

## 천리안 기상영상기 영상을 이용한 한반도 지역의 수평면 전일사량 추정

이정호\* · 최원석\* · 김용일\*<sup>†</sup> · 윤창열\*\* · 조덕기\*\* · 강용혁\*\*

\*서울대학교 공과대학 건설환경공학부

\*\*한국에너지기술연구원 신재생에너지연구본부

### Estimation of Global Horizontal Insolation over the Korean Peninsula Based on COMS MI Satellite Images

Jeongho Lee\*, Wonseok Choi\*, Yongil Kim\*<sup>†</sup>, Changyeol Yun\*\*,  
Dokki Jo\*\* and Yongheack Kang\*\*

\*Department of Civil and Environmental Engineering, Seoul National University

\*\*New & Renewable Energy Research Department, Korea Institute of Energy Research

**Abstract :** Recently, although many efforts have been made to estimate insolation over Korean Peninsula based on satellite imagery, most of them have utilized overseas satellite imagery. This paper aims to estimate insolation over the Korean Peninsula based on the Korean stationary orbit satellite imagery. It utilizes level 1 data and level 2 cloud image of COMS MI, the first meteorological satellite of Korea, and OMI image of NASA as input data. And Kawamura physical model which has been known to be suitable for East Asian area is applied. Daily global horizontal insolation was estimated by using satellite images of every fifteen minutes for the period from May 2011 to April 2012, and the estimates were compared to the ground based measurements. The estimated and observed daily insolutions are highly correlated as the  $R^2$  value is 0.86. The error rates of monthly average insolation was under  $\pm 15\%$  in most stations, and the annual average error rate of horizontal global insolation ranged from -5% to 5% except for Seoul. The experimental results show that the COMS MI based approach has good potential for estimating insolation over the Korean Peninsula.

**Key Words :** solar radiation, insolation, solar radiation model, COMS MI, satellite imagery

**요약 :** 근래 들어 위성영상 기반의 한반도 지역 일사량 추정 연구가 활발히 진행되고 있으나 대부분의 연구들은 외국 위성영상을 이용하고 있다. 이에 본 연구에서는 국내 정지궤도 위성영상을 활용하여 한반도 지역의 일사량을 추정하는 것을 목적으로 한다. 입력데이터로는 국내최초의 정지궤도 위성인 천리안 기상영상기의 레벨1 데이터 및 레벨2 구름 영상, 그리고 미국 NASA의 OMI 영상을 이용하고, 물리모델식은 동아시아 지역 일사량 추정에 보다 적합하다고 알려진 Kawamura 모델식을 적용한다. 2011년 5월~2012년 4월에 이르는 기간의 15분 간격 데이터를 이용하여 일일 수평면 전일사량을 추정하였으며, 이를 대한민국의 18개

접수일(2013년 1월 11일), 수정일(1차 : 2013년 1월 29일, 2차 : 2월 16일), 게재확정일(2013년 2월 17일).

<sup>†</sup> 교신저자: 김용일(yik@snu.ac.kr)

This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

지점의 관측소 실측치와 비교하였다. 일일 일사량 추정값과 관측값 간의  $R^2$ 값은 0.86로서 높은 상관성을 나타냈으며, 월평균 일사량의 오차는 대부분의 지점에서  $\pm 15\%$  이내였고 연평균 수평면 전일사량의 오차는 서울을 제외하면 약  $-5\sim+5\%$ 의 분포를 보였다. 본 연구결과를 통해 한반도 지역의 일사량을 추정하는데 있어 천리안 기상영상기 영상이 활용 될 수 있음을 확인하였다.

## 1. 서론

태양 에너지는 지구 해양-대기 시스템의 에너지원으로서 육지, 해양, 대기의 온도를 조절하고, 농업, 환경, 기상 등 인간의 생활에 매우 중요한 역할을 한다. 최근 신재생에너지에 대한 사회적인 관심이 높아지고 실제적인 활용이 증대되면서 태양광과 태양열 설비의 성능예측이 중요하게 다루어지고 있으며, 이에 따라 시스템의 성능을 결정하는 일사량에 대해서도 정밀도와 정확도의 향상을 위한 연구가 활발하게 진행되고 있다.

미국, 스위스와 같은 해외 선진국에서는 기초 일사 자원량 산정을 위하여 1950년대부터 지상관측 네트워크를 설치하여 일사량 관측이 이루어져 왔으며, 국내에서도 1982년부터 한국에너지기술연구원이 관측을 시작한 이래 현재 한국에너지기술연구원과 기상청에서 일사량 데이터를 제공하고 있다. 지상 관측소에 의한 일사량 측정은 높은 정확도의 관측값을 짧은 시간 간격으로 제공할 수 있는 장점이 있으나, 관측소가 존재하지 않는 지역에 대해서는 값을 취득할 수 없어 주변값들을 이용한 일사량의 추정에 의존해야 하는 단점이 있다.

위성 자료를 이용하여 산출되는 일사량 데이터는 지상 관측 데이터와는 달리, 광역 공간에 대한 정보를 제공해줄 수 있으며 비접근 지역에 대한 정보도 제공해줄 수 있다는 장점이 있다. 최근에는 위성영상을 활용하여 일사량을 추정하는 연구들이 국내외적으로 많이 진행되고 있다. Chen *et al.*(2008)은 Moderate-resolution Imaging Spectroradiometer(MODIS) 영상 데이터를 사용하여 청명한 날씨의 일사량을 예측하였고, Polo and Zarzalejo(2011)는 인도 6개 지역에 대한  $5 \times 5$  km의 공간 해상도를 지닌 Meteosat 위성 데이터를 사용하여 태양 복사량을 추정하였다. Zarzalejo *et al.*(2009)는 Meteosat 위성영상 데이터와 지상에서 획득한 청명지수와 구름

지수를 이용하여 위성영상으로부터 전일사량을 추출하는 새로운 통계적 모델을 개발하였다. Janjai(2010)는 열대환경에서 인공위성과 물리모델을 이용하여 직달법선 일사량을 추정하는 방법을 제안하였는데, Multifunctional Transport Satellites(MTSAT)-1R에서 획득한 영상을 이용하여 직달 태양 복사 에너지를 예측하고, 이를 지상에서 획득한 레퍼런스 자료와 비교하여 정확성을 평가하였다.

국내의 경우, Yeom *et al.*(2008)은 MTSAT-1R 위성영상 기반의 일사량 추정값과 지상관측값 간의 시간불일치를 조정하여 표면도달일사량 검증 기법을 향상시켰고, Yeom(2009)은 Kawamura 물리모델(Kawamura *et al.*, 1998)을 기본으로 하여 한반도 특성에 맞게 개선한 방법을 제시하였다. Kim *et al.*(2012)은 연속된 시기의 GOES-9과 MTSAT-1R 위성데이터를 함께 이용할 경우 발생하는 불연속성을 해결하여 일사량 산출 정확도를 향상시키는 연구를 수행하였다. Cho *et al.*(2012)은 일사량을 측정하지 못하는 지역에 대하여 미국 National Aeronautics and Space Administration(NASA)의 지상관측 시스템 Goddard Earth Observing System(GEOS)-4 등을 이용한 일사량 예측기법을 적용하여 국내에서의 전반적인 태양광 에너지 이용가능성에 대한 정밀분석을 시도하였다. 한편, 위성영상의 장점을 살려 접근이 불가능한 북한지역이나 해외지역의 일사량을 추정하는 연구도 진행되었다(Choi and Yun, 2011; Jee *et al.*, 2012).

위와 같이 위성영상기반의 일사량 추정 연구가 국내에서도 활발히 진행되고 있으나, 주로 외국의 위성영상에 의존하고 있으며 아직까지 국내 위성영상을 이용한 일사량 추정 연구는 거의 전무한 실정이다. 한편 국내 최초의 정지궤도위성인 천리안 위성(COMS: Communication, Ocean and Meteorological Satellite)이 운용중이며 2011년 4월부터 기상영상기(MI: Meteorological Imager) 영상이 제공되고 있다. 천리안 기상위성은 촬영중심이 한반도에 맞춰져 있고 공간해상도와 시간해