

# 도시기반시설이 공동주택가격에 미치는 영향분석에 관한 연구 - 전력통신시설(변전소)을 중심으로 -

황성덕<sup>1</sup> · 정문오<sup>2</sup> · 이상엽\*

<sup>1</sup>한국전력공사 · <sup>2</sup>한국감정원

## A Study on the Analysis of Apartment Price affected by Urban Infrastructure System – Electricity Substation

Hwang, Sungduk<sup>1</sup>, Jeong, Moonoh<sup>2</sup>, Lee, Sangyoub\*

<sup>1</sup>Korea Electric Power Corporation

<sup>2</sup>Korea Appraisal Board

**Abstract :** As one of urban infrastructure system, the electricity substation is critical for urban life and industrial activity as the electricity demands get higher than ever. However the substation is generally regarded as unpleasant or dangerous facility, which finally results in the continuous opposition movement by resident due to the belief of unidentified negative effect in apartment prices. Accordingly, as the scientifically objective and quantitative analysis is required to solve the social conflict, this study intends to examine the variation affected by urban infrastructure system, especially for substation. After the independent variable defining the price of apartment and the dependent variable, which is apartment price, are identified and their spatial data has been filed, the forecasting model has been developed through the hedonic price function as well as artificial neural networks system. The research finding indicated that the spatial range affected by substation is not notable and the range of some case was applicable for less than 600m. It is expected that these research findings can be applied for establishing the one of solid cases for the analysis of economical effect to local housing market by the urban infrastructure system.

**Keywords :** Urban Infrastructure System, Electricity Substation, Hedonic Price Function, ANNs, Housing price

## 1. 서론

### 1.1 연구의 배경 및 목적

경제개발 초기부터 도로, 철도, 공항, 항만 등의 주요 사회간접자본 시설은 시기에 따라 대상시설물의 변화는 있었으나 이러한 사회간접자본시설에 대한 투자는 제반 생산시설 및 산업기반을 직간접적으로 지원하여 국가경제 활성화 및 국민생활 편익 증진을 위해 관리되어 왔다(김명수 2014). 특히 도심의 기반시설은 기본적으로 도시 내 인간의 활동을 위해 필수적으로 공급되어야 하는 시설을 의미한다<sup>1)</sup>. 이러한 기반시설은 시장에 의한 공급이 불가능하거나 어려우며, 공공성과 외부경제성이 크기 때문에 시설의 입지결정이나 관리에

공공의 개입이 반드시 필요하게 된다. 대표적 도심기반시설의 하나로서 전력공급을 위한 변전시설 역시 도심지 내 존치가 반드시 필요하지만, 위험 및 혐오시설로 인식되어 건설시 주민들의 반대나 민원이 지속적으로 제기되고 있다(하기호 2003). 이에 관리주체인 한국전력공사는 주변 환경 개선 및 현대화 작업을 통해, 옥외 철구형<sup>2)</sup> 변전소의 경우 일정한 건축물을 지어 내부에 설비를 설치하는 변전소 옥내화를 지속적으로 추진해 온 결과 2012년 기준으로 전국 760개 변전소 중 친환경 요구(지자체, 지역주민 등), 설비현대화 등으로 옥내형(지상, 지하)<sup>3)</sup> 변전소가 전국기준 63%(571개소), 서울시는 지역특성상 92.9%(92개소/99개소)에 달하게 되었다<sup>4)</sup>.

\* Corresponding author: Lee, Sangyoub, Professor, Dept. of Real Estate Studies, Konkuk University, Seoul 143-701, Korea  
E-mail: sangyoub@konkuk.ac.kr  
Received November 18, 2014; revised December 22, 2014  
accepted December 24, 2014

1) 도시에 많은 사람이 모여 공동생활을 영위하기 위한 도로, 상하수도, 시장, 학교 등의 정주활동에 기본적으로 필요한 물리적인 시설을 총칭함 (도시계획론 5정판, 보성각)  
2) 주변압기, 모선, 차단기, 단로기, 변성기, 피뢰기 등 주요설비가 대기중에 노출되어 있으며 넓은 면적을 차지하고 있음 (한국전력공사 송변전 기술용어 해설집, 2013, pp.237 변전소의 종류)  
3) 옥내형(지상, 지하)  
4) 서울시는 지역특성상 92.9%(92개소/99개소)에 달하게 되었다

그러나 도시의 광역화 및 산업의 발전으로 인해 지속적인 신규 시설의 건설이 요구됨에 따라 이러한 도심기반시설의 입지선정과 관련하여 지가하락 등의 재산적인 손실, 전력설비에 대한 인체 유해성 논란, 시설의 위험성이나 안정성 우려 등으로 발생하는 많은 사회민원에 따른 갈등을 구체적이고 과학적인 근거에 따라 판단하고 객관적인 해결방안을 도출할 필요가 있게 되었다.

전력통신시설과 관련한 선행연구(손철 2005, 여영섭 2002)에서는 전력설비중의 하나인 송전탑과 원자력발전소가 미치는 영향 등을 분석하였지만, 이는 시설의 특성과 요구되는 입지가 상이하여 직접적인 근거로 보기에는 어려우며, 변전소 시설의 입지와 관련된 인체 유해성, 설비 안정성 등에 대한 연구는 본 연구목적과 상이한 분야영역이므로 논외로 하고, 본 연구에서는 도심기반시설에 의한 자산가치변동 등 부동산의 경제적 가치와 관련된 부분을 연구의 범위로 두고자 한다.

이에 본 연구는 실제 가격데이터를 활용한 분석모형을 설정하여 변전소가 인근지역의 아파트 가격에 영향을 미치는지 여부에 대해 객관적으로 검증하고, 범위를 추정된 후 영향력의 크기를 비교하여, 그에 미치는 공간적인 범위를 실증적으로 규명하고자 한다. 이를 통해 비효율적인 사회적 갈등비용 해소를 목적으로 사회기반시설의 과학적인 입지선정에 대한 기초로 활용하고자 한다.

## 1.2 연구의 범위 및 방법

본 연구를 위해 아파트 가격을 결정짓는 일반적인 요소들과 아파트 단지와 변전소의 직선상의 거리를 독립변수로 사용하고, 아파트 가격을 종속변수로 단위면적(제곱미터)당 매매가를 선정하여, 아파트가격 결정요인들이 각각 어떠한 영향을 주었는지를 파악하고자 하였다. 연구방법은 헤도닉 가격모형을 활용하여 회귀분석을 실시하고, 인공신경망을 활용하여 분석결과를 보완하고자 하였다.

1) 공간적인 범위로는 수도권 내에 아파트가 밀집된 지역에 위치한 변전소를 선정하여 일정한 범위 내 (동일행정구역 및 근린생활권역) 아파트 개별거래가격을 조사하였다. 대상 변전소가 실제 아파트가격에 영향을 미치는지를 알아보기 위해 옥내형 변전소보다는 옥외 철구형 변전소를 대상으로 서울시 광진구 소재 광장변전소, 경기도 의왕시 소재 동안양변전소, 의정부시 소재 의정부변전소, 남양주시 소재 덕소 변전소 등 총 4개소를 선정하고, 인근지역 아파트 총 83개 단지를 권역별로 분석하였다.

3) 옥내형은 설비 전부가 옥내에 설치되어 기후 영향으로부터 완전히 보호할 수 있고, 여러개 층으로 설치되므로 소요면적이 옥외 GIS형보다 적게 소요됨.

4) 한국전력공사 홈페이지 송배전사업 현황 참조

2) 시간적 범위로는 대부분의 변전소는 주택단지 또는 생활편의시설이 갖추어지기 전에 이미 존치<sup>5)</sup>되어 있는 경우가 많으므로, 변전소 입지 전후에 가격변동을 분석하는 것은 불가능하였다. 이에 따라 가장 최근 자료인 2013년 1월~9월까지 실제 거래된 아파트 가격을 연구대상으로 하였다.

## 2. 이론적 고찰

### 2.1 전력통신 도심기반시설에 대한 고찰

도시기반시설은 주거생활에 직접적으로 영향을 미치거나 경제활동의 기반을 형성하고, 가시적 편익을 제공하는 시설을 의미한다. 도시기반시설은 크게 도로, 상하수도, 전기, 통신 등 공익성이 내포된 도시기반시설과 이용시설 즉 주거, 상가, 업무시설, 병원, 학교 등과 같은 건축물 시설로 구분된다(이성현과 전경구 2012). 기반시설은 우리나라 최초의 도시계획관련법이라 할 수 있는 조선시가지 계획령에 도로를 포함한 23개시설이 지정되고, 1962년 주차장 녹지, 유원지, 학교, 도서관 등 5개 시설, 1971년 자동차 정류장 등 11개 시설, 1992년 청소년 수련시설 등 4개 시설이 추가된 후 2003년 국토계획법에서 관망탑이 제외되고, 체육시설과 낚시시설이 추가되어 총 53개 시설로 정리되었다.<sup>6)</sup> 이와 같이 도시기반시설의 공급은 도시계획의 주요한 수단으로 '국토의 계획 및 이용에 관한 법률'에서도 '기반시설의 설치·정비 또는 개량에 관한 계획'을 도시관리계획의 하나로 포함하고 있다.

이 가운데 대표적인 통신전력 도심기반시설인 변전소는 발전소에서 생산된 전력을 전기 사용자에게 효율적으로 공급하기 위해 전압의 크기를 적절하게 변환하여 전력의 집중 및 각 방면으로 배분하는 장소를 말한다. 변전소의 주요기능은 첫째, 전력의 경제적 수송을 위한 전압을 변성하며, 둘째, 전력을 집중시키고 배분하며, 셋째, 전압을 조정함으로써 전기의 품질을 유지한다. 넷째, 전력조류를 제어하여 전압조정과 무한전류에 의한 손실을 경감하고, 마지막으로 관련설비의 전기 및 기계적 측면에서 계통 및 설비를 보호하는 역할을 한다. 변전소의 형태는 전압의 크기에 따라 154kV, 345kV, 765kV 세가지가 있으며, 설비의 설치장소에 따라 옥외철구형, 옥내형, 지하형, 지하복합형 등으로 구분할 수 있다.<sup>7)</sup> 1970년대 초 경제개발계획의 지속적인 추진으로 전력수요가 급증함에 따라 전원개발사업이 본격화되어 한전은 매년 많은 변전소의 건설이 불가피해졌다. 또한 급속한 산업화 및 도시화 등으로 토지가치의 상승과 전력설비의 건설에 대한 부담

5) 광장변전소 (1981년 준공), 동안양변전소 (1984년 준공), 의정부변전소 (1983년 준공), 덕소변전소 (1967년 준공)

6) 도시계획론 5정판, 보성각, 2011, pp.329~330

7) 한국전력공사 "송변전 기술용어 해설집", 2013, pp.237 변전소의 주요기능

감으로 변전소의 부지를 확보하는데 지속적으로 어려움을 겪고 있다. 현재 도심지역에서는 옥외 철구형 변전소를 신규 건설하지 않고 기존 옥외형을 옥내화 또는 지하(복합)화 형태로 추진하고 있지만, 그 외의 지역에서는 건설후보지 주변 민원 발생 및 매수가격 상승 등으로 사회적 비용이 발생하고 있는 실정이다.<sup>8)</sup>

## 2.2 선행연구에 대한 고찰

### 2.2.1 전력설비입지와 관련한 선행연구

전력설비 입지와 관련된 선행연구 중 여영섭(2002)은 영광군 지역을 대상으로 원자력발전소 설치를 전후한 부동산가격의 변화를 조사하여 발전소 건설이 부정적 요인뿐 아니라 긍정적 요인도 같이 작용하고 있다는 결론을 내렸다. 또한, 하기호(2003)는 변전소의 입지 확보난 해소방안으로 복합발전소의 사례를 통해 부정적 외부성의 내부화 방안을 비경제적 측면에서 도출하고, 도시 비선호시설 입지확보방안에 대한 정책을 제안하였다. 손철(2007)은 송전선의 지중화 문제가 심각하게 제기되고 있는 지역의 공동주택시장 자료를 이용하여 송전선에 대한 접근도가 공동주택가격에 미치는 영향을 헤도닉 함수로 추정하여 공동주택이 송전선로에 가까울수록 가격이 감소한다고 분석하였다. 한경찬(2011)의 경우 제주도의 송전탑은 1990년부터 529개가 자연경관이 양호한 지역에 건설되었고, 이로 인하여 도민 및 관광객들의 입장에서는 오히려 자연경관이 훼손되고 쾌적함을 잃게 되는 결과를 보여주었다고 판단하였다. 제주도의 연동지역 및 봉개지역의 필지를 대상으로 송전탑의 거리가 토지가격에 미치는 영향을 회귀분석하여 송전탑의 거리가 멀어질수록 지가가 상승하는 결론을 얻었다. 우문영과 강정규(2013)는 초고압 송전선로 건설의 사업자측인 한국전력과 송전선의 경과지 주민인 밀양지역 주민들 간의 갈등해소 방안에 관한 연구에서 초고압 송전선로 건설에 따른 토지보상의 개선방안으로 송전선로 건설사업의 투명화, 전문화로 신뢰확보, 간접보상제도 확립, 토지매수 청구제 도입 등을 제안하였다.

### 2.2.2 헤도닉함수 관련 선행연구

헤도닉함수를 이용한 선행연구는 매우 다양하다. 이 가운데 아파트 가격결정 모형에 관한 연구로는 이병승 외(2002)은 서울시내 4,700여 단지의 아파트가격, 규모, 건축년도 등을 이용해 아파트가격에 미치는 영향을 분석하였고, 그 결과 주택 규모가 클수록, 전철역과 거리가 가까울수록, 한강조망이 있을수록 가격이 높은 것으로 나타났다. 양성돈과 최내영(2003)의 연구에서는 한강시민공원의 입지에 따른 주변 아파트 가격의 영향분석을 통해 한강시민공원의 아파트 가치

에 대한 영향력의 존재 여부와 그 영향력의 크기를 헤도닉가격결정모형을 통해 정량적으로 추정하여 한강시민공원(출입구)과의 거리가 근거리일수록 가격이 상승하는 반면, 인접지역 아파트들은 시민공원이라는 가격상승요인도 가지고 있지만 소음원으로써 강변북로가 위치하여 평당 가격을 하락하는 현상도 파악되었다. 김영훈(2006)은 청계천복원이 주변 아파트 가치 상승에 영향을 주었는지를 2가지 모형을 설정을 통해 분석하였으며, 복원된 청계천에서 멀어지면 아파트의 평당 가격이 감소하였고, 청계천의 영향력은 복원사업을 착공한 시점을 전후로 한 시기에 가장 많이 상승하였으며, 사업이 진행 중인 시기나 완공된 시기보다는 가시적으로 사업이 출발하는 단계가 아파트 가격상승에 가장 큰 영향을 준다는 결론을 얻었다. 김만희(2009)는 환경관련시설이 주택가격에 미치는 여부를 파악하기 위해 연구한 결과 강남자원회수시설은 거리가 멀어질수록 주택가격이 상승하였고, 한강시민공원은 거리가 멀어질수록 주택가격이 하락하였다. 정문오와 이상엽(2014)은 헤도닉 분석과 GLS(Generalized Least Square) 분석을 활용하여 도시철도 건설단계(계획, 착공, 개통)별 주택가격과 지가에 미치는 영향을 분석한 결과 개통후의 시점이 가장 큰 영향력이 있는 것으로 나타났다. 김진연과 김예상(2014)는 이러한 시설을 조달하는 시공사의 손익률을 결정하는 요소를 도출하여 30년간 180여개의 건설프로젝트의 수익률에 미치는 영향을 다중회귀분석을 통해 파악하였다.

### 2.2.3 인공신경망 관련 선행연구

인공신경망 모형을 이용한 연구로 남영우와 이정민(2006)은 인공신경망 모형의 단점 파악 후, 회귀분석에 치우쳐 있던 방법을 예측정확도가 우수한 신경망모형 활성화에 주안점을 두어 거시경제변수를 통한 아파트 분양가 예측에 신경망 모형을 적용하였으며, 다중회귀분석과 신경망분석의 비교결과, MSE(추정값과 실제값의 오차)는 신경망의 정확성이 우수하다는 결론을 얻었다. 정원구와 이상엽(2007)은 부동산가격의 급격한 상승에 따른 예측의 필요성, 기존 모형들의 단점보완을 위해 인공신경망 적용을 하였다. 그 결과 강북지역의 예측값이 상대적으로 낮고 2006년 이후 예측력이 급격하게 감소하였는데 이는 2006년 3.30부동산 정책의 영향으로 분석되었다. 또한 이러한 인공신경망을 예측을 통한 연구로 이상엽과 김재환(2007)은 도심 내 대형상업시설 개발사업 관련 매출자료 및 관리운영 정보를 바탕으로 상업시설의 출점 및 폐점, 증개축, 지점 통합 등의 개발계획수립 시의 매출액 예측 분석을 진행하였으며, 향후 관련 의사결정과정에도 도움을 줄 수 있을 것으로 기대하였다.

변전소는 주로 도심지와 거리를 두고 입지해 있는 발전소, 송전선로, 송전탑 등의 전력설비와는 다르게 인구밀집지역에 위치한 사례가 많기 때문에 위 연구들과는 다른 결과가 도출

8) 한국전력공사 “변전소 형태 선정기준 해설서”, 2013, pp.2

될 가능성이 있다. 다른 선행연구에서 언급했던 자원회수시설이나 시민공원 등은 정, 부의 영향을 미치는 것으로 판단되어 환경우호시설 또는 환경협오시설 등으로 분류하였다. 그러나 변전소는 이러한 구체적인 논의없이 위해시설 또는 기피시설로 인식하는 경우가 많기 때문에 변전소의 입지가 아파트 가격에 영향을 미치는지를 정량적으로 밝히는 것에 초점을 두었다. 또한 기존에 적용되었던 회귀분석에 인공신경망을 추가로 활용하여 예측력과 정확성을 더하고자 하였다. 즉 인체 유해성이나 설비 안전성, 위험성 등의 다른 분야는 제외하더라도, 변전소가 존치함으로써 주민생활에 불편함을 느끼고, 지가하락의 직접적인 요인이 되는지에 대한 객관적이고 타당한 원인분석이 이루어져야 한다.

따라서 기존 연구 등에서 분석대상으로 선정한 아파트 가격을 조사한 후, 변전소의 입지가 아파트 가격에 어떠한 영향을 미치는지를 검토하고자 하였다.

### 3. 연구모형

#### 3.1 연구 대상지

본 연구에서는 수도권 소재 옥외철구형 변전소 17개소 중 분석 가능한 변전소 4개를 연구 대상지로 선정하였고, 서울시 지역, 서울 남서부 인근지역, 서울 동부 인근지역, 서울 북부 인근지역의 변전소를 각각 분석함으로써 수도권 전체의 시장특성을 반영하는데 초점을 두었다. 주택시장은 매매시장뿐만 아니라 임대시장도 존재하며, 대표적인 부동산지표로 전세/매매가격 비율 등을 사용하지만(전혜정 2013), 본 연구에서는 변전소라는 특수시설과 연관도 및 정확도를 높이기 위해 매매가격(실거래가)을 적용하였다.

대부분의 아파트 시장분석은 공간적 하위시장을 중심으로 이루어지고 있으며, 특정 하위시장에서 성립되는 가격의 구조는 주변 하위시장과는 매우 다를 수 있다. 결국 하위시장의 영향력 검증에 위한 헤도닉 가격함수가 다른 하위시장에는 정확하게 적용되지 않을 수 있음을 뜻한다. 따라서 헤도닉 가격함수는 하나의 하위시장으로 파악되는 범위를 한정하여 그 해당 범위 내의 부동산들에 대해서만 추정되는 것이 바람직하다(김경환과 손재영, 2010). 본 연구에서는 이러한 특성을 반영하여 변전소 부지와 인근지역을 하나의 하위시장으로 설정하여 각각 분석하였다.

#### 3.2 분석모형의 설정

기존 선행연구 등에 따르면 환경관련시설, 편의시설 등의 거리에 미치는 영향범위를 약 1~2km내로 설정하였다. 또한 주거밀집 지역에 인접해 있는 변전소의 특성상 일정한 거리 이상이 되면 고층아파트에서도 보이지 않는 경우가 많으므로 1 km내외 범위 (동일 행정동 및 근린생활권역)의 아파트 단

지를 대상으로 하였다. 종속변수는 위의 설정한 범위내의 각 변전소 인근지역 2013. 1~9월까지 아파트단지 실거래가를 전수조사 하였고,<sup>9)</sup> 전용면적을 기준으로 하여 m<sup>2</sup>당 매매가격으로 선정하였으며, 대상 분석 수는 다음 Table 1과 같다.

Table 1. Sample size for analysis

Substation	Sample Size
Gwang Jang	473
East An Yang	273
Ui Jeong Bu	464
Duck So	463

독립변수는 기존 선행연구 등에서 가장 보편적으로 사용했던 변수를 정리한 후, 사용빈도수가 많고 설명력이 높으며, 변전소의 입지특성과 인근지역의 하위시장을 잘 반영할 수 있는 것으로 선별하였다. 본 연구의 분석에 활용된 변수는 다음 Table 2의 내용과 같다.

Table 2. Variables

Variables attribute		Unit	Source	
Dependent variable	Unit price / m <sup>3</sup>	Won	MOLIT <sup>10)</sup>	
	Unit			
Independent variables	Area	m <sup>3</sup>	MOLIT	
	No. of Room	Each	Naver & Doctor APT	
	No. of Toilet	Each	Naver & Doctor APT	
	Floor	Number	MOLIT	
	Entrance type	Dummy	Naver & Doctor APT	
	Heating type	Dummy	Naver & Doctor APT	
	Est. year	Number	MOLIT	
	No. of parking	Number	Naver & Doctor APT	
	Neighbor	FAR	%	Naver & Doctor APT
		BAR	%	Naver & Doctor APT
		No. of unit	Number	MOLIT
	Location	Brand	Dummy	Naver & Doctor APT
		Distance from Subway	m	Naver & Daum map
Distance from Substation		m	Naver & Daum map	

단위 부동산의 특성의 경우 하위시장 내에서도 단지별, 평형별, 각각 다른 영향을 반영하므로 면적, 방의 수, 화장실의 수, 층수, 현관형태, 주차장, 준공 후 기간을 모두 포함하였으며, 실제 거래사례가 조사된 종속변수의 특성<sup>11)</sup>상 방위는 제외하였다. 인근지역의 특성의 경우에는 아파트 단지 특성 (용적률, 건폐율, 층 호수, 브랜드)을 포함하였고, 소득수준, 범죄율, 교육환경, 쾌적성요인 등은 하위시장 특성상 (변전소 인근의 1 km 내외의 조사범위 한정) 영향도가 거의 동일할

9) 국토교통부 아파트 실거래 조회 (<http://rt.molit.go.kr/>)

10) Ministry of Land, Infrastructure and Transport (국토해양부)

11) 국토교통부 실거래가 조회에서는 해당 부동산의 층수, 평형, 거래금액, 거래시점만을 확인할 수 있음.

것으로 판단되어 제외하였다. 경관 및 단위 평형별 호수 역시 실제 거래사례가 조사된 종속변수의 특성상 제외시켰다. 접근성의 경우에도 하위시장의 특성을 반영하여, 도심, 부도심으로부터의 거리 및 편익시설로부터의 거리는 제외하였지만, 지하철역과 변전소의 거리는 포함시켰다. 다른 혐오시설은 분석 범위 내에 존재하지 않았다.

본 연구는 변전소의 입지가 인근 아파트단지 가격에 어떠한 영향을 미치는지를 알아보고자 다음과 같은 가설을 설정하여 이를 검증하고자 한다.

가설1 : 변전소의 입지가 주변아파트 가격에 영향을 미칠 것이다. 즉, 변전의 입지가 주변 아파트 가격에 영향을 미친다면 변전소에 가까운 단지일수록 아파트 가격이 낮을 것이다.

가설 2 : 변전소의 입지가 가까울수록 주변 아파트 가격이 낮아진다면 그 영향을 미치는 범위는 제한적일 것이다.

이러한 가설을 설정한 후 14개의 독립변수를 활용하여 독립변수가 2개 이상일 때 사용하는 다중회귀모형을 설정하였다.

## 4. 실증분석

### 4.1 다중회귀분석

4개의 변전소 인근지역 아파트 매매가격을 대상으로 변전소 거리를 포함한 14개의 독립변수를 설정하여 선형 다중회귀분석을 실시하였다. 그 결과, 광장변전소를 제외한 3개의 분석모형 설명력이 70~80% 이상을 나타내었고, 광장변전소도 63%이상을 설명하고 있어 모두 양호한 모형이라 할 수 있으며, 다음 Table 3에 해당 내용을 나타내었다.

Table 3. Multiple regression analysis result (Original)

Substation	R	R <sup>2</sup>	Adj. R <sup>2</sup>	Durbin-Watson
Gwang Jang	0.794	0.631	0.620	0.966
East An Yang	0.941	0.886	0.880	1.466
Ui Jeong Bu	0.904	0.818	0.812	1.309
Duck So	0.846	0.716	0.708	1.422

R<sup>2</sup>값의 단점을 보완한 수정된 R<sup>2</sup> 역시 원래의 R<sup>2</sup>보다 값이 작아지면서 그 편차가 크지 않으므로 모형의 적합도가 높다고 할 수 있다. 오차간의 자기상관관계를 나타내는 DW 값도 2에 가까우면 오차항들은 서로 독립이라고 할 수 있으며, 0에 가까우면 양의 자기 상관관계, 4에 가까우면 음의 상관관계가 있음을 의미한다. 따라서 1~2에 가까운 값을 가지므로 자기상관이 없다고 할 수 있다.

분석결과 광장변전소는 방의 수, 준공년도, 건폐율, 브랜드 등이 P값이 0.05 이상으로 통계적으로 유의하지 않았다. 동안양변전소의 경우 방의 수, 현관형태의 P값이 0.05 이상으로 통계적으로 유의하지 않았고, 용적률, 브랜드 등의 변수가

공선성통계량인 VIF(Variance Inflation Factor)값 10을 초과하여 다중공선성의 문제가 발생하였다. 의정부 변전소는 현관형태, 주차대수, 용적률, 건폐율이 P>0.05였으며, 덕소변전소는 용적률이 통계적으로 유의한 변수라고 볼 수 없었다. 각 독립변수들 활용분석의 영향도가 높은 순으로 나열한 결과로도 변전소의 지역적 특성, 유의하지 않은 변수, 다중공선성 등으로 인해 어떠한 특정인자가 영향도가 크고, 작은지를 판단 할 수는 없었다. 따라서 유의한 변수를 위주로 함수를 설정하여 모형의 설명력을 높여야 하는 필요성이 제기 되었다.

회귀모형의 적합성 요건으로써 선형성, 등분산성, 독립성, 정규 분포성, 다중공선성 등이 있는데 독립변수의 대상이 많을 경우 모든 조합을 통해 적합한 변수들을 찾아내기가 어렵다. 따라서 위의 문제점을 해결하기 위해 앞서 김만희(2009) 등의 선행연구에서 적용된 Stepwise 기법을 통해 최적화 모형을 도출하였으며, 그에 따른 모형의 설명력은 다음 Table 4와 같다.

Table 4. Multiple regression analysis result (Stepwise)

Substation	R	R <sup>2</sup>	Adj. R <sup>2</sup>	Durbin-Watson
Gwang Jang	0.786	0.617	0.609	0.959
East An Yang	0.916	0.840	0.835	1.214
Ui Jeong Bu	0.828	0.685	0.679	0.940
Duck So	0.841	0.707	0.702	1.411

독립변수 중 면적, 방의 수, 화장실 수는 다른 변수에 비해 공선성 통계량이 높게 나타났고<sup>12)</sup>, 변수상호간의 상관도가 높았다. 이로 인해 변전소 인근지역별로 상이한 영향계수 값 도출로 인해 회귀모형 전체에 문제가 제기될 가능성이 있는 것으로 나타나 Stepwise 분석 시 면적은 제외하였다. VIF(Variance Inflation Factor)가 10을 초과한 동안양변전소의 브랜드와 용적률도 제외하였다.

분석결과 선정된 변수들이 모두 P<0.05였으며, 다중공선성 값도 최초의 회귀모형보다 향상되었다. 또한 4개의 변전소에서 동일하게 매매가격에 영향을 주는 독립변수는 층수, 준공년도였고, 각 모형별로 t값의 절대 값 (t값이 음(-)을 가질 경우 부의 영향을 미친다)을 활용하여 영향도가 높은 순으로 나열한 결과, 주택의 하위시장 특성상 각각의 독립변수가 부지별로 매매가격에 미치는 영향력의 크기가 달랐지만, 대체적으로 층수가 높을수록, 준공 후 기간이 짧을수록, 방의 개수가 적을수록, 지하철거리가 가까울수록, 세대당 주차대수가 많을수록 아파트가격이 높은 것으로 나타났다.

12) 광장변전소 (면적 : 9,579, 방의 수 : 7,011),  
 동안양변전소 (면적 : 6,146)  
 덕소변전소 (면적 : 8,922)

본 연구에서 규명하고자 하는 변전소의 거리는 동안양변전소와 의정부변전소에서는 통계적으로 유의한 인자가 아니었으며, 광장변전소의 경우는 영향계수가 음(-)의 방향으로 나타나 오히려 변전소에 가까운 아파트일수록 매매가격이 높다는 결과가 나왔다. 그 이유는 광장변전소의 경우 지형적 특성상 아파트 전면과 변전소 설비까지의 구릉지가 형성되어 있어, 변전소 존치에 대한 인식도가 다른 지역에 비해 떨어졌기 때문이라고 할 수 있다. 덕소변전소만이 통계적으로 유의한 범위 내에서 영향력의 방향도 양(+)의 값을 가져 가설을 만족시켰다고 할 수 있으며, 분석결과는 Table 5에 나타내었다.

Table 5. Analysis Result

	Gwang Jang	East An Yang	Ui Jeong Bu	Duck So
	B(t)	B(t)	B(t)	B(t)
C	987.688 *** (31.214)	623.873 *** (18.894)	262.398 *** (21.375)	530.107 *** (37.298)
No. of Room	-39.496 *** (-6.474)	-49.512 *** (-9.857)		-42.608 *** (-12.157)
No. of Toilet		-109.46 *** (-7.765)	-14.673 *** (-5.488)	-32.094 *** (-9.338)
Floor	1.506 *** (4.357)	1.413 *** (3.692)	.484 ** (2.799)	2.071 *** (8.903)
Entrance type	45.091 *** (4.876)		14.087 * (2.669)	
Heating type	-79.191 *** (-6.923)	-78.619 *** (-5.405)		
Est. year	-2.113 *** (-3.357)	-4.933 *** (-7.499)	-3.767 *** (-11.072)	-7.881 *** (-13.460)
No. of parking	74.618 *** (5.243)	46.319 *** (5.633)	29.299 * (2.787)	
FAR	-52.228 *** (-13.123)			
BAR		577.533 *** (3.639)		
No. of unit	.035 *** (4.082)	.034 *** (8.692)		.057 *** (9.252)
Brand			31.074 *** (11.678)	33.013 *** (6.159)
Distance from Subway	.083 *** (4.446)		-.018 *** (-6.208)	-.030 *** (-4.674)
Distance from Substation	-.254 *** (-13.665)			.044 *** (7.483)

### 4.2 인공신경망과 비교분석

덕소변전소의 입지가 아파트 가격에 영향을 미치는지를 재검증하기 위해 인공신경망과 회귀분석을 비교분석하였다. 인공신경망은 입출력 값의 적정한 변환이 필요하기 때문에 본 연구에서는 독립변수와 종속변수에 각각 자연로그를 취한 후 모형을 산출하였다. 회귀분석의 경우 Stepwise 분석 시 선정된 변수들을 활용하였고, 아파트 브랜드는 더미변수의 특성상 로그변환에 어려움이 있으므로 제외하고 프로그램

은 SPSS를 사용하여 실행하였다. 인공신경망은 다층 퍼셉트론(MLP) 방식을 사용하였으며, 회귀분석과 동일한 독립변수 자료를 가지고 아래와 같이 테이블노드를 연결하여 모형을 생성을 하였다. 또한 지속적으로 반복훈련을 실시하여 정확도를 개선한 최종모형을 선정하였으며, 분석의 형태를 Fig. 1 과 같이 도식화하였다.

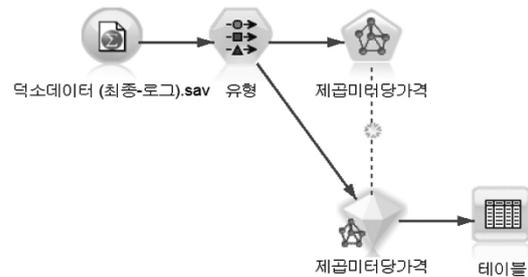


Fig. 1. Artificial neural network Stream

신경망 분석결과 모형의 예측정확도는 78.2%로 양호였으며, 7개의 입력층과 3개의 뉴런이 은닉 층에 사용되었다. 모형을 구성하는 중요한 변수로는 방의 수, 준공년도, 총세대 수, 변전소 거리 순으로 나타났다. 회귀분석과 신경망모형을 비교하는 척도는 추정 값이 얼마나 관측값에 유사한지를 판별하는 것인데, 신경망의 경우는 비선형모형이므로 결정계수보다는 선행연구에서 주로 사용했던 MSE<sup>13)</sup> (평균제곱오차)값을 통하여 비교하였다. 표준모형 작성 후 기존 신경망의 정확성(boosting)과 안정성(bagging)을 개선하기 위해 추가 훈련한 결과, 정확도 개선 시에는 80.9%까지 향상되었으며 준공년도, 변전소거리, 방의 수, 층수 순으로 중요도가 높은 것으로 나타났다. 모형의 안정성 개선 시에는 준공년도, 방의 수, 층수, 변전소거리 순으로 중요도가 높았다.

MSE를 통한 예측 정확성 분석결과 인공신경망이 0.00441로 회귀분석의 평균제곱 오차 값보다 0.0018정도 낮은 값을 가졌으며, 정확도와 안정성 개선 후 MSE값이 더 낮아져 예측의 정확성을 제고하였다(Table 6).

Table 6. Comparative Analysis

Type		MSE
Multiple regression		0.00621
ANN	Standard	0.00441
	accuracy	0.00385
	stability	0.00385

$$13) \text{MSE} = \frac{\sum (Y_i - \hat{Y}_i)^2}{n-2}$$

또한 변전소의 거리는 개선된 인공신경망에서 각각 2번째 4번째로 중요한 영향을 미치는 변수로 나타났으므로, 덕소변전소의 입지는 아파트 매매가격에 영향을 미친다는 회귀분석의 결과를 뒷받침하였다.

### 4.3 변전소가 아파트가격에 미치는 영향범위

선행연구에서는 각 연구 분야별로 특정한 거리기준을 정한 것이 아니라, 지역별로 주택의 분포에 따라 적정한 범위를 설정하여 구간별로 더미변수를 설정하여 모형을 가정하였다.

본 연구에서도 변전소가 아파트가격에 미치는 영향력의 범위를 추정하기 위해 기존의 도출된 회귀모형을 활용하여 덕소변전소 인근지역을 대상으로 아래와 같이 일정한 거리밴드를 설정하여 회귀분석을 실시하였다.

- D1 : 0~300m 범위 1 (범위 내가 아닐 경우 0)
- D2 : 0~600m 범위 1 (범위 내가 아닐 경우 0)
- D3 : 0~800m 범위 1 (범위 내가 아닐 경우 0)
- D4 : 0~1,200m 범위 1 (범위 내가 아닐 경우 0)

이와 같이 범위를 설정<sup>14)</sup>하고 구간별 더미를 지정하여 변전소의 거리 변수 대신에 4개의 독립변수를 입력하여 분석을 실시하였다.

Table 7. Distance Band Model

Explanatory variable	B	t	P>0.05	VIF
Constant	568.02	37.78	.000	
Room	-40.32	-11.59	.000	1.238
Bathriim	-31.70	-8.88	.000	1.811
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
D1	-22.51	-5.49	.000	2.254
D2	-23.43	-4.31	.000	5.073
D3	-.092	-.020	.984	3.242
D4	-2.25	-.398	.691	2.260

회귀모형의 요약 결과 R 제곱 및 수정된 R 제곱 값이 0.7 이상으로 충분한 설명력을 가지고 있으며 DW값도 1.504로 2에 근접하여 자기상관이 나타나지 않았다.

Table 7의 분석결과 내용과 같이 D1, D2 구간까지는 P<0.05로 통계적으로 유의하여 변전소의 거리가 아파트 가격에 영향을 미치고 있음을 알 수 있었으나 D3, D4 구간은 P>0.05로 유의하지 않는 것으로 나타났다. 따라서 변전소 입지가 아파트 가격에 영향을 미치는 범위는 D2 구간까지만 600m 이내라고 추정 할 수 있다.

14) 실제 거리밴드 구간을 설정하기 위해 단계 및 구간 등에 대해 사전 시뮬레이션을 반복적으로 실시하여 위 구간을 도출하였음.

## 5. 결론

본 연구에서는 도시기반시설의 하나인 변전소의 인근지역을 대상으로 변전소의 입지가 주변지역 아파트가격에 영향을 미친다는 가설을 설정하고, 서울과 근접한 수도권 소재 옥외 철구형 변전소를 대상으로 인근지역 아파트 단지를 조사하여 분석을 실시하였다. 연구결과를 요약하면 다음과 같다.

첫째, 최초의 회귀모형 및 Stepwise 분석을 통해 광장변전소, 동안양변전소, 의정부변전소 등은 주변 아파트 가격에 영향을 미치지 않는다는 결과가 나왔다. 광장변전소는 변전소에 가까운 아파트가 매매가격이 높다는 분석이 나왔다. 그 이유는 변전소와 아파트 사이에 완충녹지가 존재하고 가장 최근에 입주한 현대 힐스테이트 단지가 최단거리에 입지해 있어 이러한 결과가 나왔을 것으로 추정된다. 반면 덕소변전소는 동부센트레빌, 덕소아이파크 등 최근 입주한 단지가 비교적 최단거리에 있음에도 불구하고 거리가 가까울수록 매매가격이 떨어지는 결과가 나왔고, 인공신경망을 통해서도 위 결론을 증명하였다.

둘째, 덕소변전소와 인근지역을 대상으로 분석한 거리모형을 추정한 결과 600m 이내에서 통계적으로 유의함을 검증하였다. 이는 덕소변전소 인근지역이 상대적으로 한강조망에 따른 매매가격의 편차가 존재함에도 불구하고, (변전소에서 거리가 멀어질수록 한강에 가깝다) 나온 결과이기 때문에 모형의 객관성이 증명된다고 볼 수 있었다. 거리모형에서 한강조망에 대한 영향요인이 반영되었다면, D3 구간과 D4 구간도 통계적으로 유의하여 아파트 가격에 영향을 줬어야만 했을 것이다.

덕소변전소를 한정하여 볼 때 변전소의 입지로 인해 아파트 가격이 낮아진다는 것을 증명하였지만, 다른 3개소 인근지역은 가설을 충족시키지 못했다. 옥외 철구형 변전소 부근의 일부단지는 창문이나 베란다를 통해 설비의 형태가 시야에 들어온다면 가격에 영향을 미치겠지만, 변전소는 다른 혐오시설이나 회피시설에 비해 영향을 미치는 범위가 상대적으로 협소하였으며, 지역별 하위시장의 여러 특성으로 인해 다른 지역(의정부, 동안양변전소)에서는 아파트 가격에 영향을 주지 못했다고 볼 수 있다.

그러나 본 연구는 변전소의 입지가 아파트 가격에 영향을 미치는지를 객관적 데이터와 범용적인 모형으로 분석함으로써, 변전소의 입지가 부동산의 경제적 가치와 관련된 연구의 토대를 마련하였다는 연구의의를 가진다. 향후 이를 기초로 각 분야별 추가적인 후속연구가 수행된다면, 공공시설 입지관련 갈등관리에 유용하게 활용될 수 있을 것이라 기대한다.

## References

- Cho, B. (2007). "Study on the Factors Affection Apartment Price", MS thesis, Konkuk Univ, p. 18.
- EO, Y. (2014). "A Study on the Effect of Nuclear Power Plants on Land Price Fluctuations in Nearby Areas", MS thesis, Konkuk Univ.
- Ha, K. (2003). "study on the device of location for a substation as urban unwanted public facilities", MS thesis, Hanyang Univ, pp. 45-46.
- Han, K, C (2011). "A Study on the Effects of Electrical Pylons on Land Price in Jejudo", MS thesis, Jeju Univ.
- Jeon, H. (2013). "The Dynamic Correlation Between Chonse Price, House Prices, and House Lease Price to House Sale Price Ratio", *Realestate bulletin*, KREA, 53th ed, pp. 190-200.
- Jung, M., and Lee, S. (2014). "A Study on the Effect of Housing Jeonse Prices according to the Accessibility of Seoul Metropolitan Rapid Transit", *Realestate bulletin*, KREA, 56th ed, pp. 80-94
- Jung, W., and Lee, S. (2007). "Study on the Forecasting of the Apartment Price Index Using Artificial Neural Networks", *Housing Study*, KAHPS, 15th ed, pp. 39-64.
- KEPCO (2013). "Transmission and Transformation of Electric Power technical term Liner notes"
- KEPCO (2013). "Standard of Substation Form Liner notes"
- Kim, K., and Son, J. (2011). "Real estate Economics", Konkuk Univ.
- Kim, M. H (2009). "A study on the effect of environment-related Facilities on the Surrounding Housing price", MS thesis, Dankook Univ.
- Kim, M. S. (2014). "An Analysis on Economic Effectd of Sectoral SOC Investment", *Korean Journal of Construction Engineering and management*, KICEM, 15(3), pp. 120-127.
- Kim, J., and Kim, Y. (2014). "An Analysis of Profitability Study of Overseas Construction Projects using Multiple-Regression", *Korean Journal of Construction Engineering and management*, KICEM, 15(2), pp. 95-103.
- Kim, Y. (2006). "A study on the impact so fa partment price by Cheonggyecheon(Stream) restoration", MS thesis, Konkuk Univ.
- Korea Planner's Association (2011). "Introduction to URBAN PLANNING", Bosungkak, 5th.
- Lee, B., Jung, E., and Kim, Y. (2002). "The Impacts of Complex - specific Characteristics on Apartments", *International Economic Journa*, KIEA, 8th ed, pp. 21-45
- Lee, S., and Jeon, K. (2012). "A Study of the Influences of Urban Infrastructure on Housing Prices : A Hierarchical Linear Model", *Journal of Korea Planners Association*, 47th ed, pp. 193-204.
- Nam, Y., and Lee, J. (2006). "A Study on the Applicability of Neural Network Model for Prediction of the Apartment Market", *Korean Journal of Construction Engineering and management*, KICEM, 7(2), pp. 162-170.
- Son, C (2005). "Assessing the Effects of High Voltage Overhead Power Lines on Housing Values Using a Hedonic Analysis". *KREAA Journal*, 12th ed, pp. 74-82
- Woo, M., and Kang, J. (2013). "A Study on the Conflict & Imp (rovement with Construction of High Voltage Transmission Line in the Land Compensation", *Realestate bulletin*, KREA, 53th ed, pp. 201-211.

**요약 :** 도시기반시설은 도시 내 인간의 활동을 위해 필수적으로 공급해야 할 시설이나 도심 내의 입지선정과 관련하여 위험시설로 인식되어 많은 갈등이 야기되고 있다. 대표적인 도시의 통신전력 기반시설인 변전소 역시 전력수요의 증가에 따라 도심지에 반드시 존치해야 함에도 불구하고 사회민원이 발생함에 따라 이러한 갈등을 구체적이고 과학적인 근거에 따라 판단하고 객관적인 해결 방안을 도출할 필요가 있게 되었다. 이에 본 연구에서는 아파트 가격을 결정짓는 일반적인 요소들과 아파트 단지과 변전소의 직선상의 거리를 독립변수로 사용하고, 아파트 가격을 종속변수로 단위면적당 매매가격을 선정하여, 시설 위치를 포함한 아파트가격 결정요인들이 각각 어떠한 영향을 주었는지를 헤도닉 가격모형을 활용한 회귀분석과 인공신경망 분석을 통해 분석하였다. 결과 일부 대상 변전소의 경우 아파트 단지와 거리가 가까울수록 매매가격이 떨어지며 변전소가 아파트가격에 미치는 영향력의 범위는 600m 이내 인 것으로 나타났다. 본 연구에서는 변전소의 입지가 아파트 가격에 영향을 미치는지를 객관적 데이터와 범용적인 모형으로 분석함으로써, 변전소의 입지가 부동산의 경제적 가치를 분석하는 방법적 토대를 제공하였다.

**키워드 :** 도시기반시설, 변전소, 헤도닉함수, 인공신경망, 아파트가격