

土地被覆分類を考慮したひまわり 8 号による地表面温度の推定 Estimation of Land Surface Temperature from Himawari-8 Considering Land-Cover Classification Information

○山本雄平・石川裕彦

○Yuhei YAMAMOTO, Hirohiko ISHKAWA

The land surface temperature (LST) is a key parameter of the land-atmosphere interaction on various scales. Since satellite/aircraft observations can provide LST data over wide area in homogeneous quality, LST retrieval algorithms have been proposed from various sensors. Himawari-8, a next-generation geostationary satellite has high spatial and temporal resolution compared to previous geostationary satellites. Due to these improvements, an algorithm that can more accurately retrieve LST is also expected. In this study, we estimated land surface emissivity (LSE) more precisely by considering land-cover classification and internal reflections caused by surface structure. The results show that the LSE errors of the bare and urban area become large but smaller than 2 %. The magnitude of this error may cause LST estimation error smaller than 2 K. Therefore, our developed LST product has a sufficient accuracy to observe detailed time and space variation characteristics of LST.

1. はじめに

地表面温度 (LST) は大気陸面相互作用のキーパラメーターである。そのため、森林伐採や都市化による土地被覆変遷過程の把握や、その変化がもたらす砂漠化やヒートアイランド現象等の解明に重要な役割を果たしている。衛星や航空機による LST 観測は、広域に均質な精度で行えることから、これまで様々な衛星・航空機センサに LST 推定手法が適用されてきた。一方、次世代静止衛星であるひまわり 8 号は従来の静止衛星と比べ時空間分解能が大幅に向上している。そのため LST の推定も、より精緻で精度の安定した手法の開発が望まれる。先行研究 (Li et al., 2013) より、LST の推定精度向上には入力データである地表面射出率の推定誤差の軽減や、入力データの推定誤差に対して頑強な地表面算出式の考案が課題とされている。本研究では、地表面射出率の推定精度向上に焦点を当て、それを適用したひまわり 8 号 LST プロダクトの開発を行った。

2. 方法

従来のひまわりを用いた地表面温度推定では、土地被覆状況を土壌・植生・水域の 3 種に分類し、それぞれに代表的な表面射出率を与えていた (Takeuchi et al., 2012)。しかしながら、土壌や植生は、実際には様々な異なる放射特性を持つ要素で

構成されているので、このような単純な地表面射出率を用いると LST の推定に大きな影響を及ぼす可能性がある。そこで本研究では、国土地理院より 2016 年に発行された土地被覆データ (GLCNMO; 図 1) を用いて詳細な分類を行い、地表面射出率推定精度の向上を図る。各土地被覆分類の地表面射出率は、実験室レベルで地表面素材の射出率計測が行われた射出率ライブラリ (MODIS UCSB emissivity library, ASTER spectral library) を利用し、観測バンド別に算出して割り振る。各観測画素の植生被覆率や雪面被覆率、水田の湛水状況などの土地被覆データで判別できない情報は、ひまわり 8 号の可視・近赤外バンドを用いて判別する。また、植生域と都市域に関しては、木々や建物群の幾何構造が射出率に与える影響 (Cavity effect) も考慮する。地表面射出率の推定誤差は、放射率ライブラリの測定誤差や植生被覆率の検出誤差、幾何構造の想定誤差に対する不安定性を解析することで評価する。得られた地表面射出率情報を LST 推定アルゴリズムに組み込み、地上観測データと比較する。

3. 結果

ひまわり 8 号の Band 13 における地表面射出率の推定誤差を図 2 に示す。図 2 より、裸地 (class 16, 17) と都市 (class 18) で推定誤差が大きいことが

分かった。しかしながらその誤差の大きさは2%未満であり、地表面射出率推定の安定性の向上がみられた。また、この程度の誤差はLST推定において2K程度の誤差を生じ得る(表1)。LSTの時空間変化は非常に大きく、その変化特性を捉えるうえでは、本研究で構築されたLSTプロダクトは十分な精度をもつといえる。

参考文献

Li et al., 2013: *Remote Sensing of Environment*, pp. 131, 14–37.

Takeuchi et al. (2012): *Asian Journal of Geoinformatics*, 12 (2).

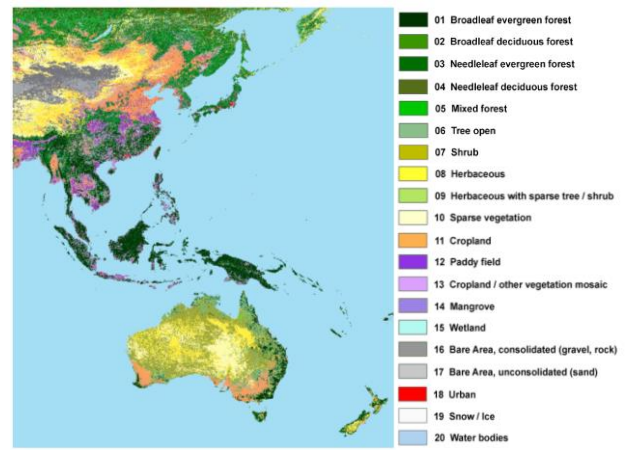


Figure 1. GLCNMO2013 land cover classes in the observation area of Himawari-8.

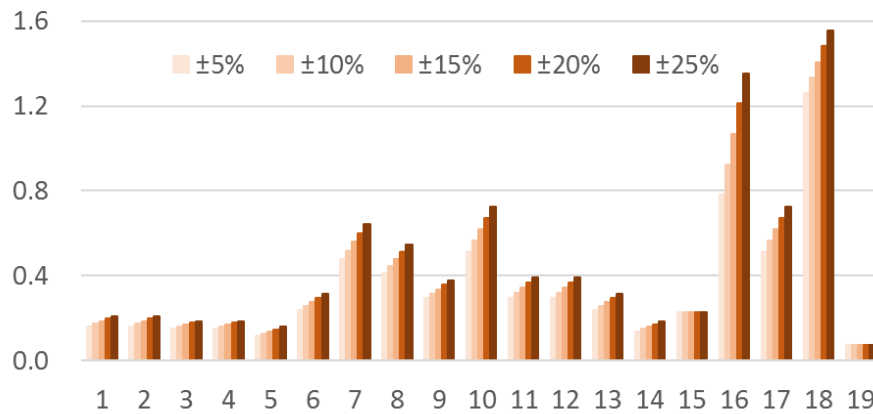


Figure 2. LSE relative errors (%) for Band 13 of each GLCNMO class in the green state with respect to errors in fractional vegetation cover ranging from $\pm 5\%$ to $\pm 25\%$.

Table 1. Estimation error (K) of a LST algorithm due to input data uncertainties obtained from simulated data by Rstar6b. The uncertainties of the land surface emissivity (LSE) and Noise equivalent differential temperature (NEDT) are assumed $\pm 2\%$, ± 0.1 K for each Himawari-8 thermal infrared band. σ_{RMSE} is the estimation error of the algorithm itself; σ_{ϵ} and σ_{NEDT} are the estimation error due to the uncertainties of the LSE and NEDT, respectively.

Uncertainty	Satellite Zenith Angle (°)						
	0	10	20	30	40	50	60
σ_{RMSE}	0.60	0.60	0.62	0.65	0.71	0.81	1.01
$\sigma_{\epsilon_{10.4}}$	1.22	1.24	1.32	1.44	1.63	1.89	2.23
$\sigma_{\epsilon_{11.2}}$	0.96	0.93	0.82	0.64	0.34	0.08	0.70
$\sigma_{\epsilon_{12.4}}$	0.99	0.98	0.96	0.91	0.84	0.72	0.54
$\sigma_{\text{NEDT}_{10.4}}$	0.19	0.19	0.21	0.23	0.27	0.33	0.42
$\sigma_{\text{NEDT}_{11.2}}$	0.20	0.20	0.19	0.17	0.15	0.15	0.20
$\sigma_{\text{NEDT}_{12.4}}$	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.21	0.20
$\sigma_{\text{total}} \text{ (K)}$	1.97	1.97	1.96	1.97	2.03	2.22	2.65