

## [Article]

## 천리안 정지궤도 기상위성 및 물리모델을 이용한 한반도 태양광 에너지 자원 지도 데이터

염종민<sup>1\*</sup>, 이홍탁<sup>1</sup>한국항공우주연구원, 위성활용부<sup>1</sup>

## The spatial data of renewable solar energy resources over Korean Peninsula using COMS MI and physical model

JongMin Yeom<sup>1\*</sup>, Hongtak Lee<sup>1</sup>Satellite Application Division, Korea Aerospace Research Institute<sup>1</sup>

(Received: 5 May 2019, Revised: 25 May 2020, Accepted: 09 June 2020)

\*Correspondence: yeomjm@kari.re.kr

**국문요약문:** 한국항공우주연구원은 천리안(COMS: Communication, Ocean and Meteorological Satellite)을 이용하여 한반도 지역에 대한 태양광 에너지 자원 지도는 산출하였다. 신재생에너지 발전뿐만 아니라, 농업, 기상, 기후, 에너지, 그리고 생태분야에서도 필수적으로 필요하다. 태양광 지도의 공간 해상도는 4 km이며, 제공되는 자료는 월별과 년별 자료가 있다. 공간적인 관측 범위는 그림 1에서 보여지는 것과 같이 위도 33° N ~ 42° N와 경도 122° E ~ 131° E 범위를 가진다. 태양광 에너지 자원 지도는 정지궤도 위성을 물리모델의 입력자료로 활용하여 산출하였다. 이는 물리모델의 정지궤도 위성 자료를 이용하여 에어러솔, 수증기, 그리고 오존에 대한 산란 및 흡수를 추정하는데 사용하였다. 결국, 각각의 대기 성분에 의한 태양광의 감쇄정보를 파악하여 최종적으로 지면에 도달하는 에너지를 산출한다. 또한 태양광 에너지의 가장 큰 감쇄 요인인 구름에 대한 영향을 정량적으로 파악하였다. 최종적으로 산출된 태양광 에너지 지도는 남한에 설치된 지상 일사계를 이용하여 비교 분석하였다.

**국문키워드:** 태양광 에너지 자원, 천리안 기상위성, 물리모델, 신재생에너지

**Abstract:** The Korea Aerospace Research Institute (KARI) estimated solar renewable energy maps for the Korean Peninsula using the Cheonian geostationary orbiting satellite (COMS: Communication, Ocean and Meteorological Satellite). In the case of photovoltaic renewable energy, it is not only used as input data for installation of solar thermal plants and solar panel power plants to acquire renewable energy, but also for various fields such as agriculture, weather, climate change, energy and ecology. The spatial resolution of the solar renewable energy map is 4 km, and there are two temporal resolutions each month and yearly. The spatial range of the observation area was performed for the latitude 33° N ~ 42° N and the longitude 122° E ~ 131° E as shown in Fig. 1. In this solar renewable energy map, it was calculated by applying geostationary orbiting satellites based on the physical model. The physical model uses spectral information from COMS satellite to reflect the effects of aerosols, water vapor, and ozone on the scattering and absorption of atmospheric gases when solar radiation passing the atmosphere. Therefore, the amount of incident solar radiation attenuation for each gas was simulated by parameterization of

physical model. In addition, in order to consider the biggest factor in cloud attenuation effect, our algorithm applies cloud attenuation factor for cloud top reflectance and cloud penetration according pass length. Finally, the photovoltaic renewable energy map was analyzed by comparing with the ground pyranometer data of the weather stations located in South Korea.

**Keywords:** Solar energy resources, COMS MI, physical model, renewable energy

## 1. 서론

한국항공우주연구원에서는 천리안 정지궤도 기상위성을 이용하여 한반도 지역에 대한 태양광 자원 에너지 지도를 산출하였다. 태양광의 경우에는 발전소 설치를 위한 신재생에너지 입력 자료로 활용(Yeom et al., 2020) 될 뿐만 아니라, 농업, 기상, 기후, 환경 및 생태 등 다양한 분야에 입력 자료로 사용 가능하다. 산출된 태양광 에너지 잠재 지도의 공간해상도는 4 km 이며, 시간 해상도는 매월, 매년 두 종류가 있다. 관측 영역의 공간 범위는 그림 1과 같이 위도 33° N ~ 42° N, 경도 122° E ~ 131° E 영역에 대해서 수행하였다.

## 2. 관측방법

본 태양광 에너지 잠재 지도는 COMS MI 정지궤도위성을 물리모델 (Yeom et al., 2016)에 적용하여 공간적인 정보를 산출 하였다. 물리모델은 에어러솔, 수증기, 그리고 오존의 대기가스의 산란, 흡수 영향을 반영하기 위해서 위성에서 관측되는 분광 정보를 활용한다. 따라서 각각에 기체들에 대한 입사하는 태양복사 감쇄량을 추정하였다. 또한 구름 감쇄영향에서 가장 큰 요인인 구름을 물리에 적용하기 위해, 본 알고리즘은 구름의 반사도 및 구름투과 길이에 대한 구름감쇄지수를 적용하였다 (Yeom et al., 2012). 구름 분류 이후, 구름이 없는 영역에 대해서는 대기과 태양 특성에 의한 태양광 감쇄량을 최종 청천 복사량으로 정의 하였고, 구름이 있는 지역에 대해서는 앞에서 언급한 구름감쇄지수를 적용하여 구름에 의한 복사량을 결정하였다. 최종적으로 산출된 태양광 에너지 자원 지도는 남한에 위치한 기상관측소의 일사계 자료와 비교 분석하여 산출된 결과값에 대한 검증을 수행하였다. 본 알고리즘에 대한 검증 결과는 Yeom et al. (2020)에서 확인 가능하다. Fig. 1은 기상위성과 물리모델을 이용하여 산출된 태양광 에너지 자원의 예 영상을 보여준다. 영상은 2017년 년별 총 태양광 적산 값을 보여준다. 그림에서 보면, 지역별로 태양광 에너지량이 편차가 있는 것을 볼 수 있다. 특히 구름 존재 확률이 높은 산악지형의 특성을 잘 보여준다. 또한 기본적으로 위도에 따른 신재생 에너지 자원량이 차이가 나는 것을 볼 수 있다.

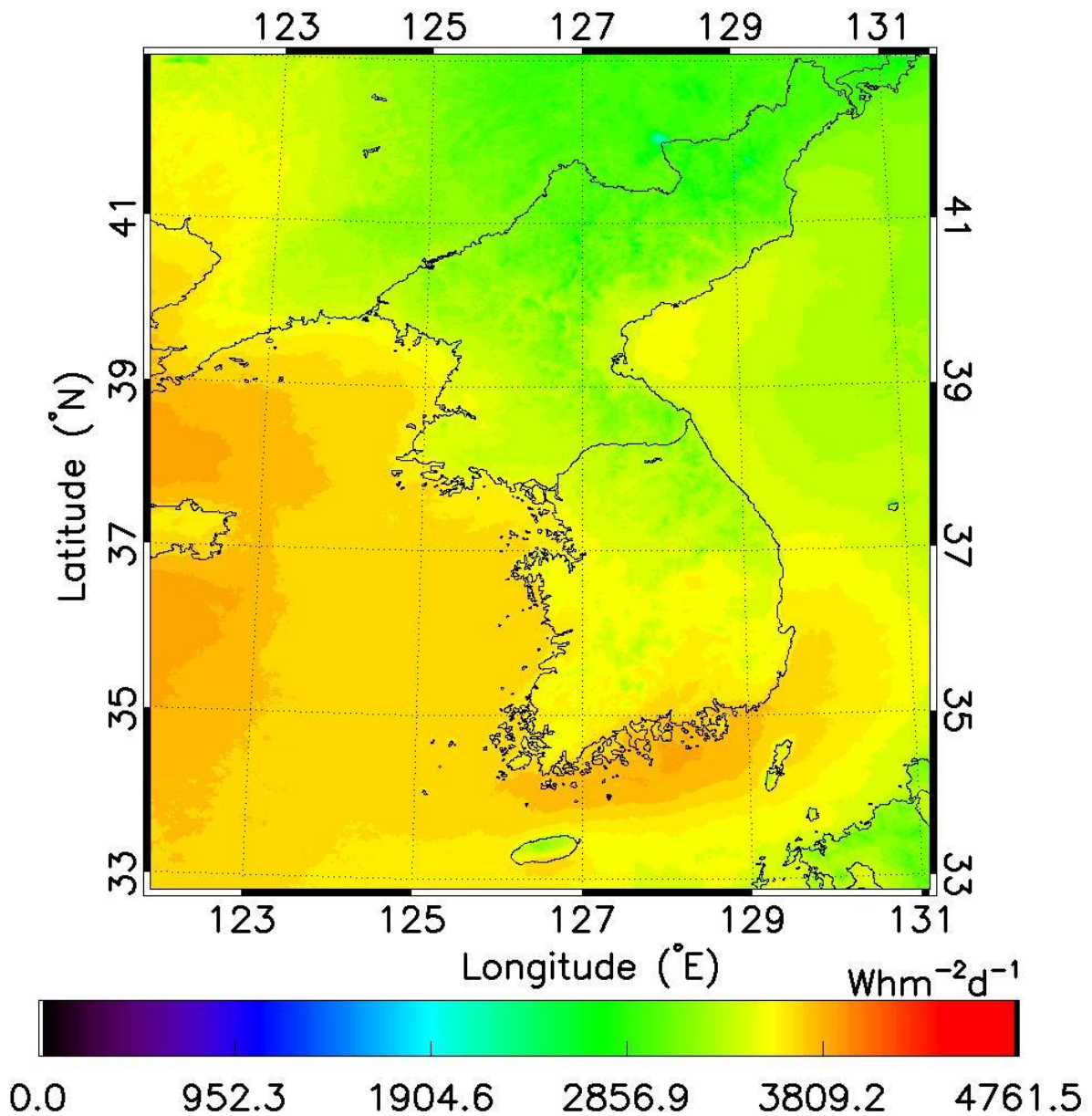


Fig. 1. Estimated data samples of renewable solar energy resource over study area on 2017.

### 3. 공간적 범위

개요(Description): 본 태양광 에너지 자원 지도는 Fig. 1에서 보여지는 봐와 같이 남한, 북한을 포함하는 한반도 영역이다. 공간해상도는 위성의 적외채널 해상도와 유사하게 4 km 를 가진다.

### 4. 시간적 범위

본 신재생에너지 지도는 2011년 4월부터 2017년 12월까지 월별 및 년별에 대한 지도를 산출한다. 월별 및 년별에 대한 신재생에너지 지도를 산출하기 위해서 본 알고리즘은 시간 일사를 우선적으로 산출하고, 이를 월별, 그리고 년별로 적산하여 산출하였다.

## 5. 사사

본 지상관측은 기상청의 COMS MI 위성과 일사계 자료 협조를 통해 수행되었습니다.

## 6. 참고문헌

Yeom JM, Deo RC, Adamwoski JF, Chae T, Kim DS, Han KS, Kim DY, (2020) Exploring solar and wind energy resources in North Korea with COMS MI Geostationary satellite data coupled with numerical weather prediction reanalysis variables. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 119:109570.

Yeom JM, Han KS, Kim JJ (2012) Evaluation on penetration rate of cloud for incoming solar radiation using geostationary satellite data. *Asia-Pacific Journal of Atmospheric Sciences* 48(2):115–123.

Yeom JM, Seo YK, Kim DS, Han KS (2016) Solar radiation received by slopes using COMS imagery, a physically based radiation model, and GLOBE. *Journal of Sensors* 2016:1-15.

## 7. 메타데이터

구분	필드명	하위카테고리#1	하위카테고리#2	
필수	Title	지면도달 태양광에너지		
	*DOI name			
	*Category	위성 부가산출물		
	Abstract			
	*Temporal Coverage	2011년 4월 ~ 2017년 12월 (월별, 년별)		
	*Spatial Coverage	위도 33 ° N ~ 42 ° N 경도 122 ° E ~ 131 ° E		
	*Personnel	등록자(염종민)/ 소유자(항우연)/ yeomjm@kari.re.kr		
선택	*Project	한국항공우주연구원 중소기업지원사업	FR20L14	
	*Instrument	COMS MI 천리안 위성	B1: 0.55-0.80 (0.675)	VIS, detection of day time cloud, atmospheric motion vector
			B2: 3.50-4.00 (3.75)	Shortwave infrared(SWIR), Surface temperature
			B3: 6.50-7.00 (6.75)	Water Vapor(WV) Considering of water vapor
			B4: 10.30-11.30 (10.8)	Thermal infrared(TIR1) Cloud detection using IR split window method
			B5: 11.50-12.50 (12.0)	Thermal infrared(TIR2) Cloud detection using IR split window method