

## B747-400 항공기 조종실내 전자파 노출에 관한 연구

강영훈\* , 김철영\*\* , 최일규\*\*\*

### A Study on the exposure of electromagnetic waves in the B747-400 cockpit

Y. H. Kang\* , C. Y. Kim\*\* , Y. K. Choi\*\*

#### 목 차

- I. 서 론
- II. 전자파의 이론적 고찰
- III. 전자파의 인체영향에 관한 국제 안전기준
- IV. 조종실내 전자파 환경 분석 및 결과
- V. 대책 및 시사점

#### Abstract

Magnitudes of Magnetic field, Electronic field and Microwave was measured during the each stage of flight in the airline operation. The results was much higher than the safety standard and proved to be serious to the cockpit crews on their duty. We also identified that the magnitude of electronic field was much decreased by all three kinds of microwave protection equipments. We recommend that the cockpit crew have to wear the protection clothes to reduce the hazardous effects on their duty and the aircraft manufacturers have to consider the microwave-reduced cockpit in the initial stage of aircraft design.

\* 한국항공대학교 항공운항관리대학원 박사과정

\*\* 한국항공대학교 항공운항학과 교수

\*\*\* 한국항공대학교 항공운항학과 교수

## I. 서 론

### 1.1 연구의 목적

현대과학. 문명이 발전함에 따라 전자 및 전기 기기의 사용이 늘어나게 되었고, 우리의 일상 생활은 잠시라도 전자 및 전기 기기를 사용하지 않을 경우, 매우 불편함을 느끼게 되는 문명사회에 살게 되었으며, 이로 인한 부작용도 발생하게 되었다. 우리 나라도 선진국형 환경공해에 관한 국민적 인식이 높아지고 있는 요즘은 '제 4의 공해'로 부각되고 있는 전자파에 대해 많은 관심을 가지게 되었는데, 막연한 관심에 비해 사실상 전자파의 실체에 대해서는 잘 모르고 있는 것이 현 실정이다. 전자파에 의한 피해사례는 벌써 오래 전부터 세계의 여러 선진국가들로부터 자주 보고되어 왔다. 그 예 중 하나는 전기를 사용하는 제품에서 방출되는 전자파에 의해 다른 전자제품이 오작동을 일으킨다고 하는 점이며, 또 하나는 이 전자파가 인체의 건강에 상당한 피해를 준다는 사실이다. 후자는 오늘날 전자파로 인한 여러 피해 중 가장 심각한 문제점으로 부각되고 있다. 일상 생활에서 노출되는 전자파에 대해서는 많은 연구가 진행되고 있는데, 전화기 교환원, 송전탑근처 주민들의 역학조사, 동물을 이용한 생물학 실험 등이 그 예이다. 하지만 그러한 분야의 연구는 한 두 가지의 전자, 전기 기기들에 의한 영향을 조사한 것인데, 여러 가지 전자, 전기 기기들로 가득한 환경-특히 최첨단 항공기 조종실-들에 관한 연구는 아직까지 이루어지지 않고 있다. 이 시점에서 본 연구는 최신 민간 항공기(B747-400)를 대상으로 하여, 수많은 승객을 책임지는 조종사의 직무환경 즉, 조종실내의 전자파 환경을 파악하고, 이에 대한 대책을 마련함으로써 항공안전의 발전에 기여하고자 하는 것이 이 연구의 목적이다.

### 1.2 연구 범위 및 방법

세계 여러 항공사들이 많이 운영하는 B747-400 항공기를 대상으로 하여, 모든 전자 기기와 계기들이 한곳에 모여 있는 조종실의 전자파 환경-전계, 자계, 마이크로웨이브 등의 측정과 분석을 연구 범위로 정하였다. 연구 방법은 문헌고찰을 통하여 전자파가 인체에 미치는 영향을 일으키는 메카니즘을 먼저 살펴보고, 각국의 전자파 노출에 대한 안전기준을 고찰하였다. 이후 실제 항공기 운항 시 조종석에 앉아서 임무를 수행하는 조종사에게 노출되는 전자파를 각 비행단계별-시동 전, 시동 후, 상승 중, 순항 중, 강하 중과, 순항비행 단계에서 기존에 나와있는 전자파 차단제품을 사용했을 때와 사용하지 않았을 때 두 가지 경우에 대해 측정을 하고 이들 결과를 앞서 제시한 안전기준과 비교 분석하여, 실제 전자파 노출 감소효과가 있는지를 검증하고 결론을 내린다. 마지막으로 이 측정된 결과들에 대해 전자파의 조종사 인체 영향에 대한 대책마련 및 시사점을 제시하고자 한다.

## II. 전자파의 이론적 고찰

1990년 미국 연방환경청은 "전자파와 암과의 사이에는 약소하기는 하나, 통계적으로 무시할 수 없을 정도의 상관관계가 있다. 이 상관관계를 인과관계라고 결론지을 수는 없으나, 작은 인과관계를 시사하는 것이다." 라는 보고를 하였다. 한국의 보건복지부도 1996년 4월 28일 전문가 자문회의를 열고 "전자파가 인체에 해롭다는 확증은 없지만 가능한 전자파에 노출되는 것은 피하는 것이 좋다"는 잠정 결론을 내렸다. 이렇듯이 이제 전자파가 유해하다는 사실은 여러 나라가 인정하고 있으며, 이제 상식에 속하게 되었다.

### 2.1 전자파의 실제

예를 들어, 비닐과 모직물을 함께 비비면, 각기 가벼운 물체를 끌어 당기듯이 양자가 서로 끄는 성질을 가진다. 이것을 대전(帶電)이라 하고, 양쪽 물질에 부착된 것을 전하(電荷)라고 부른다. 이러한 전하에 의해 두 중

류의 성질을 가지는 공간[계(界)]이 만들어지는데, 전하의 힘에 의해 발생하는 전계(電界)와 전하의 움직임에 의해 발생하는 자계(磁界)가 그것이다. 즉, 전계의 세기는 전압이 높을수록 높고, 자계의 세기는 전류가 클수록 높아진다. 이 양자를 전자계(電磁界)라고 칭한다. 이 전자계는 여러 종류의 전기 및 전기제품에서 방출되는 전파 혹은 에너지에 의해 발생된다. TV, 전자 렌지, 컴퓨터, 휴대전화 등을 비롯한 가전제품에서부터 산업용 전기제품이나 송전선에 이르기까지 가정, 직장 기타 장소에 있어서, 사람들이 일상적으로 접하는 제품들에서 전자계가 형성된다. 전자계는 전기가 흐르는 장소에서는, 그 강약에 상관없이 또 전선의 크기에 관계없이, 반드시 존재한다.

인체에 영향을 미치는 전자파는 크게 극저주파(ELF : Extremely Low Frequency, 0~1kHz), 초저주파(VLF : Very Low Frequency, 1~500kHz) 및 마이크로웨이브(300MHz~300GHz)로 분류하는데, ELF와 VLF는 자계(磁界: Magnetic Field, mG)와 전계(電界: Electric Field, V/m)를, 마이크로웨이브는 단위면적당의 전력(mW/cm<sup>2</sup>)을 측정하여 유해정도의 기준으로 삼는다. ELF와 VLF는 자계와 전계로 인해 인체에 유도되는 전류에 의해 세포막을 이동하는 Na<sup>+</sup>, Ca<sup>++</sup>, Cl<sup>-</sup> 등의 분포에 변화를 일으킴으로써, 각종 호르몬 분비에도 영향을 미치는 것이 문제가 되는데 반해, 마이크로웨이브는 인체의 조직에 온도를 상승시키는데, 1℃ 이상 상승할 경우 문제가 야기되는 것으로 알려졌다.\*

2.2 전자파가 인체 영향 메카니즘

인체가 전자파에 과다 노출되었을 경우, 그 위험 가능성에 대한 과학적 근거를 해명하기 위해서는 전자파가 인체에 미치는 상호작용에 대한 이해가 있어야 한다. 전자계 상호작용이라는 관점에서 볼 때, 인체구조는 세포, 거대분자, 수분 및 용해이온과 같은 중요한 성분으로 구성되어 있다. 전계 및 전류는 이와 같은 네 가지 성분에 대해 여러 가지의 상이한 방법으로 상호작용을 하며, 그 상호작용은 인가되는 주파수 및 형태와 밀접한 관련이 있다. 전자파가 인체에 가해질 때 자계는 유도전류 효과에 의해 작용되는 반면, 전계는 직접 작용한다.

<표 1> 전자파와 생체작용의 관계\*\*

작용의 구분		생체변화 요인	작용 평가량
열작용	전신가열	열조절 응답 심층부 체온상승 열 스트레스	전신 평균 SAR 상승 온도
	국소가열	조직의 가열	국소평균 SAR 상승 온도
자극작용		전류자극에 의한 신경 근육의 흥분	유도전류
기타작용		불명	전자계 강도 등

SAR : 전자파 흡수율(Specific Absortion Rate)

무선주파수 전자파 방사와 인간노출에 관련된 두 가지 기본적인 논쟁이 있는데, 첫째, 조직에 대한 방사의 온도 또는 열 효과이다. 고전력의 전자파는 노출된 조직에서 열을 발생시킬 것이라는 것은 잘 알려져 있다. 무선주파수(RF)에 의한 열 작용은 생체조직을 구성하는 물분자의 진동과 회전을 유발시켜 이로 인한 운동에너지가 조직의 온도상승을 일으킨다. 이 온도상승은 조직의 흡수에너지량과 밀접한 관련이 있고, 단위 질량조직이 단위시간에 흡수하는 에너지의 량, 즉 전자파 흡수율(SAR)을 평가량으로 이용한다.

\* 김 덕원, [전자파 공해], 수문사, 1996. 3. pp. 41-42.  
 \*\* 고성선, 이은기, '전자파의 인체영향에 대한 고찰', 전파진흥 96년 7/8월호, 1996.

둘째, 유전 구조의 변화, 세포막의 유전율 변화와 세포물질대사의 방해를 포함한 무선주파수(RF) 방사선의 비열효과이다. 이 비열효과는 열적 효과를 발생시키는데 필요한 것보다 이론적으로 저전력 레벨에서 또한 다른 변조 형태에서 일어날 수 있다. 자극작용은 인체조직에 유도된 전류밀도와 관계되며, 전자파 흡수율 및 유도전류는 인체조직내부의 전계강도와 조직의 도전율에 의존한다.

### 2.2.1 전자파가 세포에 미치는 영향

지금까지 관찰되고 있는 전자파가 인체에 미치는 영향에 대해서는 기본적으로 둘로 나뉜다. 하나는, 강한 전자계는 모발을 진동시킴으로써, 또한 피부에 있는 여러 가지 센서를 자극시킴으로써 피부에 “따끔따끔”한 감각을 생기게 하는 점이다. 어떤 상황하에서는 전자파는 인체세포 표면과 서로 반응하여 세포 내부의 변화를 일으키게 한다는 점이다. 지난 15년 동안에 걸친 연구에 따라 세포막이 전자파 방사에 민감하다는 것이 확인되었고, 그 결과, 전자파가 생화학적 변화의 원인이 되어 정상적인 세포기능에 변화를 가져올 것임에 틀림없다는 것이다. 그러나 이러한 세포기능 변화가 미미한 것인가 아니면 건강에 위해를 미치는 정도인가 하는 점에서는 의견이 엇갈려 있다. 상세한 것은 아직 분명치 않지만, 어떤 종류의 실험에 의하여 비록 미약한 전자파라도 세포표면과 상호 작용하는 것이 확인되고 있다. 가령, 전자계는 세포가 호르몬, 효소, 그 외 단백질질을 생성하는 속도를 변화시킬 수가 있다. 이 자체가 유해하다든가 아닌가는 별도로 하고, 이러한 변화를 받은 세포는 다른 세포작용에 영향을 미치므로, 그 연쇄반응 결과 위험성이 증폭된다고 생각된다.

이러한 전자파에 의한 전류가 인체에 미치는 영향이 해롭다는 것은 밝혀져 있으나 어떻게 해서 해롭다는 것은 아직까지 명확하게 밝혀지지 않고 있다. 그러나 다음과 같은 두 가지 학설이 있는데, 하나는 전자파의 파장과 세포의 크기가 “match”될 때 공진 현상이 일어나고, 이 공진은 전자파 에너지의 전달을 최대화시켜 유해할 수도 있고 측정 가능한 생체현상을 유발시킨다는 학설이다.\* 이 측정 가능한 생체현상이란 전자파에 의해 세포막을 통과하는 칼슘이온의 이동이 방해되는 현상을 말한다. 또 다른 학설은 세포막 사이의 변화된 칼슘이온의 흐름이 암에 대항하여 싸우는 능력을 감소시킨다는 것으로 얇은 세포막의 낮은 전도성(傳導性)으로 말미암아 미세한 유도전류라도 세포막 사이에는 높은 전압이 형성되어 화학적 평형을 방해한다는 것이다.\*\*

실제로 동물시험을 통해 다음과 같은 현상들이 보고되었다.

- 1) 신경전달 물질의 변화
  - 2) 닭, 쥐, 돼지의 세포 내 및 표면에서 칼슘 양의 변화와 태아의 기형, 악성 임파종,
  - 3) 쥐의 반복 학습능력 저하 및 고환 무게의 감소, 뇌의 화학성분의 변화, 성장물의 저하, 등으로
- 특히 3)은 임신부의 출산 및, 아동에 영향을 미칠 수 있는 항목이다.

### 2.2.2 전자파가 호르몬 생성에 미치는 영향

워싱턴주 리치랜드에 있는 실험실(Battle Pacific Northwest Laboratories)의 윌슨 박사는 전자파가 호르몬 생성에 미치는 영향에 대하여 연구하였다. 윌슨 박사는 쥐를 사용한 실험에 있어 약한 전자파가 송과선에서 분비되는 중요한 호르몬인 메라토닌 생성을 억제하는 것을 멈추게 하였다. 메라토닌은 면역 시스템이 작용을 높여 에스트로겐이나 프로락틴과 같은 중앙성장을 촉진시키는 호르몬생성에 지장을 주어 동물 및 인체실험에 있어 암세포 성장을 직접적으로 저지하는 것이다. 윌슨 박사에 따르면, 전자파에 의한 메라토닌의 억제가 흉부암, 뇌종양, 전립선암의 원인이 되는 위험성은 더없이 높다는 것이다. 암 역학자 스티븐스 박사에 따르면, 메라토닌의 억제가 개발도상국에 비하여 보다 전자파에 노출되는 일이 많은 선진국에서 유방암이 증가하고 있다는 것이 원인이라는 것이다. 이와 같이 최근 직업위생상의 연구에 있어서도 순간적으로 생기는 자계 근처에서 일하는 사람의 경우에 흉부암에 이환되는 위험성이 보다 높다는 결과가 나왔다.

\* New England Journal of Medicine, Vol. 307, No.4, 1982, p. 249.

\*\* EPA Draft Report Nature, Vol. 345, 1990, p. 463.

### 2.2.3 생체리듬 파괴 및 신경중독

24 시간 리듬의 변화를 확인하기 위한 실험도 행해졌다. 하루 중 서로 다른 시간대에 활동하는 쥐들은 전자파에 실제로 노출된 집단과, 가짜로 노출된 집단으로 구분되어 관찰되었다. 그 결과 실제 노출된 집단은 하루 일과에 대한 적응율(Variation in rate)이 떨어지는 현상을 보였다. 이러한 관찰사실은 곧 전자파가 모든 생명체의 삶에 있어 대단히 중요한 24 시간 리듬을 둔화시키는 효과를 유발함을 시사한다.\*

## III. 전자파의 인체영향에 관한 안전기준

### 3.1 국제 안전기준

인체 영향에 대해서는 현재 미국, 일본, 독일, 영국, 캐나다, 호주 등의 선진국과, 러시아, 체코, 폴란드 등 일부 동유럽 국가에서 기준을 정하여 시행하고, 인체유해 여부를 입증하기 위한 연구를 수행 중으로, 인체 보호 기준 제정과정은 대부분의 국가가 동물실험으로 이상증세가 나타나는 전자파 발생량을 측정한다.

<표 2> IRPA의 직업인에 대한 안전기준 값\*\*

주파수 f(MHz)	전계강도(V/m)	자계강도(A/m)
0.1~1	614	1.6/f
1~10	614/f	1.6/f
10~300	61	0.16
400~2000	$3\sqrt{f}$	$0.008\sqrt{f}$
2000~300000	137	0.36

<표 3> ANSI의 관리환경에 대한 안전기준 값

주파수 f(MHz)	전계강도(V/m)	자계강도(A/m)
0.003~0.1	614	163
0.1~1.34	614	16.3/f
3~30	1842/f	16.3/f
30~300	61.4	16.3/f
300~1000	61.4	0.613
1000~3000	-	-
3000~15000	-	-
15000~300000	-	-

미국 국가규격협회 (ANSI: American National Standard Institute)와 국제 방사선 방호협회 (IRPA: International Radiation Protection Association) 기준은 쥐의 이상증세가 나타나는 단위 체중당 전자파 흡수율을 4W/Kg으로 규정하고 있다. 이러한 측정치를 바탕으로 각국의 실정을 고려하고 실현 가능한 낮은 값(ALARA:

\* Kurt Salzinger, "Animal Behavior as an Index of the Environment, or the Miners Had a Good Idea", Greenwood Press, 1994, pp. 383-391

\*\* 강덕근, 정보화사회에 대비한 전자파환경 개선방안 연구, 서울대 행정대학원, 1997, pp. 56-60

As Low As Reasonably Achievable) 원칙을 적용하여 실현 가능한 값으로 측정치의 1/10-1/100 정도의 안전 인수를 설정한다. IRPA의 권고치는 ANSI표준과 비슷하지만 일반대중에 대한 조사에 있어서 5배 더 엄격하다.

<표 4> 일본의 직업인에 대한 안전 기준값

주파수 f(MHz)	전계강도(V/m)	자기장도(A/m)
0.01~0.03	614	163
0.03~3	614	4.9/f
3~30	1842/f	4.9/f
30~300	61.4	0.163
300~1500	$3.54/\sqrt{f}$	$\sqrt{f}/106$
1500~300000	137	0.365

### 3.2 일반 안전기준

<표 5>의 전자파 유해성 기준은 측정기 제조회사에서 정한 것으로 미국에서는 일반적으로 적용되고 있으며, 러시아, 동구 및 북유럽에서는 훨씬 더 엄격한 실정이다. 0~1mG의 범위에는 아무 표시가 없어 계속 노출이 되어도 안전하다는 것을 나타내고, 1~3mG의 범위는 붉은 점선으로 표시되어 어떤 건강상의 위험이 있더라도 아주 작다는 것을, 그리고 3~100mG의 범위는 붉은 실선으로 나타내어 오랫동안 노출되면 건강에 위험이 있을 가능성(아직은 확실치 않음)이 있다고 표시되어 있다.

<표 5> 자계, 전계 및 마이크로웨이브의 안전, 경계 및 위험범위

	안전 범위	경계 범위 (붉은 점선)	위험 범위 (붉은 실선)
자계(mG)	0-1	1-3	3 이상
전계(kV/m)	0-1	1-3	3 이상
마이크로파(mW/cm <sup>2</sup> )	0-0.02	0.02-0.1	0.1 이상

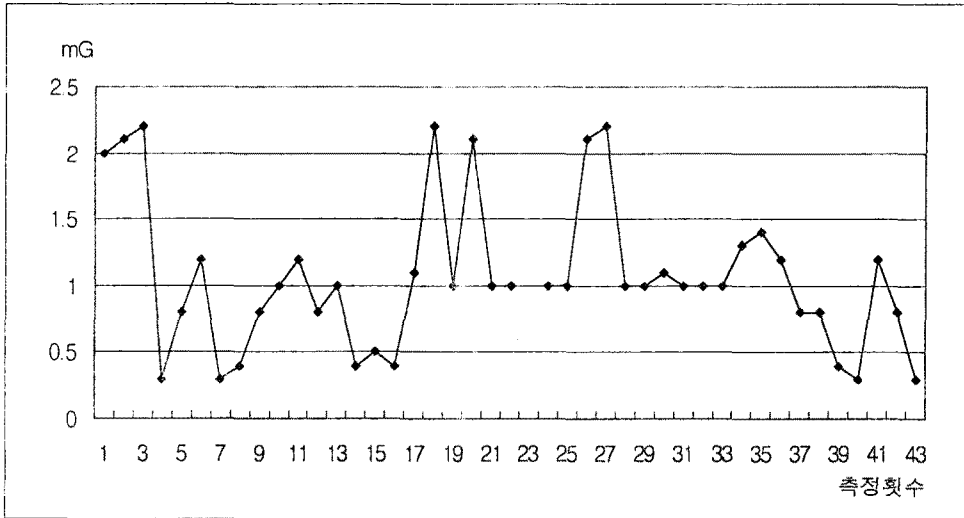
## IV. 조종실내 전자파 환경 분석 및 결과

본 연구에서는 자계, 전계 및 마이크로웨이브의 단위 면적당 출력을 측정할 수 있는 측정기를 이용하여, 우선 전자장비로 가득한 B747-400 조종실내 전자파의 존재 및 그 량을 실제 조종사가 조종석에 앉아 임무중인 자세의 머리부분에서 측정하였다. 측정요소로서는 자계, 전계, 마이크로웨이브이며, 이 요소들을 각 비행단계별-시동 전, 시동 후, 상승 중, 순항 중, 강하 중-로 측정하고, 순항비행 단계에서는 기준에 나와있는 전자파 차단제품을 사용했을 때와 사용하지 않았을 때 두 가지 경우에 대해 실제 전자파 노출 감소효과가 있는지를 조사한다.

조종실내 전자파 측정기는 ALPHALAB, INC사의 Trifield TM Meter로서, 자계(mG), 전계(kV/m) 그리고 마이크로웨이브(mW/cm<sup>2</sup>)를 측정한다. 자계와 전계의 측정범위는 각각 0~100 milli-gauss (mG), 0~100 Kilo-volts/meter (kV/m)이며, 마이크로웨이브의 측정범위는 0.01~1 milli-watts/cm<sup>2</sup> (mW/cm<sup>2</sup>)이다. 자계는 스위치의 전환에 따라 0~3mG와 0~100mG의 두 가지 범위를 측정할 수 있다. 자계와 전계는 Vector량이므로,

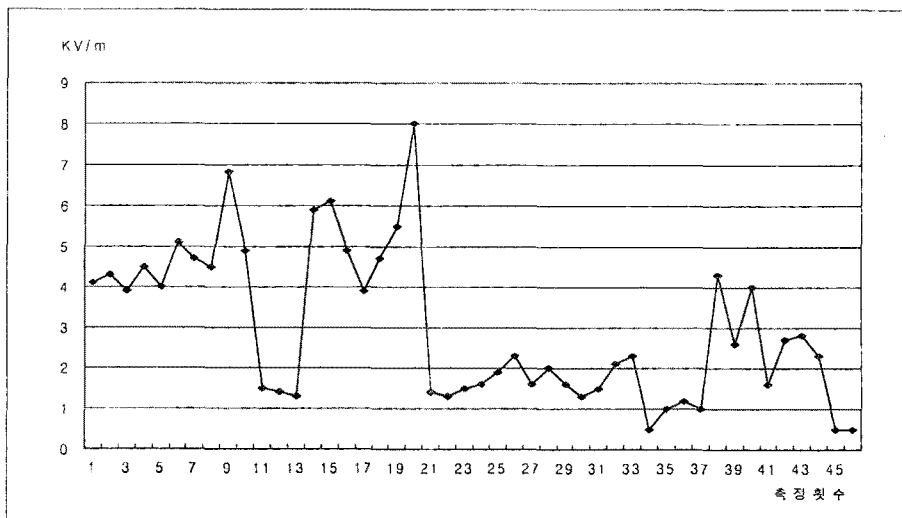
x, y, z 방향에서의 크기를 Vector합으로 나타내어야 하는데, 이 측정기는 자계와 전계의 측정시 x, y, z 방향에 대한 Vector합을 나타내고, 측정할 때 가장 큰 값이 나타나는 위치에서의 값을 기록하였다.

#### 4.1 시동 전 단계



<그림 1> 시동 전 단계 자계

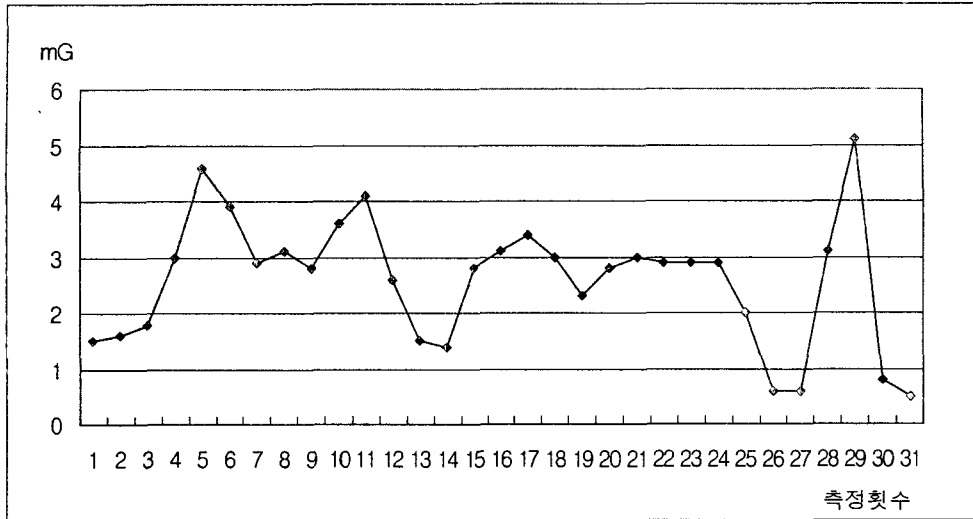
자계의 최저치는 0.3mG이고, 최고치는 2.2mG이며 평균은 1.06mG이다. 전체적으로 경계범위 내에 분포하고 있다.



<그림 2> 시동 전 단계 전계

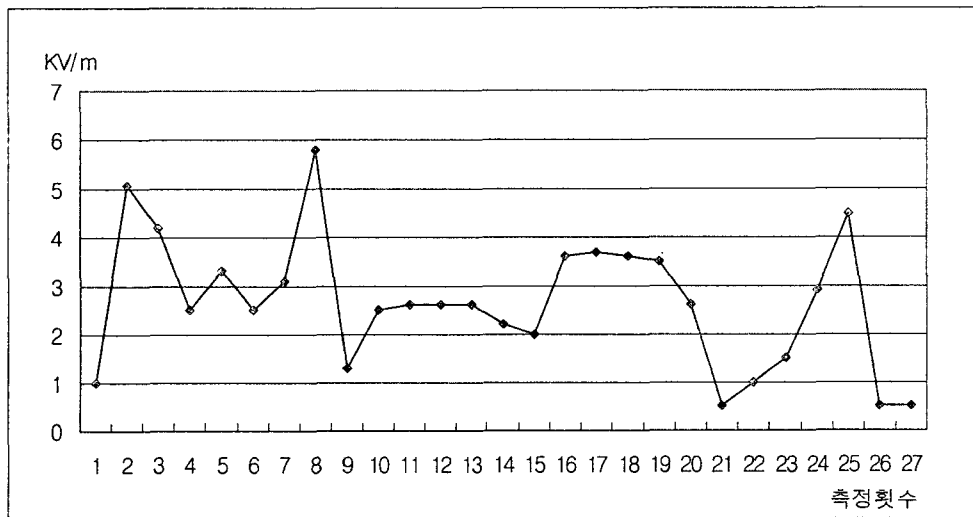
전계의 최저치는 0.5KV/m이고 최고치는 6.8KV/m이며, 평균은 3.02KV/m이다. 약 반정도의 수치가 위험범위에 위치해 있다. 시동 전 단계는 많은 기기들이 작동을 하지 않은 상태로 다른 비행단계에 대해 전반적으로 수치들이 낮게 나타났다.

4.2 시동 후 단계



<그림 3> 시동 후 단계 자계

자계의 최저치는 0.5mG이고, 최고치는 4.6mG이며, 평균은 2.51mG이다. 시동전과 비교해서 위험범위를 초과한 수치들이 나타났다.

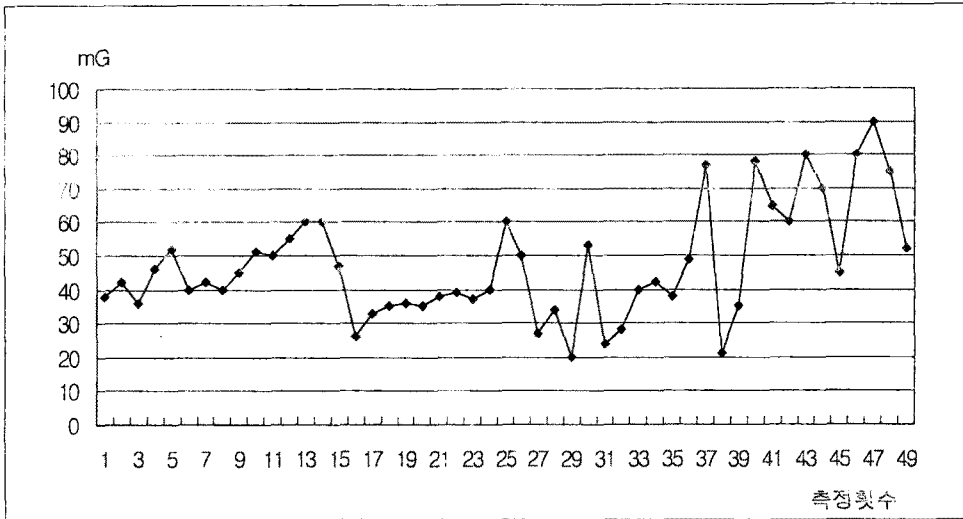


<그림 4> 시동 후 단계 전계

전계의 최저치는 0.5KV/m이고 최고치는 5.8KV/m이며, 평균은 2.66KV/m이다. 시동전후를 비교해 보면 자계는 약간 감소한 것이 특이하다.

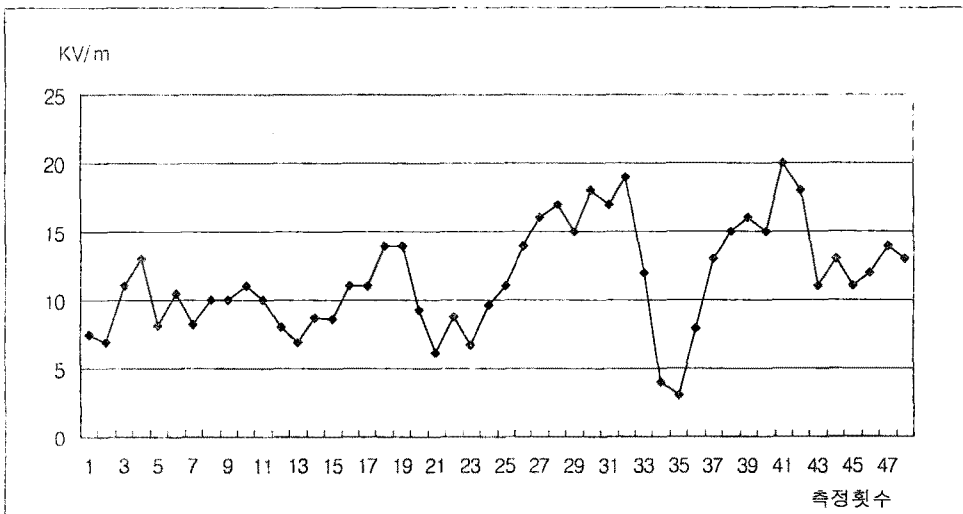


4.3 상승 단계



<그림 5> 상승단계 자계

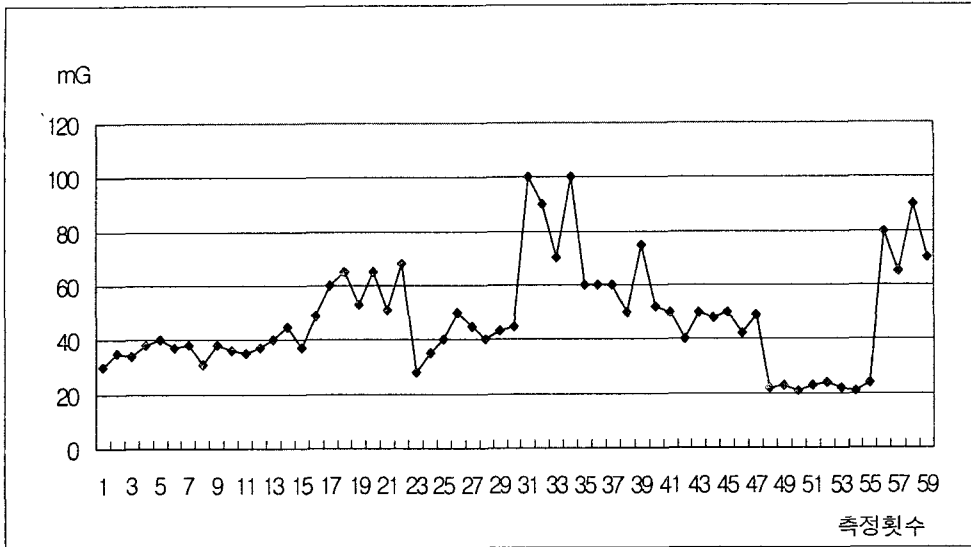
자계의 최저치는 20mG이고, 최고치는 90mG이며 평균은 47.27mG이다. 이 수치 모두가 위험범위를 상당히 초과한 상태에서 변화를 보인다.



<그림 6> 상승단계 전기계

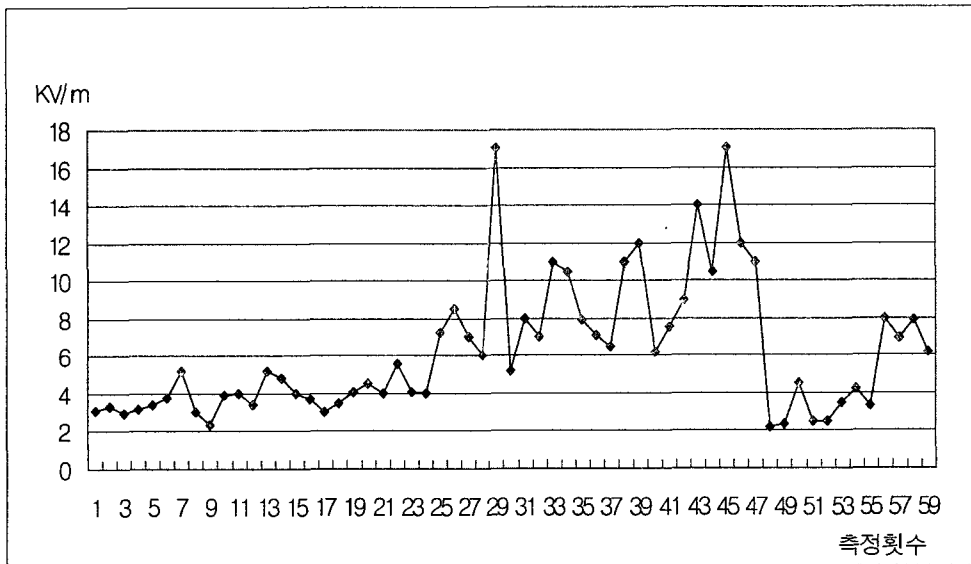
전기계의 최저치는 3KV/m이고 최고치는 20KV/m이며, 평균은 11.54KV/m이다. 전기계 역시 대부분 위험범위를 초과하여 분포한다.

4.4 순항 단계



<그림 7> 순항단계 자계

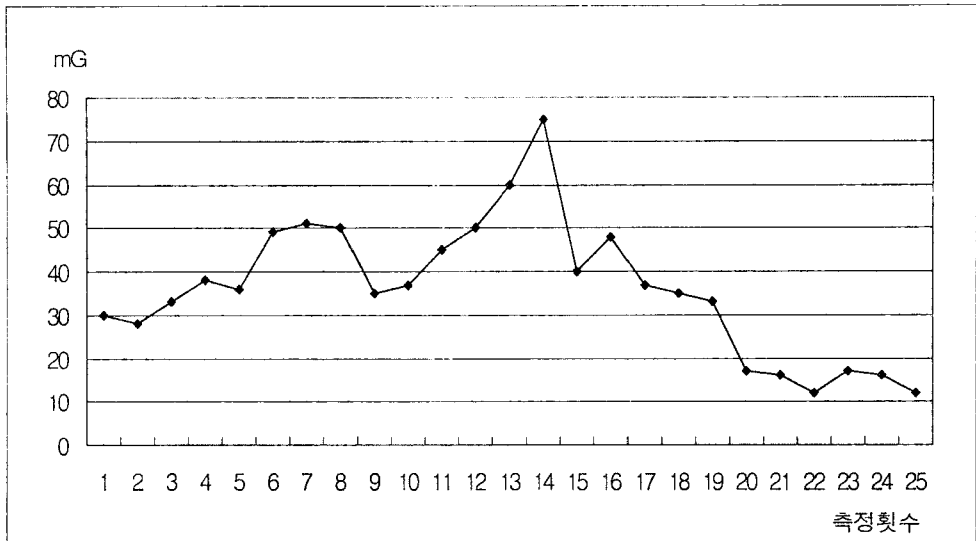
자계의 최저치는 21mG이고, 최고치는 100mG이며 평균은 47.78mG이다. 모든 전기 및 전자장비가 활발히 사용되는 단계로서 역시 모든 수치들이 상당히 높게 분포되어 있다.



<그림 8> 순항단계 전기

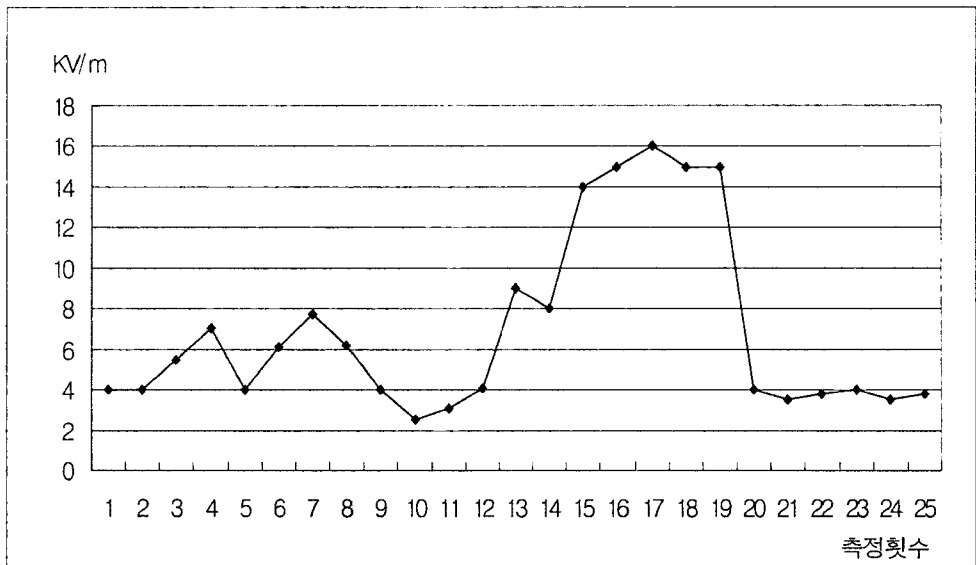
전계의 최저치는 2.2KV/m이고 최고치는 17KV/m이며, 평균은 6.19KV/m이다. 거의 대부분이 위험 범위에 위치해 있음을 알 수 있다.

4.5 강하 단계



<그림 9> 강하단계 자계

자계의 최저치는 12mG이고, 최고치는 75mG이며 평균은 36mG이다. 역시 전체 수치들이 위험범위를 초과하여 분포한다.

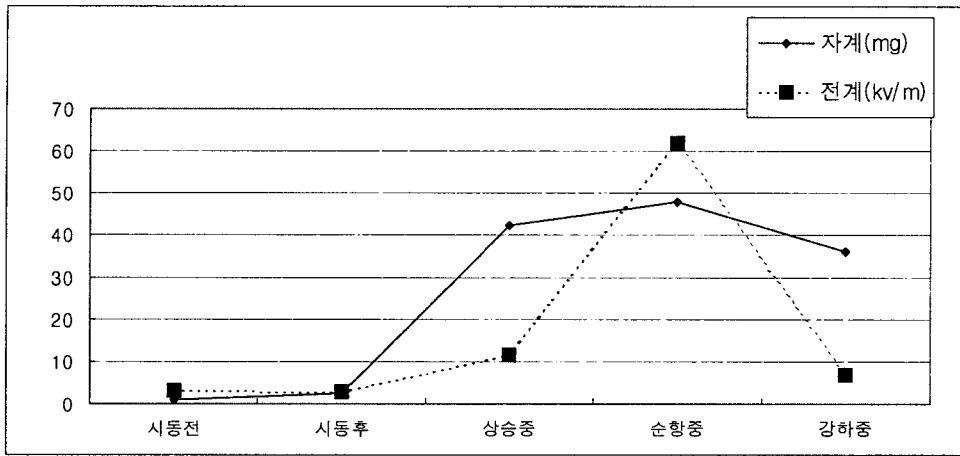


<그림 10> 강하단계 전기계

전기계의 최저치는 2.5KV/m이고, 최고치는 16KV/m이며, 평균은 6.91KV/m이다. 모든 수치들이 위험범위를 초과하여 분포한다.

<표 6> 각 비행단계별 평균 자계와 전계의 변화

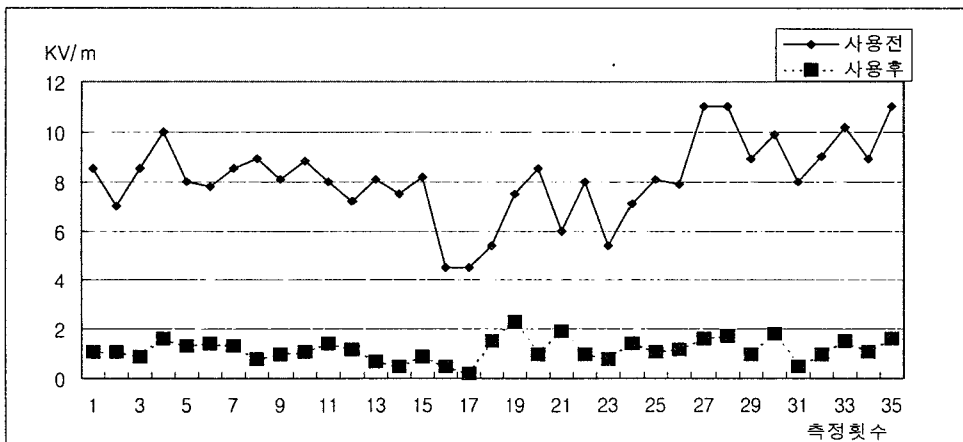
구분	시동 전	시동 후	상승 중	순항 중	강하 중
자계(mG)	1.06	2.51	42.27	47.78	36
전계(KV/m)	3.02	2.66	11.54	61.88	6.91



<그림 11> 각 비행단계별 평균 자계 및 전계의 변화

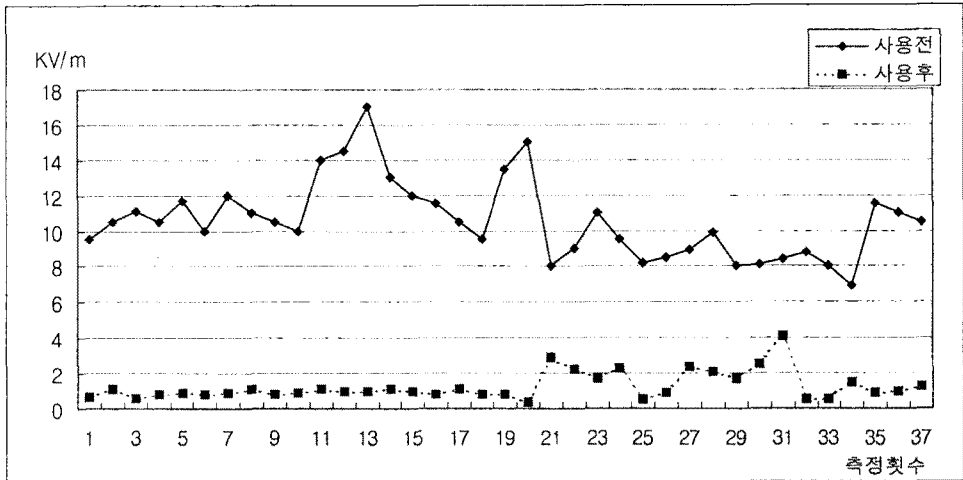
실제 비행의 대부분을 차지하는 단계에서 전계 및 자계가 위험부분을 상당히 초과하여 유지되고 있음을 알 수 있다. 마이크로파는 전 단계에 걸쳐 0.1mW/cm<sup>2</sup>이하로 측정되어 경계범위 내에 분포하며, 허용치 이내이므로 분석대상에서는 제외되었다. 조종실내에서 전자파가 가장 많이 나오는 곳은 조종사의 후면 상방(Overhead Panel)에 위치한 Circuit Braker Panel이며, 그 다음으로 전자장비의 발달로 등장한 소형 TV와 같은 EFIS(Electrical Flight Information System)계기들에서 많은 양의 자계가 측정되는 등, 전자 기기들이 모여있는 곳에서 주로 강하게 측정되었다.

4.6 순항 중 전자파 차단제품 사용 전후 전계분포



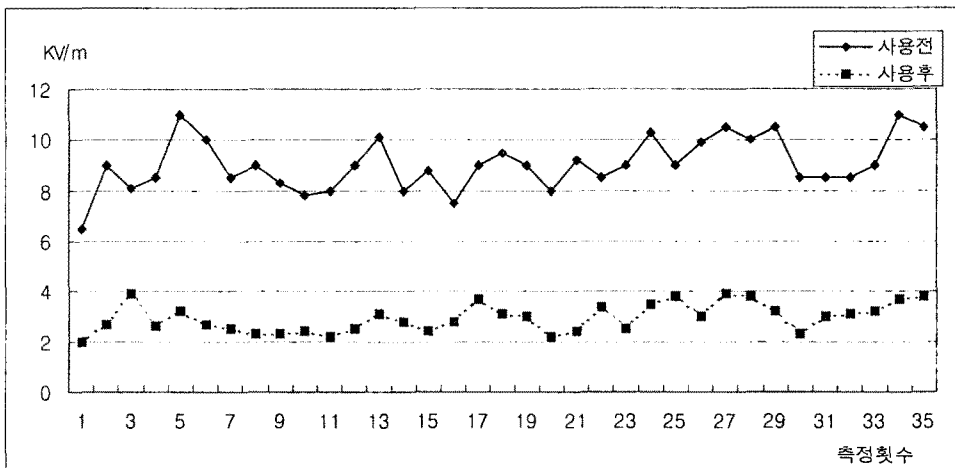
<그림 12> 보안경

보안경 사용 전 전계의 최저치는 4.5KV/m 이고, 최고치는 11KV/m이며, 평균은 8.11KV/m이다. 보안경 사용 후 전계의 최저치는 0.2KV/m 이고, 최고치는 2.3KV/m이며, 평균은 1.17KV/m이다. 평균 6.94KV/m가 감소하였다.



<그림 13> 앞치마

앞치마 사용 전 전계의 최저치는 6.9KV/m 이고, 최고치는 17KV/m이며, 평균은 10.58KV/m이다. 앞치마 사용 후 전계의 최저치는 0.4KV/m 이고, 최고치는 4.1KV/m이며, 평균은 1.26KV/m이다. 평균 9.32KV/m가 감소하였다.



<그림 14> 카드

카드 사용 전 자계의 최저치는 6.5KV/m 이고, 최고치는 11KV/m이며, 평균은 9.04KV/m이다. 카드 사용 후 자계의 최저치는 2KV/m 이고, 최고치는 3.9KV/m이며, 평균은 2.94KV/m이다. 평균 6.1KV/m가 감소하였다.

세 가지 모두다 전계에서는 효과를 나타내지 않았지만 자계에서는 상당한 량을 감소시킨 것으로 측정결과 확인되었다.

## V. 대책 및 시사점

### 5.1 대책

본 연구에서는 전자파가 인체에 영향을 일으키는 메카니즘, 각국의 안전기준, 조종실내 전자파 노출실태 및 전자파 차단 방비의 효과에 대해 개괄적으로 살펴보았다. 그 가운데서, 눈여겨볼 것으로 시동 전·후를 제외하고는 비행단계 전반적으로 경계범위(전계 및 자계 공히)를 상당히 초과된 전자파가 발생한다는 것은 우려할 만하다. 특히 비행시간의 대부분을 차지하는 순항단계에서의 노출수준은 그냥 방치하기에는 매우 높은 것으로 그에 대한 대책마련이 절실하다. 이를 토대로 조종사가 직업환경에서 전자파의 영향을 줄이기 위해서는 다음의 대책이 필요하다.

예방 차원으로로서

- 1) 항공기 제작사는 항공기 개발의 설계 및 연구단계에서 전자파 장애 현상을 미리 예측하여 제어한다.
- 2) 조종실내 벽면이나 계기 패널 등 전자파가 많이 나오는 곳에 전자파 차단 물질을 처리한다.

사후조치 차원으로로서,

- 3) 전자파 노출원인 조종실내에서 근무하는 시간을 줄인다.
- 4) 임무시 전자파 차단 물질 처리가 된 유니폼이나 앞치마 형태의 보호의류를 입는다.
- 5) 조종실을 떠나 일상생활에서 다른 전자파로부터의 노출을 가능한 적게 해야 한다.

각종 전자파가 인체에 미치는 영향은 과학적으로 규명하기가 매우 힘든 것이 사실인데, 그 이유로서는 각 개인마다 차이가 있을 뿐만이 아니라 여러 다른 환경요인들로 인해 전자파에 의한 영향을 분리하기가 거의 불가능하기 때문이다.

지금까지의 연구결과로는 전자파 영향에 의해 인체에 흡수된 전자파가 어떻게 해서 영향을 준다는 메카니즘은 아직까지 완벽하게 밝혀지지 않고 있으며, 보다 많은 연구, 검토가 필요하다고 할 수 있다. 이 연구에서 전자파 측정시 좀더 많은 기종을 대상으로 하지 못했던 점과, 소극적 대처방안인 조종사의 보호장구 외에, 보다 적극적 대처방안으로써 항공기에 장착하여 전자파 발생량을 근원부터 감소시킬 수 있는 장치 등을 실제여건상 이용할 수 없었던 점이 이 연구의 제한사항으로 남는다.

### 5.2 시사점

전자파는 유해한 방사선의 일종임에도 불구하고 한국에서는 종래 그 위험성에 관하여 주목하지 아니하였다. 그러나 정보통신의 발달로 전자파의 위험성은 상식이 되어가고 있다. 여론이 전자파의 위험성을 홍보하고 있음에도 불구하고 행정청이나 관련 사업자들은 여전히 고전적 방식으로 사태에 대처하고 있다. 예를 들어 전파법은 전기 통신설비의 기술기준에 관한 규칙에서, 전자파 장애라 함은 전자파를 발생시키는 기기로부터 그 전자파가 방사(전자파 에너지가 공산으로 퍼지는 것을 말한다.) 또는 전도(전자파 에너지가 전원선을 통하여 흐르는 것을 말한다.)되어 다른 기기의 성능에 장애를 주는 것으로 정의함으로써, 전자파가 인체에 미치는 영향을 제외시키고 있다.

늦은 감이 있지만, 정보통신부는 전자파 규제 기준을 제정해 고시토록 한 개정 전파법에 따라 전파연구소, 전자파학회, 한국전자 통신연구원, 서울대 의대 등과 공동으로 전자파 인체보호 기준을 마련키로 결정했다. 정통부 관계자는 “전자파학회의 권고안은 세계적으로 발표된 기준치 가운데 가장 엄격한 국제 비전리 방사보호 위원회(ICNIRP) 기준을 채택한 것”이라며, “정부도 국민보건차원에서 엄격한 기준을 채택해야 한다는 것이 기

본방침"이라고 하였다.\* 그러나 전자파의 인체영향에 대한 정확한 측정 및 분석을 위해서는 정부, 학계, 항공기 제작 회사 및 항공사들의 장기적인 연구 및 지원이 필요한 실정이다.

#### ■ 참고 문헌

1. 김덕원, 「전자파 공해」, 수문사, 1996.
2. 안기준, 「전자파의 공포」, 대학출판사, 1996.
3. 오기노 고야 지음, 강석태 옮김, 「당신을 위협하는 전자파」, 한승, 1997.
4. 전재경, 「전자파의 법적 규제-송전선로 분쟁을 중심으로」, 한국법제 연구원, 1996.
5. 고성선, 이은기, '전자파의 인체영향에 대한 고찰', 전파진흥 96년 7/8월호, 1996.
6. '인체에 대한 셀룰러 전화기의 전자파 장애의 영향', FDA Magazine, 95년 5월호, 1995.
7. 김남, '전자파의 인체 유해성 논쟁', 전파산업정보, 96년 9월호, 1996.
8. 강덕근, '정보화사회에 대비한 전자파환경 개선방안 연구', 서울대 행정대학원, 1997, p.56-60.
9. '전자기장에 대한 인체노출', 전파산업정보, 99년 7월, 1999.
10. 디지털 타임스, 2000, 3, 16.
11. EPA Draft Report Nature, Vol. 345, 1990, p. 463.
12. Kurt Salzinger, "Animal Behavior as an Index of the Environment, or the Miners Had a Good Idea", Greenwood Press, 1994, p. 383-391.
13. New England Journal of Medicine, Vol. 307, No.4, 1982, p. 249.

\* 디지털 타임스, 2000, 3월 16일