

# 원적외선 방사포장재료의 응용효과

## Application of Infrared rays radion Packaging Meterial resource

최태섭 / (사)한국원적외선협회 전무이사 · 공학박사

### 1. 서론

생활이 향상되고 새로운 문화를 영위하기 위한 신소재가 많이 등장하면서 원적외선에 대한 관심도 높아지고 있다. 옛날부터 원적외선은 우리 생활 여러 곳에 알게 모르게 이용되어 왔다. '뚝배기보다 장맛'이라는 말도 있지만 바로 그 뚝배기도 원적외선 방사 용기인 것을 생각하면 어찌면 '장맛보다는 뚝배기'라는 표현이 더 적합할지도 모른다.

우리 조상들은 원적외선의 정체는 알지 못했지만 자연에서 배운 원적외선 효능에 대한 경험을 실생활에 두루 활용하여 건강에 많은 도움을 받았다. 그 한 예로 재래식 온돌을 살펴보자. 온돌이란 돌 위에 흙을 덮어 방바닥을 만들고 아궁이의 불로 돌을 달구어 방을 따뜻하게 하는 난방 형태이다. 온돌의 돌과 흙이 가열되면 원적외선은 방안 공기를 그다지 높이지는 않지만 체내에 흡수되어 자기 발열 현상을 나타냄으로써 우리의 건강을 지켜 주었다.

현대의 난방은 주로 공기 대류식으로 온도 조절이나 사용은 간편해졌으나 가열·건조된 실내 공기 때문에 현대인은 각종 순환기 질환에 시달리게 되었다. 또 탄 음식이 암의 원인이 된다는 학계의 보고도 있었지만, 돌판에 고기를 구우면 태우지 않고도 고기를 잘 익혀 낼 수 있다. 땅콩을 모래와 함께 볶으면 껍데기를 태우지 않고도 알맹이를 잘 익힐 수 있는 것도 원적외선 덕분이다.

사우나의 경우도 그렇다. 재래식 한증막은 돌과 흙으로 굴을 쌓고 그 굴 겉을 불로 달구어 더워진 굴속에서 사람이 들어가는 형식이다. 이때 돌에서 방사된 원적외선이 사람의 체내에 흡수되어 체내 온도를 상승시키고 땀과 각종 노폐물을 몸밖으로 배출하여 여러 가지 병을 치료하는데 도움을 주었다. 그러나 현대의 사우나는 증기를 이용하여 실내온도를 90℃정도의 고온으로 데우기 때문에 그 안에 들어가면 살갗이 따끔거리거나 숨이 막히게 된다. 이런 사우나로써는 피부 표면을 덥게 하여 체온 조절용 땀을 낼뿐이며, 체내 온도 상승에 의한 노폐물 배출 효과는



을 1.4~3 $\mu\text{m}$ , 원적외선을 3~1,000 $\mu\text{m}$ 의 파장대로 세분화하고 있으며 이중 2.5~25 $\mu\text{m}$ 의 파장대가 주로 산업에 이용되어지고 있다.

1973년 오일쇼크로 에너지문제가 대두되면서 에너지의 절약 및 효율성을 강조하게 되었고 그 목적으로 방사의 원리를 이용한 세라믹스 재료들의 원적외선 방사 이용이 각광을 받게 되었다.

적외선 방사체들은 특히 가열특성이 뛰어나 건조, 난방, 가열가공, 식품가공 및 동식물의 생체적 작용 등 여러분야에 이용되어 지고 있으며 최근에는 원적외선 방사체로 레이저가 사용되고 있다. 대표적인 레이저는 10.6 $\mu\text{m}$  파장의 CO<sub>2</sub> 레이저이며 2.8~5 $\mu\text{m}$  영역의 HF 레이저, 5~6 $\mu\text{m}$  영역의 CO<sub>2</sub> 레이저 등이 있다.

## 2-2. 원적외선 발생원리

적외선 스펙트럼의 영역은 0.78~1,000 $\mu\text{m}$  범위의 파장이다. 진동과 회전에 의한 쌍극자 변화는 대부분의 전자 전이가 가시광선과 자외선 영역의 에너지를 필요로 하며 적외선은 여러 가지 진동과 회전상태 사이의 에너지 차이가 작은 분자에만 주로 국한되어 일어나고 적외선 복사선을 흡수 또는 방출하려면 그 분자는 진동과 회전운동에 의한 쌍극자 모멘트의 변화를 일으켜야 한다.

여기에 같은 파장의 적외선을 조사하면 공명현상에 의해 적외선의 에너지는 분자에 흡수되어 그 분자 또는 분자단은 여기 상태로 된다. 이것에 대해 이 분자의 고유진동수가 일치하지 않는 파장의 적외선은 분자내를 투과 또는 반사하게 된다.

이처럼 물질의 적외선 흡수에는 그 흡수하는 적외선의 파장 선택성이 있으며, 이것을 적외선 선택흡수라 한다.

일반적으로 공유결합성이 강한 분자의 적외선 흡수는 약 2.5~25 $\mu\text{m}$ 의 범위에서 나타나고 이온결합이 강한 분자는 약 10~30 $\mu\text{m}$ 의 범위에서 나타나는 경향이 있으며, 이것에 대하여 금속결합이 강한 분자는 적외선을 반사하는 경향이 있다.

이러한 조건하에서 방사선의 전기장은 분자와 작용할 수 있고 분자의 진동 및 회전운동에 변화를 일으킬 수 있으며 방사선의 진동수가 분자의 자연진동수와 일치할 때는 에너지의 전이가 일어나고 분자진동의 진폭이 변한다. 그 결과 방사선의 흡수 또는 방출이 일어나게 된다. 이와 비슷하게 비대칭 분자가 그 질량중심의 주위로 회전할 때 주기적 쌍극자 변동이 일어나고 방사선과 상호작용을 할 수 있게 된다.

## 2-3. 원적외선 발생에 관한 제법칙

### 2-3-1. 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 다음 식이 성립된다.

{물체의 방사 발산도} over {물체의 흡수율}  
 = {흑체의 방사발산도} over {흑체의 흡수율}  
 흑체의 흡수율은 1이므로, 이것을 변형하여  
 {물체의 방사발산도} over {흑체의 방사발산  
 도} = 물체의 흡수율

이 얻어진다. 좌변은 그 물체의 방사율이므로  
 동일물체에 대하여

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

로 된다. 어느 파장의 원적외선을 잘 흡수하는  
 물질은 동시에 그 파장의 원적외선 방사를 잘하  
 는 물질이라는 것을 알 수 있다.

### 2-3-2. 스테판, 볼츠만의 법칙(Stefan-Boltzman's Law)

볼츠만은 빛의 전자파설을 응용하여 이론적으  
 로 이상흑체의 방사가 방사하는 전체에너지 S는  
 그 흑체의 절대온도 T의 4제곱에 비례한다는 법  
 칩을 유도하고, 이는 이전에 스테판에 의하여 최  
 초로 제창된 것이므로 스테판 볼츠만의 법칙이  
 라 한다.

$$S = aT^4(W \cdot m^2)$$

여기서 a는 스테판 볼츠만 상수로  $a = (5.6697 \pm 0.0029) \times 10^{-8} [W \cdot m^{-2} \cdot K^{-4}]$ 이 법칙  
 은 온도가 높아질수록 가속적으로 막대한 에너  
 지가 방출한다는 뜻을 갖고 있다.

### 2-3-3. 윈의 변위칙(Wien's Displacement Law)

온도에 의하여 방사되는 에너지의 중심파장이  
 어떻게 변화하는가를 설명하는 것이 윈의 변위  
 측이다.

이 법칙은 최대강도의 방사의 파장  $\lambda_m$ 은 절대  
 온도에 반비례한다는 것이다.

$$\lambda_m = 2897/T$$

즉, 온도가 낮을 때에는 눈으로 볼 수 없는 원  
 적외선 방사가 주체로 되어있고, 온도가 높아짐  
 에 따라 점차, 눈에 느끼는 가시광에 방사의 중  
 심이 이동하여 간다는 것이다.

다시 말하면 손을 근접시키거나 닿아서 따스  
 하다고 느낄 정도의 방사선은 눈에는 아무것도  
 느끼지 않지만, 온도가 500℃, 600℃로 높아짐  
 에 따라서 검붉게 느껴지고 다시금 1,000℃,  
 1,300℃로 높게 되면 흰빛을 띠고, 또한 푸른기  
 가 있고, 희다고 느끼는 현상을 설명하고 있다.  
 이것으로부터 빛나는 태양의 표면온도는 약  
 5800K로 계산된 것이다.

### 2-3-4. 플랑크의 방사법칙(Plank's Radiation Law)

방사되는 에너지의 분포상태를 설명하는 것으  
 로 플랑크의 법칙(분포식)이 있다. 이것은 흑체  
 의 온도방사에서 그의 분광방사가 온도와 더불  
 어 변화함을 나타낸 것이다. 파장  $\lambda$ 의 분광방사

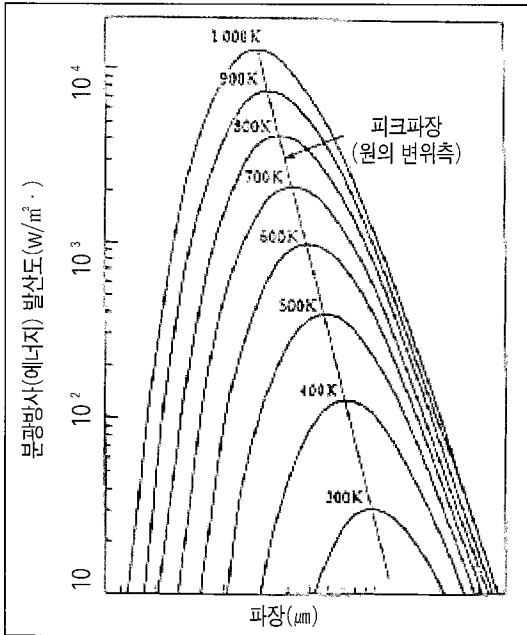
$$S_\lambda = \frac{C_1 \lambda^{-5}}{\{e\}^{\left\{ \left( \frac{c}{\lambda T} \right)^2 \right\}} - 1}$$

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

$$C_2 = 1.4388 \times 10^{-2} [m \cdot K]$$

속의 발산도 S는 온도 T[K]에서

(그림 2) 각온도에서 흑체로부터 방사되는 에너지분포(플랑크의 법칙)



이것이 플랑크의 방사법칙이다.

이 플랑크의 분포식의 파장 0으로부터 무한대 까지 적분하면 스테판 볼츠만의 법칙과 일치하고, 또한 미분하여 그때의 미분치를 0으로되는 값을 구하면 원의 변위측으로 된다. (그림 2)에서의 각 온도에서 흑체로부터 방사되는 에너지 곡선과 같이 스테판 볼츠만의 흑체가 방사하는 전체에너지 S는 그 흑체의 절대온도 T의 4제곱에 비례하여 커지고, 또한 흑체의 온도가 높아질수록 방사곡선의 산은 높아지고 최대강도의 방사에너지 파장  $\lambda_m$ 는 온도에 반비례하여 짧아진다는 원의 변위측을 나타낸다.

## 2-4. 원적외선의 특징

원적외선은 전자파중에서 파장이 3~1,000 $\mu$

사이의 파장영역을 말하고 있으나 산업적으로 응용되는 파장은 3~30 $\mu$ 사이 에 상당하는 부분 만이고, 이 파장영역의 광량은 0.5~0.04eV 의 적은 에너지로서 거의 화학작용은 없다.

원적외선의 물성으로는 방사, 공명흡수작용, 심달력이 있다.

### 2-4-1. 방사

열의 전달방식으로는 대류, 전도 및 방사의 3 가지가 있으며 원적외선은 방사열로 열을 전달 한다.

원적외선은 전자파의 일종으로 직진성, 굴절, 반사 등의 광학적 특성이 있고, 열의 매체가 불 필요하며 열원으로부터 직접 전자파가 방사되어 상대물체에 조사되어 즉시 열로 된다. 그러므로 도중의 공기나 진공에 관계없이 공간을 통과하여 광선과 같이 전달되므로 예컨대, 표면온도가 5,800K인 태양으로부터의 열에너지가 이 지구 상으로 전달되는 것은 태양방사에 의한 것이다.

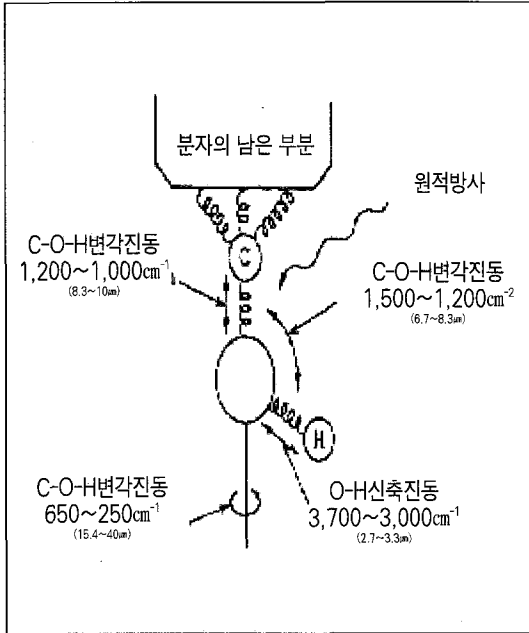
열의 전도나 대류의 경우는, 열의 이동량이 쌍 방의 온도차의 함수인 것에 대하여 방사의 경우는 전자파의 형태로 빛과 동일한 속도로 직접가 열 물체에 흡수되어, 그의 이동량은 쌍방의 온도의 4제곱의 차의 함수로 되어있다.

따라서, 온도차가 클 경우는 방사에 의하여 열 을 전달하는 방식이 유리하다.

### 2-4-2. 공명흡수작용

각 물질을 구성하는 여러 분자의 구조는 그 원 자의 질량구조상의 집합방식이나, 배열의 상태, 그리고 집합력의 차이로부터 특유의 진동과 회 전의 주파수를 갖고 있다.

[그림 3] 원자의 진동운동



[그림 3]에 원자간의 진동운동의 예를 나타낸다. 따라서 분자가 실제로 진동하는 진동수는 분자의 구조에 의하여 특정의 값으로 결정된다.

원적외방사를 고분자물질의 분자에 조사할 때, 방사에너지의 진동수와 분자의 진동수가 일치하는 일종의 공명흡수상태로 되어 분자는 원적외선방사 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.

[그림 3]은 분자 내 어떤 진동수(파장)을 갖는 원적외선이 투사될 경우 그것과 동일한 진동수

로 진동하고 있는 분자가 분자중에 있다면, 그 분자는 원적외선 에너지를 흡수하여 분자운동이 더욱 격렬해지며 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 원적외선은 흡수되지 않은 채 분자를 통과하거나 반사하므로 공명흡수현상이 일어나지 않는다.

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.

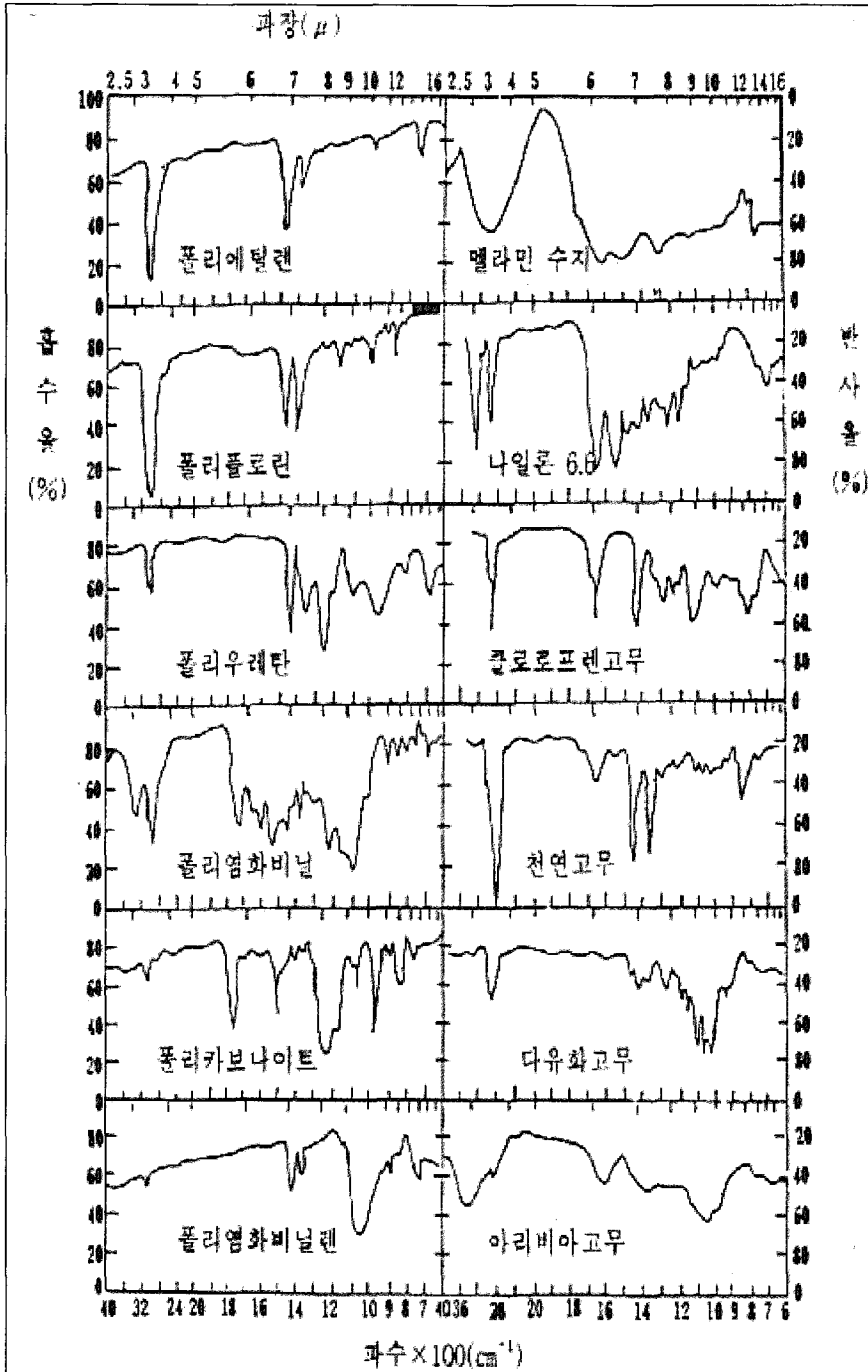
그리고, 각종물질에 원적외선을 투사할 경우 공명흡수가 일어나는 방법은 그 물질마다 분자의 결합상태가 다르므로 각각의 특징이 있으며, 그 고유의 적외선 흡수 스펙트럼을 나타낸다.

[그림 4]와 [그림 5]에 각종물질의 적외흡수 스펙트럼의 예를 나타내었다.

이 그림으로부터 유기물질이 원적외선 대역에서 공명흡수를 일으키는 것이 명백해지며, 유기분자의 경우 적외선 흡수 스펙트럼이 나타나는 것은 파장 범위가 3~100 $\mu$ 이며 근적외선 영역에서의 흡수는 거의 영에 가깝다.

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

(그림 4) 각종 물질의 원적외선 영역에서의 분광흡수특성



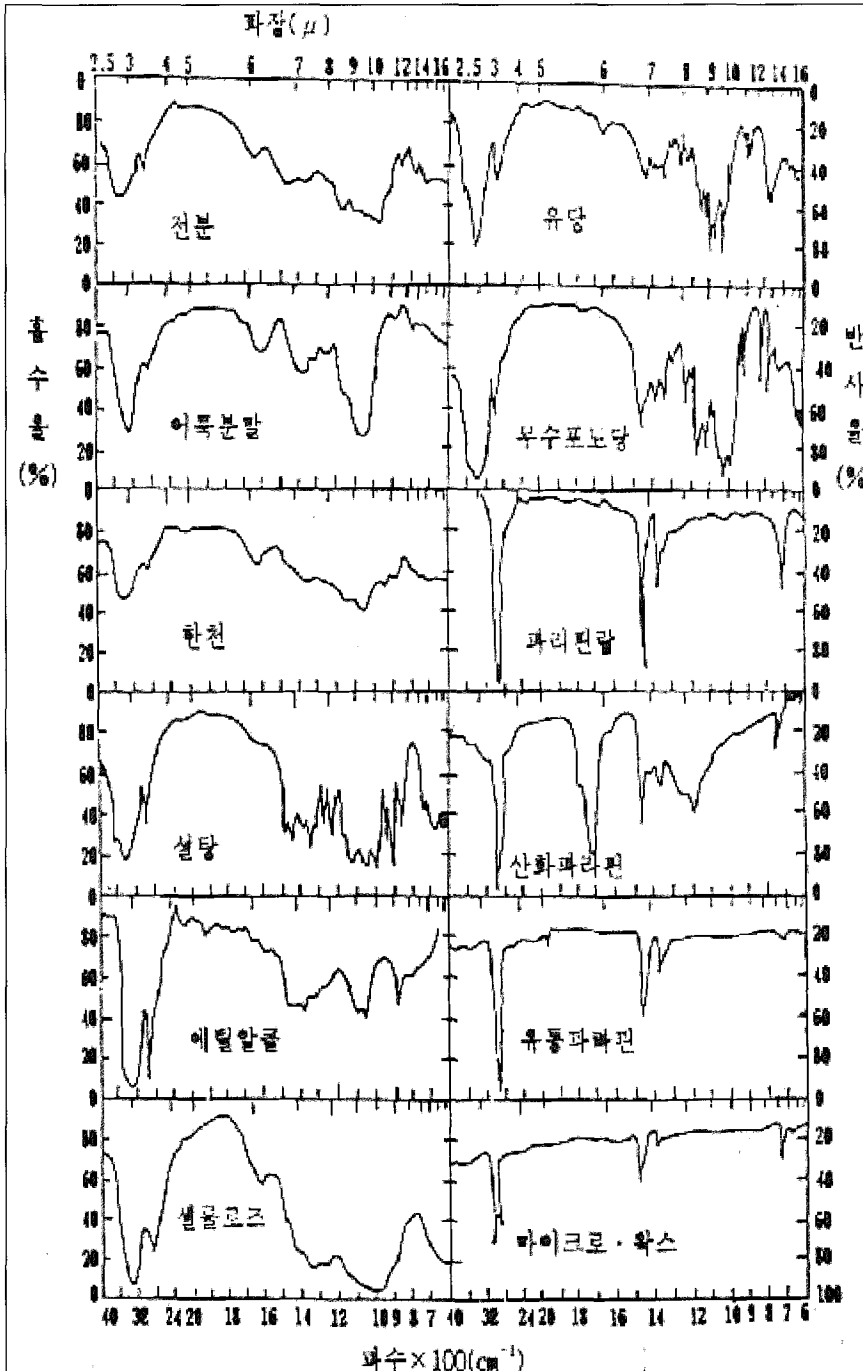
### 2-4-3. 침투력

인체에 대한 침투력은 파장의 평방근으로서 「침투력 = √파장」이다. 즉 조사되는 방사에너지의 파장이 4배가 되면 침투력은 2배로 되어 체중 깊이 들어간다. 따라서, 파장이 짧은 근적외선은 파장이 긴 원적외선에 비하여 침투력이 떨어진다.

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

인체는 체온이 평균 36.5℃인 일종의 천연열원으로, 즉 천연의 생물학적 적외선 방사원이다. 인체의 피부로부터 방사되는 적외선의 파장은 3

[그림 5] 각종 식품 등의 원적외선영역에서의 분광흡수특성



~50 $\mu$ 이며, 이중에서 8~14 $\mu$  파장의 적외선은 인체로부터 방사하는 전방사에너지의 46%를 점유하고 있다. 인체 피부의 투과력은 공명흡수의 경우 30~50mm로서 공명흡수가 아닌 경우는 1~2mm에서 흡수되고 나머지는 반사된다.

### 3. 산업별 응용사례

#### 3-1. 국내 원적외선 이용상품 개발현황

최근 우리의 산업 및 일상생활 분야에서도 원적외선 방사에너지의 이론과 원적외선 이용효과가 알려지면서 다양한 분야에서 많은 상품들이 출시되고 있다. 국내에서는 1980년대 말에 와서야 원적

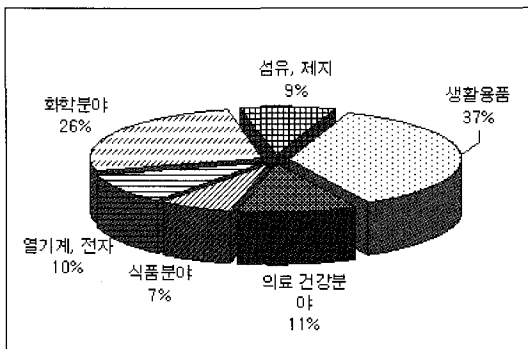


외선의 이용과 응용분야에 관심을 갖게되어 산·학·연 관계자들이 함께 모임을 가지면서 관련제품의 개발이나 품질개선, 제품의 평가방법, 세미나 등을 통한 기술 및 정보교환을 하고 있으며 또한 한국원적외선협회 주최의 한·일 원적외선 심포지움 등이 여러 차례 이루어지고 있으며 그리하여 업체의 시장규모 및 아이템이 엄청난 증가율을 나타내고 있다.

국내의 원적외선을 이용한 상품의 개발 현황을 알아보기 위해 특허청에서 원적외선 관련 특허를 조회한결과, 검색된 특허 중 생활용품 분야가 37%로 가장 많은 부분을 차지하였으며 화학분야 26%, 열기계전자분야10%, 의료건강분야 11%, 섬유,제지분야 9%순으로 나타났다. 이러한 경향은 원적외선 응용상품이 일상생활에 깊이 관계되어 있고 또한 건강에 많은 관심이 대두되고 있다는 것을 나타내는 것으로 판단된다.

또 한가지 현재 시장동향을 탐색할 수 있는 자료가 있다. 한국원적외선협회 부설 원적외선응용평가연구소에 접수되는 특허의 건수는 꾸준히 증가하고 있다. 의회회사수로 보면, 전년도에 비해 금년도는 약 165% 정도의 증가를 보이는

(그림 6) 국내 원적외선관련 특허현황



것으로 보아 증가되고 있음을 파악할 수 있다.

내용적으로도 섬유제품, 건강제품, 미용기구, 생활용품, 주방용품등 매우 다양하고, 제품의 근간이 되는 고기능, 고품질 원료의 시험의뢰도 상당히 증가되었다. 이는 원적외선 시장이 확대되고 다양화되는 간접 판단기준으로 충분하다고 본다.

### 3-2. 원적외선 이용기술

국내 원적외선 산업은 원적외선 가열 응용분야, 원적외선 중·저온 비가열 응용분야, 원적외선 방사 원료분야로 나누어 총 1100여 업체가 참여하고 있다.

원적외선 가열 응용분야에는 생활주방용품, 가전제품, 건조시스템, 난방기기, 온열치료기, 불가마 사우나 등 550여 업체가 참여하고 있으며 원적외선 비가열 응용분야에는 섬유, 식품의 선도 및 보온유지 제품, 침구류(온돌침대 포함), 생활용품 등 400여 개 업체가 있는 것으로 알려져 있다. 그리고 원적외선 방사 원료분야에는 맥반석, 세라사이트, 제오라이트, 흑운모, 전기석, 회토류 등의 천연 및 합성원료 등 150여 개 업체가 참여하고 있다.

[표 1]에 각 업종별 원적외선 시장의 현황을 나타내었다.

또한 국내에서 생산되어 원적외선 분야에 이용되고 있는 23여종의 천연광물 시료에 대해서 원적외선 방사특성을 측정하였다 [표 2] 참조. 그 결과 방사특성은 시료의 구성원소 등에 지배되는 경향을 보이고 있으며 결정성에 대해서도 약간의 영향을 미치는 것을 확인할 수 있었다. 이와 같이 각각의 원료에 대한 특성을 인식하고, 각종 재료의 이용이 극한적으로 보편화되어 있

[표 1] 원적외선 응용분야 및 상품 현황

구 분	분 야	상 품 및 적 용 부 문
가 열	건자재분야	천장재, 석고보드, 벽지, 바닥재, 벽돌, 타일, 패널, 모르타르, 페인트, 벽재 등
	산업분야	○건조 : 탈수건조, 도장건조, 인쇄 ○숙성 : 과실주, 숙성주 ○경화 : 수지경화, 도장소부, 접착 ○성형 : 수지가공, 열수축 ○소성 : 제빵, 제과, 수산물 ○난방 : 난로, 국소난방, 공장난방, 온돌판넬 ○에열·보온 : 수지성형, 식품보존, 식물육성, 축산
	건강의료 분야	불가마 사우나, 온열치료기, 찜질기, 약탕기, 온열시트, 온열매트, 난방기구, 헤어드라이기, 돌침대
	주방용품 분야	조리기구, 구이판, 제빵기, 차주전자
비 가 열	주방용품	식품보관용기(플라스틱, 도자기, 유리), 생활자기, 선도유지 폴리백, 취반·조리용 플레이트, 볼, 물통, 냉장고 탈취제, 활수기
	섬유제품	양말, 내의류, 이불, 요, 베게, 시트, 섬유류
	건강용품	각종밴드, 벨트, 안대, 깔창, 패드, 목걸이, 팔찌류, 파스류
	자동차용품	시트카바, 핸들카바, 매트, 등받이
원 료 분 야	합성원료	항균세라믹, 액상세라믹, 파인세라믹
	천연원료	알루미나 실리카질 광물, 마그네시아 광물, 숯 등

는 현시점에서 보다 고부가 가치적인 원적외선 방사재료의 새로운 수요를 창출할 수 있는 다양한 제품개발 응용이 향후 기대된다.

국내 원적외선 응용산업은 80년대 후반 합성 원료 개발을 시작으로 많은 응용제품이 개발되어 새로운 신소재로서 일반 생활용품을 중심으로 섬유업계, 플라스틱업계, 건강산업계 등 응용이 활발해지기 시작하였다.

이와 같이 원적외선의 응용이 확대되는데는 미분상의 원적외선 방사세라믹스가 개발되었기 때문이라고 생각된다. 원료소재로는 크게 합성 원료와 천연원료로 구분할 수 있으며 각각의 응용상품에 따라 사용원료를 달리하고 있는 실정이다.

특히 제품으로서 시각적인 면이 두드러지는 상품에는 합성원료를, 기능적인 면에서는 천연 원료를 적용하는 응용상품이 많다. 이와 같은 원인으로서는 실제 천연원료의 경우에는 불순물(철분 등)이 일부 함유되어 있어 유색을 띄는 경우가 많은 것으로 풀이되고 있다.

근래 한국원적외선협회에 접수 의뢰된 원적외선 측정현황을 살펴보면 합성원료의 경우에는 주춤하는 반면, 천연원료는 측정이 증가하고 있어 최근의 분위기를 잘 설명해주고 있다. 또한 부존자원의 효율화, 고부가가치화에 발맞추어 그 수요는 계속 증가할 것으로 파악되고 있다.

건설 주택업계의 경우에는 건강주택에 대한 관심이 높아지면서 천연소재를 활용해 주거환경

에 대한 소비자의 욕구를 충족시키고 있다.

현재 건축분야에 있어서 원적외선을 표방한 제품의 경우 과학적인 근거 데이터를 제시하기 보다는 감각적인 자료에 의존하고 있어 오히려 소비자들의 불신을 초래하는 경우도 배제할 수 없다.

이와 같은 시점에서 몇몇 관련업체에서는 학계, 연구기관 등과 연계해 사용온도에서의 원적외선 방사율, 강도 등은 물론 기능성 확인, 인체에 미치는 영향 등 제품별로 강조되는 연구를 진행하여 신뢰성을 높이는 노력을 기울이는 업체가 점차 늘고 있는 실정이다.

또한 한국원적외선협회에 전체 측정건수에 있어서도 미장마감재(바닥재)를 비롯하여 접재, 천장재 등이 50%를 넘고 있다. 이와 같은 경향으로 보아 우리 고유의 전통 온돌문화에 대한 우수성과도 관계되고 있으며 원적외선 시장이 폭넓게 주거공간에 채용되고 있음을 잘 시사해주고 있다.

현재의 난방은 주로 공기 대류식으로 온도조절이나 사용은 간편해졌지만 가열, 건조된 실내 공기 때문에 현대인은 각종 순환기 질환에 시달리는 원인제공이 되기도 하였다. 또한 밀봉성이 크고 통기성이 나쁜 현재의 콘크리트 주택에서

[표 2] 국내 천연광물의 원적외선 분광방사율(40℃)

광물명	주성분(wt %)	전방사율(3.3~25 $\mu$ m)	현재 주용도
규 석	SiO <sub>2</sub> 97~99	0.65~0.83	도자기, 유리
규 조 토	SiO <sub>2</sub> 94~96, Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 5	0.85~0.92	단열벽돌, 보온재
규 사	SiO <sub>2</sub> 99	0.60~0.80	판유리, 병유리
알루미나	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 99	0.60~0.80	
일라이트	SiO <sub>2</sub> 45, Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 35, K <sub>2</sub> O	0.90~0.94	경량골재, 건축용 벽돌
세레사이트	SiO <sub>2</sub> 48, Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 32, Na <sub>2</sub> O	0.88~0.96	화장품, 충전제, 연마제
적점토	SiO <sub>2</sub> 62, Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 22, Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 4	0.85~0.92	도자기, 벽돌
납 석	SiO <sub>2</sub> 67, Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 24	0.85~0.90	도가니, 내화모르타르
흑운모	SiO <sub>2</sub> 71, Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 16, MgO 2	0.91~0.94	정화제, 정수제, 화장품
맥반석(장석류)	SiO <sub>2</sub> 67, Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 20, Na <sub>2</sub> O 9	0.90~0.95	도가니, 정수제
활 석	SiO <sub>2</sub> 55, Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 10, MgO 25	0.80~0.87	고주파 절연체
감람 석	SiO <sub>2</sub> 43, MgO 57	0.87~0.94	내화물
지르콘	ZrO <sub>2</sub> 67, SiO <sub>2</sub> 32	0.88~0.92	내화물, 고무첨가제
불석(제올라이트)	SiO <sub>2</sub> 78, Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 8	0.87~0.92	촉매, 정화제
고령토	SiO <sub>2</sub> 47, Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 40	0.85~0.95	도자기
석회석	CaO 56, CO <sub>2</sub> 44	0.83~0.91	시멘트
석고	CaO 32, SO <sub>3</sub> 40	0.86~0.88	시멘트 지연제
화산재	SiO <sub>2</sub> 80, Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 15	0.75~0.85	모르타르
도 석	SiO <sub>2</sub> 75, Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 17	0.87~0.92	도자기
사문석	SiO <sub>2</sub> 44, MgO 43	0.87~0.94	내화벽돌
전기석	SiO <sub>2</sub> 26, Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 9, CaO 24	0.90~0.93	반도체, 보석
회토류	SiO <sub>2</sub> , Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.90~0.95	
숯	C	0.93	연료

발생하는 결로현상, 곰팡이 문제 등을 원적외선 방사세라믹스를 응용한 바닥재, 벽재, 천장재, 벽지, 벽돌 등에 적용함으로써 건조효과, 습도조절, 방충, 탈취, 보온효과 등 다양한 효과가 있는 것으로 보고되고 있다.

또한 가전업계에서의 원적외선 응용은 난방용구, 조리기구 등의 가열을 하는 것이 주된 것이며 향후 가장 기대되는 상품은 냉장고이다. 원적외선을 응용한 냉장고는 원적외선 세라믹스를 혼입한 플라스틱 내장재, 단열재로서 사용이 가능하다. 이 가전제품 분야는 중국을 비롯한 동남아 국가에게 시장잠식을 당하고 있다. 따라서 기능성을 부여한 우수한 제품을 개발하여 차별화하고 원적외선 효과를 응용하는 것이 경쟁에서 유리하다고 생각된다.

섬유업계의 경우에는 원적외선을 응용하고자 하는 연구가 활발하게 진행되고 있다. 섬유관계에서의 응용상 문제점은 폴리에스티렌, 아크릴, 나이론 등의 각종 합성섬유에 원적외선 세라믹스를 혼입한 것이다. 이때 원적외선 세라믹스의 입도가 중요하며 입도가 작으면 뭉칠 가능성이 크고 일시적으로 가는 실이 되어도 뭉칠 수 있다.

실을 제조하는 방법으로서 원적외선 세라믹스를 파이프에 넣어서 실을 원적외선 코팅하면 이 문제는 해결될 것이다.

일본의 旭化成工業에서는 알루미늄을 증착시킨 표면에 세라믹 코팅한 것을 개발하였다. 이와 같이 원적외선 응용섬유에서도 양질의 섬유를 개발하여 급속히 보급되고 있다. 섬유산업 전체를 보면 실의 제조, 염색, 직포 등의 제조과정에서 원적외선을 이용하는 연구가 진행되어 장래에는 의료용, 산업용에 방사파장이 다른 실과 소

재가 적용 가능할 것이다.

원적외선이 생체조직의 활성화에 좋은 영향을 주는 것은 원적외선에서 방사되는 전자파에 의해 생기는 이온화 현상이라고 생각된다.

이 때문에 원적외선을 방사하는 이불과 베개에서 수면을 하면 쾌적한 것으로 평가된다. 가장 관심을 끄는 건강산업계의 경우에는 폭발적인 원적외선 붐이 조성되고 있다.

불가마 사우나의 경우 최근에 하루가 다르게 그 매장이 증가하고 있다. 이와 같이 많은 사람의 관심을 집중시키는 가장 큰 원인으로서는 일반사우나와 달리 저온에서 온열찜질을 받을 수 있는 것에 그 원인이 기인하는 것으로 생각된다. 특히 원적외선은 인체에 흡수작용이 강해 체내에서 땀을 분비시켜 신진대사 활동을 활발하게 하는 것으로 알려져 있다.

### 3-2-1. 분야별

각 업종분야별 원적외선 시장의 현황을 살펴보면 원적외선 산업은 크게 산업 분야, 난방 분야, 식품분야, 건강·미용분야, 섬유분야, 소재첨가분야 및 건축분야로 대별할 수 있다. 원적외선응용연구소에 접수 의뢰된 관련 품목을 대상으로 2000년도까지 분야별 사례를 분석 평가한 결과 산업용보다는 민생용에 원적외선 응용분야가 집약되어 있음을 알 수 있다.

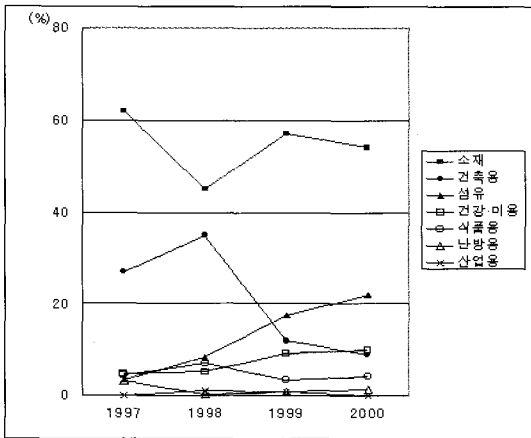
특히 응용제품보다는 소재에 각별한 관심을 갖고 측정분석을 행한 사례가 통계적으로 월등히 많음을 알 수 있으며 특히 섬유류의 경우 연도별 증가추세가 두드러짐을 확인하였다.

또한 건강·미용분야를 살펴보면 내의류를 중심으로 침구류가 강세를 보이고 있으며 이와 같

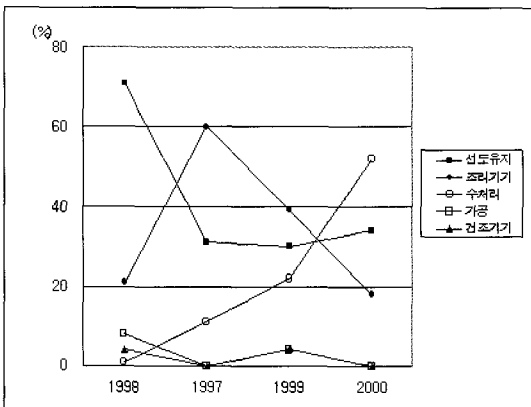
은 원인으로서는 큰 자본 없이 회사를 경영할 수 있는 특징이 있는 것에 기인하는 것으로 평가되며 건축자재 분야에서는 벽면 및 천장면에 비해 바닥재의 수요가 월등히 많으며 우리 고유의 전통 온돌 문화와도 무관하지 않음을 단면적으로 보여주고 있다. [그림 7]에서 [그림 7-6]까지 연도별 분야 현황 및 분야별 세분화 종목을 나타내었다.

### 3-2-2. 원료별

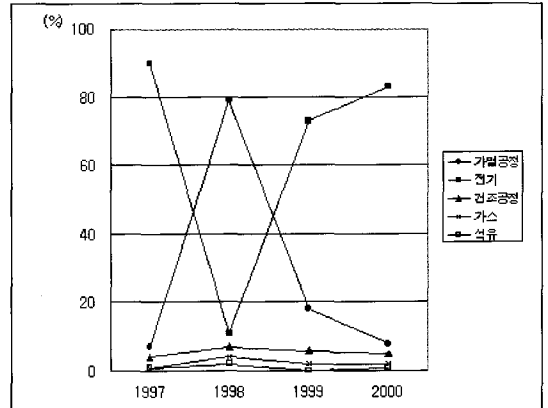
[그림 7] 연도별 분야현황



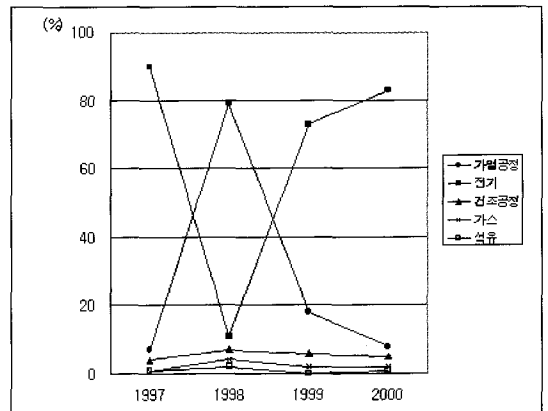
[그림 7-1] 분야별 세분화 종목 현황(식품용)



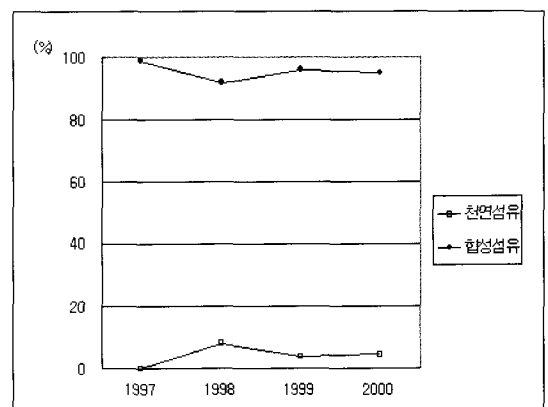
[그림 7-2] 분야별 세분화 종목 현황(산업용·난방용)



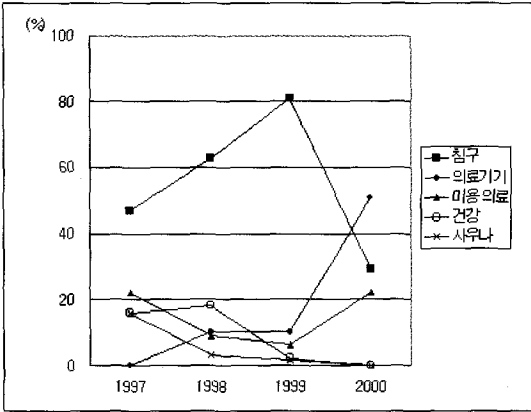
[그림 7-3] 분야별 세분화 종목 현황(소재)



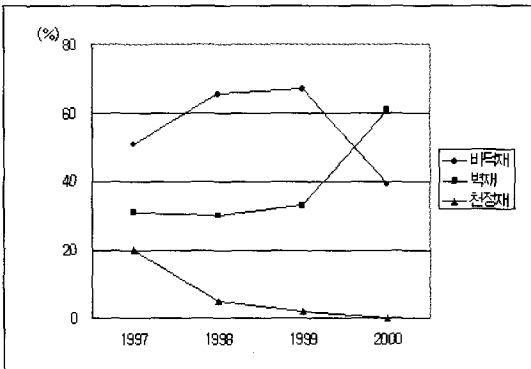
[그림 7-4] 분야별 세분화 종목 현황(섬유)



[그림 7-5] 분야별 세분화 종목 현황(건강·미용)



[그림 7-6] 분야별 세분화 종목 현황(건축용)



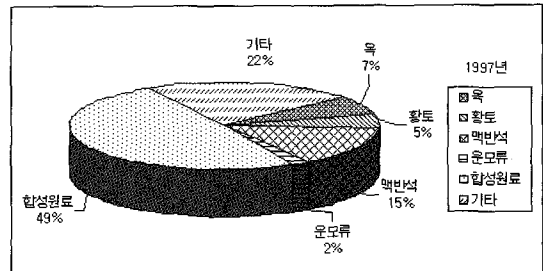
원적외선 관련제품에 투입되는 사용원료는 합성원료와 천연원료로 대별되는데 그 동안 국내에서 많이 사용되고 있는 황토 및 옥, 맥반석, 숯, 운모류, 합성원료를 사용한 제품별 통계를 알아보았다.

97년도에는 합성원료 사용이 전체 제품의 50%를 육박하는 경향을 보이고 있으나 해가 거듭될수록 사용량이 줄고 있으며 특히 98년도의 황토에 있어서는 황토방 등의 건축소재 붐을 기반으로 많은 응용상품이 개발되어 시판되고 있음을 예측할 수 있다. 그러나 99년도에 급격한

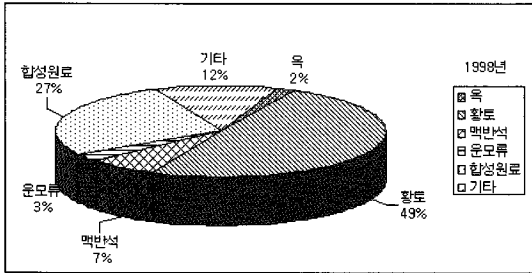
수요감소가 나타나고 있는데 이와 같은 원인으로서는 황토의 사용량이 많던 온열매트의 과열경쟁에 따른 문제점이 지적되어 일부 언론에 보도된 점이 크게 영향을 준 것으로 판단된다. 특히, 주시하여 볼 것은 97, 98년도에 거의 사용량이 없던 숯의 경우 99년도 하반기 들어 일부 품목을 중심으로 증가하는 추세를 보이고 있다. 이는 공중파(TV)를 통하여 숯이 천연소재로서 신비의 기능이 있다는 방송이 보도된 이후에 시중에서는 숯의 품귀현상 및 가격 폭등 사례가 발생하기도 하였다. 맥반석과 운모류의 경우에는 건축자재 및 섬유제품을 중심으로 꾸준히 성장세를 유지하고 있으며 특히 99년도에는 황토의 사용이 둔화한 반면, 옥과 맥반석의 사용투입량이 다소 증가하는 경향을 보이고 있다.

원료 자체의 측정현황에 있어서도 천연원료의 경우에는 황토 및 맥반석, 옥, 운모류 등이 월등히 관심이 대상으로 나타나고 있으며 2000년도에 불가마 사우나의 영향으로 맥반석과 운모류의 사용량이 폭발적으로 증가되고 있음을 확인할 수 있다. 특히 운모류의 97년의 경우에 사용량이 두드러지고 있었으나 IMF의 영향으로 인한 98년 말에서 99년에 걸쳐 국내 건축경기의 둔화로 감소되고 있으며 이와 같은 경향으로 원

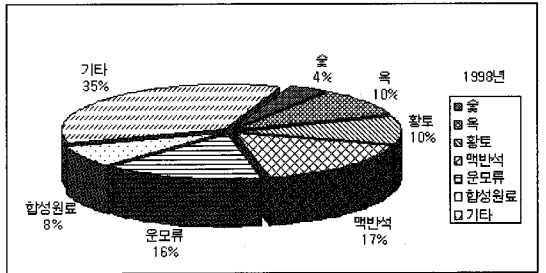
[그림 8] 원료별 제품 가공 현황



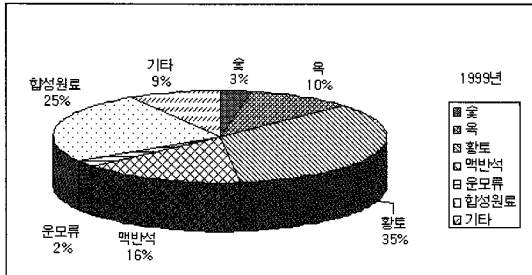
[그림 8] 원료별 제품 가공 현황



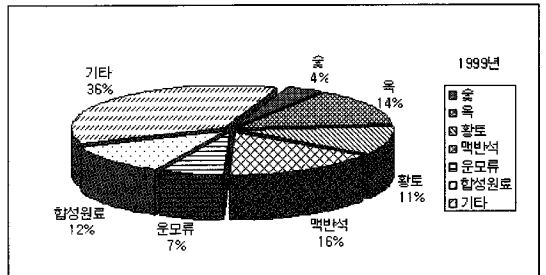
[그림 9] 원료별 현황



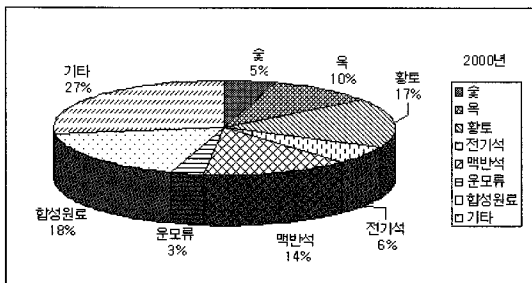
[그림 8-1] 원료별 제품 가공 현황



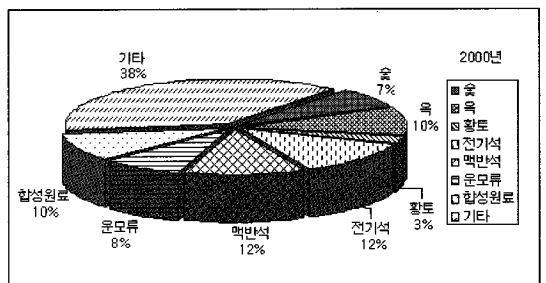
[그림 9-1] 원료별 현황



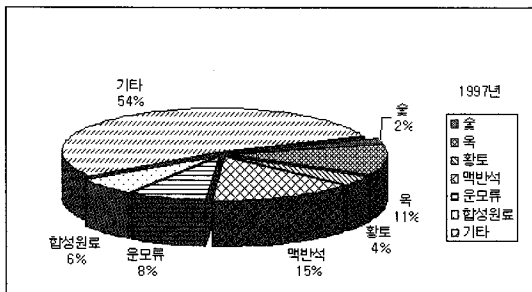
[그림 8-1] 원료별 제품 가공 현황



[그림 9-1] 원료별 현황



[그림 9] 원료별 현황



적외선 산업의 경기전망도 다소 영향을 받고 있음을 잘 알 수 있다.

### 3-3. 원적외선 산업의 시장분포

국내 원적외선 산업은 서울 및 경기권에 있는 중소 제조업체를 중심으로 발전하고 있는데, 특히 전자재 및 원료산업의 비중이 높은 것으로 나

타나고 있다. 실제 한국원적외선협회 부설 원적외선응용평가연구소에 시험의뢰된 자료를 바탕으로 최근 2년간 원적외선 시장을 분석해보면 우선 지역별 현황은 1999~2000년도에 서울 32%, 경기도 21%, 경남북 13%로 이들 3지역에 거의 집중되어 있는 것을 알 수 있으며 이들 3지역이 전국대비 73%이상을 차지하고 있었다.

서울 및 경기지역에 70% 이상 집중되어 있는 것은 이 지역이 수도권으로 첨단산업에 대한 정보가 빠르고 대부분 산업이 이들 지역을 중심으로 육성되고 있기 때문인 것으로 분석된다. 경남북지역의 비중이 높은 것은 이 지역이 국내에서 원적외선을 유행시킨 「황토방」의 발산지인 데다 원적외선을 대량 방사하는 황토 및 점토의 최대 생산지이기 때문이다.

업종별은 [그림 11]에서 보듯이 제조업이 전체의 74%로 대부분을 차지하고 유통업이 21%로 그 다음을 차지하고 있다.

품목별은 [그림 10]과 [그림 10-1]에서 보듯이 전자재 및 원료가 전체의 80%로 대부분을 차지하고 있다. 이는 국내에서 원적외선을 유행시킨 장본인이 「황토방」이기 때문인 것으로 풀이되고 있으며 최근 기능성 주택이 붐을 일으키면서 원적외선을 방사하는 전자재가 인기를 얻어 왔기 때문이다.

한편, 원료가 전체의 32%를 차지하는 것도 원적외선 전자재 시장 확대와 무관하지 않은 것으로 원료의 대부분이 전자재의 재료로 사용되고 있기 때문이다.

최근 우리의 산업 및 일상생활 분야에도 원적외선 방사에너지의 이론과 원적외선의 이용효과

가 알려지면서 가열 및 건조 분야를 중심으로 생활용품 여러 곳에 많이 이용되고 있다.

80년대 말에는 합성원료를 제조하는 중소기업체를 중심으로 50여 개 업체가 원적외선 관련산업에 종사하였으나 현재에 이르러 1000여 개 업체에 시장규모 및 생산 아이템이 엄청난 증가율을 나타내고 있다.

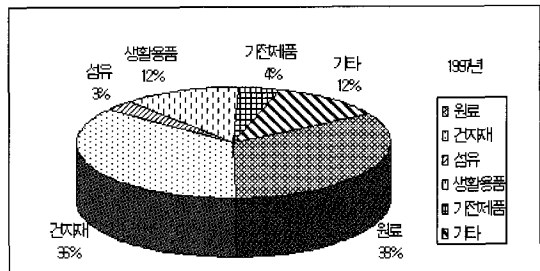
특히, 사회가 선진화되고 많은 신소재 제품이 등장하면서 원적외선도 한 영역을 차지하게 되었다.

사실 그 동안 국내에서는 원적외선 관련자료 및 문헌 등 체계화 없이 방치되었던 것도 주지할 수 없는 사실이었다.

한국원적외선협회에서는 90년대 초부터 지금까지 세미나 등을 통하여 수집된 업체의 현황자료를 평가하고 또한 근래 2년 동안의 측정 의뢰된 업체의 제반 관련 사항을 파악하여 [그림 12]와 같이 원적외선 관련 연도별 참여업체 현황을 파악하였다.

현재 제품을 생산하고 판매하는 1000여 개 업체를 설립 연도 기준으로 평가 분석한 결과 커다란 변화가 일어나고 있음을 알 수 있었다. 특히 최근 1~2년 사이에 전체 50% 가까운 업체가 새로 원적외선 산업에 같은 길을 걷는 결과가 확

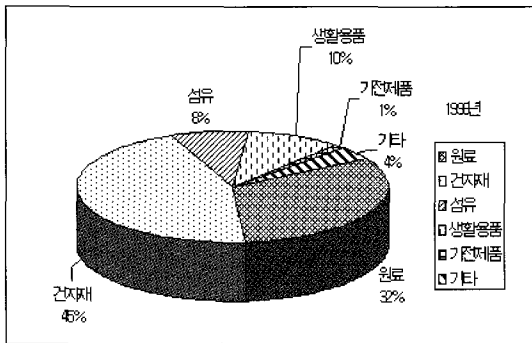
[그림 10] 품목별 현황



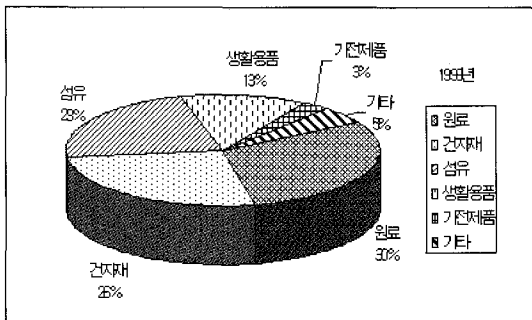


인되었으며 어려운 경제 여건 속에서도 외길을 걷고 다사다난한 여러 해를 헤쳐가며 오늘에 이른 10년 이상 존속한 원적외선 관련업체도 전체 13%를 차지하고 있었다. 원적외선 산업이 일시

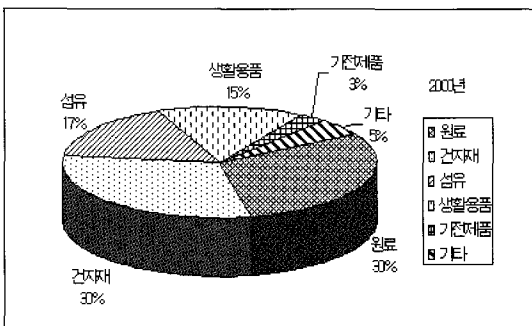
(그림 10) 품목별 현황



(그림 10-1) 품목별 현황

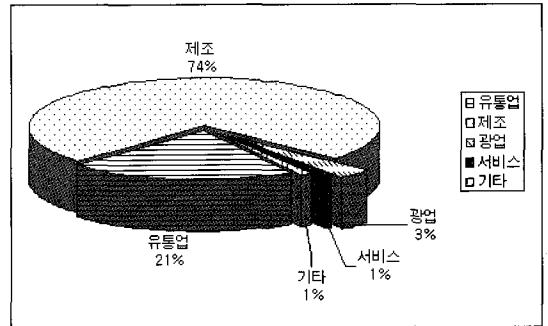


(그림 10-1) 품목별 현황

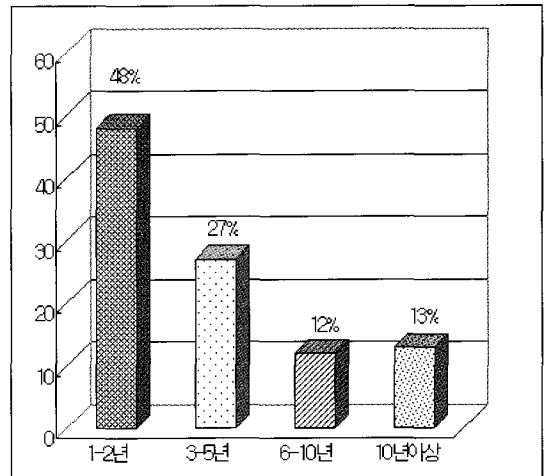


의 붐에 편승하는 유행 산업이 아니고 국가 경쟁력을 강화하고 고부가가치 상품으로서 소비자가

(그림 11) 업종별 원적외선 산업현황



(그림 12) 연도별 참여업체 현황



신뢰하는 제품으로서의 무한한 가능성을 갖기 위해서 부단한 노력이 필요하다고 생각된다.

## 4. 식품에의 응용효과

### 4-1. 식품의 품질유지

식품의 품질유지는 식품의 원료특성(생리),

가공기술, 보존기술, 유통기술 등을 총체적으로 고려할 필요가 있다. 식품의 특성과 품질변화는 식품의 수분활성에 따라 크게 다른데 수분활성치에 따라서 여러 가지 가공기술, 품질유지 기술과 포장기술이 사용되고 있다. [표 3]에는 식품의 수분활성도와 변질요인, 품질유지와 관련한 포장재료의 기능에 대해서 나타냈다. 중간 수분 이상의 식품, 특히 생선식품과 다수분계 가공식품들은 미생물에 의한 변패가 최대의 변질요인이 되고 있다.

미생물 변패의 방지기술은 식품에서 변질요인이 되는 미생물을 제거하는 방법과 미생물의 생육환경조건을 억제하는 방법으로 대별하며, 전자로는 멸균, 살균이 있고 후자로는 저온 유통, 환경가스제어, 식품의 수분활성, pH 조절 등이 있다.

건조식품 등의 수분이 적은 식품과 여러 가지 변패방지 기술을 이용해서 미생물에 의한 변패 위험성을 적게한 식품으로는 유지, 색소, 비타민 등이 산화되는 환원당, 아미노산, 레덕탄 등에 의한 갈변 등의 화학변화를 일으켜, 그 결과 변색, 이취의 발생, 영양가의 저하를 초래한다.

또 산소가 없는 환경조건하에서도 클로로필의 퇴색, 갈변 등에 따른 변질이 일어날 가능성이 있다. 식품산화의 요인은 식품에 포함된 유지의 종류와 금속이온 등의 촉매작용도 있고, 환경조건의 산소농도, 온습도 광선 등이 있다.

후자의 환경조건은 포장에 의해 억제될 수 있고 진공포장, 질소치환포장, 탈산소제 봉입포장 등이 있다.

노화, 고화, 연화, 점도저하, 건조, 흡습 등에 따라 식품이 갖고 있는 독특한 물성을 잃는 변질

은 식품중의 수분의 이동, 식품성분의 결정화 등의 물리적 변화가 원인이 되는 일이 많다. 또 진동, 충격에 의한 파손, 향기성분의 손실, 환경과 포장재료에서의 이취에 의한 전이도 변질의 원인이 되고 있다.

수분의 이동이 변질의 원인이 되고 있는 경우에는 수증기 투과성이 적은 포장재로 포장하고, 진동, 충격에 의한 파손 등을 일으키기 쉬운 식품은 완충성이 있는 포장재로 포장하고, 향의 변화가 쉬운 식품은 보향성이 좋은 포장재로 포장해서 품질을 유지한다.

식품의 품질저하 원인은 다양하고, 사용되고 있는 품질유지 기술도 다양하다.

작금에는 고품질의 영향을 받아서 식품에 요구되는 품질레벨도 기술도 아주 고도화되고 있다.

식품의 품질유지에 대한 최대의 문제는 미생물과 가스 대책이다. 미생물의 살균, 제균기술은 크게 나누면 열과 전자파, 저온 등을 이용하는 물리적 방법과 화학물질을 사용하는 화학적 방법이다.

전후에는 값싼 화학물질이 많이 사용되었으나 약 10년전부터 큰 전환기를 맞았다. 즉, 과산화수소, 합성보존료 등으로부터 저온, 환경가스제어, 가열살균의 효율화와 자외선, 원적외선, 마이크로파 등과 같은 물리적 방법도 개발되어 이들로 바뀌고 있다.

자외선과 마이크로파 등을 최근에는 식품과 포장재료의 멸균, 무균화에도 이용되고 있다. Twin extruder와 초고압, 통전가열 등은 식품가공에서 살균이라고 하는 관점에서 주목되고 있다.

[표 3] 식품의 수분활성과 품질변화 요인 및 품질 유지기술

		〈식품변패요인〉		〈품질유지기술〉		〈포장재의 기능성〉		
수분활성								
1.00								
다수분식품	1)생체식품	세균	청과물	①저온에 의한 보냉, 축냉제 ————— 단열성				
	2)수산 (부패)			②호흡증산억제 포장, 수분조정제 —방습성, 흡수성				
	3)햄, 소시지	효모		③가스제어, 포장, 흡착분해제 ————— 가스투과성				
				④에틸렌 제거				
0.90	1)저염저장제품	0.91 (발효)	곰팡이마생물	①균레토르트, 무균포장 ————— 단열성, 강도				
	2)생과자	0.88		②멸균		저온살균, 자외선, 적외선—단열성, 강도		
				③저온유통		마이크로파, 초고압, 통전가열		
				④환경가스제어냉동, 냉장, 콜드체인, 위생관리—저온내성				
				⑤수분활성조정 CO2 치환, 탈산소제 ————— 가스차단성				
				⑥pH조정 천연, 합성첨가물, 부분건조 ————— 수분투과성				
				⑦보존료 첨가 유기산, 천연물, 향균제 ————— 향균성				
중간수분식품		1)청국장						
	2)장류							
	3)조미오징어							
0.70		호삼투압성		변색 ————— 진공포장 ————— 가스차단성, 차광성				
				산화 ————— 질소치환				
				갈변 ————— 탈산소제 산화방지제, 안정제첨가물				
0.60				기계적 완충포장 ————— 완충성, 강도				
				손상 보향포장 ————— 향기차단성, 무취성				
				방습포장 건조제 ————— 수분투과성, 흡습성				
건조식품								
0.00								

또 미지의 분야로 전장, 자장 등도 식품보존 이라고 하는 관점에서 연구되고 있다. 첨가물에 대해서도 천연물을 다른 방법과 조합하여 이용 하고, 미량으로 좋은 효과를 얻는 방법을 찾고 있다.

즉, 정보수(바이오그린 등)나 히노키치올, 마늘, 정향 등이 이용이다.

#### 4-2. 선도유지

선도유지란 식품에 붙어있는 박테리아의 활동을 억제해서 박테리아의 침식에 의한 부패(단백질 분해)를 막는데 있다.

식품에 대량 포함된 물의 물분자 진동수의 파장영역인 10 $\mu$ m 전후의 유타외선이 조사되면, 공명흡수현상으로 물분자가 활성화되어 활성화된

[표 4] 청과물 선도유지의 원리, 목적, 기술, 재료

원리	목적	기술	재료, 설비류
저온보존	호흡억제	에빙	EPS, 예냉시설, 예냉상, 단열용기 보냉고, 냉동차, 보냉컨테이너,
저온유통	증산억제	저온유지	축냉제 온도관리 라벨
수분조절	위조방지 결로, 부패방지	포장 코팅	포장재료, 수분조정제, 방운제, 포장재 외 수분투과성, 항균성 포장재 약제분무, 침적, EPS
가스조절	호흡, 대사억제 갈별, 이취억제	MAP, 포장 가스보냉고 감압	포장재질, 두께, 핀홀, 산소, 이산화탄소 농도조절 EPS, 환경온습도 조절 감압컨테이너
에틸렌제거	대사, 추축억제	흡착, 분해제거	에틸렌 흡착제, 분해제
에틸렌 생성 억제	대사, 추축억제	생리활성물질	바이오그린, 제올라이트 포장, 선도유지??? 진공, 저온, 가스농도 조절
원적외선 방사선	생체활성화	포장	세라믹, 제올라이트 혼련 포장재, 기능수 등

물분지는 용전된 산소를 활성화시켜서, 식품을 부패시키는 박테리아의 침투를 억제할 뿐 아니라 드립현상에 의한 갈색변화현상도 억제되어 선도가 유지된다.

원적외선은 식품의 선도를 향상시키는 것이 아니라, 현재의 선도를 보다 오랫동안 유지시키는 힘을 발휘케 한다.

선도유지의 가장 중요한 요소는 온도와 유통상의 신속성으로써 신선한 상품을 소비자에게 공급하기 위해서 막대한 운반비가 소요되어 왔으나 원적외선을 이용하여 선도유지기간을 연장함으로써 경비절감 뿐만 아니라 좋은 품질의 상품을 소비자에게 공급할 수 있다.

육류, 생선, 야채 뿐만 아니라 각종 과일, 우유 제품의 선도유지 및 풍미도 더욱 높여준다.

### 4-3. 숙성촉진

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

원적외선은 물을 활성화시킴으로서 수화성(水和性)이 높아져 숙성이 촉진된다.

제빵이나 제면시에 기계적인 반죽만으로는 수분분포가 불균일하고, 글로틴의 성숙이 불충분하여 일정온도 및 습도에서 일정시간동안 숙성시키고 있으나 이때, 원적외선을 조사하거나 원적외선 방사용기를 사용하면, 단시간에 숙성이 완료될 수 있어 탄력 좋고 부드럽고 빛깔 좋은 제품을 만들 수 있다.

원적외선은 술의 수화성을 높여주기 때문에

위스키, 브랜디 등을 원적외선 처리하면 목이 타는 듯한 뜨거운 맛이 사라지고 향이 증가되며 풍미도 좋아진다.

조리시에도 간장, 고추장, 된장, 젓갈 등의 간 배임이 빠른 시간에 이루어지며 더욱 부드러운 감칠맛을 느낄 수 있다.

#### 4-4. 풍미개선

식품의 맛은 식품품질의 우선적인 요소이다.

그런데, 이 맛은 종래에는 단순히 화학적인 차원에서 정미성분에 기인된다고 보았으나 실제로 있어서 우리 미각은 전하적(電荷的) 메카니즘으로 느끼는 감각이므로 식품에 에너지가 충만하고 분자활성이 높을 경우에는 우리는 즐거운 맛

을 느끼게 된다.

그러므로 이러한 원리를 이용하여 식품의 맛을 향상시키기 위한 원적외선 처리가 가능하다.

### 4-5. 식품 및 물에의 원적외선 응용효과

#### 4-5-1. 식품에의 응용효과

식품에 대한 원적외선 효과는 크게 네가지로 구분된다.

첫째, 원적외선이 식품의 맛을 변화시키는 효과이며, 여기에는 가열을 하는 경우와 상온에서의 비가열 경우가 포함된다.

둘째, 원적외선이 식품의 신선도를 유지하는 효과. 셋째, 식품의 발효·숙성을 촉진하는 효과, 그리고 넷째로 위의 세가지 효과의 어느 것

[표 5] 식품에 대한 원적외선의 응용사례

구분	응용 사례	효과 사례	가열	비가열
식품맛의 개선	제차	향기, 맛 향상	*	
	커피건조	미각개선	*	
	빵, 과자류 굽기	미각개선, 눅음방지	*	
	육류구이	미각향상, 눅음방지	*	
	야채, 육류건조	색조개선, 눅음방지, 미각개선	*	
	수산냉동제품의 제조	미각향상, 탄력향상, 눅음방지	*	
	김 건조	색조개선, 미각향상	*	
	세라믹스판	조리물의 맛개선, 술의 미각개선 등		*
신선도 유지	보존봉투	야채나 육류의 신선도 유지		*
	시트	"		*
	세라믹스판	"		*
	냉장고	"		*
숙성 발효	국수용 반죽의 숙성	탄력향상	*	
	과실주의 숙성	숙성촉진	*	*
	장류의 숙성	"	*	
기타	2차 살균	열살균	*	*
	세라믹스 판	살균작용에 따른 신선도 유지		*
	빵굽기	빵에 대한 소화촉진		*

에도 속하지 않는 그 밖의 효과이다. [표 5]는 이들 효과에 대하여 나타낸 것이다.

### 4-5-2. 물에의 응용효과

원적외선이 식품에 미치는 효과는 신선도 유지 또는 세라믹스판 등이 술에 미치는 미각의 효과 등에 대해서, 확실히 열적작용으로 설명되지 않는다.

이것을 고찰하는 데에 있어서는 식품에 대량으로 포함된 물에 대한 원적외선효과를 조사, 고

찰하는 것이 효과적이다.

원적외선의 물에 대한 효과는 다음과 같다.

- 물의 분자집단(Cluster)이 작아진다.
- 물(분자 또는 원자)가 활성화된다.
- pH가 높아진다.
- 염소 등의 특정이온 또는 물질이 제거된다.
- 원적외선이 깊게 침투한다.

### 4-6. 신선한 식품류의 유통체제 개선

유통단계에서의 식품류의 완전한 선도관리

[표 6] 원적외선 응용의 물에 관계되는 상품

상품 형태	상품 기능	작용
도자기 술병	술의 맛을 순하게 한다	술 중의 첨가물을 용해
냉장고용 시트	물의 맛 개선, 물의 해취	pH를 알카리로 변화, 물분자를 세분화, 미네랄 균형을 바꾼 물의 이온화
정수기	식물의 생육촉진, 요리의 맛을 살린다. 차나 커피를 순하게 한다. 밥, 찌개가 맛있게 된다. 육조에 더러움이 쉽게 타지 않는다. 목욕으로도 피부가 매끄러워 진다.	원적외선을 흡수하여 물이 신선하게 된다.  원자 분자레벨로 활성화 시킨다.
세라믹스용기	수용성 유제의 부식열화 방지	물분자활성화, 유기화합물 내의 물분자층이 균일하게 되어 다른 단백질, 핵산, 세포등 생체분자등을 돌리낸다. 열전도가 좋아지고 구조의 붕괴를 지연.
네트	지면의 동결방지	원적외선을 땅속으로 깊이 투과시켜 물에 작용
포장지, 비닐봉투	야채의 신선도 유지	생체내의 수분을 개질
세라믹스분말, 볼, 슈트, 카드	식품가공, 음료수, 수조 등에 사용	물의 활성화
세라믹스 펠렛	수조에 물이끼 발생억제, 염소·클로로칼키제·주류의 숙성촉진, 커피 등의 맛 개선, 물의pH 증대	"
세라믹스플레이트	맛있게 밥이 지어진다. 삶은것(찜것)이 빨리 부드럽게 된다. 순두부의 두부가 굳지 않고 구멍이 생기지 않는다. 야채절임이 맛있게된다.	"

체제를 구축하여, 생산지로부터 소비자의 식탁까지 생산지에서 갖고 있는 신선한 상태를 될 수 있는 대로 오래 유지할 수 있는 유통체제가 확립되어야 한다.

그런데 원적외선에는 육류, 생선류 및 야채 등의 드립현상을 억제하는 효력이 있다.

원적외선은 생체내의 물분자를 활성화시켜서 단백질 등의 생체고분자를 균일하게 포접시켜 효소를 활성화시켜서 박테리아의 침식을 억제하여 단백질 분해를 방어하기 때문이다. 드립현상을 원적외선이 단백질분해에 의한 탄소의 확산운동을 억제하여 갈변에 의한 갈색변화현상을 정지시키고 선도를 유지하는 것이 가능하게 된다.

그러나 선도를 향상시키는 것이 아니라, 현재의 선도를 보다 길게 갖게 하는 힘을 발휘하지만 선도가 떨어진 것을 향상시킬 수는 없다.

선도가 높은 생산지로부터 직접 원적외선에 의한 선도유지 관리를 철저하게 하지 않는 이상 생선물의 선도관리는 어렵다.

원적외선은 생산지로부터 소비자의 식탁까지 체인을 거치면서 관리가 된다면 선도의 하락을 극력 억제하여 신선한 상태로 보낼 수 있다.

물류의 주역인 자동차의 보디 내벽에 원적외 방사수지판을 활용하면 수지판이 열을 흡수하고 방사하므로 차고내의 온도는 안정된다. 즉 온도의 변동을 억제하고 물질의 변성을 저지시키는 작용이 원적외선에 있다.

맛있는 것을 먹고 싶다, 신선한 것을 먹고 싶다는 것은 누구나 희망하는 사항이다.

산지직송은 소비자가 환영하고 있다. 생산자와 소비자와의 거리를 시간단축으로 해결하려는

것은 비행기와 자동차와 연계하여 스피드 업하는 것은 유통원가를 높일 뿐이며, 생산지에 매입한 것이 엽가이고 신선함과 맛있다는 것은 말할 필요도 없다.

특히 야채의 경우에는 야채의 체내에는 당, 아미노산, 단백질, 핵산, 효소 등의 생체 고분자가 안정된 구조로 존재하고 있다.

이 생체고분자의 구조가 무너지면 야채는 체내로부터 부서진다. 이들을 콘트롤하는 것이 물분자이다. 물분자는 저온으로 될수록 진동이 약해진다. 물분자의 진동이 약해지고 불활성으로 되어 가면 박테리아의 침식을 방어하고 있는 효소가 약해진다.

효소가 약해지고 불활성이 되면 당연히 박테리아의 침식이 강해지고 생체분자를 지키고 있는 물분자의 결합이 파괴되어 단백질 등이 분해된다.

단백질이 분해되면 핵으로 되어 있는 탄소가 튀어나가고, 그 탄소의 확산운동에 상반하여 물분자가 비산된다. 즉 드립현상이 나타난다.

인간도 식물도 같은 생체의 메카니즘을 갖고 있다. 물분자를 활성화시키기 위해서는 물분자 고유의 진동을 활발하게 시키는 것이다.

단백질 등의 생체고분자를 지키고 있는 물분자를 활성화시키는데는 6~11 $\mu$ m의 원적외선 방사가 효과적이다.

야채는 골판지상자에 넣어서 출하하므로 그 골판지 상자내부에 원적외방사 세라믹스를 코팅하면 가능하다.

골판지 상자 내부에 코팅된 원적외선의 작용으로 야채내의 물분자를 활성화시키고 대사활동을 촉진시킬 수 있다.

## 5. 생체에의 응용효과

원적외선이 생체에 작용을 미치는 것은 다음과 같은 열적 또는 비가열적 작용기능이 상정된다.

a. 원적외선을 받은 피부에서 흡수된 열에너지가 말초혈류 및 열전도에 따른 생체심부 혹은 생체 전체에 영향을 미친다.(열적작용)

b. 원적외선의 특정파장영역 혹은 광량에 따라 피부의 수용기가 자극(신호)를 받아 이것이 방아쇠 역할을 하여 생체측이 스스로 움직이기 시작한다.

상온에 있어서 의료응용 상품에는 혈류촉진, 보온, 쾌적한 수면, 어깨결림, 요통 등의 통증을 경감시키는 외에 해취, 항균 등의 효과를 띠는 것이 많다. 원적외선 세라믹스 소재는 혈류, 수면, 성장, 동통, 축열, 보온, 온열에 관하여 유용한 작용이 있다는 연구자료가 보고되고 있다.

보온성에 대하여 고찰해보면 세라믹스소재는 인체에서 방사되는 원적외선을 비접촉상태에서도 흡수하여 피부를 방사냉각(접촉상태에서는 열전도에 의한 흡열도 증가된다)시키는 것과 동시에 세라믹스 소재자체도 축열하게 된다.

축열의 정도가 많아짐에 따라 소재는 원적외선을 더욱 방사하게 되어, 인체와 소재간의 온도차가 적어지게 되면, 인체에서 소재로의 열이동은 적게되며 이곳이 보온효과로 이어지는 것이라 생각된다.

이 경우, 세라믹스 소재는 통상의 섬유소재보다 열전도율이 큰 것은 물론, 원적외선의 흡수, 방사가 뚜렷하게 큰 것이 작용한다고 생각된다.

실용에서는 열전도율이 작은 섬유소재의 내면에 세라믹스를 프린트하거나 세라믹스 섬유

층을 만들게 되므로 인체와 소재간의 원적외선의 수수가 보온성 측면에서 플러스 작용을 하게 된다.

## 6. 결론

21세기의 새로운 시대를 앞두고 원적외선 시장은 계속적으로 발전할 것이다. 현시점에서 말하고 싶은 것은 앞으로 원적외선 시장이 일시적인 붐이 아니고 효과를 실증하는 제품을 소비자들에게 주는 것이다. 이 같은 의미에서 기업의 도태가 이루어지고 업계가 재편성하여 안정된 시장을 기대한다.

현재 기업의 원적외선에 대한 관심과 연구활동을 보면 앞으로 시장은 확대될 것으로 예상되지만, 모든 기업이 원적외선 관련제품의 효과에 관해 가이드라인을 책정하고 정비하여 소비자들을 현혹하지 않고 기업으로서 과학적인 제품 보급에 중점을 두어야 한다. 이 같은 일이 이루어지면 원적외선 시장은 21세기의 시대로 향한 고부가가치 산업 기술로서 가능성이 크게 기대되고 있다.

각 기업에 있어서 원적외선의 이용기술은 아직 초기단계이며 향후 원리의 해명과 기술개발을 더욱 진전시켜 보다 큰 장점을 갖는 산업으로 발전시켜야 한다.

한편 원적외선 응용상품에 있어서도 새로운 것이 속속 등장한다. 현재 시장에 나오고 있는 제품들은 종래의 제품에 원적외선 효과를 부가하여 성능면에서 상승시키는 것이 많지만 더욱 참신한 상품들이 등장하고 있다.

특히 선도유지 기술개발로 개발된 가능성 필



름, 기능성 씨트, 기능성 골판지, 단열용기 (EPS), 축냉제, 온도·시간관리용 감열레벨, 에 칠렌 제거제, 코팅된 항균·제균제, 정보수 바이 오그린 등이 있다.

청과물의 신선도 유지포장에는 산지별, 품종 별, 숙도별, 수확시기별, 재배조건별, 수확직후 각종 처리여부에 따라 신선도 유지기관과 생리 대사가 큰 차이가 있으므로 세심한 주의를 요 한다.

식품가공기술은 일반적으로 원리는 명백하고, 이용기술, 응용기술을 개발하는 것이 많지만 품질유지기술에 관해서는 관련자재와 기술자재의 효과가 명확한 경우에도 그 효과에 대한 메카니 즘이 판명되지 않은 경우가 적지 않다. 그래서 품질유지 효과와 기능성 자내는 과대한 효과를 기대하여 「무엇이나 효과가 있다」고 하게 되었고, 이론적으로는 이해가 어려운 효과를 말하고 있기도 하다.

그러나 이용상의 트러블을 일으키지 않기 위 해서도 효과의 메카니즘을 충분히 해명해서 기술과 기능성 자재의 결점과 한계를 잘 살펴 효과 적인 이용법, 응용기술을 개발할 필요가 있다.

현재 식품의 품미, 품질, 선도, 안정성 등이 중 요시되고 있고 사회전체로서 자원을 절약하는 차원에서 한 차원 더 중요시되고 있다.

원적외선 응용상품도 다품종대량 생산되어 소 비자들이 엄격히 선별하게 될 것이다.

선전문구에 원적외선 효과가 없는 상품은 생 존하기 어려울 것이며 또한 상품을 만드는데 있 어서 기업의 자세도 중요하다. 이윤추구가 기업 의 목적이지만 단지 팔기만 하면 되는 것은 아니 며 근본적인 연구를 계속하고 효과의 데이터를

수집하여 이것을 상품에 반영시켜 최종적으로 소비자가 만족하도록 하는 것이 필요하다.

더욱이 산·학·연이 공동으로 원적외선 효과 를 입증하는 것이 필요하다.

이들의 연구가 진행하면 새로운 응용의 길이 시작되고 원적외선은 현재까지의 단계에서 우주 개발, 해양개발, 지하개발, 바이오테크놀러지의 응용이 고려되지만 우주개발에 응용하는 편이 폭넓게 예측되고 있다. 2001년 21세기를 시점 으로 원적외선 관련시장이 얼마나 커질지 모르 지만 이것은 모두 원적외선에 종사하는 사람들 에게 달려 있다.

인간이 생존하기 위해서는 무엇이 필요한가? 인간의 생활을 풍요롭게 하는 것은 무엇인가? 이 두 가지를 항상 염두하고 원적외선에 몰두하 는 동시에 원리를 이해하고 원적외선 산업을 생 활산업으로 육성하며 시장은 무난히 커질 것이 다. 원적외선 시장이 생활산업이 되도록 목표를 잡고 매진하면 원적외선 시장의 장래는 크게 빛 날 것이다. ☺

월간 포장계는 포장업계에 유익한  
최신 기술 및 정보를 제공하고 있습니다.

정기구독 및 광고 문의는  
(사)한국포장협회 편집실로 해주십시오.

TEL. 02)835-9041

E-mail : kopac@chollian.net