

# 태양광 발전소 지역별 이용률 분석에 대한 고찰

최 병천<sup>1)</sup>, 곽 왕신<sup>2)</sup>

## A study on regional capacity factor of Photovoltaic Power Plant

\*Byungcheon Choi, Wangshin Kwak

**Key words** : Renewable Energy(신재생에너지), Photovoltaic Power Plant(태양광발전), Capacity factor(이용률), Availability factor(사용률), Grid-connected PV(계통연계형 태양광)

**Abstract** : 태양광 발전은 태양에너지를 직접 전기에너지로 변환시키는 설비로서 Co2 발생이 적고 에너지 지원인 태양에너지가 무한하다는 장점이 있다. 현재 EU를 비롯한 선진국 및 개도국에서는 신재생에너지 확대를 위해 전 국가적으로 노력하고 있으며 특히 태양광 발전분야는 전 세계적으로 설비용량이 급증하고 있다. 국내에서도 발전차액지원제도 하에 태양광 발전설비를 확충하고 있으며, 정부가 발표한 1차 국가에너지 기본계획에 의하면 2030년까지 3,504 MW로 공급규모를 확대할 방침이다. 그러나 현재 태양광 발전은 에너지 변환효율은 약 15%이며 날씨와 시간에 따라 발전에 제약이 따른다. 이에 태양광 발전의 신뢰성을 확보하기 위해 국내 발전차액지원을 받고 있는 태양광 발전소의 연간 발전량을 근거하여 이용률을 분석했다. 분석결과 일사량이 풍부한 전남지역의 이용률이 가장 높고, 반대로 경기와 서울지역은 저조했으며, 연평균 15.70%의 이용률을 보였다. 한편 월간 이용률은 5월에 높게 나타났으며, 연중 최대 전력수요가 나타나는 7-9월에는 기상조건으로 인해 저조한 이용률을 보였다. 따라서 기후변화를 완화하고 저탄소 녹색성장을 구현하기 위해 기술개발을 통해 태양광 이용률 증대시켜야 한다.

subscrip

PV : Photovoltaic  
CCT : Clean Coal Technology  
PPA : Power Purchase Agreement

### 1. 서론

신재생에너지는 온실가스 배출이 거의 없거나 매우 적을 뿐만 아니라, 에너지 자원이 무한(CCT 등 일부는 예외)하므로 미래에너지 자원으로서 전 세계가 기술개발에 주력하고 있다. 특히 태양광은 2006-2007년에 계통연계형태양광 설비용량이 약50% 증가하는 등 급성장 추세에 있다.

한편 에너지 자원이 거의 없는 우리나라는 신재생에너지 개발을 국가에너지 안보와 연결시켜 태양광, 풍력 등을 중심으로 한 신재생에너지 개발 계획을 발표(국가에너지기본계획)했다. 뿐만 아니라 발전차액지원을 통해 신재생에너지 확대를 유도하고 있으며 2008년 8월 기준으로 발전차액지원을 받고 있는 태양광 설비용량은 약180 MW로서 2004년 이후로 지속적으로 성장하고 있다.

더욱이 2008년 8월에 발표된 1차 국가에너지 기본계획에서는 2030년까지 태양광 공급규모를 3,504 MW로 확대하는 것을 명시함으로써 태양광 발전은 더욱 확대될 전망이다.

그러나 현재 상용화된 태양전지의 에너지변환 효율은 15%수준에 지나지 않을 뿐만 아니라, 설치비가 kw당 880만원에 이르러 설치비회수에 오랜 시간이 필요하고, 단위면적당 발전량이 적으며, 기상 조건에 따라 발전량이 크게 달라지는 단점이 있다.

따라서 전력계통에 연계된 태양광 발전소의 지역별 이용률 분석, 발표함에 따라 태양광 발전의 경제성 분석 및 발전방향을 위한 참고자료로 유용하게 활용 될 수 있도록 한다.

1) 한국전력거래소  
E-mail : chebch@kpx.or.kr  
Tel : (02)3456-1730 Fax : (02)3456-6649  
2) 한국전력거래소  
E-mail : ace@kpx.or.kr  
Tel : (02)3456-1731 Fax : (02)3456-6649

## 2. 국내 태양광 자원량 및 설비용량

### 2.1 국내 태양광 발전 자원량 분석

국내 연평균 1일 수평면 전일사량을 태양전지 최적설치 경사면 33도를 기준으로 계산해보면 약 3,432kcal/m<sup>2</sup>가 된다. 이를 전국토의 가주면적(30,870km<sup>2</sup>)으로 환산해보면 태양광발전 가능시간대에 입사되는 에너지는 약 39억toe/년으로 추정된다. 한편 국내 상용화된 태양광 발전 에너지 전환효율이 약15%이므로 연간 약 5.8억toe의 에너지를 얻을 수 있으며 발전량으로는 약234만 GWh/년에 달한다.

그림 1은 1982-2004년 동안 전국의 수평면 전일사량 분포도를 보여주고 있는 그림이다. 태양광 발전의 출력은 일사량에 대해 비례하므로 호남과 영남지역에서 높은 태양광발전소 이용률이 나올 것이 예상된다.

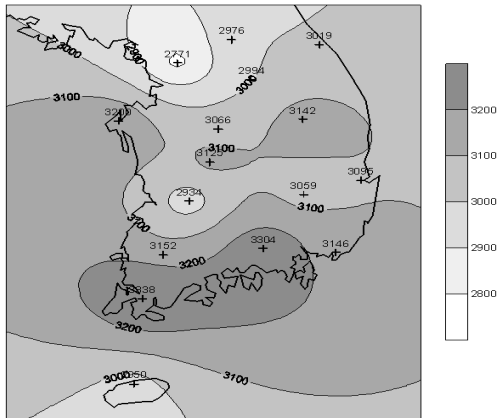


그림.1 전국 연평균 1일 수평면 전일사량 자원 분포도 [근거: '05년 신재생에너지 백서 (산자부)]

### 2.2 국내 태양광발전 설비용량 분포

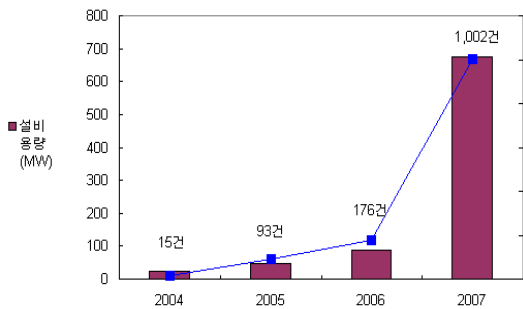


그림. 2 태양광 사업허가검토 용량 및 건수

국내 태양광 발전설비가 본격적으로 보급되기 시작한 것은 2004년 이후부터이다. 그림2는 국내 태양광 사업허가검토 용량 및 건수의 연도별 추이를 보여준다. 2004년부터 연간 두 배 이상 증가추세를 보였으며, 특히 2007년에는 2006년과 비교하여 6배 이상 증가했다.

한편 표1은 지난 4년간 지역별 준공된 태양광 발전설비 용량의 연도별 추이를 보여준다. 급증하는 허가건수와 더불어 2007년에 준공된 발전설비용량은 약 29 MW로서 지난 4년간 준공된 발전설비 중 71%를 차지한다. 지역별 분포를 보면, 전남과 경북지역의 설비용량이 가장 많은 것을 확인 할 수 있으며, 경남과 경북 지역은 타 지역보다 대용량의 발전소가 건설되어 발전소 개수가 적음에도 불구하고 큰 설비용량이 나타났다.

표 1. 지역별 태양광 설비 분포

지역	04년	05년	06년	07년	합계	
					용량 (kW)	설비 개수
전남		981	5,151	16,619	22,751	74
경북	200		257	6,084	6,541	19
경남		100		2,129	2,229	5
전북		9	309	1,491	1,809	25
경기		6	107	1,549	1,662	20
강원		33	1,010	188	1,231	9
기타		14	2,178	782	2,974	48
합계	200	1,143	9,012	28,842	39,197	200

## 3. 지역별 이용률 분석

### 3.1 이용률 정의

발전설비의 이용률(capacity factor, 이하 이용률)은 대상기간동안 정격출력으로 연속하여 운전할 때 출력량에 대해 실제 운전했을 때의 출력량의 비율을 말한다. 이용률은 발전원의 종류와 발전소의 설계방식에 따라 다양하며, 일정기간 중 설비의 정상적 가동시간의 전체 시간에 대한 백분비를 나타내는 가동률(availability factor)과는 구분된다.

### 3.2 월별 평균 이용률 분석

현재 발전차액을 지원받고 있는 태양광 발전 설비용량은 약 180 MW로서(2008년 8월 기준) 2004년부터 폭발적인 증가추세에 있다. 본 논문에서는 2006년과 2007년 전력시장에 참여하는 태양광 발전설비뿐만 아니라 한전과 PPA를 맺은 설비도 포함한다. 그러나 그림3을 통해 알 수 있듯이 태양광 발전의 출력은 계절에 따라 변동이 심하므로 12개월의 발전량을 파악할 수 없는 발전설비는 제외시킨 결과 총 70개의 발전소, 설비용량 12,633 kw를 대상으로 이용률을 분석했다. 월별 발전량은 2006-2007년 평균값으로 산정했으며, 평균 이용률을 산출할 때는 설비용량에 따라 발전량이 다르므로 설비용량 기준의 가중평균을 적용했다. 그리고 태양광 발전설비의 이용률은

설비형식이 고정식 또는 추적식에 따라 다를 수 있으나, 본 연구에서는 지역별 설비형식이 동일하다는 가정 하에 지역별 이용률만을 분석했다.

그림3은 분석대상 설비의 연간 월별 평균 이용률을 보여준다. 4월과 5월에 최대로 약 20%를 초과하는 이용률이 나타났으며, 12월의 이용률은 10.30%로 최저 이용률을 보인다. 한편 7-9월은 여름철 피크수요가 발생하는 시기인데 반해 이용률은 저조했으며, 이는 여름철 장마와 태풍으로 인한 일조량의 감소가 주원인이라고 추정된다.

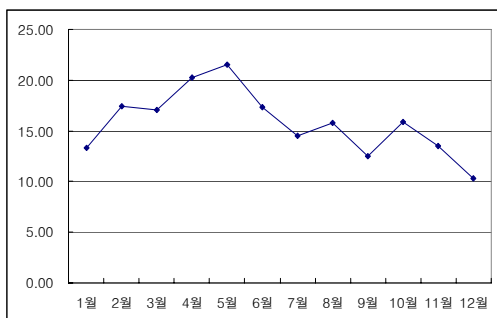


그림. 3 월별 평균 이용률

### 3.3 도별 이용률 분석

표2. 지역별 이용률 분석(도, 광역시별 구분)

도, 광역시 구분	설비 용량 (kW)	연간 발전량 (MWh)	이용률 (%)
전남	6,169	8,915	16.50
경북	2,764	3,989	16.49
충남	77	109	16.22
광주	809	1,107	15.61
제주	90	123	15.56
전북	328	443	15.42
경남	100	124	14.19
대구	100	120	13.73
인천	1,006	1,206	13.70
강원	1,043	1,175	12.86
충북	127	131	11.75
경기	17	15	9.87
서울	3	2	8.84
합계	12,633	17,460	15.78

표2는 지역별 태양광 발전설비의 이용률을 보여준다. 1차 지역구분은 도, 광역시 별 구분으로 시행했으며 평균 이용률 분석에는 용량기준 가중 평균을 적용했다. 결과적으로 일조량이 좋은 전남과 경북지역의 이용률이 높을 뿐만 아니라 설비용량도 전체 분석대상의 60%를 차지하므로 이들 지역의 태양광 발전 이용률은 신뢰성이 높은 것으로 판단된다. 다음으로 충남지역이 높은 것으로 보이거나 설비용량이 매우 적으므로 앞으로 준공될 태양광 발전의 이용률을 좀 더 조사할 필요가 있다. 뿐만 아니라 경기 서울 지역도 매우 낮은 이용률을 보이고 있지만 미래의 준공될 설비가 포함된다면 평균 이용률이 높아질 것으로 기대된다.

한편 전국 평균 이용률은 15.78%로서 이 또한 지역별 이용률을 용량에 따라 가중 평균하여 산출했다. 그 결과 총 태양광 발전소의 연간발전량과 이용률을 적용한 발전량의 오차는 0.01%로 매우 적으므로 그 값이 매우 타당하다고 할 수 있다.

### 3.4 시 군별 이용률 분석

표 3. 시군별 이용률 (상위10개)

도별 구분	시, 군별 구분	설비 용량 (kW)	연간 발전량 (MWh)	이용률 (%)
전남	해남	127	214	19.20
충남	연기	47	77	18.74
전남	함평	50	82	18.61
전남	광양	297	463	17.80
경북	문경	2,208	3,360	17.39
전남	순천	1,448	2,166	17.07
전남	고흥	949	1,417	17.03
제주	제주	30	44	16.69
전남	보성	400	575	16.43
전남	강진	1,200	1,720	16.36
합계		6,756	10,117	17.10

표3은 시군별 이용률이 높은 상위 10개 지역의 이용률을 보여준다. 분석대상 설비용량의 약 50%에 해당하는 6,756kW가 17.10%로 전국 평균 이용률을 상회하고 있다. 1차 지역구분에서 높은 이용률을 보이던 전남지역에 소속된 시군에서 평균적으로 고르게 높은 이용률을 보였으나, 경북 지역은 문경지역에 발전설비가 집중 설치되었고, 이용률도 높게 나타났다.

표 4. 시군별 이용률 (하위10개)

도, 광역시 구분	시, 군별 구분	설비 용량 (kW)	연간 발전량 (MWh)	이용률 (%)
전북	무주	10	10	11.91
경기	여주	3	3	11.70
충북	옥천	62	61	11.32
전북	완주	3	3	11.17
충북	괴산	15	14	10.70
경기	안성	6	6	10.65
경기	부천	3	3	9.97
충남	홍성	10	9	9.97
서울	종로	3	2	8.84
경기	고양	5	3	7.76
합계		120	115	10.91

표 4는 시군별 이용률이 낮은 하위10개 지역을 보여준다. 경기와 서울지역의 시군이 전반적으로 이용률이 낮으며, 충남의 홍성군은 도별구분은 높게 나타났으나 시군별 이용률은 저조하다. 따라서 충남지역은 앞으로 준공되는 설비에 대한 이용률 추이를 좀 더 조사할 필요가 있다. 표1과 표2를 비교해보면 현재 준공된 태양광 발전설비는 비교적 일사량이 좋은 지역에 설치된 것으로 판단된다.

#### 4. 결 론

지금까지 국내 태양광 발전설비에 대한 이용률을 살펴본 결과, 일조량이 풍부한 전남지역의 이용률이 높게 나타났다. 그리고 이용률이 높은 지역이 낮은 지역보다 설비용량이 크게 나타났으므로, 현재까지 비교적 일조량이 좋은 지역의 태양광 발전설비가 설치됐다고 할 수 있다. 그러나 연평균 이용률은 15.80%에 지나지 않으며, 월별 평균 이용률 변화추이를 분석한 결과 피크수요가 발생하는 7-9월의 이용률이 저조하기 때문에 태양광 발전의 효율성은 떨어진다. 따라서 이용률 증대를 위한 기술개발을 통해 태양광 발전의 효율성을 증가시킴으로써 기후변화를 완화하고 저탄소 녹색성장을 구현할 수 있도록 해야 한다.

#### References

- [1] “2005년 신재생에너지 백서” 2006.8 산업자원부
- [2] “신재생에너지 전원접속에 따른 계통영향 분석 및 운영방안 연구” 2006.10 한국전력거래소
- [3] “신재생에너지 RD&D전략 2030” 07.11 산업자원부
- [4] “2006-2007 신재생 월별실적” 한국전력거래소 내부 자료
- [5] “Renewables 2007 Global Status Report” February 2008