

遠赤外線의 브라운관에의 應用과 生體에 미치는 影響에 대한 研究(I)

(A Study on Application of FIR to the Braun tube and Influence of Braun tube of FIR-radiation Type to a living Organism(I)

金 憲 秀* · 朴 鍾 煥**
(Hun-Soo Kim · Jong-Hwan Park)

요 약

지금까지 TV와 모니터에서 발생하는 유해한 전자파와 정전기에 대해서는 단순한 차폐방법으로만 대응해 왔다. 본 연구에서는 이와는 달리 생체에 유익한 특성을 역으로 제공하는 방법에 착상하여 생체에 유익한 것으로 알려진 원적외선이 방사되도록 특수세라믹스를 브라운관에서 적용하고 이를 이용하여 생체실험을 한 결과, 일반 TV와 모니터에서보다 국화는 약 1.5배, 초파리와 올챙이는 약 2배 향상된 생명력이 나타났다. 결과적으로 원적외선이 방사되는 특수처리한 브라운관이 생체유익효과를 제공한다는 사실이 입증되었다.

Abstract

Until now, simple shielding is the only way to prevent harmful electromagnetic wave from TV and monitor. In this study, we adopted special ceramics to Braun tube for radiating FIR ray. In experiment on liveing organisms, there was some differences between general and ceramics treated Braun tube. The chrysanthemum, the drosophila and the tadpole which were in front of ceramics treated Braun tube showed longer living activity than those in front of general tube. As a result, it is proved that the ceramics treated Braun tube offers good effects to living organisms.

1. 서 론

TV는 우리에게 수많은 문화정보와 오락 등을 끊임없이 제공하여 생활을 윤택하게 하고 있으므로, 현대생활에서 떼어 놓을 수 없는 매체가 되어 우리들의 생활의 일부로 자리잡고 있다.

그러나 TV시청시, 브라운관으로부터 화상과 더불어 미약한 전자파 및 정전기 등이 방출되어 극히 근접하여 시청할 경우, 인체에 해를 끼칠

염려가 있다고 보는 견해도 있다. 이들의 미약한 작용마저도 방지하기 위하여 브라운관유리에 X선차폐물 첨가, 대전방지 코팅처리, 보안경 부착과 전자파차폐기구 등을 사용하고 있다.

본 연구는, 이와는 달리, 브라운관에 원적외선방사 세라믹스를 적용하여, 브라운관으로부터 인체에 유익한 원적외선을 방사하도록 하여 TV시청자의 건강과 쾌적한 환경을 도모하도록 시도한 것이다.

본 연구에서는 원적외선에 대하여 지금까지 발표된 이론 및 실험결과에 대한 고찰과 원적외선의 특성을 정리하고, 또한 원적외선방사 세라믹

三星電管 綜合 研究所 先任 研究員
*正會員 : 三星電管 綜合 研究所 主任 研究員
**正會員 : 三星電管 綜合 研究所 主任 研究員
接受日字 : 1994年 11月 2日

스를 적용한 브라운관에서 방사된 원적외선에 의한 생체효과를 직접 확인하는 실험을 시행하고자 한다.

2. 원적외선 특성에 대한 고찰

2.1 원적외선 특성에 의한 이론적 고찰

(1) 원적외선의 구분

원적외선이 속해 있는 적외선은 전자파의 일종으로, 가시광선보다 파장이 길고, 마이크로파보다 파장이 짧은 범위에 있다. 원적외선의 파장영역을 정하는 구분방법은 관점에 따라서 약간의 차이가 있으나 일반적으로는 다음과 같이 정하고 있다.

원적외선은 전자파의 일종이므로 파동성, 입자성의 이중성을 갖고 있다. 즉, 전자파는 진동(ν)에 비례하는 에너지($h\nu$)를 가지고 있으며 이 에너지를 전자파의 광양자에너지라고 한다. 원적외선 중에서 공업적으로 주로 이용하는 2.5~30 μm 파장을 광양자에너지로 환산하면 0.5~0.04eV 정도의 미약한 에너지가 되므로 화학작용을 기대할 수는 없다.¹⁾

(2) 물체의 온도방사²⁾

적외선은 온도와 밀접한 관계가 있어서 물체의 온도를 절대온도 0K(-273 $^{\circ}\text{C}$) 이상으로 높이면 적외선을 방사하여 방사스펙트럼은 연속이고 스펙트럼에너지 분포의 모양은 온도에 따라 결정된다. 이러한 적외선의 특성을 나타내는 법칙은 다음과 같이 정리할 수 있다.

① 키르히호프(Kirchhoff)의 법칙: 어떤 파장의 방사선을 잘 흡수하는 표면은 이 파장을 잘 방사한다. 또한 일정온도에, 동일파장의 방사선에 대한 물질의 흡수능력과 방사능력의 비는 물체의 성질에 관계없이 온도에만 의존하여 일정한 값을 갖는다.

② 스테판-볼츠만(Stefan-Boltzmann)의 법칙: 온도 TK의 흑체로부터 방사되는 전방사에너지 S는 그의 절대온도 TK의 4제곱에 비례한다.

$$S = aT^4 \quad (a = 5.67 \times 10^{-8}) \dots\dots\dots(1)$$

③ 윈(Wien)의 변위칙: 흑체에서 최대 분광방사가 일어나는 파장 λ_m 은 온도 T에 반비례한다.

$$\lambda_m = C/T \quad (C = 2897) \dots\dots\dots(2)$$

④ 플랑크(Plank)의 방사법칙: 파장 λ 의 분광방사속의 발산도 S_λ 의 크기는 온도 TK일 때 파장 λ 과 온도T에 의해서만 결정된다.

$$S_\lambda = C_1 \lambda^{-5} / e^{C_2/\lambda T} - 1 \quad (C_1, C_2 \text{는 상수}) \dots\dots\dots(3)$$

(3) 원적외선의 특징

일반적으로 원적외선의 특징은 방사, 침투력, 공명흡수등으로 설명한다.

① 방사: 원적외선은 전자파로서 직진성, 굴절, 반사 등의 광학적 특성을 갖고 있고 열전달의 매체가 필요없으며 열원으로부터 직접 방사된 전자파가 상대물체에 조사되어 즉시 열로 된다.

② 침투력: 원적외선이 물체에 흡수되어 물체의 내부에 도달하면 분자가 활성화 된다. 이 침투력은 파장의 제곱근에 비례하므로 파장이 4배로 길어지면 침투력은 2배로 되어 물체내에 들어간다. 따라서 파장이 짧은 자외선보다는 침투력이 강하지만 이 침투력이란 대상물체의 종류에 따라서 달라진다.

③ 공명흡수: 물질을 구성하는 분자의 구조는 질량, 구조의 집합방식이나 배열상태, 결합력의 차이로 인하여 특유의 진동과 회전의 주파수를 갖고 있다. 방사된 원적외선의 진동수와 물질의 진동수가 일치하게 되면 원적외선은 원자 및 원자의 집단에 흡수되어 공명흡수 현상이 일어난다. 이 현상이 일어나면 분자내에 큰 에너지가 발생하고 그 대부분은 열로 변하고 일부는 활성화 에너지로 변하여 분자를 활성화 시킨다.

표 1. 적외선의 분류
Table 1. Classification of Infrared Radiation

적 외 선	근 적 외 선	0.78~1.5 μm
	중 적 외 선	1.5~4.0 μm
	원 적 외 선	4.0~100 μm
	초원 적 외 선	100~1,000 μm

2. 원적외선 방사효과에 대한 실험적 검증

(1) 핵자기공명(NMR)분광법에 의한 물의 개질(改質)효과 확인³⁾

상온에서의 원적외선 방사강도는 $3 \times 10^{-3} \text{W/cm}^2$ 로 매우 미약하여 그 효능을 검증하기란 현 수준

에서는 아주 어려운 실정이다. 그러나 최근에 핵자기공명 분광법을 이용하여 물의 분자집단(Cluster)이 미약한 원적외선의 조사로 인하여, 보다 작은 구조로 변화한다는 사실을 실험적으로 증명한 연구결과가 보고되었다. 즉, 원적외선의 조사로 물의 NMR스펙트럼 선폭이 좁아진다는 사실을 알게 된 것인데 NMR의 스펙트럼 선폭이 좁다는 것은 물의 분자집단인 클러스터가 적어지고, 또한 분자의 운동이 빠르다는 것을 의미하여 이것은 곧 물분자의 운동이 활성화 되고 있는 상태라고 말한다. 물은 최저 5~12개의 물분자의 중합체인 클러스터를 형성하는데 클러스터가 클수록(길수록) 물의 용적이 크고, 비중도 가벼워서 세포막에의 부착이나 침투성이 나쁘다고 한다. 클러스터가 크다는(길다는) 것은 그 속에 Cl_2 , SO_2 , CO_2 등의 유해가스(이것이 혈액을 산성화 한다)나 Hg, Cd, Pb 등의 오염물질이 쉽게 포함되는 형태라는 것이므로 클러스터가 큰 물은 인체나 동식물의 건강과 성장에 좋지 않다.

3~16 μm 의 원적외선이 물의 클러스터에 조사되면, 미약한 에너지인 광량자의 전파에 의하여 물의 각 원자, 분자축이 여기상태로 되어 에너지가 높은 공명상태로 되고 이로 인해 물분자간의 중합이 절단되어 짧고 용적이 적은 물의 클러스터로 됨으로써 유해물질을 체외로 방출하고 물분자의 세포막에 대한 부착 및 침투성을 증진시켜 인체와 동식물이 바람직한 상태를 유지하도록 한다.

원적외선의 에너지범위 전체에 대한 정설은 없으나 파장범위를 3~1,000 μm 라고 할 때, 이를 파수범위로 변환하면 10~3,333 cm^{-1} 가 된다. 이 에너지범위의 원적외선과 물분자간의 상호작용을 살펴보면 물분자의 전자를 여기하여 라디칼이나 이온을 생성시키기 위해서는 적어도 10eV(파장 0.12 μm) 이상의 광자에너지가 필요하며, 물분자의 해리에 필요한 에너지는 H-OH 간이 5.11eV(0.24 μm), O-H간이 4.40eV(0.28 μm)인데 라디칼이나 이온의 생성 그리고 해리에 필요한 에너지 모두는 원적외선 영역이 아니므로 원적외선의 조사만으로는 이러한 현상이 결코 발생할 수 없다.

그러나 물분자의 진동여기에 필요한 최저 진동 에너지는 약 0.2eV(6.25 μm)이고 회전여기에 필요한 에너지는 0.005eV(250 μm)인데 이 에너지들은 원적외선 에너지범위에 포함된다. 따라서 이러한 계산에 따르면 원적외선은 물분자의 진동여기와 회전여기에는 충분히 영향을 줄 수 있는 에너지를 가지고 있음을 알 수 있다.

물의 수소결합 에너지를 계산하기 위하여 많은 과학자가 노력한 결과, 1.3Kcal~4.5Kcal/mol 범위의 값을 얻었다. 여기서 1Kcal/mol의 분자당 에너지는 아보가드로 수(6.02×10^{23})를 고려해야 하므로 이를 계산하면 다음과 같다.

$$1 \times 10^3 \text{Cal} \cdot \text{mol}^{-1} / 6.02 \times 10^{23} \text{ molecule} \cdot \text{mol}^{-1} = 1.66 \times 10^{-23} \text{Cal/molecule} = 6.95 \times 10^{-14} \text{ erg/molecule} = 0.0433 \text{eV} (= 28.6 \mu m)$$

그러므로 1.3Kcal~4.5Kcal/mol 범위의 값을 가진 물의 수소결합 에너지는 0.056~0.20eV(6.2~22.1 μm) 범위에 있게 되며, 원적외선의 파수영역과도 합치하는 것이다. 이것은 원적외선의 에너지가 기본적으로 물분자의 클러스터를 작게 하는 수소결합의 해체에 기여한다는 사실을 증명하는 것이 된다.

정리하면, 원적외선 레벨의 전자파를 흡수한 수용액은, 흡수하는 순간 원적외선과 수용액 중의 분자 혹은 클러스터와의 1차작용을 통하여 적어도 흡수가 일어난 순간에는 분자내에서 진동여기나 회전여기가 발생하거나 분자간의 해체가 일어나며 이러한 1차작용에 의하여 2차적으로는 국부적인 온도상승, 분자의 입체이성화, 이온주변 용매분자의 배위상태(용매화)가 발생한다고 생각할 수 있다.⁵⁾

(2) 원적외선이 인체의 각 기능에 미치는 영향의 실험적 검증^{6) 7)}

일본 원적외선 연구 단체에서 원적외선 방사체인 백금전자파점유가 인체내의 백혈구와 과산화지질에 미치는 영향에 대하여 연구한 결과를 보면 원적외선이 호중구(好中球)의 칼슘이온을 증가시켜서 호중구와 임파구의 기능을 증강시킨 것으로 판명되었다. 이 결과는, 원적외선이 클러스터를 축소시켜 물이 생체 세포막으로 용이하게 침투케 하여 세포내의 칼슘이온을 증가시키므로

써 세포를 부활화, 활성화시킬 것이라는 지금까지의 가설을 일부 확인시켜 준 결과이다.

또한, 원적외선은 만성관절류마티스, 당뇨병 등의 임상환자 치료에 우수한 효과를 나타내며 원적외선에 의한 과산화지질형성 억제작용에 의하여 초음파 혈류계로 측정했을 때 혈행장애 환자의 혈류회복이 증명되었으며 암세포내에 칼슘이온의 저하를 가져와 암의 증식을 억제한다는 연구결과도 보고 되었다.

쥐를 이용한 원적외선의 특성에 대한 각종실험⁵⁾결과를 보면, 동경의과치과 대학에서는 일반 쥐보다 체중증가 현상이 관찰되었으며, 교토대학약학부에서는 진통효과에 대한 차이를 보고하고 있다.

3. 생체실험

동식물에서의 생체효과 발생여부를 직접 확인하고자 원적외선이 방사되도록 설계된 브라운관을 TV나 모니터에 장착하여 실험을 실시하였다. 본실험에서 사용한 원적외선방사 세라믹스는 산화규소, 산화알루미늄, 산화지르코늄을 주성분으로 하는 금속산화물계 세라믹스이며 이를 브라운관 내외부분에 혼합·도포하여 TV와 모니터 작동시 발생하는 열(熱)에 의해 원적외선의 방사량이 증대되도록 하였다. 그러므로 이 TV와 모니터는 기존 TV나 모니터와 제반기능은 동일한 상태에서 원적외선 방사기능만이 추가된 것이다.

이후 원적외선이 방사되는 TV와 모니터는 '바이오'라는 단어를 붙여 표시토록 하였다.

3.1 국화를 대상으로 한 실험

(1) 실험방법

검체로 바이오TV 4대를 준비하고 대조로 일반 TV를 4대 준비하였다. 검체군과 대조군의 TV를 나누어서 각각 150cm×150cm크기의 알루미늄판을 바닥에 깔고 각사각형의 모서리부분에 4대씩의 TV를 설치한후 TV의 화면부분이 사각형의 중심부분을 향하도록 한다. 전면을 제외한 좌, 우, 후면을 바닥과 동일한 크기의 알루미늄판을 세워 검체군과 대조군이 서로에게 영향을 주지

못하도록 분리하고 외부광은 완전 차폐하여 국화는 오직 전원이 켜진 상태에서 나오는 브라운관의 화상밝기에만 의존하도록 TV화면을 백색(White Raster)기준상태로 한 후, 조도계로 밝기를 측정하면서 25°C, 습도는 40%RH를 유지하도록 관리하였다. 이 상태에서 각각의 실험군이 설치된 중앙부에 동일하게 개화된 국화 30송이씩을 설치하고 시간경과에 따른 개화상태의 변화를 관찰하였다.

(2) 실험결과

국화를 대상으로 한 효과과약 실험에서, 실험기간중 전체적으로 검체군의 국화는 10일~25일 동안 개화상태를 유지한 반면 대조군의 국화는 5일~10일간만 개화상태를 유지하는 차이를 관찰하였다.

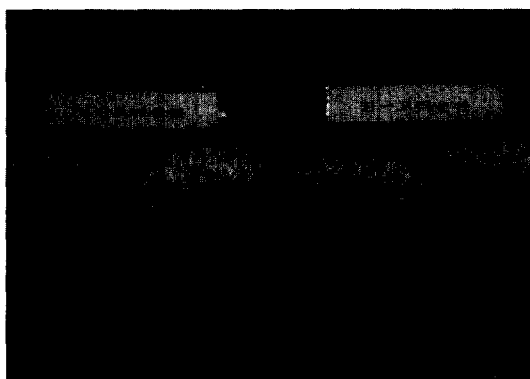


사진 1. 5일후의 국화상태
Photo. 1. The State of Chrysanthemum(5 Days After)

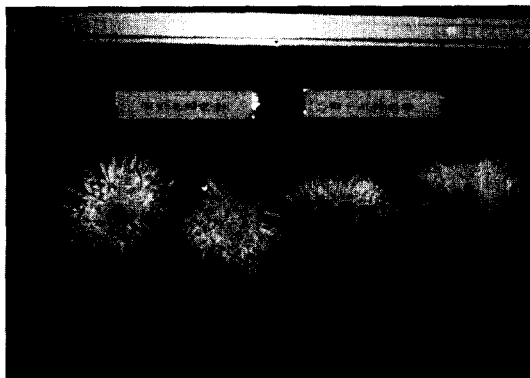


사진 2. 10일후의 국화상태
Photo. 2. The State of Chrysanthemum(10 Days After)

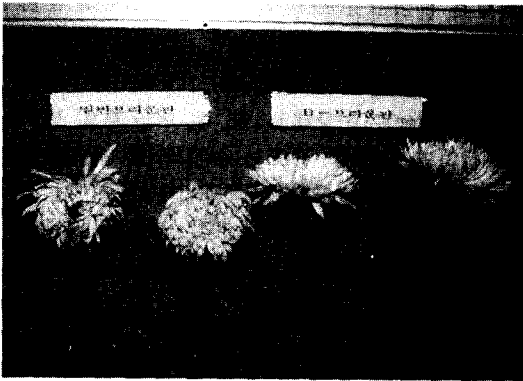


사진 3. 25일후의 국화상태
Photo. 3. The State of Chrysanthemum(25 Days After)

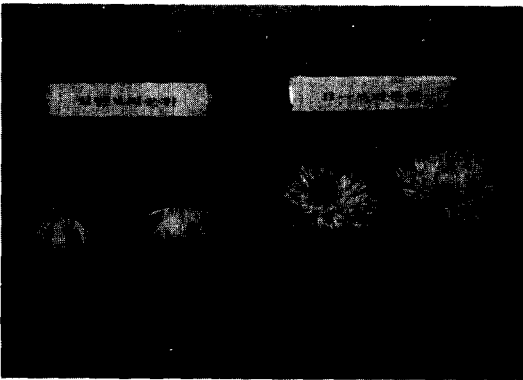


사진 4. 35일후의 국화상태
Photo. 4. The State of Chrysanthemum(35 Days After)

3.2 초파리를 대상으로 한 실험

(1) 실험방법

국화실험에서와 같은 방법으로 실험을 실시하되 TV대신 모니터를 사용하였다. 실험은 암수초파리를 사육하면서 일정기간까지의 사망율을 관찰하는 방법으로 실시하였다. 다음 세대의 실험을 위한 교미와 산란은 1세대중에서 암수초파리를 선택하여 진행하였으며 2세대부터는 교미와 산란을 목적으로 선택된 초파리만 초파리용 배지에서 사육하고 나머지는 2~3일마다 신선한 사과를 먹이로 공급하면서 각 조건에서의 사망율을 관찰하였다.

알에서 성충까지의 발육시간은 온도와 습도에 따라서 다르지만 평균 10일에서 15일 정도가 소

유되었으며 암컷은 성충으로 된 후 8시간이 지나면 교미하게 되므로 이보다 빨리 수컷을 표시하는 다리의 성줄이나 암수특유의 하복부를 현미경으로 관찰하여 암수를 구분하고 분리사육 하였다. 이 실험을 5세대까지 계속 진행하면서 각세대별 사망율을 측정하였다. 실험실의 온도는 20℃~25℃를 유지토록 하였으며 모니터의 화상 밝기는 30 LUX로 모두 조절하였다.

(2) 실험결과

실험결과를 보면, 자연상태와 바이오모니터의 초파리는 사망율이 거의 동일하였으며 일반모니터의 초파리는 자연상태나 바이오모니터에서 보다 2.25배의 높은 사망율이 나타났다.

3.3 올챙이를 대상으로 한 실험

(1) 실험방법

한장소에서 서식하고 있는 64마리의 올챙이를 무작위로 채집하여 3,000ml용량의 비이커에 32마리씩 넣고 초파리 실험에서의 사용한것과 동일한 바이오모니터와 일반모니터로 구성된 각각의 검체군과 대조군에 나누어 설치하였다. 일정간격으로 물을 동시에 교환하고 시판하는 금붕어용먹이를 매일 5알갱이씩 분쇄하여 공급하였다. 실험실 온도는 27℃, 습도는 40%RH로 관리하였으며 이때의 수온은 26℃~28℃였다.

(2) 실험결과

실험 시작후 일정기간 동안은 모든 올챙이가 물밑에서 생활을 하고 호흡을 위해서만 수면으로 상승하였으나 시간이 경과함에 따라 점차 수면으로 상승하는 횟수가 잦아졌다. 이후 일반모니터의 올챙이는 수면에 떠서 생활을 계속하였고 바이오모니터의 올챙이는 일부만 수면에 떠있고 나머지는 바닥에서 생활하였다. 먹이소모량과 배설량 그리고 배설물의 색에도 차이가 점차 발생하

표 2. 바이오모니터와 일반모니터에서의 초파리 사망율
Table 2. Deathe Rate of Drosophila

구 분	사망율(%)					평균
	1세대	2세대	3세대	4세대	5세대	
자 연 상 태	5.9	5.9	6.2	5.6	5.9	5.9
일 반 모 니 터	13.5	13.5	14.0	13.1	13.5	13.5
바 이 오 모 니 터	6.6	5.4	6.1	6.1	6.0	6.0

였다. 원적외선의 방사유무만을 제외하고는 모든 조건이 동일한 상태에서 검체군과 대조군의 실험을 계속 진행한 결과 실험을 시작한 지 28일째 되는 날, 일반모니터가 설치된 대조군의 올챙이 32마리가 모두 사망하였다.

실험을 진행하면서 매일매일 각조건에서 사망한 올챙이의 숫자를 파악하여 초파리실험에서와 같은 사망율에 대한 DATA를 기록하였고 이를 정리하였다.

다음의 표에서 보는 바와 같이 실험기간(28일)중, 일반모니터의 올챙이 사망율은 100%였는데 비하여 바이오모니터의 올챙이 사망율은 47%로 나타났다. 다시 말하면, 일반모니터에서 실험한 올챙이가 바이오모니터에서 실험한 올챙이보다 사망율이 28일간 사육하는 동안에 2.1배 높다는 것을 말한다. 이 결과는 원적외선이 올챙이의 생명력의 연장에 영향을 주고 있음을 설명하고 있다.

4. 결 론

원적외선은 여러가지 특징을 지니고 있으며, 특히, 동식물을 포함한 생체의 조직을 활성화하여 신진대사와 생육을 촉진시킴으로써 생동성을 지속시키는 기능을 제공한다는 원적외선의 특성에 관심이 집중되고 있다.

본연구는 이러한 원적외선의 우수한 특성을 브라운관에 응용하므로써, 미약한 전자파 장애를

극복하고 각종 영상정보를 전달하는 화상과 더불어 우리생활에 유익한 새로운 개념의 매체로서 TV와 모니터가 자리잡게 하고자 진행되었다.

원적외선 방사세라믹스로 처리한 브라운관을 사용하여 TV와 모니터에서 원적외선이 방사되도록 할 때 이 원적외선이 동식물에 미치는 영향을 알아 보고자 실시한 실험결과를 정리하면 다음과 같다.

(1) 식물인 국화를 대상으로 실험한 경우에는, 일반TV와 모니터가 작동되는 분위기의 국화보다 약 1.5배 내외의 개화기간 연장현상이 관찰되었다.

(2) 동물인 초파리와 올챙이를 대상으로 실험한 경우에는, 바이오모니터가 작동되는 분위기에서 사육된 초파리와 올챙이 모두가 일반모니터가 작동되는 분위기의 것보다 약 2배이상 생명력이 향상되었다.

결론적으로 지금까지 정립된 원적외선에 대한 각종 이론과 선행실험결과를 살펴보고 원적외선 방사세라믹스로 처리한 브라운관에서 방사하는 원적외선에 의한 생체활성화 효과를 확인하는 실험을 직접 실시한 결과, TV시청자나 모니터사용자의 건강과 환경을 유지하는데 있어서 원적외선 방사기능을 가진 브라운관을 사용하는 것이 타당함을 알 수 있었으며 향후 현대생활과 밀접한 관계를 가진 제품에 동일한 목적으로 원적외선이 널리 활용될 수 있을 것으로 생각한다.

참 고 문 헌

- 1) 後藤尚久, “電磁波とはなにか—見えない波お見るために”, 講談社ブルーベックス, 1984.
- 2) 杉山 昌, “食品工業への遠赤外線加熱の利用”, 食品工業, Vol.29, pp.26~34, 1986.
- 3) 松下和弘, “NMR分光法と食品化學” 月刊フードケミカル, Vol.12, pp.75~79, 1988.
- 4) 松下和弘, “遠赤外線放射—NMR分光法から見た遠赤外線の効果”, 電熱, Vol.46, pp.58~63, 1989.
- 5) 사단법인 일본파인세라믹스협회, “일본통산성 위탁조사 결과 보고서—원적외선세라믹스산업 대책조사연구”, 월간세라믹스, Vol.7~11, 1992.
- 6) Niwa Y., Komu T., “Far infrared ray from platinum electromagnetic wave fiber activities leukocyte function and in-

표 3. 바이오모니터와 일반모니터에서의 올챙이 사망율
Table 3. Results of Survival Test of Tadpole

구분	일반모니터의 올챙이			바이오모니터의 올챙이		
	생존수	사망수	사망율%	생존수	사망수	사망율%
1일차	32	0	0	32	0	0
7일차	30	2	6	32	0	0
18일차	26	4	19	28	4	13
21일차	22	4	31	26	2	19
22일차	18	4	44	26	0	19
23일차	11	7	66	26	0	19
24일차	4	7	88	24	2	25
26일차	2	2	94	17	7	47
28일차	0	2	100	17	0	47
평균	0	32	100	17	15	47

hibits lipidperoxidation", Japanese J.of Inflammation, Vol. 11, pp.135~146, 1991.

7) 大浦武彦, "遠赤外線の臨床効果-特に創傷治療に及ぼす影響", 遠赤外線國際研究會, 2, 1988.

◇ 著者紹介 ◇



김 헌 수 (金憲秀)

1960年 9月 28日生. 1983年 西江大
學校 理工大學 化學科 卒.1985年 西
江大 大學院 化學科 卒(碩士). 現在
三星電管 綜合研究所 先任研究員



박 중 환 (朴鍾煥)

1962年 3月 4日生. 1989年 高麗大學
校 材料工學科 卒. 現在 三星電管
綜合研究所 主任研究員