

그림으로 보는 공기조화

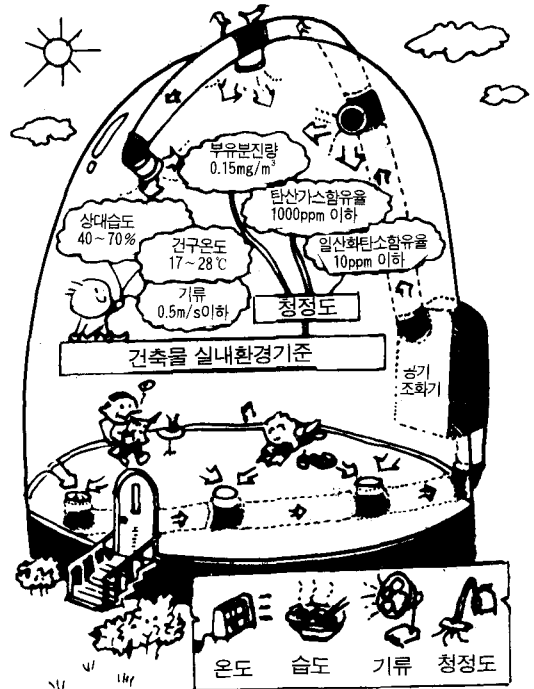
박종일 / 수원전문대학 건축설비과 교수

목적하는 공간(실내)의 공기, 온도, 습도, 기류, 청정도 등을 요구하는 수준으로 조정하여 실내에 균일하게 분포시키는 것이 공기조화의 정의라 할 수 있다. 이러한 요소들을 조정하는 목적은 거주자의 쾌적성 증대, 외부오염의 제어, 작업능률의 향상 등을 위하여 최적의 실내공기 조건을 만드는 것이다.

1. 공기 조화의 의미

공기조화는 가정생활과 우리주변에서 공조, 에어컨, 난방, 온돌 등의 이름으로서 활용되어지고 있는 것으로서 많은 사람들이 난방·냉방만이 공기 조화라고 생각하고 있다. 물론 냉·난방이 공기 조화의 중요한 요소이지만 이것이 공기 조화의 전부는 아니며 넓은 의미에서 환기까지 포함을 하며 영어로는 H·V·A·C(Heating Ventilation Air Condition)로 표현한다.

공기조화는 어떠한 제품을 가공, 제조, 보존을 목적으로 하는 산업용 공기조화(공업용 공기조화)와 실내에 근무하고 있는 사람들과 거주하고 있는 사람들의 쾌적성을 유지하기 위한 쾌감공기조화(보건용 공기조화)로 나누어지며 통상적인 「공기 조화」라 하는 것은 보건용 공기조화를 의미하는 경우가 많다.



공기조화의 정의는 「목적하는 공간(실내)의 공기, 온도, 습도, 기류, 청정도 등을 요구하는 수준으로 조정하여 실내에 균일하게 분포시키는 것」이라 할 수 있다. 여기에서의 온도, 습도, 기류, 청정도를 공기조화의 4요소라 한다.

이러한 요소들을 조정하는 목적은 거주자의 쾌적성 증대, 외부오염의 제어, 작업능률의 향상 등을 위하여 최적의 실내공기 조건을 만드는 것

이다.

또한 생활 수준의 향상과 보다더 쾌적하고 안락한 환경을 유지하기 위하여 위의 4요소 외에 소음, 진동, 음향, 항공조 등의 제어도 요구되고 있다. 이러한 사항 들은 작게는 개인 주택에서 부터 크게는 초고층빌딩, 병원, 호텔 등 대부분의 건축물에 공기조화를 하고 있다.

* 공기조화의 4요소와 인체의 쾌적 감각과의 관계

인체는 일정한 체온을 유지하기 위하여는 인체내에서 발생하는 열을 인체표면으로부터 대류, 전도, 복사, 증발 등에 의해 배출하여야만 한다. 이러한 방열은 공조의 4요소에 의해 영향을 받으며 이는 인체의 쾌적감각에 커다란 관련을 갖고 있다.

일반적으로 쾌적함을 느끼는 방열범위는 온화한 기후로서 일반적인 사무작업시 복사방열 40~45% 대류, 전도에 의한 방열 20~30% 증발 20~25% 정도라고 한다.

물론 실내 기후의 요소 이외에 계절, 착의상태, 나이, 성별, 심리상태, 출신지역 등에 영향을 받고 있으나 일반적인 쾌적 실내조건은 실내기류 0.2m/s 이하, 주위 벽체온도가 실내 온도와 같을 경우 하절기 실내온도 21~28℃, 상대습도 30~60%, 동절기 실내온도 20~24℃, 상대습도 30~60%라고 한다.



2. 온도

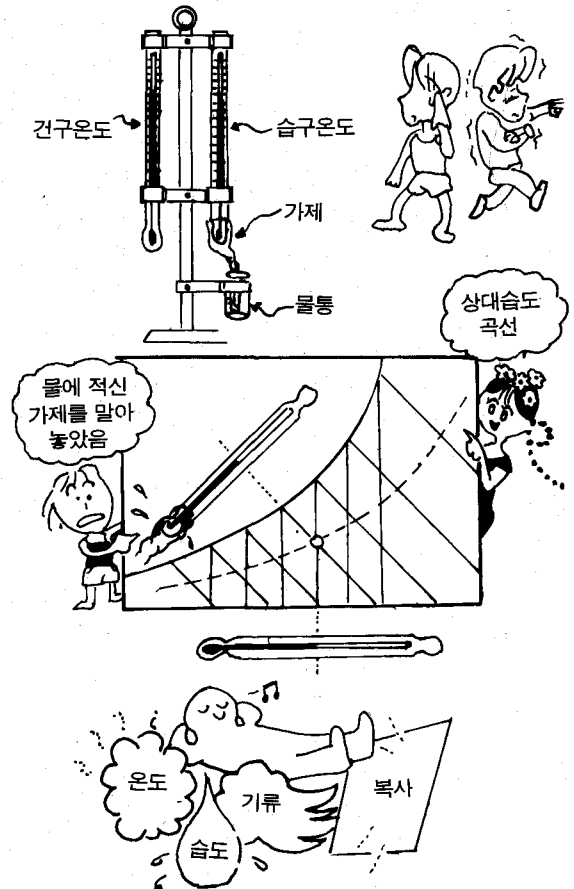
온도란 춥고 더운 정도를 표시하는 것으로 우리나라에서는 섭씨 온도「℃」의 단위로 표시하고 있다.

일반적으로 온도란 한난계(寒暖計)로 측정된 공기의 온도 즉, 건구온도를 말하며 영어로는 Dry Bulb의 약어 「DB」로 표시한다.

쾌적환경에서 제시하고 있는 건구온도의 범위는 17~28℃ DB이나 건구온도만으로는 공기 중의 수분의 상태는 나타낼 수 없으며 또한 인간이 느끼는 쾌적감도 판단하기가 어렵다. 따라서 공기조화에서 사용하는 온도는 건구온도, 습구온도, 유효온도, 복사온도 등이 이용되고 있다.

습구온도는 WB로 표시되며 건구온도를 측정하는 온도계의 감온부에 물이 스며드는 가제를 감은 습구온도계에 의해 측정한다.

공기가 건조할수록 가제로부터 수분이 증발이 많아지며 이때의 증발열에 의해 감온부가 냉각되어 건구온도보다 낮은 온도를 나타내게되며, 건구온도와 습구온도를 알게되면 이에의해 상대



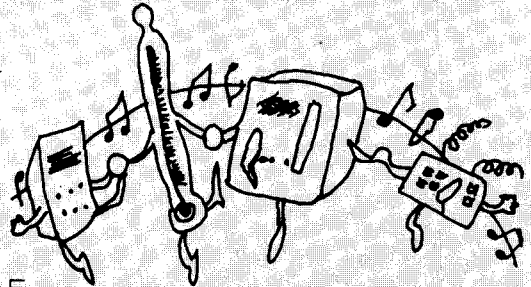
습도를 결정하고 공기의 습한 정도를 알 수 있다. 인간이 느끼는 추위, 더움, 쾌적함은 온도, 습도, 기류, 복사열의 4가지 물리적 조건의 좌우가 되며 이들을 쾌적성의 4대 요소라 한다. 또

한 쾌적한 감각을 표시하는 지표로서 체감온도를 유효온도(Effective Temperature) "ET"라는 기호를 사용하고 있으며 이는 공기조화에서 실내 기후조건의 표준지수로 사용되고 있다.

*** 온도센서(Sensor)**

온도를 측정하는 감온부를 온도센서라 한다. 일반적으로 온도계의 감온부는 온도변화에 따라 팽창 수축하는 액체(수은, 알콜 등)가 사용되고 있으나 자동화에 따른 자동제어에 사용되는 온도센서는 온도변화시 물리량이 변화하는 소자가 많이 사용되고 있다.

예를 들면 백금저항온도계(온도 → 전기저항), 써미스터온도계(반도체의 저항 → 온도 특성 이용), 열전대(온도 → 도전력), 바이메탈(온도 → 선폽창계수) 등이 있다.



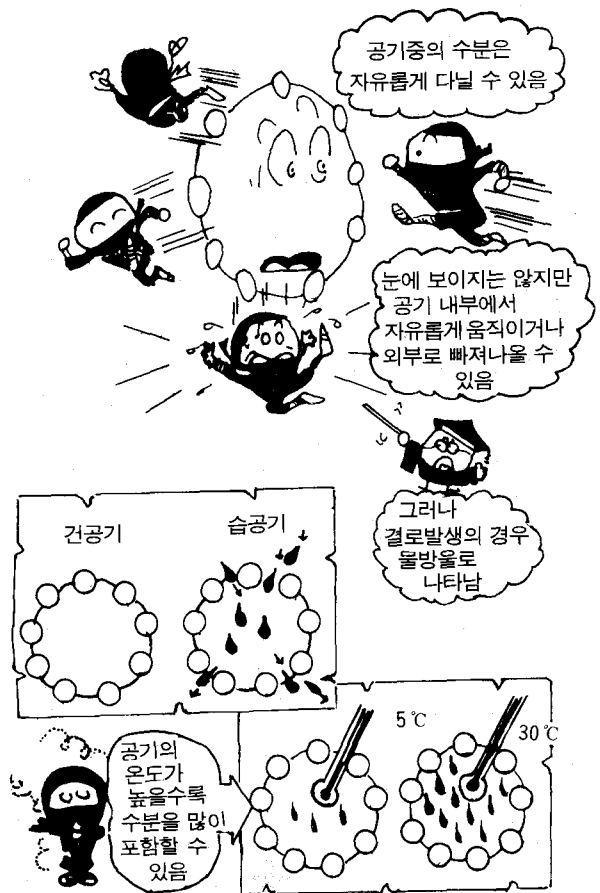
3. 공기의 조성

자연의 공기 또는 지구를 둘러싸고 있는 공기를 학문적으로 대기라 하며, 공기조화 분야에서는 대기를 외기 또는 신선공기라고 말하고 있다. 공기는 질소, 산소가 주로 구성되어져 있으며 이중 산소는 대단히 중요한 요소라고 다음의 예로서 나타낼 수 있다.

「인간은 음식을 먹지 않고 5주간, 물을 마시지 않고 5일간 살 수 있으나 공기가 없으면 5분도 살 수가 없다.」

산소는 호흡에 의해 인체내에 흡입되어 헤모그로빈이라는 혈액중의 산소운반 매체에 의해 전체에 운반되어 인체의 신진대사와 활동기능의 중요한 역할을 하고 있다.

공기는 질소, 산소 등의 성분 외에 수증기라 하는 눈에 보이지 않는 수분을 약 1% 함유하고 있다. 질소, 산소 등의 성분비율은 지구상 어느 곳에서든 항상 일정하나 수분은 기후, 온도 등의 기상조건에 따라 복잡하게 변화하는 특징을 갖고 있으며 이와 같은 수분을 포함한 자연의 공기를 습공기라 하며 대기는 전부 습공기로 구성되어 있다. 습공기와 비교하여 수분을 전혀 포함하지 않은 상태의 공기를 건공기라 하며 이는 자연에는 존재하지 않고, 다만 공기조화의 계산



을 위하여 이론적으로만 사용되고 있다.

습공기의 수분을 포함한 비율은 자연 조건에 따라 변화하고 있으며 공기조화란 쉽게 말을 하

며 공기(건공기)와 수증기(수분)을 인위적으로 혼합, 조정하는 기술이라 말할 수 있다.

*** 공기의 조성**

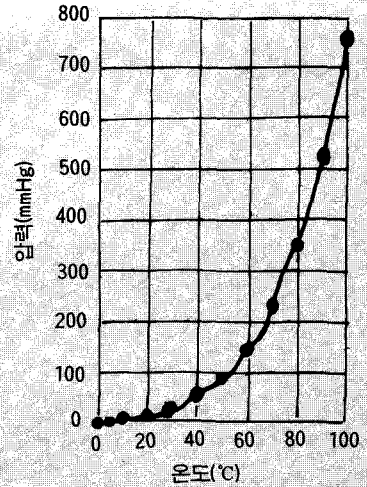
0°C 1기압의 건공기 조성은 다음과 같다.

	질 소	산 소	아르곤	탄산가스
용적조성	0.7809	0.2095	0.0093	0.0003
중량조성	0.7553	0.2314	0.0128	0.0005

그외에 일산화탄소는 네온, 메탄, 헬륨, 수소 등을 아주 적은 양을 포함하고 있다.

*** 온도가 높은 공기는 다량의 수증기를 포함한다.**

수증기의 압력(수증기 압력)은 우측의 그림과 같이 온도가 높아 질수록 수증기가 많아지며 100°C에서는 1기압이 되어 수증기만으로 구성되어지며 건공기는 없어지게 된다.



4. 상대습도

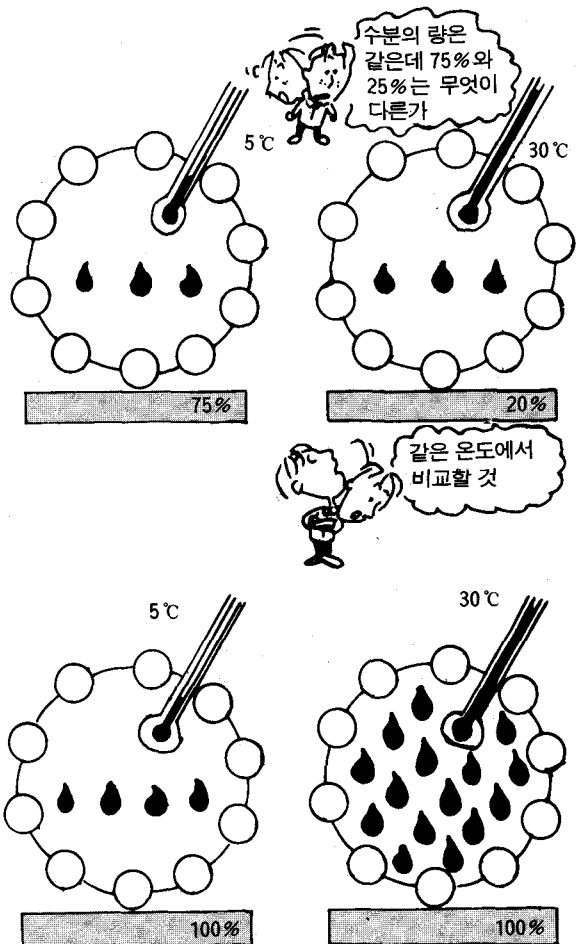
습공기중 수분의 포함정도를 나타내는 것을 습도라 하며 이는 절대습도와 상대습도의 2가지가 있다.

건공기 1kg중 수분이 몇 kg 포함되어 있는가를 숫자로 표시한 것을 절대습도라 하며 kg/kg의 단위로 나타낸다.

절대습도는 외기(신선공기)를 목적으로 공간에 공급하기 위하여 온도, 습도 등을 조정하는 조화공기의 가습량, 감습량을 계산하는데 사용된다.

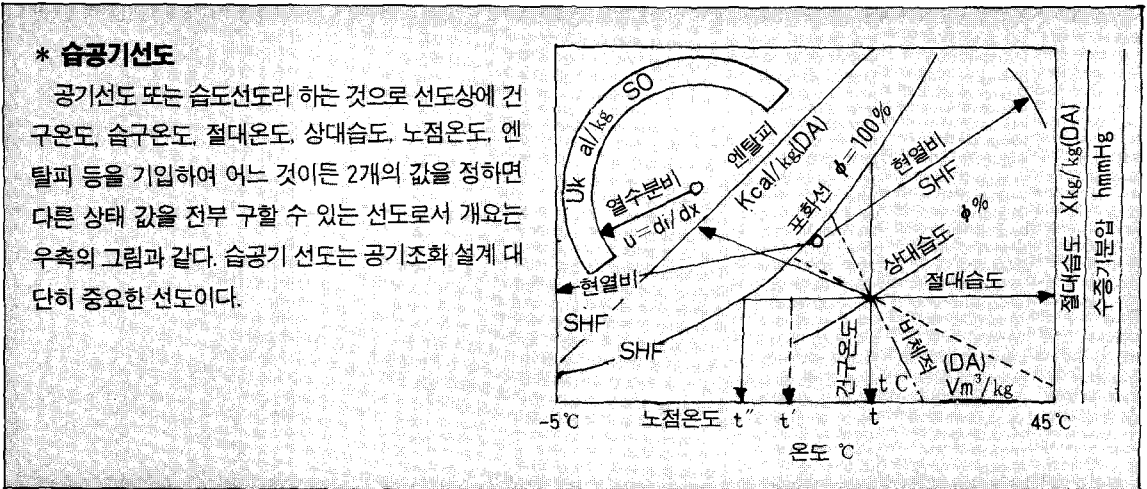
상대습도는 관계습도라고 하며 Relative Humidity의 앞문자로 「RH」의 기호로 표시되며 공기조화의 설계조건 등에 표시되고 있다.

습공기는 같은 1kg의 공기에서도 온도가 다른면 포함할 수 있는 수분의 양이 달라지며 온도가 높아질수록 다량의 수분을 포함할 수가 있다. 그러나 무제한 공기중에 포함할 수는 없고 각기 온도에서 포함할 수 있는 최대의 수분을 보유한 상태를 포화상태라 하며 이러한 상태의 공기를 포화공기 또는 포화 습공기라 한다. 1m³의 습공기 중에 포함된 수분의 중량(kg)을 같은 온도의 1m³의 포화 공기중 포함된 수분의 중량과 비교



하여 몇 % 인가를 표현한 것이 상대습도라 한다. 따라서 포화공기의 상대습도는 100%가 되며 상대습도는 50%는 50% RH로 표시된다. 공기조화에서의 상대습도 범위는 40% RH

이상 70% RH 이하 이나 설계 실내온습도 조건으로는 하절기 50~60% RH, 동절기 40~50% RH가 채용되고 있다.



5. 불쾌지수

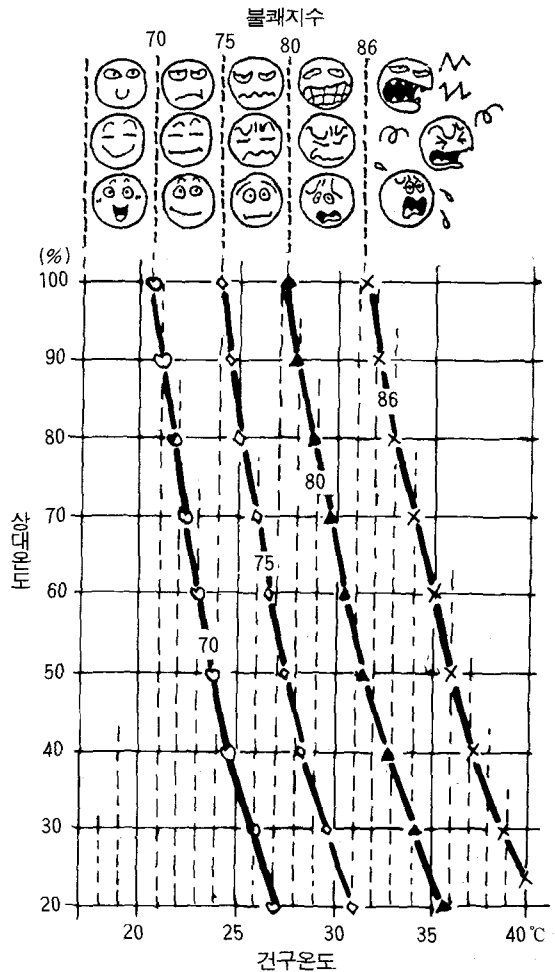
여름이 되면 텔레비전이나 신문의 일기예보에서 불쾌지수라 하는 단어가 자주 등장하게 된다. 인간이 무덥다(습도가 많은 상태)라든가 또는 건조하다 등을 표현하게 되는 것은 상대습도가 많고 적음에 따라 느껴지는 것으로서 절대습도와는 정량적으로 비례되지 않는다.

상대습도가 높을 경우 일반적으로 불쾌감을 느끼게 되고 온도(건구온도)와 상대습도의 정도에 따라 불쾌한 느낌의 정도를 공식을 이용하여 실험적으로 구한 값을 불쾌지수라 하며 하절기 온습도 조건의 감각지표로서 사용되고 있다.

6. 결로

공기속에 더이상 수분이 포함될 수 없을 때 이를 포화공기라고 하며 이상태가 되면 수증기의 증가량은 응축되어 물방울 상태로 변화하여 눈에 보이게 되는데 이러한 현상을 결로 또는 응축이라 하며 「땀을 흘린다」라고 이야기 하기도 한다. 이와같이 결로가 발생하기 시작하는 온도를 공기의 노점온도라 한다.

예를 들면 여름에 냉장고에서 차가운 맥주를 꺼내면 병의 표면에 물방울이 생기는 것을 경험



*** 히트쇼크(Heat Shock)**

냉난방시 실내공기 온도와 외기온도와의 차이가 큰 경우 실내용에서 외부로 나갈때 인체가 받는 충격과 심한 불쾌감을 말한다. 온도쇼크는 냉방시에는 콜드드래프트(Cold Draft)로서 온도차이가 3~5℃이상 난방시에는 온도차가 10~20℃ 이상일 경우 발생한다.

*** 불쾌지수의 정도**

불쾌지수	불쾌의 정도
86	참을 수 없을 정도의 불쾌감 (대단히 무더운 정도로 참을 수 없음)
80	모든 사람들이 불쾌감을 느낌 (더위로 인하여 땀이 나옴)
75	반수 이상의 사람이 불쾌감을 느낌 (보통 더위 정도)
70	불쾌감을 느끼기 시작함
68	쾌적함

불쾌지수=(건구온도+습구온도)×0.72+40.6

불쾌지수는 기류의 요소가 포함되어 있지 않아 불충분한 요소이며, 적합도는 70~90의 사이에서만 사용하며 그 이하는 사용되지 않는다.



하였을 것이다. 이는 맥주병 주위의 습공기가 노점온도 이하로 급냉각 되어 상대습도 100% 넘는 상태가 되어 초과된 공기중의 수증기가 결로되어 생기는 것이다.

가정에서 여름에 냉방시 옷장안에서 수분이 응축되어 이불이 눅눅해지거나 겨울의 난방시 유리창에 결로가 생기거나 물방울이 벽면과 바닥까지 흘러 피해를 당한 경험이 있는데 이러한 현상이 결로에 의해 발생된 것이다.

7. 기류

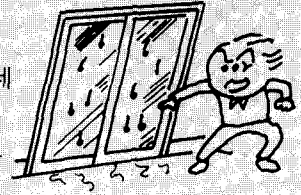
기류는 드래프트(Draft)라고도 하며 기류의 이동하는 속도를 풍속이라 한다. 기류의 풍속이 강할 경우 사람은 불쾌감을 느낄뿐만 아니라 체온조절 기능이 상실되어 건강장애가 발생하기도 한다. 기류가 0.1m/s 이하인 경우 전혀 바람이 없는 것으로 느껴지며 담배연기는 상당한 시간 동안 머리의 위쪽에 머물고 있는 등 환기가 잘 안되는 느낌을 갖게 한다.



*** 결로의 방지**

공기중의 수분은 노점 이하의 차가운 물질과 접촉하면 급냉되어 물방울을 만드는데 이것이 결로라 한다.

실내에 결로가 발생되면 여러가지 피해가 발생하므로 이에 대한 방지 대책이 필요하게 된다.



예를 들면 난방시 실내 유리표면에 결로의 생성을 방지하기 위하여 실내습도를 낮추거나 이중유리를 채택하여 단열효과를 높이는 것이 필요하다. 미국에서는 난방시 기습을 하지 않는 경우가 많으며 기습을 할 경우 아래의 표에서와 같이 실내습도를 낮게 유지하고 있다.

<건축구의 내측표면에 결로가 발생하지 않기 위한 실내의 상대습도>

열관류율 K (Kcal/mh °C)	외기 온도 (°C)						
	-10	-7.5	-5	-2.5	0	+2.5	5
6	22%	25%	29%	33%	38%	43%	48%
5	29	32	36	40	45	50	55
4	37	41	44	48	53	58	62
3	48	52	55	59	62	66	70
2	62	65	67	70	73	76	79
1	79	80	82	83	85	87	89

기류는 0.5m/s 이하로 규제하고 있으나 일반적으로 0.3m/s 정도가 되면 기류의 움직임을 느낄 수 있다.

최적의 기류상태는 사람의 활동상황에 따라 다르지만 사무작업의 경우 0.13~0.18m/s, 백화점, 쇼핑몰에서는 0.4~0.5m/s 정도가 적합하며 공기조화에서 실내에서 발생하는 기류 크기의 균등성을 기류분포라 한다.



기류가 없으면 땀이 증발하여 신체의 표면에 포화상태가 된공기층이 형성하여 주변의 상대습도가 낮아도 땀이 증발되지 않아 불편감을 느끼게 된다.

*** 이상적인 기류분포**

기류분포에 대하여 중요하게 고려하여야 할 사항은 직접 기류가 인체에 닿지 않도록 하는 것이다.

공조기로부터의 공급 공기는 취출구의 위치, 형상, 흡입구의 위치, 건축물의 구조 등에 따라 기류분포는 크게 달라지게되며 이러한 내용을 고려하여 이상적인 기류 분포가 되도록 하는 것은 그리 쉬운 일이 아니다.

아래의그림은 기류 분포의 예를 나타냈다. 이중 양호한 기류분포가 되는 것은 (a), (d), (f), (i)이다.

<실내의 기류분포>

