

태양광 발전시설 입지에 영향을 미치는 요인 연구

: 서울시를 중심으로

이동성*·임재욱**

A Study on Factors Affecting Location of Photovoltaic Power Generation Facilities: Focusing on Seoul Metropolitan City

Lee, DongSung*·Lim, JaeWuk**

요약: 이 연구의 목적은 태양광 발전시설의 입지에 영향을 미치는 요인을 도출하고, 서울시의 신재생에너지 보급 확대를 위한 정책적 시사점을 제시하는 것이다. 이를 위해 건축물대장과 서울시에서 제공하는 햇빛지도를 토대로 태양광 발전시설 설치 여부 자료를 구축하고, 이항로짓모형을 활용하여 실증분석하였다. 분석 결과, 건축물 요인은 층수가 높은 건물일수록, 연면적이 큰 건물일수록, 전력 사용량이 많은 건물일수록, 최근에 건설된 건물일수록, 그리고 비주거용 건물일수록 태양광 발전시설이 설치될 확률이 높게 나타났다. 지역 요인은 토지가격과 인구밀도가 낮을수록 태양광 발전시설이 설치될 확률이 커지는 것으로 확인됐다. 마지막으로 지형적 요인은 높은 고도에 위치한 건축물일수록, 태양광 잠재량이 많은 건축물일수록 태양광 발전시설이 설치될 확률이 높은 것으로 조사됐다. 이 연구는 실증분석결과를 토대로 서울시 신재생에너지 정책에 대한 시사점을 제시하였다.

주제어: 태양광 발전시설, 신재생에너지, 입지 분석, 서울시, 이항로짓모형

ABSTRACT: The Purpose of this study is to analyze the effect of factors on location of photovoltaic power generation facilities. For this purpose, this study used binary logit model using photovoltaic power generation facilities data based on the map of building and photovoltaic map provided by the city of Seoul. As a result of the analysis, First, in terms of building factors, buildings with higher floor, bigger total floor area, higher power consumption were identified to have higher probability of photovoltaic installation, while old and non-residential buildings had lower probability. Second, in terms of regional factors, land price and population density were higher probability of installation of photovoltaic facilities. Third, with regard to topographical factors, altitude and photovoltaic potential were higher probability of installation of photovoltaic facilities. with these seemingly contradicting findings, several policy implications for renewable policy in Seoul were discussed.

Key Words: Photovoltaic Power Generation Facility, Renewable Energy, Location Analysis, Seoul Metropolitan City, Binary Logit Model

* 중앙대학교 도시부동산연구소 선임연구원(Ph.D. Candidate, Department of Urban Planning and Real Estate, Chung-Ang University)

** 서울연구원 도시공간연구실 연구원(Researcher, Department of Urban Planning and Design Research, The Seoul Institute), 교신저자(E-mail: akidor@si.re.kr Tel: 010-4302-2201)

I. 서론

1. 연구의 배경 및 목적

2000년대 이후 기후변화가 가속화되면서 사회적·경제적·환경적 피해는 점점 더 커지고 있다. 기후변화로 인한 피해에 대응하기 위해 전 세계적으로 신재생에너지 보급을 높이려는 노력이 시도되고 있고, 다양한 신재생에너지 정책을 수립하였다.

우리나라에서는 현재 중앙정부 주도 하에 신재생에너지 의무할당제도라는 신재생에너지 정책을 실행하고 있다. 신재생에너지 의무할당제도는 일정규모 이상의 발전사업자에게 총 발전량 중 일정량 이상을 신재생에너지로 공급하도록 의무화하는 제도이다(에너지관리공단 신재생에너지센터). 의무공급자로 선정된 사업자는 신재생에너지를 의무적으로 공급해야하기 때문에 대규모 신재생에너지 발전시설 건설에 집중한다. 하지만 이러한 메커니즘은 비싼 부지 임대료, 넓은 공장이나 물류창고 등의 부재, 불리한 일사조건 등을 가지고 있는 서울시에 불리하게 작용할 수 있다(서울연구원, 2013; 이동성 외, 2015). 그리고 이러한 신재생에너지 보급의 지역 간 격차는 신재생에너지 정책의 목적 중 하나인 에너지 분권화¹⁾에 위배되는 결과일 것이다.

서울시에서는 이러한 문제를 인식하고, 원전 하나 줄이기 정책을 추진하고 있다. 그리고 원전 하나 줄이기 정책의 일환으로 미니태양광 설치사업과 시민햇빛발전소 사업을 실시하여 서울시의 태양광 발전시설의 설치를 늘리고, 궁극적으로 에너지 자급률을 높이려 노력 중이다. 미니태양광 설

치사업과 시민햇빛발전소 사업은 태양광 발전시설을 희망하는 시민들에게 경제적 인센티브를 지원해줌으로써 태양광 발전시설을 설치하게 유도하는 사업이다. 또한 서울시에서는 태양광 햇빛지도를 구축하는 등 태양광 발전시설의 건물, 지역적 특성을 파악하기 위해 노력하고 있다. 하지만 실질적으로 서울시 태양광 보급사업은 단순히 경제적 인센티브만 지원해줄 뿐 아직까지 건물과 지역적 특성을 고려한 정책은 미흡한 실정이다.

이러한 배경 하에 이 연구는 태양광 발전시설의 입지에 영향을 미치는 요인들을 도출하고, 이를 통해 서울시의 신재생에너지 보급 확대를 위한 정책적 시사점을 제시하는 것을 목적으로 하였다.

2. 연구의 범위 및 방법

이 연구의 시간적 범위는 데이터 구득이 가능한 최근연도인 2017년도로 설정하였다. 하지만 태양광 잠재량의 경우 자료의 한계로 2012년도 자료를 활용하였다. 연구의 공간적 범위는 신재생에너지 보급에 불리한 지역적 특성을 가지고 있으며, 지방자치단체 수준에서 가장 활발히 신재생에너지 정책을 실행하고 있는 서울시를 대상으로 하였다.

이 연구의 방법은 변수 선정을 위해 문헌조사를 실시하였고, 실증분석으로 이항로짓모형을 사용하였다. 실증분석에 활용한 종속변수는 태양광 발전시설 설치여부로서 명목척도이기 때문에 이항로짓모형을 사용하여 분석하는 것이 적합하다고 판단하였다.

1) 기존 대형 발전소 위주의 전력 생산과 공급 위주의 관리에서 실제 사용지역 인근에서 필요한 에너지를 직접 생산하는 수요관리 에너지 정책

II. 선행연구 검토

선행연구를 통해 확인한 태양광 발전시설 설치에 영향을 미치는 요인들은 크게 태양광 보급과 관련된 정책, 입지, 시민의식 등으로 구분된다.

먼저 선행연구들에서는 태양광 발전시설의 설치는 태양광 보급과 관련된 정책에 많은 영향을 받고, 그 중에서도 신재생에너지 정책과 가장 밀접한 관계가 있다고 주장한다. 전 세계에서 가장 많이 활용하고 있는 신재생에너지 정책은 발전차액지원제도(FIT, Feed-In Tariff)와 신재생에너지 의무할당제도(RPS, Renewable Portfolio Standards)이다. 정부가 일정기간동안 기준가격과 전력거래 가격의 차이를 지원해 주는 발전차액지원제도는 신재생에너지의 안정성과 수익성을 확보하고, 이를 통해 투자를 이끌어 낼 수 있다는 시장확대 측면에서의 장점을 가지고 있다(Lipp, 2007; Rickerson et al, 2007; Toke, 2007; 최인호, 2011). 반면 일정규모 이상의 발전사업자에게 일정비율의 신재생에너지를 의무공급토록 규제하는 신재생에너지 의무할당제도는 정부의 지원이 필요없고, 시장원리를 적용하여 비용절감을 유인할 수 있다는 장점을 가지고 있다(김태은, 2009; 김현제·김윤경, 2009; 권태형, 2012). 그리고 이러한 신재생에너지 정책은 직·간접적으로 태양광 발전시설 설치에 영향을 미치게 되는데, Kwan(2012)는 발전차액지원제도의 성격을 가진 태양광 설치 인센티브 프로그램이 태양광 설치에 영향을 미친다고 주장하였다. 또한 Li and Yi(2008)은 발전차액지원제도와 신재생에너지 의무할당제도 모두 태양광발전시설 설치에 영향을 미치지만, 그 효과는 신재생에너지 의무할당제도가 더 크다고 주장하였다.

국내에서도 태양광 발전시설 설치, 태양광 보급에 영향을 미치는 정책 요인에 대한 연구가 활발히

진행되고 있다. 김정예(2009)는 정부의 R&D 지원 노력이 태양광 보급에 영향을 미친다고 주장하였고, 서울연구원(2013)과 이동성문태훈(2015)은 신재생에너지 의무할당제도의 경우 일부 지역에서 신재생에너지 보급을 억제시키는 요인으로 작용한다고 주장하였다.

태양광 발전시설의 설치에 영향을 미치는 또 한 가지 요인은 입지특성이다. 태양광 발전시설 설치에 대한 투자는 자원이용의 효율성과 경제성에 의해 이루어지는 경우가 많기에 태양광 발전시설의 입지는 매우 중요하게 작용할 수 있다(고재경·김성욱, 2016). 관련 선행연구들을 구체적으로 살펴보면, 태양광 발전시설 입지를 결정하는 주요 요인들은 다시 지형적 특성과 환경·사회적 요인을 포함한 지역 특성 등으로 구분된다. 많은 연구들에서는 태양광의 발전의 효율성 측면에서 일조량과 일조시간, 고도 등 지형적 특성을 태양광 발전시설 입지를 결정하는 주된 요인이라고 주장하였다(고재경·김성욱, 2016; 박정일 외, 2012; 김호용, 2010; 윤창열, 2010; 이지영 외, 2010). 그리고 지역의 인구밀도, 재정자립도, 생태계 보호지역 및 군사보호지역 여부 등의 지역 특성들도 태양광 발전시설 입지를 결정하는데 중요한 역할을 한다고 주장하였다(고재경·김성욱, 2016; 박유민 외, 2012). 특히, 심정보 외(2010)는 태양광발전소의 최적입지를 선정하기 위해 GIS를 활용하여 기상학적 요인과 지형학적 요인을 중첩시킨 주제도를 작성하고 각 지역의 등급을 나눠 살펴보았다. 분석결과, 우리나라에서 최적의 입지조건을 가진 지역은 경북 경주, 포항지역이었다. 반면, 서울권 지역은 도시화로 인하여 개발의 한계가 있고, 대기오염과 같은 기상학적 요인으로 인해 태양광발전소 입지로서 상대적으로 부적합하였다. 박유민 외(2012)는 전라도를 중심으로 기존의 태양광발전소의 입지 타당성을 환경적·사회적 영향을 중심으로 살펴보았

다. 분석결과, 전반적으로 서해안과 남해안 부근에 적합지가 많은 것으로 나타났고, 환경적·사회적 영향을 고려하였을 때 기존 태양광전소 81곳 중 23곳이 부적합한 태양광발전소로 나타났다. 즉, 지금까지 살펴본 태양광 발전시설 입지를 결정하는 지형, 환경, 사회적 요인들은 태양광 발전의 효율성과 경제성을 향상시키고, 결과적으로 태양광 발전 시설에 설치 대한 투자 유도 및 해당 지역의 태양광 발전시설 공급확대를 이룰 수 있다.

마지막으로 태양광 발전시설 설치, 태양광 보급 확대에 영향을 미치는 요인은 시민의식과도 관련이 있다. 앞서 언급한 바와 같이 태양광 발전시설을 설치를 유도하고 확대하는데 있어, 태양광 자원의 이용의 효율성과 경제성은 매우 중요한 역할을 한다. 하지만 태양광을 포함한 신재생에너지는 기타 에너지원보다 발전단가 및 투자비용이 높아 쉽게 투자에 접근하기가 어렵다. 이에 태양광, 신재생에너지의 필요성에 대한 시민의식이 태양광과 신재생에너지 보급에 매우 중요한 역할을 할 수 있다(백종학 외, 2015; 이승지, 2011; 반영운 외, 2010). 이와 관련된 선행연구들을 구체적으로 살펴보면, 이승지(2011)는 재생에너지 보급 및 확대 정책 중 하나인 에너지 자립마을 사업을 정부주도형과 주민주도형으로 구분하여 재생에너지 보급 사업에 대한 주민들의 참여정도 및 인식에 대해 사례연구를 진행하였다. 분석결과, 주민주도형 에너지자립마을 주민들이 정부주도형 에너지자립마을 주민들보다 재생에너지 사업의 환경적 가치와 사회적 형평성, 민주적 절차 요소에 대해 보다 긍정적으로 평가하였다. 또한 재생에너지 보급 사업에 있어 지역주민들의 인식수준을 향상시키는 노력이 필요하다고 주장하였다. 백종학 외(2015)는 서울시 미니태양광사업 참여자들의 참여 동기 및 사업 인식을 살펴보고, 이를 통해 미니태양광사업의 개선방안을 제안하였다. 분석결과, 사업 참여자들은

에너지 시민성이 높아 사업에 참여하였기보다는 사업 참여에 따른 경제적 이익 때문에 사업에 참여한 것으로 나타났다. 반영운 외(2010)는 주택부문 태양광 보급사업의 정책방향을 점검하기 위해 설문조사를 통하여 시민인식을 살펴보았다. 분석결과, 시민들은 태양광 보급사업에 대해 전반적으로 중요하다고 생각하였고, 기대효과 및 영향력에 있어서도 긍정적으로 평가하고 있었다.

지금까지의 선행연구들을 종합해보면, 태양광 발전시설 설치에 영향을 미치는 요인들은 크게 정책적 요인, 입지 요인, 시민의식 요인으로 구분된다. 그리고 대부분의 연구들은 자료의 한계로 인해 시군구 단위의 자료를 가지고 분석을 진행하여, 태양광 발전시설이라는 미시적인 공간단위를 분석하고, 해석하는데 한계가 존재하였다. 하지만 이 연구에서는 필지단위 자료를 가지고 해당 필지에 태양광 발전시설이 입지할 확률을 모색하였다. 즉, 이 연구는 미시적 수준의 분석결과를 도출하고, 서울시 태양광 발전시설의 확대를 위한 실현가능한 정책방안을 제시하였다는 측면에서 기존연구와 차별성을 가진다. 또한 태양광 발전시설 증가의 필요성을 인식하고, 지속적인 노력을 시도하고 있는 서울시를 대상으로 연구를 진행한다는 점에서 기존 연구와 차별성을 가진다.

III. 분석의 틀

1. 자료 수집 및 변수 선정

이 연구에서 활용한 종속변수와 독립변수는 <표 1>과 같다. 먼저, 종속변수로 활용하고자 하는 태양광발전 설비용량 설치 여부를 파악하기 위해

서울시 햇빛지도 웹사이트에서 시각화되어 있는 자료를 구득하기 위해 R을 활용하여 웹크롤링으로 수집한 뒤 공간적인 중첩을 통해 각 개별 필지에 태양광 발전시설 설치여부를 기록하였다. 해당 태양광 발전시설 설치여부는 설치 업체 또는 설치자가 입력하여 업로드를 할 수 있으므로 최근 시점의 자료까지 구득이 가능했으며 수집된 자료는 총 1,485건이다.

독립변수는 기존 연구들을 통해 태양광 발전시설 입지에 영향을 미칠 것이라고 판단되는 변수들을 우선적으로 추출하였고, 다중공선성 검사(Variance Inflation Factor)를 토대로 최종 선정하였다. 구체적으로 독립변수는 건축물 요인(건축물 노후도, 최고 층수, 총 연면적, 건축물 용도, 전력사용량, 도시가스 사용량), 지역 요인(인구밀도, 공시지가), 지형적 요인(평균고도, 태양광 잠재량)으로 구분된다. 독립변수 추출과 관련하여 살펴보면, 개별필지 단위의 구축을 위해 건축물대장 표제부를 이용하여 각 건축물의 노후도와 용도, 층수, 총 연면적, 가스사용량, 전력사용량을 구축하였다. 이 가운데 건축물의 용도는 주거용 건축물을 별도로 추출하여 표기된 용도를 기준으로 주거와 비주거용 용도로 구분하여 활용하였다.

지역 요인의 경우 인구밀도, 토지가격을 개별

필지 단위로 추출하여 연속지적도에 부여하였다. 이 중 인구밀도의 경우 국토통계지도에서 제공하는 격차 단위의 인구밀도 자료를 활용하였다. 하지만 이 연구의 공간단위인 개별필지와 격차단위인 인구밀도 자료가 일치하지 않아, 개별필지의 중심점과 격차의 중첩을 기준으로 인구밀도를 산정하였다. 모든 격차의 크기가 100m×100m로 동일하므로 인구수는 10,000㎡당 인구밀도이다.

다음으로 지형적 요인을 반영하기 위해 각 필지의 중심점을 기준으로 수치표고모델의 값을 추출하여 개별필지의 고도를 구성했다. 그리고 태양광 잠재량은 서울시에서 제공하는 햇빛지도를 활용하였다. 제공받은 자료는 각 건축물별로 태양광 잠재량이 산출되어있어 연속지적도를 통한 필지고유번호(PNU)를 새로 부여하였다. 이를 통해 필지별 연간 평균 태양광 잠재량을 구축 하였으나 원 자료의 갱신시점이 2012년인 한계점이 존재한다.

최종적으로 2017년 기준 약 95만 필지를 대상으로 데이터베이스를 구축하였다. 그러나 95만 필지 중 태양광 발전시설이 설치된 필지는 1,500필지로 약 전체 필지중 약 0.1%에 불과하다.

따라서 태양광 발전시설이 설치된 필지에 인접한 필지를 추출하여 비교군으로 설정하였다. 또한 공간정보가 누락된 필지는 분석에서 제외하였다.

〈표 1〉 자료의 출처와 측정방법

구분	변수	출처	측정방법
종속변수	태양광발전시설 설치여부	서울시 햇빛지도 웹크롤링	
건축물 요인	건축물 노후도(년)	국토교통부 세움터 건축물대장	필지 내 건축물의 평균
	최고 층수(층)	국토교통부 세움터 건축물대장	필지 내 최고 층수
	총 연면적(㎡)	국토교통부 세움터 건축물대장	필지 내 연면적 합
	건축물 용도(주거/비주거)	국토교통부 세움터 건축물대장	더미(주거=1, 비주거=0)
	도시가스 사용량(Kwh)	국토교통부 세움터 전력사용량	연간 도시가스사용량 합계
	전력 사용량(Kwh)	국토교통부 세움터 전력사용량	연간 전력사용량 합계
지역 요인	인구밀도(명)	국토통계지도 인구 통계	10,000㎡당 인구
	토지가격(만원)	국가공간정보포털 토지특성조사	필지별 개별공시지가
지형적 요인	평균고도(m)	국가공간정보포털 수치표고모델	필지 중심점의 고도
	태양광 잠재량(Kwh)	서울시 녹색에너지과 정보공개청구	필지 태양광 잠재량 평균

2. 변수의 기초 통계량

다음 <표 2>는 활용한 자료들을 요약한 기술통계량이다. 먼저 최종적으로 활용된 분석 자료는 총 15,486건이고, 이중 태양광 발전시설이 설치된 필지는 972개이며 해당 필지에 연접한 필지는 14,514개이다.

분석대상 필지의 자치구별 공간적인 분포를 살펴보면 광진구가 가장 많은 것으로 나타났다. 태양광 발전시설이 설치된 필지가 가장 많은 곳은 성북

구(57개)이며, 가장 적은 지역은 용산구(17개)이다. 서울시 자치구에는 대략 20~50개의 태양광 발전시설이 설치되어 있는 것으로 나타났다.

건축물의 용도는 주거용 건축물이 약 66.2%로 비주거용 건축물에 비해 많은 것으로 나타나지만 태양광발전시설이 설치된 필지의 경우 비주거용 건축물의 비중이 74.7%로 주거용 건축물에서는 설치가 저조한 것으로 나타났다.

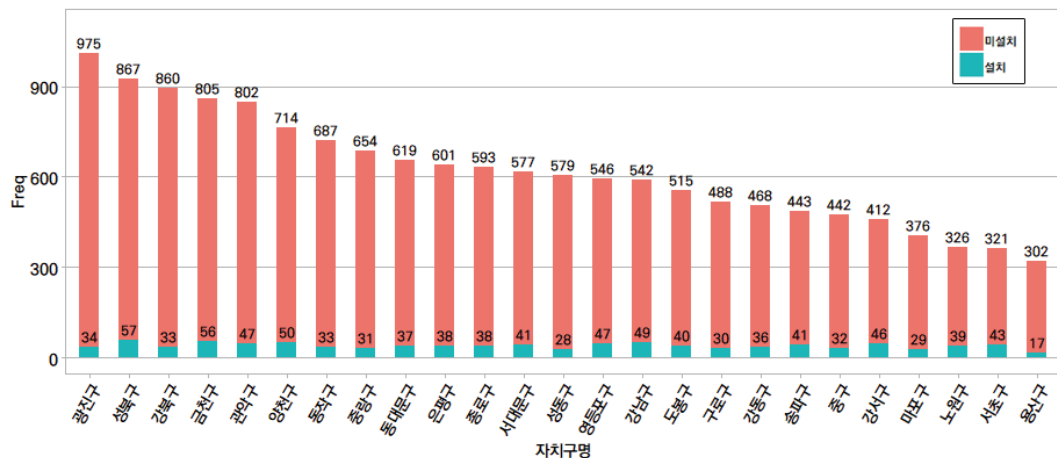
토지가격은 평균 357만원으로 서울시 전체 평균인 322만원보다 다소 높은 것으로 나타났는데

<표 2> 각 변수의 기술통계량

구분	단위	N	평균	표준편차	최소값	최대값
독립변수	노후도1)	년	15486	25.50	13.41	87
	최고 층수	층	15486	3.82	3.67	123
	총 연면적	m²	15486	5,059	35,473.1	45
	연간 가스사용량	Kwh	15486	367,207	8,267,053.6	0
	연간 전력사용량	Kwh	15486	195,257	1,871,871.8	0
	개별공시지가	m²/원	15486	3,571,473	2,894,838.1	0
	고도	m	15486	32.8	22.0	255
	인구밀도	명	15486	296.4	216.7	0
	태양광 잠재량	Kwh	15486	1,168.1	184.4	223
	건축물 용도					
종속변수	태양광 설치여부					

주1) 신축 1년 미만 건축물의 경우 0으로 표기

<그림 1> 자치구별 태양광 발전시설 분포그래프



이는 표본추출로 인해 사례 대상필지들이 건축물이 존재하는 필지들로 한정됨에 따라 발생한 것이다. 해당 필지의 연간 태양광발전 총량을 나타내는 연간 태양광 발전 기대량은 필지별로 다소 차이가 있으나 평균 1,168Kwh정도로 나타났으며 필지별, 지형적인 특성에 따라 다소 차이가 나고 있다.

연면적, 전력 사용량, 도시가스 사용량은 건축물이 속해있는 필지별로 합산을 했기 때문에 아파트 단지와 같은 대규모 건물군의 경우 최대치가 높게 나타났다.

이 연구에서 활용한 독립변수의 경우 수치의 척도와 상대적인 크기가 다르기 때문에 제시된 각 변수의 값을 표준화하여 척도를 일치 시키는 과정이 필요하다. 따라서 변수 표준정규화를 통해 모형의 척도를 통일하고 분석과정에서는 표준화된 자료를 사용하였다.

IV. 분석결과

1. 분석방법 - 이항로짓모형

이 연구는 어떠한 요인들이 태양광 발전시설 설치 입지에 영향을 미치는지 파악하기 위해 종속변수로 건물의 태양광 발전시설 설치여부를 0과 1로 표현하여 활용하였다.

이렇듯 종속변수가 0, 1 등 이분형으로 구성되어 있을 경우에는 전통적인 회귀모형이 아닌 이항로짓모형(Binary Logit Model)을 활용하는 것이 통계적으로 적합하다(Hosmer et al., 2000). 이항로짓모형은 사건의 발생확률을 예측하는데 사용되고, 다음 <식 1>과 같이 표현된다.

$$\pi(x) = \frac{\exp(\beta_0 + \beta_1 x)}{1 + \exp(\beta_0 + \beta_1 x)} \quad \langle \text{식 1} \rangle$$

식(1)에서 β_0 과 β_1 은 추정될 모수를 나타낸다. 그리고 x 는 독립변수들을 나타낸다. 이항로짓모형에서는 오즈비(Odds Ratio)에 대한 부분이 중요하다. 오즈비는 이항로짓모형의 분석결과와 값을 쉽게 해석할 수 있게 변환해준다. 오즈비에 대한 식은 <식 2>와 같이 표현된다.

$$\frac{\pi(x)}{1 - \pi(x)} = \exp(\alpha + \beta x) = e^\alpha (e^\beta)^x \quad \langle \text{식 2} \rangle$$

이항로짓모형의 분석결과를 오즈비를 통해 해석하면, 어떤 사건이 발생할 확률은 독립변수 x 가 한 단위 증가함에 따라 e^β 배 만큼 증가한다고 해석된다. 만약 β 값이 0이라고 가정하면, e^β 의 값은 1이 되고, x 의 변화에도 발생확률은 변화하지 않게 된다.

2. 이항로짓모형 분석결과

<표 3>은 이항로짓모형을 활용하여 도출한 실증분석 결과이다. 이항로짓모형에서 모형 적합성은 일반적으로 우도비(Likelihood) 값을 활용한다. 이 연구에서 구축한 모형은 <표 3>에서와 같이 우도비 값이 1370.871이고 통계적으로 유의한 것으로 나타났다.

독립변수의 영향력에 대한 분석결과를 살펴보면, 먼저 건축물 요인의 경우 도시가스 사용량을 제외한 건축연도, 층수, 연면적, 건축물 용도, 전력 사용량 변수들이 통계적으로 유의하게 나타났다. 구체적으로 층수가 높은 건물일수록, 연면적이 큰 건물일수록, 전력 사용량이 많은 건물일수록 태양

〈표 3〉 분석결과

구분		Estimate	Wald Chi-square	Odds ratio	Pr > Chisq
Intercept		-2.018***	1592.683	-	<.0001
건축물 요인	건축물 노후도	-0.564***	169.435	0.569	<.0001
	최고 층수	0.303***	64.370	1.354	<.0001
	총 연면적	0.066***	6.743	1.068	0.009
	건축물 용도 (주거: 1, 비주거: 0)	-2.071***	542.440	0.126	<.0001
	도시가스 사용량	0.022	1.200	1.023	0.273
	전력 사용량	0.102***	6.601	1.108	0.010
지역 요인	토지가격	-0.116***	12.708	0.890	<.0001
	인구밀도	-0.098***	6.712	0.906	0.009
지형적 요인	고도	0.100***	9.108	1.106	0.002
	태양광 잠재량	0.211***	34.895	1.235	<.0001
Likelihood		1370.871			<.0001
Score		1545.433			<.0001
Wald		1031.901			<.0001

* P < 0.1, ** P < 0.05, *** P < 0.01

광 발전시설이 설치될 확률이 높게 나타났다. 기존 연구들에서는 태양광 발전시설 입지를 결정하는 중요요인 중 하나가 태양광 효율이라고 주장하였다(고재경·김성욱, 2016; 박정일 외, 2012; 김호용, 2010; 윤창열, 2010; 이지영 외, 2010). 이와 비슷한 맥락으로 건축물의 층수가 높고, 연면적이 크다는 것은 그만큼 발전용량이 큰 태양광 발전시설을 설치할 수 있다는 것을 의미하며, 사람들이 이러한 입지를 선호한다고 판단할 수 있다. 또한 전력사용량이 많은 곳에 태양광 발전시설 설치 확률이 높아진다는 분석결과는 두 가지 측면에서 해석이 가능하다. 먼저, 기후에 많은 영향을 받는 전력사용은 상대적으로 더운 곳에서 사용량이 증가하는 경우가 많다(이동성·문태훈, 2017). 그리고 이러한 곳은 태양광 자원의 효율성과 경제성이 높을 가능성이 높아 태양광 발전시설 설치 확률이 커지는 것으로 판단된다. 또 한가지 원인으로는 태양광 발전시설 설치의 효과 중 하나인 전기가격 감축 측면에서 전력사용이 많은 곳에서는 전기가격을

절감하기 위한 노력이 다른 곳보다 크기 때문에 태양광 발전시설 설치 확률이 증가한 것으로 판단된다. 반면, 건축연도가 높은 오래된 건물일수록, 주거용 건물일수록 태양광 발전시설이 설치될 확률이 낮게 나타났다. 이러한 분석결과는 기존 건물에 태양광 발전시설을 설치하려는 노력보다는 신축건물을 건설하는 경우 태양광 발전시설을 함께 설치하는 것으로 볼 수 있다. 또한 주거용 건물이 아닌 공공건물을 포함한 비주거용 건물일수록 태양광 발전시설 설치 확률이 높게 나타난 것은 아직까지 민간에 대한 태양광 보급이 상대적으로 저조하다는 것으로 판단된다.

다음으로 지역 요인을 살펴보면, 토지가격과 인구밀도 모두 통계적으로 유의하게 나타났고, 토지가격과 인구밀도가 낮을수록 태양광 발전시설이 설치될 확률이 증가하는 것으로 나타났다. 토지가격은 태양광 발전시설 설치 비용에 많은 영향을 미치는 변수로써, 태양광 발전시설 설치에 대한 투자를 좌우할 수 있다. 또한 인구밀도 변수를 통하여

해당지역에 태양광 발전시설 설치를 위한 가용 토지량을 간접적으로 파악할 수 있다. 따라서 이 연구에서 도출한 결과는 사람들이 태양광 발전시설 설치의 입지를 결정할 때, 가용 토지가 많고, 상대적으로 저렴한 곳을 선호한다는 것을 의미한다. 따라서 현재 신재생에너지 정책인 신재생에너지 의무할당제도는 상대적으로 토지가격이 높고, 토지가 부족한 지역에 상대적으로 불리하게 작용할 수 있다는 선행연구 결과와 비슷한 맥락을 가진다(서울연구원, 2013; 이동성 외, 2015).

마지막으로 지형적 요인을 살펴보면, 고도와 태양광 잠재량 모두 통계적으로 유의한 것으로 나타났다. 구체적으로 높은 고도에 위치한 건축물일수록, 태양광 잠재량이 많은 건축물일수록 태양광 발전시설이 설치될 확률이 높은 것으로 나타났다. 이러한 결과는 앞선 건축물 요인 중 층수, 연면적 등의 분석결과와 같이 태양광 발전효율이 태양광 발전시설 설치에 중요한 요인으로 작용하여 나타난 결과라고 판단된다.

V. 결론 및 제언

이 연구는 서울시를 대상으로, 태양광 발전시설의 입지에 영향을 미치는 요인들을 도출하고자 하였다. 또한 분석결과를 통해 서울시의 신재생에너지 보급 확대를 위한 정책적 시사점을 제시하는 것을 목적으로 하였다. 이를 위해 건축물대장 및 서울시에서 제공하는 햇빛지도를 토대로 태양광 발전시설 설치 여부 자료를 구축하고, 이항로짓모형을 활용하여 실증분석하였다.

이항로짓모형을 통해 도출한 분석결과는 다음과 같다. 건축물 요인의 경우 층수가 높은 건물일

수록, 연면적이 큰 건물일수록, 전력 사용량이 많은 건물일수록 그리고 최근에 건설된 건물일수록, 비주거용 건물일수록 태양광 발전시설이 설치될 확률이 높게 나타났다. 다음으로 지역 요인의 경우 토지가격과 인구밀도가 낮을수록 태양광 발전시설이 설치될 확률이 증가하는 것으로 나타났다. 마지막으로 지형적 요인의 경우 높은 고도에 위치한 건축물일수록, 태양광 잠재량이 많은 건축물일수록 태양광 발전시설이 설치될 확률이 높은 것으로 나타났다.

이 연구는 개별필지 단위를 대상으로 미시적인 수준에서 분석을 실시하여, 보다 정확한 결과 값을 통해 정책적 시사점을 제시하였다는 점에서 의의가 있다. 이 연구의 분석결과를 토대로 제시한 정책적 시사점은 다음과 같다.

먼저 분석결과를 통해 서울시의 태양광 발전시설 입지는 태양광 발전 효율이 높은 곳, 그리고 비주거용 건물, 토지가격 및 인구밀도가 낮은 곳에 집중되어 설치될 확률이 높다는 사실을 알 수 있다. 그리고 이러한 분석결과는 태양광 발전시설 설치에 있어 태양광 보급 투자를 유도할 수 있는 태양광 발전효율과 경제성이 중요한 요인으로 작용한다는 것이다. 신재생에너지 정책의 목적 중 하나는 에너지 분권화의 실현이다. 서울시는 기타 지자체에 비해 우리나라의 현 신재생에너지 정책인 신재생에너지 의무할당제로부터 신재생에너지 보급이 활성화될 수 없는 구조를 가지고 있는 지역으로써, 서울시만의 신재생에너지 정책을 수립하고 활용하고 있다. 하지만 이 연구의 분석결과에서처럼 서울시 내에서도 신재생에너지 보급 격차가 나타나 신재생에너지 정책의 목적인 에너지 분권화 실현을 달성하고 있지 못하고 있는 상황이다. 따라서 이 연구의 결과는 현재 서울시가 추진하고 있는 경제적 인센티브 제도의 개선방안마련과 더불어 지역별 차별화된 태양광 발전시설 설치 장려정책

의 필요성을 시사한다.

구체적으로 태양광 발전시설의 입지가 불리한 지역에 차등적으로 추가 인센티브를 제공하는 것이 한 가지 방법일 수 있다. 또한 신규 건축물에 대해서는 태양광 발전시설에 대한 의무화를 추진할 필요가 있고, 뿐만 아니라 기존 건물들에도 태양광 발전시설 설치를 유도할 수 있는 제도적인 장치가 필요할 것으로 사료된다.

앞서 언급한 바와 같이 이 연구의 핵심결과는 태양광 보급 투자를 유도하는 태양광 발전의 효율성과 경제성이 태양광 설치에 영향을 미친다는 태양광 발전시설 설치에 영향을 미친다는 것이다. 하지만 태양광 발전시설의 설치를 보다 확대하기 위해서는 앞선 정책들과 더불어 지속가능발전과 신재생에너지 보급의 필요성에 대한 시민의식이 매우 중요할 수 있다. 그리고 이러한 시민의식을 개선하기 위해 필요한 것이 교육이다. 2002년 UN총회에서는 요하네스버그 이행계획에 따라 지속가능발전을 위한 10년 교육(DES, Decade of Education for Sustainable Development)을 선언하고, 지속가능발전을 위해 교육의 중요성을 강조하였다. 이처럼 서울시에서는 시민들에게 지속가능발전과 신재생에너지 보급의 필요성에 대한 교육을 지속적으로 실시하는 등 시민의식을 개선하기 위한 노력이 필요하다고 사료된다.

이 연구에서는 태양광 잠재량 자료구득에 있어 자료의 한계로 2012년도 자료를 활용하여 분석을 진행하였다. 추후 연구에서는 최신 자료를 활용하여 분석을 진행한다면 보다 정확한 분석결과를 도출할 수 있을 것이라고 판단된다. 또한 지역이 가지고 있는 고유특성들은 서로 다르기 때문에 지역별로 태양광 발전시설 설치에 영향을 미치는 요인들도 각각 달라질 수 있다. 하지만 이 연구에서는 이러한 부분을 고려하지 못하였다. 향후 연구에서 지역을 세분화하여 태양광 발전시설 입지에 영향

을 미치는 요인들을 서로 비교한다면, 보다 풍부한 결과 및 시사점을 도출할 수 있을 것이라고 판단된다.

참고문헌

- 고재경·김성욱, 2016, “태양광 발전시설 분포에 영향을 미치는 요인 연구”, 『한국지역개발학회지』, 28(5): 109~128.
- 권태형, 2012, “신재생에너지 시장 확대를 위한 정책수단의 비교: 거래비용을 중심으로”, 『정부학연구』, 18(1): 217~239.
- 김정예, 2009, 신재생에너지 보급에 영향을 미치는 요인에 관한 연구: OECD 국가의 태양광 보급 사례를 중심으로, 서울대학교 석사학위 논문.
- 김태은, 2011, “신재생에너지 성장의 영향요인 연구: FIT와 RPS의 효과성 검증 중심”, 『한국행정학회』, 45(3): 305~334.
- 김현제·김윤경, 2009, “신재생에너지 보급 지원정책으로서의 신재생에너지의무할당제도와 발전차액지원제도의 비교 연구”, 『한국지구시스템공학회지』, 46(5): 625~634.
- 김호용, 2010, “공간통계기반을 이용한 태양광발전시설 입지 정확성 향상 방안”, 『한국지리정보학회지』, 13(2): 146~156.
- 박유민·김영호, 2012, “환경적·사회적 영향을 고려한 태양광발전소의 기존 입지 타당성 평가 및 지속가능한 입지 제안”, 『한국경제지리학회』, 15(3): 437~455.
- 박정일·박민호·최승영, 2012, “상관분석을 이용한 GIS기반 태양광발전소 적지분석 연구”, 『한국지적학회지』, 28(2): 91~107.
- 반영운·이태호, 2010, “국내 주택부문 태양광 보급정책에 대한 시민 인식분석”, 『한국태양에너지학회 논문집』, 30(2): 1~9.
- 백종학·윤순진, 2015, “서울시 원전 하나 줄이기를 위한 전

- 략적 틈새로서 미니태양광사업과 에너지 시민성의 변화: 서울시 노원구 주민 인식조사를 바탕으로», 「서울도시연구」, 16(3): 91~111.
- 서울연구원, 2013, 「서울형 햇빛발전지원제도 도입방안」.
- 심정보·이진덕·이성순·이경업, 2010, “GIS를 활용한 태양 광발전소 최적입지선정”, 「대한토목학회 정기학술 대회」, 1126~1129.
- 윤창열, 2010, “토지 피복분류자료를 활용한 태양에너지 적 적지 분석”, 「한국태양에너지학회」, 30(1): 359~362.
- 이동성·문태훈, 2012, “시스템다이나믹스를 이용한 신재생 에너지 정책 비교에 관한 연구: 발전차액지원제도와 의무할당제도를 중심으로”, 「국토계획」, 50(6): 173 ~187.
- 이승지, 2011, “태양광발전시설 설치지역 주민의 에너지에 대한 환경·사회적 가치 인식 비교», 「제주도연구」, 35: 197~235.
- 이지영·강인준, 2010, “GIS 기술을 활용한 태양광시설 입 지선정에 관한 연구», 「한국지형공간정보학회지」, 18(2): 99~105.
- 최인호, 2011, “기후변화체제에 대비한 재생가능에너지의 축진을 위한 국내법제의 연구», 「법과 정책연구」, 11(2): 425~488.
- Kwan, C. L., 2012, “Influence of Local Environmental, Social, Economic and Political Variables on the Spatial Distribution of Residential Solar PV Arrays across the United States”, *Energy Policy*, 47: 332~344.
- Li, H. and Yi. H., 2014, “Multilevel Governance and Deployment of Solar PV Panels in U.S. Cities”, *Energy Policy*, 69: 19~27.
- Lipp.J., 2007, “Lessons for effective renewable electircity policy from Denmark, Germany and the United Kingdom”, *Energy policy*, 35(11): 5481~5495.
- Rickerson.W.H, San,J.L, and Grace R.C., 2007, “If the shoe FITs: Using Feed-in tariffs to meet U.S. renewable electricity targets”, *The electricity journal*, 20(4): 73~86.
- Toke. D., 2007, “Renewable financial support systems and cost-effectiveness”, *Journal of claener production*, 15: 280~287.
- 원 고 접 수 일 : 2019년 4월 19일**
1 차 심 사 완 료 일 : 2019년 9월 10일
2 차 심 사 완 료 일 : 2019년 11월 25일
최 종 원 고 채 택 일 : 2019년 12월 10일

