

국내 태양광보급사업의 평가: 발전차액 지원제도를 기준으로

*어 성윤¹⁾, 엄 신영²⁾, 이 진호³⁾

The Evaluation of Solar Power Promotion Policy: From the Perspective of FIT(Feed-in Tariff)

*Sungyun Eo, Shinyoung Um, Jinho Lee

Abstract : 정부는 신재생에너지 보급지원을 위해 2002년도부터 발전차액지원제도를 시행해 오고 있다. 본 연구에서는 발전차액지원제도와 관련된 에너지관리공단의 내부 자료를 이용하여 119개의 태양광 발전사업의 실증평가를 시행하였다. 실증분석을 위해 단위투자비당 발전량을 지수화하고 투자비 대비 효율을 산출하였다. 또한 이 분석을 위해 일사량, 설비용량, 모듈 인버터 투자비 등을 고려하였다.

분석결과 투자대비 효율 산정결과에 일사량과 단위 설비용량당 모듈·인버터 투자비의 영향이 크게 나타난 것으로 확인되었다. 단위 투자비당 발전량을 분석한 결과 전라도의 태양광발전소의 효율은 분석 대상인 24개 지역의 평균보다는 높으나 발전소별 편차가 높게 나타난다는 점은 향후 보급사업을 평가하는 경우 추가적으로 고려되어야 할 문제라고 판단된다. 기타 자료분석 결과에 따라 효율관리를 위한 대안을 제시하였다.

Key words : Photovoltaics(태양광), FITs: Feed-In Tariffs(발전차액지원제도), 단위투자비당 발전량, Radiation(일사량), 설비용량 당 모듈·인버터 투자비

1. 서론

장기적인 에너지수요의 증가 추세가 지속되는 현재, 에너지원의 안정적인 공급과 환경문제 대응 등의 관점에서 무한정, 무공해 에너지원에 대한 연구개발과 확대보급촉진은 사회적인 관심이자 국제적인 공감대이다. 이런 국제적인 에너지 패러다임의 변화로 신재생에너지는 환경을 보호하고 일자리를 창출하여 지속가능한 성장을 가능하게 하는 새로운 성장동력으로 부상하고 있다. 특히 태양광발전산업은 발전차액지원제도를 통해 2005년 이후부터 비약적인 증가를 이루고 있다. 이에 본 연구는 2장에서 신재생에너지관련 정책개요 및 추진현황을 통해 현재 어떠한 제도적 뒷받침으로 인해 태양광발전사업이 지원되고 있는지 그 현황을 살펴보았다. 또한 지역균형발전의 정책 하에 어떤 지역적 사업이 이루어지고 있으며 어느 지역에 편중되어 있는지 살펴보았다. 3장에서는 태양광시스템발전효율과 이용률에 대한 모형을 간략히 설명하고, 에너지관리공단의 내부자료를 이용하여 2008년 7월부터 12월까지의 데이터를 분석하였다. 이로 인한 시스템발전효율과 이용률 및 지역별 일사량, 설비용량을 바탕으로 설비투자의 현황을 살펴보았다. 단위 투자비당 발전량을 지수화한 값을 이용해 전국 119개 발전소에 대하여 조사하고 분포를 알아보며 투자비의 효율성 차이의 원인을 연구하였다. 4장에서는 데이터분석에 대한 정리와 함께 앞으로 국내 태양광발전사업의 효율을 높이기 위한 대안을 제시했다.

2. 태양광보급 사업관련 정부정책 현황

태양광보급 사업 관련 정부의 주요 사업으로는 보급보조사업과 간접지원사업 등이 있고 이와 더

불어 지역발전 5개년 계획을 통한 지자체별 신재생에너지 관련 정책이 시행중이다.

보급보조사업은 2020년까지 신재생에너지주택 100만호 보급을 목표로 추진하는 사업으로 신재생 에너지를 일반주택 및 공동주택에 설치 시 설치비의 일부를 무상 지원하는 사업이다.

간접지원사업은 용자지원사업과 발전차액지원 제도 및 RPS가 주요 정책으로 2002년 5월 ‘대체 에너지 이용 발전전력기준가격지침’ 공고를 통해 발전차액제도가 시행되었다. 2009년 9월 지식경제부가 공표한 “신재생에너지이용 발전전력의 기준 가격 지침”의 개정 고시에 따라 태양광 발전차액 지원제도가 개선되었다. 향후 2012년부터 시장대응 능력 확보를 위해 RPS시범사업을 실시기로 했다.

지식경제부는 지역발전을 위한 향후 5년간 총 126.4조원을 투입하여 “5+2” 광역권 발전위원회에서 자율적으로 광역권내 연계·협력 사업을 발굴하도록 하고 2010년까지 신규 500억원을 추가 지원할 계획을 2009년 발표했다. 부문별 호남권은 산업면에서 신재생에너지 특히 태양광과 풍력사업을 선도사업으로 추진할 계획이다.

3. 분석 자료 및 분석 모형

분석에 사용한 자료는 에너지관리공단 내부자

- 1) 아주대학교 대학원 에너지시스템학부 석사과정
E-mail : fishno001@naver.com
Tel : (031)219-2698
- 2) 아주대학교 대학원 에너지시스템학부 석사과정
E-mail : t1s4768@naver.com
- 3) 아주대학교 대학원 에너지시스템학부 석사과정
E-mail : easyknow23@naver.com

료로 2008년 7월~12월의 발전실적 중 7~8월 사이 발전량이 2배 이상 차이 나는 곳을 제외한 전국 119개 태양광발전소 자료이다. 분석을 7월부터 12월까지로 제한시킨 이유는 다음과 같다. 첫째, 발전 실적을 가진 분석 대상이 되는 표본의 수를 늘이기 위함이다. 둘째, 더 많은 기간 동안 생산 실적이 있어도 태양광 발전량에 기온, 일사량, 풍속 등 계절적 요인이 작용하여 1월부터 6월까지의 이용률과 7월부터 12월까지의 이용률이 달라 발전소 투자비당 발전량의 값에 오차가 발생하기 때문이다.

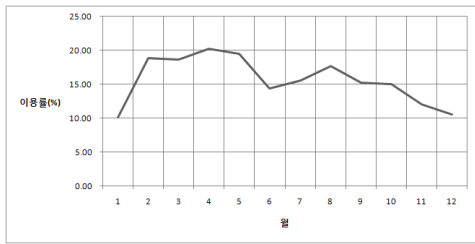


Fig.1 월별 이용률 평균

태양광시스템발전효율이란 1kW의 설비용량이 1MJ/m²의 일사 에너지를 받았을 때 발전되는 전력량을 의미한다.

$$\text{태양광시스템발전효율} = \frac{\text{발전량}}{\text{설비용량} \times \text{일사량}} [kWh / (kW \cdot MJ/m^2)] \quad (1)$$

태양광발전소의 이용률은 1kW의 시설용량을 통해 실제 생산된 전력의 양을 의미한다. 식 (2)의 이용률에 일사량이 미치는 영향을 상쇄하여 단위 일사량을 받을 때 단위 설비용량(모듈면적)의 발전량을 나타낸다.

$$\text{이용률} = \frac{\text{발전량}}{\text{설비용량} \times \text{시간}} [kWh / (kW \cdot hr)] \quad (2)$$

시스템 발전 효율과 이용률의 비교를 통해 일사량이 태양광 발전의 효율에 미치는 영향을 수치적으로 확인한 후, 분석 대상 발전소의 7월부터 12월까지 생산된 발전량을 발전소에 투자된 총 비용으로 나누어 단위 투자비당 생산되는 전력의 양을 투자대비 발전효율을 알아보기 위한 지수로 나타내려 한다.

$$\text{투자비당발전량} = \frac{\text{총발전량}}{\text{각사업장별총투자비}} (kWh/\text{백만원})$$

그 후 7월~12월까지의 생산된 발전량을 발전소에 투자된 총 비용으로 나누어 투자 대비 발전효율을 알아보려고 한다.

4. 분석 결과

4.1 지역별 일사량 및 태양광 발전분포

아래 그림은 Map View를 이용해 일사량이 관측된 전국 76개 지역을 119개 발전소의 위치를 감안하여 권역으로 묶은 일사지도, 24개 지역의 설비용량분포와 설비용량 당 발전량 그리고 이용률을 나타낸 것이다.

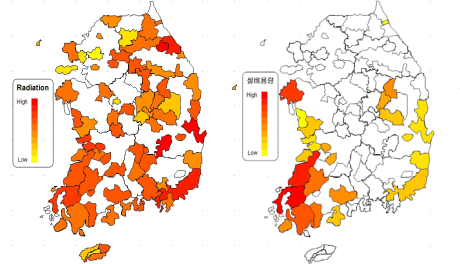


Fig.2 일사량 분포

Fig.3 설비용량 분포

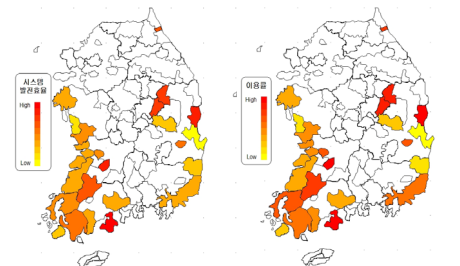


Fig.4 시스템 발전효율 분포

Fig.5 이용률 분포

전국 일사량 평균값은 154.58MJ/m²이며 최대값은 대구, 최소값은 서울로 나타났다. 24개 분석 대상 지역 중 포항이 177.58MJ/m²으로 가장 높았으며 부여가 153.83MJ/m²로 가장 낮았다. 전국적으로 큰 차이는 없지만 주로 남부지역이 높은 일사량 값을 보이고 있다.

설비용량은 전라도가 전체용량 중 약 75.1%를 차지하며 발전량은 총 발전량 중 75.7%를 차지하였다. 이는 일사량이 더 높거나 비슷한 다른 지역보다 전라도 지역에 태양광 관련 설비투자가 집중되었음을 보여준다. 또한 일사량에 비해 태안지역은 1.5MW~3MW의 대규모발전소가 5개소 건설되어 있다.

전라도와 서산지역의 이용률과 시스템 발전 효율 분석을 통하여 일사량이 발전효율에 미치는 영향을 분석하면 일사량 발전효과를 배제한 시스템 발전효율 값의 평균값은 4.05kWh m²/kW MJ, 표준편차는 0.504로 나타났으며 전라도는 평균값보다 3.99% 우수한 결과를 보였다. 반대로 일사량이 고려된 시스템 발전효율 값의 평균값은 0.144kWh · m²/kW MJ, 표준편차는 0.018로 분석되었으며 전라도 지역은 평균값보다 4.58% 우수한

결과를 보였다. 이러한 결과 값들은 전라도가 전국 76개 지점 일사량 평균보다 1.42%가 높은 효과로 인한 0.59%의 발전 효율의 증가된 결과로 나타난 것이다. 반대로 서산의 경우 평균값보다 0.83% 낮은 효과로 0.65%p의 발전효율이 감소되는 현상이 관측되었다.

4.2 단위 투자비당 발전량

투자비당 발전량은 투자비로 인한 발전 효율을

Table.1 24개 지역 총 119개 발전소의 단위투자비당 발전량

(단위 : 발전소 개수, 개소, %)

		발전소 개수	평균이하	비율	$\bar{X}-\sigma$	비율	$\bar{X}-2\sigma$	비율
호남권	정읍	26	12	46.2	9	34.6	1	3.8
	광주	6	2	33.3	0	0	0	0
	고흥	3	1	33.3	1	33.3	0	0
	목포	24	14	58.3	2	8.3	1	4.2
	해남	15	9	60.0	2	13.3	0	0
	장흥	7	3	42.9	2	28.6	0	0
	장수	2	1	50.0	0	0	0	0
	군산	3	1	33.3	0	0	0	0
	전주	1	0	0	0	0	0	0
	부안	2	1	50.0	0	0	0	0
진도	2	2	100	1	50.0	0	0	
대경권	부산	1	0	0	0	0	0	0
	문경	3	2	66.7	0	0	0	0
	영주	6	3	50.0	0	0	0	0
	순천	3	1	33.3	0	0	0	0
	울산	1	0	0	0	0	0	0
	영천	1	0	0	0	0	0	0
	의성	2	2	100	0	0	0	0
	영덕	1	0	0	0	0	0	0
포항	1	1	100	0	0	0	0	
충청권	서산	5	5	100	1	20.0	0	0
	부여	2	1	50.0	0	0	0	0
	보령	1	0	0	0	0	0	0
강원권	속초	1	1	100	0	0	0	0
	합계	119	62		18		2	

나타내는 지수로 효율이 높고 낮은 지역을 구분하고 그 원인을 파악하려고 한다. Fig. 6은 24개 지역의 투자비 당 발전량의 분포를 나타낸 것이다.

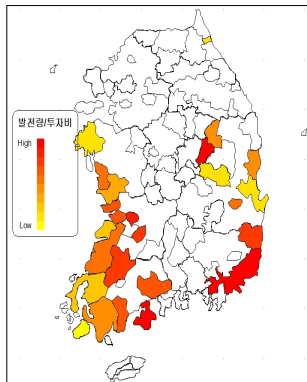


Fig.6 단위투자비 당 발전량 분포

단위 투자비당 발전량의 평균값은 83.72kWh/백만원이고 표준편차는 15.13이다. 부산지역은 98.64kWh/백만원으로 가장 높은 수치를 보였고 진도는 67.86kWh/백만원으로 가장 낮은 수치를 보였다. 평균 이하의 값을 갖는 발전소의 개수는 총 62개소로 전체 발전소의 52.1%이고, 그 중 광주를

포함한 전라남도가 69.3%, 전라북도 6.5%, 경상북도 12.9%, 충청남도 9.7% 그리고 강원도는 1.6%를 차지한다. 위의 Table.1은 24개 지역의 총 119개 발전소의 투자비당 발전량 현황을 나타낸다. 표본이 정규분포를 따른다는 가정 하에 $P(X \leq \bar{X} - \sigma)$ 은 약 15.9%이고 $P(X \leq \bar{X} - 2\sigma)$ 은 약 2.3%이다(\bar{X} = 표본 평균값, σ = 표본 표준편차). $\bar{X} - \sigma$ 이하의 값을 갖는 발전소의 개수는 18개소로 전체 발전소의 15.1%이고 그중 17개소가 전라도에 위치하여 94.4%의 비중을 차지하였다. $\bar{X} - 2\sigma$ 이하의 총 2개소로 전체의 1.7%를 차지하며 그 중 한 곳은 전라남도 신안군에 위치하며 다른 한 곳은 전라북도 고창군에 위치한다.

이러한 결과의 원인을 분석하기 위해 일사량과 용량당 모듈인버터 투자비를 이용하려고 한다. 효율이 좋은 모듈과 인버터를 사용하고 일사량이 좋으면 투자비당 발전량이 높은 값을 가져야 하기 때문이다. 이를 통하여 결과를 분석하면 투자비당 발전량의 값이 가장 높은 부산의 경우 일사량이 분석 대상 지역 중 두 번째로 높았고 그 값은 분석 대상인 24개 지역의 평균 일사량보다 4.02% 높은 수치이다. 용량당 모듈인버터 투자비는 평균 값을 보인 것으로 보아 일사량이 투자비의 효율을 높인 것으로 보인다. 반면 일사량이 24개 지역의 평균값보다 12.9%가 높은 포항의 경우 용량당 모듈인버터 투자비가 14.2% 낮았고 이는 투자비 대비 발전효율을 평균값보다 17.1% 감소시키는 결과를 가져왔다. 목포의 $\bar{X} - 2\sigma$ 의 결과를 보인 발전

소의 경우 용량당 모듈인버터 투자비가 평균보다 10.4% 낮았으며 일사량은 평균보다 1.4%가 높은 것을 보아 모듈인버터 투자비가 투자비 대비 발전 효율이 미치는 영향이 크다는 사실을 알 수 있었다. 서산지역의 경우 일사량이 평균보다 1.5% 낮지만 용량당 모듈인버터 투자비가 평균보다 10.6%가 높음에도 불구하고 매우 낮은 투자비 대비 효율을 보이고 있어 다른 기상 요인이나 기술적 요인이 작용한 것으로 판단된다.

5. 결론

신재생에너지는 환경을 보호하고 일자리를 창출하여 지속가능한 성장을 가능하게 하는 새로운 성장동력으로 부상하고 있고 특히 태양광산업은 시설용량이 2004년 200kW에서 2009년 7월 현재 310,964kW로 1554배 증가하는 등 급격한 속도로 보급이 증가하고 있다. 정부에서는 국제적으로도 경쟁력을 갖추고 수출 가능한 산업으로 육성하기 위해 발전차액지원제도 등의 정책을 통해 낮은 경제성으로 인한 투자 위축을 방지하고자 노력하고 있다. 하지만 무조건적인 보급정책의 시행과 성숙되지 않은 업계의 분위기로 인해 태양광 발전소의 비효율적인 운영과 다양한 문제점이 발생하고 있다. 이는 국가재정의 낭비 요소이며 장기적으로는 시장의 성숙에 악영향을 미쳐 태양광산업 전체가 위기에 당면할 수도 있다. 이에 본 연구에서는 태양광발전소의 단위투자비당 발전량을 하나의 지수로 만들어 투자비 대비 효율을 산출하고 이 분석 결과를 이해하기 위해 일사량, 설비용량, 모듈인버터 투자비 등을 통해 다각적으로 접근하였다. 분석 결과, 119개 태양광발전소 중 단위투자비당 발전량 평균에 미치지 못하는 발전소가 62개소로 50%가 넘는 것으로 나타났으며 $\bar{X}-\sigma$ 를 기준으로 삼았을 때 기준에 못 미치는 발전소는 18개소로 약 15%의 비중을 보여주었다. 기준에 미치지 못하는 발전소중 16개가 전라남도에 위치하였으며 이는 분석대상 중 전라남도에 위치한 81개 발전소의 19.7%에 해당하는 수치이다.

위의 결과에 의하면 지역균형발전이라는 명분하에 신재생에너지의 육성에 집중하고 있는 전라남·북도에 편중된 태양광 발전소의 효율은 좋다고 볼 수 없다. 투자비 대비 효율이 100개소의 발전소 중 약 20개소가 하위 15%에 들고 하위 15%중 차지하는 비율이 90%를 넘는 현재 상황은 분명히 개선이 필요하다. 그 이유는 좋지 못한 효율을 가진 발전소 역시 정부의 세금으로 운영이 되므로 발전소들이 저 효율화는 국가적인 손실이기 때문이다. 이러한 상황을 개선하고 효율이 좋은 발전소의 비중을 높이기 위해서 119개 발전소에 대하여 실증적으로 분석한 본 연구를 통해 단위투자비당 발전량의 $\bar{X}-\sigma$ 수치를 기준으로 삼아 여기에 미치지 못하는 발전소에 대해서는 기준금액의 일정비율을 삭감하는 등의 페널티를 부과하고 투자비 대비 일정효율 이상 달성한 발전사업자에 대해서는 향후 투자비 저금리 융자조건을 제시하는 등의 인센티브를 추가할 필요가 있다. 보급사업의 효율적인 운영을 위해서는 태양광 발전 방식, 모듈의 모델명, 투자비의 지출 명세 등의 상세한 발전소 관련 자료를 공개하여 정확한 기준을 정하는

것이 시급하다. 또한 태양광뿐만 아니라 풍력, 수력, 폐기물소각, LFG, 바이오가스, 바이오매스, 조력, 연료전지 등 발전차액을 보조받는 8개 신재생에너지원에 대한 자료 역시 다양한 연구자에게 접근성을 확보하여 줌으로써 효율적인 신재생에너지원 보급에 노력해야 할 것이다.

References

- [1] EIA, 2009, International Energy Outlook 2009
- [2] 강희찬, “태양광산업촉진방안”, 2007, 에너지관리공단 신재생에너지센터
- [3] 김수덕 외, “국내 신재생전원 보급지원제도의 평가 및 개선방향”, 2008, 한국경제연구 제20권 107-133
- [4] 부경진, “태양광발전산업 및 시장동향, 전망-차세대FPD 장기개발과 태양광산업 생산성 향상 이슈”, 2008, 에너지경제연구원
- [5] 신용선 외, “우리나라 대용량 태양광발전 현황 및 이용률 분석”, 2008, 대한전기학회 전력기술부문회 추계학술대회
- [6] 양산대학 신재생전기에너지과, “신재생에너지의 이해 자료”, 2008, 양산대학 신재생전기에너지과 홈페이지 학과자료실
- [7] 에너지관리공단 신재생에너지센터 홈페이지, www.energy.or.kr
- [8] 에너지관리공단 신재생에너지센터, 2007, 2008년 신재생에너지통계
- [9] 에너지관리공단 신재생에너지센터, 2009, 신재생에너지백서 2008
- [10] 에너지정보관리기관(EIA) 홈페이지, www.eia.doe.gov
- [11] 에너지타임즈 홈페이지, www.energytimes.kr
- [12] 조덕기 외, “국내태양열발전단지 건설을 위한 법선면 직달일사량 자원조사”, 2005, 한국태양에너지학회 논문집, Vol.25, No.1
- [13] 주재욱 외, “태양광발전시스템의 지역별 발전량 차이 및 경제성 비교평가에 관한 연구”, 2008, 한국건축환경설비학회 2008년 추계학술대회
- [14] 지식경제부 홈페이지, www.mke.go.kr
- [15] 지식경제부, 2008, 태양광 발전차액 지원제도 개선안
- [16] 진주석 외, “셀 표면 냉각에 의한 태양광 발전 시스템 효율향상에 관한 연구”, 2009, 대한기계학회 춘추학술대회