

특집: 원적외선의 특성 및 응용

원적외선의 방사효과 및 응용

최 태 섭 <(사)한국원적외선협회 전무이사>

1. 서 언

원적외선에 대한 국민들의 관심은 대단히 빠른 속도로 확대되고 실생활 전반에 걸쳐 신상품이 등장하면서 고부가가치의 원적외선 산업에 대한 관심도 매우 높아지고 있다. 최근 각 분야에서의 원적외선 활용은 가열·건조의 산업분야에만 국한되지 않고 의료기기, 건강식품 및 생활용품, 내의류 등의 신소재로 다양하게 이용되고 있다.

원적외선이 처음으로 이용되기 시작한 것은 1930년대에 미국의 자동차 도장건조 부분이었으나 1970년대 두 차례의 오일쇼크 이후 일본에선 대체에너지 개발 측면에서 원적외선 방사의 원리를 이용한 제품들이 각광을 받게 되어 활발한 연구개발이 이루어지면서 오늘날 원적외선 산업이 개화하는 계기가 되었다.

우리 나라에서는 1980년대에 들어 학계 및 연구계를 중심으로 원적외선 히터 및 세라믹 코팅제 연구를 시작으로 중소기업을 중심으로 한 생산업체에서 원적외선 상품을 본격적으로 도입·개발하기 시작하였다.

현재는 고온역에서의 원적외선 세라믹스에 의한 가열·건조제품 외에 건축분야, 난방분야, 섬유제품, 식품선도 유지용품, 치료조보기구, 건강용품, 주방용

품 등 그 활용이 확대되어 다양하게 이용되고 있다.

각 기업에서도 원적외선에 대한 시험평가, 연구기관을 통해서 제품의 원적외선 효과의 데이터 작성에 전력을 기울이고 끊임없는 연구개발과 투자로 원적외선 응용제품 시장은 21세기의 새로운 시대에 부합되어 더욱 활성화 되어가고 있다.

또한 최근에 들어서는 원적외선 관련품목 대상이 산업용보다는 일상생활용품의 응용분야가 더욱 증대되고 있으며 섬유제품 분야의 두드러진 증가 추세를 나타내고 있다.

2. 원적외선의 방사효과

전자파의 한 영역인 원적외선은 전자파 특유의 특성과 원적외선 영역으로서 다른 전자파에는 없는 특성을 갖고 있다.

열선이라 불리는 원적외선의 열전달방식은 대류, 전도 및 방사의 3가지 중 방사로 열을 전달하며 열의 매체가 불필요하여 열원으로부터 직접 전자파가 방사되어 피사물에 조사되어 즉시 열로 된다.

다른 특성으로는 열에너지가 분자의 내부에너지를 여기하여 물질의 발열을 촉진하는 흡수특성으로 원적외선이 가지고 있는 고유의 효과이다.

또한 원적외선은 대상물체를 균일하게 가열하고, 가열시간의 단축으로 인한 에너지 절약효과, 선택적 가열기능, 열분해의 억제, 생체의 육성촉진, 세포의 활성화, 식품의 향미보존, 생체의 온열효과, 혈행 촉진작용, 선도유지, 숙성효과, 냄새제거, 습도조절 등 이루 헤아릴 수 없을 만큼의 효과를 가지고 있다.

이러한 원적외선의 특성이 응용된 분야 및 상품현황은 가열에 의해 효과를 얻을 수 있는 가열부분과 상온상태에서 사용되는 것으로 즉, 비가열 부분으로 크게 나눌 수 있다.

원적외선 응용제품은 특히 비가열 쪽에서 급속도로 확산되고 있으며, 상품시장의 규모도 무시할 수 없을 정도로 커졌다고 본다. 원적외선 비가열 제품이

급속도로 확산되는 원인은 의식주와 관련된 제품이 주종이고 우리의 생활수준 향상으로 건강과 관련된 제품의 소비자 관심이 높으며, 소자본으로 상품개발이 가능하고, 일본으로부터의 제품의 수입이나 기술 제휴, 모방생산 등으로 신제품의 생산이 활발하기 때문이다.

아래 표 1에 원적외선의 응용분야별 상품 및 적용부분을 나타내었다.

3. 원적외선의 응용

3.1. 가열원적외선의 응용

원적외선의 가열작용을 이용한 분야는 기계, 식품

표 1. 원적외선 응용분야 및 상품현황

구분	분야	상품 및 적용부분
가 열	1. 전자재	- 내외장재, 모르타르, 석고보드, 벽지, 벽돌, 타일, 판넬
	2. 산업용	- 가열 : 열가소성 수지의 성형건조, 유리·도자기의 예열 및 건조, 냉동식품의 해동, 금속도장 가열장치 건조 : 전자·전기부품 코팅건조, 탈수건조, 도장건조, 인쇄건조, 약품건조, 식품건조, 가축분뇨의 건조 경화 : 수지경화, 도장소부, 접착 성형 : 수지가공, 열수축 소성 : 제빵, 제과, 수산물 숙성 : 과일주, 숙성주 난방 : 국소난방, 공장난방, 온돌판넬
	3. 건강, 의료	- 사우나, 온열치료기, 찜질기, 약탕기, 찜질방, 온열매트, 매트, 난방기구, 헤어드라이어
	4. 주방용	- 석쇠, 각종 조리기구(알미늄제, 도자기류, 법랑)
비가열	1. 주방용	- 식품보관용(플라스틱, 도자기, 유리), 선도유지폴리백, 물통, 취반·조리용 플레이트, 볼, 냉장고탈취제, 세미기
	2. 생활용품	- 장신구, 약세사리, 자기, 샤워용품, 포장재
	3. 건강용품	- 각종밴드, 벨트, 안대, 깔창, 패드, 목걸이, 팔찌류, 파스류
	4. 섬유제품	- 양말, 내의류, 이불, 요, 베게, 시트, 섬유류, 카바, 매트
원 료	1. 합성원료	- 항균세라믹, 액상세라믹, 파인세라믹
	2. 천연원료	- 규산질, 알루미늄, 실리카질, 마그네시아질 광물, 숯 등

공업, 전자, 화학 등의 산업에 확산되기 시작했고, 의료, 건강증진을 위한 일부 분야에서도 이용되고 있다.

원적외선은 다른 가열방법에 비하여 다음과 같은 특징이 있다.

① 원적외선은 복사에너지에 의해 직접 가열되므로 열풍가열과 같이 열 매체인 공기를 가열한 후에 공기로부터 전도열로 작업물을 가열하는 간접 가열 방식보다 가열효과가 높아 가열로의 설치면적이 적고, 기기도 컴팩트하게 되므로 설비비, 운전비 모두 경제적 효과가 크다. 앞으로 우리사회가 선진화되어 감에 따라 식품조리 및 의료, 건강관리 분야로의 응용이 더욱더 늘어날 것으로 본다.

② 가열처리물의 재질에 따라 가열효과는 크게 좌우된다. 특히 고분자 화합물 등의 고유흡수 파장영역이 원적외선 파장영역에 속해 있기 때문에 가열할 때 고분자 화합물에 흡수가 잘되어 극히 짧은 시간에 가열할 수 있는 등 현저한 효과를 올리는데, 금속 제품 등은 복사된 에너지가 반사되어 물질의 가열에 그다지 효과를 발휘하지 못한다.

③ 원적외선을 물체에 조사시키면 흡수되기도 하고 반사 또는 투과되기도 한다. 표면에 흡수된 것은 열전도에 의해 내부로 전달되는 복사에너지이므로 공기 중의 온도상승에는 직접 관여하지 않고 가열할 뿐만 아니라, 진공중에서도 열복사의 효과를 얻을 수 있으므로 원적외선 진공건조로서 저온에서 수분의 증발을 촉진하고 물질의 열변화를 초래하지 않는 건조가 된다. 진공동결에 비하여 원가면에서도 유리하고 대량처리에도 적합하다.

④ 전자파로서의 에너지 레벨이 낮으므로 화학작용이 적고 처리물에 변질을 미치지 않는 가열효과가 기대되는 반면 자외선과 같이 DNA의 유전자 분자를 파괴할 정도의 힘이 없어 열살균 효과 이상의 비열살균의 기능이 있다고 인정될 수 없다.

⑤ 인체 등 생체에 미치는 온도효과가 은근하여 난방과 의료에 이용하는 경우, 자극적인 느낌이 없고 부드러운 온감을 얻을 수 있다. 사우나 등으로 이용

하는 경우 50℃정도의 저온하에서도 발한작용이 있고 흡수가 신속하여 심장에 부담을 주지 않고 몸 속부터 따뜻해져 사우나 효과를 발휘할 수 있다.

⑥ 복사열로서의 이용은 국소적으로 가열할 수 있으므로 큰공간과 처리물 전체의 가열을 필요로 하지 않는 목적에는 에너지 절약 효과가 크다.

⑦ 온도제어성이 극히 양호하여 균일가열이 가능하게 되어 고품질, 고성능의 가열 가공이 된다. 또한 색조변화에 따른 흡수열량의 차이가 거의 없어 균일하게 가열이 가능하다. 온도분포가 폭 방향, 길이 방향, 상하 방향 모두 조건 조정이 가능하다. 또 국부적으로 고온처리, 저온처리를 임의로 취하므로 형상, 두께, 재질 등의 대응이 용이하다. 피사물의 두께가 두꺼운 것은 열전도가 느리므로 가능한 얇게 슬라이스해서 가열·건조하는 것이 바람직하다.

⑧ 식품 등에서는 함유되어 있는 미량 성분의 휘발을 동반하지 않고 건조되므로 식품의 청미, 적미의 색 성분이 그대로 남아 건조에 의한 갈변이 일어나지 않으며 식품 특유의 풍미를 해치지 않게 처리될 수 있다.

⑨ 짧은 시간에 가열처리가 가능하므로 구워짐과 살균 등에는 수분의 증발이 적은 상태로 끝이 나므로 부피 수축이 적다.

⑩ 배기가스, 습, 가스냄새의 발생원이 없어 무공해적이고 위생적인 청정가열이다.

⑪ 직화가 아니므로 화재의 위험성이 적고 안정성이 높다.

⑫ 전기를 열원으로 한 원적외선 가열로와 같은 전기 열원인 적외선 램프에 의한 가열로와 가스나 등유, 프로판 등의 연소방식에 의한 열풍가열로의 세 가지 가열로에 있어서 특징을 살펴보면

- 가열효과 : 원적외선 가열은 가열효과가 높고 열처리시간이 적외선 램프에 비하여 30%, 열풍 대비 50~70%나 단축되기도 한다.

- 설비비 : 원적외선 노는 설비공간이 작고 컴팩트하므로 설비비가 저렴.

아래 표 2는 가열 원적외선의 국내외 응용분야와 효과를 나타낸 것이다.

3.2 비가열원적외선의 응용분야

열을 가하지 않고 그대로 비가열 상태에서 원적외선이 응용되고 있는 분야로 식품분야의 보존, 저장용으로 플라스틱용기, 비닐봉지, 탈취팩, 세라믹스판 등이 있고, 물에 관련된 것으로는 플라스틱 물병, 시트, 정수기용 볼, 보드 등이 있다.

의류 분야로는 침구, 양말, 내의, 방석, 기타 의류 등에 이용이 되고 있으며, 기타 담배용 카드, 주류용 시트, 화분용 불과 시트 등이 있다.

각각의 응용분야별로 공통적인 것은 원적외선 효과라고 주장하는 것이다. 이 점에 대해서는 과학적인 근거에 의한 이론적인 규명이 확립되어 있지 않은 것이 사실이다.

따라서 이들 응용제품이 원적외선에 의한 효과인지, 아니면 세라믹스가 갖고 있는 특성에 의한 변화인지를 정량적으로 분석해내야 의문점이 사라질 것이다. 그러나 이와 같은 의문점을 해결하기 위한 측정방법 및 평가방법이 확립되어 있지 않기 때문에 당분간은 논란의 대상이 될 것으로 생각된다.

더욱이 모든 물체는 절대온도 이상이면 그 온도에 해당하는 적외선 내지는 원적외선 파장을 방사한다. 한편 열은 고온영역에서 저온영역으로 이동되며 두

영역의 온도가 동일해지면 열평형 상태를 유지한다. 즉 열의 이동이 없게 되므로 분자를 진동시켜 내부의 변화를 주기가 어렵게 된다.

이 불변의 법칙을 반대로 놓고 설명이 가능한 이론적 근거가 제시되지 않는한 상온에서의 원적외선 효과에 대한 찬반론은 계속되리라 본다. 그러나 상온영역에서 과학적인 근거나 규명이 없다고 해서 무조건 무시할 수 없는 부분이 있다.

4. 원적외선의 평가 및 개발 전망

4.1 효과의 평가

원적외선의 산업으로의 이용은 최초로 도료(페인트)의 건조나 가열에 이용되어 왔고 식품가공분야 등 산업용으로의 응용이 확대일로에 있으며 조리기구나 난방기 등의 민생용 이외에도 식품의 선도 유지, 숙성, 인체의 건강증진과 같이 상온에서의 작용효과를 가진 응용제품 개발이 활발히 진행되고 있어 주목을 받고 있다.

4.1.1 가열분야

- 열효과 : 주로 페인트와 같은 표면층의 속성건조, 식품류의 건조, 온열치료가 등에 활용되는 것으로서 원적외선 방사체를 상온보다 높은 온도로 가열하여 사용하는 것을 말하며 열효과의 특징으로는

표 2. 원적외선의 가열작용을 이용한 국내외의 응용분야

가열의 분류	응용분야의 예	효과
건 조	농수산물·식품건조, 자동차·가전제품의 도장건조, 약품건조, 회로판건조, 인쇄잉크 건조, 염색건조, 한약재건조	균일하고 신속히 건조됨. 화학변화가 적음
가열(소성, 구움, 경화)	제빵류·과자류의 구움, 냉동식품의 해동, 수지가공, 열경화성수지의 경화, 육류구이	균일하고 신속히 가열됨. 식품의 경우(구이)풍미가 있음
예열·보온	양조품의 숙성, 식품의 재배, 가축의 사육, 전기요·장판, 공장난방, 플라스틱 성형가공	열매체가 불필요. 직접 열전달 가능(복사)
건강·의료	사우나, 신체의 일부 가열 및 맛사지	저온복사효과. 신체에 대한 흡수성 양호

다음과 같다.

- 물체에 흡수되면 흡수된 에너지가 직접 열로 변한다.

- 열이동이 신속하여 열효율이 좋다.
- 균일 가열이 가능하며 조절이 용이하다
- 에너지 절약효과가 있다
- 가열매체(원적외선 혹은 보통의 적외선)에 의한 가열방법의 차이를 명확히 할 필요가 있다.
- 원적외선 이외의 요인에 의한 것을 분명히 제외하고 측정할 필요가 있다.

- 가열방법에 따라 식품의 품질에 차이가 발생하지만 이 원인이 가열매체의 차이(원적외선인지 적외선인지)에 따른 것인지 가열시 온도제어의 차이에 따른 것인지 등 여러 가지 요인을 과학적으로 해명할 필요가 있다.

4.1.2 비가열분야

- 비열효과 : 유기화합물의 주된 성분은 물자로 이 물분자에 원적외선이 흡수 되면 원적외선에 의해 활성화되고 활성화에 의해 유기화합물의 물분자층은 균일하게 된다. 따라서 구조가 안정화되고 구조붕괴 및 부패가 지연된다. 비열효과와 특징으로는

- 식품의 선도 유지 및 미각향상
- 혈액순환 및 생체 활성화
- 악취제거 및 공기정화
- 물의 개질(물의 활성화)
- 건조 및 숙성 등의 효과가 있으며 현재 각 분야에서 과학적인 규이 진행되고 있고 반응 메커니즘에 대한 결과도 계속 밝혀지고 있다.
- 순물리적인 온도변화의 측정이 필요하다
- 원적외선 이외의 인자에 의한 효과를 제외한 분석이 필요하다.
- 원적외선 효과인지 세라믹스 효과인지 혹은 기타 심리적인 요인, 의료기구 구조의 영향에 의한 것인지 명확히 할 필요가 있다.
- 원적외선의 열적 작용과 비열적 작용을 분리해

조사·연구하는 것으로, 생물학적 효과가 분자, 세포, 조직, 기관(장기), 개개의 어느 레벨이 있는지를 명확하고, 특히 비열적 작용에 대해서는 여러 인자를 제외한 영향을 뺀 데서 검토할 필요가 있다.

- 다른 요인에 의한 것을 제외하고 원적외선 효과인지 세라믹스 효과인지를 명확히할 필요가 있다.
- 선도에 있어서는 물질단계에 있어서의 변화를 정량적으로 평가할 수 있는 측정법의 확립을 필요로 한다.

4.2 개발전망

연구개발중이거나 상품화되리라 예상되는 원적외선 상품들을 분야별로 살펴보면

건설·주택산업분야에서는 원적외선벽지나 천장자재, 내외장 마감재가 등장함으로써 건조효과 및 방충효과가 기대되며 이밖에 목욕통, 내장타일, 커튼, 카페트, 벽면난방 상품이 개발중이거나 상품화되고 있다.

가전분야에서는 각종 원적외선 난방기구와 조리기기 등이 더욱 다양화될 전망이다, 냉장고에는 플라스틱 내장재, 선반, 단열재 등에 많은 활용이 기대되고, 각종 식품의 온장고, 건조고, 해동고 등의 신상품 등장이 예상된다.

섬유, 의류, 침장류 업계에서는 원적외선방사 원사가 개발되고 원적외선 물질의 액상화로 기존의 코팅 방식으로 적용하기에 제한적이었던 각종 침구류 상품의 등장이 전망된다.

건강산업분야에서는 가정용 온열치료기 상품이 더욱 다양하게 개발될 것으로 예상되며, 의료·화장품 업계에서는 임상실험 등을 거치는데 많은 시간과 경비가 소요되겠지만 각종 치료보조기구로서의 의료용 구나 연고, 비누, 크림 등의 상품의 예상된다.

또한 각종 도료, 잉크 및 종이업계에서도 원적외선 제품개발이 활발할 것이며, 특히 농업분야에서는 생산증대나 촉진뿐만 아니라 유통, 보관에 있어서의 선도유지, 향미유지 등 헤아릴 수 없이 다양한 응용

이 전개되어 가치 식품산업혁명의 기수가 될 것으로 예상된다.

그림 1과 그림 2에 가열부문과 비가열부문, 원료의 세부분으로 나누어 1997년부터 2000년까지 원적외선 관련 특허출원 비율을 2년 단위로 통계를 나타내 보았다.

그림에서 보는 바와 같이 1999년에서 2000년까지의 특허 출원 비율을 볼 때 가열분야가 42.6%, 비가열분야는 38%, 원료분야가 19.4%로 나타났다. 1997~1998년도는 가열분야 55.6%, 비가열분야 27.7%, 원료분야 16.7%와 나타나 2000년 출원 비율과 비교해 볼 때 비가열분야의 비약적인 증가경향을 알 수 있다.

그림 3과 그림 4는 1999~2000년 특허 출원 건수 중 각 분야별로 나타낸 것이다.

그림 3을 보면 원적외선 상품의 도입 초기 산업분야가 주 상품이었던 것에 비하여 전자재 분야가 50% 가량을 차지하고 있으며 건강분야의 비율도 높게 나타남을 주목하여야 할 것이다. 그림 4의 비가열부문의 특허 출원 비율을 보면 앞으로 섬유분야의 개발이 더욱 확대될 것으로 전망된다.

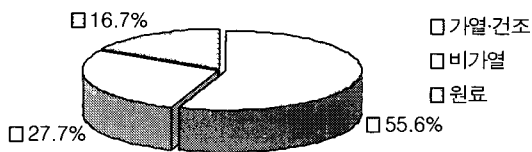


그림 1. 1997~1998년 사용분야별 특허출원

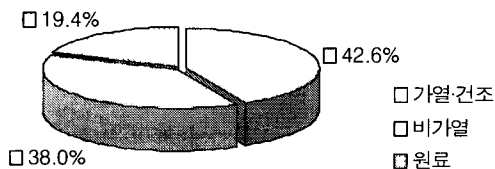


그림 2. 1999~2000년 사용분야별 특허출원

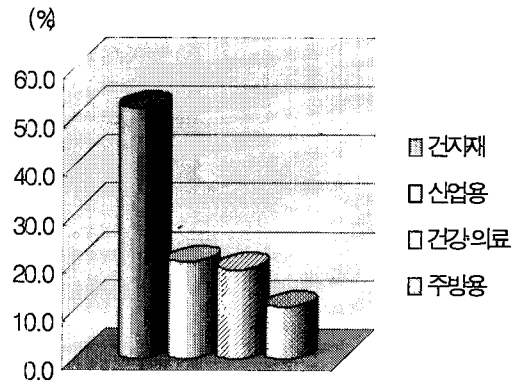


그림 3. 가열부문 응용분야 특허 현황

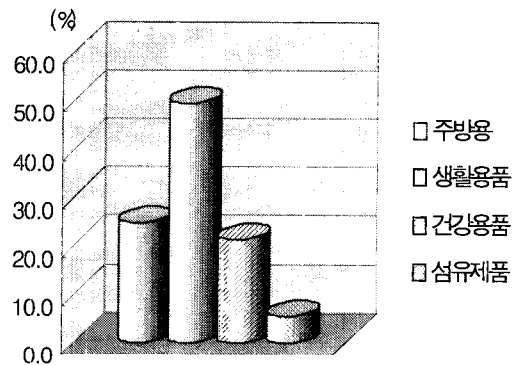


그림 4. 비가열부문 응용분야 특허 현황

원적외선 응용은 앞으로 유효한 에너지 이용 측면에서 폭넓게 여러 분야에서 활용되리라 기대한다. 특히 원적외선 방사체를 피조물에 이용코자 할 때에는 원적외선 방사 파장대와 피조사물의 흡수 파장대와의 관계를 고려하지 않으면 안된다. 즉, 공진할 수 있는 진동수를 상호 일치시키는 것이 필요하며 이때 원적외선 방사효율은 극대화될 것으로 판단된다.

원적외선 응용산업이 국내에 수입된 지 불과 10여년에 불과하지만 그동안 관련 업체수는 대기업 포함 현재 1000여개 업체에 달하는 것으로 파악되고 있다. 물론 이상의 통계수치는 비가열 원적외선 응용분야도 포함되고 있고 내수시장은 확대일로에 있는 실정이다.

아울러 국내에서도 원적외선 분야에 이용될 세라

◇ 著 者 紹 介 ◇



최 태 섭

1984. 8. 한양대학교 공과대학 공학사 졸업. 1984. 3.~1989. 8 국립공업시험원 유기화학과. 1988. 8. 한양대학원 공학석사. 1989. 9.~1996.1 국립요업기술원. 1996. 2.~1999.12 한국건설자재시험연구원. 2000. 1.~현재 (사)한국

원적외선협회 전무이사.

믹스의 원료공급 기술, 파인세라믹스기술, 원적외선 활용장치의 설계 및 응용기술 등이 절실히 요구되고 있으며 보다 섬세하고 수요자의 구미에 맞는 성능개발의 저변확대는 자원이 부족하여 항상 에너지 위기 의식을 떨쳐버릴 수 없는 국내 현실로 볼 때 에너지 절약 및 경제의 활성화 측면에서 꼭 필요하다고 생각된다.

꾸준한 연구에 의해 원적외선의 평가가 한층 확충되면 쾌적한 생활을 실현하는 데 이같은 여러 종류의 원적외선 관련소재가 유효하게 사용되어 고령화 사회를 맞이하고 있는 이때 안전·경제면에서도 무시할 수 없는 무한한 가능성을 기대해 마지않는다.

앞으로의 원적외선 상품은 고온 가열에 의한 건조나 난방에서 벗어나 지하·해양·우주 개발분야로 발전될 것이며 의료 건강분야와 식품·조리분야는 종합적인 시스템화로 생활 전반에 걸쳐 미래 산업의 주축으로 자리잡을 것으로 전망된다.