

최근의 실내공기 현상

(Clean Technology '92년도 1월호 “실내공기복합

오염방지와 공조설비”특집에서.....)

한국공기청정연구조합

자 료 실 제 공

1. 서 론

대부분의 사람은 24시간중의 80~90%를 실내에서 보내고 있지만, 자신이 호흡하고 있는 실내공기의 질을 생각해본 일이 있는가? 또한 근무중에 업무에 집중이 되지 않으며, 쉽게 피곤해지기도 하고, 갑자기 머리가 아파다는 것을 느끼거나 기침이 날듯이 숨이 막힌다거나 눈이 쉽게 피곤해지는 것을 느낀다거나 하는 경우에, 감기가 든 경우도 있겠지만, 직장의 공기의 질과 관계있는 것이 아닌가라고 생각해본 일은 없는가? 직장의 내부를 살펴보면 여러종류의 기구가 눈에 들어온다. 천정을 보면 천정을 구성하고 있는 판이 있고, 그중에 규칙적인 간격으로 형광등이 부착되어 있으며 공기를 취출하는 구멍도 있다.

창문을 보면 창은 폐쇄되어 열수가 없고 그 주변을 보면 사무책상이나 의자와 응접세트 산더미 같은 서류, 복사기나 팩시밀리 같은 기계, 화면이 있는 단말기나 워드프로세스, 바닥을 보면 타일이나 카펫등을 볼 수 있다. 또한, 바쁘게 일하고 있는 사람들, 그 중에는 담배를 피우고 있는 사람도 있다. 방의 모서리에는 주전자 등이 놓여있다.

이러한 것들은 모두 실내공기의 질에 영향을 미치고 있는 것들이다.

2. 실내공기를 구성하는 요인과 건강영향

실내환경을 구성하는 인자는 소음이나 조명이외에 실내공기의 질을 구성하는 요인으로서 온, 습도나 풍속 같은 물리적 인자와 일산화 탄소, 이산화질소, 담배연기 같은 화학적인자 세균 바이러스 벌레 같은 생물학적인자가 있다. 표1에 <의학적으로 관심을 두는 발생원별로 본 실내오염물질>을, 표2에 <주요오염 물질의 건강영향>을 나타내었다.

이것처럼 많은 실내오염물질의 오염원이나 오염물질의 건강영향을 나누었지만, 그 양과 반응관계(어느정도의 농도에 어느정도의 시간으로 방치되면, 어떤 건강 영향을 볼수 있는가 하는 관계)는 아직 나누지 않았다. 이것은 실내 오염물질의 모니터링정보가 비교적 부족하기 때문이다. 따라서 우리들이 이러한 오염물질에 방치되어 있다는 것은

확실하지만, 어느정도의 위험성에 있다 라고 수치적으로 말하는 모험적인 평가는 현재로서는 나올 수가 없다. 더우기 이러한 많은 종류의 저농도 오염물질의 화학적 상호작용이나 이것들중의 다수의 오염물질을

흡입한 경우 건강영향면에서 서로 부가되거나 상승적 효과(相乘的 効果)를 볼 수 있는 것인가 등에 관한 정보도 없는것이 현실이다.

표 1. 의학적으로 관심을 두는 실내오염물질

발 생 원	오 염 물 질
토양이나 돌	라돈(Radon)
요리 및 난방 가스렌지 가스난방기 등유난방기	일산화탄소, 이산화탄소 다환식 방향족 탄화수소 일산화탄소, 이산화탄소, 알데히드 다환식 방향족 탄화수소 일산화탄소, 이산화탄소, 알데히드 다환식 방향족 탄화수소
건축자재 및 가구(사무용도 포함)등의 비품 건축자재 가구등의 비품 (도료, 염료, 접착제)	포름알데히드, 라돈, 아스베스토스 포름알데히드, 휘발성유기화합물
기 타 공조시스템 복사기 Computer등의 전기제품 담배연기 개나 고양이를 포함한 거주자	진균, 세균 오존, 휘발성유기화합물 비전이 방사선 수천종류의 화학물질을 포함한 극히 복잡한 복합물질로서의 발암물질, 일산화탄소, 이산화탄소, 알데히드, 휘발성유기화합물, 다환식 방향족탄화수소 House Dust, 진드기 비듬

3. 실내공기를 악화시키는 요인

제2차 세계대전이후 인간의 Life Style이 변하고, 또한 주거환경수준의 요구도가 높아져

왔다. 한편 인구증가에 반하여 건축건수도 증가하고, 노동임금도 높아져서, 종래와 같은 건축방법인 목조건축으로는 대응이 되지 않으므로, 효율적인 건축을 행할 수 있는 건축

표 2. 주요한 실내오염물질의 건강에의 영향

오염물질	건강에의 영향
라돈	라돈은 희귀가스로서, 흡입되는 라돈으로부터 배출되는 α 입자가 기도상피(氣道上皮)에 침입하여 기저세포의 유전물질을 손상시킬 위험이 높다. 미국 환경보호청의 계산으로는 매년 라돈 방치에 의해 5천~2만명이 암에 걸려 사망하는 것으로 평가되고 있다.
포름알데히드	동물 실험에서 발암성이 나타나고 있고, 사람에게 대해서도 발암의 가능성이 있는 물질로서 분류되고 있다. 민감한 사람에게 있어서는 냄새판으로 알레르기 반응을 일으키는 원인 물질이다. 의학조사로는 두통, 피로감, 기억상실, 안면장해 등의 발병률이 높다.
이산화 질소	호흡기 질환 환자의 폐기능 저하, 감염저항성의 감소 면역성의 저하, 기도장해 등을 일으킨다.
일산화 탄소	혈액중의 헤모글로빈과의 친화력이 산소의 250배에 가깝기 때문에, 쉽게 일산화탄소 헤모글로빈을 형성하여 체조직(體組織)에의 산소운반 장애를 일으켜, 체조직에서 가장 많은 산소를 소모하는 대뇌피질이나 심장의 산소결핍을 만든다. 심혈관계에의 영향을 볼 수 있고, 협심증 환자는 발작을 일으키기 쉽고, 건강한 사람은 운동력이나 인지력이 저하되며, 간기능장애자는 기능저하상태를 볼 수 있다.
휘발성유기화합물	900종류이상의 화합물이 실내에서 검출되고 있다. 신경독성(마취, 식욕부진, 피로, 기억장해 등)간장독성, 발암성 변이원성(變異原性)등을 볼 수 있다.
다환식 방향족 탄화수소	대다수가 발암물질들로서 아직 변이원성(變異原性)을 가진다. 심혈관계에의 영향도 있다.
살충제	신경계, 간장, 생식기에 영향을 미친다.
담배연기	암, 호흡기계통이나 심혈관계에의 영향, 감염저항성의 감소
생물학적 인자	감염성 질환(결핵, 재향군인병등), 알레르기, 중독
비전이 방사선	암(신경계), 유산

자재를 생산하여 왔다.

즉, 목재, 대리석, 면이나 양모 같은 자연산 물에서 프라스틱, 합성수지 등에 가느다란 목편(木片)을 고형화한 합판 같은 파티클 보드

(Partical Board)나 합성섬유로 대체되었다.

이러한 제품은 석유제품으로 만들어져 있어 다양한 휘발성 유기화합물을 공기중으로 방출한다.

직장에서는 컴퓨터나 전자기기가 도입되어 기계에서의 열방산이나 프린터, 복사기 레이저 프린터 등으로부터 다양한 물리적 화학적 인자가 방출되고 있다.

이와같은 현황에서 1970년대 초기에 석유위기가 발생하여 에너지 절약이 요구되었다. 이로 인하여 실내환기회수를 줄이고, 또한 실내의 보온효과를 높이기 위하여 밀폐도를 높이는 일이 행해졌다. 미국의 ASHRAE(American Society of Heating, Refrigerating and Airconditioning Engineers)는 1인당 1분간 30 입방피트의 환기기준을 채용하고 있지만, 에너지 절약을 위하여 한번에 5로 줄였다. 이때문에 실내의 여러장소에서 발생하는 오염물질을 충분히 배출시키지 못하고, 이러한 오염물질의 농도가 증가하게 되어, 건물내에서 일을 하거나 생활하는 사람에 영향을 끼치게 되었다.

여기에서 이 환기량은 실내환경이 다양화되기 이전에 결정된 기준으로 설정되어 있고 공조시스템도 이것에 의해 설계되어 있는 경우가 많다.

즉, 필요환기량이 계산치와 가깝게 되어있다는 것은 실내에 사람이 있는 경우, 그 사람으로부터 발산되는 체취나 구취를 외부에서 그 방으로 타인이 입실하였을때 그 사람이 냄새를 느끼지 않을 정도의 환기량으로 설정된 것이다.

그러므로 최근 윌 글 같은 다양한 휘발성 유기화합물등을 방출하는 건축자재가 많이 사용되고 또한 온열(溫熱)이나 여러가지 물리적 화학적 인자를 방출하는 사무기기가 도입되면 실내로 방출되는 물질등이 충분히 외부로 방출되지 않는 위험성이 발생할 수 있다는 것을 생각할 수 있다.

4. 실내공기의 악화로 인해 발생하는 SICK·BUILDING 증후군과 빌딩에 관련된 질병의 발생

Sick·Building이라는 낱말이 최근 사용되고 있는데, 이것은 그 빌딩내에 있는 사람들이 빌딩안에서 근무를 하거나 생활하는것에 관련되어 건강상의 문제나 쾌적함에 관한 문제가 생겼을때, 그 빌딩은 Sick(병들다)되어 있다라는 의미로 사용된다. Sick·Building에 관련된 문제를 Sick·Building증후군 또는 빌딩과 관련된 질병이라고 한다. 이러한 용어는 일반적으로 실내오염으로 인한 문제로 적용되는데, 부적절한 온도나 습도의 조정에서 일어나는 원인으로 표현하기 위한 것만은 아니다. 이러한 증후군은 빌딩의 설계 잘못이거나, 설계자가 예측하지 않았던 방향으로 빌딩을 사용할 경우에 발생하는 일이 많다.

그런데 어떠한 경우에 "Sick·Building증후군"을 볼 수 있는가 하면, 그 빌딩중에 있는 상당수의 사람이 급성불쾌감과 연관된 증상, 요컨대 두통, 코, 목의 이물감, 기침, 피부의 건조나 가려움증, 현기증이나 구토, 주의집중 곤란, 피로감 등을 일으킬때, 더구나 대다수의 경우 증상의 원인은 잘 모르지만, 그 빌딩에서 나오면 증상이 개선되는 경우 그 빌딩은 'Sick·Building증후군'을 나타낸다고 말한다. 한편 실내오염물질에 방치된 사람을 임상적인 질환으로 망라하여 진단 할때에 그 빌딩은 빌딩에 관련된 질환을 나타낸다고 말한다.

빌딩에 관련된 질환은 'Sick·Building증후군'과 달라서 그 빌딩에서 떨어져도 회복에 시간이 걸린다. 물론 이러한 증후군이나 질환은 빌딩과 연관되지 않은 상태에서도 발생한다. 예를

들어 업무에 관한 스트레스나 업무가 불만족스럽다든가 하는 기타 정신적 요인으로도 볼 수 있으므로 인과관계를 평가하기 위해서는 신중을 기하지 않으면 안된다.

5. 실내공기의 오염으로 인한 건강영향이 발생한 사례

[Sick·Building 증후군]

에너지절약을 위하여 환기회수를 감소시킨 건축물, 특히 미국에서 신축된 빌딩에 근무한 사람들이 눈이나 코, 목 머리의 이질감이나 폐부압박감을 호소하여, 조사해보면 건자재나 사무기기등에서 발생되고 있는 비연소 산물의 포름알데히드가 그 원인으로 분석된 사례가 다수 보고 되고 있다.

일본에서는 빌딩관리법 중에 건축물 환경위생관리법 기준이 있어서 6개항목(부유분진, 일산화탄소, 이산화탄소, 온도, 습도, 기류)의 기준치가 설정되어 있고, 여기에 적합한 공기환경이 되도록 정해져 있으므로 이 기준을 만족하기위해서는 필요 환기량을 준수하지 않으면 안되게 되어있다.

이 때문에 미국의 경우처럼 빌딩내의 다수 사람들이 명확한 증상을 집단적으로 일으키는 현상은 표면화되어 나타나지 않고 있다. 그러나 전술한 바와같이 실내환경이 다양화되어 가고 있어 실내로부터 다양한 오염물질이 발생할 가능성은 충분하므로 조사해보면 표면화될 것으로 생각된다. 사실, 직장의 사무책상이나 응접세트를 교환하기도 하고 실내의 모양을 바꾸거나 카펫을 설치한 후 장기간 냄새를 맡았을 때 두통이나 감기같은 증상을 느끼는 일은 많은 사람들이 경험해보았을 것으로 생각하며, 백화점의 의류매장이

나 완구점에 갔을때 눈의 따끔거리거나 목구멍이 칼칼하거나 했던 경험을 겪었던 사람도 많았을 것으로 생각한다.

따라서 일본에서도 조사해보면 "Sick·Building"증후군이 표면화될 것으로 예상된다.

[빌딩이나 가정의 실내오염으로 인한 질병의 발생]

① 재향군인병

1976년 미국 필라델피아의 모 호텔에서 재향군인회가 개최되어 약 4400명이 참가하였다. 그중 184명이 전신권태감, 두통 등을 느꼈고, 그 후 발열, 기침, 호흡곤란 등을 나타낸 사람도 나타났으며, 29명이 사망하는 사건이 발생하였다. 조사결과, 레지오넬라균이 공조냉각수에 혼입되어 실내공기를 오염시키고, 레지오넬라균에 오염된 공기를 흡입한 후 급성폐렴을 일으킨 것으로 분석됐다. 그후 미국 내에서도 다수 보고되고 일본에서도 발표되고 있으며 레지오넬라균 증상은 이러한 사실로 인해 재향군인병으로 불려진다.

② 결핵

가정에서의 감염은 잘 알려져있지만, 잠수함이나 기타 사무실에서도 볼 수 있다.

한명의 개방성 결핵환자에서 나온 결핵균이 실내공기를 오염시키고 공조를 통하여 타인에게 옮겨져서 약 30명이 감염된 사례가 보고되고 있다.

③ 급성호흡기 질환과 폐기능 저하

주방이나 난방에 전기를 사용한 가정보다는 가스기구를 사용하는 가정의 어린이에게서 급성 호흡기 질환이나 폐기능저하를 볼 수 있다. 그 원인으로는 가스기구의 사용으로 인한 이산화탄소를 생각해 볼 수 있으나 이후의 조사로는 그 가능성은 부정할 수 없지

만, 인과관계를 명확하게 나타낼 정도의 보고서는 나오지 않고 있다.

또한 가습기 관리가 나쁠때 가습기에 진균이 번식하여 진균이 실내로 흩어지고 그것을 흡입함으로써 일어나는 과민성폐장염(가습기병이라고 한다)등도 보고되고 있다.

④ 만성호흡기 질환이나 폐기능저하

직장에서 비흡연자가 담배연기의 피해에 의해 폐기능이 저하되는 사례가 보고되고 있다. 또한 New Guinea의 고지에서 거주하는 주민에게 만성 기관지염 세기관지염등의 만성폐질환의 발병률이 높은 것으로 알려져 있다. 40세 이상의 78%에서 주로 폐쇄성 폐질환을 볼 수 있다고 한다. 그 원인으로서, 난방의 경우 환기가 나쁜 작은 방 내부에서 목재를 태우기 때문에 고농도의 알데히드, 포름알데히드 및 미립상의 물질이 배출되어 그것을 흡입하기 때문인 것으로 생각되며, 기타 흡연, 저단백질, 감염의 만연 등의 영향도 생각할 수 있다.

⑤ 폐암

중국의 Xuan Wei 주에서의 폐암사망률이 높은 것은 환기가 나쁜방에서 석탄이나 목재를 연소시키기 때문에 실내오염도가 높다는 것이 그 원인으로 생각되어 현재조사중이다.

비흡연자의 직연피해에 의한 폐암도 문제로 되고 있으며, 직연상태를 잘못 분류하는 경우도 지적되고 있다. 그러나 그 가능성은 부정할 수 없을 것이다.

구미에서는 직연피해에 의한 폐암보다 라돈의 영향을 중시하는 의견도 나오고 있다. 고농도 라돈 방치가 폐암을 일으킬 위험도가 높다는 것을 직업성 폐암의 발생으로 알려져 있으며, 일반 건물내의 라돈 오염에서 폐암이 많이 발생된다는 명확한 사례는 없지만 비흡

연자의 폐암의 한 원인으로 생각하는 연구자도 있다.

건축자재인 들과 흙에 라돈이 함유되어 있기 때문에 실내공기는 라돈에 오염되었고 우리가 자연에서 받고 있는 방사능 가운데 이 라돈 및 유사물질이 가장 큰 영향을 미치고 있다. 또한 최근에는 내화 내열성의 목적으로 사용되고 있는 아스베스트스 소재의 벽이나 천정에서 아스베스트스가 뿌려져 실내를 발암물질로 오염시키고 있는 문제를 야기시키고 있다.

⑥ 신주심근증(信州心筋症)

2차대전후 일본 長野현의 일부지역의 사망율이 전국평균의 6.8배나 되는 것으로 알려졌다. 그 원인으로서 겨울철 난방을 위해 마(麻)가공 가내작업장의 목탄연기에서 일산화탄소농도가 1일 평균 70ppm의 조건으로 가족들이 아침일찍부터 밤늦도록 일을 한 것으로 생각되었다. 만성일산화탄소중독에 의한 심근증으로 판단되어 신주심근증으로 명명되었다.

6. 대책

대책으로는 실내공기의 질을 악화시킬만한 요인을 제거하고, 환기율을 높이는 일이다. 이를 위하여서는 실내공기의 전문가가 건축가나 건축물 유지관리자와 협의하면서 건물 설계 및 유지관리를 하는 것이 바람직하다. 또한, 건축자재 메이커는 오염물질을 방출하지 않는 자재의 연구개발을 적극적으로 추진하지 않으면 안된다.

Sick·Building이 아니라 Healthy·Building을 향한 실내환경 전문가의 육성도 중요한 과제이다.