

국내 성분 및 파장별 일사량 평가

조덕기*, 윤창열*, 김광득*, 강용혁*

*한국에너지기술연구원(dokkijo@kier.re.kr / yuncy@kier.re.kr / kdkim@kier.re.kr / yhkang@kier.re.kr)

Solar Radiation Evaluation for Components and Classified Wavelength in Korea

Jo, Dok-Ki*, Yun, Chang-Yeol*, Kim, Kwang-Deuk*, Kang, Young-Heack*

*Korea Institute of Energy Research(dokkijo@kier.re.kr / yuncy@kier.re.kr / kdkim@kier.re.kr / yhkang@kier.re.kr)

Abstract

The Korea Institute of Energy Research(KIER) has began collecting solar radiation components data since January, 1988, and solar radiation classified wavelength data since November, 2008. KIER's solar radiation components and classified wavelength data will be extensively used by concentrating solar energy system users or designers as well as by research institutes.

Keywords : 집광식 태양에너지시스템 (Concentrating Solar Energy System), 태양복사성분 (Solar Radiation Components), 파장별 태양복사 (Classified Wavelength Solar Radiation)

1. 서론

태양에너지 자원의 일사량 성분을 구분하는 이유 중에 하나는 그 이용 방법상의 특징에서 찾아볼 수 있다. 우선 현재 흔히 쓰이고 있는 태양전지판 등과 같은 태양광시스템을 설치할 때는 파장 0.285~2.8 μm 의 전일사량에 대한 상세한 자료가 요구되어지고 있는 반면에, 넓은 면적에 입사되는 직달일사량을 한곳에 모아 사용하도록 설계된 집광형

모아 사용하도록 설계된 집광형 태양열발전 시스템등과 같은 기기의 설계나 효율을 예측하기 위해서는 직달일사량에 대한 자료를, 그리고 수평면에 입사하는 직달일사량 중 지표면에 도달하지 않고 산란되는 일사량은 그린하우스 설계자료 등으로 이용되고 있다.

또한 적외선(IR)은 태양이 방출하는 빛을 프리즘으로 분산시켜 보았을 때 적색선의 끝보다 더 바깥쪽에 있는 전자기파로, 파장의 길이에 따라 분류하면 파장 0.75 ~ 3 μm 의

적외선을 근적외선, 3 ~ 25 μm 의 것을 적외선, 25 μm 이상의 것을 원적외선이라 한다. 가시광선이나 자외선에 비해 강한 열작용을 가지고 있는 것이 특징이며, 이 때문에 열선이라고도 한다. 태양으로부터 공간으로 전달되는 복사열은 주로 적외선에 의한 것이다. 근적외 영역은 근적외 분광분석법으로 식품 등의 성분분석에, 중간·원적외 영역은 적외선흡수 스펙트럼법으로 시료 성분의 동정, 확인에 활용되고 있다.

자외선(UV)은 체내에서 비타민 D를 합성하고, 살균작용을 하는 등 이로운 역할을 하는 동시에 피부노화, 피부암, 건조, 피부염, 잔주름, 기미, 주근깨 등을 생기게도 한다. 자외선은 파장 길이에 따라 A, B, C의 3가지로 나뉘는데, 이 중 자외선 C밴드(UV-C)는 오존층에서 차단되고, A밴드 자외선(UV-A)와 B밴드 자외선(UV-B)가 피부에 영향을 미친다.

따라서 보다 효과적으로 태양광에너지의 이용을 돕기 위해 수평면일사계, 일사차광대, 그리고 직달일사계 및 태양추적장치 등 종합적인 성분별 태양광 측정을 위한 관련 장비와 적외선, 자외선 측정센서를 확보하고, 전일사 및 직달과 산란일사 성분과 적외선, 자외선 등에 관한 실측분석 자료를 수집하여 태양광자원 이용을 위한 기초자료 등 다각적인 연구사업에 활용하고자 하였다.

2. 측정시스템 구성

성분 및 파장별 측정실험을 위하여 성분과 장일사량 자동측정시스템이 위치한 대전지방(36° 22'N, 127° 22'E)에서 기존 노후된 성분일사량 측정시스템을 교체하고자 2005년 4월부터 새로이 수평면일사계 및 직달일사계 등과 같은 일사측정용 센서와 태양자동추적장치, 태양차폐장치(shading ball assembly), 그리고 2008년 11월부터 새로이 파장별 일사량을 측정하고자 적외선 및 자외선일사계, 장기

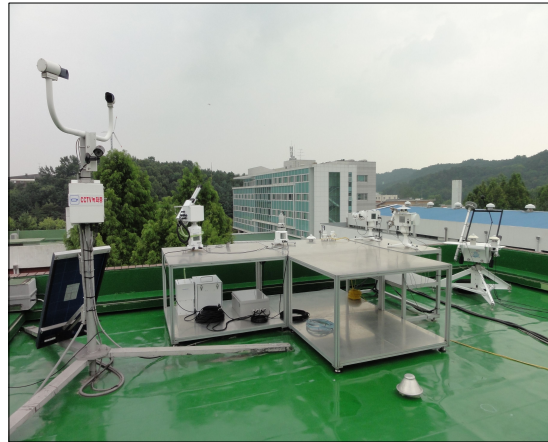


그림 1. 성분 및 파장별 일사량 자동측정시스템 설치전경

간 데이터를 측정 및 저장할 수 있는 데이터 수집장치 등, 관련 부속기기를 설치하고 원거리 측정네트워크 구조의 컴퓨터 통신방식에 의한 성분일사량 자동측정시스템 구성을 시도하였다. 이와 같이 설치된 시스템에 의하여 측정되는 데이터는 통제소에 설치된 데이터 프로세서의 원격제어에 의해 기존 랜통신 인터페이스를 통하여 원거리 전송되며, 전송된 데이터는 다시 데이터 파일로 구분하여 하드디스크에 저장시켜 각종 데이터의 분석 및 전산처리를 행할 수 있도록 하였다.

그림 1에서 보는바와 같이 일사량 성분분석을 위하여 측정지에 설치된 태양추적장치 위에 수평면상의 전일사량을 측정하기 위하여 수평면일사계를 설치하였으며, 법선면상에서의 직달일사량과 전일사량을 측정하기 위하여 직달일사계와 수평면일사계를 설치하였다. 또한 수평면상의 산란일사량 측정을 위하여 태양차폐장치와 수평면 일사계를 설치하였다.

또한, 파장별에 따른 일사량 강도분석을 위해 우선 적외선 측정을 위해 적외선 일사계를, 그리고 자외선 측정을 위해 자외선일사계, A밴드 자외선복사계, B밴드 자외선복사계를 설치하였다. 그리고 데이터수집장치와 관련 부대장치를 각각 설치하였다.

3. 성분 및 파장별 일사량의 측정분석

3.1 성분별 일사량 분석

측정실험을 위해 설치하여 운영 중에 있는 성분별 일사량 자동측정시스템에서 1988년 1월부터 1989년 7월까지, 그리고 1996년 1월부터 2010년 12월까지 약 16년 7개월간에 걸쳐 매 시간마다 측정된 실측자료를 토대로 전 기간에 걸친 1일 평균일사량을 성분별로 분석하여 보면, 표 1과 그림 1에서 나타난바와 같이 수평면상에서 전일사량에 대한 대기권밖 일사량의 비는 2.22로 대기권밖 일사량의 45% 정도만이 지표면에 도달되는 것으로 나타났다.

표 1. 성분별에 따른 일평균 일사량 비교

(단위 : kWh/m²/day)

수평면 전일사량 (HGLO)	구 분	성분별 일사량	수평면 전일사량과의 비교
3.65	수평면 대기권밖 일사량(EXTR)	8.10	2.22
	법선면 직달일사량(DIRN)	2.94	0.81
	수평면 산란일사량(HDIF)	1.61	0.44
	수평면 직달일사량(HDIR)	2.04	0.56
	법선면 전일사량(DIRG)	4.85	1.33

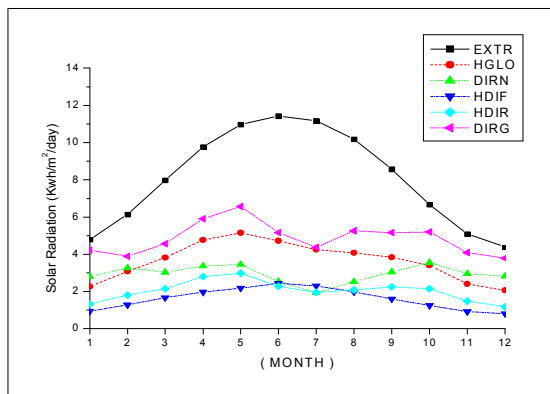


그림 1. 월별 일평균 성분별 일사량

로 나타났다. 또한 수평면상에서 전일사량에 대한 산란일사량의 비는 0.44로 나타났으며, 상대적으로 직접 지표면에 도달한 직달일사량은 0.56으로 나타났다. 반면에 지표면에 도달하는 태양빛과 법선 방향의 직달일사량과 전일사량은 수평면 전일사량에 대해 법선면 직달일사량은 0.81로 나타났으며, 법선면 전일사량은 1.33으로 매우 높은 편이었다.

3.2 파장별 복사량 분석

측정실험을 위해 설치하여 운영 중에 있는 파장별 복사사량 자동측정시스템에서 2008년 11월부터 2010년 12월까지 약 2년 2개월간에 걸쳐 매 시간마다 측정된 실측자료를 토대로 전 기간에 걸친 1일 평균일사량을 파장별로

표 2. 파장별에 따른 일평균 일사량 비교

(단위 : kWh/m²/day)

수평면 전일사량 (HGLO)	구 분	파장별 일사량	수평면 전일사량과의 비교
3.654	자외선 (UV)	0.175	0.048
	자외선 A밴드 (UV-A)	0.230	0.063
	자외선 B밴드 (UV-B)	0.006	0.002
	적외선 (IR)	8.052	2.204

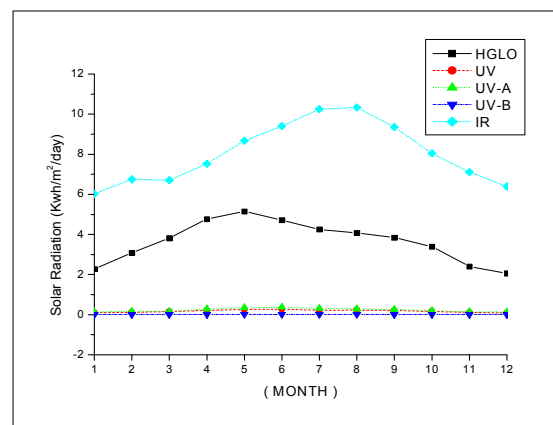


그림 2. 월별 일평균 파장별 일사량

분석하여 보면, 표 2와 그림 2에서 나타난바와 같이 수평면상에서 전일사량에 대한 자외선의 비는 0.0048로 나타났으며, 자외선 A밴드와 자외선 B밴드는 각각 0.063과 0.002로 나타나 수평면 전일사량의 약 6.5% 정도가 인체에 해로운 자외선 A밴드와 B밴드 영역으로 나타났다. 상대적으로 태양으로부터 공간으로 전달되는 복사열은 주로 적외선에 의한 것으로 직접 지표면에 도달한 적외선은 수평면 전일사량에 대해 2.204로 매우 높은 편이었다.

4. 결 론

성분별 일사량 측정실험을 위해 설치하여 운영 중에 있는 성분일사량 자동측정시스템에서 1988년 1월부터 1989년 7월까지, 그리고 1996년 1월부터 2010년 12월까지 약 16년 7개월간에 걸쳐 매 시간마다 측정된 실측자료를 토대로 전 기간에 걸친 1일 평균일사량을 성분별로 분석한 결과, 수평면상에서 전일사량에 대한 대기권밖 일사량의 비는 2.22로 대기권밖 일사량의 45% 정도만이 지표면에 도달되는 것으로 나타났다. 또한 수평면상에서 전일사량에 대한 산란일사량의 비는 0.44로 나타났으며, 상대적으로 직접 지표면에 도달한 직달일사량은 0.56으로 나타났다. 반면에 지표면에 도달하는 태양빛과 법선 방향의 직달일사량과 전일사량은 수평면 전일사량에 대해 법선면 직달일사량은 0.81로 나타났으며, 법선면 전일사량은 1.33으로 매우 높은 편이었다.

또한, 파장별 일사량 측정실험을 위해 설치하여 운영 중에 있는 파장복사량 자동측정시스템에서 2008년 11월부터 2010년 12월까지 약 2년 2개월간에 걸쳐 매 시간마다 측정된 실측자료를 토대로 전 기간에 걸친 1일 평균일사량을 파장별로 분석하여 보면, 표 5와 그림 3에서 나타난바와 같이 수평면상에서 전일사량에 대한 자외선의 비는 0.0048로 나

타났으며, A밴드 자외선과 B밴드 자외선은 각각 0.063과 0.002로 나타나 수평면 전일사량의 약 6.5% 정도가 인체에 해로운 자외선 A밴드와 B밴드 영역으로 나타났다. 상대적으로 태양으로부터 공간으로 전달되는 복사열은 주로 적외선에 의한 것으로 직접 지표면에 도달한 적외선은 수평면 전일사량에 대해 2.204로 매우 높은 편이었다

그러나 한정된 측정장소와 선진국에 비해 짧은 측정기간으로 인하여 현재까지 만의 결과만을 가지고, 우리나라의 전반적인 일사량 성분 및 파장별 평가는 아직 어려운 실정이다. 이에 따라 여러 지역에 대한 장기적인 일사량 성분 및 파장별 측정뿐만 아니라 앞으로는 이를 토대로 하여 일사량 성분별 및 파장별 예측을 위한 우리나라 전 지역에 적합한 이론식을 유추해 나아가야 할 것이다.

후 기

본 연구는 국가 출연사업인 주요사업의 지원을 받아 수행되었음 (과제번호 : GP 2009-0051).

참 고 문 헌

1. Japan Solar Energy Society, Solar Energy Utilization Handbook, pp. 1-49, (昭和60).
2. Duffie John A. and Beckman William A., Solar Engineering of Thermal Process, John Wiley & Sons, Inc., (1991).
3. Lunde P.J., Solar Thermal Engineering, John Wiley & Sons New York, 1980.
4. 기상청, "기상년·월보", (1988 ~ 2010).