

주차장·옥상 유휴부지를 활용한 태양광발전 비용편익 분석: 환경·사회 편익 중심으로

고형도
서울에너지공사 연구원

김정인
중앙대학교 경제학부 교수

안경진
중앙대학교 경제학부 박사수료

Analyzing of Solar Power Generation Cost-Benefit Using Idle Sites(Parking Lot & Rooftop): Focusing on Environmental Benefit and Social Benefit

Hyung-Do Ko^a, Jeong-In Kim^b, Kyoung-Jin Ahn^c

^a Seoul Energy Corporation, South Korea

^b School of Economics, Chung-Ang University, South Korea

^c School of Economics, Chung-Ang University, South Korea

Received 25 May 2022, Revised 23 June 2022, Accepted 26 June 2022

Abstract

Purpose - This study aims to analyzing of solar power generation cost-benefit.

Design/methodology/approach - We analyzed whether there is economic feasibility by selecting parking lots and idle sites located in four areas of Seoul, Gyeonggi, Chungcheong, Jeolla, and Gyeongsang areas nationwide, and analyzing site conditions and installation capacity.

Findings - According to the results of the analysis, it was found that there is low profitability in Seoul, Gyeonggi and Chungcheong regions, where the solar radiation was not excellent even if REC is selected through the contract market. However, it is necessary to analyzed the economical validity the profitable validity including environmental benefits (greenhouse gas reduction, NOx, SOx reduction effect) and social benefits (renewable power supply) that is analyzed by income and operating costs which is occurred from electricity sales and REC sales when installing solar power generation facilities.

Research implications or Originality - In this study, economic feasibility was evaluated additionally in consideration of environmental and social benefits. In conclusion, it was shown that businesses are not economical when considering only simple financial aspects are also sufficiently economical when it is considering environmental and social benefits.

Keywords: Economic Feasibility, Environmental Benefits, Green New Deal Policy, SMP (System Marginal price), Social Benefits

JEL Classifications: Q42, Q54

* 이 논문은 제1저자 석사학위논문 중 일부를 수정·보완한 논문임.

^a First Author, E-mail: khd3786@gmail.com

^b Co-Author, E-mail: jeongin@cau.ac.kr

^c Corresponding Author, E-mail: akjakjakj@naver.com

© 2022 The Institute of Management and Economy Research, All rights reserved.

I. 서론

1. 연구의 필요성 및 목적

과거부터 현재에 이르기까지 전 세계적으로 산업발전 및 기술진보가 이루어짐에 따라 화석연료의 사용이 급격히 증가하였다. 이러한 급격한 화석연료 사용은 대기 중 온실가스 배출량을 증가시켜 기후변화 등 환경문제를 일으키고 있다. 우리나라 또한 1960년대부터 1980년대까지 급격한 산업발전 및 도시화로 온실가스 배출량이 급증하였고, 이로 인해 기후변화가 가속화되고 있다. 산업화와 인구증가 등 도시화는 다양한 대기오염물질과 온실가스를 배출하였는데 이로 인해 우리나라는 연간기온, 강수량, 자연재해 등의 다양한 기후변화에 따른 영향을 받고 있다. 특히¹⁾ 2020년 1월 겨울은 한반도에서 기상관측이 시작된 1973년 이래로 가장 따뜻한 겨울이었다. 2020년 1월 평균기온은 2.8도였으며, 이는 평년 1월 기온인 영하 1.0도보다 약 3.8도 높은 온도로 직전 최고 평균기온 기록인 1.6도(1979년)보다 1.2도가 높은 수치다. 이렇게 국내는 온실가스의 영향으로 평균기온이 증가하고 있으며 온실가스 저감 노력이 없다면 2071~2100년 서울의 겨울은 약 40일 짧아지고 여름은 약 40일 길어진다고 전망하고 있다. 즉 21세기 중 부산과 제주를 겨울이 사라질 수 있다고 전망하고 있다.

전 세계적으로는 최근 중국 남부지방 및 일본 규슈 지방에서 발생한 대규모 홍수, 인도와 네팔, 파키스탄 등에 내린 기록적인 폭우, 유럽 주요국인 영국, 스페인 등에서 기상관측 이래 최고치 온도를 기록한 폭염 등, 이와 같은 기상 이변이 지구 온난화에 따른 기후변화와 관련한 사례로 볼 수 있다. 유엔에서 발행한 2000~2019 세계 재해보고서에 따르면 지난 20년 동안 전 세계에서 7천 건 이상의 재해가 발생하였고 120만 명 이상이 사망, 약 3400여조 원의 재산피해가 발생한 것으로 집계되었다. 국내 또한 태풍, 가뭄, 폭설, 폭우 등 다양한 기후변화로 인한 피해가 발생되고 있는 실정이다.

이러한 이유로 전 세계적으로는 화석연료 사용에 따라 발생하는 다양한 문제를 해결하기 위해 다방면으로 검토가 이루어지고 있다. 그 중 온실가스 저감을 위해 깨끗한 에너지로의 전환 트렌드가 확산되고 있으며, 그 일환으로 신재생에너지가 각광 받고 있다. 태양광, 풍력, 지열, 해양에너지 등과 같은 재생에너지는 화석연료를 이용한 발전이나 원자력 발전과는 달리 공급이 무한하고 온실가스 배출이 없는 친환경 에너지원이다. 또한 대규모(GW) 시설용량으로 건설되는 석탄화력발전소나 원자력발전소와는 다르게 소규모 kW급에서 중규모 MW급 규모로 건설되기 때문에 대형사고의 가능성이 매우 낮다. 이러한 이유에서 국내외에서는 신재생에너지 보급 확대를 위한 다양한 정책을 수립하고 있다.

국내에는 신재생에너지 보급확대를 위해 1987년 최초로 「대체에너지개발촉진법」, 1997년 「대체에너지 개발 및 이용·보급 촉진법」, 2004년 「신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법」을 제정하였으며, 2002년에는 재생에너지를 이용한 전력생산 시 기준가격 보다 낮을 경우 그 차액을 보전해주는 ‘발전차액지원제도(FIT, Feed-in-Tariff)’를 도입하였다. 이 제도를 통해 태양광, 풍력 등 타 발전원 대비 상대적으로 전력생산 단가가 높은 에너지원의 이용이 활성화되었다. 2012년부터는 FIT 제도를 대신하여 500MW 이상의 발전설비를 소유한 발전사업자(의무공급자)에게 총 발전량의 일정 비율 이상을 신재생 발전을 통하여 공급하도록 의무화한 RPS(Renewable Energy Portfolio Standard) 제도를 도입하여 현재까지 시행 중에 있다.

국내에서는 2017년 12월 발표한 재생에너지 3020 이행정책 및 2020년 7월 탄소중립 사회를 향한 그린뉴딜 정책 발표 등 신재생에너지 보급확대를 위한 정책을 수립하고 있으며, 이에 따라 2017년말 기준 15.1GW인 재생에너지설비 용량(누적)을 2030년까지 63.8GW으로 확대 추진 중에 있다. 실제로 2018년 신재생에너지 누적 설비용량은 19GW로 전년 대비 21.17% 증가하였으며 2019년에는 신재생에너지 누적 설비용량은 23GW로 전년 대비 21.78% 증가하였다. 특히 태양광발전의 경우 17년 5.8GW(누적)에서 18년 8.1GW(누적)로 43% 증가, 19년 11.8GW(누적)로 51% 증가로 타 신재생발전원 대비 급격한 증가 추세를 보이고 있다.

전 세계적으로 각 국가에서는 신재생에너지 보급 확대를 위한 관련 정책을 수립하고 있으며, 글로벌

1) bbc.com(2020.2.14., ‘기후변화: 더워지는 한국, 겨울이 사라진다’ 기사 참고)

다국적 기업들 또한 기업에서 사용하는 전력의 100%를 재생에너지로 공급하겠다는 RE100(Renewable Energy 100)을 선언하고 있다. 초기 미국, 유럽기업 위주에서 중국, 인도기업 등으로 저변이 확대되고 있으며, 현재 260개 이상 기업이 자발적으로 참여하고 있다. 국제에너지기구(International Energy Agency, 이하 IEA) 전망에 따르면 세계 발전량 규모는 2016부터 2040년까지 14,520TWh 증가하고, 특히 신재생에너지원 발전량은 9,667TWh 증가하면서 전 세계 발전량 증가량의 약 3분의 2를 차지할 것으로 전망하고 있다. 국내 민간 및 공공기관 또한 신재생에너지 보급을 위해 많은 투자와 노력을 하고 있으나 최근 태양광 공급과잉으로 인한 REC단가 가격하락과 코로나 19 영향으로 LNG가격 하락에 따른 SMP 단가가 급격히 하락하고 있으며, 발전사의 REC 수의계약에 대한 정책 결정 지연, 민원발생 등으로 인해 신재생에너지 사업의 경제성이 악화되고 있다.

본 연구는 신재생에너지 보급확대를 위해 현재 신재생에너지사업 경제성 검토기준인 전력 판매, REC 판매로 발생하는 수입 및 O&M 비용, 보험료, 수수료 등의 비용을 분석하는 재무적인 측면(수익성)뿐 아니라 환경적인 편익(온실가스저감, NOx, SOx 감소효과 등) 및 사회적 편익(신재생 전력공급 편익 등) 등을 포함하여 경제성을 분석하여 공공기관의 태양광에너지 보급 확대를 위한 정책적 시사점을 제시하고자 한다.

2. 선행연구 분석

태양광 시설 보급에 따른 경제성 분석에 대한 연구는 지역별, 부지별, 산업특성에 따라 수익적인 측면, 외부효과 분석 등으로 다양하고 지속적으로 이루어지고 있다. 본 연구와 관련된 태양광발전 경제성 분석 관련 연구는 단순 수익성 측면에서만 분석한 연구와 고용유발 효과, 지역경제에 미치는 영향 등 외부효과를 분석한 연구 등 다양하게 연구되고 있으며 각 분야에서 심층적으로 수행되고 있다.

박재홍, 김삼열 (2016)은 부산 하수처리시설 9개소를 대상 부지로 선정하고 하수처리시설 내 유희부지를 활용한 태양광발전 잠재량 및 경제성을 분석하였다. 19개소 태양광 설치 시 정부 지원이 없는 경우 B/C, NPV, IRR을 조사하여 경제성이 없는 것으로 분석하였다. 정부 지원이 20%의 경우 14개소에서 경제성이 있었고 40% 지원이 있을 때는 17개소가 경제성이 있는 것으로 보았다.

장태문, 김경남 (2018)은 군 유희부지 대상으로 태양광 설비 설치 시 B/C, NPV, IRR 등 경제성을 분석하였다. 완공된 병영시설 지붕을 활용하였으며, 강원도 소재 군사시설을 대상으로 1MW급으로 분석하여 경제성이 있는 것으로 보았다.

김윤경 (2013)은 산업연관표와 고용표를 활용하여 태양광발전설비 제조산업의 부가가치유발효과, 고용유발효과, 피용자보수유발효과 등 태양광발전설비 설치에 따른 외부효과를 분석하였다. 부가가치 유발효과는 최종수요 10억 원에 대해 503.8백만 원, 피용자보수유발효과는 170.6백만 원, 고용유발효과는 2.9명으로 보았다.

변장섭, 정봉현 (2011)은 태양광발전시설의 투자에 따른 지역경제에 미치는 효과를 분석하였다. 지역산업연관표를 활용하여 전국 16개 시도별 생산과급효과와 취업과급효과를 분석하였다.

조가영, 이재석 (2018)은 서울시 내 공공시설 또는 지자체 소유부지를 대상(7개소)으로 태양광발전설비 설치에 대한 NPV, B/C 분석 등 경제성을 분석하였으며, 환경적인 편익을 추가로 반영하였다. 기존 경제성이 없는 부지도 환경편익을 반영하여 검토한 결과 경제성이 있는 것으로 보았다.

기존 선행연구는 각 부지별 재무성 평가를 하는 측면이 대부분이거나 태양광 보급에 따른 외부효과(지역경제 미치는 영향, 고용유발효과, 외부편익 등)를 주로 다루었다. 본 연구에서 기존 연구와 차별되는 부분은 태양광 시설 설치에 따른 재무성 평가뿐 아니라 환경 및 사회적 편익을 추가하여 분석하였으며 전국을 권역별로 나누어서 각 지역별 일사량을 반영한 기준을 추가로 분석했다는 점에서 기존의 연구와 차이가 있다고 볼 수 있다.

II. 태양광발전 경제·환경·사회성 분석

1. 분석방법

1) 경제성 분석 방법론

경제성 분석을 위하여 기본적으로 현금흐름할인모형(DCF, Discount Cash Flow)을 사용하여 (1) 순현재가치법(NPV, Net Present Value Method) (2) 내부수익률법(IRR, Internal Ratio of Return), (3) 수익성지수법 (PI법, Profitability Index Method), (4) 회수기간법(PBP법, Pay-back Period Method)으로 재무성을 분석하며, 사회·환경적인 편익(온실가스 저감효과, NOx, SOx 감소효과 등) 및 사회적인 편익(전력공급편익) 등을 포함하여 (5) B/C(Benefit-Cost Analysis) 분석을 수행한다.

(1) 순현재가치법 (NPV, Net Present Value Method)

순현재가치란 투자로 인한 유출현금과 장래에 발생이 예상되는 유입 및 유출현금흐름의 차액인 순현재흐름을 할인율(최소요구수익률, 가중평균자본비용²⁾+위험률)로 할인된 순현재 현금 합으로서 평가하는 방법으로 NPV가 0보다 크면 경제성이 있다고 판단하는 방법이다. 단일안인 경우 순현재가치가 0보다 크면 경제성이 있다고 판단하며, 복수안의 경우 순현재가치가 가장 큰 대안으로 선택한다.

$$NPV = \sum_{n=0}^T \frac{CF_n}{(1+r)^n}$$

여기서, NPV: 순현재가치

CFn: n년도의 순현재 현금 흐름

T: 사업의 내용 년 수

r: 기준할인율

(2) 내부수익률법 (IRR법: Internal Rate of Return Method)

미래의 각 일정 기간에 예상되는 현금유입(Cash in Flow)과 현금유출(Cash out Flow)을 산출하고, 산출된 잉여현금흐름의 현재가치를 일치하게 하는 할인율로서 일반적으로 내부수익률이 바라고 있는 최저 필수 수익률(Minimum Attractive Rate of Return)보다 높으면 사업성이 있다고 판단하며, 공익사업의 경우에는 내부수익률이 할인율(사회적 할인율)을 초과할 때 경제성이 있는 것으로 판단한다. 단일 투자안인 경우 내부수익률이 할인율(기준 투자수익률)보다 높은 경우 사업성이 있다고 판단하고, 2개 이상의 복수안인 경우 내부수익률과 비교하여 상대적으로 높은 투자안을 선택한다.

$$\sum_{t=0}^n \frac{I_t}{(1+r)^n} = \sum_{t=0}^n \frac{Q_t}{(1+r)^n}$$

여기서, It: t년도에 투자로부터 기대되는 현금 유입액

Qt: t년도에 소요되는 투자 지출액

n: 기간

r: 내부수익률

2) 가중평균자본비용(WACC, weighted average cost of capital): 타인자본비용 및 자기자본비용을 가중평균하여 산정함.

(3) 수익성지수법 (PI법, Profitability Index Method)

투자안으로부터 발생하는 현금유입의 현재가치를 현금유출의 현재가치로 나눈 값을 말하는 것으로, PI가 1보다 크면 투자안을 채택하며 경제성이 있다고 판단한다, 여러 투자안이 있는 경우에는 PI가 1보다 큰 투자안 중 PI가 큰 순서로 선택한다.

$$PI = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{Bt}{(1+r)^t}}{\sum_{t=1}^n \frac{Ct}{(1+r)^t}}$$

여기서, Bt: t시점에서의 유입현금흐름
 Ct: t시점에서의 유출현금흐름
 r: 할인율

(4) 회수기간법(PBP법, Pay-back Period Method)

투자 시점에 발생한 투자비용을 회수하는데 소요되는 기간을 산출한 것으로, 투자설비의 수명기간이 투자회수기간 보다 충분히 긴 경우 또는 목표회수기간 보다 짧으면 경제성이 있는 것으로 볼 수 있다. 이 방법은 타당성을 쉽게 평가가 가능하다는 장점이 있으나 회수기간 이후의 현금흐름을 고려하지 못하는 문제점과 화폐의 시간가치를 반영하지 못한다는 단점이 있어 주로 타 평가 지표의 보조지표로써 사용된다.

(5) 비용편익분석(B/C분석, Benefit-Cost Analysis)

투자로 인한 비용과 편익을 산정하고 이를 할인율로 할인하여 비용과 편익의 현재가치를 계산한다. 이렇게 산정된 비용 현재가치에 대한 편익의 현재가치의 비율을 구한 다음 이 비율을 구하고 그 비율을 기준으로 투자사업의 경제성을 판단하는 방법이다. B/C가 1보다 크면 경제성이 있다고 판단한다, 본 연구에서는 PI에서 산정된 재무성 평가에서 환경적인 편익(온실가스 저감효과, NOx, SOx 감소효과 등) 및 사회적인 편익(전력공급편익 등)을 포함하여 경제성을 평가한다.

$$B/C_{ratio} = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{Bt}{(1+r)^t}}{\sum_{t=1}^n \frac{Ct}{(1+r)^t}}$$

여기서, Bt: t시점에서의 편익
 Ct: t시점에서의 비용
 r: 할인율

2) 편익추정 방법

발전사업으로 발생하는 편익은 개별 사업자의 입장에서 발생하는 생산된 전력의 판매수입, RPS(REC판매)에 따른 수익 등 수익성(재무성)뿐 아니라 국가 전체적인 입장에서 환경적인 편익(온실가스저감, NOx, SOx 감소효과 등)및 사회적인 편익(신재생 전력공급 편익 등) 등을 포함하여 편익을 추정해야 한다. 일반적으로 신재생에너지 설비 건설사업으로 발생하는 수익 및 편익은 첫째 신재생에너지 발전사업을 발전된 전력을 전력계통에 공급하여 발생한 전력량에 대한 '전력공급'과 둘째 깨끗한 에너지 보급을 통한 '온실가스 감축'으로 구분할 수 있다.

(1) 전력공급 항목³⁾

2년마다 수립하는 전력수급기본계획에서 제시된 전력수요 및 공급내용을 확정적으로 보고 추가 신규 수요를 확인 및 폐지되는 설비를 대체로 보기는 어렵기 때문에 현재 타 발전소를 통해 공급하고 있는 전력을 태양광으로 대체하여 수요자에게 공급한다는 가정만 성립된다.

전기사업법 제31조(전력거래)에 의거하면 발전사업자 및 전기판매사업자는 제43조(전력시장운영규칙)에 따른 전력시장운영규칙으로 정하는 바에 따라 전력을 거래해야 한다. 전력계통의 운영 절차와 방법에 관한 사항에 따르면 신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법 제2조 제1호에 따른 신재생에너지를 이용하여 생산한 전력은 전기판매사업자(한국전력 등)가 우선적으로 구매할 수 있다고 되어 있다. 특히 국내와 같이 연료비 등이 반영되는 변동비 반영 전력시장에서 연료비가 제로에 가까운 신재생에너지(태양광, 풍력 등)는 동일 지역 내 한계발전기(화력발전 등)를 대체한다고 가정할 수 있을 것이다.

즉 사회편익(전력공급편익)에 대한 가정은 다음과 같은 사례로 분석될 수 있다. 예를 들어 총 10MW급의 전력을 화력발전기를 이용한 A발전소(10MW)를 통해 공급하고 있는 상황에서 추가전력수요 및 A발전소의 폐지계획도 없고 신규 신재생에너지설비 B발전소(10MW)가 추가로 설치되어 발전한다면 A설비 혹은 B설비를 통해 전력이 공급될 것이다.

사회적인 전체적인 측면에서 보면, 소비자는 화력 설비인 A발전소를 통해 전력을 공급받던 신재생설비인 B발전소를 통해서 전력을 공급받던 어떤 발전설비를 통해 전력을 공급하든지 소비자 후생에는 영향을 미치지 않는다. 이러한 이유로 단순한 이전으로 볼 수 있기에 신재생에너지 사업을 통한 추가적인 소비자 편익 증감은 없다. 다만, 화력발전기 설비를 신재생에너지 설비로 대체한다면 기존 화력설비에서 들어가고 있던 연료비와 관리운영비 절감은 편익으로 검토 가능하다. 즉, 신재생에너지 사업을 통해 전력이 생산됨으로써 연료비는 거의 들지 않기 때문에 SMP 단가를 결정하는 한계발전기 만큼의 사회적 비용 절감 부분만큼 편익으로 반영할 수 있다고 볼 수 있다.

결론적으로 신재생에너지 설비 설치를 통해 화력발전설비(한계발전기)를 대체한다면 사회적 편익은 이에 따른 연료비와 유지관리비 절감으로 볼 수 있으며 이는 전력공급량과 전력계통의 SMP를 감안하여 산정할 수 있을 것이다.

(2) 온실가스 감축 항목

온실가스 저감 감축과 관련하여 태양광 발전사업에서 얻을 수 있는 수익은 신재생인증서 (RPS)거래에 따른 수입과, 온실가스 배출권 거래에 따른 수입이 있다. 우선 RPS 제도에서는 500MW 이상의 발전설비를 소유하고 있는 발전사업자(공급의무자)들은 총발전량 중 일정량 수준 이상을 신재생에너지 전력으로 공급하도록 의무화하고 있다. 공급의무자는 신재생에너지 공급 의무화 목표를 달성하기 위해 직접 신재생에너지를 설치하여 전력을 공급하거나, 신재생에너지 발전사업자를 통해 REC를 구매하여 목표를 채울 수 있다. 이와 같이 온실가스 배출권을 판매하는 것과, REC판매에 따른 수익이 생기면 이는 수익성으로 평가할 수 있을 것이다.

REC판매수입 및 배출권판매 수입 이외에 경제적 산정을 위한 편익 산출을 위해서는 다음과 같이 생각해 볼 수 있다. 신재생에너지 발전기가 계통에 추가되고 이로 인해 화석연료 사용 발전기의 발전량이 감소되면 온실가스 배출이 줄어들 것이므로 이에 따른 편익을 고려할 수 있다. 이와 같은 온실가스 배출 저감에 의한 환경적 편익은 온실가스 배출을 저감하는데 소요되는 비용으로 생각해 볼 수 있다. 이러한 이유로 온실가스 저감비용의 경우 전력수급계획 등 다양한 저감 비용을 제시하고 있다. 제7차전력수급 계획에서는 10,000원/tCO₂ 적용 시, 25,000원/tCO₂ 적용 시에 따른 환경비용을 산출했으며, 최근 국내 배출권 거래 현황(ETS INSIHT, Vol29 참고)을 보면 올해 4월 톤당 40,500원 까지 상승했다가 최근에는 코로나19로 인한 경기불황으로 온실가스 배출량이 평년 대비 감소할 것으로 예상되면서 9월 30일 종가 기준으로 22,300까지 하락하여 2만원대에서 거래가 지속되고 있는 상황이다. 온실가스 저감을 위한 환경적 비용의 중요성이 높은 만큼 환경비용을 산출하기 위한 지속적인 연구가 계속되고 있으나, 본 연구에서 온실가스

3) KDI 공기업 준정부기관 사업 예비타당성조사 수행을 위한 일반지침 연구(2013.3) 참고

저감 비용의 단위당 가격을 일괄적으로 설정하기 어렵기 때문에 일관성 있는 분석을 위해서는 제7차 전력수급기본계획에서 제시한 환경비용을 기준으로 분석하고자 한다.

(3) 사회편익(전력공급편익) 산정

태양광 발전소 건설에 따른 사회편익(전력공급 대체편익)을 평가하기 위해서는 다양한 요인의 검토가 필요하다. 예를 들어 전력공급과 수요, 연료비산정 등에 대한 설정이 필요하다. 즉, 전력수요추정, 연도별 공급계획, 계통한계가격(System Marginal Price: SMP) 추정 등이 필요하며, 최종적으로 전력공급편익은 설비의 이용률을 반영한 설비의 연간 발전량과 연도별 SMP를 바탕으로 다음과 같은 산식으로 산출된다.

[사회편익(전력대체편익) 산출 방법]

$$\begin{aligned} \text{전력대체편익} &= \text{연도별 SMP(원/kWh)} \times \text{연간발전량(MWh)} \\ * \text{연간발전량(MWh)} &= \text{총 설비용량(MW)} \times \text{이용률(\%)} \times 8,760(\text{h}) \end{aligned}$$

전력수급기본계획에서 제시된 전력 수요 및 공급 내용이 확정되어 있다고 보고, 신규 태양광 발전설비에 서 생산된 발전량이 화력발전(한계발전기) 발전설비에서 생산된 발전량을 대체한다고 예상할 수 있다. 이러한 논리가 적용된다면 태양광 발전설비는 연료비가 발생하지 않으므로 태양광발전량 증가분에 해당하는 발전량을 생산하기 위하여 타 발전설비에서 사용하는 연료비를 절감할 수 있다.

즉, 현재 운영중인 전력시장의 정산방법을 보면, 태양광발전 사업을 통해 전력이 생산됨으로써 계통한계 가격(System Marginal Price: SMP)을 결정하는 한계발전기의 발전비용만큼의 사회적 비용 절감이 가능한 것으로 볼 수 있다.

결론적으로 신재생에너지 발전설비 설치에 의한 사회적 편익(전력공급편익)은 태양광발전기를 한계발전기로 대체되는 것으로 볼 수 있으며, 이로 인한 연료비와 유지관리비 절감은 전력생산량과 SMP를 감안하여 편익으로 고려할 수 있다. 물론 기존에 작동 중인 화력설비가 태양광발전기로 교체된다면, 유휴설비로 인한 비용이 발생하는 등 추가적인 효과를 반영해야하나 여기서는 이러한 부(-)의 편익은 별도로 감안하지 않고 분석한다. 본 연구에서 태양광발전사업은 태양광 모듈의 효율감소는 매년 0.6%로 가정하며, 연평균 SMP는 100원/kWh를 적용하여 분석하고자 한다.⁴⁾

(4) 환경편익 산정

온실가스 저감과 관련하여 신재생에너지 사업에서 발생하는 편익은 배출권 거래 등 시장에서 확보할 수 있는 경제적 수익 외에 신재생에너지 발전량이 계통에 추가됨으로써 화석연료 사용 발전기의 발전량이 감소됨에 따라 발생하는 온실가스 배출 저감 편익을 고려할 수 있다. 이러한 환경편익은 신재생에너지 공급으로 인한 오염물질(SOx, NOx, 분진) 환경비용 저감 및 온실가스 배출비용 저감 등이 있다. 환경편익을 산정하기 위해서는 오염물질 환경비용 및 온실가스 배출비용을 산정해야 하는데 이는 제7차 전력수급계획에서 제시한 다음의 기준을 적용하여 분석한다.

4) PV시스템의 경우 모듈의 특성상 연차별 효율 저하가 발생하며, 주요 모듈 제작사에서 제공하는 효율은 25년간 약 80% ~ 85%의 손실을 보증하는 경우가 일반적이며, 일부 제품은 약 90%까지 보증하기도 하나 본 연구에서는 일반적으로 모듈 제작사가 보증하는 보증치 85%/25년을 기준으로 연간 약 0.6% 손실 저하를 적용하였다. 또한, 2018년 한국전기연구원 '신재생에너지 공급인증서 중장기 가격전망 분석' 보고서에서 분석한 SMP 단가 예측치(2040년 까지) 및 최근 10년간 연도별 SMP 단가를 참고하여 평균치인 100원/kWh를 적용한다.

Table 1. 전원별 단위당 환경비용 및 탄소배출권가격 추정 결과 (단위: 원/kWh)

	구분	석탄	LNG	유류
온실가스 배출비용	10,000원/tCO ₂ 적용시	7.59	3.27	6.18
	25,000원/tCO ₂ 적용시	18.97	8.18	15.45
환경비용	SO _x	5.21	-	7.56
	NO _x	3.06	2.38	6.07
	분진	1.16	-	0.94
	소계	9.43	2.38	14.57

Source: 제7차 전력수급기본계획

여기서 태양광발전으로 인하여 저감되는 환경편익은 석탄발전소를 대체하는 것인지 아니면 LNG복합발전소를 대체하는 것인지에 따라 달라질 수 있으며, 온실가스 배출비용도 적용 가격에 따라 차이가 발생할 수 있다. 본 연구에서는 전력수급기본계획에서 적용한 25,000원/tCO₂의 배출권 가격을 반영하며, 석탄과 LNG발전 대체 효과를 각각 구분하여 분석한다.

2. 대상지 선정 및 분석과정

1) 대상지 선정

분석 대상 부지는 신규부지를 개발하는 것이 아니라 기존 사용하고 있는 공간을 활용한 유희부지(마트 주차장 및 옥상)를 활용한 주차장 지붕형 태양광 구조로 검토하고 한다. 본 연구는 사회적 편익과 환경적 편익을 고려하여 분석하기에 유희부지를 활용한 태양광 모델이 적합하다. 위에서 언급한 바와 같이 신재생에너지 설비 설치를 통해 화력발전설비(한계발전기)를 대체한다면 사회적 편익은 이에 따른 연료비와 유지관리비 절감으로 볼 수 있으며, 환경편익은 신재생에너지 공급으로 인한 오염물질(SO_x, NO_x, 분진) 환경비용 저감 및 온실가스 배출비용 저감 등이 있다. 이와 유사하게 신규부지를 개발하는 것보다 유희부지를 활용하는 것이 신규부지 개발에 따라 발생하는 개발비용 절감과 환경파괴를 줄일 수 있다는 점에서 사회적 편익과 환경적 편익을 얻을 수 있다. 따라서 기존 부지를 활용한다는 측면에서 환경 훼손은 최소화 가능하고 국토가 좁은 우리나라에 가장 적합한 태양광 모델이라 할 수 있다.

본 연구를 위해 전국 4개 권역(서울·경기권, 충청권, 전라권, 경상권)으로 나누어 각 지역에 위치한 유희부지(마트 주차장 및 옥상)를 대상으로 태양광 설치를 가정하여 검토하고자 한다. 서울·경기권에는 경기도 시흥시 정왕동 1366-4에 위치한 대형마트(시화점) 주차장 및 옥상, 충청권에는 충청북도 청주시 상당구 용암동 2634에 위치한 대형마트(상당점) 주차장, 전라권은 전라북도 전주시 완산구 효자동2가 1234-3에 위치한 대형마트(전주점) 주차장, 경상권은 울산광역시 남구 달동 830-1에 위치한 대형마트(울산점) 주차장을 대상으로 선정한다.

각 권역별 대상 부지에 배치할 경우 서울·경기권 설치용량은 약 336kW(400W×840장), 충청권 설치용량은 150kW(400W×375장), 전라권 설치용량은 180kW(400W×450장), 경상권 설치용량 666kW(400W×1,665장)로 분석되었다.

2) 대상지 검토

(1) 대상 부지별 기후자료

대상 부지별 기후자료는 기상청 과거 20년 데이터를 참고하였다. 서울·경기권 부지의 경우 수원시 기후자료를 참고하였으며 평균기온은 12.55도, 평균 강수량은 1,339mm, 연간일사량은 4,757MJ/m², 평균풍속은 1.82m/s로 나타났다. 충청권은 청주시 기후자료를 참고 하였으며, 평균기온은 13.18도, 평균 강수량은 1,247mm, 연간일사량은 4,852MJ/m², 평균풍속은 1.59m/s, 전라권은 전주시 기후자료를 참고

하였으며 평균기온은 13.75도, 평균 강수량은 1,290mm, 연간일사량은 4,895MJ/m², 평균풍속은 1.82m/s, 경상권은 울산시 및 부산시 기후자료를 참고하였으며 평균기온은 14.46도, 평균 강수량은 1,264mm, 연간일사량은 5,076MJ/m², 평균풍속은 2.18m/s로 조사되었다.

3) 분석가정

할인율은 일반적으로 기업이 자체 투자사업의 경제성을 평가할 경우 활용하는 할인율(요구수익률)인 가중평균자본비용(WACC: Weighted Average of Cost of Capital)을 적용하지 않고 본 연구에서는 정부 및 공공기관에서 적용하는 기획재정부지침 “예비타당성조사 수행 총괄지침(2019.5.1.)”을 따르고자 한다.

기획재정부의 '예비타당성조사 수행 총괄지침⁵⁾' 4절 경제성 타당성 평가-제50조(사회적 할인율)에 따르면 사회적 할인율은 4.5%를 적용하고 다만 분석기간이 30년 이상인 철도와 수자원 사업은 운영 30년 동안은 4.5%를, 그 이후에는 3.5%의 할인율을 적용하도록 되어있다. 또한 제55조(재무성 분석의 기준)에 따르면 재무적 할인율은 시장이자율과 사업위험 등을 고려하여 신중하게 결정하여야 하며, 예비타당성조사에서는 4.5%를 실질 재무적 할인율로 사용한다. 본 연구에서는 B/C분석을 위한 할인율인 사회적할인율은 4.5%, 기타 재무성 평가를 위한 할인율은 재무적 할인율 또한 4.5%를 사용하여 분석한다.

그 외 비용에 해당하는 총사업비와 운영비는 다음 <Table2>과 <Table3>와 같다.

Table 2. 총사업비 산출 (단위: 백만원)

항목	세부항목	서울·경기권 (336kW)	전라권 (180kW)	충청권 (150kW)	경상권 (666kW)
1.태양광공사비	(1) 주요 기자재	191.5	102.6	85.5	379.6
	(2) 구조물공사	184.8	99	82.5	366.3
	(3) 전기공사	80.6	43.2	36	159.8
	(4) 계통연계비용	33.1	16	13.3	59.9
	(5) 인허가	6	6	6	6
	(6) 설계	2.5	2.5	2.5	5
2.부대경비	(7) 사용전검사수수료	0.4	0.3	0.3	0.6
	(8) 조립보험료	1.9	1	0.8	3.7
3.예비비	(9) 감리비	12.7	6.9	5.8	24.9
	(10) 예비비	5.2	2.8	2.4	10.1
4.금융비용	(11) 금융주선수수료	8.3	4.5	3.8	16.3
	(12) 건설이자(미반영)	-	-	-	-
5.총사업비	합계	530	288	242	1,038

Table 3. 운영비 산출 (단위: 백만원)

항목	서울·경기권 (336kW)	전라권 (180kW)	충청권 (150kW)	경상권 (666kW)
1. 운영관리비용	6.7	3.6	3.0	13.3
2. 부지임대료	8.4	4.5	3.8	16.7
3. 보험료	1.5	0.8	0.7	2.9
4. 기타수수료	1.0	0.5	0.5	2.0
5. 합계(총사업비 대비 비중)	17.6 (1.74%)	9.4 (1.71%)	7.9 (1.73%)	34.9 (1.76%)

5) 국가재정법 제38조 및 예비타당성조사 운용지침 제40조에 따른 예비타당성조사를 수행함에 있어 조사의 일관성 제고를 위해 필요한 예비타당성조사 수행절차, 분석방법 및 기준 등에 관한 사항을 명확히 규정함을 목적

3. 분석결과

1) 잉여현금흐름(FCF, Free Cash Flow)분석

잉여현금흐름은 상기에서 가정한 기본조건으로 반영하였으며 SMP 및 REC 단가의 경우 2020년 하반기 RPS 고정가격계약 경쟁 입찰 결과에 따른 입찰 평균단가를 기준으로 분석하였다. 각 권역별 잉여현금흐름을 분석해 본 결과 서울·경기권 잉여현금흐름은 20년간 약 783백만원, 전라권은 약 447백만원, 충청권은 약 346백만원, 경상권은 1,689백만원으로 분석되었다.

Table 4. 서울·경기권 잉여현금흐름 (단위: 백만원)

구분	1년차	2년차	3년차	4년차	5년차	6년차	7년차
현금유입	65	65	65	64	64	64	63
현금유출	20	20	20	21	21	21	21
잉여현금흐름	46	45	44	44	43	42	42
구분	8년차	9년차	10년차	11년차	12년차	13년차	14년차
현금유입	63	62	62	62	61	61	61
현금유출	22	22	22	23	23	23	24
잉여현금흐름	41	40	40	39	38	37	37
구분	15년차	16년차	17년차	18년차	19년차	20년차	합계
현금유입	60	60	59	59	58	58	1,235
현금유출	24	24	25	25	25	26	452
잉여현금흐름	36	35	35	34	33	32	783

Table 5. 전라권 잉여현금흐름 (단위: 백만원)

구분	1년차	2년차	3년차	4년차	5년차	6년차	7년차
현금유입	37	37	36	36	36	36	35
현금유출	11	11	11	11	11	11	12
잉여현금흐름	26	26	25	25	24	24	24
구분	8년차	9년차	10년차	11년차	12년차	13년차	14년차
현금유입	35	35	35	34	34	34	34
현금유출	12	12	12	12	12	13	13
잉여현금흐름	23	23	23	22	22	21	21
구분	15년차	16년차	17년차	18년차	19년차	20년차	합계
현금유입	34	33	33	33	33	32	692
현금유출	13	13	13	13	14	14	244
잉여현금흐름	21	20	20	20	19	19	447

Table 6. 충청권 잉여현금흐름 (단위: 백만원)

구분	1년차	2년차	3년차	4년차	5년차	6년차	7년차
현금유입	29	29	29	29	28	28	28
현금유출	9	9	9	9	9	9	10
잉여현금흐름	20	20	20	19	19	19	18
구분	8년차	9년차	10년차	11년차	12년차	13년차	14년차
현금유입	28	28	28	27	27	27	27
현금유출	10	10	10	10	10	10	11
잉여현금흐름	18	18	18	17	17	17	16
구분	15년차	16년차	17년차	18년차	19년차	20년차	합계
현금유입	27	26	26	26	26	26	548
현금유출	11	11	11	11	11	11	202
잉여현금흐름	16	16	15	15	15	14	346

Table 7. 경상권 잉여현금흐름 (단위: 백만원)

구분	1년차	2년차	3년차	4년차	5년차	6년차	7년차
현금유입	138	137	136	135	135	134	133
현금유출	40	41	41	42	42	43	44
잉여현금흐름	98	97	95	94	92	91	89
구분	8년차	9년차	10년차	11년차	12년차	13년차	14년차
현금유입	132	131	131	130	129	128	127
현금유출	44	45	45	46	47	47	48
잉여현금흐름	88	87	85	84	82	81	80
구분	15년차	16년차	17년차	18년차	19년차	20년차	합계
현금유입	126	125	125	124	123	122	2,602
현금유출	48	49	50	50	51	51	914
잉여현금흐름	78	77	75	74	72	71	1,689

2) 수익성 지표 결과

전라권 및 경상권의 경우는 수익성이 있는 것으로 분석됐으나, 서울·경기 및 충청권은 수익성이 없는 것으로 분석되었다. 다음과 같은 결과가 나타난 이유는 전라권 및 경상권의 경우 서울·경기 및 충청권에 비해 일사량이 좋아 상대적으로 태양광 효율이 높게 나타났고 발전시간이 높아 수익이 더 좋은 것으로 분석되었다.

Table 8. 권역별 수익성 지표

구분	NPV(백만원)	IRR(%)	PI	회수기간(년)
서울·경기권	-7백만원	4.33%	0.99	12.7년
전라권	10백만원	4.94%	1.04	12.0년
충청권	-11백만원	3.93%	0.95	13.2년
경상권	87백만원	5.51%	1.08	11.5년

Notes: NPV > 0, IRR > 4.5%(재무적할인율), PI > 1일 경우 수익성 있음

3) 민감도 분석

민감도 분석은 태양광 설치에 따른 장기 여건에 변화에 대한 리스크를 분석하기 위함이며, REC가중치 변경에 따른 수익성 변동, 발전 시간, 공사비 변동에 따른 수익성 변화, 최근 REC현물가 및 SMP 단가 반영 시 수익성 변동을 분석하고자 한다.

REC가중치 변경 시(1.5→1.7) 서울·경기권 및 충청권의 경우 수익성 확보가 가능한 수준으로 조정되었다. 또한 가중치가 1.3이하로 하락 시에는 경상권 이외 모든 부지의 경우 수익성 확보가 어려운 상황으로 분석되었다.

발전 시간 10%이상 하락 및 공사비 10%이상 증가 시 모든 부지가 수익성이 없으며, 특히 최근 기준 REC 및 SMP 단가를 반영할 경우 모든 부지의 수익성이 없는 것으로 분석되었다.

4) 환경·사회적 편익 분석

상기 편익추정 방법에서 제시했듯이 환경편익은 신재생에너지 보급이 늘어남에 따라 석탄발전, LNG발전 대체를 통한 환경오염물질 비용저감, 온실가스 배출비용 저감 효과를 분석하고 사회편익은 신재생에너지 공급으로 인한 발전비용 저감효과를 반영하여 분석한다.

Table 9. 환경편익 분석(석탄발전 대체) (단위: 백만원)

구분	서울·경기권	전라권	충청권	경상권
1년차	12	7	5	25
2년차	12	7	5	25
3년차	12	7	5	25
4년차	12	7	5	25
5년차	12	7	5	24
6년차	12	7	5	24
7년차	12	7	5	24
8년차	12	7	5	24
9년차	12	7	5	24
10년차	12	6	5	24
11년차	11	6	5	23
12년차	11	6	5	23
13년차	11	6	5	23
14년차	11	6	5	23
15년차	11	6	5	23
16년차	11	6	5	23
17년차	11	6	5	23
18년차	11	6	5	23
19년차	11	6	5	22
20년차	11	6	5	22

Table 10. 환경편익 분석(LNG발전 대체) (단위: 백만원)

구분	서울·경기권	전라권	충청권	경상권
1년차	5	3	2	9
2년차	5	3	2	9
3년차	4	3	2	9
4년차	4	3	2	9
5년차	4	2	2	9
6년차	4	2	2	9
7년차	4	2	2	9
8년차	4	2	2	9
9년차	4	2	2	9
10년차	4	2	2	9
11년차	4	2	2	9
12년차	4	2	2	9
13년차	4	2	2	9
14년차	4	2	2	9
15년차	4	2	2	9
16년차	4	2	2	8
17년차	4	2	2	8
18년차	4	2	2	8
19년차	4	2	2	8
20년차	4	2	2	8

Table 11. 사회편익 분석(전력공급편익) (단위: 백만원)

구분	서울·경기권	전라권	충청권	경상권
1년차	43	24	19	88
2년차	43	24	19	88
3년차	43	24	19	87
4년차	42	24	19	86
5년차	42	24	19	86
6년차	42	23	19	86
7년차	41	23	18	85
8년차	41	23	18	84
9년차	41	23	18	84
10년차	41	23	18	83
11년차	40	23	18	83
12년차	40	23	18	82
13년차	40	22	18	82
14년차	40	22	18	81
15년차	39	22	18	81
16년차	39	22	17	80
17년차	39	22	17	80
18년차	39	22	17	79
19년차	38	22	17	78
20년차	38	21	17	78

5) 환경편익을 반영한 B/C분석

분석결과에 따르면 환경편익(석탄발전 대체, LNG발전 대체), 사회편익(전력공급편익)을 반영한 B/C 분석의 경우 권역별 모두 경제성이 있는 것으로 분석되었다. 또한, REC 현물가를 반영하더라도 환경편익(석탄발전 대체, LNG발전 대체), 사회편익(전력공급편익)을 반영한 B/C 분석의 경우 권역별 모두 경제성이 있는 것으로 분석되었다.

Table 12. 계약시장 기준 환경편익 B/C분석

구분	서울·경기권	전라권	충청권	경상권
수익성평가	0.99	1.04	0.95	1.08
환경편익반영 경제성평가 (석탄발전 대체)	1.91(+0.93)	2.00(+0.97)	1.85(+0.90)	2.08(+1.00)
환경편익반영 경제성평가 (LNG발전 대체)	1.64(+0.65)	1.72(+0.69)	1.59(+0.63)	1.80(+0.71)
사회편익반영 경제성평가	3.01(+2.02)	3.13(+2.10)	2.92(+1.97)	3.23(+2.14)
환경편익(석탄발전대체) 및 사회편익반영 경제성평가	3.45(+2.46)	3.58(+2.55)	3.34(+2.39)	3.68(+2.60)

Table 13. 현물가 기준 환경편익 B/C분석

구분	서울·경기권	전라권	충청권	경상권
수익성평가	0.84	0.89	0.82	0.89
환경편익반영 경제성평가 (석탄발전 대체)	1.70(+0.85)	1.78(+0.89)	1.64(+0.83)	1.79(+0.90)
환경편익반영 경제성평가 (LNG발전 대체)	1.42(+0.58)	1.50(+0.61)	1.38(+0.56)	1.50(+0.61)
사회편익반영 경제성평가	2.79(+1.95)	2.91(+2.02)	2.71(+1.89)	2.93(+2.04)
환경편익(석탄발전대체) 및 사회편익반영 경제성평가	3.23(+2.39)	3.36(+2.47)	3.13(+2.32)	3.39(+2.50)

III. 결론 및 분석방법의 한계

1. 결론 및 정책적 시사점

신재생에너지 보급 확대에 대한 전 세계적인 추세에 따라 국내 정부도 에너지기본계획, 전력수급기본계획 등 장기 에너지 정책에 반영하고 재생에너지 3020 이행계획, 그린뉴딜 정책 등을 내세워 신재생에너지 보급 확대를 추진하고 있다. 다만 내·외부적인 여건 변동으로 인해 최근 REC 및 SMP 단가가 급격히 하락하여 태양광사업을 추진하는 공공 및 민간기관들이 수익성을 맞추기가 어려워지고 있는 실정이다. 또한 최근 발전사들도 REC 수익계약이 어려운 상황이며, RPS 고정가격계약 경쟁 입찰 시장에서도 경쟁률이 상승하고 선정가격은 하락하고 있는 추세가 되고 있는 실정이다.

본 연구에서 분석한 권역별 태양광 발전시설의 수익성 결과에서도 나타나듯이 일사량이 뛰어나지 않은 서울·경기 및 충청지역은 계약시장을 통해 REC를 선정하더라도 수익성이 없는 것으로 나타났다. 특히 최근 급격하게 현물 REC 및 SMP 단가가 하락하였으며, 최근 기준으로 수익성을 분석했을 경우에는 서울·경기 및 충청지역 뿐 아니라 일사량이 좋은 경상권과 전라권에서도 수익성이 없는 것으로 나타났다.

다만, 특히 신재생에너지 사업은 친환경에너지를 이용함으로써 화석연료의 투입이 없으므로 발전 과정에서 온실가스 등의 배출 및 이로 인한 오염물질(SOx, NOx, 분진) 배출이 없다. 또한 신재생에너지 공급으로 인한 타 발전소비용 절감에 대한 부분도 발생한다. 이러한 편익 부분을 반영할 필요가 있으며, 본 연구에서 분석해본 결과 계약시장 기준의 경우 수익성이 없었던 서울·경기 및 충청지역의 경우 환경편익 및 사회편익을 반영하는 경우 경제성이 있는 것으로 분석되었고 현물시장 기준에서도 수익성이 없었던 서울·경기, 충청, 전라, 경상권 모두 환경편익 및 사회편익을 반영하는 경우 경제성이 있는 것으로 분석되었다.

정부의 3020이행계획의 목표를 달성하기 위해서는 지자체, 공기업 등 공공기관의 주도적인 역할이 중요하며, 단순 재무성 분석을 통한 수익적인 측면만을 고려할 것이 아니라 상기 연구에서 제시한 것처럼 깨끗한 에너지 사용에 따른 환경적 편익과 신재생에너지 발전을 통한 전력공급편익인 사회적 편익까지 반영하여 분석할 필요가 있다.

다만, 재생에너지 보급을 공공기관에게만 역할을 부담할 수는 없다. 민간기업의 자발적인 캠페인 참여는 재생에너지 보급 사업이 크게 성장할 수 있는 계기가 될 뿐 아니라 관련사업의 투자와 성장이 이루어질 수 있다. 또한 정부 및 공공기관 주도의 에너지 전환에서 일반 국민에게 전가될 수 있는 비용을 기업들이 일부 부담함으로써 정부 및 국민의 부담도 일부 줄이는데 일조할 수 있다. 민간업체 등이 참여하기 위해서는 수익성도 보장이 되어야 한다. 정부는 정책적으로 민간이 참여할 수 있는 수익구조를 만들어 주어야 하며, 그 방법으로 몇 가지를 제시할 수 있을 것이다. 첫 번째는 건축물을 활용한 태양광의 경우 REC가중치를 증가하는 방안이다. 본 연구 민감도 분석에서 분석해본 결과 REC 가중치를 기존 1.5에서 1.7로 변경할 경우 전 권역 모두 최소 수익 확보가 가능했으며, 2.0으로 확대할 경우 민간이 적극적으로 참여할 수

있는 6~7% 수준이 가능했다. 특히 주차장 등 기존부지를 활용하는 경우 환경훼손 등이 최소화 가능하고 국토의 효율적인 사용이 가능하므로 기존 건축물을 활용한 태양광의 경우 REC가중치 상향을 긍정적으로 검토할 필요가 있을 것으로 보인다. 두 번째는 RPS의무 비율을 10% 이상으로 증가시키고 RPS 고정가격계약 경쟁 입찰 물량을 증가시킬 필요가 있다. 입찰경쟁율은 지속적으로 증가하고 선정가격은 하락하고 있으며, REC 현물가는 2020년 10월기준으로 REC당 4만원대까지 하락하였다. 이러한 영향으로 RPS비율 및 REC 경쟁입찰 물량을 증가시켜 REC가격을 조정하여 민간의 참여를 유도할 필요가 있다. 마지막으로 현재 정부에서도 추진중인 RE100 이행수단으로 전가소비자인 기업과 발전사업자간 REC를 직접구매 가능하도록 하는 방안이다. 좀 더 확대해보면 전력소모량이 일정 규모 이상인 기업을 대상으로 일정 비율을 신재생으로 발전한 에너지를 사용하게끔 유도하고 인증서 거래 시에 동일하게 인증해준다면 적극적인 민간 참여를 유도할 수 있을 것이다.

결과적으로 본 연구는 단순 재무적인 측면만 고려했을 경우 경제성이 없는 사업도 환경편익과 사회적인 편익을 고려하면 충분한 경제성이 있다는 것을 보여주었다. 향후 정부 목표 달성을 위해 공공기관이 태양광 보급을 위해 사업을 추진할 경우 환경적인 측면과 사회적인 편익을 고려하여 추진할 필요가 있으며, 적극적인 민간의 참여를 유도하기 위해 정부의 정책적인 역할이 중요할 것으로 보인다.

2. 분석방법의 한계 및 향후 연구방향

본 연구에서 분석한 편익 중 신재생에너지 시설 설치로 인하여 발생하는 사회적 편익은 기존 발전시설(한계발전기)의 대체를 전제로 하였으나 이러한 가정은 다음과 같은 한계점을 지닌다.

첫 번째, 내구연한이 도래하지 않았음에도 불구하고 기존에 운영 중인 발전기가 신재생에너지 등 태양광 발전기로 대체된다면 기존 설치비 및 유휴설비로 인한 부(-)의 편익에 대한 추가적인 비용을 고려할 필요가 있다. 다만 기존 발전기의 내구연한 등을 판단할 수 없고 비용 수준을 산정하기가 어려우므로 신재생으로 공급한 발전기만큼 줄어든다고 가정했고 기존 발전기 폐쇄에 따른 비용은 반영하지 않았다.

두 번째는 태양광 발전은 기상에 따라 발전량이 수시로 변동하기 때문에 안정적인 전력공급을 위해서는 한계발전기(석탄, 원전발전소 등)도 함께 가동해야 한다. 태양광의 경우 낮시간 때에만 발전하고 날씨가 좋지 않은 날은 이용률이 좋지 않다. 풍력의 경우는 밤시간 때에 이용률이 뛰어나지만 바람이 불지 않을 때는 발전이 되지 않는다. 따라서 한계발전기를 100% 대체한다고 가정하여 산정된 편익은 다소 긍정적으로 평가했다고 볼 수 있을 것이다.

세 번째 신재생에너지 보급과 관련하여 전력계통 운영 측면 및 계통 추가에 대한 비용을 반영하지 않았다. 태양광 발전을 어느 수준까지 계통이 허용할 수 있는지에 대한 부분과 신재생 설비 증가에 따라 변전설비 등 정부의 투자비용이 증가하고 있으나 이러한 비용을 추가로 반영하지 않고 분석하였다.

네 번째는 온실가스 감축을 위한 환경적인 비용의 중요성이 높게 인식되고 있어 환경비용에 대한 심층적인 연구가 지속되고 있는 실정이나, 현 단계에서 환경비용의 단위당 가격을 획일적으로 확정하기 어렵기 때문에 제7차 전력수급계획에 반영된 환경비용 및 탄소배출가격 추정 결과를 준용해서 사용했기에 이런 비용 산정을 위한 추가 연구가 필요할 것으로 보인다.

마지막으로 태양광 설치에 들어가는 사업비 등에 대한 기준을 좀 더 명확히 할 필요가 있다. 본 연구에서는 모듈 등 기자재는 국내산 기준으로 검토하였으나 중국산 등 기자재를 사용한다고 가정하면 경제성이 좀 더 개선될 것으로 보인다. 또한 태양광 보급 시에 발생 가능한 민원 등에 대한 비용, 사업개발비용 등 같은 시스템 외적인 비용을 반영하지 않았다. 다만 국내는 해외와 다르게 이러한 비 시스템적인 비용이 과다하게 지출되고 있으며 이러한 비용은 획일화하기에 어려움이 있어 미반영 하였다.

향후 연구에서는 환경비용에 대한 좀 더 명확한 기준을 제시하고 태양광 보급에 따른 고용창출 효과, 지역경제에 미치는 영향, 경제적 과급효과 등 외부효과에 대한 추가사항을 반영하여 좀 더 명확한 비용-편익분석 및 연구를 할 수 있도록 하여야 할 것이다.

References

- 김윤경 (2013), “태양광발전설비산업의 부가가치, 피용자보수 및 고용에 대한 유발효과 비교 분석”, *경제연구*, 31(4), 179-199.
- 박재홍, 김삼열 (2016), “부산 하수처리시설의 태양광발전 잠재량 및 경제성 분석”, *대한설비공학회 학술발표대회논문집*, 471-472.
- 변장섭, 정봉현 (2011), “태양광발전시설의 투자가 지역경제에 미치는 효과 -지역사업연관분석을 이용하여-”, *지역개발연구*, 43(2), 75-91.
- 심민정, 최대목, 서동준 (2020), “대학 캠퍼스 건물의 태양광 발전 시스템 경제성 분석”, *한국통신학회 학술대회논문집*, 581-582.
- 이창훈, 조지혜, 윤정호 (2014), “환경,경제의 상생 기반 구축 및 잠재력 활성화 : 화석연료 대체에너지원의 환경,경제성 평가(2): -재생에너지 발전원을 중심으로”, *기후환경정책연구*, 2014(0), 238-396.
- 장태문, 김경남 (2018), “군 유휴공간 태양광발전 경제성 연구”, *한국태양광발전학회지*, 4(2), 62-70.
- 조가영, 이재석 (2018), “서울시 에너지 현황과 태양광 발전 참여모델 구축 방안”, *건축환경설비*, 12(4), 28-36.
- 조상민, 이석호 (2018), 지역별 경제성을 고려한 태양광 시장잠재량 산정 및 이행비용 분석. Ulsan, Korea: 에너지경제연구원.