

## 1. 태양광 방사

### (1) 태양광 방사

태양은 반지름이 약 70만 [km]인 거대한 크기의 고온의 방사체이며 태양으로부터 지구대기층의 외각까지의 거리는 약 1.5억[km]정도이다.

지구를 둘러싸고 있는 대류권은  $N_2$ (78%),  $O_2$ (21%), Ar,  $CO_2$ , Ne, He의 기체와 이외에 수증기, 매연, 모래먼지 등으로 구성되어 있다.

대기권의 지구상의 높이는 10~15[km]정도라 한다.

태양광의 색온도는, 5,800[K]로서 태양에너지의 발산도곡선은 그림 1.1에서와 같이 파장이 0.4[ $\mu$ ]이하인 자외선(X선,  $\gamma$ 선 포함)의 성분비율이 11%, 파장이 0.4~0.7[ $\mu$ ]의 가시광선 40%, 파장이 0.7[ $\mu$ ]이상의 적외선 49%의 비율로 구성되어 있다. 그리고, 태양방사는 지구의 대기층을 투과하여 지상에 도달하는 사이에 대기에 의한 흡수, 산란 등으로 약 20~30[%]정도 에너지가 감소된다.

그런데, 태양광 중 단파장인 자외선(X선,  $\gamma$ 선 포함)쪽이 장파장인 가시광선, 적외선보다 많이 감소된다.

예컨대, 대기에 의한 직사일광의 파장별의 대기의 투과율을 보면 표 1.1에서와 같이 일광의 파장이 짧

아질수록 감소율이 많아짐을 알 수 있다.

표 1.1 대기에 의한 직사일광의 흡수

파장[nm]	투과율[%]
400	47.5
450	55.3
500	62.4
600	68.2
700	75.2
800	80.1

태양방사가 대기층을 투과하여 지표에 도달하는 방사에너지는 약 80[%]가 적외선이고 이 적외선의 80[%]는 10~20[ $\mu$ ]의 원적외선이므로 태양방사의 60[%]는 10~20[ $\mu$ ]의 원적외선이다.

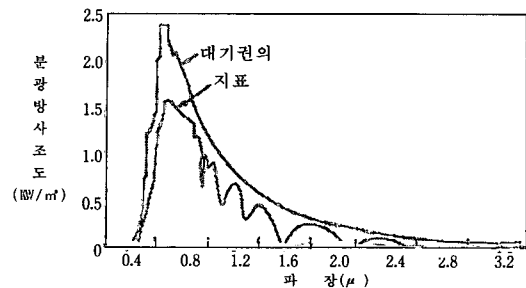


그림 1.1 지구에서의 태양광의분광방사 조도분포

태양광 방사중의 적외선은 대기 조성분의 적외선 흡수대에서 흡수되어 특정의 파장인 0.26~2.5[ $\mu$ ], 3.0~5.0[ $\mu$ ], 7~14[ $\mu$ ]만이 지표에 도달된다.

이 적외선 흡수대를 투과하는 파장영역을 일반적으로 「대기의 창」이라 부르며 이 파장의 적외선에 대하여 인체는 따스함을 느낀다. 그림 1.2에서 중요한 대기조성분의 적외선 흡수대를 나타낸다.

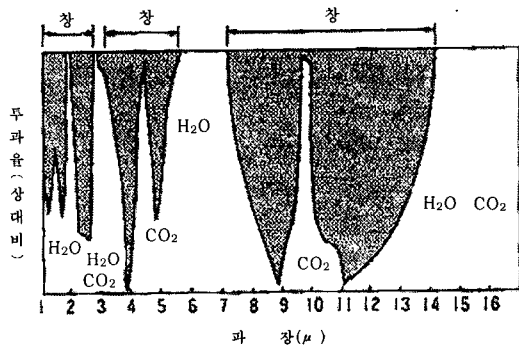


그림 1.2 중요한 대기조성분의 적외선 흡수대

그림 1.3에서 대기의 적외선 흡수스펙트럼을 나타낸다.

그림에서 파장 7.5~14[ $\mu$ ]의 원적외선은 대기의 투과율이 매우 높아서 그대로 지표상에 도달한다. 이 파장영역의 원적외선은 인체 및 생체에 매우 좋으므로 생육원적외선 이라고도 한다.

태양방사에너지 중에서 파장별로 자외선, 가시광선 및 적외선의 특성을 들면 다음과 같다.

① 자외선 : 광선보다 짧은 파장의 자외선은 대기권 외각에서 O<sub>2</sub>분자에 의해서 흡수되고, O<sub>2</sub> 분자의 광해리를 통한 광화학반응으로 O<sub>3</sub>를 생성한다.

O<sub>2</sub>가 흡수되지 못하는 비교적 장파장의 자외선은 O<sub>3</sub>분자가 흡수한다. 이렇게 하여, 생물에 해로운 자외선의 대부분은 O<sub>2</sub>나 O<sub>3</sub>에 의해 흡수되어 비교적 긴파장의 극히 소량의 자외선이 포함된 가시광선 및 적외선 만이 지표에 도달하게 된다.

② 가시광선 : 대기중의 N<sub>2</sub>나 O<sub>2</sub>등 공기 분자에 의해서 흡수됨이 없이 지표에 도달한 후 그의 일부분

은 녹색식물의 엽록체, 수초인 조류(藻類) 등에 의해 흡수되어 광합성에 이용되어 식량을 제공하고 광감각을 일으키게 한다.

③ 적외선 : 가시광선보다 긴파장의 적외선은 대부분 지상에 도달, 지표면의 무기체와 유기체의 물질과 상호작용을 한다.

적외선중에서, 비교적 짧은 파장 부위의 것이 사람에게 흡수되어 온열감을 주며 흡수한 물체의 온도를 상승시키는 온열 작용을 하고 있다.

공기의 주성분인 N<sub>2</sub>분자(약 78%), O<sub>2</sub>(약 21%)분자는 열선으로 작용하는 파장부위의 적외선을 흡수하지 않으므로 손실없이 지표에 도달한다. 그러나 수증기분자 H<sub>2</sub>O와 CO<sub>2</sub>분자 등은 열선부위의 적외선을 흡수하므로 다습의 CO<sub>2</sub>농도가 크게 오염된 공기의 온도는 적외선 흡수로 인해서 상승한다.

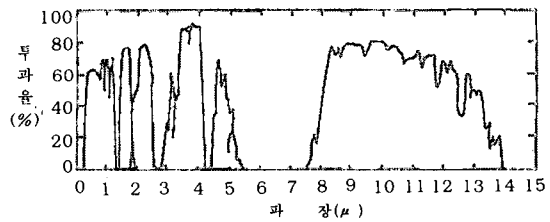


그림 1.3 대기의 원적외선흡수 스펙트럼

(2) 원적외선과 유기화합물

지구상에 20만에 달하는 유기화합물(인체도 포함)인 생체의 에너지 흡수가 6~12[ $\mu$ ]에 집약되고 있으며 이것이 인체에 좋은 원적외선 흡수대이기도 하다.

진화론적인 사고로 보면, 7~14[ $\mu$ ]의 소위 대기창을 통과하여 지표에 도달하는 적외선이므로 이 파장영역에 대하여 인체의 피부에 감수성이 높은 것은 당연하다.

한편 인체의 피부로부터 방사되는 적외선의 파장은 3~50[ $\mu$ ]이며 이 중에서 8~14[ $\mu$ ]의 파장의 적외선이, 인체로부터 방사되는 전방사에너지의 46%를 점유하고 있다.

인체의 피부는 3.0[ $\mu$ ], 6.0~10[ $\mu$ ], 12[ $\mu$ ]이상의

원적외선 영역에서는 전자파에너지를 잘 흡수하고 거의 반사되지 않는다. 그러나 가시광선은 반사한다.

## 2. 원적외선

### (1) 원적외선

원적외선은 전자파의 일종으로 가시광선보다 더욱 긴 장파장측에 나타나고 특히 강한 열작용을 갖는 방사선을 말한다.

적외선은 1800년 분광기를 사용하여 독일의 과학자 F.W Herschel에 의하여 발견되었다.

적외선의 파장대영역은  $0.76\sim 1,000[\mu]$ 의 범위로 규정하고 있으며 가시광선보다 파장이 길고 마이크로파 보다 파장이 짧은 전자파이다. 원적외선을 파장별로 근적외선, 중간적외선 및 원적외선으로 구분되며 국제조명위원회(C.I.E)에 따르면 다음과 같이 분류하고 있다.

근적외선  $0.78\sim 1.4[\mu]$

중간적외선  $1.4\sim 3.0[\mu]$

원적외선  $3.0\sim 1,000[\mu]$

그러나, 현재 산업적으로 이용되고 있는 원적외선은 파장이  $3.0\sim 30[\mu]$ 사이이며  $50\sim 1,000[\mu]$ 까지의 원적외선은 거의 이용되지 않고 있다.

지구상에 존재하는 모든 물체는 절대온도( $-273[^\circ\text{C}]$ )이상의 온도이면 적외선 방사체이다. 절대온도  $0[\text{K}]$ 에서는 모든 분자의 운동이 정지된다.

이 서적의 용지도, 불펜도, 책상도 의자도 그리고 입고있는 내의나, 양복도, 적외 방사체이다.

다시 말하면, 이 세상에 열을 갖지 않는 것을 무엇하나 존재하지 않으며 따라서 모든 물체는 열에너지를 갖고 특정파장을 방사한다.

발열체로부터 방사되는 열은 빛으로 되고, 전자파로 되며 그의 진동수는 열의 온도에 따라 다르며 진동수로 파장이 결정된다.

물체를 가열하면 물체의 온도가 올라가고  $600[^\circ\text{C}]$ 를 초과하면 적색을 띠고,  $1,400[^\circ\text{C}]$ 이상으로 되면 흰

빛을 발산한다.

적색광을 방사하는 것은 가시광선 방사체이고, 온도를 높이면 황색을 띠고, 청색으로 되고 백색으로 되며, 보이지 않고 자외선으로 된다.

적외선은  $600[\%]$ 이하의 온도대이며 저온대의 영역에 있다. 적외선의 파장은 장파장대이며 진동수는 적다.

진동수가 적은 것은 열에너지도 적고 저온대란 특징이 있다.

자외선에서는 파장이 짧게 되고 진동이 크며 열에너지가 커지면 고온대에서 방사된다.

우리들의 일상생활은  $600[^\circ\text{C}]$ 이하의 저온대에 있다.

가스불도  $600\sim 700[^\circ\text{C}]$ 이고, 욕탕의 온도는  $42[^\circ\text{C}]$  정도이고, 핀랜드 사우나에서는  $120[^\circ\text{C}]$ 를 넘지 않으며, 고기나 생선을 굽는 온도는  $280[^\circ\text{C}]$ , 튀김기름의 온도는  $180[^\circ\text{C}]$  정도이고, 공조는  $20[^\circ\text{C}]$  전후이다.

이와 같이, 일상생활에 접하는 온도대는 기껏해야  $280[^\circ\text{C}]\sim 20[^\circ\text{C}]$ 이며, 원의 반위측으로 방사파장을 계산하면  $5.2\sim 11.5[\mu]$ 에 집약되고 있다.

이로부터, 우리주위의 물체 표면온도는 저온대에 있으며, 원적외선영역에 있다.

그러므로, 표면에 온도를 갖는 물체로부터 방사되는 원적외선은 미량이다.

우리 인체의 온도는  $36.5[^\circ\text{C}]$  정도로서 발산최대파장은  $9.4[\mu]$ 이다.

원적외선의 방사체로서 우리 신체로부터  $44[\%]$ 의 열이 방출되고 있다.

### (2) 원적외선과 분자운동

물체의 분자운동은, 절대온도  $0[\text{K}](\sim 273[^\circ\text{C}])$  이하에서는 완전히 정지된다.

물체의 온도가 절대온도  $0[\text{K}]$  이상의 온도대에서는, 분자가 공진을 하며, 운동을 시작한다.

즉 원적외선의 특정파장대의 진동수가 물체의 분자운동의 진동수에 공진작용을 일으킨다.

반대로, 분자는 온도가 낮아지면은 분자의 활동이 둔화되어 간다.

운동이 나빠져간다. 진동의 산은 커지고, 움직이는 속도는 늦어진다. 그 때문에 분자와 분자의 충돌하는 기회가 적어진다.

열과 에너지는 분자와 분자의 충돌에 의하여 일어나기 때문에 분자의 충돌의 기회가 적어진다는 것은 열에너지의 발생이 억제되는 것과 같다.

고온이나 저온에서도, 대상물체의 표면 및 중심부를 신속히 처리하기 위해서는 내부의 자기발열이 필요하다.

이는 원적외선에서는 가능하다.

원적외선 활용의 요점은, 대상물체가 요망하는 과정을 여하히 선택적으로 방사할 수 있는가에 있다.

분자에 공진운동을 일으켜서 관리하는 범위에서는 특정파장대의 원적외선 방사체의 활용의 효과를 올릴 수 있다면 생체관리, 식품관리 등, 물체의 내부관리를 하는 범위에서 뛰어난 효과를 발휘한다.

인간의 건강관리에 크게 기대를 갖는 것은 당연하다.

### 3. 원적외선의 발생

#### (1) 원적외방사의 발생

물질은 그의 온도가 상승하면, 그것을 구성하고 있는 분자나 원자가 여기상태로 된다.

그러나, 여기상태는 불안정한 상태이며 분자나 원자는 에너지를 방출함으로써 안정한 상태로 되돌아가려고 한다.

이때에 방출되는 에너지는 전자파로서 방출된다.

이 현상을 열방사라하며 주로 분자내의 여기에 기인한다.

원자는 양전하의 원자핵을 중심으로 몇 개의 정해진 궤도상을 돌고 있으며, 한 궤도에 수용되는 전자의 수는 파우리(Pauli)의 배타율에 따라서 정해지고 있다.

이 전자의 궤도를 셸(shell)이라 하며 원자핵에 가까운 안쪽으로부터 바깥쪽으로 향하여 각각 K, L, M ... 라 부른다. K를 n=1, L을 n=2 ... 하면, n=i 차례의 셸에 수용될 수 있는 전자의 최대수는  $2i^2$ 개이다. 셸(궤도)의 에너지는  $K < L < M$  로 커지며, i 번째의 셸의 에너지는  $W_i$ 는

$$W_i = \frac{-2\pi^2 me^4}{i^2 h^2} \quad (3.1)$$

여기서, m: 전자의 질량

e: 전자의 전하

h: 플랑크의 정수

일반적으로, 전자는 이와 같은 조건을 충족시키면서 에너지가 낮은 궤도로부터 순차적으로 메우고 있으며 이 상태를 정상상태라 한다.

정상상태에 있는 원자에 가열, 방전(전자, 이온 및 원자의 충돌), 전자파 조사등의 방법으로 외부에너지를 주면, 원자의 전자가 보다 에너지가 높은 바깥쪽의 궤도로 전위하여 원자는 일시 높은 에너지의 불안정한 상태에 놓이는 여기 상태로 한다.

여기된 원자는, 외부로부터 자극을 받지 않아도 즉시( $10^7 \sim 10^8$ 초 정도) 낮은 에너지의 정상상태의 궤도로 이행하며, 그때 충돌 등으로 흡수된 외부 에너지를 복사로서 방사한다.

원자가  $W_2$ 란 에너지의 궤도로부터 낮은 에너지의  $W_1$ 의 정상상태의 궤도로 전위할 때 방사되는 복사의 파장  $\lambda$ , 또는 진동수  $\nu$ 는

$$\nu = \frac{W_2 - W_1}{h} = \frac{\Delta W}{h} \quad [s^{-1}] \quad (3.2)$$

따라서 파장  $\lambda$ 는

$$\lambda \nu = c \text{ 이므로}$$

$$\lambda = \frac{c}{\nu} = \frac{hc}{W_2 - W_1} \quad [m] \quad (3.3)$$

여기서 c: 광속도( $3 \times 10^{10}$  [cm/s])

h: 플랑크상수( $6.547 \times 10^{-27}$  [erg.s])

과잉된 에너지( $W_2 - W_1$ )가 많으면, 복사의 파장은 짧고 적으면 파장은 길어진다.

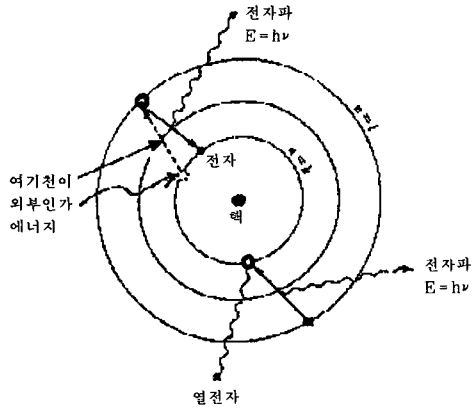


그림 3.1 전자전이와 열방사

원적외선방사는, 물체가 그리 고온이 아니더라도 절대온도 이상에서는 어떠한 온도에서도 발생한다.

적외선 방사에는 열방사 외에 냉방사가 있다.

냉방사는 열에너지 이외의 자극인 빛, X선, 가속 전자 등을 가함으로써 분자가 특정의 에너지레벨로 여기된 후, 다른 낮은 에너지 레벨로 이행할 때, 양 에너지레벨의 차이의 에너지를 특정파장의 방사에너지로 방사하는 것이다.

이런 종류의 적외방사원으로는 Hg, Xe, Ce, Na 등의 방전등이나 CO<sub>2</sub>레이저 등이 있다.

냉방사에서의 방사파장은, 0.8~2.5[ $\mu$ ]이고, 열방사에서의 방사파장은, 1~50[ $\mu$ ]으로서 산업적 이용에는 주로 열방사가 이용된다.

그리고, 냉방사에 의한 방사효율은 경우에 따라서 변환손실이 크므로, 방사원으로서의 효율면에서 보면 열방사의 쪽이 고효율이다.

## (2) 가열, 비가열 원적외 방사

### ① 가열 원적외 방사

원적외선의 발생은 물체의 온도방사에 의한 것이다.

물체의 온도가 상승됨에 따라, 그 물체로부터 방사되는 적외선의 전방사에너지는 물체의 절대온도의 4곱에 비례하여 가속적으로 증대하고, 그의 방사 스펙트럼 분포에서, 최대에너지 밀도에 상당하는 파장은 단파장쪽으로 이동되어 가는 것을 온도방사의 법칙으로 표시되었다.

따라서, 원적외선을 발생시키려면, 물체를 어떠한 방법으로든, 타의 열원으로부터 직접가열하거나, 또는 열매체를 통하여 그것으로부터 유효한 적외선 방사를 발생시키는가의 방법이 있다.

물체로부터 적외선이 방사되는 메카니즘은, 물체를 구성하는 원자분자나 그의 집단의 진동이든가 회전이라는 운동에 의존하는 전자장의 진동파로서 방사되며, 그 외 발생에는 전술한 바와 같이 열방사와 냉방사의 2종류가 있다.

열방사는 원자 또는 분자의 열여기에 의하여 생기는 방사로 모든 물질은 절대영도(-273[ $^{\circ}$ C])이상의 온도이면은 그에 상당하는 열방사를 하고 있다.

따라서 원적외선영역에서, 높은 방사율을 갖는 물질을 적당한 온도로 가열하면, 원적외선 방사체를 실현할 수 있다.

냉방사는 원자 또는 분자가, 특정의 에너지레벨로 여기된 후에 다른 낮은 에너지레벨로 전위할 때, 이 2개의 에너지레벨의 차의 에너지를 방사에너지로 방사하는 것이다.

보통 저기압체 중에서 방전 등에 의하여 발생하는 방사에너지이다. 이 열방사와 냉방사의 적외선 방사체의 대표적인 것을 다음 4장의 표 4.5에서 나타낸다.

전술한 바와 같이 냉방사에 의한 방사효율은 경우에 따라서 변환손실이 크므로 방사원으로서의 효율면에서 열방사쪽이 고효율이다.

열방사중에서도, 고체와 기체에서는 방사스펙트럼에 차이가 있으며, 고체에서는 고온에서 가시광선영역으로부터 적외선영역에 걸쳐서의 연속 스펙트럼으로 된다.

### ② 비가열 원적외방사

열이란, 미시적으로, 물질을 구성하는 분자의 진동 등의 운동에너지이므로, 절대온도가 아닌이상 분자는 운동하고 그것으로부터 많거나 적은 원적외선을 방사한다.

온도가 낮으면(상온역) 원의 법칙에 따라서 적외선영역에서의 최고방사 강도를 갖는 중심파장영역에 위치하고 온도가 높아짐에 따라 단파장측으로 이행하며 더불어 방사량은 지속적으로 많아진다.

#### 4. 원적외선 발생에 관한 제법칙

##### (1) 킬커프의 법칙(Kirchhoff's Law)

일정온도에서의 동일한 파장의 방사선에 대한 물질의 흡수능력과 방사능력의 비는 물질의 성질에 관계없이 온도에만 의존하여 일정한 값을 갖는다는 법칙을 킬커프가 발견하여 이것을 킬커프의 법칙이라 한다.

일반 물체와, 이것과 동일온도의 흑체와의 양자에 대한 방사 발산도와 그 물질의 흡수율과의 비의 값은 이 법칙으로부터 같다고 놓을 수 있다.

즉 동일온도, 동일파장에서는 다음식이 성립된다.

$$\frac{\text{물체의방사발산도}}{\text{물체의흡수율}} = \frac{\text{흑체의방사발산도}}{\text{흑체의흡수율}} \quad (4.1)$$

흑체의 흡수율은 1이므로, 이것을 변형하여

$$\frac{\text{물체의방사발산도}}{\text{흑체의방사발산도}} = \text{물체의흡수율} \quad (4.2)$$

이 얻어진다. 좌변은 그 물체의 방사율이므로 동일물체에 대하여

$$\text{방사율}(\epsilon) = \text{흡수율}(\alpha) \quad (4.3)$$

로 된다. 어느 파장의 원적외선을 잘 흡수하는 물질은 동시에 그 파장의 원적외선 방사를 잘하는 물질

이라는 것을 알 수 있다.

##### (2) 스테판-볼츠만의 법칙 (Stefan-Boltzman's Law)

볼츠만은 빛의 전자파설을 응용하여 이론적으로 이상흑체의 방사가 방사하는 전체에너지 S는 그 흑체의 절대온도 T의 4제곱에 비례한다는 법칙을 유도하고, 이는 이전에 스테판에 의하여 최초로 제창된 것이므로 스테판-볼츠만의 법칙이라 한다.

$$S = \alpha T^4 \quad (W \cdot m^2) \quad (4.4)$$

여기서  $\alpha$ 는 스테판-볼츠만 상수로  $\alpha = (5.697 \pm 0.0029) \times 10^8 [W \cdot m^{-2} \cdot K^{-4}]$ 이 법칙은 온도가 높아질수록 가속적으로 막대한 에너지가 방출한다는 뜻을 갖고 있다.

##### (3) 원의 변위측(Wien's Displacement Law)

온도에 의하여 방사되는 에너지의 중심파장이, 어떻게 변화하는가를 설명하는 것이 원의 변위측이다.

이 법칙은 최대강도의 방사의 파장  $\lambda_m$ 은, 절대온도에 반비례한다는 것이다.

$$\lambda_m = 2897 / T \quad (4.5)$$

즉, 온도가 낮을 때에는 눈에 느끼지 않는 원적외선, 적외선의 방사가 주체로 되어있고, 온도가 높아짐에 따라 점차 눈에 느끼는 가시광에 방사의 중심이 이동하여 간다는 것이다.

다시 말하면, 손을 근접시키거나 닿아서 따스하다고 느낄정도의 방사선은 눈에는 아무것도 느끼지 않지만 온도가 500[°C] 600[°C]로 높아짐에 따라서, 검붉게 느껴지고, 다시금 1,000[°C], 1,300[°C]로 높게되면 흰빛을 띠고, 또한 푸른기가 있고, 희다고 느끼는 현상을 설명하고 있다. 이것으로부터, 빛나는 태양의 표면 온도는 약 5,800[K]로 계산된 것이다.

(4) 플랑크의 방사법칙(Plank's Radiation Law)

방사되는 에너지의 분포상태를 설명하는 것으로 플랑크의 법칙(분포식)이었다.

이것은 흑체의 온도방사에서 그의 분광방사가 온도와 더불어 변화함을 나타낸 것이다. 파장  $\lambda$ 의 분광방사속의 발산도  $S_\lambda$ 는 온도  $T$ [K]에서

$$S_\lambda = \frac{C_1 \lambda^{-5}}{e^{\frac{C_2}{\lambda T}} - 1} \quad (4.6)$$

여기서,  $C_1=3.7418 \times 10^{-22} [W \cdot \mu m^2]$

$$C_2=1.4388 \times 10 [m \cdot K]$$

이것이 플랑크의 방사법칙이다.

이 플랑크의 분포식의 파장 0으로부터 무한대까지 적분하면 스테판-볼츠만의 법칙과 일치하고, 또한 미분하여, 그때의 미분치를 0으로되는 값을 구하면, 원의 변위측으로 된다. 그림 4.1에서의 각온도에서, 흑체로부터 방사되는 에너지 곡선과 같이 스테판-볼츠만의 흑체가 방사하는 전체에너지  $S$ 는, 그 흑체의 절대온도  $T$ 의 4제곱에 비례하여 커지고, 또한 흑체의 온도가 높아질수록, 방사곡선의 산은 높아지고, 최대강도의 방사에너지 파장  $\lambda_m$ 는 온도에 반비례하여 짧아진다는 원의 변위측을 나타낸다.

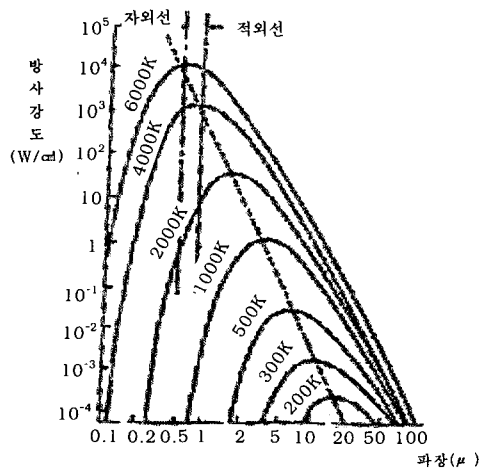


그림 4.1 각종 온도에서의 흑체방사 에너지 밀도

5. 원적외선의 특징

원적외선은 전자파중에서 파장이 3~1,000[ $\mu$ ]사이의 파장영역을 말하고 있으나 산업적으로 응용되는 파장은 3~30[ $\mu$ ] 사이에 상당하는 부분만이고, 이 파장영역의 광량은 0.5~0.04eV의 적은 에너지로서 거의 화학작용은 없다.

원적외선의 물성으로는 방사, 공명흡수작용과 심달력이 있다.

(1) 방 사

열의 전달방식으로는 대류, 전도 및 방사의 3가지가 있으나, 원적외선은 방사로 열을 전달한다.

원적외선은 전자파의 일종으로, 직진성, 굴절, 반사 등의 광학적 특성이 있고, 열의 매체가 불필요하며, 열원으로부터 직접 전자파가 방사되어, 상대 물체에 조사되어 즉시 열로된다.

그러므로, 도중의 공기나 진공에 관계없이 공간을 통과하여 광선과 같이 전달되므로 예컨대, 표면온도가 5,800[K]인 태양으로부터의 열에너지가 이 지구상으로 전달되는 것은 태양방사에 의한 것이다.

열의 전도나 대류의 경우는 열의 이동량이 쌍방의 온도차의 함수인것에 대하여 방사의 경우는 전자파의 형태로 빛과 동일한 속도로 직접가열 물체에 흡수되어 그의 이동량은 쌍방의 온도의 4제곱의 차의 함수로 되어 있다.

따라서, 온도차가 클 경우는 방사에 의하여 열을 전달하는 방식이 유리하다.

(2) 공명흡수작용

각 물질을 구성하는 여러 분자의 구조는 그 원자의 질량구조상의 집합방식이나 배열의 상태 그리고 집합력의 차이로부터 특유의 진동과 회전의 주파수를 갖고 있다.

그림 5.1에 원자간의 진동운동의 예를 나타낸다. 따라서 분자가 실제로 진동하는 진동수는, 분자의 구

조에 의하여 특정의 값으로 결정된다.

원적외방사를 고분자물질의 분자에 조사할 때, 방사에너지의 진동수와 분자의 진동수가 일치하며, 일종의 공명흡수상태로 되어 분자는 원적외방사 에너지를 흡수하여 진동이 활발해진다.

그 결과 물질의 온도가 상승하게 된다.

이 현상을 공명흡수현상이라 한다.

진동수가 일치하지 않는 영역의 방사에너지는, 물질 표면에서 반사되든가 물질중에서 흡수되지 않고 투과하므로 에너지의 흡수에는 기여하지 않는다.

이것이 원적외방사에 의한 가열메카니즘이며 고분자물질에 한정되지 않고 원적외 흡수물질의 모두에 들어 맞는다.

다시말하면,

그림 5.1는 분자내 어떤 진동수(파장)를 갖는 원적외선이 투사될 경우 그것과 동일한 진동수로 진동하고 있는 분자가 분자중에 있다면, 그 분자는 원적외선 에너지를 흡수하여 분자운동이 더욱 격렬해진다.

이것이 「공명흡수현상」이며, 이러한 공명흡수현상이 일어나면 원자간의 운동이 활발하게 되어, 이 운동에너지는 대부분 열로 변하고, 일부는 활성화 에너지로 변하여 분자가 활성화된다.

그러나, 해당되는 진동수를 갖는 분자가 없을 경우에는, 원적외선을 흡수되지 않은채, 분자를 통과하거나 반사하므로 공명흡수현상이 일어나지 않는다.

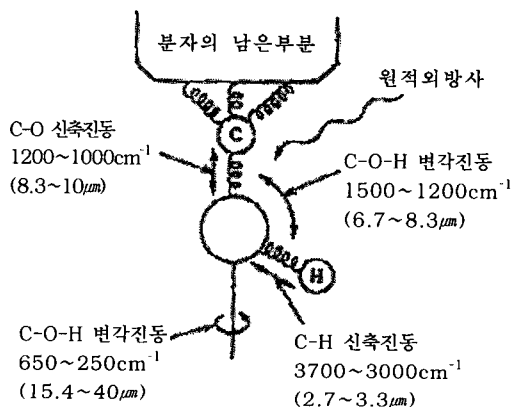


그림 5.1 원자의 진동운동

지구상공을 둘러싸고 있는 공기, 즉 산소나 질소 등의 화합물이 적외선에 불활성인 것은, 우리 인류나 생물의 진화 및 생존에, 얼마나 유용한 것인가를 생각할 때, 자연의 구성에 경이로움을 느낀다.

그리고, 각종물질에 원적외선을 투사할 경우, 공명흡수가 일어나는 방법은 그 물질마다 분자의 결합상태가 다르므로, 각각의 특징이 있으며, 그 고유의 적외선 흡수 스펙트럼을 나타낸다.

그림 5.2에 각종물질의 적외선 흡수 스펙트럼의 예를 나타낸다. 이 그림으로부터 유기물질이 원적외선 대역에서 공명흡수를 일으키는 것이 명백해지며, 유기분자의 경우, 적외선 흡수 스펙트럼이 나타나는 것은 파장범위가 3~1,000[μ]이며, 근적외선 영역에서의 흡수는 거의 영에 가깝다.

지구상의 20만에 달하는 유기화합물의 에너지 흡수대가 6~12[μ] 에 집약되고 원적외선 범위가 3~1,000[μ]이므로 공명흡수작용이 일어나고 이 경우에 유기물의 내부와 외부층이 동시에 온도상승을 한다.

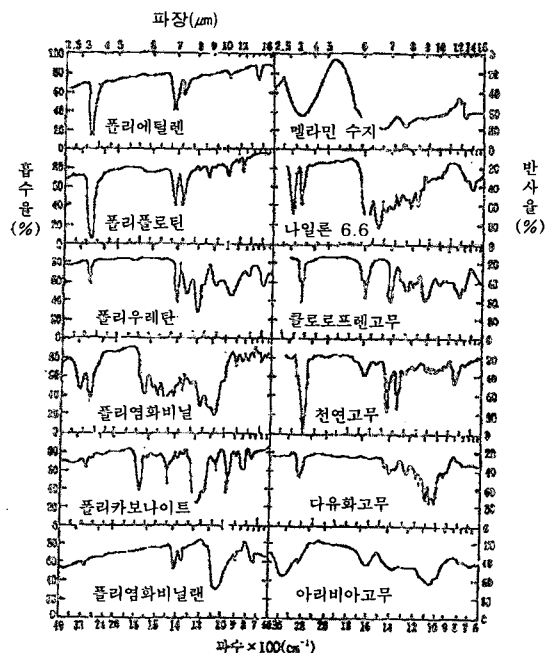


그림 5.2 각종 물질의 원적외선 영역에서의 분광흡수 특성



### (3) 침투력

인체에 대한 침투력은 파장의 평방근으로서

$$\text{침투력} = \sqrt{\text{파장}} \quad (5.1)$$

이다. 즉 조사되는 방사에너지의 파장이 4배가 되면 침투력은 2배로 되어 체중 깊이가 들어간다.

따라서, 파장이 짧은 근적외선은, 파장이 긴 원적외선에 비하여 침투력이 떨어진다.

유기체인 인체내에 공명흡수현상이 일어나면, 분자내에 커다란 에너지가 발생하여 그의 대부분이 열로 변하고 일부는 활성에너지로 변하여 분자가 활성화된다.

인체는 체온이 평균 36.5[°C]인 일종의 천연열원으로, 즉 천연의 생물학적 적외선 방사원이다.

인체 피부의 투과력은 공명흡수의 경우 30~50[mm]로서 공명흡수가 아닌경우는 1~2[mm]에서 흡수되고 나머지는 반사된다.

## 6. 원적외선의 주요효능

### (1) 물의 활성화

물분자의 진동과장대인 10[μ]전후의 원적외선이 물에 조사되면 공명흡수현상으로 물의 분자집단인 클러스터가 적어지고 또한 물분자의 운동이 빨라져서 물분자가 활성화되며, 이러한 물은 맛이 있다.

물은 물분자(H<sub>2</sub>O)의 5~12개의 종합된 형태로 연결된 분자집단(Cluster)이며, 이 물의 분자집단이 외부로부터 원적외선, 초음파, 자계 등의 자극을 받으면 공명흡수작용으로 물분자운동이 활발해져서 물분자집단이 적어지고 활성화된다.

### (2) 생체효과

생체는 대부분 물과 단백질로 이루어져 있으며 수분이 75[%]정도이다.

물이나 단백질을 이루는 유기화합물의 분자운동의 진동과장대가 조사되는 원적외선의 과장대와 동일한 경우 생체는 활성화된다. 유기화합물의 흡수스펙트럼은, 6~14[μ]의 과장대에 집약되고 있다. 광선이나

근적외선 등은 생체에 흡수되지 않고 반사되지만 원적외선은 흡수되어 침투력에 의하여 생체내에 침투, 자기 발열을 일으켜 온열효과 및 발한효과를 가져온다. 이 작용으로 미세혈관 확장, 혈액순환촉진, 조직의 활성화, 신진대사의 촉진, 노폐물 및 유해금속 등을 체외로 배출시키므로 생체조직의 재생력을 넓히고, 넓게 생육촉진에 현저한 힘을 발휘하여 생동적인 건강상태가 초래된다.

### (3) 해취효과

원적외선은 공기를 음이온화 시키므로, 취기의 주범인 물질의 양이온을 중화시켜 냄새를 제거한다.

### (4) 숙성

숙성이란, 식품의 단백질, 지방, 탄수화물 등의 효소, 미생물 등의 작용으로 부패함 없이 분해되어 특수한 향미를 띠는 상태를 말한다.

원적외선의 조사로 식초에서는 균의 증식이 활발해지거나 균자체가 활성화되고 또한, 된장에서는 효모 및 유산균이 각종 효소작용으로 숙성이 진행되는 등, 원적외선은 물을 활성화시킴으로써 수화성이 높아져 숙성을 촉진시킨다고 보고 있다. 예컨대, 과실주의 숙성은 자연상태에서 2개월이 필요하지만 원적외선 조사로 1일만에 숙성된다.

### (5) 생육촉진

원적외선으로 처리된 활성화된 물은 식물의 성장을 촉진시킨다.

물분자의 진동은 높아지고 마찰이 일어나며 물의 응집이 세져서 물은 상승한다. 식물의 성장은 모세관현상에 의한 대사활동이 활발하게 되면, 뿌리는 액비를 힘차게 빨아 올려서 보다 성장이 촉진된다.

화초의 성장도 빠르고 꽃잎도 오래 지속된다.

### (6) 에너지 절약

원적외선은 침투력이 뛰어나서 물질내부에 깊숙이 침투하여 심부에서 자기 발열을 일으키고, 내부가 균

일하게 가열되므로 도로, 식품, 인체 등의 효율적인 가열이 가능하며, 가스, 전기 등에 의한 방법보다 경제적인 효과를 얻을 수 있다.

적산전력에 외함의 도장건조에 종래의 적외선 전구로를 원적외선 건조로로 개선한 결과 소비전력이 1/3로 감소되고 건조시간도 1/10로 단축되는 효과가 있었다.

◇ 著 者 紹 介 ◇



지 철 근(池哲根)

1927년 7월 17일생. 1951년 서울대 공대 전기공학과 졸. 1995년 서울대 대학원 전기공학과 졸(석사). 1957년 미국 케이대공대 대학원 수료. 서울대 대학원 전기공학과 졸(박사). 1983년 대한전기학회 회장. 현재 서울대 공대 전기공학부 명예교수. 기술사. 당학회 회장.