

# “공기오염으로부터 人間生活 방어”

- 공기조화기술과 환경발전의 의미

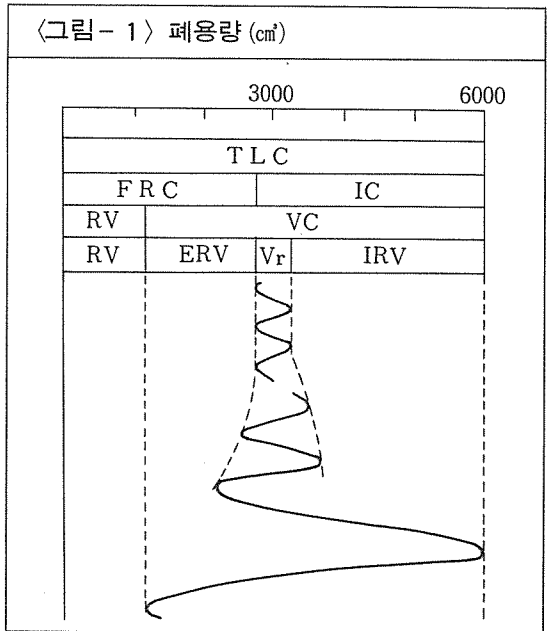


金 信 道  
(서울市立대 교수·環境工學)

태양, 물, 공기 등의 고마움은 그 양이 너무 많고 너무 커서 잘 느끼지 못 한다는 이야기를 많이 듣는다. 더우기 공기는 눈에 보이지도 않으므로 이들의 중요성은 물론 존재까지도 잊혀지기 일수이며 당연히 있는 것으로 간주되는 경우가 많다.

보통 사람이 생활하기 위해서 하루에 약 1.3 kg의 음식을 섭취하며, 약 2 kg의 음료를 마셔야 한다. 또한 음식을 섭취하지 않고 약 5주정도 견딜 수 있으나 물을 마시지 않고는 약 5일밖에 살 수가 없다. 그러나 공기의 경우는 호흡으로 하루에 약 14kg이 필요하며 이를 체적으로 환산하면 1평크기의 방 만큼을 하루에 호흡으로 마시는 셈이 된다. 또한 호흡을 하지 않고는 약 5분밖에 견딜 수 없다. 이와 같이 물을 떠난 물고기가 생존할 수 없듯이 공기를 떠난 인간도 상상하기 어려우며, 호흡하는 양이 너무도 많으므로 이에 조금만 오염되어 있다고 해도 굉장한 양을 흡수하는 것이 되므로 매우 심각하게 된다.

사람의 호흡은 <그림-1>과 같이 하고 있다. 그 이상 숨을 내릴 수 없는 상태에서도 양폐속에는 약 1200cm<sup>3</sup>의 공기가 남아 있다. 이 공기량



을 잔기량(residual volume : RV) 라고 한다. 또한 그 이상 호흡을 할 수 없는 상태의 폐의 최대용량을 전폐기량(total lung capacity : TLC) 이라 하며 이 둘의 차이를 폐활량(vital capacity : VC) 이라고 한다.

안정시의 호흡은 보통 토출되는 폐활량에서 시작되며 그 용량은 기계적 잔기량(functional residual capacity : FRC) 이라 하며 보통 2400 cm<sup>3</sup> 정도이다. 또한 최대 흡기량(inspiratory capacity : IC), 예비흡기량(inspiratory reserve volume : IRV), 예비호기량(expiratory reserve volume : ERV) 등은 <그림-1>에 표현되어 있다.

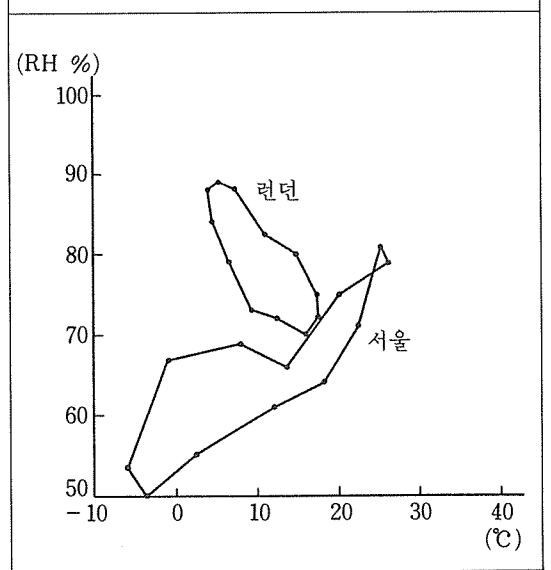
예전에 우리나라는 산 좋고 물 맑고 높고 푸른 하늘이 자랑이었다. 간혹 비판적인 사람은 공장하나 제대로 없어서 그런 것이므로 자랑이 아니라 수치라고 생각하기도 하였지만 어쨌든 이제는 이미 그때 그 공기가 아닌 것 만은 확실한 사실이다. 언제부터인가 도시인들은 공기 좋은 곳으로 주거지를 옮기고 주말이나 휴일이 되면 공기 좋은 교외로 빠져나가기 시작하였다. 외국에서도 거의 같은 상황인 것 같다. 얼마전까지의 외국의 각종 문헌에서는 외기의 도입 공기는 신선한 공기(fresh air : FA)로 가정 되었으나 언제부터인지 확실히 규명하기는 어려우나 최근의 문헌에서는 모두 외기(out air : OA)로 쓰고 있어서 이미 신선하지 않고 오염되어 있음을 의미하고 있다.

이러한 것은 비단 공기 뿐만 아니라 물도 마찬가지로여서 수도물을 못 믿어 끓여먹거나 생수를 받아먹는 가정이 늘고 있다. 공기도 얼마후면 설악산 공기, 한라산 공기 등을 비닐포장하여 팔날이 울지도 모르겠다.

공기조화란 이렇게 인간에게 필요불가결의 공기를 인간에게 가장 알맞고 신선하게 공급하는 기술이다. 좀더 구체적으로 설명하면 온도, 습도, 기류, 청정도의 4 요소를 알맞게 조절하고 공급하는 기술이며 따라서 쓰이는 용도 등에 따라 조금씩의 차이는 있으나 근본적인 생각은 모두 같다.

우리는 온도조절을 예전부터 많이 생각 하여 온돌이란 독창적인 난방시스템과 석빙고등의 냉방시스템을 갖고 있었다. 그러나 습도만은 그렇게 많은 관심을 갖지 않아 겨울철에는 감기 등으로 고생을 하는 경우가 많다. <그림-2>는 서울과 런던의 온도·습도를 크로마토 그래프로 나타낸 것이다.

<그림-2> 서울과 런던의 크로마토 그래프



우리나라는 고온다습하고 저온건조의 특성을 나타내고 있으며, 영국 등은 고온저습 저온다습의 특징을 나타내고 있다. 영국 등에서는 겨울에 벽난로 등으로 온도를 올리면 상대적으로 습도가 저하되며, 여름에는 온도만 낮추면 상대적으로 습도가 상승하여 쾌적하게 된다. 그러나 우리나라의 경우는 겨울에 온도만을 올리면 상대적으로 온도가 더욱 저하되어 더욱 건조하여 목이 마르고 감기·천식 등의 호흡기 장애를 일으키기 쉽다. 따라서 가습기나 빨래 등을 실내에 널어서 말리는 등의 습기의 공급이 필요하다. 반대로 여름에는 온도만 낮추면 상대적으로 습도가 상승하므로 더욱 끈적 끈적하고 불쾌감이 증대된다. 따라서 우리나라와 같은 기후에서는 그저 난방·냉방 등의 설비나 자연환기 만으로는 쾌적한 환경을 만들기 어려우며 가열과 가

습·냉각과 제습 등을 동시에 실시하여야 쾌적한 상태를 유지할 수 있다.

이렇게 온도와 습도가 조절되었다해도 기류와 청정도를 맞춰야 한다. 실내에 기류가 전혀 없을 경우에는 공기층에 분리현상이 일어나 천정부분의 공기와 바닥부분의 공기 사이에 온도차가 크게 발생한다. 또한 기온이 일정한 경우에는 기류만으로도 열적 효과가 발생한다. 기류는 대류에 의해 열손실을 증가시키고 증발을 증대시켜 생리학적으로 인체를 냉각시킨다. 습도가 30% 이하로 낮을 때는 기류가 없어도 증발이 잘 되므로 기류의 영향은 아주 미약하나 습도가 85% 이상 높아지면 증발이 제한되어 기류가 냉각효과를 상승시킬 수 없다. 이와 같은 증발의 정도는 우리가 쾌적으로 여기는 40~50%의 습도에서는 기류에 의한 효과가 현저하게 증가한다. 기류속도에 따른 인체의 일반적인 반응은 다음과 같다.

- 0.25m/s 미만 : 느끼지 못함.
- 0.25~0.5m/s : 공기의 움직임을 느낌
- 1.0~1.5m/s : 냉각효과를 느낌
- 1.5m/s 이상 : 불쾌감을 느낌

더운 날 선풍기 앞에 모이는 것은 1.0m/s 이상에서의 냉각효과에 따라 쾌적을 느끼기 때문이며, 추울 때 난방실내 기류는 0.25m/s를 넘지 않는 것이 좋다. 그러나 난방된 실내라도 기류가 전혀 없거나 0.1m/s 이하가 되면 답답함을 느끼게 된다.

또한 공기는 <표-1>의 여러가지 요소에 의

<표-1> 공기의 조성

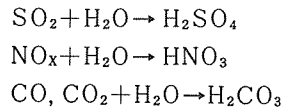
명 칭	기 호	구성비(%)
질 소	N <sub>2</sub>	78.10
산 소	O <sub>2</sub>	20.93
아 르 곤	Ar	0.937
탄 산 가 스	CO <sub>2</sub>	0.03
네 은	Ne	0.0018
헬 른	He	0.0005
크 립 톤	Kr	0.0001
크 세 논	Xe	0.00001

해 구성되어 있다. 이와 같이 질소 78%, 산소 21%에 의해 이루어짐과 동시에 우리들에게 해를 주는 것으로서 우리가 바라지 않는 아래의 오염물질도 함께 포함되어 있다.

- ① 가스상의 물질 : SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, CO, HC, O<sub>3</sub>
- ② 분진상의 물질
- ③ 미생물 : 비루스, 박테리아, 곰팡이, 조류

이중 가스상의 물질은 주로 연료의 연소 과정과 태양에너지에 의한 광화학 작용에서 생성되며 런던, 로스엔젤레스 등에서는 이들의 농도가 높아져서 수천 수만의 인명피해를 낸 일도 있다. 따라서 이들 중에 중요한 요소(SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, CO, HC, O<sub>3</sub>, TSP) 들은 환경 보전법에 의해 규제되어 있으나 지난번의 신문기사에 의하면 서울의 공기는 이 기준을 넘고 있다고 한다.

공기조화를 하는 실내에 대하여는 건축법으로 규제하고 있으며 탄산가스와 먼지만을 대상으로 하고 있다. 이와 같이 실외의 대기와 실내의 공기를 구별하고 있는 것은 앞에서 설명한 온도·습도의 조절과정에서 가스상의 물질은 다음의 식과 같이 반응하여 산(액체)으로 변하여 제거가 가능하다고 생각하나 분진의 제거는 용이하지 않다고 파악되기 때문이다.



또한 현대인은 실내에서 생활하는 시간이 날로 길어지고 있으며, 외기에 접하는 보다는 공기조화된 공기에 접하는 시간이 훨씬 길어짐에 따라 대기오염 보다 실내오염이 더욱 중요시 되고 있으며 따라서 가스상의 오염물질 보다 분진상의 오염물질의 제거에 많은 관심이 모아지고 있다.

공기중의 미생물의 경우도, 얼마전에 모병원에서 치료중의 환자가 공기중의 병원균에 감염되어 사망한 사건을 신문지상을 통해 읽은 적이 있다. 이와 같이 공기중에는 실제로 각종 균들이 부유하고 있으며 온도·습도 등이 맞으면 언제라도 번식할 수 있는 상태이므로 우리가 마시는 공기속에도 많은 위험이 도사리고 있다.

인간의 구조는 실로 신을 부정하지 못할 만큼 정교하고 신비하게 되어 있다. 단순한 호흡에서 보면 코를 통한 공기는 영성하게 배치된 코 속의 굽은 털과 가는털을 통과하면서 온도와 습도가 맞춰지면서 분진이 제거된다. 아주 훌륭한 냉난방과 필터의 역할을 담당하고 있다. 코를 통과한 공기는 기관지로 들어가서 각 분지에서 다시 분진들이 제거된다. 이와 같은 과정을 수없이 반복하여 허파파리에는 신선한 공기가 공급되고 다시 배출된다. 기관지 등에 침착한 분진은 불용성이면 기관지 벽에 있는 수많은 섬모의 운동에 의해 분비액과 함께 인후로 옮겨져서 식도로 넘어가게 된다. 단지 수용성인 분진은 용해되며 피에 흡수되기도 한다. 최근에 문제시되고 있는 「아스베스토스」는 섬유상의 분진으로 쉽게 도출되거나 제거되지 않으므로 가중 평가 되어지고 있다. 이것은 우리가 하수도관이 막혔을 때 뜯어보면 머리카락이나 걸레조각 등의 섬유상의 물질이 잘 흘러내려가지 못하고 막히는 것으로 이해할 수 있다.

공기중에 있는 먼지를 제거하는 기술이 최근에는 많이 사용되고 있다. 작게는 각 가정의 방안에 공기청정기를 두어서 냄새나 먼지를 제거한다. 병원등에서는 수술실·회복실·중환자실 등에서 공기를 청정하게 유지하고 있다. 이와같이 세균을 제어하는 방을 바이오크린룸(Biological Clean Room : BCR)이라 하고, 먼지의 부착에 따라 제품의 성능이 좌우되는 광학필름, 소형베어링, 반도체 등에는 제어되는 먼지의 수에 따라 정도를 두어 산업용 크린룸(Industrial Clean Room)을 설치하고 있다.

실제 대기중에는 공기 1m<sup>3</sup> 속에 수 백만에서 수천만개의 먼지가 존재한다. 이러한 먼지가 앞에서 서술한 호흡에 의해 폐속에 침착하게 되면 사람에게 따라 빨리 제거되는 사람에게는 별문제가 없으나 빨리 제거시키지 못하는 사람은 진폐증이나 호흡기 장애 등을 일으키게 되며 이 침착된 먼지의 주변에 더욱 오물이 끼어서 악화시키는 경우가 많다. 더우기 유리섬유 등의 강도가 높은 아스베스토스 먼지는 기관지에 껴서

염증을 일으켜서 기관지염 등이 되기도 하므로 외국에서는 아스베스토스 건축자재는 내장재로 사용치 못하도록 하고 있다.

먼지 그 자체는 큰 문제를 일으키지 않으나 이 먼지에는 수많은 세균들이 붙어있을 수가 있다. 더우기 세균은 그 자체로는 공기중을 부유하기 힘든 경우가 많으며 어떤 것은 너무 커서 공중에 부유하지 못하고 어떤 것은 중속영향을 함으로 어떤 다른 큰 세균의 속이나 물질의 속에서만 존재가능 하기 때문이다.

더우기 병약한 환자들에 대해서는 더 큰 영향을 미치게 된다. 예를들어 뇌수술, 내장이식수술, 관절수술 등에는 이 물질이 특히 들어가지 않는 것이 수술의 성패를 좌우하는 것으로 되어 있다. 또한 이런 오염물질에 의한 감염이 없다면 항생제의 사용을 제한할 수 있으며 항생제를 사용치 않으므로 회복이 훨씬 빠르다는 보고도 많이 나오고 있다. 따라서 중환자실, 회복실, 화상환자, 백혈병환자실 등까지 이러한 특수한 공기조화가 필요시 되고 있다.

최근에 각광을 받고 있는 생명체공학이나 RNA·DNA의 조작, 난재배·버섯재배 등에서도 다른 오염물이 들어감으로 예기치 못한 결과가 나오지 않도록 신경을 써야하며, 동식물 실험실, 각종 전염병원균 실험실 등에서는 작업인을 병원균에서 부터 격리하는 특수시설이 필요하다. (바이오·하자드 : Biological Hazard).

이렇듯이 공기는 점차 오염되어 가고 있으며 인간의 욕심은 한이 없어서 더욱 더 좋은 환경과 더욱 어려운 특수 환경을 요구하게 될 것이다.

이에 따라 공기조화기술도 그 오차의 폭이 넓어져서 신뢰성·안전성을 도모해 나가며, 점점 처리해야 할 물질도 많아지고, 많은 문제가 야기될 것이다. 눈에 보이지도 않은 공기도, 우리 주변에 얼마든지 있는 공기도 제한성이 있음을 알고 오염되지 않도록 서로가 노력하고, 오염된 공기를 처리하는 기술을 보다 더 향상시켜 나가야 할 것이다.

