

국내 일사량의 성분 분석

조덕기*, 윤창열*, 김광득*, 강용혁*

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

Analysis of Solar Radiation Components 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 Knowledge of the solar radiation components are essential for modeling many solar energy systems. This is particularly the case for applications that concentrate the incident energy to attain high thermodynamic efficiency achievable only at the higher temperatures. In order to estimate the performance of concentrating thermal systems, it is necessary to know the intensity of the beam radiation, as only this component can be concentrated.

The Korea Institute of Energy Research(KIER) has began collecting solar radiation component data since August, 2002. KIER's component data will be extensively used by concentrating system users or designers as well as by research institutes.

The Result of analysis shows that the annual-average daily diffuse radiation on the horizontal surface is 1,458 cal/m² and daily direct radiation on the horizontal surface is 1,632 cal/m² for all over the 16 areas in Korea.

Keywords : 태양열시스템 (Solar Thermal System), 청명도 (Clearness Index), 직달 및 산란성분 (Beam and Diffuse Components)

1. 서 론

지구 표면 위에 도달하는 태양광선은 직달 성분과 산란성분으로 구성되어 있다. 이 중 직달성분은 태양광선이 지표면상에 떨어질 때까지 그 방향이 변하지 않고 직접 도달하

는 성분을 말하며, 산란성분은 대기 중을 통과할 때 먼지나 물방울에 의해서 빛이 굴절 혹은 반사되어 도달되는 성분을 의미한다. 이를 각각 직달일사량, 산란일사량이라 부른다.

이와 같이 일사량의 성분을 구분하는 이유는 태양에너지자원이라는 측면에서 볼 때,

그 이용 방법상의 특징에서 찾아볼 수 있다. 즉, 현재 흔히 쓰이고 있는 평판식 태양열집열기나 온수기 혹은 그린하우스, 태양전지모듈과 같은 태양열 및 태양광시스템은 직달, 산란성분의 구분 없이 전일사 에너지를 받아들이지만, 빛을 반사 혹은 굴절시켜서 상대적으로 넓은 면적에 입사하는 태양광선을 한 곳으로 모아 고온에너지를 얻도록 설계된 집광식시스템은 직달일사 성분만을 가용에너지원으로 받아들이는 특성을 가지고 있으며, 따라서 이 같은 기기의 설계 시 효율을 예측하기 위해서는 직달일사량 자료를 필요로 하고 있다.

따라서, 본 논문에서는 이와 같은 중요성을 감안하여 일사량 성분에 대한 이론적인 고찰을 통해 이들 시스템에 대한 설계자료로서 우리나라 주요 지역별 성분일사량을 산출하여 태양에너지 시스템 설계자 및 관련 산업체 종사자들에게 최적시스템 설계기준을 제시하고자 한다.

3. 실험결과 및 고찰

전년을 통하여 적용할 수 있도록 계절적 종속관계를 갖는 이론적 배경¹⁾²⁾을 바탕으로 지표면상에 입사되는 총일사량, 즉 수평면 전일사량 실측데이터를 근거로 하여 대기권 밖 일사량에 대한 수평면 전일사량 즉, 청명도 값과 수평면 상에서의 전일사량에 대한 산란일사량 비율을 산출하여 전년을 통하여 수평면상에 입사되는 산란일사량과 직달일사량을 예측하였다.

우선, 한국에너지기술연구원이 위치한 대전지방에서 2002년 1월부터 2008년 12월까지 4년 동안 매 시간마다 측정된 실측자료와 수평면 상에 입사하는 산란일사량과 직달일사

표 1. 월별 성분일사량 실측치와 예측치의 비교 (대전)
(단위 : kcal/m²/day)

구분	월	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	평균
H	실측	1923	2711	3452	4111	4589	4249	3334	3473	3070	2936	2070	1762	3140
	예측	830	1191	1563	1757	2015	2269	2052	1770	1477	1058	827	758	1464
H _d	실측	784	1048	1420	1838	2115	2172	2055	1877	1533	1157	835	707	1462
	예측	1094	1520	1888	2354	2574	1980	1282	1703	1593	1878	1243	1004	1676
H _b	실측	1138	1663	2032	2273	2474	2077	1279	1596	1537	1779	1235	1055	1678
	예측													

표 2. 계절별 성분일사량 실측치와 예측치의 비교 (대전)
(단위 : kWh/m²/day)

구분	계절	봄	여름	가을	겨울	연평균
H	실측	4,051	3,685	2,692	2,132	3,140
	예측	1,778	2,030	1,121	9,26	1,464
H _d	실측	1,791	2,035	1,175	8,46	1,462
	예측	2,272	1,655	1,571	1,206	1,676
H _b	실측	2,260	1,651	1,517	1,286	1,678
	예측					

량을 예측한 결과와 비교하여 보면, 표 1에서 보는바와 같이 각 성분별 예측치는 전기간에 걸쳐 실측치와 거의 유사한 값을 나타내었다.

또한, 계절별에 따른 1일 평균 일사량을 성분별로 살펴보면, 표 2에서 나타난바와 같이 수평면상에서 전일사량에 대한 산란일사량의 비, H_d/H는 여름철(6월~8월)에 0.55로 산란일사 성분이 가장 많은 계절로 나타났으며, 가장 적게 나타난 계절은 겨울철(12월~2월)로 0.43으로 나타났다. 반면에 수평면상에서 전일사량에 대한 직달일사량의 비, H_b/H는 가을철(9월~11월)에 0.58로 직달일사 성분이 가장 많은 계절로, 가장 적은 계절은 여름철로 0.45로 나타났다.

한편, 그림 1 ~ 그림 10은 지난 25년 동안(1982 ~ 2007) 실측된 수평면 전일사량 실측자료와 이를 Collares-Pereira 및 Rabl(1976)의 예측기법에 적용하여 우리나라 주요 16개 지역별로 수평면 성분(산란 및 직달)일사량을 산출하여 근접지역간의 일사량을 거리에 따라 균등하게 배분하여 임의 지점의 일사량을 산출하는 전산 시뮬레이션 기법으로 그린 전국적인 수평면 성분일사량 분포도이다.

우선, 우리나라의 수평면 산란일사량을 연

1) Duffie John A. and Beckman William A., Solar Engineering of Thermal Process, John Wiley & Sons, Inc., 1991.
2) Edward E. Anderson, Fundamentals of solar energy conversion, Addison Wesley, 1982.

평균치로 계산하였을 때, 전국이 하루에 1,458 kcal/m² 정도 수평면상의 지표면에서 받고 있는 것으로 나타났다.

분포상의 특징을 수평면 산란일사 조건이 좋은 순으로 지역 대를 나누면, 그림 1에서 보는바와 같이 목포-진주를 잇는 남해중서부지방 일사조건이 전국에서 가장 좋은 곳으로 나타났으며, 다음은 태안반도, 제주도, 대전-대구 일원과 호남 및 김해평야 일대, 그다음은 중부이남 및 중부이북지방 순으로 나타났고, 대기오염이 심각한 서울지방은 전국에서 가장 낮은 일사량을 기록하였다.

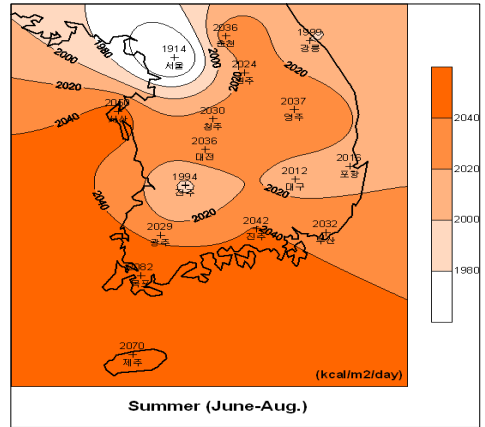


그림 3 전국 여름철 일평균 수평면 산란일사량 자원분포도

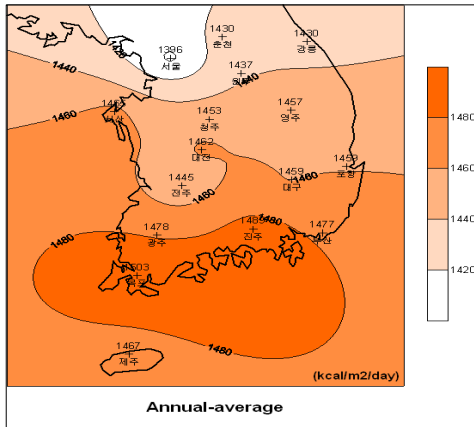


그림 1. 전국 연평균 1일 수평면 산란일사량 자원분포도

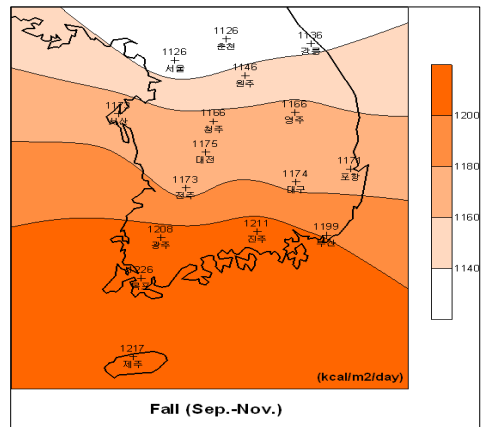


그림 4. 전국 가을철 일평균 수평면 산란일사량 자원분포도

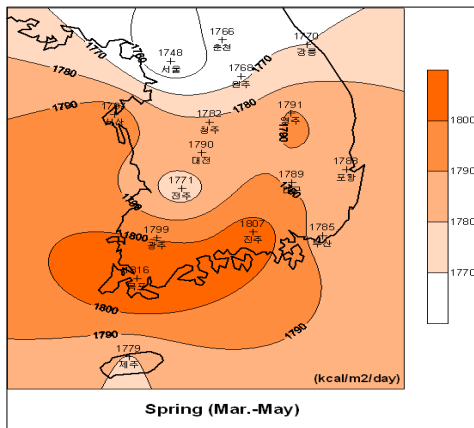


그림 2. 전국 봄철 일평균 수평면 산란일사량 자원분포도

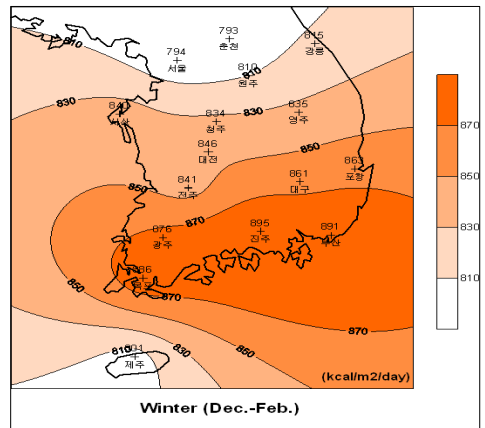


그림 5. 전국 겨울철 일평균 수평면 산란일사량 자원분포도

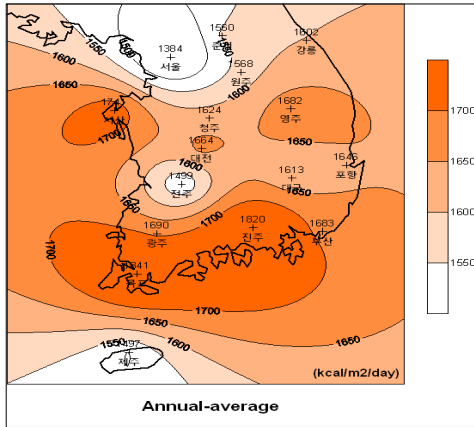


그림 6. 전국 연평균 1일 수평면 직달일사량 자원분포도

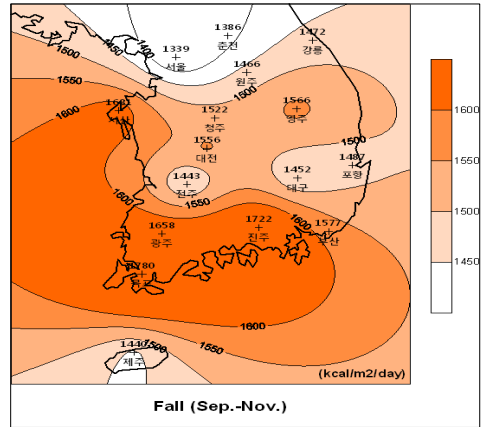


그림 9. 전국 가을철 일평균 수평면 직달일사량 자원분포도

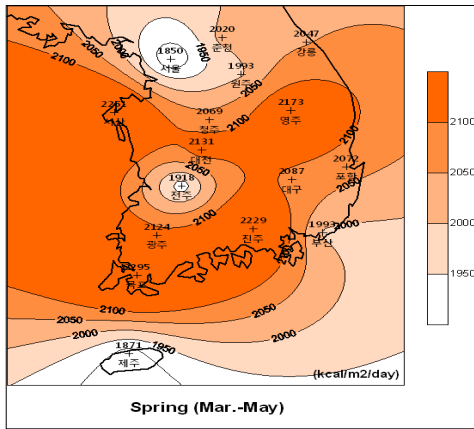


그림 7. 전국 봄철 일평균 수평면 직달일사량 자원분포도

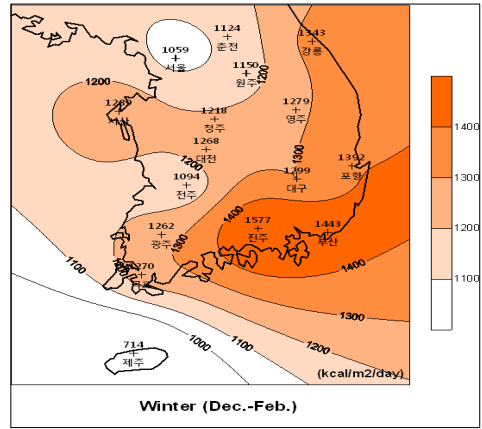


그림 10. 전국 겨울철 일평균 수평면 직달일사량 자원분포도

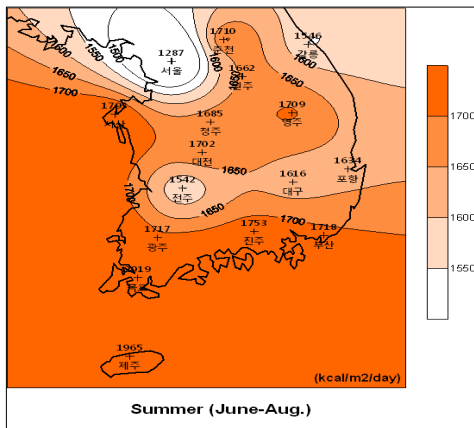


그림 8. 전국 여름철 일평균 수평면 직달일사량 자원분포도

또한, 우리나라의 수평면 산란일사 자원에 대한 계절별 수평면 전일사량 분포특성은 그림 2 ~ 그림 5에서 나타난바와 같이 봄철과 여름철의 산란 일사조건은 대체로 연평균과 유사한 형태를 보이고 있으며, 가을철과 겨울철은 북부지방을 시작으로 하여 위도가 낮은 인접지순으로 산란일사가 높아지는 수평적 분포형태를 나타내었다.

우리나라의 수평면 직달일사량은 전국이 하루에 연평균 1,632 kcal/m² 정도 수평면상의 지표면에서 받고 있는 것으로 나타났다.

분포상의 특징을 수평면 직달일사 조건이 좋은 순으로 지역 대를 나누면, 그림 6에서

보는바와 같이 남해중서부지방과 태안반도 일대의 일사조건이 전국에서 가장 좋은 곳으로 나타났으며, 그 다음은 대전, 영주분지 일원과 나주 및 김해평야 일대, 중부이남 및 중부이북지방으로 나타났으며, 역시 대기오염이 심각한 서울지방은 전국에서 가장 낮은 일사량을 기록하였다, 한편 제주도 역시 한라산 이북지방의 일사조건이 일기불순으로 그리 좋지 않음을 알 수 있다.

또한, 우리나라의 수평면 직달일사 자원에 대한 계절별 일사량 분포특성은 그림 7 ~ 그림 10에서 나타남바와 같이 봄철과 여름철, 가을철의 직달 일사조건은 대체로 연평균과 유사한 형태를 보이고 있으며, 반면에 겨울철은 북부지방을 시작으로 하여 경도가 높은 인접지순으로 직달일사가 높아지는 수직적 분포형태를 나타내었다.

5. 결 론

한국에너지기술연구원이 1982년부터 2007년까지 매 시간마다 측정된 실측 자료를 토대로 우리나라 주요 16개 지역별로 수평면 성분일사량을 예측하여 다음과 같은 결과를 얻을 수 있었다.

1) 우리나라의 수평면 산란일사량을 연평균치로 계산하였을 때, 전국이 하루에 1,458 kcal/m² 정도 수평면상의 지표면에서 받고 있는 것으로 나타났다.

2) 수평면 산란일사량은 목포-진주를 잇는 남해중서부지방 일사조건이 전국에서 가장 좋은 곳으로 나타났으며, 다음은 태안반도, 제주도, 대전-대구 일원과 호남 및 김해평야 일대로 나타났고, 대기오염이 심각한 서울지방은 전국에서 가장 낮은 일사량을 기록하였다.

3) 우리나라의 수평면 직달일사량은 전국이 하루에 연평균 1,632 kcal/m² 정도 수평면상의 지표면에서 받고 있는 것으로 나타났다.

4) 수평면 직달일사량은 남해중서부지방과 태안반도 일대의 일사조건이 전국에서 가장

좋은 곳으로 나타났으며, 서울지방은 전국에서 가장 낮은 일사량을 기록하였으며, 제주도 역시 한라산 이북지방의 일사조건이 일기불순으로 그리 좋지 않았다.

후 기

본 연구는 산업자원부의 연구비지원으로 수행되었음 (과제번호 : 2007-N-NC04-P-02).

참고문헌

1. Duffie John A. and Beckman William A., Solar Engineering of Thermal Process, John Wiley & Sons, Inc., 1991.
2. Edward E. Anderson, Fundamentals of Solar Energy Conversion, Addison Wesley, 1982.
3. 기상청, "기상년·월보", 1982 ~ 2006.