

## 도심지역 노인복지시설 실내 환경에 대한 RF 전자파 노출량의 정성·정량 평가에 관한 연구

최정훈<sup>†</sup> · 김 남<sup>\*</sup> · 홍승철<sup>\*\*</sup> · 김윤신<sup>\*\*\*</sup> · 최성호<sup>\*\*\*</sup>

충북대학교 정보통신공학과, \*충북대학교 전기전자컴퓨터 공학부  
<sup>\*\*</sup>인제대학교 보건안전공학과, <sup>\*\*\*</sup>한양대학교 환경 및 산업의학연구소

### Assessment for Ingredients and Amount of Radiofrequency Electromagnetic Field Exposure for Indoor Environment in an Institution for the Aged of Downtown

Jung Hun Choi<sup>†</sup> · Nam Kim · Seung Cheol Hong · Yoon Shin Kim · Sung Ho Choi

*Department of Computer and Communication Engineering, Chungbuk National University*

*\*School of Electrical & Computer Engineering, Chungbuk National University*

*\*\*Department of Occupational Health & Safety Engineering, College of Biomedical Science & Engineering, Inje University*

*\*\*\*Institute of Environmental and Industrial Medicine, College of Medicine, Hanyang University*

(Received June 15, 2006/Accepted August 11, 2006)

#### ABSTRACT

In this study, in order to evaluate the growth of RF propagation exposure rate generated according to the enhancement of its use, it is proposed for the ground to be able to examine and to contemplate the correlation between the human health and RF propagation exposure rate by measuring and analyzing the RF exposure source and exposure rate in an indoor environment. As a result of research, it is analyzed that the main exposure source of critically making effect in indoor environment is the frequency hand if radio broadcasting, mobile communication, wireless LAN, digital broadcasting, home appliance, etc., including the TV broadcasting. Among these, it is shown that the TV broadcasting and mobile communication band are the highest. And it is the concluded that RF exposure rate of the environmental sensitive equipment, like an institution for the aged, has lower possibility to exceed the human RF protection criteria by this evaluation.

**Keywords:** indoor environment, electromagnetic wave, electromagnetic field, RF exposure, RF disclosure factor

#### I. 서 론

최근 우리사회는 무선기술의 발달에 힘입어 사용자의 편의성 제공을 위한 무선장치들이 지속적으로 증가하는 추세에 있다. 이에 전자파의 활용이 증대되어 지고 있으며, 이와 더불어 RF(Radio Frequency) 전자파의 활용은 가장 큰 이슈로 대두되고 있는 것이 현실이다.<sup>1,2)</sup> 무수히 많은 데이터의 전송과 정보의 획득에 있어서도 기존에는 유선통신이 사용되어졌으나 오늘날은 RF를 이용한 무선전송으로 그 방향이 흘러가고 있

다. 이러한 현 상황에서 볼 때 향후의 무선통신 활용은 그 범위가 점점 증가할 것이며 이와 함께 전자파의 유해성 또한 많은 관심이 모아질 것으로 예상된다. 이러한 시점에서 일반인들의 환경에 대한 관심이 높아지고 있으며, 특히 일상생활과 직접적인 영향이 있는 실내 환경에 대한 우려는 고조되고 있는 상황이다.<sup>3,5)</sup> 이는 지난 수년간의 연구결과가 학계에 발표되면서 하루 중 90% 이상을 실내에서 보내는 것으로 분석되면서 일반인들이 더욱 높은 관심을 가지게 된 계기라 할 수 있다. 또한 무선기술의 발달에 힘입어 무선전화, TV, 라디오, 휴대전화, 무선호출기 등과 같이 전자파를 이용한 기기들의 범람으로 사용자의 편의성이 증가한 것은 사실이나 이에 따른 지속적인 전자파 노출에 의한 역기능도 무시할 수 없게 되었다.<sup>6,8)</sup> 최근에는 이러한 노

<sup>†</sup>Corresponding author : Department of Computer and Communication Engineering, Chungbuk National University  
Tel: 82-43-267-8490, Fax: 82-2-275-2571  
E-mail : jhchoi@osp.chungbuk.ac.kr

출 위해성에 대해 전자파 노출환경에서의 근로와 거주 등으로 인해 전자장의 인체 악영향에 대한 대중적인 관심이 증대되고 있으며,<sup>9,10)</sup> 전자장으로 인한 인체와의 상호작용은 인체에 흡수된 전자장 에너지에 의한 열작용과 미약한 전자장의 장기간 누적효과에 의한 비열작용 등으로 나누어 말할 수 있다. 이와 함께 간접작용으로 전자계에 의해 대전된 물체와의 접촉이나 스파크 방전 등에 의한 충격 및 화상 또한 전자장 노출 위험이라 할 수 있다. 최근의 연구동향을 살펴보면 일반적으로 사용되는 특정 주파수에 따라 주파수가 구분되어 고주파가 체내 심부에서 발열작용을 일으켜 백내장, 생식유전의 이상, 내분비계, 신경계에 대한 영향과 같은 급성 피해를 나타낼 수도 있는 것으로 연구되고 있다.<sup>11-13)</sup> 이에 무선기술의 활용이 증가되면서 대두될 수 있는 핸드폰 기지국에서 발생하는 RF 전자파에 의한 인체영향과 관련된 연구는 송전선, 가전제품 등에서 발생하는 ELF 전자파와 더불어 지속적으로 연구되어야 할 부분임에 틀림없다.<sup>14)</sup> 본 논문에서는 이와 같은 부분을 고려하여 RF 전자파에 대한 실내 노출량과 노출원을 분석하고 향후 휴대폰과 기지국 등에서 발생하는 RF 전자파에 의한 역학연구를 위해 노인복지시설에 대한 정량화된 RF 전자파의 노출 수준을 규명할 수 있는 토대를 마련하고자 한다.

## II. 연구대상 선정 및 측정방법

연구대상은 전자파노출에 민감할 수 있는 노인들을 대상으로 실시하였으며 노인들이 많은 시간을 보내는 실내 환경으로 노인복지시설을 측정 장소로 선정하였다. 선정지점은 일반 주택이 부근에 위치한 노인복지시설로서 서울시 성동구 중곡동에 위치한 2개의 노인복지시설을 최종 선정하여 측정을 실시하였는데 측정 데이터의 신뢰성확보를 위하여 10회의 반복 측정을 실시하였다.

측정은 spot 측정으로 실시되었고 측정에 사용된 측정장비는 narda사의 EMR-300과 SRM 3000으로서 EMR-300은 3 kHz~18 GHz의 전계 및 자계 측정용 RF 측정기로서 3차원 등방성 측정센서를 기본으로 채택하여 X, Y, Z 방향에 대한 개별 특정이 가능하며, 측정 중에도 주기적으로 영점을 자동 보정하므로 측정 정도 및 신뢰도가 매우 높고 각 장소의 측정치에 대한 공간 평균 계산 기능, 원거리 파장 측정치 전계/자계/전력밀도 환산 표시기능 등을 보유하고 있어 측정 공간 내의 전자파 노출량을 측정하는데 적합하다. 그리고 SRM-3000은 75 MHz~3 GHz의 RF 대역 전자파 분석

용 장비로서 방송중계소, 전파송신소등의 전자파강도 측정 및 다양한 주파수가 공존하는 모든 장소에서의 강도를 주파수별로 구분하여 측정할 수 있고, 이동통신 중계소의 전자파강도를 측정할 수 있으며, 중계탑이나 중계기의 전자파 강도를 구분하여 측정할 수 있기 때문에 RF 대역의 스펙트럼별 전자파 강도 측정이 가능하고 다양한 주파수가 공존하는 모든 장소에서 주파수별 전자파 강도를 구분하여 측정할 수 있어 측정지점으로 유입되는 전자파의 Source Profile을 분석하는데 사용할 수 있다.

연구기간은 2005년 4월부터 2005년 9월까지 시행되었으며 각 측정 장소의 시간에 따른 전파환경의 변화를 최소화하기 위하여 노인복지시설 1은 오전 10시부터 12시 사이에 측정을 실시하였으며, 노인복지시설 2는 오후 2시부터 4시 사이에 측정을 실시함으로써 시간변동에 따른 전자파 노출량 변화량을 최소화 하면서 측정을 실시하였다. 또한 각 측정 장소 내의 전자파 유입량의 변화를 살펴보기 위하여 각각의 실내 환경을 노인복지시설 1은 10개의 측정지점으로 나누고 노인복지시설 2는 7개의 측정지점으로 나누어 유입되는 전자파가 실내 환경과 전파 환경에 따라 어떻게 변화하는지를 살펴보았다.

## III. 실내 RF 노출원의 노출량 분석

### 1. 실내 RF 노출원 분석

실내 환경에서의 RF 노출량 평가를 위해 본 논문에서는 측정 장소의 실내 환경에서 검출되는 주파수 대역에 대한 Source Profile을 실시하였다. 이는 실내 환경으로 유입되는 노출원에 대한 실태 파악을 함으로서 각각의 측정 장소의 전파 환경을 분석하고 노출원들이 어느 정도의 출력레벨로 검출되는지를 분석하기 위하여 진행되었다. 측정은 75 MHz~3 GHz까지의 주파수 대역을 측정할 수 있는 스펙트럼 분석기인 SRM-3000을 사용하였으며, Table 1과 Table 2는 노인복지시설 1과 노인복지시설 2에서 검출된 주파수 Source들을 나타낸 것이다.

각각의 측정 장소에 영향을 미치는 주파수 대역을 살펴보면 TV 방송용 대역과 Radio 방송용 대역, 주파수 공용통신 대역, 무선데이터 통신 대역, 핸드폰 기지국 대역, 무선 LAN 대역, 디지털 방송용 대역 및 특정 주파수를 사용하는 가전제품에 사용하는 대역이 측정되었는데 TV 방송용 대역은 VHF와 UHF 모두 측정되었고, Radio 방송용은 FM 방송대역이 측정되었으며, 휴대 전화용 대역은 Cellular Phone과 PCS 그리고

**Table 1.** RF source analysis of an institution for the aged 1

	Source	Frequency band	Ratio (%)
TV Broadcasting	Channel 5, 6	76~88 MHz	0
	Channel 7~13	174~216 MHz	23
	Channel 34~37	560~610 MHz	71
	Channel 56, 60	740~752 MHz	0
Radio Broadcasting	AM	531~1602 kHz	0
	FM	88.1~107.9 MHz	3
Trunked Radio System (TRS)		851~867 MHz	0
Wireless Data Communication		219~425 MHz	0
Mobile Phones	Cellular Phone	869~894 MHz	0
	PCS	1840~1870 MHz	1
	IMT-2000	1885~2170 MHz	0
Home Electronics	Wireless Mike	740~930 MHz	0
	Alarm systems	447.26~447.56 MHz	0
	Car starting system	331.01~331.12 MHz	0
	Wireless Phone (Fixed)	914.01~914.98 MHz	1
	Wireless Phone (Mobile)	959.01~959.98 MHz	1
Wireless LAN		2400~2480 MHz	0
Digital Broadcasting		2535~2655 MHz	0

**Table 2.** RF source analysis of an institution for the aged 2

	Source	Frequency band	Ratio (%)
TV Broadcasting	Channel 5, 6	76~88 MHz	0
	Channel 7~13	174~216 MHz	29
	Channel 34~37	560~610 MHz	24
	Channel 56, 60	740~752 MHz	4
Radio Broadcasting	AM	531~1602 kHz	0
	FM	88.1~107.9 MHz	13
Trunked Radio System (TRS)		851~867 MHz	4
Wireless Data Communication		219~425 MHz	0
Mobile Phones	Cellular Phone	869~894 MHz	7
	PCS	1840~1870 MHz	7
	IMT-2000	1885~2170 MHz	5
Home Electronics	Wireless Mike	740~930 MHz	0
	Alarm systems	447.26~447.56 MHz	0
	Car starting system	331.01~331.12 MHz	0
	Wireless Phone (Fixed)	914.01~914.98 MHz	0
	Wireless Phone (Mobile)	959.01~959.98 MHz	0
Wireless LAN		2400~2480 MHz	0
Digital Broadcasting		2535~2655 MHz	7

IMT-2000 대역이 측정되는 것으로 나타났다. 여기서 Radio 주파수 대역 중 AM 주파수 대역이 검출되지 않은 것은 측정 장비의 특성상 75 MHz 이하의 대역의

측정이 불가능하기 때문이다.

Table 1과 2에서 측정비율을 살펴보면 각 장소마다 측정되어지는 주파수대역별 비율의 차이가 있는 것을

볼 수 있는데 이것은 측정 장소의 생활환경이나 전자파환경이 다르기 때문에 유입되어지는 노출 비율이 다르게 나타난 것으로 분석되었다. 예를 들어 88~610 MHz 대역의 경우는 TV 방송용 대역과 FM 라디오 대역으로 모든 측정지점에서 높은 측정값을 보였으며, 88~610 MHz 대역을 사용하는 주파수 공용통신은 긴급 조난 및 구조를 위한 것으로 노인복지시설 2에서만 검출 되어졌는데 이는 측정지점에 인접하여 있는 경찰서의 영향에 의해서 측정되어진 것으로 분석되어진다. 그리고 휴대 전화용 대역인 869~894 MHz, 1840~1870 MHz, 1885~2170 MHz 대역을 살펴볼 때, 노인복지시설 1, 2의 경우 생활환경이 주택 밀집지역이고 측정시간대에 유동인구가 적어 낮은 측정치를 보인 것으로 분석되었는데 이러한 이유는 휴대 전화용 대역이 기지국에서만 사용하는 주파수만이 존재하는 것이 아니고 휴대 단말기의 상향링크를 위한 사용되는 주파수 대역이 동일 대역 내에 존재하기 때문으로 분석된 것이다.

**2. 실내 RF 전자파 노출의 노출량 분석**

본 절에서는 1절에서 분석된 노출원에 대한 노출량을 분석하였다. 노출량은 전파 환경 및 측정 지점, 측정 시간에 따라 상이한 세기로 측정되어지기 때문에 측정 데이터의 신뢰성 확보를 위해 측정 지점과 측정 시간대는 동일하게 설정하였고, 측정을 10회 이상 반복하여 Sampling 수를 증가시킴으로서 데이터에 대한 신뢰도를 높일 수 있는 방향으로 전개하였다. Fig. 1과 Fig. 2는 노인복지시설 1과 2의 노출원에 대한 전파의 세기를 측정된 그래프이다.

Fig. 1은 노인복지시설 1에서 측정되어진 주파수들의 노출량을 나타낸 것으로 측정된 결과를 최대 노출량 값을 대상으로 살펴보면 80~108 MHz 대역의 TV방송용 주파수(채널 5, 채널 6)와 FM 방송용 주파수(채널

1~100)가 0.035 V/m, 174~216 MHz 대역의 TV방송용 주파수(채널 7~13)가 0.034 V/m, 560~610 MHz 대역의 TV방송용 주파수(채널 34~37)가 0.065 V/m의 노출량을 보이는 것으로 측정되었으며, 219~425 MHz 대역의 무선데이터 통신용 이동국 송신주파수와 730~930 사이 무선마이크, 무선전화기용 고정장치 등에서는 0.012 V/m, 959~960 MHz 대역의 무선전화기용 휴대장치는 0.014 V/m, 1.84~1.87 GHz 대역의 개인휴대통신(PCS)용 기지국 주파수는 0.013 V/m 등으로 측정되는 것으로 분석되었다.

Fig. 2는 노인복지시설 2에서 측정되어진 주파수들의 노출량을 나타낸 것으로 측정된 결과를 최대 노출량 값을 대상으로 살펴보면 80~108 MHz 대역의 TV방송용 주파수(채널 5, 채널 6)와 FM방송용 주파수(채널 1~100)가 0.08 V/m, 174~216 MHz 대역의 TV방송용 주파수(채널 7~13)가 0.19 V/m, 560~610 MHz 대역의 TV방송용 주파수(채널 34~37)가 0.24 V/m, 740~750 MHz 대역의 TV방송용 주파수(채널 56, 채널 60)가 0.023 V/m, 851~867 MHz 대역의 주파수공용통신(TRS)용 주파수가 0.021 V/m, 219~425 MHz 대역의 이동전화용(Cellular Phone) 기지국 주파수가 0.049 V/m, 1.84~1.87 GHz 대역의 개인휴대통신(PCS)용 기지국 주파수가 0.05 V/m, 1.88~2.17 GHz 대역의 IMT-2000용 주파수가 0.036 V/m, 2.53~2.65 GHz 대역의 디지털 방송용 주파수가 0.031 V/m의 노출량을 보이는 것으로 측정되었는데 이는 노인복지시설 1에 비하여 전 대역의 주파수가 상대적으로 높은 출력레벨을 보임으로서 전파환경에 따라 노출량이 상이함을 나타낸다.

노인복지시설 1과 노인복지시설 2의 출력레벨이 높은 차이를 보이는 이유는 각각의 대역을 사용하는 장비들이 타 대역에 의한 전파간섭으로 원활한 통신을 할 수 없게 되는 것을 방지하기 위하여 각 대역의 송신출력을 노인복지시설 1이 위치한 장소에서 보다 높게 송

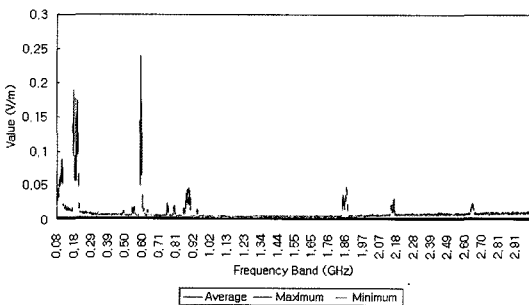


Fig. 2. Amount of RF exposure according to RF source of an institution for the aged 2.

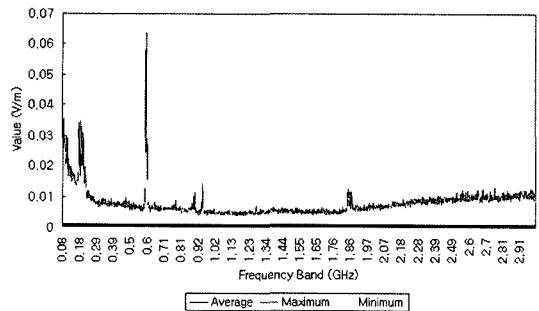


Fig. 1. Amount of RF exposure according to RF source of an institution for the aged 1.

출하기 때문으로 예상되어진다. 즉 노인복지시설 2가 노인복지시설 1에 비하여 TV 방송용 송신소의 거리가 근접하여 있다고 가정하면 TV 방송용 송신소의 송신 전력은 동일하나 노인복지시설 2에서의 출력레벨이 증가하여 이 지역 내에 사용되어지는 다른 주파수대역은 TV 방송용 송신소로부터 높은 간섭을 받게 된다. 이럴 경우 다른 대역을 사용하는 장비들은 원활한 전파사용을 할 수 없게 될 수도 있기 때문에 높은 전력레벨로 전파되는 주파수대역에 맞추어 자신을 출력레벨을 높이는 것과 같은 것이다.

#### IV. 실내 환경의 RF 노출량 평가

이번 장에서는 3장에서 분석되어진 내용을 바탕으로 실내 환경에서의 노출량을 평가하였다. 앞장에서 분석한 결과를 살펴보면 특정 지점에 영향을 미치는 전자파 Source들은 광범위하게 존재하지만 높은 영향을 미치는 주파수는 일반적으로 사용이 많은 대역의 주파수

가 높은 노출량을 보이는 것으로 분석되었으며, 전파환경에 따라 노출량은 변화하지만 노출원의 변화는 비슷한 것으로 분석되었다. 이러한 결과를 토대로 살펴볼 때 좀 더 광범위한 범위의 노출량을 분석하더라도 노출량의 변화는 일반적으로 사용되어지는 대역에서 가장 많은 영향받을 것으로 예측할 수 있다. 본 장에서는 위와 같이 예측되어진 RF 전자파 노출량의 대역별 분석을 기반으로 RF 전자파 노출량 측정기를 사용하여 3 MHz~18 GHz까지의 노출량의 평가를 실시할 것이다. 평가 방법은 전자기장 측정이 가능한 EMR-300을 사용하여 스펙트럼 분석기의 측정 지점과 측정 시간, 측정 회수 등을 동일하게 구성함으로써 파라미터의 변화에 따른 노출량의 변화를 최소화 하여 실시하였다. Table 3과 Table 4는 노인복지시설 1과 2의 노출량 평가를 실시하여 나타낸 것이다.

노출량 평가 결과를 살펴보면 환경 민감시설 내 실내 환경에서의 노출량은 Table 5에 제시한 국내 인체 보호기준<sup>15)</sup>에 정하여져 있는 전기장 강도와 자기장 강도

Table 3. An evaluation of Amount of RF exposure for indoor environment of an institution for the aged 1

Demarcation	3 kHz~3 MHz		3 MHz~18 GHz	
	Maximum	Average ± Standard deviation	Maximum	Average ± Standard deviation
		A/m		V/m
Center	0.153	0.127 ± 0.018	0.364	0.318 ± 0.025
Window 1	0.130	0.101 ± 0.015	0.490	0.396 ± 0.045
Window 2	0.114	0.098 ± 0.012	0.302	0.230 ± 0.027
Window 3	0.136	0.114 ± 0.015	0.339	0.236 ± 0.055
Window 4	0.098	0.074 ± 0.016	0.415	0.332 ± 0.041
Side of TV	0.175	0.158 ± 0.015	0.452	0.396 ± 0.029
Side of Refrigerator	0.108	0.099 ± 0.006	0.452	0.386 ± 0.048
Side of Kitchen	0.101	0.094 ± 0.005	0.431	0.421 ± 0.009
Restroom	0.103	0.088 ± 0.010	0.391	0.383 ± 0.008

Table 4. An evaluation of Amount of RF exposure for indoor environment of an institution for the aged 2

Demarcation	3 kHz~3 MHz		3 MHz~18 GHz	
	Maximum	Average ± Standard deviation	Maximum	Average ± Standard deviation
		A/m		V/m
Center	0.136	0.122 ± 0.009	0.358	0.322 ± 0.021
Window 1	0.199	0.147 ± 0.028	0.334	0.328 ± 0.004
Window 2	0.154	0.139 ± 0.013	0.384	0.372 ± 0.016
Side of TV	0.191	0.153 ± 0.034	0.693	0.673 ± 0.010
Side of Refrigerator	0.177	0.147 ± 0.017	0.448	0.432 ± 0.006
Restroom	0.154	0.124 ± 0.021	0.427	0.421 ± 0.005

**Table 5.** The human RF protection criterion (Reference : 2000-91, Notification of Ministry of Information and Communication by Radio Regulation Law)

Frequency range	Electric field strength (V/m)	Magnetic field strength (A/m)	Remark
1 Hz or less	-	$3.2 \times 10^4$	
1 Hz or over~less than 8 Hz	10,000	$3.2 \times 10^4/f^2$	
8 Hz or over~less than 25 Hz	10,000	$4,000/f$	
0.025 kHz or over~less than 0.8 kHz	$250/f$	$4/f$	
0.8 kHz or over~less than 3 kHz	$250/f$	5	f is frequency band
3 kHz or over~less than 150 kHz	87	5	
0.15 MHz or over~less than 1 MHz	87	$0.73/f$	
1 MHz or over~less than 10 MHz	$87/f^{1/2}$	$0.73/f$	
10 MHz or over~less than 400 MHz	28	0.073	
400 MHz or over~less than 2,000 MHz	$1.375f^{1/2}$	$0.0037f^{1/2}$	
2 GHz or over~less than 300 GHz	61	0.16	

를 초과할 가능성은 보이지 않는 것으로 평가되었다.

#### IV. 요약 및 결론

본 연구에서 다루어진 내용은 생활수준의 향상과 더불어 관심이 고조되고 있는 RF 노출량 평가에 대한 것이다. 최근 많은 사람들은 자신의 거주지 주위에 설치되어있는 무선단말기 기지국, 방송용 안테나, PCS 중계기에서 방출되는 전자파가 자신이나 가족의 건강에 어떠한 영향을 미치지 않는가에 대하여 높은 관심을 가지고 있으며, 실제로 이에 대한 측정을 요구하는 사례가 늘고 있다. 이에 본 연구에서는 도심지역의 실내 환경 중에서도 전자파 환경에 매우 민감한 영향을 받을 수 있는 대상으로 노인들을 선정하고 노인들이 많은 시간을 보내는 노인복지시설을 민감시설로 정의하여 RF 전자파 노출원이 어떠한 것들이 있는지 분석하고 각각의 대역별 노출량을 분석하고 평가함으로써 향후 정량화된 노출 수준에서 인체 건강과 전자파 노출량의 상관성을 고찰하고 규명하는데 기여하는 것을 목표로 하였다. 측정결과를 살펴보면 TV 방송용 안테나, Radio 방송용 안테나, 주파수 공용통신, 무선데이터 통신, 휴대폰 기지국, 무선 LAN, 디지털 방송용 안테나 및 특정 가전제품 등과 같은 노출원이 실내 환경 하에 존재하는 것으로 나타났으며, 이중 TV 방송용대역이 가장 높은 노출량을 보였으며, 다음으로 휴대전화용 대역 높은 노출량을 보임으로서 실내 전파환경에 많은 영향을 미치는 것으로 분석되었다. 또한 노출량 평가 결과는 실내 환경에 유입되는 RF 전자파 노출량은 국내 전자파 인체보호기준이 정하는 전자기장의 강도를 초

과할 가능성은 현재까지는 없는 것으로 분석되었으나 측정 범위를 넓히고 대상 수를 증가시킬 경우 전자파 인체보호기준을 초과하는 곳이 발생할 수 있음을 간과할 수 없으므로 향후 추가적인 연구를 진행할 것이며, 현재까지 진행 되어진 연구를 바탕으로 기지국의 거리에 따른 전파세기의 변화 및 도심지와 도회지의 노출량 분석 등을 추가적으로 실시할 것이다.

#### 감사의 글

이 연구는 환경부 차세대 핵심환경기술개발사업 지원(과제번호 : 2004-09001-0038-0)에 의해 수행하는 연구 결과의 일부임.

#### 참고문헌

- Repacholi, M. H. : Low-level exposure to radiofrequency electromagnetic fields. *Bioelectromagnetics*, **19**, 1-19, 1998.
- Swanson, J. and Kaune, W. T. : Comparison of residential power-frequency magnetic fields away from appliances in different countries. *Bioelectromagnetics*, **20**, 244-254, 1999.
- De-Kun Li, Roxana Odouli, Soora Wi, Teresa Jan-ovic, Ira Golditch, T. Dan Bracken, Russell Senior, Richard Rankin, and Richard Iriye : A population-based prospective cohort study of personal exposure to magnetic fields during pregnancy and the risk of miscarriage. *Epidemiology*, **13**(1), 9-20, January, 2002.
- Eleanor R. Adair : Biological effects of radio-frequency/microwave radiation. *IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques*, **50**(3), March 2002.

5. Dr. Neil Cherry : Cell phone radiation poses a serious biological and health risk. *Buergerwelle*, May, 2001.
6. Michael Bangay and Stuart Henderson : Are measurements of RF EMR necessary around Mobile Phone Base Stations. Australian Radiation Protection and Nuclear Safety Agency, 2004.
7. James C. Lin : Biological aspects of mobile communication fields. *Electrical and Computer Engineering*.
8. K. Sri Nageswari : Biological effects of microwaves and mobile telephony. WHO, October, 2003
9. 김윤신, 조용성, 위승철, 홍승철 : 전자파 노출이 멜라토닌 분비량에 미치는 영향에 관한 조사 연구. *한국환경위생학회지*, **23**(3), 130-135, 1997.
10. 조용성, 김윤신, 이종태, 홍승철, 장성기 : 송전선로 주변과 비주변 초등학교를 대상으로 극저주파 자기장 노출과 노중 멜라토닌 분비량간의 상관성 연구. *한국환경보건학회지*, **30**(3), 191-206, 2004.
11. Ian A Cotgreave : Biological stress responses to radio-frequency electromagnetic radiation: Are mobile phones really so (heat) shocking?. *Forschungsgemeinschaft Funk e.V.*
12. Anders Ahlbom, Adele Green, Leeka Kheifets, David Savitz, and Anthony Swerdlow : Epidemiology of health effects of radiofrequency exposure. *ICNIRP*, **112**(17), December, 2004.
13. W. T. Kaune, M. Feychting, A. Ahlbom, R. M. Ulrich, and D. A. Savitz : Temporal characteristics of transmission-line loadings in the swedish childhood cancer study. *Bioelectromagnetics*, **19**, 354-365, 1998.
14. 김윤신, 김수연, 박지연, 최원욱 : 극저주파 영역에서의 전자파 노출에 관한 조사 연구. *한국환경위생학회지*, **23**(1), 55-61, 1997.
15. 김윤명 : 전자파로 인한 장애 실태 조사와 인체보호기준 설정에 관한 연구. *한국전자파학회*, 153-167, 1997.