이나 복막의 「악성중피종」, 「후두암」, 「결장암」, 「위암」의 원인이 된다는 보고도 있다.

저감화 [대책]으로서는 환기와 공기청정기에 의한 것이 일반적이다.

⑧ 라돈

「라돈」은 우라늄계의 무색, 무미, 무취 가스 상의 방사성물질로, 토양이나 콘크리트골재, 천연물의 석고보드 등의 건자재 속에 존재한다. 라돈은 붕괴 직후는 대전하고 있기 때문에, 다른 에어로졸에 부착하는 경우가 많고, 또 벽, 바닥, 천정, 가구 등의 표면에도 부착하기 쉬운 성질을 가지고 있다.

라돈은 건자재 등에서 발생되어 실내에 들어오게 되고, 건물의 틈이나 금간 곳 등으로부터 들어오는 경우가 있다. 라돈은 붕괴되어 극히 미소한 입자상 방사물인 라돈 A, B, C, D가 된다. 이러한 물질이 사람의 폐에 들어오면, 폐세포나 기관지등에 침착하여 알파(α)선을 계속 방출하기 때문에, 폐암의 리스크를 높이게 되어 경원시되고 있다.

미국 환경보호청의 시험산출에 의하면 일반주택의 실내 수준에서도 매년 2,000명에서부터 2만명의 폐암환자가 증가한다고 추정한다.

저감화 [대책]으로서는 라돈을 많이 포함한 돌이나 흙 등을 원료로 한 석고보드, 콘크리트, 토벽, 석재를 실내에 들이지 않는 것이다.

출처 : 空氣マイナスイオンの科學と應用