

## RETScreen 기반 유휴공간 태양광 발전 시스템의 경제성 평가 연구 - 부산시 강서구 사례를 중심으로 -

강성민\* · 전영재\* · 조성흠\*\* · 이대겸\* · 전의찬\*\*†

\*세종대학교 환경에너지 융합학과, \*\*세종대학교 기후변화협동과정

## Economic Evaluation of Unused Space PV System Using the RETScreen Model - A Case Study of Busan, Gangseo-gu -

Kang, Seongmin<sup>\*</sup>, Jeon, Youngjae<sup>\*</sup>, Cho, Sung Heum<sup>\*\*</sup>, Lee Daekyeom<sup>\*</sup> and Jeon, Eui-Chan<sup>\*\*†</sup>

<sup>\*</sup>Dept. of Environment and Energy, Sejong University

<sup>\*\*</sup>Cooperate Course for Climate Change, Sejong University

### ABSTRACT

Recently, There has been much discussed about unused space. This space can be used in a variety of ways. Utilizing it as a facility, craft shop, and utilizing renewable energy generation facilities. Especially, in terms of climate change should be supplied renewable energy. Renewable energy needs to be developed in terms of responding to climate change, and the recent Paris agreement is also emphasizing the importance of renewable energy. In particular, renewable energy needs to be widely disseminated. And renewable energy is limited space. In this regard, idle land can provide opportunities for securing new renewable energy generation facilities. The introduction of new and renewable energy facilities in idle space can enhance the self-sufficiency rate of the local community, which is significant in terms of responding to climate. In this study, to investigate the possibility of utilizing a unused space for a photovoltaic power generation facility, we investigated the amount of electricity which could be generated through photovoltaic power generation, and the economic effects, using a RETScreen model. The results showed that 9,738 MWh of power can be generated and that 4,540 tCO<sub>2</sub>e can be saved. Regarding the economic effect, the net present value of the facility was shown to be 2,247,389,020 KRW. As the net present value was shown to be positive, we believe that the installation of a photovoltaic power generation facility in an unused space would have a positive economic effect. We found the net present value following the fluctuation of the SMP price to be positive, though there was some variation. However, as the economic efficiency was shown to be low because the net present value in relation to the maintenance costs was negative, we believe that maintenance costs must be taken fully into account when evaluating economic efficiency. In particular, as subsidies can be used to cover maintenance costs which must be factored into photovoltaic power generation, we believe that photovoltaic power generation can have an economic effect. Because spaces not currently in use can have a positive economic effect as renewable energy power generation facilities, and can also contribute to the reduction of greenhouse gas emissions, unused spaces are thought to greatly help local governments to cope with climate change as well as reinforcing their related capabilities. We believe our study will help local governments with decisions relating to unused real estate utilization in the future.

---

*Key words:* RETScreen, PV, Unused Space, Economic Evaluation, Renewable Energy

---

† Corresponding author: [ecjeon@sejong.ac.kr](mailto:ecjeon@sejong.ac.kr)

Received December 26, 2016 / Revised February 1, 2017 1st, February 20, 2017 2nd / Accepted February 28, 2017

## 1. 서 론

전 세계적으로 기후변화 현상이 심각해지고, 온실가스 감축이 주요한 기후변화 대응방안으로 대두되면서 화석연료를 대체할 수 있는 신재생에너지 기술과 보급에 관한 연구가 다양하게 진행되고 있다. 신재생에너지는 기후변화 문제 해결과 친환경에너지 시스템으로 전환이 가능한 장점을 가지고 있어, 많은 나라들이 관련 정책을 통해 보급 활성화에 노력을 기울이고 있다. 국제에너지기구(IEA)에서는 에너지 기술의 혁신과 신재생에너지 보급 활성화를 기후변화 문제의 해결방안으로 강조하고 있다. IEA의 에너지기술전망보고서(ETP, 2016)에서는 신재생에너지를 발전부문 중 온실가스 감축 기여도가 가장 높은 수단이라 발표하였으며, 누적이산화탄소 배출량의 45% 가량 감축할 수 있을 것으로 전망하였다(IEA, 2016).

우리나라도 신재생에너지 보급과 관련하여 많은 노력을 기울이고 있다. 우리나라는 에너지 해외의존도가 약 97%로 에너지 안보에 취약한 에너지 공급구조를 가지고 있어, 신재생에너지의 개발 및 보급이 매우 중요하다. 정부에서는 신재생에너지 보급을 확대하고, 녹색산업을 육성하기 위하여 2012년에 일정 규모 이상(50만 kW)의 발전사업자(공급의무자)에게 총 발전량의 일정 비율 이상을 신재생에너지로 공급토록 의무화한 신재생에너지 공급의무화제도(Renewable Portfolio Standards; RPS)를 도입하였다. 신재생에너지 공급의무화제도가 도입됨에 따라 대상 발전사업자들은 발전량에서 일정 비율을 신재생에너지로 공급하기 위해 많은 노력을 하고 있다.

신재생에너지 생산을 위해서는 신재생에너지 자원의 잠재량 못지않게 신재생에너지 생산시설을 설치할 수 있는 공간의 확보도 중요하다.

통계청에서는 최근 급격한 출산율 저하와 고령화에 따라 우리나라의 인구가 2030년에 약 5,216만 명을 정점으로 감소할 것으로 예측하고 있다(Statistics Korea, 2012). 이러한 현상에 따라, 도시 내 토지와 건물에 대한 수요가 감소하고 있다. 특히, 여러 지방의 중소도시에서 공공기관의 외곽 이전과 신시가지 개발에 따라 구도심의 공·폐가와 빈 점포가 장기간 방치되고 있는 실정이다(Han et al., 2016). 이런 상태가 계속된다면 공·폐가, 폐교, 저이용 체육시설 등 사용되지 않거나, 방치되는 유휴공간들이 늘어날 것이라 판단된다. 이러한 점에서 도시에서 활용되지 못하는 유휴공간들은 신재생에너지의 설치 장소 확보의 기회를 제공해 줄 수 있다. 유휴공간에 신재생에너지 시설을 도입하는 것은 지역사회의 에너지 자급률을 향상시킬 수 있어, 기후변화 대응 측면에서 큰 의미를 갖

는다고 할 수 있다.

본 연구에서는 유휴공간에 신재생에너지 생산시설 설치사례를 조사하고, 유휴공간에 신재생에너지 중 태양광 발전시설을 설치할 때의 경제적인 효과와 온실가스 감축 효과를 분석하여 활용 가능성을 알아보고자 한다. 태양광 발전시설의 발전량과 경제적인 효과는 신재생에너지 타당성 분석 모델 RETScreen4(Natural Resource Canada; NRCAN)를 이용하였다.

## 2. 이론적 배경

### 2.1 유휴공간의 태양광 발전시설 설치

신재생에너지를 생산하기 위해서는 신재생에너지의 자원 잠재량도 중요하지만, 신재생에너지 생산시설을 설치한 공간의 확보 여부도 중요하다. 이러한 점에서 도심에 존재하는 유휴공간은 신재생에너지 생산시설의 공간을 확보할 수 있는 기회가 되고 있으며, 태양광 발전시설을 중심으로 관련 사례들이 많이 나타나고 있다.

유휴공간의 신재생에너지 생산과 관련된 사례로 서울시는 햇빛도시 건설 정책을 통하여 도심의 유휴공간을 활용하여 태양광 발전시설을 설치하고 있다. 2013년 기준으로 서울시는 암사아리수 정수센터, 강서농산물시장 등 11개 공공시설의 유휴공간에 민간자본 368.7억 원을 투입하여 태양광발전시설(13.5 MW)을 설치하였다. 그 외에도 공공시설인 강북·구의·영등포 아리수정수센터, 공영차고지 및 주차장 등을 활용하여 햇빛발전소사업을 계획·시행하고 있다(Seoul, 2015).

학교의 옥상은 대부분 남향이고, 옥상구조가 간단하다. 또한, 일조시간이 길고 공사가 용이하여 태양광발전 사업의 최적지로 떠오르고 있다. 2013년 말 기준으로 서울시에 태양광 설치 또는 설치 허가를 받은 학교는 총 155개교(5,186 kW)이다(Seoul, 2015).

경기도는 발전사와 함께 2010년 도내 3개 시·군의 배수지 등 공공기관 유휴공간을 활용한 태양광발전사업을 계획하였다. 2011년 1월부터 12월까지 안산 8곳, 수원 3곳, 양평 2곳 등 8만 8,200 m<sup>2</sup>의 공공기관 유휴공간에 270억 원을 투입해 5 MW급 발전시설을 건립하였다. 또한, 2011년 농어촌공사, 발전회사, 민간 기업 등과 함께 '경기 서해안 신·재생에너지 공동 개발사업'으로 한국농어촌공사의 시화·회흥 방조제 및 방수제, 저수지 등의 유휴공간을 활용해 서해안에 총 풍력 200 MW, 태양광 20 MW의 대규모 풍력 및 태양광발전사업 공동 개발을 실시하고 있다. 이와 같이 유휴공간은 태양광발전시설로 많이 활용되고 있다.

2.2 RETScreen Model

본 연구에서는 태양광 발전량 및 태양광 발전시설의 활용 가능성을 알아보기 위하여 RETScreen model을 사용하였다. RETScreen model은 캐나다 Natural Resource Canada(NRCan)의 VANMET Energy Diversification Research Laboratory (CEDRL)에서 개발한 프로그램으로 무료로 배포하고 있다. 이 프로그램은 신재생에너지원과 에너지 효율 등 온실가스를 감축할 수 있는 기술들에 대하여 설비의 설치비용, 에너지원 별 시스템 구성 요소 등 같은 각종 정보를 사용자에게 제공한다. 또한, 특정 신재생에너지원 설비 설치, 에너지 효율 기술 적용 등 프로젝트를 설정하고, 설비의 투자비용, 특성, 설비가 설치될 장소의 기상자료 등의 요인을 사용하여 에너지 생산량을 추정할 수 있으며, 설비 설치에 따른 경제적 효과를 평가할 수 있다(MCIE, 2006).

RETScreen 모델은 신재생에너지 설비 설치 및 에너지 효율 기술의 설치 등 개별적인 프로젝트에 대해서만 에너지 생산량과 경제성을 분석할 수 있기 때문에, 다양한 신재생에너지원의 설비 설치에 따른 통합적인 분석이 힘든 한계점을 가

지고 있다. 하지만 자료 입력 및 분석 방법이 간편하여 신재생에너지 프로젝트의 예비 타당성 조사 시 유용하게 사용할 수 있는 장점을 가지고 있다(Lee *et al.*, 2013).

3. 연구방법

본 연구에서는 유희공간의 태양광 발전시설로의 활용가능성을 평가하기 위하여 태양광 발전량을 통해 온실가스 감축량과 경제적 효과에 대하여 알아보았다. 태양광 발전량 추정과 태양광 발전 설비 설치에 따른 경제적 효과 분석은 RETScreen model을 이용하였다. 본 연구에서 수행한 RETScreen model의 분석 절차는 Fig. 2와 같다.

3.1 대상지역의 선정

3.1.1 대상지역의 유희공간 현황

본 연구에서는 부산광역시를 대상으로 선정하였다. 부산시는 1990년대 이후 지역 내 산업체들의 역외이전, 저출산·고령화, 신시가지 개발 등으로 도심 공동화가 가속화되면서 지

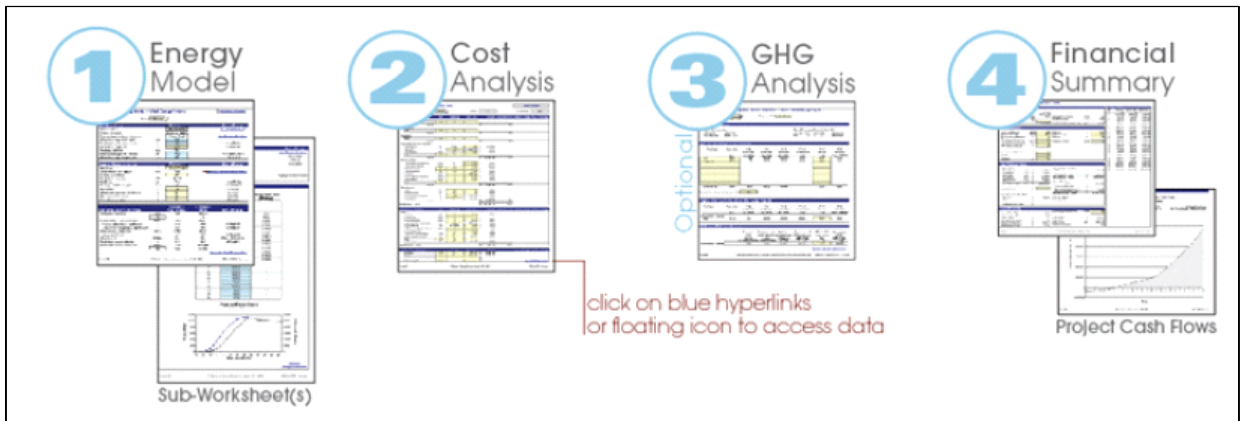


Fig. 1. RETScreen model flow chart. (Source: RETScreen® Software Online User Manual)

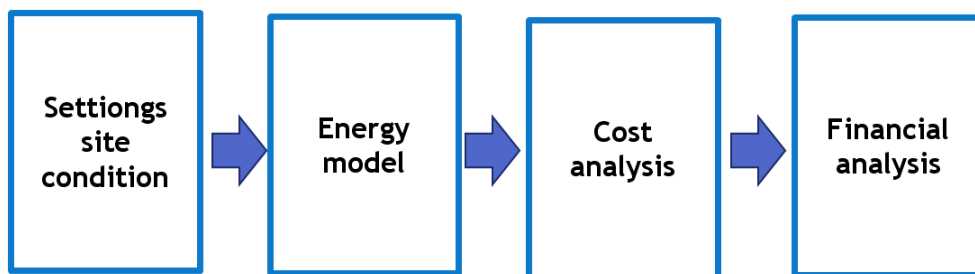


Fig. 2. The analysis procedure of RETScreen model.

속적인 인구감소가 진행되어 노후·불량 밀집 취락 계층 거주지에서 빈집이 지속적으로 증가하고 있다.

부산광역시 강서구의 경우, 공공기관 이전 적지와 같은 미활용 공공부지 및 저이용 체육시설 등이 일부 존재하는 것으로 조사되었다.

부산광역시 강서구 유휴공간의 현황은 아래 Table 1과 같다. 강서구 유휴공간의 총 면적은 408,805 m<sup>2</sup>로 조사되었다. 재생에너지를 적용하고자 하는 유휴공간의 유형은 미활용 공공부지, 미활용 폐교, 저이용 체육시설로 구분하였다.

### 3.1.2 대상지역의 기상현황

연구지역으로 선정한 강서구의 기상현황은 RETScreen에 구축되어 있는 NASA 자료 중 부산시의 자료를 사용하였다.

### 3.2 RETScreen의 에너지모델 입력자료 설정

RETScreen 모델은 먼저 에너지모델을 설정하고, 재정모델을 설정하는 절차를 통해 경제성을 평가한다. 본 연구에서는 유휴공간 설치할 에너지모델을 태양광 발전으로 선정하였으며, 태양광 발전 중 계통연계형 발전방식을 적용하기로 하였다. 에너지 모델을 설정하기 위해 태양광 모듈은 100 W 급 단결정 셀을 사용하고, 경사각은 태양광 모듈의 최적효율을 위해 30°를 유지하도록 하였다. 집열판은 관리 및 유지가 용이한 고정형 방식을 선택하였다.

계통연계형 발전방식은 발전전력을 역송전하는 방식을 택하였다. 이때 사용되는 인버터는 400 W, 효율 95%의 제품을 설치하는 것으로 가정하였다.

### 3.3 RETScreen의 재정모델 입력자료 설정

재정모델의 설정은 경제성을 평가하기 위하여 필요한 가격 정보를 입력하는 절차로 할인율, 해당 에너지모델의 설치비용, 유지관리 비용 등을 입력하여야 한다.

태양광 발전시설의 경제성을 평가하기 위한 할인율은 국가

Table 2. Annual average climatic elements of study site

Month	Air temperature (°C)	Relative humidity (%)	Daily solar radiation-horizontal (kWh/m <sup>2</sup> /day)	Wind speed (m/s)
January	5.0	41.0	2.52	3.5
February	5.8	62.0	3.15	3.4
March	9.8	60.0	3.83	3.5
April	14.6	59.0	4.80	2.8
May	18.7	69.0	5.15	3.6
June	21.4	80.0	4.82	2.8
July	24.8	85.0	4.19	3.2
August	24.2	86.0	4.15	3.5
September	22.7	75.0	3.58	2.8
October	17.9	68.0	3.34	2.9
November	12.7	61.0	2.61	2.5
December	3.5	50.0	2.34	3.3
Annual average	15.1	66.3	3.71	3.2

Table 3. The properties of proposed mode

Type	mono-si
Power capacity	250 W
Slope	30°
Inverter efficiency	90%
Inverter capacity	100 kva

Source: Lee (2014), A study on the master's thesis of Konkuk University.

Table 1. Unused space of study site

Classification	Study site	Area
Unused public land	Former protected horticulture research station	165,000 m <sup>2</sup>
Unused closing down a school	Chunga elementary Daehang-dong branch school	7,745 m <sup>2</sup>
Low utilized sports park	Gangseo Sports Park	Site area: 208,985 m <sup>2</sup> Rooftop and parking area 27,120 m <sup>2</sup>
Total area		408,850 m <sup>2</sup>

Table 4. Economic evaluation factor of proposed model

Initial costs	1,981,000 won/kW
Project life	20 year
Discount rate	5.5%
O&M costs	1%
Electricity export cost	100.59 won/kWh

개발용역에서도 사용하고 있는 한국개발연구원의 “예비타당성 조사 수행을 위한 일반지침(제5판)”에서 제시하고 있는 사회적 할인율 5.5%로 설정하였다. 재정모델의 평가기간은 태양광 모듈의 평균수명 20년을 적용하였다. 역송전 단가는 전력거래소에서 제시한 2015년 평균자료인 100.59원/kWh로 설정하였다. 그리고 RPS 도입에 따른 신재생에너지 인증서(Renewable Energy Certificate) 가격은 한국태양광산업협회의 2016년 3월 자료를 적용하여, 98.11원/kWh로 설정하였다. 태양광 발전설비의 비용은 태양광 발전설비의 초기 투자비는 한국환경정책평가연구원에서 제시한 1,981,000원/kWh를 적용하였다.

미국전력연구원에서는 1 MW 이하의 태양광 발전설비 운영유지비용을 전체 설비비용의 1~5% 정도로 추정하고 있다 (EPRI, 2010). 본 연구에서는 태양광 설치 시설과 관련된 선형연구(이성훈 등, 2011; 박윤민 등, 2011)에서 적용된 전체 설비의 1%의 비용을 유지관리비로 설정하였다.

3.4 민감도 분석 방법

유휴공간 활용을 통한 경제성 평가 시 영향을 줄 수 있는

요인을 고려하고자 태양광 설비의 유지관리비용, 전기 역송전 단가를 고려하여 민감도를 분석하였다.

태양광 발전의 경제성 평가 요소 중 유지관리 비용은 EPRI (2010)의 추정하고 있는 전체 설비비용의 1~5% 범위에서 볼 때 추가적으로 비용이 소모될 수 있다. 유지관리 비용과 관련된 영향을 파악하기 위해 유지관리 비용을 전체 설비비용의 3%, 5%를 적용하여 비교하였다.

계통한계가격(System Marginal Price)은 계통연계형 발전 시 전력 판매와 연관이 되기 때문에, SMP의 변동은 경제성 평가에 영향을 줄 수 있다. 계통한계가격은 2012년 이후로 하락하고 있다.

본 연구에서 적용한 2015년 평균 계통한계 가격 100.59원/kWh 이외에 추가적인 영향을 파악하고자 3년 평균계통한계 가격 130.67원/kWh, 5년 평균계통한계가격 134.43원/kWh 을 적용하여 경제성을 분석하였다.

3.5 보조금에 따른 경제성 분석 방법

신재생에너지 발전은 보조금에 따라 경제성에 영향을 미칠 수 있다. 본 연구에서 설정한 재정모델은 현재 시행 중인 RPS 제도이다. 이외에도 추가적으로 보조금에 따른 경제성의 차이를 알아보고자 현재 서울에서 진행하고 있는 서울형햇빛발전 지원제도와 일본에서 진행 중인 FIT제도의 보조금을 적용하여 경제성을 분석하였다.

2016년 서울시에서 공고한 서울형햇빛발전지원제도에서는 5년간 전력 kWh당 100원의 발전차액을 지원하고 있다. 일본에서 진행되고 있는 발전차액지원제도(Feed In Tariff; FIT)는 2015년 7월 기준으로 kWh당 27엔(2016년 5월 16일 기준,

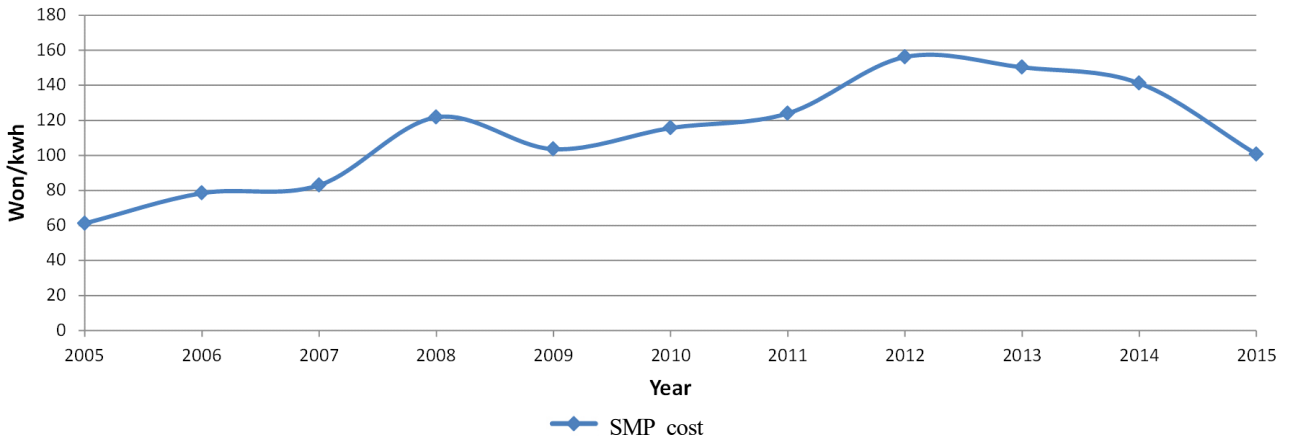


Fig. 3. SMP cost trend. (Source : Korea Power Exchange)

Table 5. Economic evaluation factor of subsidy

Classification	Subsidy
Solar power generation supporting system in Seoul	100 won/kWh
Feed in tariff in Japan	292.59 won/kWh

292.59원)을 지원하고 있으며, 이 금액을 적용하여 일본 FIT 보조금에 따른 경제적 효과를 분석하였다.

## 4. 결 과

### 4.1 태양광 설비 설치에 따른 유휴공간의 발전량

태양광발전시설 설치 용량은 ‘태양광 발전 보급 잠재량 조사를 통한 확대기반 조성에 관한 보고서’의 단위 면적당 태양광발전 설비 설치 가능 용량을 이용하였다. 연구대상지인 강서구 유휴공간의 유형 중 공공시설 이전부지와 미활용 폐교의 면적 당 태양광발전 설비 설치 용량은 0.05 kW/m<sup>2</sup>를 적용하였다. 저이용 체육시설은 문교사회 건축물로 구분되며, 단위면적당 설치 가능 용량은 0.0286 kW/m<sup>2</sup>를 적용하였다.

유휴공간의 유형별 면적에 따라 산정된 태양광발전 설비 설치 가능용량은 미활용 공공부지인 시설원예시험장 이전부지에는 8,250 kW의 태양광발전 설비를 설치할 수 있는 것으로 나타났다. 미활용 폐교인 천가초등학교 대항분교장에는 387 kW, 저이용 체육시설인 강서체육공원에는 776 kW의 태양광 발전설비를 설치할 수 있는 것으로 나타났다. 부산광역시 강서구 유휴공간에 설치 가능한 태양광 발전설비의 용량은 총 9,413 kW로 나타났다.

부산시 강서구의 유휴공간을 이용한 태양광 발전량은 RETScreen 모델 중 에너지 모델을 이용하여 산정하였다. 산정결과,

Table 6. Photovoltaic generation equipment available capacity of study site

Type	Area (m <sup>2</sup> )	Available capacity (kW)
Unused public land	165,000	8,250
Unused closing down a school	7,745	387
Low utilized sports park	236,105	776
Total	408,850	9,413

강서구 유휴공간에 태양광 발전설비 9,413 kW 설치에 따른 발전량은 9,738 MWh으로 나타났다. 추가로 온실가스 감축효과를 산정하기 위하여 공공부문 온실가스·에너지 목표관리제 운영 등에 관한 지침 [별표 4]에서 제시된 조정전력배출계수 0.46625 tCO<sub>2</sub>eq/MWh를 이용하여 태양광 발전으로 발생한 전력을 기존에 사용된 전력을 대체함으로써 얻어지는 온실가스 감축량을 산정하였다. 부산광역시 강서구 유휴공간에서 태양광 발전을 통해 감축되는 온실가스는 4,540 tCO<sub>2</sub>eq로 산정되었다. 산림청의 주요 산림수종의 표준 탄소흡수량에 따르면 30년생 소나무 1그루당 연간 6.6 kgCO<sub>2</sub>를 흡수한다. 유휴공간의 태양광 발전을 통한 온실가스 감축량은 30년생 소나무 약 68만 그루를 심는 것과 같은 효과를 보이는 것으로 나타났다.

### 4.2 경제성 분석

사례대상지로 선정한 부산시 강서구 유휴공간의 태양광 발전설비 설치 시 순 현재가치(Net Present Value)는 2,247,389,020 원으로 나타났으며, 자기자본 측면에서 세전 내부수익율은 6.9%, 자산측면에서 세전 내부 수익율은 6.9%로 나타났다. 단순상환과 자기자본회수는 약 11년 후 가능한 결과를 보였다. 시스템 적용 마지막년도가 되는 20년 후에는 16,321,672,552원의 수익을 얻을 수 있는 것으로 나타났다.

### 4.3 민감도 분석

유휴공간에서의 계통연계형 태양광 발전시설 설치에 따른 경제성 평가의 영향을 줄 수 있는 요인을 고려하고자 유지관리비용과 SMP 가격을 고려하여 민감도 분석을 수행하였다.

유지관리 비용의 차이에 따른 민감도 분석 결과, 자기자본 회수기간은 유지관리비용을 설치비용의 3%로 설정할 때 14년, 5%로 설정할 때 19년으로 나타났다. 본 연구에서 적용한 설치비용의 1%의 자기자본회수 기간 11년과 비교하였을 때 3%, 5% 각각 3년과 8년의 차이를 보였다. 순 현재가치는 설치비용의 3% 설정 시 -2,209,423,192원, 5% 설정 시 -6,666,235,404원으로 음의 값으로 나타나, 경제적인 효과가 없는 것으로 분석되었다. 이는 본 연구에서 적용한 설치비용의 1% 유지관리비용 설정 시 순 현재가치 2,247,389,020원과 비교할 때 3%, 5% 각각 약 40억원, 약 80억원의 차이를 보였다. 유지관리비용의 변동에 따라 손익분기점은 최대 8년, 순 현재가치는 최대 약 80억원의 차이를 보여 유지관리비용 적용에 따른 금액 차이가 큰 것으로 나타났다.

SMP 가격에 따른 민감도 분석 결과, 손익분기점이 되는 자기자본회수기간은 3년 평균 SMP 가격 133.37원/kWh, 5년

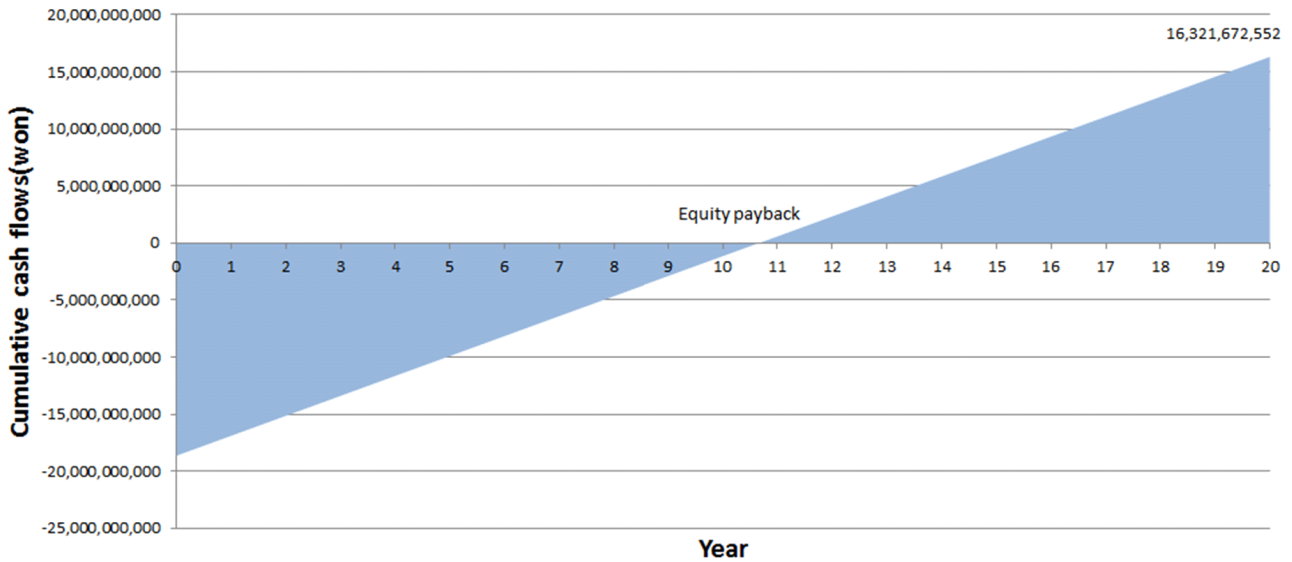


Fig. 4. Cumulative cash flows of proposed model.

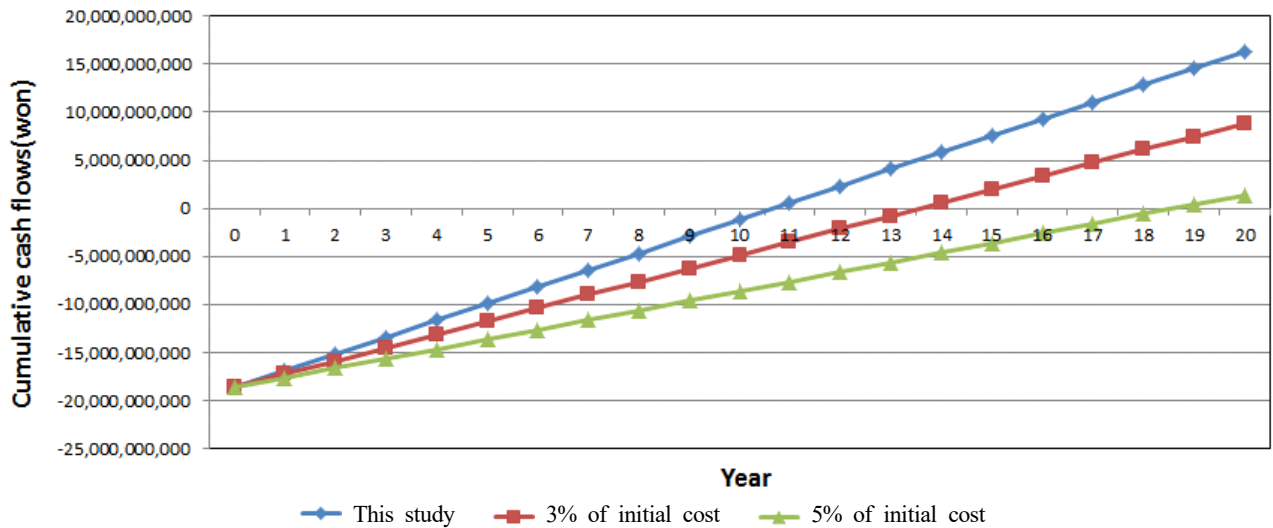


Fig. 5. Cumulative cash flows by changed O&M costs ratio.

평균 SMP 가격 125.09원/kWh으로 적용하였을 때, 모두 약 9년으로 나타났다. 본 연구에서 설정한 기준 162.11원/kWh의 자기자본회수 기간 11년과 비교할 때는 3년 평균 SMP 가격과 5년 평균 SMP 가격 모두 약 2년의 차이를 보였다.

순 현재가치는 3년 평균 SMP 가격 적용 시 약 5,747,855,141원, 5년 평균 SMP 가격 적용 시 6,185,880,350원으로 나타나 본 연구에서 적용한 SMP 가격 사용 결과인 2,247,389,020원과 비교할 때 3년 평균 SMP 가격, 5년 평균 SMP 가격 각각 35억원, 40억원의 차이를 보였다.

이러한 결과로 보았을 때, 유지관리비용 만큼의 큰 차이를 보이지 않지만, SMP 가격에 따라라도 경제성에 영향을 미치는 것으로 나타났다. SMP 가격은 2012년 이후로 점점 하락하고 있는 추세이기 때문에 SMP 가격의 변동은 추후 신재생에너지 시설의 설치 방식 중 계통연계형 발전 적용에 따른 경제성 평가 시 영향을 줄 수 있을 것으로 판단된다.

#### 4.4 보조금 적용에 따른 경제성 분석

본 연구에서 분석한 현행 RPS 제도 이외에 추가적으로 보

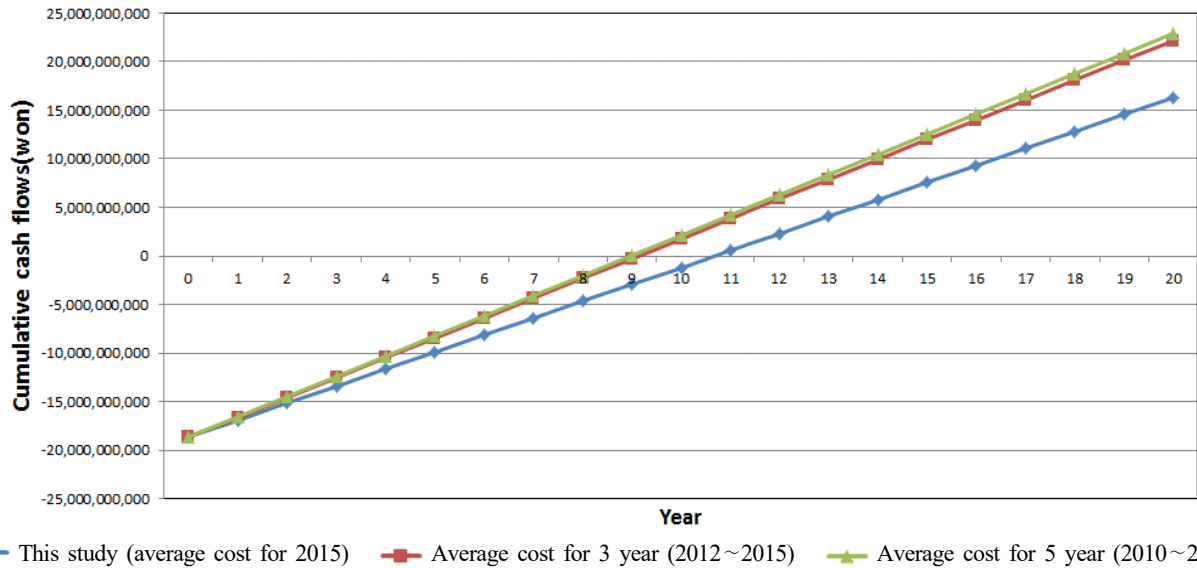


Fig 6. Cumulative cash flows by changed SMP cost ratio.

조금에 따른 경제성을 분석해 보고자 서울과 일본에서 시행하고 있는 FIT 제도의 보조금 적용에 따른 경제성을 분석해 보았다.

분석결과, 서울에서 시행하고 있는 서울형 햇빛지원제도의 보조금 적용 시 자기자본회수 기간은 약 8년, 순 현재가치는 6,405,792,042원으로 나타나, 본 연구의 자기자본 회수기간 11년과는 3년의 차이를 보였으며, 순 현재가치 2,247,389,020 원과는 약 41억원의 차이를 보였다.

일본 FIT 제도의 보조금 적용하였을 때는 자본회수 기간 4

년, 순 현재가치는 14,414,460,423원으로 본 연구의 자기자본 회수기간과는 7년, 순 현재가치는 약 120억원의 차이를 보였다.

따라서 현행 제도상에서도 경제성을 보이는 것으로 나타나지만, 보조금이 추가적으로 적용 될 시 경제적인 효과가 더욱 클 것으로 판단된다.

### 5. 결 론

최근 사용되지 않고 있는 유휴공간의 활용에 대한 논의가

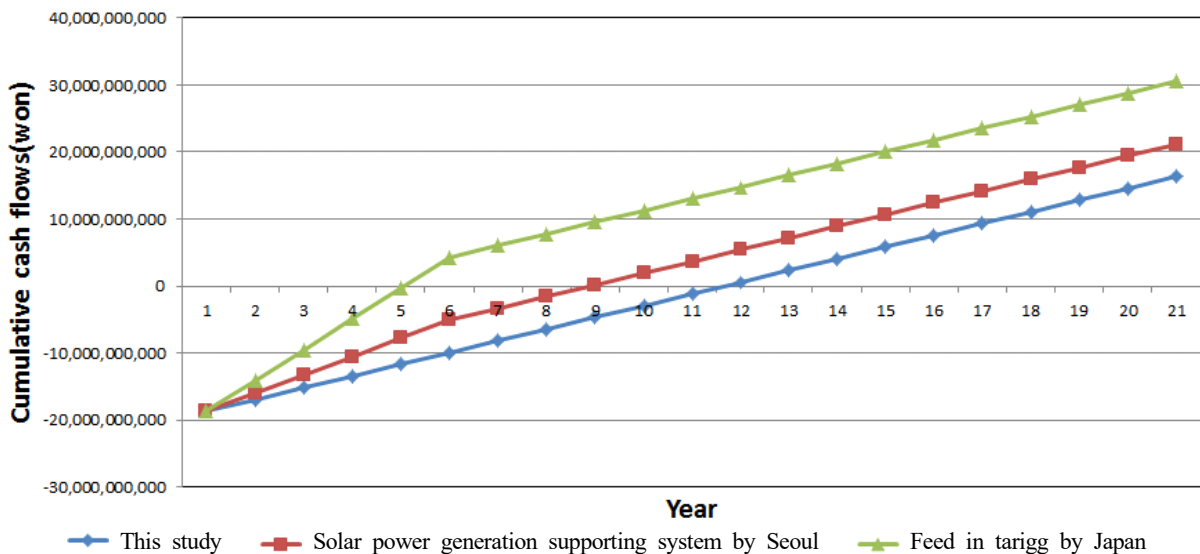


Fig 7. Cumulative cash flows of scenario analysis result.



많이 이루어지고 있다. 남아 있는 주민들 공동으로 사용할 수 있는 편의 시설로 활용, 공방으로 활용 등 다양하게 사용될 수 있다. 하지만 신재생에너지의 경우, 기후변화 대응측면에서 발전이 진행되어야 하며, 최근에 이루어진 파리협정에서도 신재생에너지에 대한 중요성이 부각되고 있다. 이에 따라 현재 국내에서도 신재생에너지 보급을 위해 많은 노력을 하고 있다. 하지만, 신재생에너지를 설치할 수 있는 공간은 한정되어 있으며, 신재생에너지 사용비용을 높이려면 더욱더 많은 공간이 필요한 상황이다. 이러한 측면에서, 본 연구에서는 설치공간을 제공할 수 있는 유희공간의 활용가능성에 대하여 살펴보았으며, 현재 활발하게 보급되고 있는 태양광 발전을 대상으로 하였다.

그리고 태양광 발전은 보급률이 높은 편이지만, 낮은 경제성과 설치 공간의 부족으로 설치 부지를 선정하는데 어려움이 있다. 태양광 발전시설은 일반 나대지, 건물의 벽면, 옥상 등 적합한 공간만 있으면 설치할 수 있다는 면에서 유희공간은 태양광 발전시설 설치 장소로서 활용 가능성을 보여주고 있다.

본 연구에서는 태양광 발전시설로 유희공간의 활용가능성을 알아보기 위해 RETScreen model을 이용하여 태양광 발전량과 경제적 효과를 분석하였다. 분석결과, 발전량은 9,738 MWh으로 나타났으며, 4,540 tCO<sub>2</sub>eq의 온실가스를 감축할 수 있는 것으로 나타났다. 이는 30년생 소나무 약 68만 그루를 심는 것과 같은 효과를 보이는 것으로 나타났다. 경제적 효과로 태양광 발전설비 설치 시 순 현재가치(Net Present Value)는 2,247,389,020원으로 나타났으며, 자기자본 측면에서 세전 내부수익율은 6.9%, 자산측면에서 세전 내부 수익율은 6%로 나타났다. 단순상환과 자기자본회수는 약 11년 후 가능한 결과를 보였다. 시스템 적용 마지막연도가 되는 20년 후에는 16,321,672,552원의 수익을 창출할 수 있는 것으로 나타났다. 유희공간의 태양광 발전시설 설치에 따른 경제적 효과는 순 현재가치 측면에서 양의 값을 보여 경제적인 효과가 있을 것으로 판단된다.

유희공간에서의 계통연계형 태양광 발전시설 설치에 따른 경제성 평가의 영향을 줄 수 있는 요인을 고려하고자 유지관리비용과 SMP 가격을 고려하여 민감도 분석을 수행하였다.

유지관리비용의 차이에 따른 민감도 분석 결과, 유지관리비용의 변동에 따라 손익분기점은 최대 8년, 순 현재가치는 최대 약 80억원의 차이를 보이는 것으로 나타나, 유지관리비용 변동에 따른 금액 차이가 크게 나는 것으로 분석되었다. SMP 가격에 따른 민감도 분석 결과, 자기자본회수기간은 최대 5년의 차이를 보였으며, 순 현재가치는 최대 40억원의 차

이를 보여 유지관리비용과 SMP 가격의 변동에 따른 경제성의 차이가 있는 것으로 나타났다. 그리고 추가로 보조금에 따른 태양광 발전시설의 경제성의 차이를 알아보고자 서울시에서 진행 중인 서울형햇빛발전지원제도와 일본에서 시행 중인 발전차액지원제도의 지원금액을 적용하여 본 연구의 분석결과와 비교해 보았다. 비교 결과, 서울형햇빛발전지원제도 적용 시 자기자본 회수는 3년의 차이를 순 현재가치는 약 41억원의 차이를 보였다. 일본 FIT 제도의 보조금 적용하였을 때는 자기자본 회수기간은 7년, 순 현재가치는 약 120억원의 차이를 보였다. 따라서 현행 제도상에서도 경제성을 보이는 것으로 나타나지만, 보조금이 추가적으로 적용될 시 경제적인 효과가 더욱 클 것으로 판단된다.

본 연구에서는 부산시 강서구를 대상으로 유희공간을 조사하고, 태양광 발전시설로의 활용가능성을 파악해 보았다. 태양광 발전 시 고려해야할 유지관리비용의 변동은 순 현재가치 감소의 값으로 나와 경제적인 효과를 기대할 수 없었지만, 서울에서 시행하고 있는 서울형햇빛발전지원제도와 같은 보조금이 주어진다면 유지관리비용의 변동(설치비의 3%, 5%)에 따른 차액(설치비의 3%시 40억원, 설치비의 5%시 80억원)을 충당할 수 있을 것으로 판단된다. 따라서 이러한 변동성에 대응하기 위해서는 서울형햇빛발전지원제도정도의 금액 또는 일본 FIT 제도에 해당되는 금액정도의 보조금이 추가적으로 지원되어야 원활하게 태양광 발전 사업을 진행할 수 있을 것이라 판단된다. 또한, 현재 태양광 에너지의 REC 가중치는 일반부지에 설치 시 0.7~1.2, 건축물 등 기존 시설물을 이용 시 1.0~1.5로 적용된다. 하지만 현행 기준으로 유희공간에 태양광 발전시설을 설치하게 된다면, 유희공간의 유형별로 기준이 다양하게 적용될 수 있어, 경제성이 달라질 수 있다. 따라서 유희공간에 설치되는 태양광 발전시설에 대한 REC 가중치 항목을 새롭게 추가하고, 기존 설치 유형보다 상향하여 적용된다면 유희공간에 태양광 발전시설의 설치를 활성화할 수 있을 것으로 판단된다. 계통연계형 발전 시 고려해야 할 SMP 가격 변동과 관련해서는 일부 금액의 차이는 보이지만, 순 현재가치가 다 양의 금액으로 나타나 SMP 가격이 크게 하락하지 않는 이상 경제적인 효과를 볼 수 있을 것으로 판단된다.

이와 같이, 현재 사용되지 않는 유희공간은 신재생에너지 발전시설로서 경제적인 효과를 기대할 수 있으며, 온실가스 감축에도 기여를 할 수 있어 지자체의 기후변화 대응 및 역량 강화에도 큰 도움이 될 수 있을 것으로 판단된다. 추후 추가적으로 다른 용도로 활용되고 있는 유희공간과의 기회비용의 비교 등의 연구를 통해 유희부지의 최적 대안을 살펴보는 연구가 진행된다면, 유희공간의 활용 계획과 관련된 의사결정에

도움이 될 수 있을 것이라 생각된다. 향후 에너지 전환시대를 고려하고 기후변화 완화대책으로서, 도시개발 진행과정 또는 사업완료 후 토지이용 적합성 평가를 통해 도시 내 유휴공간 활용에 따른 분산형 발전시스템 구축이 일반화되기를 기대한다.

## 사 사

본 연구는 2015년도 서울대학교 산학협력단의 재원으로 2015년 융복합연구과제 지원사업(No.940-20150005)의 지원을 받아 수행되었습니다.

이 연구는 환경부 기후변화특성화대학원사업의 지원으로 수행되었습니다.

## REFERENCES

- EPRI. 2010. Addressing Solar Photovoltaic Operations and Maintenance Challenges.
- Government of Korea, Renewable Portfolio Standard (RPS). 2016. 11. 10. <http://www.korea.go.kr>
- IEA. 2016. IEA Energy Technology Perspectives Deploying 2016.
- Korea Development Institute. 2008. General Guidelines for Performing a Preliminary Feasibility Study(5th).
- Korea Environment Institute. 2014. Environmental and economic evaluation of fossil fuel alternative energy sources (2): Focused on Renewable Energy Generation Resources.
- Korea Photovoltaic Industry Associations. 2011. A report on the establishment of the expansion base through the investigation of the potential of solar power generation.
- Korea Photovoltaic Industry Associations. 2016. 04. 15. Photovoltaic REC price, [http://www.kopia.asia/bbs/board.php?bo\\_table=m42](http://www.kopia.asia/bbs/board.php?bo_table=m42)
- Korea Power Exchange. 2016. 05. 15. SMP(System Marginal Price).
- Kwon JB. 2015. 05. 25. Solar photovoltaic power generation utilizing Gyeonggi-do idle land, Energy News, <http://www.energy-news.co.kr/news/articleView.html?idxno=1179>
- Lee JS, Choi BS, Lee HS, Jeon EC. 2013. A study on the feasibility evaluation of overseas wind power projects with RETScreen software. *Journal of Climate Change Research* 4(2):105-114.
- Lee SS. 2014. A study of economic feasibility in solar photovoltaic power generation business utilizing idle space (roof top) of school facilities: Focused on BOT business. A study on the master's thesis of Konkuk University.
- Ministry of Commerce Industry and Energy(MCIE). 2006. A study on the development and application of economic analysis program for new and renewable energy system.
- Park GC. 2015. 05. 25. Large-scale wind power and photovoltaic composition of west coast, today energy, <http://www.todayenergy.kr/news/articleView.html?idxno=60787>
- Ryu KD. 2015. 06. 10. FIT change, fluctuation of new and renewable energy market in Japan. *The Electronic Times*, <http://www.etnews.com/20150413000082>
- Seoul. 2015. One less nuclear power plant 2: Energy saving city Seoul.
- Seoul. 2016. Announcement of the 2016 Seoul type feed in tariff.
- Statistics Korea. 2012. Future population estimation.
- Lee SH, Choi HC, Lee DK, JO K. 2011. Economic evaluation method for photovoltaic system development using insolation data analysis. *Journal of the Korean Institute of Illuminating and Electrical Installation Engineers* 25 (10):38-46.
- Han SK, Lee HY. 2016. Analysis of the spatial distribution and characteristics of the vacant/abandoned properties: The case of Iksan. *The Korean Urban Geographical Society* 19(1):1-16. doi: <http://dx.doi.org/10.21189/JKUGS.19.1.1>
- Park YM, Hong SK, Choi AS. 2011. An economic analysis and consideration on the application of photovoltaic system for bridge nightscape energy savings at Han River in Seoul. *Journal of the Korean Institute of Illuminating and Electrical Installation Engineers* 25(1):42-49.