

제주지역 전자파 실태조사 및 영향평가

·오성보, 이개명, 김세호, **김영환, 장시호, 최병천
제주대학교 전기전자공학부, **전력거래소 제주지사

Actual Condition Investigation and Effect Assessment of Electromagnetic Waves in Jeju Area

Oh Seong-Bo, Lee Kae-Myoung, Kim Se-Ho, **Kim Young-Hwan, Jang Si-Ho, Choi Byung-Chun
Faculty of Electrical & Electronic Eng, Cheju Nat'l.Univ., **KPX Jeju Branch office

Abstract - In recent years, We have had many civil application about electromagnetic waves according to increasing of construction of electric power facilities.

This paper describes human body effect by regulation management and the guidelines of human body protection of electromagnetic waves. We try to evaluate the effect of electromagnetic waves by actual measurement at wind power generation complexes in Hang-won, Jeju.

1. 서 론

장기 전력수요 예측에 따르면 2010년에는 현재의 2배에 달하는 수요성장이 예상되어 지속적인 전력설비의 확충이 불가피한 실정이며 이에 따라 전자파 인체 안정성이 대두되고 있다.

2000년 349건의 민원 발생건수 중 175건으로 50%에 달하던 전자파 관련 민원이 2002년 201건 발생건수 중 181건으로 90%로 비율이 증가하고 있어 전력설비의 전자파 영향에 대한 국민의 올바른 인식이 요구되어 지고 있다.

제주도는 국제자유도시 추진에 더불어 안정적인 전력공급과 지역경제 활성화를 위하여 전력수요 성장세가 지속적으로 요구되리라 예상되며 청정 아일랜드 구축을 위한 풍력발전단지 조성에 산·학·관이 참여하여 연구 및 건설에 박차를 가하고 있다.

1998년 준공된 제주 행원풍력발전단지의 15호기에 대한 전자파 현장측정 분석을 통하여 지역주민의 전자파 영향에 대한 정확한 인식과 사전에 이해와 상충 동의를 도출코자 전자계 현장 실측을 통하여 평가하였다.

2. 본 론

2.1 전자파 연구동향과 인체영향

1980년대부터 전자파가 생체에 종양 등 인체질환 발생에 영향을 미칠 수 있다는 것이 보고되기 시작한 이래로 세계 보건기구에서 공식적으로 확인된 동물 실험 연구 결과는 현재 100여건에 이르고 있다.

전자기장 인체 노출에 대한 노출량 평가 기술은 특정 노출 환경에 대한 인체 주변 혹은 인체 내부의 전자기장의 양을 평가하는 것을 말한다. 이는 광대역 또는 협대역에서 동작하는 안테나로서 측정하는 실험적 방법과 전자기장에 대한 수학적 또는 그 식을 바탕으로 하는 수치해석 방법이 사용되고 있다.

2.1.1 국외의 연구동향

유럽은 1990년 크로아티아 자그레브 대학에서 제안한 전자기장의 생리학적 영향에 대한 유럽 연구 프로그램 "COST 244"이 1992년에 공식적으로 채택됐다.

현재 유럽의 21개국이 연구에 참여, 500명 이상의 과학자를 포함하는 135개 연구 기관들이 160개의 연구 과제를

진행하고 있다.

영국 정부는 2002년 "영국 휴대통신과 건강 연구 프로그램"을 공식 발표했다. 초기 15개의 연구 프로그램들에 총 640만 달러에 달하는 연구비가 투입되었고, 총괄적으로는 정부와 기업들이 공동으로 연구 프로젝트의 전체 연구비 1,050만 달러를 지원하게 된다.

독일의 연방 방사보호국은 휴대폰 안전에 대한 새로운 연구 프로그램으로 15개의 프로젝트에 대한 제안서를 검토하고 있다.

일본 우정성의 전자파 연구개발에 대한 정책 방향은 전자파의 인체영향에 대해서 우정성은 지난 97년, 새로이 "전자파 인체노출 연구 위원회"를 조직해서 국가 주도로 전자파에 대한 본격적인 연구를 시작하였다.

세계보건기구는 국제 EMF 프로젝트를 만들고, 40개 이상의 국가기관 및 각국의 연구소와 협력 연구하고 있다.

2.1.2 국내의 연구동향

우리나라는 극저주파 전자계 안전성 평가 및 저감 실증 기술개발을 목적으로 한국전기연구원 주관하에 한국전력공사(저감기술 실용화 모델 개발 및 이해증진관 구축), 서울대의대(송전선로 주변 전자계 영향 역학 조사), 기초전력공학 공동연구소(전자계 기초기술 개발 및 친화설계 S/W 개발), 안전성평가연구소(전자계 생물학적 실험 및 안전성 평가), 대한전기학회(극저주파 전자계 측정 DB 구축 및 정책 연구)들이 연구를 진행하고 있다.

원자력의학원의 방사선영향연구소에서는 2000년 전자파 생체영향 및 표준화 연구를 시작으로 미약 전자파 (20 KHz)가 생체에 미치는 영향을 규명하는 첫번째 단계로 90일간 중기간 노출에 대한 영향 평가를 실시하였다.

서울대학교의 외대 일천 유전자이식연구소에서는 유전자이식 종양모델 생쥐를 이용하여 종양발생 및 스트레스 반응에 대한 동물 실험을 수행하고 있다.

연세대학교의 의과대학 의학공학교실에서는 휴대폰 전자파가 인체의 시각자극 반응에 미치는 영향 연구, 전자파의 인체영향에 대한 역학조사 및 법제화 방안연구 등을 하고 있다.

충남대학교는 한국전자파학회의 전자장과 생체관계 연구회 설립 초기부터 전자파의 인체 영향과 관련된 연구를 수행하고 있다.

2.1.3 인체에 미치는 영향

송전선로와 압에 관한 첫 번째 연구는 1979년 미국 덴버에서 Wertheimer와 Leeper에 의해 수행되었고, 이 연구에서 고압선로에서 40m 이내에 거주한 아동들이 다른 아동들에 비해 백혈병으로 사망한 숫자가 2-3배 정도 높은 것으로 나타났으며 그 원인은 송전선로에서 발생하는 자계에 의한 것으로 확인되었다.

한편 1993년 덴마크 연구에서도 1988년의 덴버 연구와 마찬가지로 모든 아동들의 암 발생이 높다는 것을 밝혔으나 백혈병의 경우에는 그렇지 않았다.

그리고 동물실험에 대한 평가에서는 60Hz 전자계에의 노출로 동물에 암을 유발한다고 하는 설득력 있는 증거는 아무것도 없다. 또, 동물 특히 포유류의 생식과 성장에 유해한 영향을 준다는 증거는 없으므로 「주거환경에서의 전자계 노출이 암, 신경이나 행동에 대한 유해한 영향이나, 또는 생식·성장에 영향을 준다는 결정적이고 일관성 있는 증거는 아무것도 없다」고 결론을 내리고 있다.

스웨덴의 카롤린스카 연구소가 전압 22~40만 볼트 송전선 부근의 300m 범위 내에서 1960년부터 1985년까지의 기간에 생활한 적이 있는 주민을 대상으로 역학연구의 조사 방법을 이용해 수행한 연구에 의하면 송전선으로부터의 자기 세기가 2mG 이상으로 추정되는 지역에서는 1mG미만에 비해 소아백혈병의 상대위험도가 약 2.7배가 된다고 보고된 바 있다.

그러나 이 연구에 대한 평가에서 의학 전문가나 이 연구를 수행한 연구자 스스로가 통계학적 정확도가 낮고 연관성이 인정되지 않는다고 문제점을 지적하고 있다. 인체 영향에 대한 유무해 논란은 끊임없이, 세계 각국에서는 이를 명확히 규명하기 위하여 계속 연구를 진행하고 있는 실정이다.

2.2 전자파에 대한 규제

현재 세계 각국에서는 전자파의 안전기준을 마련하고 있으나 각 나라마다 기준치가 다르다. 안전보호지침으로는 여러 국가에서 전자파를 열적 장애라고 명확히 규정할 수 있는 현상을 해석하여 그의 한계치를 안전기준으로 하고 있다.

한편으로는 미국의 일부 주, 독일, 스위스 등에서는 전자파를 열적 장애뿐만 아니라 극저주파에 의하여 발생하는 생물학적 영향인 비열적 작용의 가능성을 고려한 기준을 설정하고 있다.

우리나라도 2000년 10월 15일에 정보통신부에서 전자기장 노출에 대하여 전자파 인체보호기준을 설정하였다. 그러나 암을 포함한 인체 건강에 대한 위해성을 방지하기 위한 노출 기준치가 아니기 때문에 고압선로, 변전소 및 발전소 인근 주민들에 의해, 이러한 인체보호기준 적용에 대한 논란이 지속되고 있다.

표 1. 각국의 고압선로에 대한 전자파 기준

단위 : 전계(kV/m), 자계(mG)

국 가	전기장	자기장
미 국	8	150
독 일 [50(Hz)]	5	1,000
스위스 [50(Hz)]	5	1,000
한 국	3.5 (전기설비기준 기준값)	30 (환경단체권고치)

미국 국립방사선 방호학회(NCRP)는 1995년 방사선 방호기준치를 정하였으며, 독일정부에서는 최초로 전자기장에 대한 규정이 1997년 1월1일에 발표되었다.

스위스는 2000년 EU의 일반인에 대한 인체보호기준 권고안을 기준으로 고압전력선에서 발생하는 전자기장에 대해서는 국제 비전리방사선보호위원회(ICNIRP) 기준치의 1/100 수준으로 제한하였다.

우리나라는 산업자원부에서 생체 정전유도현상을 방지하려는 관점에서 「전기설비 기술기준」 속에 제한치를 정하고 있으며 자계에 관해서는 WHO가 환경보건기준69, (1978)에서 견해를 제시하고 있다.

전계에 대해서는 인체의 감지현상을 방지하려는 관점에

서 대부분의 나라에서 기준치를 정하고 있으며 우리나라는 전기설비기술 기준값인 3.5kV/m이며 표 1과 같다.

ICNIRP는 방사선에 관한 노출 기준을 검토하는 기관으로 1998년에 최신자료를 토대로 가이드라인을 작성 공표했다. 이번에 작성된 가이드라인은 WHO의 견해에 근거, 안전계수를 상정하여 표 2에 제한치를 설정하고 있다.

표 2. 국제기구의 전자파 가이드라인

구 분	WHO 견해	ICNIRP의 가이드 라인
전 계	10kV/m 이하에서는 출입을 제한할 필요 없음 (환경보건기준 35)	4.16kV/m
자 계	50,000mG 이하에서는 유해한 생물학적 영향은 인지되지 않음(환경보건기준 69)	833mG

2.3 제주도 풍력발전 단지의 전자파 측정

제주 행원 풍력 발전단지의 전자파 영향을 측정하기 위하여 호기별 직하, 10m이격, 20m이격으로 45개소에 대하여 2004년 12월 29일에 실측하였다. 현장측정에는 HI-3604인 ELECTROMAGNETIC FIELD SURVEY METER를 이용하였다. 실측치는 표 3과 같으며 전자계 평균값은 각각 11.41V/m, 1.53mG로 ICNIRP 가이드라인 4.16kV/m, 833mG 보다 현저히 적은 값으로 측정되었으며 일부 환경단체가 요구하는 기준치 30mG에도 아주 미약한 값으로 측정되었음은 물론 외국의 규제 가이드라인 값보다 낮으므로 제주도의 전자계 현상은 건강에 해롭지 않음을 알 수 있었다.

그리고 호기별 실측치에 대한 기록의 표 3에서 측정 장소 직하에서는 높은 값으로 예상되는 변압기 근처에서 측정하였으며, 2호기 근처에는 사람이 상주하는 양어장의 영향을 고려하기 위하여 양어장 방향으로 이격 10m, 이격 20m에 대하여 실측하였으며, 9호기 근처에는 펜션 외벽 기준 60m 지점의 숙박시설을 고려하여 펜션 방향으로 측정하였다. 그리고 12호기에서는 경작지 근처로 사람이 왕래 및 작업시 영향분석을 위하여 경작지 인근 출입구를 중심으로 실측하였다. 현장 실측 실태조사를 통한 평가에서 국제 가이드라인에 비해 현저히 미약한 값이므로 제주도 행원 풍력 발전단지가 전자파에 노출되지 않은 상태라 건강에 유해한 지역이 아님을 보여 주었다.

표 3. 전자계 현장 실측 자료

단위 : 전계(V/m), 자계(mG)

호 기	전계평균치	자계평균치	특이사항
1	2.70	10.38	변압기 근처 측정
2	18.45	3.25	양어장 방향 측정
3	4.28	0.46	
4	4.31	0.45	
5	10.25	0.75	
6	31.50	0.24	
7	31.97	0.24	인입선 근처 측정

단위 : 전계(V/m), 자계(mG)

호 기	전계평균치	자계평균치	특이사항
8	16.77	3.17	
9	1.38	0.41	숙박시설(펜션) 방향 측정
10	9.87	0.42	
11	1.37	0.24	
12	8.33	1.51	경작지 인근 측정
13	24.53	0.60	
14	1.37	0.42	
15	4.13	0.44	
총평균	11.414	1.532	

전자파는 주파수가 높을수록 파장이 짧아지며, 전자파가 갖는 에너지는 증가한다. 우리가 사용하고 있는 전자레인지의 주파수가 높고 파장이 매우 짧아 음식을 가열시킬 정도의 높은 에너지를 갖는 전자파를 이용한 것이고, 전력설비에 이용되는 상용주파수의 전기는 주파수가 60Hz로 극히 낮고 파장은 5,000Km로 아주 길어 에너지를 거의 갖고 있지 않는다.

표 4와 그림 1에서 보듯이 제주도 지역의 행원 풍력 발전단지 직하 및 선로 평행 이격거리 10m, 20m일 때의 측정치와 가전제품 실측치와 비교한 것으로 이는 60Hz 극저주파 풍력 발전단지에서 발생하는 전계의 양이 가전제품에서 발생하는 전계량보다 현저하게 적은 양인 동시에 국제 기준치 및 환경단체가 요구하는 기준치에 훨씬 못 미치는 값으로 제주지역의 전자파 공해에 대한 문제는 안전하다고 입증됨을 알 수 있다.

표 4. 가전제품과 풍력발전지의 자계치 비교

단위 : 자계 (mG)

구 분	전자레인지	헤어드라이어	면도기
가전제품	50.8	13.6	4.28
이격거리	직하	10m	20m
풍력발전기	3.26	0.73	0.59

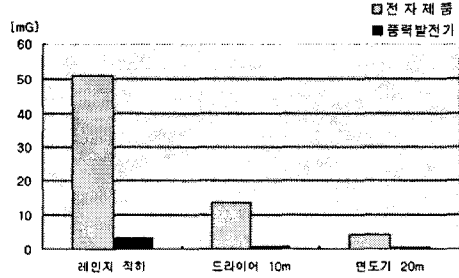


그림 1 가전제품과 풍력발전지 자계 실측치 비교

3. 결 론

전력설비, 가전제품 및 통신기기의 전자계 영향과 방출에 대한 실태를 파악하고 국내외의 전자파 규제관리와 인체보호기준에 대하여 서술하였다.

전자계가 인체에 유·무해한 주장과 의문이 제기 됨에 따라 그동안의 전자계에 대한 연구동향과 인체영향에 대하여 조사하였다.

그리고 제주 행원풍력발전 단지의 실태를 파악하고 평가를 목적으로 하여 45개소의 실측을 실시하여 국제기구의 가이드라인에 적합한지 여부를 발전기 15기에 대한 직하, 이격 10m, 이격 20m에 대하여 구분하여 분석·평가하였다.

풍력발전지의 실측개소는 국제 비전리 방사선보호위원회 가이드라인의 전계값 4.16kV/m와 자계값 833mG에 절대적으로 미약한 값인 전계값 11.41V/m와 자계값 1.53mG로 측정되어 행원 풍력발전단지의 전자파환경은 아주 양호하며, 인체의 건강에 유해하지 않음이 규명되었으며 실측 분석에 따른 활용방안은 다음과 같다.

- 제주도민의 전자계 이해증진을 위한 자료로 활용함
- 행원 풍력발전단지와 환경단체·주민간의 사회적 합의를 도출할 수 있음
- 전문가 활용에 따른 지속적인 주민대화가 가능함

본 연구는 한국 전력거래소 제주지사의 지원으로 수행된 결과의 일부이다.

[참 고 문 헌]

- [1] 오성보, "전자계 영향에 대한 실태조사 및 평가", 한국전력공사제주지사 용역보고서, PP.65-81, 2004.
- [2] 명성호, "극저주파 전자계정책 및 연구동향", 대한전기학회 제주지회 기술세미나, PP.7-30, 2004.
- [3] 김윤신의 5인, "송전선로 주변학교 학생의 ELF자기장에 대한 노출 및 건강 영향평가", 한국전자파학회 전자기장의 생체 영향에 관한 워크숍, P.135, 2004.
- [4] 김덕원, "전자파 공해", 수문사, PP.64-69, 1996.
- [5] 전인수, "고압선로 전자파의 효율적 관리방안 연구", 한국환경정책 평가연구원, PP.25-35, 2002.
- [6] 박종근, "2004대한전기학회 전자계 생체영향 전문위원회 활동", 대한전기학회 2004년 하계학술대회 워크숍, PP.11-15, 2004.