

국내 태양에너지 자원의 재평가

조 덕기¹⁾, 강 용혁²⁾

Revaluation of Solar Radiation Resources in Korea

Dokki Jo, Yongheack Kang

Key words : Solar Radiation(태양복사), Atmospheric Clearness Index(대기청명도), Clear-day Analysis(청명일 분석), Satellite Image(위성영상), Spectral Distribution(분광분포)

Abstract : The domestic solar radiation data have been measured at 16 different sites all over the country since the beginning of 1980. It is very important that the fundamental data for the estimation and assessment of local solar radiation can be secured this project.

In order to estimate available energy resource from solar radiation, it is necessary to have enough data, more than 30 years in any country.

However since we have collected solar radiation(global radiation including direct normal radiation) data only for 10 years we still need to measure insolation to secure the reliability and standardization of measured local solar radiation data.

In brief, the major activities on this R&D include routine maintenance of the national network for insolation data measurement, evaluation of the collected data, and reliability enhancement for assessing the quality of solar radiation data as well.

1. 서론

태양에너지는 가장 확실한 미래의 대체에너지원이다. 국내외적으로도 현재 광범위한 분야에 걸쳐 이를 활용하기 위한 연구사업이 활발하게 진행되고 있으며, 이미 여러 분야에서 그 경제성과 잠재성이 입증되고 있다.

태양에너지 이용기술을 발전 보급시키기 위해서는 무엇보다도 이용하고자 하는 지역에 대한 정확한 일사자료가 필요하다. 우선 현재 흔히 쓰이고 있는 평판식 태양열온수기, 혹은 태양전지판, 그린하우스 등은 넓은 면적에 입사하는 태양광선인 전일사량(Global Radiation)을 받아들여 이용하여야 한다.

또한 증온용 집광시스템, 즉 집광형집열기나 태양로 등은 직달에너지만을 가용에너지원으로 받아들이기 위하여 빛을 반사 혹은 굴절시켜서 상대적으로 넓은 면적에 입사하는 태양광선을

한 곳으로 모아 고온에너지를 얻도록 설계되어야 하는 특성을 가지고 있어 이 같은 기기의 개발과 보급을 위해서는 직달일사량의 측정은 절대적으로 요구되고 있다.

그러나 이와 같이 태양에너지자원을 이용하기 위해서는 장기간에 걸친 자료의 축적을 통하여 표준기술자료화 작업이 요구되며, 이와 병행하여 꾸준한 자료의 수정 및 보완이 이루어져야 한다.

이에 따라 미국, 일본, 프랑스 등 선진국은 이미 40~50여년에 걸쳐 방대한 양의 자료를 축적 하였음에도 불구하고, 우리나라의 경우는 일천한 실측 기간 때문에 더욱 그 필요성은 절실한 실정이다.

본 연구는 날로 중요성을 더해 가고 있는 태양에너지 기술이 국내에서도 하루 빨리 정착, 실용화 할 수 있도록 국내 태양에너지자원을 보다 과학적인 방법으로 정확 하게 정착, 평가하는데 목표를 두었다. 그러나 실측기간이 선진국에 비하여 불과 얼마 안되기 때문에 측정결과가 갖는 결과가 의미가 절대성을 가질 수는 없을 것이다. 이는 앞으로도 계속될 예정인 본 사업에서 보완해 나갈 문제인 것이다.

2. 태양광자원 정밀조사

그림 1은 지난 23년 동안(1982~2004) 측정된 자

1) 책임 저자의 소속
E-mail : dokkijo@kier.re.kr
Tel : (042)860-3561 Fax : (042)860-3739
2) 저자2의 소속
E-mail : yhkang@kier.re.kr
Tel : (042)860-3518 Fax : (042)860-3739

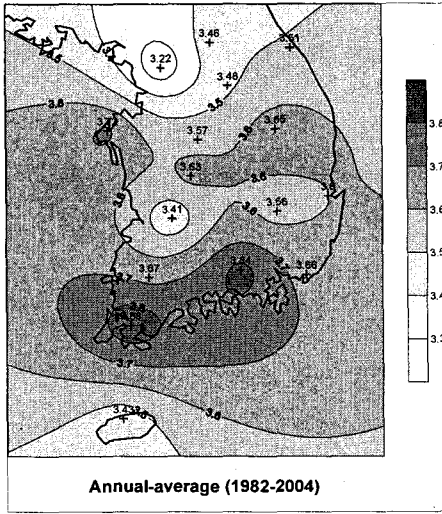


그림 1. 전국 연평균 1일 수평면 전일사량 자원분포도 (kWh/m²/day)

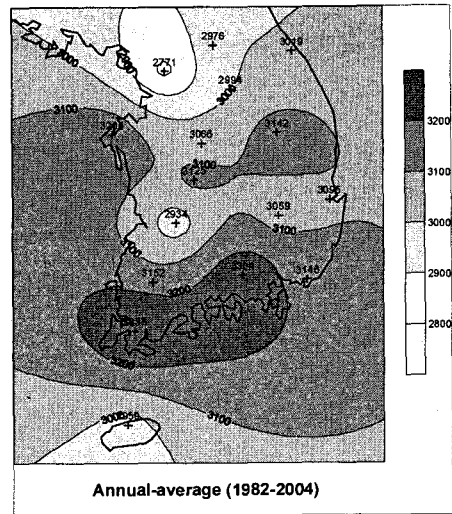


그림 2. 전국 연평균 1일 수평면 전일사량 자원분포도 (kcal/m²/day)

료의 평균치를 가지고 근접지역간의 일사량을 거리에 따라 균등하게 배분하여 임의 지점의 태양광자원을 산출하는 전산 시뮬레이션 기법으로 그런 전국적인 태양광자원, 즉 수평면 전일사량 분포 현황도이다. 그림에서 보는바와 같이 가장 우리나라의 수평면 전일사량의 연평균치로 계산하였을 때, 전국이 하루에 3.58 kWh/m² 정도의 태양광에너지를 받고 있는 것으로 나타났다.

분포상의 특징을 태양열조건이 좋은 순으로 지역대를 나누면, 중서부 남해안지방과 태안반도 일대가 전국에서 가장 좋은 곳으로 나타났으며, 그 다음은 대전-영주-안동-경주분지를 잇는 일대와 남원분지, 김해평야 일대, 중부이남 및 중부이북 지방 순으로 나타났다. 반면에 대기오염이 심각한 서울지방은 전국에서 가장 낮은 일사량을 기록하였으며, 그 다음으로 낮게 나타난 제주도의 경우는 측정지가 제주시에 위치하였기 때문에 한라산 이북지방의 태양광조건이 일기불순으로 생각보다 좋지 않음을 알 수가 있다.

또한 우리나라의 태양광자원에 대한 계절별 일일 수평면 전일사량 분포특성은 봄철과 가을철의 태양광조건은 대체로 내륙지방의 지역보다는 해안지방의 지역이 좋으며, 여름철은 전국이 고른 분포를 나타낸 반면에, 겨울철은 남해지방 일원 지역의 태양광이 다른 지역들보다 상대적으로 높은 형태를 나타내었다.

3. 태양열자원 정밀분석

그동안 23여년간에 걸쳐 전국 네트워크에서 측정된 태양열자원 즉, 수평면 전일사량의 분석결과를 전산시뮬레이션 기법에 의거 그림 2에 나타내었다.

분포상의 특징을 태양열조건이 좋은 순으로 지역 대를 나누면, 그림에서 보는바와 같이 남해중서부지방과 태안반도 일대의 일사조건이 전국에서 가장 좋은 곳으로 나타났으며, 그 다음은 대전-영주-안동분지 일원과 호남 및 김해평야 일대, 중부이남 및 중부이북지방, 제주도 순으로 나타났고, 대기오염도가 심각한 서울지방은 전국에서 가장 낮은 일사량을 기록하였다.

또한 우리나라의 태양광자원에 대한 계절별 수평면 전일사량 분포특성은 봄철과 가을철의 태양열조건은 대체로 내륙지방의 지역보다는 해안지방의 지역이 좋으며, 여름철은 전국이 고른 분포를 나타낸 반면에, 겨울철은 남해지방 일원 지역의 일사량이 다른 지역들보다 상대적으로 높은 형태를 나타내었다.

4. 법선면 직달일사량 자원분석

우리나라 주요 16개 지역에서 1990년 12월부터 2004년 12월 사이에 일평균 운량값이 0 또는 0.1 이하인 청명한 날 측정된 지역별 법선면 직달일사량의 연 평균치를 살펴보면, 그림 3에서 나타낸 바와 같이 하루에 5.6 kWh/m² 이상의 법선면 직달일사량을 받는 비교적 큰 지역은 광주 일원의 남원분지 일대와 대전-청주를 잇는 대전분지, 그리고 역시 분지지대인 춘천과 -영주-포항을 잇는 일대임을 알 수 있으며, 그 중에서도 특히 대전지역은 하루에 6.0 kWh/m² 이상인 것으로 나타났다.

법선면 직달일사량이 비교적 낮은 하루에 4.4~5.2 kWh/m²인 지역은 수도권지역인 서울과 대도시지역인 대구, 해안지역인 서산으로 나타났으며, 하루 4.0 kWh/m² 정도로 매우 작은 지역은 역시 해안지역인 목포로 나타났다.

한편 같은 기간동안 수평면 전일사량에 대한 법

의한 전국이 고른 분포를 나타낸 반면에 강릉과 목포지역은 타 지역보다 높게 나타났으며, 가을철은 서울, 대구와 같은 대도시지역과 공단지역인 전주에서 타 지역보다는 낮게 나타나 전국적으로 연평균과 유사한 분포를 보였다. 겨울철은 수도권 지역을 비롯한 그 인접지역과 대도시지역인 대구, 부산지역, 그리고 공단지역인 청주, 전주, 그리고 해안지방인 제주지역이 타 지역보다도 낮은 형태를 갖고 있으나, 특히 남해중부지방인 진주는 상대적으로 타 지역보다 높은 형태를 갖고 있다. 이는 계절풍이 이 도시지역의 대기청명 상태에 상당한 영향을 미치고 있기 때문인 것으로 믿어진다.

6. 시스템 최적설치

우리나라 전 지역에 대한 시뮬레이션 결과, 그림 6에서 나타난바와 같이 대부분 지역의 연평균 최적 시스템 설치경사각은 남향 30°~36° 부근에서 최대의 태양에너지를 받아들이는 것으로 나타났다.

분포상 특징을 살펴보면, 최적 경사각은 차령산맥 및 노령산맥을 경계로 하여 호남지방과 남해중서부지방 일원이 30°, 제주도지방이 24°, 태백산맥 대관령 일대가 36°로 나타났으며, 그 외의 대부분 지역에서는 33°인 것으로 나타났다.

반면에 같은 기간 난방기간(10~3월)동안에 산출된 최적경사각은 바와 같이 제주도를 제외한 대부분 지역의 연평균 최적 시스템 설치경사각은 남향 51°~54° 부근에서 최대의 일사를 수월 받는 것으로 나타났다.

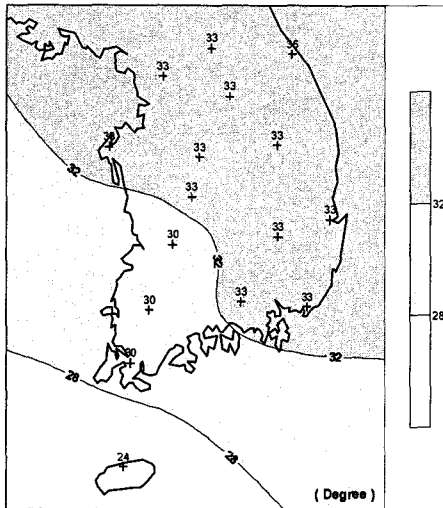


그림 6. 전국 정남기준 연평균 최적시스템 설치 경사각 산출도

7. 결론

본 연구의 목적은 국내 일사량 자원의 정확한 측정과 평가를 하여 데이터의 신뢰성을 향상시켜

관련분야의 연구개발과 응용기술 보급에 필수적인 기본자료를 확보하는데 있다.

특히 이 사업은 전국 일사량 측정사업의 지속과 국내의 일사량 분포특성 및 성분규명 등 일사량자원의 활용도 제고를 위한 각종 이론 접근과 실험연구가 포함되었다. 연구결과를 요약하면,

1) 국내 태양광자원의 재평가를 위하여 1982년 1월부터 2005년 12월까지 기간동안 우리나라 주요 16개 전지역에서 측정된 수평면 전일사량은 연평균치로 계산하였을 때, 전국이 하루에 3.58 kWh/m²/day 정도의 태양광에너지를 받는 것으로 나타났다.

2) 또한 국내 태양열자원의 재평가를 위하여 우리나라 주요 16개 지역에서 1982년 1월부터 2005년 12월 사이에 걸쳐 우리나라 주요 16개 전지역에서 측정된 수평면 전일사량은 연평균치로 계산하였을 때, 전국이 하루에 3,086 kcal/m² 정도의 태양열에너지를 받는 것으로 나타났다.

3) 우리나라 주요 16개 지역에서 1990년 12월부터 2005년 12월 사이에 1일 평균 운량값이 0 또는 0.1 이하인 청명한 날에 매 시간마다 측정된 실측 자료를 토대로 전기간에 걸친 법선면 적달일사량을 분석한 결과, 전지역에서 청명한 날 하루에 연평균 5.40 kWh/m² 정도의 일사에너지를 받고 있는 것으로 나타났다.

4) 1982년 1월부터 2005년 12월 기간동안 구름이 전혀 없는 매우 청명한 날에 예측된 자료의 평균치를 가지고 전산시뮬레이션 기법으로 도해한 전국적인 대기청명도 분포현황도를 작성하여 이 기간동안 연평균치로 계산하였을 때 전국이 대략 63% 정도의 대기청명도를 나타내었다.

5) 시뮬레이션 기법에 의하여 산출된 주요 지역의 최적 경사각을 가지고, 다시 근접지역 간의 최적 경사각을 거리에 따라 균등하게 배분하여 임의의 지역의 최적 경사각을 산출하는 기법으로 그린 전국적인 최적 시스템 설치 경사각 분포도를 나타내어 최적 태양광발전시스템 설치기준을 제시한 시뮬레이션 결과, 대부분 지역의 연평균 최적 시스템 설치경사각은 남향 30°~36° 부근에서 최대의 태양에너지를 받아들이는 것으로 나타났다.

후기

본 연구는 산업자원부의 연구비지원으로 수행되었습니다.

References

- [1] Lunde P.J., Solar Thermal Engineering, John Wiley & Sons New York, 1980.
- [2] Duffie John A., and Beckman William A., Solar Engineering of Thermal Process, John Wiley & Sons, Inc., 1991.
- [3] Dickinson, William C., and Chermisinoff Paul N., Solar Energy Technology Handbook, Dekker, Inc., 1982.
- [4] 기상청, "기상년-월보", 1982 ~ 2004.
- [5] 기상청, 한국기후표(1971-2000), 2001.