

2005년부터 2014년까지 전국 18개 지역의 측정 수평면전일사량의 경향 분석 및 분석 방법 소개

조민철·임하은·곽재은·강준모·황동현·김정배*

한국교통대학교 자동차공학전공

The Study on the Characteristics of the Horizontal Solar Irradiance Measured at 18 Regions during 2005 to 2014 and on the Analytical Method

Min-Cheol Cho · Haeun Lim · Jae-eun Kwak · Jun-Mo Kang · Dong-Hyun Hwang · Jeongbae Kim*

Department of Automotive Engineering, Korea National University of Transportation, 50 Daehak-ro, Chungju 27469, Korea
(Received 2017.04.13 / Accepted 2017.05.17)

Abstract : At present, the Korea Meteorological Administration (KMA) measures the horizontal solar irradiation with time in 33 areas. Among these measured data, this study analyzed the tendency of applying the new analysis method by using the horizontal solar irradiation with the time which was measured in 18 regions across the country for ten years from 2005 to 2014. The method applied to the analysis is to compare the value of the annual total horizontal solar irradiance for one year with the value of that for the previous year of each year, and give +1 when it is higher than the reference ratio, 0 if it is within the reference ratio, and -1 when it is lower than the reference ratio. The characteristics of each region and nationwide characteristics according to the change of each reference ratio were evaluated and analyzed. Through the analysis results, the analysis method applied in this study could be well describe the characteristics of the solar irradiance during some years.

Key words : Horizontal solar irradiance, The analytical method, Annual change, Regional characteristics, Countrywide characteristics, TMY(Typical Meteorological Year)

1. 서론

우리나라의 신재생에너지 자원들에 대한 부존량의 평가와 평가 결과를 활용하는 예측 상관식을 제시하는 것은 매우 중요하다. 특히, 신재생에너지의 대표 분야 중의 하나인 태양광 분야는 태양에너지 자원량(일사량, solar irradiance)의 정확한 예측이 매우 필요하고 또한 중요하다. 정확한 예측식들의 정확성은 당연히 기존에 국내의 다양한 지역에서 측정하고 있는 수평면전일사량(horizontal solar irradiance)의 값들과의 비교를 통해 검증하게 될 것이다.¹⁾

그렇다면, 각 지역의 기상 관측소에서 측정되고 있

는 기상 데이터와 수평면전일사량의 값들에 대한 경향성을 분석하고 이러한 경향 분석으로부터 측정값들의 정확성 혹은 신뢰성을 높이는 것은 매우 중요하다.

국내에서는 이러한 일사량의 지역별 연도별 특성분석을 통해 TMY라고 하는 표준기상자료를 만들기 위해 노력하고 있는데, TMY(Typical Meteorological Year)는 기상연구 및 예측에 주로 사용되는 기상통계 데이터베이스로서 장기간에 걸쳐 지속적으로 발생하는 기상의 특징을 반영하는 TMM(Typical Meteorological Month)을 선택하여 얻은 1년 기간의 기상자료이다.²⁾ 이러한 TMY는 국내에서도 11년 동안 일사관측소에서 관측된 기상자료와 일사량 자료를 이용하여 일사량의 TMY를 설정하기도 하였다.²⁾

*Corresponding author, E-mail: jeongbae_kim@ut.ac.kr.

최근의 기상변화를 고려하고 일사량 데이터의 정밀성도 크게 향상시킨 TMY2를 개발하고 있는데, TMY2는 TMY에 비해 측정 일사량 자료를 바탕으로 대표월을 선택하는 방법, 지수들의 가중치 결정방법, 누락자료 처리방법 등이 개선되었다고 한다.³⁾

일반적으로 태양열 시스템의 해석에 널리 이용되고 있는 트랜시스(Tmsys) 상용 프로그램에서 제공하고 있는 우리나라 6개 도시의 TMY2 기상데이터와 1999년 1월부터 2005년 6월까지의 기상청 제공 기상데이터를 비교분석하여, 우리나라 6개 도시의 TMY2 기상데이터 파일은 외기온도를 제외한 모든 데이터에 있어 상당한 오차를 나타내고 있었고, 이는 TMY2 파일이 갖는 30년 대표월의 특징을 감안하더라도 이용하기에는 다소 불충분한 기상데이터 자료임을 확인할 수 있었다고 한다.⁴⁾

따라서, TMY 개발과 상관없이 국내의 측정 수평면 일사량에 대한 기본적인 통계적 분석 방법을 적용하여 경향성과 지역별 특성 혹은 전국적인 특성에 대한 제시가 필요하다.

2. 이론적 검토 방법

본 연구의 목적을 달성하기 위하여 2005년부터 2014년까지 기상청에서 측정된 18개 지역에 대한 수평면 일사량의 분석을 위하여 서울, 춘천, 강릉, 원주, 대전, 청주, 서산, 대구, 포항, 전주, 부산, 광주, 목포, 진주, 및 제주, 수원, 서산, 안동 지역의 데이터를 이용하였다.

이러한 데이터를 통계적으로 유의미한 경향을 제시하기 위하여 분석에 적용된 방법은 먼저 각 연도의 일년 총 수평면일사량 값(365일의 각각의 시간에 따른 수평면일사량 합한 값)을 이전 연도의 값과 비교하여 경향 분석을 위한 기준 비율(reference ratio) 보다 증가하면 +1을, 기준 비율 이내이면 0를, 기준 비율보다 감소하면 -1의 값을 적용하였다. 이후에 각각의 기준 비율 변화에 따른 각 지역의 특성과 전국적인 특성을 평가하고 분석하여 그 결과를 제시하였다.

본 연구에서 제시한 방법을 통하여 검증된 경향과 기상 관측 데이터인 건구온도, 상대습도, 풍속, 운량, 일조시간과의 상관 관계 분석이 추후 필요하다.

3. 분석 결과 및 토의

우선, 2005년부터 2014년까지 연도별 전체 18개 지

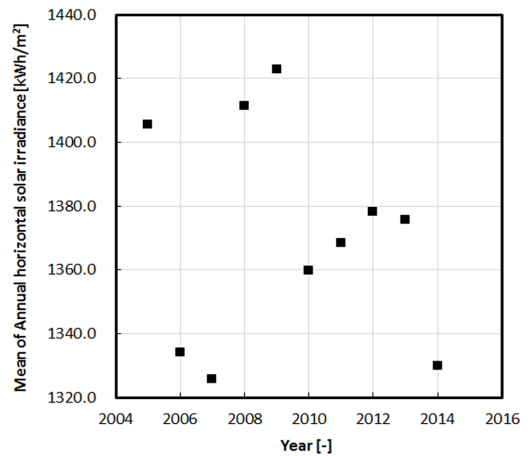


Fig. 1 Mean of annual horizontal solar irradiance with years

역에 대한 평균 1년 총 수평면일사량(이하, 일사량)의 특성을 Fig. 1과 같이 나타내었다.

평균값인 1371.3kWh/m²과 비교하여 상대적으로 높았던 연도는 2005년, 2008년, 2009년, 2012년, 2013년이었다. 그중에서도 가장 평균적으로 일사량이 높았던 연도는 2009년으로 나타났다. 그럼에도 불구하고, 가장 낮았던 2007년의 일사량에 비하여 2009년의 일사량은 7.3% 높았던 것으로 평가되었다.

그리고 각 연도에서 지역별로 일사량 편차가 가장 크게 나타난 연도는 Fig. 2와 같이 2014년이었으며, 그 비율은 10% 정도로 우리나라가 좁은 면적에 비하여 지역별로 일사량의 차이가 어느 정도 크게 남을 알 수 있었다. 상대적으로 가장 편차가 작았던 연도는 2009년으로 4.3% 차이였다. 이로부터 2009년은 전국적으로 더위가 심하였으나, 2014년은 예년에 비하여 더위가 심하지는 않았지만 특정 지역은 매우 더위가 심하게 나타났음을 알 수 있다.

2014년 이전의 10년간 이전 해에 비해 변화된 일사량의 비율을 각 지역별로 평균하면 Fig. 3과 같이 나타난다. 또한 각 지역별로 10년 중에서 최소와 최대 일사량의 비율은 Fig. 4와 같이 나타난다. 그리고 전체 평균인 1371.3kWh/m²과 비교하여 각 지역에 대하여 연도별 증감율을 나타내면 Fig. 5와 같이 나타난다.

Fig. 3-4에서와 같이 안동의 경우에는 10년간 매년 증감률이 최대인 2.4%로 가장 크게 보이지만, 10년중 최소였던 해의 값에 대한 최대 연도의 값의 비율은 135.4%로 특정해의 증가율이 높아서 나타난 것이다.

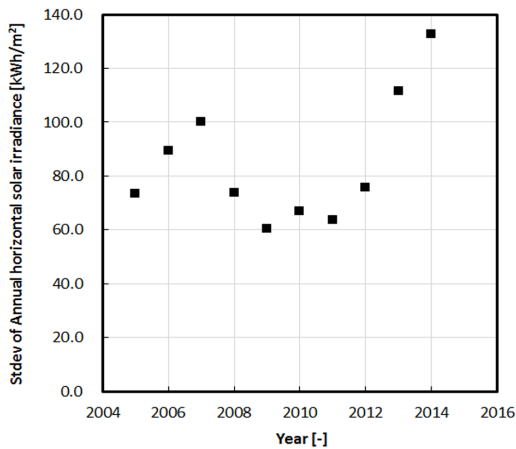


Fig. 2 Standard deviation of annual horizontal solar irradiance with years

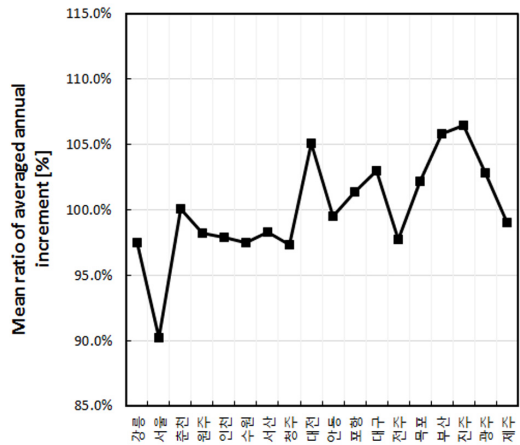


Fig. 5 Mean ratio of averaged annual increment for each regions

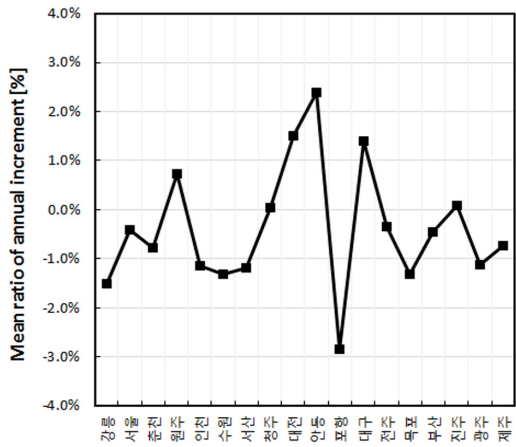


Fig. 3 Mean ratio of annual increment for each regions

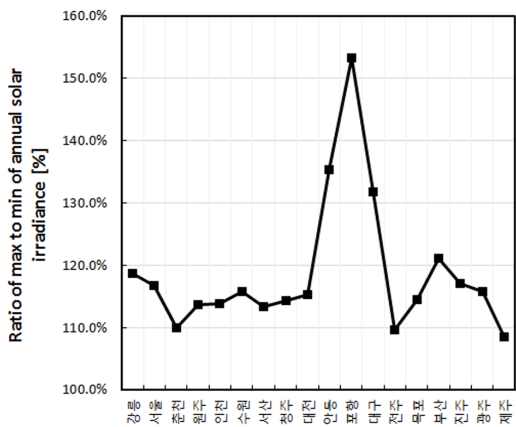


Fig. 4 Mean ratio of annual increment for each regions

포항의 경우는 반대로 10년간 증감율은 최소인 -2.8%이었지만, 연도별로의 편차는 오히려 최대인 153.2%로 최대로 높게 나타나는데 두 지역 모두 특정 해의 증감율이 안동은 2008년에 2007년에 비하여 35.4%, 포항은 2014년에 2013년에 비하여 -30.9%로 크게 변화함을 알 수 있다. 따라서, 매년의 일사량 변화가 매우 크게 나타나는 지역이더라도 실제 연도별 변화는 작게 나타날 수 있다.

전체 평균인 1371.3kWh/m²과 비교하여 각 지역에 대하여 연도별 증감율을 나타낸 Fig. 5와 같이 평균적으로 국내에서 평균보다 일사량이 높은 지역은 진주(106.4%), 부산(105.8%), 대전(105.0%), 대구(103.0%), 광주(102.9%), 목포(102.2%), 포항(101.4%) 순이었으며, 주로 대전을 제외하고는 위도가 낮은 지역에 분포함을 알 수 있다.

제시한 바와 같이 이전 연도의 값과 비교하여 경향 분석을 위한 기준 비율(reference ratio)보다 증가하면 +1을, 기준 비율 이내이면 0를, 기준 비율보다 감소하면 -1의 값을 적용하였다. 이후에 각각의 기준 비율 변화에 따른 각 지역의 특성과 전국적인 특성을 평가하고 분석하여 그 결과를 Fig. 6에 제시하였다. 기준 비율이 0% 기준인 경우에 그 전체에 비하여 증가한 수가 +72이었고, 감소한 수가 -92이었다. 따라서 국내의 경우에는 그 전체에 비하여 감소하는 경향이 다소 강한 것으로 나타났다. 또한 그 이전 연도에 비하여 최대와 최소로 변하는 일사량의 범위가 ±15%를 넘지 않음을 알 수 있다. 그리고 평균적으로는 ±6%의 범위에서

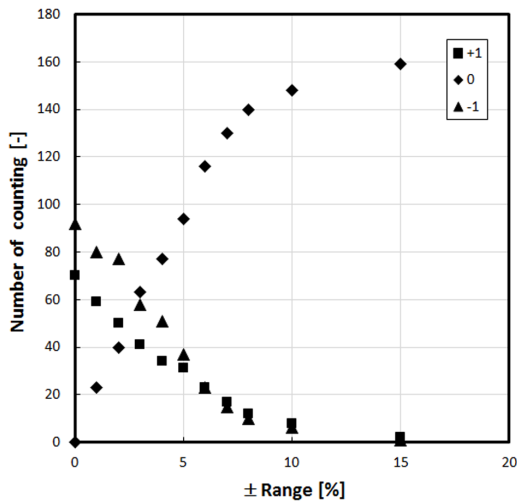


Fig. 6 Number of counting for each reference ratio

변화하고 있음을 알 수 있었다.

이러한 통계적인 접근이 의미 있는 결과를 제시할 수 있으므로, 향후 30년 데이터를 취합하여 동일한 방법으로 연도별, 월별, 지역별 변화 특성을 기상 데이터 (건구온도, 상대습도, 풍속, 운량, 일조시간)와 함께 분석할 필요성이 있음을 확인하였다.

4. 결론

2005년부터 2014년까지 18개 지역에 대하여 측정된 시간에 따른 수평면전일사량의 데이터로부터 1년 총수평면전일사량을 계산하고 이를 활용하여 다양한 변화추이를 제시하였다. 또한 통계적인 방법을 적용하여 의미있는 데이터 혹은 경향성의 제시가 가능한지를 검토하였다. 이를 통해 아래와 같은 결론을 도출할 수 있었다.

1) 가장 평균적으로 일사량이 높았던 연도는 2009년으로 나타났으며, 가장 낮았던 2007년의 일사량에 비하여 2009년의 일사량은 7.3% 높았던 것으로 평가되었다.

2) 각 연도에서 지역별로 일사량 편차가 가장 크게 나타난 연도는 2014년이었으며, 그 비율은 10% 정도이었다. 상대적으로 가장 편차가 작았던 연도는 2009년으로 4.3% 차이였다.

3) 10년간 평균보다 일사량이 높았던 지역은 진주 (106.4%), 부산(105.8%), 대전(105.0%), 대구(103.0%), 광주(102.9%), 목포(102.2%), 포항(101.4%) 순이었으며, 주로 대전을 제외하고는 위도가 낮은 지역에 분포함을 확인하였다.

4) 매년 변화되는 일사량을 이전 연도와 비교하여 +1, 0, -1의 값으로 대체하는 통계적인 분석 방법으로 얻어진 결과가 유의미함을 확인하였고, 이를 활용하여 30년간의 장기간에 대한 검토가 필요함을 확인하였다.

References

- 1) M.C. Cho and J. Kim, "Proposal of Modified Correlation to Calculate the Horizontal Global Solar Irradiance for non-Measuring Cloud-cover Regions", Journal of ICT, 6(2), pp. 29-33, 2016.
- 2) K.S. Shin, C.R. Yoon, and S.D. Park, TMY2 Weather data for Korea, Proceedings of the The Korean Society For New And Renewable Energy Conference, pp. 243-246, 2009.
- 3) K.W. Lee, J. Kim, and J.A. Gieseke, "Collection of Aerosol Particles by Packed Beds", Env. Sci. Tech. 13 (4), p.1761, 1978.
- 4) W.K. Choi, H.G. Lee, and S.J. Suh, A Reliability Assessment of the Korea's Typical Meteorological Years 2 in Trnsys, Journal of the Architectural Institute of Korea Planning & Design, 22(2), pp. 219-226, 2006.