

# “國家次元의 적절한 規制 불가피”

— 전자파의 이용과 문제점의 극복



鄭 樂 三

〈韓國標準연구소 전기연구부장〉

현대 문명사회의 특징은 과학, 기술에 의한 각종 문명의 이기가 우리생활에 필수적 요소로 된 것을 들 수 있겠는데, 그중에서 전자파 관련 기술은 가장 두드러진 예라고 할 수 있겠다.

라디오, 텔레비전, 전화, 마이크로파오븐으로부터 비행기나 선박의 항해, 우주탐색에 이르기 까지 모두 전자파가 아니었으면 상상도 할 수 없는 것이었다.

최근에는 첨단 반도체 기술의 발달에 따라 전자 및 컴퓨터 산업에 눈부신 발전을 가져오고 또한 전자파의 이용도 급격히 증가하게 되었다. 이에따라 수 많은 전기 전자 기기들이 만들어져 우리의 생활을 편리하게 하고 있고, 이제는 우리 생활에서 이들을 뺄 수 없을만큼 되었다 하겠다. 반면에, 이러한 기기들이 발생하는 많은 전자파는 바람직하지 않은 면에서 우리 생활에 직접 또는 간접으로 영향을 미치게 되어 대기나 수질 오염과는 다른 또 하나의 환경공해로 등장하게 되었다.

전자파 간섭 또는 방해(EMI, Electromagnetic Interference)라고 부르는 이 공해는 인체에 직접 나쁜 영향을 주는 경우도 있지만, 많은 경우가 기기들의 정상 동작을 방해하여 우리 생활에 영향을 미치고 있다.

이러한 문제가 보다 심각하여지기 전에 불필요한 전자파의 발생을 억제하고, 또한 불가피한 전자파환경에 대처할 방안을 미리 강구하는 것이 중요한 일이라 하겠다. 기술 선진국에서는 이미 이에 관한 많은 연구가 이루어져 왔고, 실제적인 조치를 취하기 시작하였다. 이 글에서는 전자파에 대한 일반적 내용과 이용기술에 관하여 간단히 소개한 후 전자파 간섭에 관하여 현황 및 앞으로의 전망을 살펴보고자 한다.

## 전자파의 특성 및 전자파 스펙트럼

波 또는 波動(waves)이란 무엇인가. 과학에서 파동이라 함은 어떤 물체가 실제로 이동하지 않고 에너지가 한곳에서 다른 곳으로 이동하는 것을 가르킨다. 이를 좀더 쉽게 이해하기 위하여 파동이 물체를 이동시키지 않고 어떻게 에너지만 이동시키나를 나타내는 간단한 실험의 예를 들어 보자.

한사람이 밧줄의 한 끝을 잡아 고정시키고 있고 또 한사람이 밧줄의 다른 끝을 잡아 규칙적으로 반복하여 아래 위로 흔들면 물결같은 운동을 형성하는 것을 볼 수 있고, 이것을 따라 에너지가 밧줄의 한 부분에서 다른 부분으

로 이동 하는데, 이 에너지는 빔줄을 잡아 고정하고 있는 사람의 손에 느껴지는 힘의 형태로 나타난다. 이때 빔줄은 파동의 진행방향과 수직 방향으로(아래 위로) 움직이며 빔줄 자체는 파동을 따라 진행하지 않는다.

많은 종류의 파동이 물질을 통해서 (물질대사 또는 어떤 물체의 표면을 타고) 진행하는데 이렇게 파동을 진행시키는 물질을 파동의 매질 (medium)이라고 한다. 위에서 예로 든 빔줄 파동에서는 빔줄이 매질이며, 발성체로부터 귀에 전해지는 음파의 경우는 대개 공기가 매질이며, 바다의 파도는 물의 표면으로 진행하며, 지진파는 지구를 매질로 삼아 진행한다.

그러나 어떤 파동은 물질적인 매질이 없이 진공에서도 진행할 수 있는데, 전자파가 이에 해당하며 바로 이 점이 일반인에게 전자파가 파동으로 생각되기 어려운 것이다. 즉, 전자파는 전기장과 자기장의 세기가 주기적으로 변함에 의하여 전파하는 파동현상이고 매질은 전자기장(electromagnetic field)이며 다른 파동과 같이 물질적인 매질이 아니다. 여기서, 장(field)은 중력이나 전자기력 같은 물리적인 성질로 특성지어질 수 있는 공간을 말하며, 중력장에서는 질량을 가지고 있는 물체가 무게를 느끼며 전자기장에서는 전기를 띤 물체가 힘을 느끼는 것이 바로 그것이다.

파동은 진행방향과 매질의 운동방향의 관계에 따라 두 가지로 나눌 수 있는데, 매질운동방향이 파동의 진행방향에 수직인 경우 횡파라고 하며, 평행인 경우 종파라고 한다. 음파는 매질(대개 공기)이 소리의 진행방향과 나란한 방향으로 진동하므로 종파이며, 빔줄의 파동은 횡파이다. 전자파는 전기장과 자기장이 파동의 진행방향에 각각 수직으로 진동하므로 횡파이다.

이러한 파동은 모두 어떤 양(공기의 밀도, 물결의 높이, 전자기장의 세기 등)의 크기가 주기적으로 변하는 것이므로 물결과 같이 표현하여 그 파동의 특성을 기술할 수 있다. 파의 마루에서 마루까지(또는 골에서 골까지)의 거리를 "파장"이라고 하며, 일정한 시간 동안에 몇개의

파장이 진행하나 즉, 단위시간에 몇번 진동하는가를 나타내는 것이 "주파수"이며, 1초 동안 진동하는 수 Hz(헤르쯔)로 나타낸다.

따라서, 파장과 주파수를 곱한 것은 단위시간에 얼마나 많은 파동이 진행하나를 나타내므로 곧 파동의 전파속도가 된다. 이러한 파동의 "진행속도"는 매질의 상태에만 관계되고 파장에는 관계가 없으며, 예로서, 전자파는 진공중에서 1초동안 약 3억미터(정확히는 299 792, 458 m/s)의 일정한 속력으로 진행한다. 따라서 전자파는 주파수가 높으면 파장이 짧고 주파수가 낮으면 파장이 길다.

라디오나 TV에 전달되는 라디오파, 시외전화나 국제전화에 사용되는 극초단파, 우리 눈으로 볼 수 있는 태양이나 전등의 빛(가시광선), 그리고 병원에서 쓰는 X-선 등이 모두 전자파인데 이들이 전혀 다른 것 같이 보이는 것은 그들의 파장이 다르기 때문이다.

이와같이 전자파는 주파수(또는 파장)에 따라서 특성이 다르므로 주파수에 의하여 전자파의 영역이 분리되고 이에 따라 연구하는 방법도 다르다. 빛이 전자파의 일종이라고 말하고 눈에 보이지 않는 전자파가 있음을 최초로 예언한 사람은 J. C. Maxwell이며 1864년의 일이었다고, 그 뒤 1888년에 H. R. Hertz가 전하를 진동시켜 최초의 인공적인 전자파를 발생시켜 Maxwell의 이론을 증명하였다. 주파수의 단위 Hz(Hertz)는 그의 이름을 따른 것이다.

이러한 전자파의 주파수 범위는 수 Hz부터  $10^{23}$  Hz에 이르는 방대한 영역을 차지하는데, 주파수에 따라 분류하여 띠를 형성한 것을 전자파 스펙트럼이라 한다.

### 전자파의 이용

앞에서 살펴본 대로 전자파의 특성은 스펙트럼에 따라 다른데 그 주파수범위가 방대하므로 우리 일상생활에서 전자파와 관련되지 않은 부분이 거의 없을 정도이며, 과학, 기술의 발달에 따라 그 이용도는 더욱 증가하고 있다.

이 전자파가 주파수 특성에 따라 어떻게 이용되고 있는지 주파수대의 명칭과 그 주요 용도가 <표-1>에 나타나 있다.

주파수(파장)	명칭	주요 용도
3KHz(100km)	VLF	해상통신, 표준시간, 주파수방송
30KHz(10km)	LF	선박 및 항공기 유도 beacon
300KHz(1km)	MF	선박 기상정보
3MHz(100m)	MF	AM방송 SOS신호(500KHz)
3MHz(100m)	HF	국제방송, 시민통신(CB) 어업무선, 아마추어무선
30MHz(10m)	VHF	VHF TV(ch. 2-ch. 13) 경찰 및 택시 무선통신
300MHz(1m)	UHF	UHF TV(ch. 14-ch. 83) 경찰 및 택시 무선통신
3GHz(10cm)	SHF	시외 및 국제전화 각종 radar
30GHz(1cm)	EHF	우주통신, 전파천문학, 단거리 군통신
300GHz(1mm)	(mm-파)	미래의 통신레이다
3THz(100 $\mu$ m)	sub-mm-파	
30THz(10 $\mu$ m)	적외선	대기오염측정, 레이저기술, 광섬유 통신
300THz(1 $\mu$ m)	가시광선	태양광, 레이저 기술
3PHz(100nm)	자외선	멸균, 소독

300KHz에서 3MHz의 MF주파수대는 중파라고 불리며, 우리가 잘 아는 AM 방송(535~1650 KHz)과 SOS(500 KHz)신호가 이에 속한다. 3MHz에서 30MHz의 HF 주파수대는 단파라고 불리며 주로 해외로 보내는 단파방송과 아마추어 무선, 시민방송(CB)에 사용된다. 또한 세계 대부분의 선진국에서 표준주파수 단파방송으로 정확한 주파수와 시각을 보급하는데, 이 표준주파수방송에 할당된 주파수 2.5, 5, 10, 20, 25 MHz

이며, 우리나라에서도 1984년 11월 5 MHz의 표준주파수방송을 시작하였다.

30MHz에서 300MHz의 VHF주파수대에는 FM방송(88~108MHz)과 VHF TV(채널 2~6은 54~88MHz를, 채널 7~13은 174~216MHz를 사용)가 주요한 용도가 되고 있다. 300MHz에서 3GHz의 UHF주파수대는 UHF TV(채널 14~83이 470~890MHz 사용)가 이에 속하며, 마이크로파오븐이 2.45GHz를 사용하고 있다.

3에서 30GHz의 SHF주파수대는 보통 마이크로파라고 부르며, 대부분의 마이크로파 통신과 레이다가 이 주파수대에 속한다. 이를 연유로 해서 지금도 8.2~12.4GHz 사이를 X-band라고 부른다. 현재의 TV위성중계등 대부분의 인공위성을 이용한 통신이 모두 이 주파수대에서 행해진다.

30에서 300GHz의 EHF주파수대는 파장이 1cm보다 작아서 밀리미터파(mm-wave)라고 부르며, 최근에 연구, 개발이 활발하게 된 영역이다. 특정 주파수에서 대기중에 흡수가 되어 멀리 전파하지 못하는 것을 이용하여 군 작전에 필요한 근거리 통신에 사용하고, 분해능이 좋은 레이다장치에 이용하려고 많은 연구가 활발히 진행중이며 앞으로 중요한 분야가 될 전망이다.

300GHz서  $10^{23}$ Hz정도까지는 서브 밀리미터파, 적외선, 가시광선(빛), 자외선을 거쳐 X-선, 감마선에 이르게 된다. 여기서 약 1 PHz( $10^{15}$ Hz) 근처, 즉 파장으로는 약 400~700nm(1 nm = 0.000 001mm)의 지극히 작은 영역이 인간의 눈으로 볼 수 있는 전자파로 빛이라고 부르며, 빛도 파장에 따라 다르게 보이며, 이것이 곧 색으로 400nm 근처가 보라색이며 파장이 길어짐에 따라 남, 파랑, 초록, 노랑, 주황색을 거쳐 700nm 근처가 빨강색이다.

이 보다 파장이 좀 길면 적외선의 영역으로 인간의 눈으로 볼 수는 없지만 어느 물체나 그것을 가지고 있는 온도에 따라 열선이라 불리는 전자파를 발사한다. 밤에도 물체를 볼 수 있는 야시경은 바로 이 적외선을 감지하여 인간

의 눈으로 볼 수 있는 빛으로 바꾸는 장치이다.

가시광선의 보라색 보다 파장이 더 짧으면 인간의 눈으로 볼 수 없는데, 이 영역(약 400nm 부터 수 nm까지)이 자외선이다. 이 자외선의 이용으로는 우선 형광등을 들 수 있으며, 유리 관안 표면에 입혀진 형광물질이 자외선을 받아 흡수하여 눈으로 볼 수 있는 형광을 발하게 한다. 또한 해변에 가지 않고도 피부를 태울 수 있는 인공 태양등이 바로 이 자외선 발생장치를 말한다.

X-선은 병원에서 인체내부의 이상이 있나를 찾아내고 진단하는데 사용되며 또한 암치료에 사용된다. 라듐에서 나오는 감마선은 암이나 피부병을 치료하는데 사용된다.

여기까지 전자파 전반에 관하여 간단히 살펴 보았는데, 보통 전자파라 하면 적외선 보다 파장이 긴 라디오파와 마이크로파를 뜻할 때가 많다. 다음은 특히 이 라디오파와 마이크로파 영역에서 최근에 대두되고 있는 전자파 방해(EMI)문제에 관하여 알아보자.

### 전자파 방해(EMI) 문제

EMI문제가 처음 대두된 것은 1930년대로서 그 당시에는 전자파가 주로 라디오방송과 무선 통신에 사용되었고, 이 라디오파에 간섭을 일으켜 잡음이 나게 하는 것을 가르켰으며 '무선주파수 간섭(RFI, Radio Frequency Interference)' 이라고 불렀다. 이 때는 전적으로 라디오 수신에서의 '전파잡음' 문제를 다루었고, 그 대상은 주로 신호 퇴색(fading)나 대기잡음과 같은 자연현상들과 전기모터의 스파크, 자동차의 점화 잡음같은 비록 고의적은 아니라도 인공적으로 발생하는 잡음문제였다.

1940년대에는 미국에서 세계대전과 관련하여 RFI에 관한 연구가 활발히 진행되면서 일반 라디오수신의 방해문제는 뒷전으로 가게 되었고, 그후도 계속 전파방해 없이 동작하는 전자 장비의 필요성에서 이 분야의 연구가 계속되었고 보다 넓은 의미를 갖는 용어인 EMI가 사용

되기 시작하였다.

최근에는 앞에서 잠깐 언급한대로 전자산업 및 컴퓨터기술의 발달로 전자파이용분야 및 사용 주파수영역이 엄청나게 확장되고, 이에따라 전자파 방해문제도 새로운 환경공해로 나타나게 되었다.

하나의 쉬운 예로서; 마이크로파오븐은 물 전자가 2.45GHz에서 공명을 일으키는 것을 이용한 것으로 이 주파수의 마이크로파에 음식물 같은 것을 노출시키면 그 내부에 물 분자가 심한 전동을 하여 마치 마찰열과 같은 열이 발생하여 뜨거워지는 것으로 겉은 아무 변화없이 속으로부터 익게되는 것이다.

이와 같은 마이크로파가 오븐에서 새어나오면 인체에 어떤 영향을 줄지 모르며, 특히 보이지도 않아서 눈에 들어 갈 수도 있어 여간 위험한 것이 아니다. 따라서 각국에서 이와같은 기기에는 엄격한 규제를 가하고 있고 기준에 미달하면 수입을 금지시키는 것을 물론이다.

라디오수신기에 잡음을 나게하거나, 전기 면도기를 쏠 때 TV의 화면을 나쁘게 만드는 것도 EMI문제로서 이들은 우리를 불쾌하게 하는 것으로 그칠 수도 있지만, 인명구조작업 때 통신의 장애를 일으키게 하거나, 인공심장(heart pacer)의 정상동작을 방해하는 것 등은 치명적인 결과를 가져올 수 있다.

얼마전 이웃나라에서 자동화공장의 로봇가 오동작을 하여 인명에 피해를 가져온 것이 EMI에 의한 컴퓨터의 잘못으로 나타났고, 자동차의 자동 정속 운행장치(auto cruise control)가 옆에 붙은 고성능 라디오 때문에 오동작을 하는 것이 발견되어 시정해준 사례도 있었다.

이러한 EMI문제의 해결은 두 방향으로 이루어지는데 하나는 불필요한 전자파가 기기에서 새어나오지 못하게 차폐하는 것이고, 다른 하나는 어느 정도 전자기장의 세기에는 견뎌내어 정상동작을 할 수 있는 능력(내성이라고 함)을 갖게하는 것이다. 이 모두 국가의 적절한 규제와 함께 연구를 위한 지원이 필요한 것은 물론이다.