

전자레인지의 60Hz 전자계 및 마이크로파의 방출량 조사

지효철\*, 김성우\*, 이주형\*, 김덕원\*\*

\* : 연세대학교 생체공학협동과정, \*\* : 연세대학교 의과대학 의학공학교실

ELF and microwave radiation from microwave ovens

Hyo Chul Ji\*, Sung Woo Kim\*, Ju Hyung Lee\*, Deok Won Kim\*\*

\* : Graduate Program in Biomedical Engineering, Yonsei University,

\*\* : Dept. of Medical Engineering, College of Medicine, Yonsei University

**Abstract** - 우리가 일상 생활에서 사용하고 있는 전자레인은 마이크로파를 방출하는 마그네트론이 동작을 하기 위해 예열이 되어야하기 때문에 전력이 항상 공급되고 있다. 따라서 항상 전자기장이 형성되어있으나 이에 대해서 잘 알지 못한다. 또한 동작 시에 방출되는 마이크로파의 세기가 얼마나 되는지에 대해서도 잘 알지 못한다. 본 논문에서는 100대의 전자레인지에서 0cm, 30cm, 50cm, 100cm 떨어진 거리에서 전원이 On 되었을 때와 Off 되었을 때 자기장을 측정하였으며, 마이크로파는 전자레인지의 동작중 전자레인지에 밀착해서 측정하였다. 이번 조사를 통해 전자레인지에서 측정된 전자기장 및 마이크로파 세기는 모두 ICNIRP 및 정보통신부 인체보호기준 권고안 기준치 이하였고, 마이크로파의 세기는 FDA 규제값 이하였음을 알았다. 측정된 값들은 모두 매우 미약하였다. 그러나 전자기장에 장시간 노출될 경우 인체에 어떠한 영향을 미치는지는 아직 정확히 규명되지 않았기 때문에 전자레인지를 평소의 동선과 멀리 떨어진 곳에 위치시키고 만약의 마이크로파 노출에 대비해 전자레인지가 동작할 때에는 일정거리를 유지하는 것이 좋다.

1. 서 론

현대인들의 생활환경은 전자제품으로 둘러싸여 있다고 해도 과언이 아닐 정도로 많은 전자제품들을 사용하고 있다. 그 중에서도 전자레인은 손수기전제품 목록에 빠지지 않을 정도로 친숙한 전자제품이다. 또한 인스턴트 식품이 범람하는 현대사회에서 특히 필수 품목이다. 이렇게 우리 주변에 가까이 있는 전자레인지이지만, 전원이 Off 된 상태에서도 전자레인지에서 자기장 및 전기장이 방출되는 것을 잘 알지 못한다. 또한 동작 시 방출되는 마이크로파가 얼마나 센지 얼마나 떨어져야 안전한 지에 대해서도 잘 알지 못한다. 본 논문에서는 전자레인지의 전자계 및 마이크로파의 세기를 측정하여 인체보호기준에 적합한지를 알아보고 이에 따른 대비책을 제시하고자 한다.

2. 본 론

2.1 전자레인지의 전자파

전자레인은 2.45GHz(2450MHz)의 마이크로파 발생 장치(마그네트론)에서 발생하는 마이크로파로 물분자를 가열시켜 음식을 뜨겁게 하므로 ELF(Extremely Low Frequency)측정기로 60Hz 자계(mG)를, 마이크로파 측정기로는 마이크로파의 단위 면적당 출력(mW/cm<sup>2</sup>)을 측정하여 유효기준으로 삼는다. 또한 전자레인은 마그네트론이 항상 예열되어야 하므로 스위치를 작동시키지 않더라도 항상 전류가 흐르므로 60Hz 전자계가 상당한 세기로 발생되고 있으므로 전자 레인지를 되도록 구석에 설치하여 노출을 감소시켜야 한다. [1]

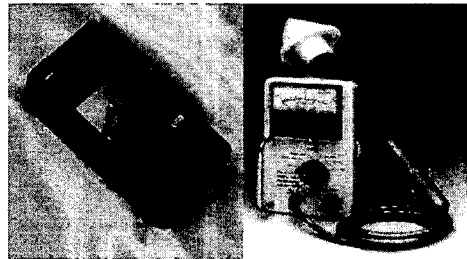
2.2 전자기장 및 마이크로파 측정법

전기장 및 자기장은 전하 및 전류에 의해 형성되는 일종의 힘으로서 크기와 방향을 갖는 벡터(Vector)이다. 전기장 및 자기장의 세기를 측정할 때는 X축, Y축, Z축 방향에서 각각의 세기를 측정하여 벡터 합을 다음과 같이 구한다.[2]

$$F = \sqrt{Fx^2 + Fy^2 + Fz^2}$$

<그림 1> 전기장 및 자기장 세기의 벡터 합

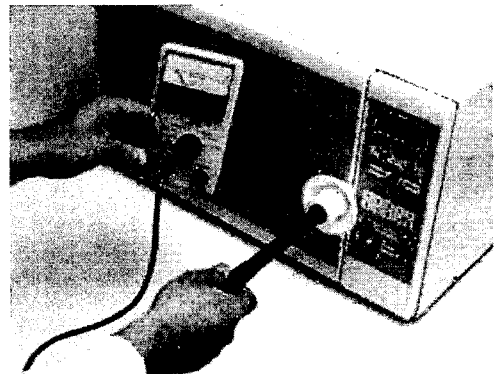
각종 전기기기에서 발생하는 전자파는 광범위한 주파수를 포함하고 있다. 그 예로, VDT의 경우 변조된 직류성분, 60 Hz 성분, 수평과 수직 편향 고주파 성분 (15-80kHz), 디지털 회로에 의한 광역의 고주파 성분 (1-20MHz)등의 전자파가 발생한다. 전자파를 측정할 때는 전자파 발생원인에 따라 이들 주파수를 측정할 수 있는 적당한 측정기기를 선택하여야한다. 측정기기는 대체로 전원 주파수 60 Hz의 극저주파(Extremely Low Frequency: ELF, 0-1kHz), 초저주파 (Very Low Frequency: VLF, 1-500kHz), 라디오파(Radio Frequency: RF, 500kHz-300MHz), 마이크로파(300MHz-300GHz)로 분류되어있다. [3]



<그림 2> 전자파 측정기기(좌: EMDEX Lite, 우: HI-1501)

110V나 220V 전원을 사용하는 전자제품은 60Hz 전기장 및 자기장은 물론 다른 주파수 성분도 발생시키므로 이에 대한 사전 지식이 있어야 정확한 측정을 할 수 있다. TV나 VDT는 네 종류의 주파수를 발생하나 광역의 RF성분은 미약하고 직류성분은 인체에 큰 영향을 미치지 않으므로 ELF와 VLF 측정기로 측정하면 된다[4].

본 연구에서 자기장 측정에 사용된 기기는 Enertech 사의 EMDEX Lite (주파수 범위 : 40Hz-1kHz, 측정 범위 : 0.5-700 mG)이며, 마이크로파 측정에 사용된 기기는 Holaday 사의 Microwave Oven Survey Meter HI-1501(주파수 범위 : 2450MHz(±50MHz), 측정 범위 : 0-100mW/cm<sup>2</sup>, 측정대상 : 전자레인지)이며, 이 측정기기는 전자레인지에서 사용하는 주파수인 2450MHz 전용 측정기로서 전자레인지에서 누출되는 마이크로파의 단위 면적당 출력을 측정한다.



<그림 3> 마이크로파 측정 방법

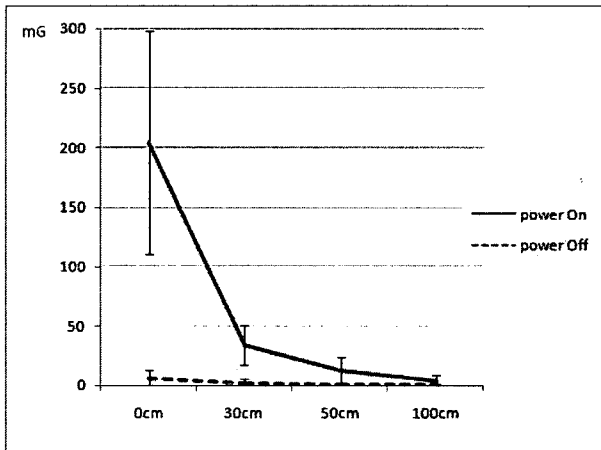
3. 결 과

3.1 이격거리에 따른 자기장 세기

전자레인지 100대로부터 전자레인지에서 부터의 이격거리에 따라 4곳을 spot 측정하여, 전원이 On 되었을 때와 전원이 Off 되었을 때의 60Hz 전원 자기장 세기를 비교해 보았다. 전원이 On 되었을 때 전자레인지에 밀착하여 측정된 자기장은 평균 204.1mG 가 나왔으며, 이격거리에 따라서 현저히 자기장 세기가 감소됨을 확인할 수 있다. 전원이 Off 되었을 때의 전자레인지에 밀착하여 측정된 자기장은 평균 5.7mG 였으며 이격거리에 따라서 마찬가지로 현저히 자기장 세기가 감소됨을 확인할 수 있다.

〈표 1〉 이격거리에 따른 평균 자기장 세기(n=100)

전원 On/Off	이격거리	평균자기장세기 (mG)	표준편차
전원 On	0cm	204.1	±94.0
	30cm	34.2	±16.8
	50cm	12.9	±10.4
	100cm	3.9	±4.9
전원 Off	0cm	5.7	±7.5
	30cm	1.8	±3.8
	50cm	0.9	±1.5
	100cm	0.6	±0.9



〈그림 4〉 이격거리에 따른 평균 자기장 세기(n=100)

### 3.2 마이크로파 세기

전자레인지 내부 중심에 시원한 물 275ml를 비커에 담아서 놓고 동작을 시킨다음 프로브를 전자레인지의 표면에 밀착하여 도어의 차폐실링과 윈도우, 통기창을 따라서 초당 1인치의 속도로 천천히 이동하여 측정된 최대값을 마이크로파 노출 세기로 기록하였다. 전자레인지 100대 중 최대값은 0.45mW/cm<sup>2</sup>로 나타났으며, 전자레인지 100대의 평균값은 0.11mW/cm<sup>2</sup> (표준편차 ±0.13mW/cm<sup>2</sup>)로 나타났다. 전자레인지 100대의 마이크로파 평균 노출 세기는 미국 식품의약품안전청(FDA)의 전자레인지 제품 출하시 규제값 2mW/cm<sup>2</sup>, 전자레인지 사용시 규제값 5mW/cm<sup>2</sup> (전자레인지 안전 기준 : Micro Oven Safety Standard)[5]에 비해 2%의 수준으로 안심할 정도로 매우 작은 세기이다. 전자레인지의 윈도우 및 도어 차폐실링이 잘되어 있을 경우 마이크로파는 노출 수준이 매우 미미하다. 그러나 1999년에 제조된 전자레인지의 경우 노출된 마이크로파의 값이 0.3mW/cm<sup>2</sup>으로 2001년에 제조된 한 전자레인지의 경우 0.45mW/cm<sup>2</sup>로 다른 전자레인지에 비해 다소 크게 나타났고, 이처럼 사용기간이 오래 경과된 전자레인지의 경우, 도어 차폐실링이 파손 또는 변질되어 그 지점에서 인체에 유해한 마이크로파가 노출될 가능성이 있으므로 마이크로파의 노출을 주의해야 한다.

〈표 2〉 마이크로파 평균 세기(n=100)

	평균	표준편차
마이크로파세기 (mW/cm <sup>2</sup> )	0.11	0.13

## 4. 결 론

전자레인지 100대를 대상으로 전원이 On, 전원이 Off 일 때 전자레인지에서 0cm, 30cm, 50cm, 100cm의 이격거리를 두고 전자기장 세기를 측정된 결과 평균 전자기장 측정값은 전원이 On 일 때 0cm에서 204.1mG, 30cm에서 34.2mG, 50cm에서 12.9mG 그리고 100cm에서 4.0mG 이었으며, 전원 Off 일 때 0cm에서 5.7mG, 30cm에서 1.8mG, 50cm에서 0.9mG 그리고 100cm에서 0.6mG 이었으며 모두 60Hz ICNIRP (4.3 kV/m, 833mG) 및 정보통신부 인체보호기준 권고안(4.3 kV/m, 833mG) 순간 최대 노출치 이하로 측정되었다.[6]

전자레인지의 전원이 On 일 때는 자기장의 세기가 거리(X)에 따라 (자기장의 세기 = 198.9 - 6.14X + 0.04X<sup>2</sup>)의 식으로, 전원이 Off 일 때는 (자기장의 세기 = 5.63 - 0.15X + 0.001X<sup>2</sup>)의 식으로 변하게 되므로 향후 전자레인지의 경우, 이격 거리에 따른 자기장의 세기를 예측 할 수 있을 것으로 판단된다.

마이크로파 평균 세기는 미국 식품의약품안전청(FDA)의 전자레

인지 제품 출하시 규제값 2mW/cm<sup>2</sup>, 전자레인지 사용시 규제값 5mW/cm<sup>2</sup> (전자레인지 안전 기준 : Micro Oven Safety Standard) [5]에 비해 2%의 수준으로 안심할 정도로 매우 작은 세기이다. 전자레인지의 윈도우 및 도어 차폐실링이 잘되어 있을 경우 마이크로파는 노출 수준이 매우 미미하다. 마이크로파는 우려할 만한 수준을 아니었으며, 동작을 하지 않을 때는 방출되지 않고 동작을 할 때에만 방출되기 때문에 동작 중에는 충분한 이격거리를 두는 것이 좋다.

전자레인지의 마이크로파를 방출하는 마그네트론이 바로 동작을 하도록 하기 위해서 항상 전원이 공급되고 있기 때문에 60Hz 전자기장이 항상 형성된다. 따라서 평소의 동선과 먼 곳에 전자레인지를 설치하는 것이 좋다.

이번 조사를 통해 전자레인지에서 측정된 전자기장 세기는 모두 ICNIRP 및 정보통신부 인체보호기준 권고안 순간 최대 노출치 이하였고, 마이크로파의 세기는 FDA 규제값 이하였음을 알았다. 그러나 전자기장에 장시간 노출될 경우 인체에 어떠한 영향을 미치는지는 아직 정확히 규명되지 않았기 때문에 강한 전자기장 노출환경에서의 장시간 체류는 자제하는 것이 좋다.

## [참 고 문 헌]

- [1] 김덕원, "전자파 공해", 수문사, 1996
- [2] Kovetz A. "Electromagnetic Theory", New York: Oxford University, 2000
- [3] National Institute of Environmental Health Sciences, National Institute of Health. "EMF Question and Answers", June, 2002
- [4] 김덕원, 유창용, "각종 전기기기 및 생활 주변에서의 60Hz 전자기장", 전자공학회지, 제28권, 제2호, 161-171쪽, 2001
- [5] Micro Oven Safety Standard, (<http://www.fda.gov/cdrh/consumer/microwave.html>)
- [6] ICNIRP International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection. "Guidelines for Limiting Exposure to Time-Varying Electric, Magnetic, and Electromagnetic Fields (up to 300 GHz)". Health Physics vol. 74, pp. 494-522, 1998.