

표준기상데이터의 운량과 일사량 데이터 비교 분석

유호천*, 이관호**, 강현구***

*울산대학교 건축학부(hcyoo@mail.ulsan.ac.kr),
**울산과학기술대학교 공간디자인 학부(ghlee@mail.uc.ac.kr),
***울산대학교 건축학부 대학원(hks1708@nate.com)

Analysis of cloud cover and solar irradiance of typical meteorological data

Yoo, Ho-Chun*, Lee, Kwan-Ho**, Kang, Hyun-Gu***

*School of Architecture, University of Ulsan(hcyoo@mail.ulsan.ac.kr),
**School of Space Design, Ulsan College(ghlee@mail.uc.ac.kr),
***School of Architecture Graduate School, University of Ulsan(hks1708@nate.com)

Abstract

Domestic studies on meteorological data have been carried out, however they were mostly not constant but limited to fragment compilation. The studies on solar energy, among others, have been relatively active but the measurement of solar irradiance is also limited to some extent.

This study, in an effort to identify the difference in data between solar radiance and cloud cover, was intended to compare and analyze the typical meteorological data developed by Korean Solar Energy Society with the solar irradiance calculated using the typical meteorological data and cloud cover data provided by current simulation program.

Monthly average solar irradiance from the meteorological data (ISO TRY) of Korea's typical meteorological data which was actually measured appeared to be far below the monthly solar irradiance from the American Department of Energy. The solar irradiance calculated based on cloud cover indicates very limited difference between the two data, so the solar irradiance measured by Korean typical meteorological data (ISO TRY) indicated the similar value, which demonstrates the solar irradiance data from Korean Meteorological Administration is more accurate than those US National Weather Center.

Keywords : ISO TRY(ISO Test Reference Years), 표준기상데이터(Typical meteorological data)

기 호 설 명

I_G	: 수평면 전일사량
I_{GC}	: 맑은 날 수평면 일사량
I_D	: 산란 일사량
N, α	: 운량(Octa), 태양 고도
A, B, C, D	: 계수
R^2	: 결정계수

1. 서 론

건축물 디자인 및 설비 등의 설계에서 보다 적은 에너지의 사용을 위한 노력이 진행중이며, 이러한 흐름에서 가장 중요하게 생각 되는 것이 계획단계에서 부터 건축물의 에너지 사용량을 정확히 평가하고 분석하는 것이다. 우리나라의 경우 저탄소 및 친환경 건축물의 필요성이 대두되면서 건물성능평가 프로그램에 대한 이용이 활발해 지고, 일반화 되고 있다.

그러나 성능평가 프로그램의 대다수는 국내의 각 지역에 대한 기상데이터를 제공하지 못하고 있으며, 데이터가 제공되는 지역일지라도 출처 및 기상데이터 산출방법, 기간 등이 불분명한 실정이다. 이는 일부 프로그램에서 제공하고 있는 기상데이터의 경우에도 마찬가지이다. 또한 [그림1]과 같이 기상데이터에 일사량에 관한 데이터가 제공되지 않는 데이터도 있다. 이러한 경우에는 시뮬레이션 프로그램에서 운량을 통하여 일사데이터를 산출하는 방법을 통해 시뮬레이션을 통한 분석을 하는 경우가 대부분이다.

기상데이터에 관한 연구는 에너지 분석을 위한 표준기상자료 연구가 1980년대 초부터 꾸준히 진행되어왔지만 지속적이지 못하고 단편적 정리에 국한되어 있었다. 또한 이 중에서도 가장 많은 연구가 이루어지고 있는 분야가 태양에너지의 이용에 관한 것이다. 그러나 태양에너지에 대한 일사량 측정이 이루어지고 있는 지역은 매우 한정적이며, 국

외에서도 이와 같은 편중현상에 대처하고자 일사 외의 기상데이터를 이용한 일사 산출에 관한 연구가 이루어지고 있다. 그러나 이를 국내에 그대로 적용하기에는 다소 무리가 있다.

TRY SEUL	-999	37.30	-126.60	-9	3																				
1.06	1.05	1.03	1.01	0.99	0.97	0.99	0.98	1.00	1.00	1.04	1.05														
517.0	515.0	516.0	520.0	525.0	530.0	530.0	534.0	536.0	532.0	526.0	521.0														
1 1 1	27.	28.	29.7	3.	0	0	12	0.0026	0.000	9.5	0.0	0.0	1	7.											
1 1 2	25.	27.	29.7	7.	0	0	12	0.0025	0.001	9.0	0.0	0.0	0.0	1	6.										
1 1 3	25.	27.	29.7	10.	1	0	12	0.0025	0.001	9.0	0.0	0.0	0.0	1	7.										
1 1 4	24.	26.	29.7	7.	0	0	12	0.0023	0.001	8.5	0.0	0.0	0.0	1	7.										
1 1 5	23.	24.	29.7	3.	0	0	13	0.0021	0.001	8.0	0.0	0.0	0.0	1	6.										
1 1 6	21.	23.	29.7	0.	0	0	13	0.0019	0.001	7.5	0.0	0.0	0.0	1	7.										
1 1 7	21.	23.	29.7	0.	0	0	12	0.0019	0.001	7.5	0.0	0.0	0.0	1	8.										
1 1 8	21.	23.	29.7	0.	0	0	12	0.0019	0.001	7.5	0.0	0.0	0.0	1	6.										
1 1 9	20.	23.	29.7	0.	0	0	0	0.0018	0.001	7.5	0.0	0.0	0.0	1	5.										
1 1 10	22.	24.	29.7	1.	0	0	13	0.0019	0.001	8.0	0.0	0.0	0.0	1	4.										
1 1 11	23.	26.	29.7	1.	0	0	13	0.0019	0.001	8.0	0.0	0.0	0.0	1	7.										
1 1 12	23.	27.	29.7	2.	0	0	14	0.0019	0.001	8.5	0.0	0.0	0.0	1	5.										
1 1 13	25.	29.	29.7	1.	0	0	13	0.0019	0.000	9.0	0.0	0.0	0.0	1	8.										
1 1 14	25.	30.	29.7	1.	0	0	13	0.0018	0.000	9.0	0.0	0.0	0.0	1	7.										
1 1 15	25.	31.	29.7	0.	0	0	13	0.0017	0.000	9.5	0.0	0.0	0.0	1	9.										
1 1 16	24.	30.	29.7	0.	0	0	13	0.0016	0.000	9.0	0.0	0.0	0.0	1	8.										
1 1 17	23.	29.	29.7	0.	0	0	13	0.0015	0.000	8.5	0.0	0.0	0.0	1	8.										
1 1 18	22.	28.	29.7	0.	0	0	13	0.0014	0.001	8.0	0.0	0.0	0.0	1	5.										
1 1 19	21.	27.	29.7	0.	0	0	12	0.0013	0.001	8.0	0.0	0.0	0.0	1	4.										
1 1 20	21.	26.	29.7	0.	0	0	0	0.0013	0.001	7.5	0.0	0.0	0.0	1	0.										
1 1 21	20.	25.	29.7	0.	0	0	13	0.0013	0.001	7.5	0.0	0.0	0.0	1	1.										
1 1 22	21.	26.	29.7	1.	0	0	0	0.0014	0.001	7.5	0.0	0.0	0.0	1	0.										
1 1 23	21.	26.	29.7	2.	0	0	14	0.0014	0.001	7.5	0.0	0.0	0.0	1	1.										
1 1 24	22.	26.	29.7	3.	0	0	0	0.0015	0.001	8.0	0.0	0.0	0.0	1	0.										

그림 1. 일사량데이터가 제공되지 않은 기상데이터

본 연구에서는 기상데이터들의 일사량과 운량 데이터의 차이를 파악하기 위해 한국태양에너지학회에서 작성한 표준기상데이터와 현재 시뮬레이션 프로그램에서 제공되는 표준기상데이터를 비교 분석하고, 운량데이터를 이용한 비교적 간단한 일사량 산출 모델을 적용하여 일사가 측정되고 있는 국내 주요도시의 일사량데이터를 산출하여 비교, 분석하고자 한다.

2. 기상데이터 출처 및 연구방법

본 연구는 표준기상데이터간의 일사량 데이터와 운량 데이터의 차이를 파악하기 위해 한국태양에너지학회에서 작성한 표준기상데이터와 기존 시뮬레이션에서 제공하는 기상데이터로 비교 분석하였다. 한국태양에너지학회 표준기상데이터는 1986년부터 2005년까지의 기상청의 20년 자료를 TRY(Test reference year)기반으로 만든 데이터이고 시뮬레이션 프로그램에서 제공되는 표준기상데이터는 현재 미국 에너지국(U.S. Depart

ment Of Energy)의 주관으로 개발된 Energy plus 프로그램을 기반으로 작성된 표준기상 데이터이다.

미국 에너지국에서 제공 되고 있는 기상데이터는 제공한 인천, 강릉, 광주, 울산 4개의 지역이며 4지역 모두 IWEC(International Weather for Energy Calculations)를 기반으로 만든 데이터이다.

비교 분석 방법으로는 표준기상데이터의 해당지역의 측정된 일사데이터를 월평균 값으로 나타내어 비교하는 방법과 일사량데이터가 없는 기상데이터의 경우 일사량데이터 산출을 위해, 운량을 이용하여 일사산출을 통한 결과 값의 월평균 값에 대한 비교 및 분석을 수행하고자 한다.

2.1 ISO TRY

국제기준인 prEN ISO15927-4¹⁾는 냉난방 장치의 연간 에너지 요구량을 평가하기 위한 표준 방법(ISO TRY)을 1970년 중반 NCDC(미국 국립기상데이터 센터)에 의해 제안 되었다. 장기간의 기상관측 기록으로부터 기준 연도의 구성을 위한 방법을 규정하고 있으며, 이 방법은 덴마크식 선택법을 기초로 하고 있다. 시뮬레이션 프로그램에 직접 사용될 기상자료파일을 구성하는 기상요소는 건구온도, 법선년 직달일사량, 수평면 확산 일사량, 절대습도, 상대습도, 노점온도, 수증기압, 풍속 등이 있다.

2.2 IWEC

미국 냉난방공학회(American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers, ASHRAE)가 미국 국립기상센터(the National Climatic Data Center, Asheville, NC)의 자료를 이용하여 에너지 계산을 위한 국제 기상년 개발 프로

1) International Standard ISO 15927-4, Hygrothermal performance of buildings-Calculation and presentation of climatic data-Part 4:Hourly data for assessing the annual energy use for heating and cooling, 2005

젝트로 수행하였다. 이 프로젝트를 통한 자료는 2001년 3월에 완성되어 북미를 포함한 세계 70개국의 227지역의 대표 기상년의 실시간 데이터를 포함하고 있다. 건구온도와 일사에 가중치가 편중되어 태양과 관련된 에너지 분석에는 효과 적이지만, 다른 기상요소들의 변수들은 보증 할 수 가 없기 때문에 풍력과 같은 재생에너지 성능 예측을 위한 시뮬레이션 프로그램에 적용하는 것은 정확한 결과 값을 예측 할 수 없다.

3. CRM(Cloud cover Radiation Model)에 의한 일사산출 방법

구름의 양(운량)은 하늘의 상태를 알려주기 위해 사용된다. 구름이 전혀 없는 청명한 상태는 0octa, 구름이 하늘을 완전히 덮은 상태를 8octa라 한다. Kasten and Czeplak²⁾는 구름에 대한 정보를 기초로 일사량을 산출하는 방정식을 공식화 하였다.

$$I_{GC} = 910 \sin \alpha - 30 \quad (1)$$

$$I_G = I_{GC}(1 - 0.75(N/8)^{3.4}) \quad (2)$$

그리고 이것을 Gul et. al.³⁾과 Muneer, Gul⁴⁾은 각 지역의 조건에 맞도록 방정식을 발전시켰다. 이를 정리하면 다음과 같다.

$$I_{GC} = A \sin \alpha - B \quad (3)$$

$$I_G = I_{GC}(1 - C(N/8)^D) \quad (4)$$

위의 식 (3)과 (4)에서 표기되어 있는 산출

2) Fritz Kasten and Gerhard Czeplak, 「Solar and Terrestrial Radiation Dependent on the Amount and Type of Cloud」, Solar Energy, pp. 177-89, 1980

3) Gul M, Muneer T, 「Models for obtaining solar radiation from other meteorological data」, Solar Energy, pp. 99-108, 1998

4) Muneer T, Gul M. 「Evaluation of sunshine and cloud cover based models for generating solar radiation data」. Energy Conversion Management, pp. 461-82, 2000

계수 A, B, C, D는 각 지역의 운량 및 태양 고도를 통해 산출하여야 한다.

3.1 일사산출을 위한 데이터

운량 및 태양고도 데이터를 이용한 일사 산출은 미국 에너지성에서 제공한 4개지역의 기상데이터(인천, 강릉, 광주, 울산)를 대상으로 하였으며 자세한 내용은 다음과 같다.

표 1. 산출대상 지역

지역	위도 (N)	경도 (E)	측정데이터	
			일사	운량
인천	37.48	126.55	○	○
강릉	37.75	128.90	○	○
광주	35.13	126.92	○	○
울산	35.33	129.19	×	○

국내에 적용하기 적합한지 평가하기 위하여 일사 및 운량이 모두 측정되고 있는 인천, 강릉, 광주지역을 대상으로 실시하였다. 그리고 일사가 측정되지 않는 울산지역에 대해서는 운량을 이용하여 일사산출을 통한 결과값만 분석 하였다.

3.2 산출 데이터

일사산출에는 표준기상데이터의 경우 기상청(KMA)에서 제공된 20년간(1986-2005)의 시간별 일사데이터를 사용하였으며, 본 연구에서 일사데이터는 MJ/m²를 Wh/m²로 환산하며, 10분법으로 제공되는 운량데이터는 8분법(Octa)로 환산하여 사용하였다.

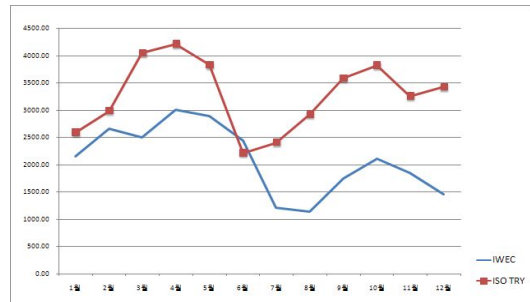
4. 일사량 데이터 비교 및 분석

4.1 표준기상데이터 월평균 일사량 차이

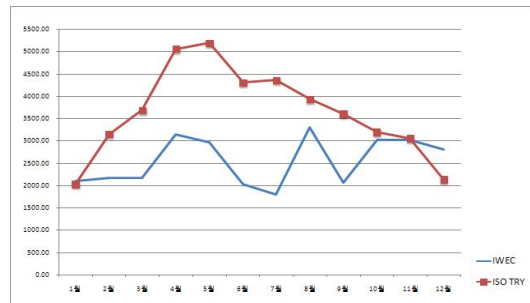
아래의 [그림 2]은 인천, 강릉 광주의 3지역의 대한민국 표준기상데이터(ISO TRY)와 미국 에너지국 데이터(IWEC)에서 제공한 기상데이터의 일사량의 월평균 변화이며, 그 차이를 그래프로 나타낸 것이다.

비교 결과 3지역 모두 대한민국 표준기상데이터의 기상데이터 월평균 일사량 데이터 값이 미국 에너지국의 기상데이터 월평균 일사량보다 값이 크게 나타난 것을 알 수 있다.

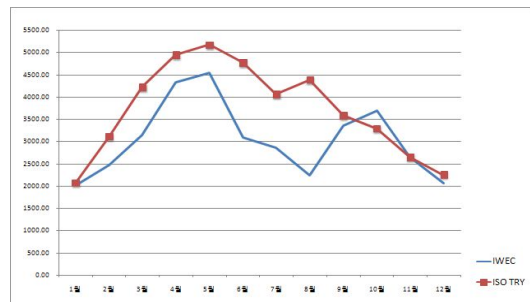
강릉의 경우 최대(6월) 약2200Wh/m² 정도의 차이를 보이며 인천, 광주는 최대 각각 1900Wh/m²(12월), 2100Wh/m²(8월)의 차이를 보였다.



인천



강릉



광주

그림 2. 각 지역별 일사량 비교

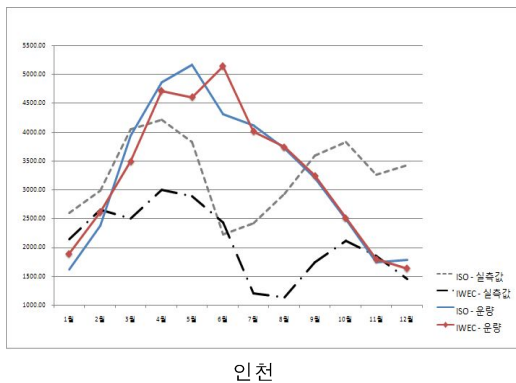
4.2 운량에 따른 일사량의 차이

다음 [그림 3]은 인천, 강릉 광주, 울산의 4

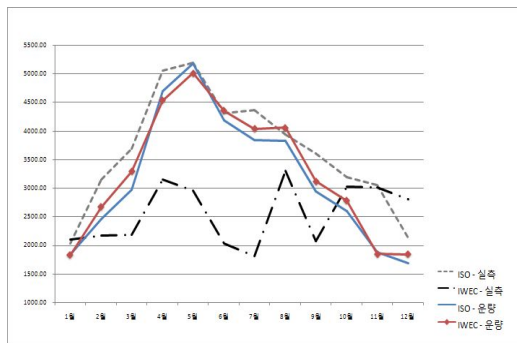
지역의 대한민국 표준기상데이터(ISO TRY)와 미국 에너지국에서 제공한 데이터(IWEC)에서 제공한 운량데이터를 CRM(Cloud cover Radiation Model)에 의한 일사산출 방법을 이용하여 산출한 일사량 구하였으며, 일사량 데이터 월평균 값의 차이를 그래프로 나타낸 것이다.

비교 결과 4지역 모두 대한민국 표준기상 데이터(ISO TRY)의 값과 미국 에너지국(IWEC)의 기상데이터의 월평균 일사량 값이 서로 유사한 값을 나타냈다.

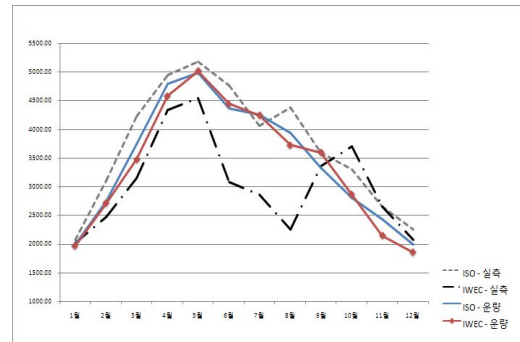
특히 광주의 경우에는 일사량값이 최대 280Wh/m²이며 월평균 130Wh/m²의 차이로 두 데이터간의 차이가 상당히 적게 나 것을 알 수 있었으며 인천, 강릉, 울산은 각각 240Wh/m², 167Wh/m², 175Wh/m²의 차이를 보였다.



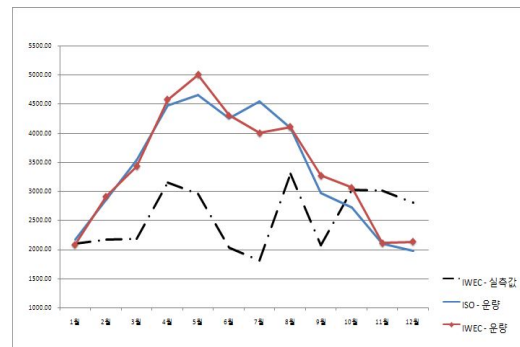
인천



강릉



광주



울산

그림 3. 운량을 이용하여 산출된 일사량값

전반적으로 실측정된 일사량데이터는 대한민국 표준기상데이터 (ISO TRY) 값이 높게 나타났으며, 운량을 이용하여 산출된 일사량 데이터는 미국 에너지국에서 제공한 데이터 (IWEC)가 광주를 제외하고 높게 나타났다.

표 2. 4개 지역 일사량 평균값

지역	평균값			
	ISO 실측	IWEC 실측	ISO 운량	IWEC 운량
인천	3274.98	2090.60	3161.88	3168.63
강릉	3639.46	2548.26	3173.08	3281.01
광주	3708.77	3038.82	3447.68	3383.78
울산	·	2548.26	3364.50	3415.37

5. 결 론

일사데이터는 그 필요성에도 불구하고 장비 및 기술의 부족으로 인해 많은 지역에서 측정되고 있지 않다.

본 연구에서는 국외에서 많은 연구가 이루어진 일사량데이터와 운량을 이용한 산출 방법을 국내에 적용해 봄으로써, 국내 일사에 대한 비교 및 분석을 해보았다.

실측정된 일사량의 경우 대한민국 표준기상데이터의 기상데이터(ISO TRY) 월평균 일사량 데이터 값이 미국 에너지국의 기상데이터(IWEC) 월평균 일사량보다 값이 크게 나타난 것을 알 수 있다. 강릉의 경우 최대(6월) 약2200Wh/m² 정도의 차이를 보이며 평균적으로 인천, 강릉, 광주 각각 1200Wh/m², 730Wh/m², 1200Wh/m²의 차이를 보였다.

운량을 이용하여 산출된 일사량의 값의 경우 광주 일사량값이 최대 280Wh/m²이며 월평균 130Wh/m²의 차이로 두 데이터간의 차이가 상당히 적게 나는 것을 알 수 있었다. 인천, 강릉, 울산은 각각 240Wh/m², 167Wh/m², 175Wh/m²의 차이를 보였다.

전반적으로 실측정된 일사량데이터는 대한민국 표준기상데이터(ISO TRY)값이 높게 나타났으며, 운량을 이용하여 산출된 일사량데이터는 미국 에너지국에서 제공한 데이터(IWEC)가 광주를 제외하고 높게 나타났다.

또한 운량을 이용하여 산출된 일사량의 경우 두 데이터 대한민국 표준기상데이터(ISO TRY)의 실측정된 일사량의 값과 상당히 근사한 값을 가진다. 이는 대한민국 기상청(KMA)에서 제공된 일사량데이터가 미국 국립기상센터(the National Climatic Data Center, Asheville, NC)의 일사량 데이터보다 정확하다고 판단된다.

본 연구에서는 실측정된 일사량 값과 운량을 이용하여 산출한 일사량 값만을 비교로 삼았으나 추후 연구에서는 일조시간을 이용

하여 일사량 산출을 통한 비교 분석을 수행할 필요성이 있을 것으로 사료된다. 이러한 과정들을 통해 보다 신뢰성 높은 데이터 분석 및 비교 결과 값을 얻을 수 있을 것으로 판단된다.

후 기

본 연구는 2007년도 정부(과학기술부)의 재원으로 한국과학재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No. R01-2007-000-10231-0)

참 고 문 헌

1. H.C.Yoo et al, 「Climate Change Test Reference Years for South Korea」, 6th Meeting of the CIB W108-Climate Change and The Built Environment, 2007
2. K.H. Lee, G.J. Levermore, 「Generation of typical weather data for future climate change for South Korea」, 6th Meeting of the CIB W108-Climate Change and The Built Environment, 2007
3. 유호천 외, 「TRY 방법론에 의한 표준 일사데이터 평가」, 한국생태환경건축학회논문집, 7(6), pp. 23-28, 2007
4. 윤중호, 「서울지역 실측일사량을 이용한 일사량 직산분리 모델의 정밀성 검증 연구」, 태양에너지학회논문집, 20(1), pp. 45-54, 2000
5. Fritz Kasten and Gerhard Czeplak, 「Solar and Terrestrial Radiation Dependent on the Amount and Type of Cloud」, Solar Energy, pp. 177-89, 1980
6. Moncef Krarti et al, 『Development of solar radiation models for tropical locations』, ASHRAE 2006