

극저주파 전자계관련 사회적비용의 계량화에 관한 연구

윤병돈\*, 서종완\*, 이종수\*, 김정부\*\*, 신명철\*  
 성균관대학교\*, 중부대학교\*

Study of social expenses measurement for extremely Low Frequency Electromagnetic field

Yoon ByeongDon\*, Seo Jongwan\*, Lee Jongsoo\*, Kim Jung bu, Shin Myeongchul\*  
 SungKyunKwan University\*, Jungbu Unniversity\*\*

**Abstract** - 사회에서 지대한 관심과 논란의 대상이 되고 있는 환경의 고압전력 설비 중 송전선에서 발생하는 ELF(Extremely Low Frequency)전자계 저감을 위한 사회적비용의 계량화에 관한 연구를 하였다. 송전선로에서 발생하는 극저주파 전자계와 토지가격 사이의 관계를 규명하는 본 연구는 분석의 틀로서 극저주파 전자계 저감을 위한 다양한 기법에 대해서 제시하였다. 또한, 다양한 환경가치 평가기법을 비교 분석한 결과, 헤도닉가격법이 가장 적절한 것으로 판단되어 이 분석법을 본 연구의 주된 분석도구로 삼고자 한다. 최근 환경재의 가치평가 기법으로 가장 광범위하게 사용되고 있는 기법중 하나인 헤도닉가격법은 기본적으로 주택, 토지 같은 재화는 그 자체가 가진 물리적 특성뿐만 아니라 외적인 환경 등 다양한 특성으로 이루어진 차별적 재화(differentiated product)라는 헤도닉가설(hedonic hypothesis)을 전제로 한다[1].

1. 서 론

극저주파 전자계라는 환경적 특성은 지속적으로 주변 지역 주민들의 주거생활에 부정적인 영향을 미친다. 이러한 극저주파 전자계를 방지하기 위해 다각적인 극저주파 전자계 저감대책이 실시되고 있으나 전자계의 특성상 그 예방이나 대책이 용이하지 않다고 할 수 있다. 이러한 극저주파 전자계가 주변지역의 아파트 가격이라는 주택가치에 미치는 영향을 분석하기 위해 송전선로와 가장 가까운 주거지역을 분석대상으로 선정한다. 아파트 가격은 동일한 물리적 특성을 지니고 있음에도 불구하고 해당 아파트가 위치하는 지역에 따라 적지 않은 차이를 나타내게 된다[2]. 이는 아파트 가격의 결정에 있어서 아파트 자체가 갖는 물리적 특성뿐만이 아니라 기타 외부적인 특성들도 가격결정에 적지 않은 영향을 미치는데 기인하는 것이다. 즉, 아파트의 가격은 아파트의 개별 특성이 갖는 가격의 총합으로 결정되어지며 이들 사이에 나타나는 관계는 바로 헤도닉 가격법(Hedonic price function)이라고 볼 수 있는 것이다. 결과적으로 아파트 가격은 아파트 자체가 가진 내재적 특성과 주변 환경과 같은 외재적 특성이 총체적으로 조합되는 것이고, 이들 특성들에 대하여 소비자가 어느 정도의 가치를 부여하는가에 따라 아파트 가격이 결정되는 것이다.

2. 분석 및 연구진행 절차

2.1 종속변수

극저주파 전자계가 아파트 가격에 있어서 갖는 영향을 분석하고자 본 연구는 아파트 가격을 종속변수로 한다. 구체적으로 정의하면 송전선로 주변지역의 극저주파 전자계피해지역에 위치한 아파트가 2006년, 2007년 7월 기

래되는 아파트 가격이라고 할 수 있다. 주택의 유형 가운데 단독주택 또는 다세대주택 등이 아닌 아파트 가격만을 선택한 이유는 다른 주택유형의 경우에는 자료수집 자체가 용이하지 않음뿐더러 설명변수의 구성이 복잡하여 분석과 비교의 신뢰성이 적을 것으로 예상되기 때문이다[3,4]. 반면에 아파트의 경우에는 일정한 구조적 동일성을 지니고 있는 관계로 극저주파 전자계와 같은 특정 변수의 영향여부 및 정도를 분석하는데 있어서는 자료수집 및 비교분석 등이 용이하다고 할 수 있다.

2.2 독립변수

본 연구에서 독립변수는 아파트 가격을 형성하는데 있어서 영향을 미칠 것으로 파악되는 다양한 아파트의 특성변수라고 할 수 있다. 본 연구는 아파트 특성을 크게 구조적 특성, 근린생활적 특성, 입지적 특성 그리고 환경적 특성 등으로 유형화하여 하위특성변수를 구성하였다. 국내의 선행연구와 마찬가지로 아파트 가격에 영향을 가질 것으로 예상되는 모든 변수를 포함하고자 일반적인 회귀식의 독립변수에 비해 상대적으로 많은 13개의 독립변수를 포함하였다[5-9]. 이들 특성변수를 정리하면 다음의 표<2.1>와 같다.

<표 2.1> 특성변수 정의

	변수	조작적 정의	단위	
종속변수	아파트 가격	아파트가 매매되는 가격	만원	
독립변수	구조적 특성	면적	아파트의 평수	평
		노후도	입주년부터 현재까지 년 수	년
		방수	아파트의 방 수	개
		층수	아파트의 층 수	층
		난방방식	중앙(0), 지역(1), 개별(2)	0/1/2
	근린 생활적 특성	건설회사	대기업(0), 중소기업(1)	0/1
		생활환경	반경 500m내 생활편의시설여건	1 5
		교육환경	반경 1km 내 교육시설 여건	1 5
	입지적 특성	사회체육환경	반경 500m 내 공원 및 체육시설	1-5
		시차권 거리	지하철역까지의 직선거리	m
		도심까지 거리	도심(시청)까지의 직선거리	m
	환경적 특성	송전선로까지의 거리	송전선로까지의 거리	m
		전자계	전자계 크기	mG

2.3 자료수집 방법

본 연구는 극저주파 전자계라는 환경적 특성이 갖는 경제적 가치 즉, 잠재가격을 추정하고자 아파트 가격이라는 주택가격자료를 이용한다. 아파트와 같은 개별 주

택에 대한 구체적 가격조사는 실질적으로 불가능하다고 할 수 있다. 모든 주택은 공급자와 수요자간의 거래를 통해 가격이 결정되는데, 이들 가격은 거래를 하는 당사자들의 주관적 판단과 협상에 따라 일정범위 내에서 변화하기에 더욱 그러하다. 또한 주택의 거래가 빈번하게 발생하는 것도 아니기 때문에 개별세대에 대한 상세한 가격조사는 더더욱 확보되기 힘들며 신뢰성도 높지 않다고 할 수 있다. 따라서 본 연구는 중속변수인 송전선로 주변 아파트 가격을 조사하기 위해 부동산 관련업체의 아파트 시세정보라는 2차 자료(secondary data)를 이용하였다. 이들 업체는 실제 부동산 중개업자들의 거래정보를 집계는 15일에서 한 달의 시간적 주기로 파악한 정보를 확보하고 있어 아파트 가격의 횡단면적 분포는 물론 시계열적 변화도 보여주고 있다. 따라서 본 연구는 이를 바탕으로 송전선로 주변의 전자계폐해지역에 위치한 아파트를 표본으로 선정하였다[10-15].

아파트라는 주택을 구성하는 아파트의 특성변수는 본 연구의 독립변수로서 이들에 대한 자료는 건설교통부, 한국전력공사 그리고 주택관련 인터넷 사이트의 자료를 활용하여 조사하였다. 또한 지하철역, 시청 그리고 공항까지의 거리등과 같은 개별 아파트의 입지적 특성과 관련된 자료는 실측지도 및 GIS 관련 인터넷 사이트의 지리정보 서비스를 이용하여 확보하였다.

### 3. 연구결과 및 분석

극저주파 전자계가 아파트 가격에 대하여 미치는 영향을 분석하고 준로그 함수형태를 중심으로 2006년과 2007년에 있어서 극저주파 전자계가 갖는 잠재가격을 각각 추정하고, 두 시점 사이의 잠재가격을 비교함으로써 송전선로 주변지역 아파트 가격에서 발생한 변화를 아울러 추정하고자 한다. 주택과 주택특성과의 관계를 비선형의 관계로 파악하는 준로그 함수는 일정하지 않은 잠재가격의 변화를 의미하게 된다. 이러한 비선형의 관계가 존재하는 경우에도 준로그 함수형태는 중속변수에 자연대수(natural log)를 취함으로써 회귀분석에 필요한 선형성의 가정을 충족시킬 수 있게 된다. 따라서 비선형을 가정하는 준로그 함수형태에 있어서 아파트 가격함수는 다음 식(3.1)과 같이 표현될 수 있다[16].

$$\ln P = \alpha + \beta_1(\text{size}) + \beta_2(\text{year}) + \beta_3(\text{floor}) + \beta_4(\text{room}) + \beta_5(\text{heat}) + \beta_6(\text{company}) + \beta_7(\text{living}) + \beta_8(\text{edu}) + \beta_9(\text{park}) + \beta_{10}(\text{dissub}) + \beta_{11}(\text{discht}) + \beta_{12}(\text{disline}) + \beta_3(\text{elfemf}) \quad (3.1)$$

이러한 가격함수로부터 아파트 가격에 대한 극저주파 전자계의 잠재가격을 추정하기 위해서는 아파트 가격함수를 극저주파 전자계로 편미분해야 한다. 즉, 준로그 함수형태에 있어서 극저주파 전자계의 잠재가격은 다음 식(3.2)와 같이 극저주파 전자계가 갖는 회귀계수와 주택의 가격을 통해서 추정할 수 있게 된다[17,18].

$$\delta P = \delta(\text{elfemf}) - \beta_n P \quad (3.2)$$

표<3.1>과 표<3.2>에서 나타난 바와 같이 아파트가격에 미치는 변수들을 선형, 준로그, 이중 로그형태로 분석하였다.

<표 3.1> 2006년 아파트 가격함수의 추정결과 비교

변수	선형	준 로그	이중 로그
상수항	6249.718 (1.953)	8.770** (20.397)	16.566** (7.085)
면적	524.957** (12.049)	3.574** (11.313)	0.844** (9.679)
노후도	120.286** (2.931)	2.961 (0.995)	-4.2 (1.573)
층수	114.786** (2.633)	8.259** (2.613)	1.903 (0.438)
방수	759.033 (1.783)	8.399** (2.721)	-5.6** (2.738)
난방방식	-90.912 (0.343)	-2.0** (-1.027)	-7.0* (-2.549)
건설회사	-504.932 (1.318)	-6.3 (2.382)	8.366 (2.319)
생활환경	8.481 (0.026)	2.576 (0.107)	9.054 (0.085)
교육환경	314.025 (1.543)	2.193** (1.486)	0.318** (1.723)
사회체육환경	1128.332** (4.109)	9.619** (4.832)	-0.153** (4.495)
지하철 거리	-0.778* (2.195)	-1.7** (-6.718)	-3.88** (-5.249)
도심 거리	-0.121 (-1.882)	-9.3* (-1.996)	-2.3 (-4.042)
송전선로 거리	-8.4* (2.104)	-8.3** (-2.877)	-1.293 (-0.882)
극저주파 전자계	177.919** (-2.798)	9.9* (-2.149)	1.390** (-2.960)
R-square	0.802	0.863	0.836
Adj. R square	0.790	0.855	0.826
F	63.903	99.680	80.451
F값의 유의수준	0.000	0.000	0.000

<표 3.2> 2007년 아파트 가격함수의 추정결과 비교

변수	선형	준 로그	이중 로그
상수항	4518.372 (0.654)	8.681** (18.941)	15.864** (6.482)
면적	505.918** (9.966)	3.179** (4.446)	0.737** (8.071)
노후도	148.109** (3.097)	4.579 (1.444)	3.4 (1.231)
층수	128.065** (2.522)	7.990* (2.373)	1.448 (0.318)
방수	875.934 (1.766)	8.524** (2.582)	0.235** (2.658)
난방방식	-349.809 (1.134)	-3.7** (-1.823)	-7.5* (3.301)
건설회사	854.951 (1.915)	0.102 (3.432)	-0.107** (3.360)
생활환경	260.930 (0.689)	2.348 (0.914)	6.788 (0.720)
교육환경	380.774 (1.606)	2.108** (1.341)	8.505 (1.544)
사회체육환경	1256.256** (3.927)	9.532** (4.494)	0.324** (4.376)
지하철 거리	-0.842* (2.039)	-1.8** (-6.605)	0.161** (-5.279)
도심 거리	-0.120 (-1.882)	-7.5* (-1.517)	-0.375** (-3.623)
송전선로 거리	-7.4* (1.606)	-6.7** (-2.179)	-8.1 (-0.303)
극저주파 전자계	-159.619** (-2.154)	-7.4* (-1.507)	-1.112* (-2.429)
R square	0.767	0.845	0.820
Adj. R square	0.752	0.835	0.808
F	51.929	85.704	71.617
F값의 유의수준	0.000	0.000	0.000

이를 바탕으로 송전선로 주변지역 아파트 가격에서 극저주파 전자계가 1mG당 지니는 잠재가격을 계산한 결과 변전소 이전과 송전선로 지중화 공사에 관한 협약서가 작성되기 전인 2006년에는 103만원이며, 2007년에는 84만원인 것으로 나타났다. 따라서 송전선로 주변지역에 있어서 극저주파 전자계가 갖는 잠재가격은 변전소 이전과 송전선로 지중화 공사 협약서가 작성된 기점을 기준으로 약 19만원이 감소한 것으로 추정된다. 이는 분석자료의 평균인 25평형 아파트 가격을 기준으로 했을 때,

2006년에 있어서 극저주파 전자계의 잠재가격이 아파트 가격의 약 0.98%를 차지하였던 것에 비하여 2007년에는 약 0.74%를 차지함으로써 약 0.24%가량 감소한 것으로 볼 수 있다. 송전선로 주변지역에 위치한 아파트 1200가구의 2006년과 2007년에 있어서의 가격을 바탕으로 극저주파 전자계의 잠재적 가격에 대하여 분석한 본 연구의 결과는 다음과 같이 정리될 수 있다.

첫째, 아파트 가격에 있어서 극저주파 전자계에 의한 부정적 영향이 존재한다는 일반적 인식은 실증적 분석을 통해 사실로서 입증되었다. 2006년의 아파트 가격에 있어서는 약 103만원의 극저주파 전자계의 1mG당 잠재가격이 존재하였으며, 2007년에는 약 84만원의 잠재가격이 존재하였다.

둘째, 변전소 이전과 송전선로 지중화 공사 협약에 의해 아파트 가격에 있어서 긍정적 변화를 가져온 것으로 보여진다. 즉, 변전소 이전과 송전선로 지중화 공사 협약이 있기 전인 2006년 7월과 이후인 2007년 7월의 극저주파 전자계 잠재가격에 있어서는 약 19만원 정도가 감소한 사실에 이를 확인할 수 있다. 이를 분석자료의 평균인 25평형 아파트 가격을 기준으로 했을 때에는 2006년에 있어서 극저주파 전자계 1mG가 갖는 잠재가격이 아파트 가격의 0.98%이었던 것에 비하여 2007년에는 0.74%로 약 0.24%가량 감소한 것이다.

마지막으로, 이러한 극저주파 전자계의 잠재가격의 변화가 송전선로 주변 지역 아파트 가격상승에 영향을 미친 것으로 추정된다. 이는 다른 수도권 지역의 평균 아파트 가격상승과 비교하였을 때 더욱 분명해진다. 즉, 다른 수도권 지역의 아파트에서 나타난 가격상승의 평균보다 약 535만원이 많은 가격상승이 송전선로 주변지역 아파트에서 발생한 데에는 변전소 이전과 송전선로 지중화 공사로 인한 생활환경의 개선이 적지 않은 영향을 미칠 것으로 추정할 수 있다.

#### 4. 결 론

본 연구는 송전선로 주변의 거주하는 주민들에게 극저주파 전자계의 다양한 영향 가운데, 극저주파 전자계의 의한 주택가격의 하락이라는 경제적 피해를 계량적으로 평가하여 이들 지역에 대한 정책마련의 기초자료로 활용하고자 연구를 실시하였다.

극저주파 전자계라는 환경공해가 해당지역 주민들에게 신체적, 정신적 피해 뿐만이 아니라 아파트 가격과 같은 경제적 측면에서도 어느 정도 개연성이 있지만, 극저주파 전자계라는 요인보다는 송전선로를 혐오시설로 인식하여 혐오시설에 대한 피해를 극저주파 전자계로 표현하고 있다는 것을 추정할 수 있다.

#### [참 고 문 헌]

[1] Rosen, S., "Hedonic Prices and Implicit Markets " Product differentiation in Pure competition", Journal of Political Economy, Vol. 82, pp.34-54, 1974  
 [2] "송전선로 전자계 영향 연구(1)", 한국전력연구원 보고서, 1999  
 [3] 허세림, 광승준, "헤도닉가격기법을 이용한 주택특성의 잠재가격추정", 주택연구, 2(2)27-42, 1994  
 [4] Cropper, M.L., L.B. Deck and K.E. McConnell, "On the Choice of Functional Form for Hedonic Price Functions", Review of economics and Statistics, vol 70, No 4. 668-65  
 [5] Cassel, eric and Robert, Mendelsohn, "The choice of Hedonic Price Equation : comment", Journal of Urban Economics, Vol 18:135-142, 1985  
 [6] Palmquist, R.B., "Hedonic Methods - Measuring the Demand for Environmental Quality", Amsterdam, The Netherlands : elsevier, 1991

[7] 이계평, "서울의 주택시장과 대기질개선 편익에 관한 연구 : 식별문제물 고려한 헤도닉가격기법의 응용", 서울대학교 박사학위논문, 1996  
 [8] 박재영, "가상가치평가법(CVM)을 이용한 광역산의 보전가치 추정에 관한 연구" 단국대학교 대학원 석사학위 논문, 2005  
 [9] 광승준, 전영섭, "환경의 경제적 가치", 학원사, 1995  
 [10] 이성태, 이광석, "Hedonic Analysis of Automobile Attributes in Korea", 자원·환경경제연구 제11권 제4호, 2002  
 [11] 신승식, "환경재의 가치추정방법 및 CVM과 Hedonic의 통신산업 외부성 추정 적용에 관한 3논문", 고려대학교 박사학위논문, 1998  
 [12] 허세림, 광승준, "헤도닉가격기법을 이용한 주택특성의 잠재가격추정", 주택연구, 2(2)27-42, 1994  
 [13] Spitzer, John J., "A Primer on Box-Cox Estimation", Review of Economics and Statistics, vol 64 307-313, 1982  
 [14] Cassel, eric and Robert, Mendelsohn, "The choice of Hedonic Price Equation ; comment", Journal of Urban Economics, Vol 18:135-142, 1985  
 [15] Palmquist, R.B., "Hedonic Methods - Measuring the Demand for Environmental Quality", Amsterdam, The Netherlands : elsevier, 1991  
 [16] 이계평, "서울의 주택시장과 대기질개선 편익에 관한 연구 : 식별문제물 고려한 헤도닉가격기법의 응용", 서울대학교 박사학위논문, 1996  
 [17] 광승준, 유승훈, "동강 자연환경 보존의 경제적 편익 추정 : 조건부 가치추정법의 적용을 중심으로", 경제학연구, 163-184, 2001  
 [18] Brown, James N. and Harvey S. Rosen, "On the Estimation of Structural Hedonic Price Models", Econometrics, Vol 50: 765-768, 1982