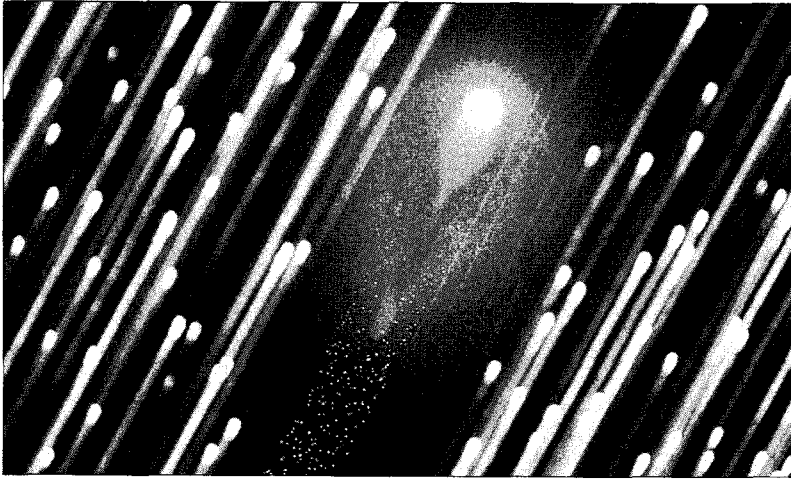


진화된 온돌 ; 원적외선 난방



김 정 흠 교수
고 려 대 학 교

피부온과 외기온차가 10°를 넘으면 그리워지는 난방

“사람의 체온이 37℃로 항온인 것은 살아남기 위한 유전자(DNA)의 작전이다”라는 말이 있다. 아시다시피 사람 몸의 내부온도는 약 37℃이지만 체표면에 가까와질수록 그온도가 내려가서 피층에서는 그 온도가 외기온도에 따라 크게 바뀐다. 따라서 정확한 체온을 재기 위해 선진국 병원에서는 겨드랑이 밑이 아니라 항문에 체온계를 꽂고 잤다.

예컨대 손가락의 피부온도의 경우 여름철 실온이 29℃일때는 32℃, 겨울철 실온이 7℃일때는 15℃정도로 내려간다고 한다.

그리고 겨울이나 가을철 체표면 각부위의 피부온도가 외기온

도의 차가 10℃를 넘게되면 난방이 그리워진다고 한다.

그 난방에는 큰 빌딩의 사무실에서 쓰고 있는 집중중앙난방(Central heating)방식처럼 공기 대류방식이 있는가 하면, 고온으로 복사열을 내어뿜는 난로(Stove)방식(복사 및 공기대류)도 있다. 또 우리나라가 세계에 사랑하는 온돌방식(열전도가 주지만 복사와 대류도 가미)도 있다. 그런가 하면 최근에 와서는 성에너지·청정공간(淸淨空間)·쾌적성 등등의 장점을 갖는 적외선난방방식도 보급되어가고 있다.

적외선복사란 무엇인가?

겨울철 별찌기에서 처럼 우리가 태양광선을 따뜻하게 느끼는 것은 가시광선 바깥쪽에 자리잡

고 있는 적외선(열선이라고도 함)때문이다. 이 적외선은 눈에 안 보이지만, 우리 눈에 보이는 가시광선 또는 라디오나 TV를 전달해주는 전파와 마찬가지로 전자기파(電磁氣波, Electro Magnetic Wave, EMW)의 일종으로서 물리학자들은 이 EMW를 복사(radiation)이라고도 부른다.

이 적외선은 편의상 근적외선·중적외선·원적외선 등으로 구분해서 쓰는데, 그 파장은 대략

- 가시광선 04 ~ 08μm
- 근적외선 08 ~ 25 μm
- 중적외선 25 ~ 6 μm
- 원적외선 6 μm 이상

(1 μm = 1 / 1000 mm)과 같다(학자에 따라 파장의 길이는 약간 달라지기도 한다).

열의 본질과 적외선

열의 본질(정확히는 온도의 본질)은 물체를 구성하는 분자나 원자 또는 결정의 격자사이 작용하는 힘에 의해서 이루어지는 진동(액체·고체)의 에너지 기체의 경우라면 기체분자의 무질서한 운동의 에너지에 의해 주어진다. (온도와 이 진동에너지는 서로 비례한다).

따라서 절대온도로 0도(-273.15℃) 이상의 온도를 갖는 모든 물질(절대온도로 0도 이하의 온도는 존재하지 않음으로, 이 말은 사실상 모든 물질이라 해도 무방)은 그 온도에 알맞는 진동의 상태에 있게 되어 있어 항상 그 온도에 알맞는 복사(전자기파)를

방출하고 있다. 방출된 이 복사의 총에너지는 절대온도(섭씨 온도 + 273.15℃)의 4승에 비례해서 커진다. (Stefun-Boltzmann의 법칙) 그래서 예를 든다면 동일 크기의 표면적에서 방출되는 총 열에너지는 실온인 27℃=(273+27) 절대온도(K)=300K 때 방출되는 에너지를 1이라 하면 627℃(절대온도 900K) 때는 34=81배(어둡속에서 불그스레 가열된 난로온도) 2727℃(3000K) 때는 104=1만배(백열전구의 필라멘트)와 같이 그 표면온도가 올라갈수록 그 절대온도의 4승에 비례해서 커진다.

예컨대 난로 표면의 온도가 2배만 올라가도 내어뿜는 복사열은 16배가 되어 몹시 뜨겁게 느껴

지는 것은 이 법칙 때문이다.

즉 모든 물체는 어느 경우건 그 온도에 알맞는 복사(이 안에 적외선도 들어 있다)를 방출하고 있다. 따라서 얼음마저도 그 측면에 복사열을 내뿜고 있다.

그런데도 왜 얼음옆에 가면 차갑게 느껴지는가?

그 이유는 이렇다. 예컨대 0℃의 얼음(얼음은 영하의 온도도 가질수 있다. 가장 높은 얼음의 온도가 1기압에서는 0℃일 뿐이다)이 내어뿜는 총 열에너지를 1이라하면, 32℃의 표면온도를 갖는 손가락이 내어뿜는 열 에너지는

$$\left(\frac{273+32}{273+0}\right)^4 = \left(\frac{305}{273}\right)^4 = 1.56$$

이 된다.

그래서 32℃의 표면온도를 갖는 손가락을 0℃의 표면온도를 갖는 얼음 가까이에 접근시키면 손은 얼음부터 1의 열을 받는 대신 얼음에게 1.56의 열을 방출하기 때문에 손가락은 계속 1-1.56=-0.56의 열에너지를 잃게 된다.

즉 손가락은 얼음에게 계속 -0.56의 률(率)로 열을 빼앗기기 때문에 얼음에 손을 대지 않고 가까이에 갔다 대기만해도 차갑게 느껴지게 된다.

겨울철 방안에서 잔등을 유리창 가까이에 접근시키면 으시시 추위를 느끼는 것은 이 때문이다. 반대로 겨울철 찬바람이 부는 날에도 햇볕을 쬐이면 따뜻하게 느껴지는 것도 이 원리때문이다.

빈의 법칙

다음으로 물체가 방출하는 복사는 그 온도에 따라 복사의 구성성분이 달라진다.

일반적으로 물체의 표면온도가 높을수록 파장이 짧은 자외선이나 가시광선 등이 많아지고, 표면온도가 낮아질수록 적외선이나 전파등 파장이 긴 복사쪽이 더 많이 나온다.

즉 어떤 주어진 온도 T(절대온도)에서 방출되는 복사중 가장 많이 나오는 복사의 파장을 λ라 한다면 T와 λ는 반비례한다.

이것을 빈(Wien)의 법칙이라 한다.

그래서 예컨대 태양표면(6000K)에서 방출되는 햇빛 즉 태양 복사중 가장 많이 나오는 복사는 그 파장이 0.4~0.8μm인 가시광선 인데 비해 실온(27℃=300K) 또는 인체(37℃=310K)에서 방출되는 복사중 가장 많은 것은 파장이

$$\frac{6000}{300} = 20\text{배}$$

나 되는 7~15μm인 원적외선이다. 그 대신 이 적외선의 총 열에너지는 태양광선에 비해 약 10만분의 1로 줄어든다.

바로 이 점을 주의하지 않으면 길거리에서 팔고 있는 원적외선 이용의 각종 기구의 효용성에 대한 과대선전에 넘어갈 위험성이 많다.

쉽게말해 원적외선이 효력을 발생하려면, 그 발사체 또는 방출체의 표면적이 넓어야지 손아귀

에 들어갈 정도(예컨대 컵받침, 양말 따위)의 표면적을 갖는 물체로는 방출되는 에너지가 너무도 적어 그 효력을 바라보기에 어렵도 없다.

화덕 안에서 구운 군고구마는 왜 맛있는가?

그 대신 표면적이 크거나, 또는 포물경을 이용해 어느 한 방향으로 집중시켜 집중 방출을 하게 하는 원적외선기구는 그 효용성을 믿어도 된다.

예컨대 드럼통 안에 숯불을 피우고 근 적외선 또는 원적외선이 다량나오는 700~800℃(약 1000K~1100K)의 온도환경에 놓여 있는 고구마구이(군고구마), 돌솥밥 등은 사방팔방에서 적외선이 집중적으로 조사되기 때문에 적외선의 심부 투과성 및 원적외선의 공명효과(원적외선의 파장은 생물체를 형성하는 고분자의 진동의 파장과 비슷해서 공명현상이 잘 일어나 고구마 내부까지 파고 들어가 고구마에게 열을 전달)로 맛있는 군고구마 또는 돌솥밥을 만들어 준다.

온돌도 원적외선 난방

원적외선 난방 또는 적외선 난방의 대표적 예로는

- (1) 열복사식 히이터 (전기식 또는 가스식)
- (2) 온돌 (바닥 난방방식) → 열 전도방식 적용
- (3) 자동차 제조회사들에서 쓰는 적외선식 페인트 건조장치

등이 있다.

(1)의 열복사식 히이터의 경우는 표면온도가 800℃~1000℃(약 1100K~1300K)로서 가장 많이 나오는 복사의 파장은 2~4μm으로서 근적외선과 중 적외선이 주가 된다.

이 열복사식 히이터에는 포물면을 갖는 반사경이 있어 방출되는 적외선을 집중시켜 어느 한 방향으로 평행한 복사를 보내기 때문에 스폿(Spot)난방으로서 아주 효율적이다.

(2)의 온돌의 경우는 온돌 바닥 온도를 18℃~34℃로 유지(34℃ 이상이 되면 저온화상을 입을 수 있으니 요주의) 시키기 때문에 주된 복사는 파장이 8μm~15μm인 원적외선이 된다.

이 온돌은 온돌바닥에 닿은 발이나 몸이 직접 전도에 의해 열을 전달받고, 요나 깔개가 없는 경우에는 복사 및 공기대류에 의해 방안 전체를 훈훈하게 만들어 주는 가장 이상적인 난방방법으로, 최근에 와서 그 개량형이 외국에서 많이 채택되고 있다.

(3)은 적외선으로 갓 칠한 페인트표면을 재빨리 말려 주는데 큰 도움을 주고 있다.

뉴 온돌

우리나라의 온돌은 열의 세가지 전달방식인 복사·대류·전도를 모두 동원한 가장 이상적인 난방방법인데 최근 외국에서는 이 온돌을 개량한 뉴 온돌이 여러가지로 개발되어 있다.

예컨대 서독에서는 20~30년 전부터 바닥 난방위주의 온돌을 벽식으로 확장한 것을 개발해 놓고 있다. 벽에도 온수파이프를 넣어 바닥뿐만 아니라 벽(특히 외부와 접유하고 있는 쪽 벽)까지도 18℃~34℃로 난방하고 있다.

또 일본에는 천정자체를 원적외선방출의 온돌로 만들고 있다. 천정의 경우는 온도를 54℃정도까지 올려서 열방출효율을 올리고 있다. (천정의 경우는 34℃가 넘어도 발이나 몸의 일부가 접촉되는 일이 없어 저온화상을 입을 위험성도 없다.)

또 최근에는 필요한 부분만 난방을 시켜주는 (Spot 난방) 형광등모양 (다만 그 크기는 60cm×5m×33cm)을 한 원적외선 난방장치를 천정에 매달므로서 천정 밀착식때 처럼 열이 천정 윗쪽으로 빠져나가는 것을 막기 때문에 열효율이 높게 하고 있다.

일반적으로 원적외선 난방은

- (1) 직접난방(복사식)이기 때문에 외기나 바람이 부는 곳에서 높은 난방효과(밖에서 햇볕을 쬐이는 것과 동일원리)를 올릴 수 있다.
 - (2) 사용 표면온도가 18℃~54℃이기 때문에 화상위험성이 없고,
 - (3) 원적외선이기 때문에 공기를 오염시킬 근심이 없고,
 - (4) 온풍장치가 있어 불결감이 없는 소위 크린난방을 할 수 있다.
- 등 여러가지 장점이 있다.