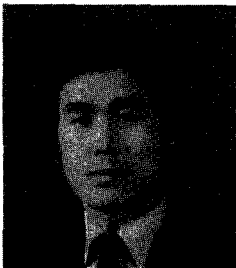


# 원적외선 난방의 이론과 실제 (I)

—가스 연소용 튜브히터를 중심으로—



글/김영호 <(주)정우하이텍 대표이사>

## 목 차

### 서 언

#### 제 1 장 원적외선

1. 적외선(赤外線, Infrared Ray)이란 무엇인가
2. 원적외선 난방의 원리
3. 원적외선 히터
4. 원적외선 난방의 장점

#### 제 2 장 원적외선 난방시스템의 설계

#### 제 3 장 원적외선 튜브히터 설치 및 운전

#### 제 4 장 적용사례

## 서 언

원적외선은 인류가 최초로 이용한 난방열원이다. 불을 사용하기 이전의 유일한 난방은 태양열을 받는 것이었으며, 그 태양열 중 인체를 따뜻하게 해주는 빛이 바로 원적외선이기 때문이다.

현대 과학에서는 이미 1920년대에 원적외선 난방이론이 정립되었으며, 1940년대에 들어와서는 미국에서 원적외선 튜브히터가 개발되어 층고가 높고 면적이 넓어 다른 난방시스템으로는 불가능했던 산업 및 상업용 건물의 난방이 가능해졌을 뿐만 아니라 복사난방의 대표적인 시스템으로 인정되고 있다.

우리나라의 경우는 '80년대 초반부터 원적외선 히터가 선보이기 시작했고, 극히 일부 공장건물에 사용된 실적이 있으나 아직까지 원적외선 난방시스템 자체에 대한 인식이 부족하고 이 분야에 대한 자료 또한 전무한 실정이다.

이에 필자는 수년간 외국(특히 미국)의 자료를 분석하고 현지를 답사함으로써 확인될 수 있었던 원적외선 난방시스템의 유용성을 토대로 하여 이론과 실제적인 내용을 다루어 보고자 하는 것이다.

지면이 허락하는 한 물리학적 측면의 기본이론으로부터 설계, 시공 및 운전과 사용상의 경제성에 이르기까지 원적외선 히터를 사용하는 복사난방 시스템의 전부를 대상으로 할 것이다.

본고에서는 여러가지 형태의 원적외선 히터 중에서 국내실정에 부합하고 설치 및 운전이 용이한 가스연소식 튜브히터를 중심으로 하였음을 밝혀둔다.

## 제1장 원적외선

### 1. 적외선(赤外線, Infrared Ray)이란 무엇인가

#### 1) 햇빛을 받을 때와 햇빛이 가려졌을 때

적외선은 전혀 새로운 것이 아니다. 이미 우리 일상생활의 거의 모든 분야에 적용되고 있는 것이며 적외선 난방은 유사 이래로 인류생활에 있어서 매우 중요한 요소였다.

추운 겨울날씨라도 양지쪽에서 햇빛을 받게되면 따뜻함을 느낄 수 있다. 그러나 구름이나 어떤 차단물에

의해서 햇빛이 가려지면 햇빛을 받을 때보다 추워진다.

이와같은 현상을 과학적으로 분석해보면, 주변의 공기온도가 변화되어서가 아니고 태양으로부터 오고 있던 복사에너지의 양이 줄어들었기 때문이다. 즉 사람이 태양으로부터 받고있던 열량보다 사람이 주위의 공기로 주는 영향이 더 많기 때문이다.

그렇다면 햇빛중에서 “사람을 따뜻하게 해주는 것이 무엇인가?” 하는 의문이 생긴다. 답은 원적외선(遠赤外線, Infrared Ray)이다.

지구의 막대한 열량은 태양으로부터 전달되는 적외선 에너지에 의한 것이다.

#### 2) 원적외선이란 무엇인가

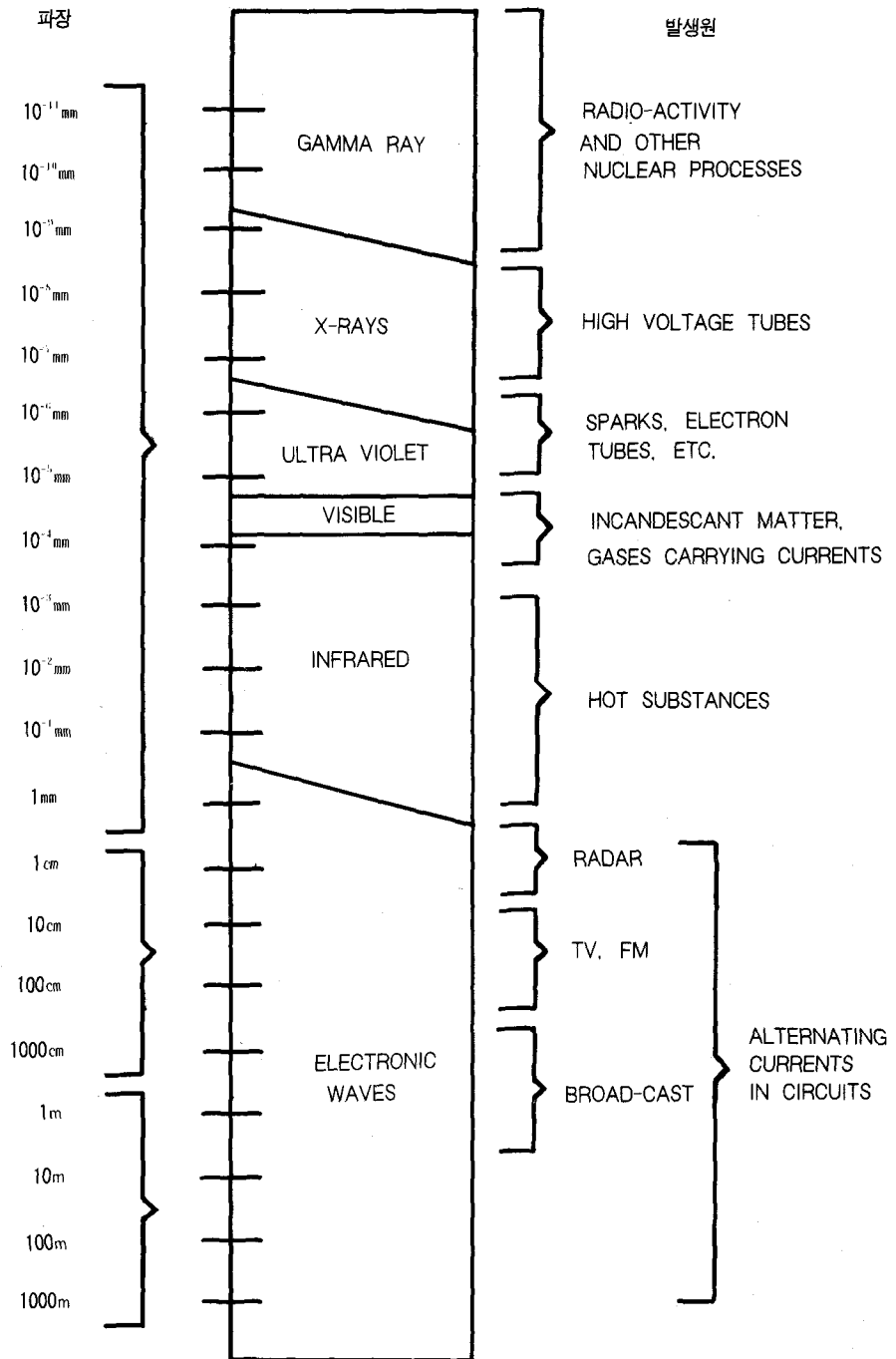
잔잔한 호수에 돌을 떨어뜨리면 돌이 떨어진 곳으로부터 물결이 일어나고, 이 물결은 점점 커지면서 사방으로 퍼져 나간다.

이 물결의 파(波, Wave)와 파 간의 거리를 파장(波長, Wave length)라고 하며, 파의 높이를 진동이라고 한다. 파장이 짧으면 진동이 크며 파장이 길면 진동수는 적다. 그리고 1초 동안에 발생하는 파의 수를 진동수라고 한다.

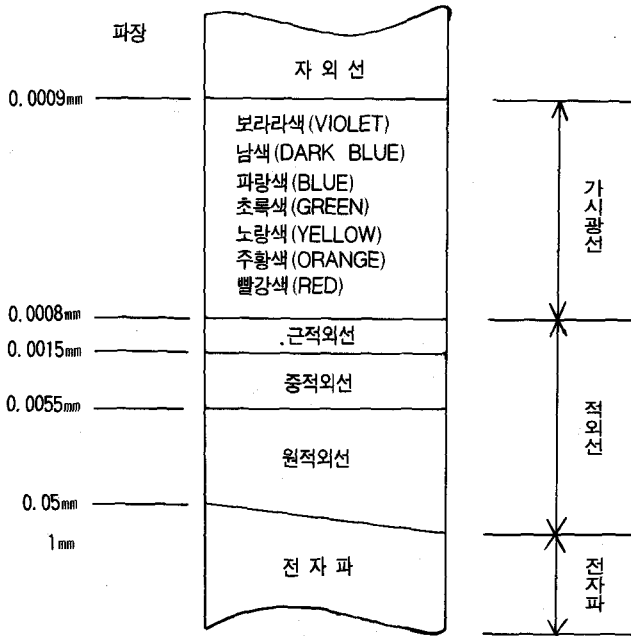
이와같은 예를 태양계에 적용시킴으로써 햇빛이 지구에 도달하는 원리를 이해할 수 있다. 즉 돌이 떨어진 곳이 태양에 해당하며, 태양으로부터의 빛은 물결처럼 파장 운동에 의하여 열원으로부터 우주 전체로 퍼져 나간다. 그래서 빛을 전자파라고도 부르는 것이다.

태양빛을 파장이 짧고, 진동수가 큰 순서로 배열해보면, <그림 1>에서와 같이 감마선( $\gamma$ -Ray), X선(X-Ray), 자외선(紫外線, Ultra Violet), 가시광선(可視光線, Visible Ray), 적외선(赤外線, Infrared Ray) 및 전자파(Electronic Wave)가 된다.

이중 감마선과 X선은 투과(透過)하는 성질을 자외선과 가시광선은 반사(反射)의 성질을, 적외선은 파가 크고 진동수가 적은 빛으로 흡수(吸收)되는 성질을 가지며 또한 적외선은 열을 운반하여 오프로 열선(熱線)이라고도 부른다. 결론적으로 태양이 가지고 있는 높은 열은 적외선으로 지구에 도달하므로, “사람이나 물체를 따뜻하게 해주는 것은 적외선이다”라는



<그림 1> 전자기 스펙트럼



〈그림 2〉 적외선 전후의 부분확대

것이다.

적외선은 〈그림 1〉과 〈그림 2〉에서와 같이 전자기 스펙트럼에서 가시광선과 전자파중의 레이다파 끝부분에 위치하는 적은 부분이다. “적외선”이란 이름은 “아래쪽”, “아래에”라는 의미의 라틴말 “infra”와 영어의 “red”에서 유래되었다. 적외선의 단순한 의미는 〈그림 2〉에서와 같이 가시광선중의 “빨간색(赤)아래”라는 의미이다. 그래서 육안으로는 볼 수 없다.

일정한 파장의 적외선에 민감하게 작용하는 사진필름이나 군대에서 야간에 적의 움직임을 관찰하는데 사용하는 적외선 망원경 등은 적외선의 원리를 응용한 일례이다.

적외선은 빛에너지와 매우 유사하기 때문에 빛의 기본법칙에 따른다. 따라서 적외선은 빛과 마찬가지로 모든 방향으로 방사되며 빛의 속도(300,000km/sec)로 직진하고 극성을 가지며 초점을 갖거나 모이고 반사될 수 있다.

3) 적외선의 양(量)은 어느 정도인가?

태양의 온도는 약5800C로서 복사 열전달량은 2,

600,000BTU/ft<sup>2</sup> (7,000,000kcal/m<sup>2</sup>) 정도이다.

이 에너지의 많은 양은 극도의 높은 온도로 인하여 가시광선으로 방출된다. 지구는 태양으로부터 아주 멀리 떨어져 있기 때문에 태양으로부터 방출되는 적외선 에너지중 극히 일부분만을 받는다. 여름동안 우리나라 전역이 받을 수 있는 복사열량은 단지 180~220Btu/ft<sup>2</sup>hr (500~600kcal/m<sup>2</sup>hr) 이다.

〈표 1〉은 태양빛에 관계되는 자료를 요약한 것이다.

〈표 1〉 태양의 복사열전달량

구분	자료	비고
태양의 온도	5800°C	
태양의 총 복사열전달량	7,000,000kcal/m <sup>2</sup>	
미국이 받는 복사열량	550~680Kcal/m <sup>2</sup> hr	하계기준
한국이 받는 복사열량	500~600Kcal/m <sup>2</sup> hr	"
태양빛의 양(量)	가시광선	7%
	적외선	80%
	기타	13%

〈표 1〉에서 적외선의 파장이 0.76~1000 $\mu$ (0.00076~1mm)의 넓은 영역으로 빛가운데 가장 많은 부분임을 알 수 있다.

4) 가열된 물체로부터의 적외선 에너지

태양 뿐만 아니라 절대영도 이상의 온도를 갖는 모든 물체는 적외선 에너지를 방출한다. 물체가 가진 온도, 면적과 방사율은 그 물체가 방출할 수 있는 복사열량을 결정한다.

그러한 관점에서 어떠한 물체라도 빨갛게 가열되면 가시광선을 방출하게 된다.

동일한 재료의 크고 작은 물체를 같은 온도로 가열하였다면 큰쪽이 작은쪽 보다 더 많은 열을 복사할 것이다. 또 작은 물체를 큰 물체 보다 고온으로 가열하면 큰쪽이 같은 양의 적외선을 방출하게 할 수 있다. 그러나 이때 주의해야 할 것은 작은 물체를 지나치게 가열하면 적외선 에너지가 아니고 빛 에너지(가시광선)를 방출하게 된다는 것이다.

모든 불투명한 물체는 색상, 재질, 표면의 형태 및 표면에 닿는 적외선 에너지의 파장 등의 변화 정도에 의해 각기 다르게 적외선을 흡수하며, 적외선 방사체의 표면온도는 파장을 결정한다. 고온일수록 파장은 짧아진다. 고온에서 방출된 짧은 파장의 복사는 더 손쉽게 반사된다.

흡수와 반사는 정반대의 개념이다. 따라서 저온의 물체에서 방출된 긴 파장의 복사는 흡수량만큼 반사되지 않는다.

만일 두개의 동일 물체에 각각 흰색과 검은색을 칠하고 태양아래 놓으면 검은색 물체는 더 빨리 더워지고 고온을 흡수하게 된다. 또 동일 물체를 저온의 적외선히터 아래 놓으면 거의 같은 양의 복사열을 흡수하게되고 결국 거의 같은 온도가 된다.

적외선 에너지는 2.4 $\mu$ ~20 $\mu$ 의 파장일때 일반적인 건설재료에 가장 쉽게 흡수된다.

어떠한 물체를 1700 F (930 C)로 가열하면 파장이 0.75~20 $\mu$ 사이의 적외선이 발생하며 2.41 $\mu$ 에서 최대로 적외선 에너지가 발생된다. 0.8 $\mu$ 이하인 파장의 적외선 에너지는 실제로는 가시광선이다. 고온으로 물체를 가열하면 더 많은 적외선을 방출하지만 많은 양이 가시광선으로 방출되기 때문에 안락한 난방을 위해

서는 부적합하다.

5) 적외선의 종류

적외선은 〈그림 2〉에서와 같이 4 $\mu$ (0.004mm)을 경계로하여 다시 근적외선, 중적외선 및 원적외선으로 세분된다.

파장이 짧고 반사의 성질이 큰 적외선을 가시광선의 빨간색 가까이에 위치한다는 의미를 근적외선(近赤外線, Near Infrared Ray), 4 $\mu$ 보다 파장이 길고 빨간색과 조금 더 떨어진 위치에 있는 것을 중적외선(中赤外線, Niddle Infrared Ray), 가장 멀리 떨어진 위치에 있는 것을 원적외선(遠赤外線, Far Infrared Ray)이라고 부른다. 적외선 중에서도 흡수되는 성질이 가장 강한 것이 원적외선이기 때문에, 난방장치에서는 주로 원적외선을 이용하는 것이다.

원적외선은 물체에 흡수되어 내부에서 열에너지로 바뀐다. 즉 근적외선은 반사되는 광선이고 원적외선은 흡수되는 광선인 것이다.

겨울철 햇빛을 받을 때 몸을 따뜻하게 해주는 빛, 이것이 원적외선이다.

〈표 2〉는 적외선의 종류별 온도 범위와 파장을 보여주는 것이다.

〈표 2〉 적외선의 종류별 온도 범위와 파장

구 분	온도범위(℃)	파 장
근적외선	3300~1600	0.8~1.5 $\mu$ (0.0008~0.0015mm)
중적외선	1600~260	1.5~5.5 $\mu$ (0.0015~0.0055mm)
원적외선	260~(240)	5.5~50.0 $\mu$ (0.0055~0.05mm)