

# 최근의 실내공기 환경오염과 빌딩관리법

(Clean Technology '92년도 1월호 “실내공기복합  
오염방지와 공조설비”특집에서……)

한국공기청정연구조합  
자 료 실 제 공

## 1. 서 론

근래 구미에서 실내공기의 질(IAQ)에 관한 연구는 이상하리만큼 전성기를 맞고 있다.

작년으로 제5회째가 된, INDOOR AIR '90으로 명명된 실내공기질과 실내기후에 관한 국제회의<sup>1)</sup>에서는 세계 35개국이상의 나라에서 약 500편의 논문이 모였다.

그 중의 95%이상이 실내공기의 질에 관한 것으로 되어있다. 원래 이 회의가 실내냉온감의 연구자가 중심이 되어 실내기후에 실내공기질도 포함한 연구교류의 장으로서 시작된 것이란 것을 생각해보면 그 열기를 미루어 알 수 있다.

이 회의는 3년에 1번 개최되는 것이지만, IAQ연구 발표장은 이에 그치지 않고 ASHRAE(미국 공기조화 냉동공학회), APCA(대기오염제어학회)등의 관련학회의 년차 대회에는 꼭 몇가지의 실내공기 오염에 관한 SECTION이 다루어지는 이외, 이러한 학회나 EPA(미국환경보호청), NBS(미국기준국) NIOSH(미국 노동위생안전 연구소)등 국가기관은 IAQ에 관한 연구자들의 비평이나 일반의 여론도 수집하는 상황이다. 이와같은

상황이 출현하게 된 배경은 정확하게 에너지 효율화에 문제가 있다는 것이다. 즉, 실내 에너지 절약대책의 영향은 외기도입량(이하 환기량)의 감소, 외기 침입을 극히 줄인 기밀빌딩의 건설로 나타나, 지금까지 나타나지 않았던 공기의 질과 에너지의 경제성에 관한 모순으로 현재화(顯在化)<sup>2)3)</sup>되어왔다. 이것을 단적으로 나타내는 것이 여러종류의 빌딩병, 혹은 기밀빌딩증후군 'Sick Building' 'Building Illness'등으로 불리는 문제들이다. 이것들에 관하여서는 차차 상세히 서술하기로 하고 지금 강조하고 싶은 것은 일본의 경우도 빌딩병에 대하여 모두라고 말 할 수는 없지만, 실제로 발생한 경우는 없어서 지금부터라도 신중하게 구미 각국에서 문제가 된 정도까지 도달하지 않게 고려해야 한다는 것이다. 이에 일본은 적절한 대책을 문제발생 이전에 강구하여야 하고, 또한 이점에서 일본은 구미의 모범이 되어야 한다.

그 대책이라는 것은 앞으로 후술할 것으로, 빌딩병등의 에너지 효율화 대책과 관련된 새로운 형태의 거주환경에서의 실내공기오염문제에 관하여 해설한 후에 한 가지의 제안을 하고자 한다.

## 2. 새로운 형태의 실내공기오염 문제

### ○ 포름알데히드

포름알데히드는 무색의 수용성가스로 폐놀계의 포름알데히드 합성수지의 생산에 사용되는 중요한 화학물질이다. 이러한 합성수지는 Pantical Board, 섬유판, 합판 등을 생산하는 경우 접착제로 이용된다. 농축된 포름알데히드는 코팅이나 종이의 생산과정에 이용된다. 또한 포름알데히드는 광화학 스모그반응물질중의 한가지로서 담배연기나 연소배기중에 함유되어 있고, 가구, 건재, 포름알데히드수지를 함유한 타일류에서도 발생한다. 이로 인해 북미에서는 에너지 효율화의 대책으로 사용된 단열재 UFFI(포름알데히드 발포수지)에 의한 오염이 심각하다.

UFFI는 미국에서 50만채, 캐나다에서 10만채 정도의 주택에 사용된 것으로 전해지고 이 문제에 대하여는 에너지 효율화 대책으로 인해 환기량의 감소와 발생량의 증가라는 문제요소를 만들게 되었다. 많은 어려움이 미국이나 캐나다의 CPSC(소비자보호위원회)에 전해져서, 1982년 CPSC는 UFFI의 사용금지를 선언하였지만 업계의 반대나 기 건축된 주택의 UFFI를 제거하는 공사에는 1채당 2만 달러나 되는 것으로 알려져,<sup>5)</sup> 제거는 아무래도 실효를 보지 못할 것 같다.

대표적인 실내수준에 대해서는, 미국의 일반주택의 경우 0.06~1.673ppm, 모빌하우스로 불리우는 포름알데히드가 함유된 접착제를 사용한 건재로 세워진 이동식 주택의 실내의 경우 0.03~1.7ppm 등의 값이 보고되어 있다.<sup>5)</sup>

일본의 경우 일반 주택에서는 0.002~0.29ppm, 백화점, 슈퍼마켓의 매장에서 0.002~

0.089ppm, 사무실 빌딩의 실내에서 0.001~0.063ppm 등의 수치가 보고되어 있다.<sup>6)</sup> 눈의 이물감, 눈물, 상부기도의 이물감 등은 포름알데히드 농도가 0.1~5ppm의 범위에서 느낄 수 있다. 포름알데히드의 냄새는 1ppm정도에서 느끼기 시작하지만 사람에게는 0.05ppm 정도에서도 감각이 있다.<sup>7)</sup> 10~20ppm의 농도가 되면 고통스럽거나, 머리가 무겁게 느껴지고 심장의 맥동이 급격하게 된다. 이러한 증상은 감수성이 높은 사람에게서는 5ppm이하에서도 발병하고, 기관지가 예민한 사람은 0.25~5ppm에서도 격렬하게 발작을 일으킨다.<sup>5)</sup>

50~100ppm이상에 방치되면 폐의 체액에 누적되어 폐의 염증, 사망등의 치명적인 부상을 일으킨다.<sup>6)</sup> 인간에게 계속적으로 노출되면 과민성으로되어 보다 낮은농도에도 알레르기 반응이 나타난다는 것을 염두에 둘 필요가 있다.<sup>7)</sup>

1980년 12월 NIOSH와 OSHA(산업안전국)는 포름알데히드가 노동위생상의 발암물질로 취급된다는 보고를 제출했다. 이 판단은 2, 6, 15ppm의 3단계 농도에 대한 동물 실험에서 발병률이 높은 것으로 조사되었다. 다만 지금까지의 연구에서는 인간에 대한 발병률을 규정하기까지는 다다르지 못했다.<sup>8)</sup>

포름알데히드의 일반환경에 대한 각국의 기준은 0.05~0.7ppm의 범위로 설정되어 있으나 0.1~0.2ppm을 채택하고 있는 국가가 많은 것 같다.

### ○ 냄새

특유의 냄새를 가지고 있는 화학물질은 약 40만에 달해 전문가라도 그 중의 4000종류정도만 구분할 수 있는 것<sup>10)</sup>이므로 냄새의 건강영향에 관한 Data등은 아직 볼 수 없는 것 같다. 한편 나쁜 냄새를 가진 경우 다른 사람

에게 좋은 냄새로 바꾸고 감추거나, (masking) 좋은 냄새를 적극적으로 부가하여 쾌적성을 높이는 것 등의 연구도 진행되어 왔다.

Masking 제도는 여러가지가 있으나 부작용도 유념되므로 일반적이지 않은 것으로 생각되지만, 최근 좋은 향기를 화장실등에만 사용하지 않고 사무실 같은 일반 거주자가 장기간에 걸쳐 머무르는 곳에도 부가하자고 말하는 움직임이 있는 것에 관하여 언급하고 싶다.

예를들어 失野<sup>11)</sup>에 의하면 향기의 정신적인 면의 효용을 이용하여 심신질환의 치료등을 하는 아로마요법(Aromatherapy)이라는 단어도 있어 그 치료법에 이용되는 화학물질은 수십가지에 달한다고 한다. 이 정도되면,<sup>10)</sup> 향기를 사무실에 도입하여도 되는 것으로 되었다. 실제 失野는 「향기발생시스템」으로 공조 Duct 계에 향기를 흘려 넣어 일반거주자가 있는 실내로 급기하는 장치를 쓰고 있다. 그러나 이러한 행위가 정당하게 되려면, 최소한 다음 2가지를 만족시킬 필요가 있다.

- ① 향기의 기본이 되는(화학) 물질은 안전해야 할 것
- ② 그 향기는 거주자 전원에게 언제나 쾌적감을 부여할 것, 또한 최소한의 불쾌감도 주지 않을 것

향기부가에 관한 문제점의 첫째는 ①과 같은 안전성이다. 失野의 보고로는, 장기간 흡입을 계속한 경우의 부작용에 대하여는 해명하지 못할 뿐 아니라, 실제 수십가지 물질 모두를 장기 흡입하였을 때의 안전성 확인 작업을 전혀 생각하지 않고 있다.

그 다음이 ②의 관련으로 정말 누구에게도 어느때라도 쾌적할 것인가 하는 의문이 남아

있다. 같은 향기일지라도 사람에 따라서 느끼는 감이 다를 뿐 아니라, 동일인에게도 그때의 기분에 따라 같은 향기를 좋게 느끼는 경우와 불쾌하게 느끼는 경우도 있는 것이다.

이와같은 현상때문에 불특정 다수의 거주자에 맞지않는 이러한 화학물질을 흡입하게 하는 것은 생각하기에 따라서 인권문제로 발전하지 않을까 하는 생각도 있다.

향기를 부가하는 것은 화장실 등의 악취를 제거하고자 하는 곳에 사람의 체재가 단시간 일 경우의 장소에 한정적으로 사용할 수 밖에 없는 것이다.

#### ○ 라돈과 낭핵종(娘核種)

라돈은 희귀가스로서 라돈 계열의 붕괴과정의 일부가 되는 라듐의 붕괴변성(變性)생성 물질이다. 따라서 라돈이나 라듐을 포함한 모두가 라돈의 발생원이다.(라돈의 半減期는 1600년 이상으로 라돈의 발생은 시간에 구애 받지 않고 거의 일정하다고 생각된다)

라돈, 특히 변성하고 있는 라돈 낭핵종은 미소한 입자상의 물질로서, 이것을 폐에 흡입하게 되면, 폐포가 침착(沈着)되어  $\alpha$ 선 방출을 계속하여 폐암의 위험을 높이는 것이 유념된다. 많은 종류의 토양(예를들어 연광석이나 산업폐기물을 포함한)이나 돌 등의 존재는 라돈의 발생원이라는 것이 확인되어 있다.

이렇게 서술하다보면 라돈오염문제는 지금이 시작인 문제가 아니라는 인상을 주지만, 이것들이 최근 주목되는 이유는 정확히 건물내의 에너지절약의 대책으로 환기량의 감소에 있다. 라돈과 낭핵종의 존재가 폐암 발생의 중요한 원인으로 되는 것은 미국, 캐나다, 체코의 광산 및 스웨덴, 뉴질랜드 영국의 비라돈 광산에서도 확인되었다.<sup>12)13)</sup> 라돈 및 낭핵종에의 피폭에 의한 일반의 영향을 역학적

정량화로 확립되었다고는 전해지지 않지만, 미국에서는 현재 정도의 수준으로 2,000~20,000명의 폐암 환자가 증가되었다고 생각하고 있다.<sup>9)</sup>

지금까지 공표된 자료에 의하면 일반주택의 건물실내의 라돈 농해종의 수준은 스웨덴은 대부분이 50Bq/m<sup>3</sup>이하이지만 10Bq/m<sup>3</sup>이상의 수준도 30% 이상 달한다.<sup>14)</sup> 한편, 일본의 수준은 지하실 등은 구미정도의 높은 수준이 기록되고 있지만,<sup>15)</sup> 현재까지로는 구미정도는 되지 않고<sup>16)</sup> 실내 전국 평균은 약 10Bq/m<sup>3</sup>이다. 야외에서는<sup>17)</sup> 약 40Bq/m<sup>3</sup>(정상시 라돈 농해종의 농도는 그 반정도)이다. 광산에서 생기는 피폭에 관한 조사에서는 실내에서 조사한 값보다 2~3배 높은 수치로 나타났다.<sup>18)</sup> 라돈 농해종의 실내환경기준은 일본에서는 설정되어 있지 않지만, 스웨덴의 경우에 따르면, 신축주택은 70Bq/m<sup>3</sup>이고, 개축은 200Bq/m<sup>3</sup>, 기축은 400Bq/m<sup>3</sup>으로 되어 있다.<sup>14)</sup> 또한 미국의 EPA는 라돈환경기준으로서 4pCi/l (약 150Bq/m<sup>3</sup>)을 명시하고 있으나 라돈 농해종의 평형 비율(라돈 농도에 대한 라돈 농해종의 농도비)을 약 0.5로 한다면 이 기준은 스웨덴의 신축주택 기준에 가까운 것이다.

#### ○ 담배연기

담배는 분진(대부분이 폐포에 부착되는 1 μm 이하의 미세직경범위이내)이나 기체를 시작으로하여 2,000종류이상의 오염물질을 발생시키는 일반 실내환경에서의 최악의 오염원으로 전해진다.

자주적 직연은 건강에 유해한 것으로 판단된다.<sup>19)</sup> 한편 수동직연의 건강영향에 관한 관여를 나타내는 여러가지 실험적, 역학적 사실도 보고되어 있다.

예를들면 부모 모두 흡연하는 가정의 어린

이는 그렇지 않은 가정의 어린이에 비하여 폐에 나쁜 영향을 미친다는 것은 널리 알려져 있다.<sup>20)</sup> 부모 모두의 흡연은 1세미만의 유아의 호흡기계 질환의 발병률이 높다는 보고가 있다.<sup>21)~23)</sup> 핀란드에서는 흡연하는 어머니를 둔 어린이(5세이하)는 특히 높은 발병률(특히 호흡기계 질환)을 보이고, 입원률도 높고 입원기간도 긴 것으로 보고되어 있다.<sup>24)25)</sup> 일본의 흡연하지 않는 여성 90,000명에 대한 조사에서는 배우자가 상습흡연의 경우 비흡연자인 배우자를 둔 경우보다 높은 폐암 발병률을 나타내는 것으로 되어있다.<sup>26)</sup> 이와 같은 결과로는 조금 드문 조건으로서 비흡연자에 대한 조사에서도 나타나 있다.<sup>27)</sup>

그러나 177,000명의 비흡연 여성에 대하여 실시한 미국의 조사에서는 흡연남편을 둔 경우와 비 흡연 남편을 둔 경우로서 폐암의 발병률에 통계적 차이를 보여준 것에 다를 바 없다.<sup>28)</sup>

그렇지만, 수동흡연자의 발병률은 극히 높은 경향을 보여주어 이러한 차이에 문화적 조건이 관여된 것으로 생각된다. 환상동맥질환을 가진 사람의 수동직연이 운동후에 일어난 협심증의 발병까지의 시간이 단축된 것으로 나타나거나,<sup>29)</sup> 노동환경에서 만성적 담배연기 피해에 의해 비흡연자의 기도기능(氣道機能)이 현저하게 저하되는<sup>30)</sup> 등의 보고도 있다.

노동환경에서의 수동직연문제는, 자발적인 흡연과 아스베스토스나 우라늄등의 발암물질과의 상승작용(相乘作用)을 보인다는 것을 생각해보면 사태는 더욱 더 심각해진다.<sup>31)</sup>

#### ○ 아스베스토스

아스베스토스는 자연계에 존재하는 수화화(水和化)한 규산염광물의 총칭이다.

가장 일반적인 것으로는 크리스탈(白石綿)이다. 그 이외 아모사이트(黃石綿), 크로시트사이트(靑石綿)등이 있다. 아스베스토스는 내화성 내 마모성, 내약성이 우수하여 우리 신체 주위에 약 300종류 이상의 제품으로 되어나 오고 있으며, 일본에서 생산되는 아스베스토스 제품의 약 70% 가까이가 접착제로 고정되어 마감재, 아스베스토스 시멘트, 루핑펠트, 옥상기와 등의 건축재료로 이용되고 있다. 이외의 수 %가 분말상의 단열재나 차음재(遮音材)아스베스트 시멘트용 분말로 사용되고 있다. 1m<sup>2</sup>당 80,000개 이상의 섬유(5 $\mu$ m 이상)가 영국이나 미국의 Office Bidg, 공공건물 주택등에 자주사용된다.<sup>32)</sup>는 보고도 있다.

노동환경에서는 오염수준은 10<sup>8</sup>~10<sup>9</sup>개/m<sup>3</sup>의 범위로 되어 있지만,<sup>32)33)</sup> 좀더 높은 농도가 과거에 사용되었을 것으로 생각된다.

암 이외의 호흡기 질환(아스베스토스 폐가 주된 질환임)에 의해 현저히 사망율이 증가하고 단열재나 타일을 취급하는 근로자에 나타난다.<sup>34)~36)</sup> 이에 덧붙여 어떤 형태로든 시장에 출회(出回)된 모든 아스베스토스가 체내의 발암물질이 된다고 알려져,<sup>35)</sup> 기관지암등의 발병률의 증가는 아스베스토스공장, 조선공장, 아스베스토스광산 등의 근로자의 아스베스토스피해와 관련이 있는 것으로 나타났다.<sup>35)</sup> 이러한 사람들의 소화기계 질병률이 높다는 것도 게재되었다.<sup>37)38)</sup> 일반적으로 아스베스토스에 피폭되고부터 15~20년에 걸쳐 암이 발생하므로 질환을 일으키는 수준은 명확하게 모른다.

일반환경의 아스베스토스농도는 0~100ng/m<sup>3</sup>(0~2 $\times$ 10<sup>4</sup>개/m<sup>3</sup>)의 범위가 대표적이다.<sup>39)</sup> 아스베스트에 관한 미국의 환경기준은 NIOSH는 10<sup>5</sup>개/m<sup>3</sup>, OSHA는 2 $\times$ 10<sup>6</sup>개/m<sup>3</sup>으

로 되어있다.<sup>4)</sup> 단, 최근에 NIOSH는 10<sup>4</sup>개/m<sup>3</sup>, OSHA는 5 $\times$ 10<sup>5</sup>개/m<sup>3</sup>으로 개정하는 것을 검토하기 시작했다고 전한다.<sup>4)</sup>

참고로 아스베스토스 대체품으로 암면이나 유리섬유(중양치 1.8 $\mu$ m)의 건강영향을 알아보면, 이것들에 직업적으로 노출된 노동자는 다른 사람에 비해 양성이지만, 호흡기계의 질환에 걸리는 비율이 특히 높은 것으로 보고되어 있다.<sup>40)</sup> 또한 유리면과 관련된 생산제품에서는 직경이 1 $\mu$ m이상의 분진이 발생하는 경향을 보인다. 최근의 생산방법은 1 $\mu$ m이하의 분진이 수개발생하며 이러한 분진에 쌓인 공장에서 일하는 근로자에게 암 또는 암이 아닌 호흡기계 질환의 발병률 증가가 나타날 것으로 보여진다.<sup>40)</sup> 그렇지만 현재까지 1 $\mu$ m이하의 유리섬유 분진의 환경에서 노동자의 위험지표가 될만한 충분한 영구의 축적은 되어있지 않지만, 동물실험의 결과로는 질병의 발병에 그러한 섬유가 관여하고 있는 것으로 나타났다.<sup>40)41)</sup>

#### ○ 알레르겐

알레르겐이란 것은 정상적인 사람에게는 전혀 무해하지만, 그것에 과민한 감수성을 가진 사람(알레르기 체질이라 한다)이 흡입·접촉 등에 의해 그것을 세포내로 옮기면 기침, 재채기, 눈, 코, 피부 등의 충혈, 가려움증, 통증, 염증 등이 대단히 현저한(알레르기 반응이라한다)반응을 일으키는 물질의 총칭이다. 구체적으로 알레르겐이라는 것은 진드기 등의 알이나 배출물, 곰팡이, 동물의 털, 매밀껍질, 꽃가루, 계란등의 식품 등에 포함된 단백질을 들 수 있다.

알레르기 반응을 일으키는 메카니즘의 개략은 다음과 같다. 동물들에게는 그 체내에 이물질(항원이라함, 병원균, 기생충, 바이러스

등의 이종(異種)단백질이 침입하였을 때 그것과 맞서는 물질(항체)이 생기는 반응(항원 항체반응)을 일으켜 세포에 대하여 항원 침입 신호를 보내고, 그것을 받은 세포는 침입한 항원을 공격하거나 중화시키는 작용, 즉 면역작용을 가지고 있다.

그러한 항체중의 하나로 IgE라는 항체가 있다. 이것은 본래 기생충이 침입하였을 때 작용하는 항체로서 체내에 있는 비만세포라 불리는 특별한 세포표면에 집결하여, 기생충과 만났을 경우 그것과 결합하여, 비만 세포에 기생충 침입신호를 보내는 역할을 한다.

그 신호를 받은 비만세포는 기생충을 공격할 때 히스타민(Histamine)을 발산하지만, 이 히스타민은 기생충 공격에는 적합하지만, 혈관을 확장시키거나, 내장의 평활근을 수축시키는 등의 부작용을 가지고 있다. 알레르기체질인 사람은 이 항체가 대단히 작용하기 쉬운 체질로 되어있어, 기생충 이외의 항원이 침입하여도 바로 이것이 작용하고, 결과적으로 비만세포에서 히스타민이 방출되게 되어, 혈관 확장에 의한 충혈이나 평활근등이 수축되어 재채기를 일으키는 등의 반응(알레르기 반응)이 일어나게 된다.

또한, 알레르기체질자는 통상 모든 알레르겐에 반응하는 것이 아니고 하나 혹은 많으면 여러종류의 특정 알레르겐에 대하여서만 반응한다.

이상과 같이 알레르겐은 기타 오염물질과 달라서 특정사람에게만 특정물질이 관계되는 물질이기 때문에, 양(量)-응답(應答)관계(Dose-response Relationship)는 거의 확립되어 있지 않고, 겨우 진드기항원(알이나 그 배출물)에 대하여 Platts Mills가 <sup>4)</sup> 진드기항원이 실내의 먼지 1g중 10 $\mu$ g이상으로 되면, 알레

르기 환자가 급격히 반응한다고 서술한 정도이다.

#### — 개방형 연소기구의 배기가스오염

이 문제는 일본에서는 드문것은 아니고, 옛날부터 CO, CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub>부유분진 등의 문제와 같은 것으로, 별도로 해결할 필요도 없겠지만, 에너지 효율화에 관련하여 북미에서 대단히 흥미깊은 움직임이 있어서 여기에 소개한다.

북미에서 사용되고 있는 개방형 연소기구로서는 가스 및 목재조리기(Gas stove, Wood-Burning stove), 난로(Fireplace)등에 가스와 석유 스토브(Gas, Kerosene space heater)등이 있다. 이것들 중에 에너지효율 등의 문제와 깊은 관계가 있고, 사회적인 관심을 불러일으키는 것은 Unbented Kerosene Space Heater, 이른바 일본류라 불리는 「석유스토브」이다. 북미에서는 거의 30년전까지는 석유스토브가 난방기의 주류였지만, 1950~1960에 걸쳐서 미국의 각 주에서 서로 다른 화재 안전성의 관점에서 그것의 사용을 금지하였으나, 석유스토브의 판매는 미진하게 계속되어 1970년대에는 시장에서 사라질 운명에 있는 물건으로 생각되었다. 그렇지만, 1970년대 후반에 에너지위기에 의해 1980년에 들어와서 난방을 위한 에너지비용이 낮은, 개방형 석유스토브의 판매가 급상승하기 시작하였다.

현재, 미국에서만 1천만대 이상의 석유 스토브가 사용되고 있다.<sup>5)</sup> 여기서 주목되는 것은 그 중의 대부분이 일본제라는 것이다. 이런 일본제 스토브가 화재에 대하여 안전할 뿐만 아니라 효율 높은 연소에 의해 연료 소모를 절약하고, 공히 일산화탄소의 발생을 최소화 하며, 소형 경량으로 자유로이 운반하는 이외의 무엇보다 에너지 비용이 낮은 것으로

알려져 인기가 높아져, 1982년에만 600만대가 수입되었다.

그러나 1982년에 Consumers' Reports가 이 새로운(new style, new type, new generation등으로 불렸다)석유스토브의 화재안전성과 실내공기오염의 위험에 의문을 던진 이후<sup>45)</sup> 석유스토브 판매업계와 격렬한 논쟁이 되었다.

업계는 CPSC에 석유스토브의 안전성에 관한 방대한 보고서를 제출하였고, CPSC는 이것을 접수하여 검토를 하였지만, 기준 등을 설정하는 데에는 미치지 못하고 1983년에 정부는 업계와 협력하여 자주기준을 설정하는 것으로 결정하였다. Consumers' Reports와 업계의 논쟁은 해결되지 못한 상태에서 오늘에 이르렀지만, 연구자 사이에는 일반적으로, 새로운 형태의 석유스토브가 화재에 대하여서는 어느정도의 안전성이 확인된 것으로, 공기오염에 대하여서는 엄격한 조건아래서만 사용가능하다고 생각하게 되었다. 그 조건이라는 것은 충분한 환기를 할것과 석유스토브는 보조난방기로서 장기간 사용하지 않을 것의 두 가지이다.

단, 충분한 환기를 하고 충분한 난방효과를 얻을 수 있을지 없을지는 큰 의문으로, 실제로 사용할때는 공기의 질을 희생시키며 사용할 가능성이 높은 것으로 생각된다. 불충분한 환기 상태로 어느정도의 공기오염이 발생하는가에 대하여는 27m<sup>3</sup>의 실내에서 실시한 Trayner의 실험이 있고, 0.4회/h의 환기횟수(아메리카의 에너지 절약주택에서는 극히 대표적인 값)에 대해 1시간에 걸쳐, 8,180kj/h의 석유스토브를 사용하여 이산화탄소는 10,000ppm이상(日本기준의 10배), 일산화탄소는, 15ppm(1.5배), 이산화질소는, 0.5ppm(8배)의 농도에 달했다.<sup>45)</sup>

Consumers' Union(소비자 연맹)은 1982년에 천식이나 기관지 알레르기 질환을 갖고 있는 사람은, 석유 스토브를 사용하지 않도록 권고했다.<sup>4)</sup>

#### ○ 빌딩병

1980년대에 접어들 무렵부터, 구미각지에서 소위에너지 절약형 건물에 대해, 거주자로부터 시력감퇴, 구역질, 두통, 평형감각 상실, 눈, 코, 목의 통증, 점막이나 피부의 건조감, 목이 쉬는것 등의 호흡기계의 제 증상등, 몸의 이상을 호소하는 많은 빌딩병 환자가 국가나 주의 공공단체에 나타났다.<sup>46)</sup>

이런 모양의 문제는 그보다 먼저, 1960년대 이전에도 있었다고 말하고 있지만,<sup>46)</sup> 본격적으로 문제가 되기 시작된 것은, 역시 1980년대에 이르러서의 일이다.

여기에서 관심은, 몇 개인가의 조사가 되고 있는데 예를들면, 덴마크의 1,500명의 시민(15~67세)을 대상으로한 조사에서는, 15%이상의 사람에게서 상기의 증상속에서 몇가지가 나타났다.<sup>46)</sup> 북미에서는 200개 가까운 건물에 대해 조사했더니, 여러건물에서도 이런 저런 괴로움을 호소했다고<sup>47)</sup> 되어있다. 한마디로 빌딩병이라고 말하지만 두가지의 형태가 있다.

하나는 급성빌딩병이라고 말하고 새로 증축, 개축 직후 생긴다. 이것은 새로 투입한 건축자재에서 발생한 오염가스에 의해 생기며<sup>47)</sup> 시간이 흘러야 해결된다. 또 하나는 만성 빌딩병으로서 건물의 본질적 성격에 의한 것으로 시간이 흘러도 해결되지 않는다. 이것이 진짜 빌딩병이다. 이 형태의 건물의 특징은 다음과 같이 말할 수 있다.<sup>47)</sup>

① 일부 재순화 공기로 전 건물 공조시스템으로 사용하는 것.

건물에 대해서는 외기도입구의 위치가 부적절해서 전열교환기의 오염물질에 의해 오염된다.

② 비교적 경량구조의 건물에 많다.

③ 실내에는 Textile, 카펫으로 마감되어 있다. 실내 용적에 비해 표면적이 넓다.

④ 에너지 절약대책 때문에 환기량을 적게 한 건물

⑤ 기밀성이 높은 건물

이와같은 특징으로 예상하면, 병의 원인을 낮은 환기량, 틈새 바람량과 각종 오염물질의 높은 발생량의 두가지로 생각할 수 있는데, 단일 오염물질이 단일 증상을 일으킨다고 할 수 있는 간단한 법칙이 아니고 복수 오염물질이 몇가지 그외 물리적, 심리적 요인과 같이 여러 증상을 일으킨다는 것이 확실하고 그 인과 관계가 역학적(疫學的)으로 입증하기에는 곤란하지만 미국에서 한 조사에는 복사기나 건축자재에서 발생한 또한 수소등의 오염물질이 형광등 불빛과 화학반응을 일으켜 광화학산화물질(Oxydant)로 되어 눈의 통증의 원인으로 된다는 것이 명확해진 예로 보고되고 있다.<sup>47)</sup>

### 3. 결 론

에너지절약 관련한 새로운 형의 실내공기 오염의 현상은 다양했다. 그랬다면 왜 일본의 경우는 문제가 구미 만큼 절실하게 생기지 않았는가. 우선, 일본 경우는 북구, 북미 등에 비해 기후가 좋기 때문에 앞서 말한 것처럼 환기량 감소에 따라 에너지 절약 효과가 구미정도는 아니므로 충분한 환기량이 확보되어 있는 것을 들 수 있다.

그러한 그것도 역시 에너지 절약비용의 상

승된 압박에 의해 환기량을 줄이려고 했던 때가 있었다. 특히 중앙방식공조가 되어 있는 사무실 건물등의 대형건물의 경우는 더욱 압박이 강했다. 그러나 구미의 경우와 달리, 일본에서는 간단히 환기량을 줄일 수 없었기 때문이었다. 이것은 소위 건물관리법<sup>48)</sup>이 있었다고 해도, 좋겠다.

이 빌딩관리법은 특정의 사무소 건물만을 대상으로 한 법률인데, 대상외의 건물에 대해서도 그 실내 환경설계, 관리에 대해서는 무척 영향력이 있었다고 말할 수 있다. 그 때문에 일본에서는 여러 빌딩병등의 실내공기오염문제는 구미만큼 심하게 발생치 않았다고 말한다. 다만 그럴만한 것이 보이지 않았다.

저자가 손꼽을 만한 예로는 건물관리대상외의 소규모 건물내에선 건물내에 있던 한사람의 환자의 결핵균이 공조계를 통해서, 다른 사람에게 집단적으로 감염한 것이 아닌가라고 생각할 수 있고, 공조계통 각 부분이나 실내의 세균을 중심으로 공기의 상태등이 빌딩관리법의 대상외에 있었음에도 불구하고 보건소와 공동으로 조사한 예를 들 수가 있다.<sup>49)</sup>

결과로 결핵균은 아무데서도 발견되지 않았으나 건물관리법에 적용받지 않은 건물이었으므로 외기도입구가 완전 폐쇄되고 그 때문에 실내 부유분진이나 CO<sub>2</sub>농도는 건물관리법의 기준을 많이 뛰어넘게 했다. 이 예는 건물관리법을 무시하면 빌딩병 등의 에너지절약책으로 환기량 감소책을 따라 실내공기 오염에 관한 모든 문제가 일본에서도 일어날 것이라는 것을 단적으로 표시하고 있다.

이상 넓고, 일반적인 환경전반의 공기오염 문제를 생각했지만, 많은 공중(公衆)에 대해 최대로 깊이 주택의 거주환경에 대해 생각하면 일본 주택은 종래에 충분한 환기를 기본

으로한 쾌적한 환경이 확보되어 왔는데 이제 부터는 단적으로 건물의 기밀성을 높이는것 뿐 아니라 지하까지도 거주하고, 중앙 냉난방 시설이 보급되고, 마루밑의 환기를 없애는 등 구미형 생활양식에 한없이 따라 했다고 생각한다. 그 결과 건물관리법에 맞지 않게 공조기 운전을 앓는 등, 주택에 대해서도 「빌딩병」이 보여질 위험성이 충분하다고 말한다. 사무실 경우에는 건물관리 법이 있어서 괜찮다고 하지만 주택에서는 그런것이 없다. 단지 빌딩관리법을 준수함으로써만 계속 된다면 매우 걱정된다.

쾌적한 주거환경을 장래에 까지 확보하려면 어떻게 하는가, 벌써 누구나 보아도 명백하리라. 「주택관리법」(주택관련 위생적인 환경 확보에 관한 법률)이 제정되고 거기에 준해 적정한 환경관리가 행해지면 된다. 그러나 저자에게는 그것만으로 대상이되는 건물에 실내 환경위생관리상의 물리적 특성을 규정할 뿐 사무실 건물이라면 몰라도, 노인, 어린이 등 약자를 포함한 사람들의 여러 생활형태가 이루어지는 주택에선 아무래도 불충분하다고 생각한다.

실내외의 물리적 환경은 물론, Community 형성, 주거면적, 공급방법, 유지관리방법, 주택가격, 집세나 관리비등 사회경제, 복지측면 문제까지 포함한 광범위한 대상의 법률이 될 것이다. 그리고 그렇게 된다면 이것은 벌써 주택 관리법이라고 하는 협의의 대상범위의 법률이 아니고 「주택거주법(주거법)」이라고 말하겠다. 옛날 일본에서는 주택의 취급 및 쾌적환경 확보는 개인의 Life Style이라고 보는 견해가 일반적이고 주택이나 그 주변에 거주환경에 관하여는 공적인 규정을 하는 것을 극단적으로 싫어하였다. 작금의 땅값이 상

승되었다고 하는 얘기가 아니고 주거의 취득을 개인의 Life Style의 문제로 삼는 시대는 끝났다고 볼 수 있다. 유럽의 주거법에 따르면 주거 및 전체 환경은, 기본적 인권의 하나로서 공권력으로 보증할 수 있는 종류의 것이라고 생각한다. 일본에서는 빌딩관리법이라는 구미제국에는 없는 선진적인 법이 '빌딩병'에 대한 방과제가 되기로 하고, 구미의 표본이라 할 수 있다. 그런 나라에 주거법이 없다는 것은 아무리 생각해도 이해가 가지 않는다.

— 참고 문헌 —

- 1) Proceedings for the fifth International Conference on Indoor Air Quality and Climate, INDOOR KIR '90, 1990.
- 2) Woods, J. E., Maldonado, E. A. B. and Reynolds, G. L. : Safe and Energy Efficient Control for Indoor Air Quality, Proceeding for Meeting of the American Association for the Advancement of Science, Toronto, Canada, pp 3-8, 1981.
- 3) Hollowell, C. D., Berk, J. V., Lin, C., Nazaroff, W. W. and Traynor, G. W. : Impact of Energy Conservation in Buildings on Health, Pergamon Press, New York, 1979.
- 4) I. Turiel : "Indoor Air Quality and Human Health," Stanford University Press, 1985.
- 5) P. E. McNall : "Indoor Air Quality," ASHRAE (American Society of Heating Refrigerating and Air-Conditioning Engineers Inc.) Journal, pp. 39-48, June 1986.
- 6) 長田英二 :ホルムアルデヒドによる室内空気汚染と測定、ベル教育システム講習会テキスト、1990.
- 7) NAS : Formaldehyde and Other Aldehydes, NAS Report, 1981.
- 8) NIOSH (National Institute for Occupational Safety and Health) : Formaldehyde ; Evidence of Car-

- cinogenicity, Joint NIOSH and OSHA (Occupational Safty and Health Administration) Bulletin, No. 34, 1980.
- 9) Bardana, E. J. : Formaldehyde ; Hypersensitivity and Irritant Reactions at Work and in the Home, Immunological Allergy Practice, Vol. 11, pp. 11-23, 1980.
  - 10) 寺部本次 : 空気汚染の化学、技報堂、pp. 150-170, 1960.
  - 11) 矢野壽人 : 香りによる快適空間、住サイエンス、'89 秋号、pp. 10-15, 1989.
  - 12) UNSCEAR (United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation), Exposure to Radon and Thron and their Decay Products, UNSCEAR Report, Annex D, 1977.
  - 13) Guimond, R. J., Ellet, W. H., Fitzgerald J. E., Windham, S. T. and Cuny, P. A. : Indoor Radiation Exposure Due to Radium-226 in Florida Phosphate Lands, US EPA Report, EPA-502/4-78-013, 1979.
  - 14) O. Hildingson : "Measurements of Radon Daughters in 5,600 Swedish Homes "Proceedings for International Symposium on Indoor Air Pollution, Health and Energy Conservation, 1981.
  - 15) 池田耕一 他 : パッシブモニター法による一戸建て住宅室内以外のラドンガス濃度の実測、日本建築学会大会学術講演梗概集、pp. 867-868, 1988.
  - 16) 阿部史朗、阿部道子、藤高和信、児島紘 : 室内外のラドンなどによる被曝線量調査、放射線医学総合研究所放射能調査報告、NIRS-R-15, pp. 20-32, 1988.
  - 17) 小林定喜 他 : パッシブモニターによる室内ラドン濃度全国調査、放射線医学総合研究所放射能調査報告書、pp. 33-39, 1989.
  - 18) NAS : Indoor Pollutants, NAS Report, 1981.
  - 19) HEW (Department of Health, Education and Welfare) : Smoking and Health, A Report of the Surgeon General, Department of Health, Education and Welfare, Pub # PHS 79-5006, 1979.
  - 20) Tager, I. B., Weiss, S. T., Ronser, B. and Speizer, F. E. : Effect of Parental Smoking on Pulmonary Function on Children, American Journal of Epidemiology, Vol. 110, pp. 15-26, 1979.
  - 21) Harlap, S. and Davies, A. M. : Infant Admissions to Hospital and Maternal Smoking, Lancet, Vol. 1, No. 7857, pp. 529-532, 1974.
  - 22) Colley, J. R. T., Holland, W. W. and Corkhill, R. T. : Influence of Passive Smoking and Parental Phlegm on Pneumonia and Bronchitis in Early Childhood, Lancet, Vol. 2, No. 788, pp. 1031-1034, 1974.
  - 23) Leeder, S. R., Corkhill, R. Irwig, L. M., Holland, W. W. and Colley, J. R. T. : Influence on Family Factors on Incidence of Lower Respiratory Illness during the First Year of Life, British Journal of Preventive Social Medicine, Vol. 30, No. 4, pp. 203-212, 1976.
  - 24) Rantakallio, P. : Relationship of Maternal Smoking to Morbidity and Mortality in the Child upto Age of Five, Acta Paediatrics Scandinavia, Vol. 67, pp. 621-631, 1978.
  - 25) Rantakallio, P. : The Effect of Maternal Smoking on Birthweight and the Subsequent Health of Child, Early Human Development, Vol. 2, pp. 371-382, 1978.
  - 26) Hirayama, T. : Non-smoking Wives of Heavy Smokers Have a Heigher Risk of Lung Cancer, A Study from Japan, British Medical Journal, Vol. 282, pp. 183-185, 1981.
  - 27) Trichopoulos, D., Kalandidi, A., Sparros, L., and MacMahon, B. : Lung Cancer and Passive Smoking, International Journal of Cancer, Vol. 27, pp. 1-4, 1981.
  - 28) Garfinkel, L. : Time Trends in Lung Cancer Mortality among Nonsmokers and a Note on Passive Smoking, Journal of National Cancer Institute, Vol. 66, pp. 1061-1066, 1981.
  - 29) Aronow, W. S. : Effect of Passive Smoking on Angina Pectoris, New England Journal of Medicine, Vol. 299, No. 1, pp. 21-24, 1978.

- 30) White, J. R. and Froeb, H. F. : Small Airways Disfunction in Nonsmokers Chronically Exposed to Tobacco Smoke, *New England Journal of Medicine*, Vol. 302, pp. 720-727, 1980.
- 31) Selikoff, I. J., Nicolson, W. J. and Lange A. M. : Asbestos Air Pollution, *Architectural Environmental Health*, Vol. 25, pp. 1-3, 1972.
- 32) NIOSH : Revised Recommended Asbestos Standard, *NIOSH Publication*, DHEW 77-169, 1976.
- 33) NIOSH : Occupational Exposure to Asbestos, *NIOSH Publication HSM 72-10267*, 1972.
- 34) Selikoff, I. J. : Asbestos Disease in United States 1918-1975, *Proc. Conference on Asbestos Disease*, Rouen, France, 1975.
- 35) Leman R. A., Demet, J. M. and Wagoner, J. K. : Epidemiology of Asbestosrelated Diseases, *Environmental Health Prespection*, Vol. 34, pp. 1-11, 1980.
- 36) Nowhouse, M. L. : A Study of Mortality of Workers in Asbestos Factory, *British Journal of Industrial Medicine*, Vol. 26 pp. 294-301, 1969.
- 37) Anderson, H. A., Lillis, R., Daum, S. M., Fischbein A. s. and Selikoff, I. J. : Household-contact Asbestos Neoplastic Risk, *Annual N. Y. Academy of Science*, Vol. 271, pp. 311-323, 1976.
- 38) Anderson, H. A., Lillis, R., Daum, S. M., Fischbein A. s. and Selikoff, I. J. : Asbestosis among Household Contacts of Asbestos Factory Workers, *Annual N. Y. Academy of Science*, Vol. 330, pp. 387-399, 1979.
- 39) Wadden, R. A. and Scheff, P. A. : Indoor Air Pollution, *John Wiley and Sons*, pp. 13-45, 1982.
- 40) Bayliss, D. L., Dement, J. M., Wagoner, J. K. and Blejer, H. P. : Mortality Patterns among Fibrous Glass Production Workers, *Annual N. Y. Academy of Science*, Vol. 271, pp. 324-335, 1976.
- 41) Hill, T. W. : Health Aspect of Man-made Fibers, *Annual Occupational Hygiene*, Vol. 20, pp. 161-173, 1977.
- 42) T. A. E. Platts-Mills and M. D. Chapman : Dust Mites : Immunology, Allergic Disease, and Environmental Control, *The Journal of Allergy and Clinical Immunology*, Vol. 80, No. 6, pp. 755-775, 1987.
- 43) "Are Kerosene Heaters Safe?" *Consumers' Reports* pp. 499-507, 1982.
- 44) National Kerosene Heater Association : Report to Consumer Produc Safety Commition, July 1983.
- 45) B. M. Small and Associates Inc. : "Indoor Air Pollution and Housing Technology," Report for the Canada Mortgage and Housing Corp., 1983.
- 46) WHO Regional Office for Europe : "Indoor Air Pollutants : Exposure and Health Effects", Report on a WHO Meeting, 1982.
- 47) E. Sterling, T. Sterling and D. McIntyer "New Health Hazards in Sealed Buildings", *AIA Journal* April 1983.
- 48) 古賀章介 : ビル衛生管理法、帝國地方行政会、pp. 40-51, 1971.
- 49) 箕輪真澄、池田耕一 他 : 一事務所における結核の集團発生、*日本公衆衛生雜誌*、第30卷、第2号、pp. 77-86, 1983.