

低分解能衛星 GCOM-C1 のプロダクト検証を目的とした 高分解能衛星 Sentinel-2 の利用可能性

1220052 川戸 拓巳

高知工科大学 システム工学群 建築・都市デザイン専攻

これまで国土情報処理工学研究室では地球観測衛星 GCOM-C1 を用いて新緑紅葉マップの作成に取り組んできた。しかし精度検証は未だ不十分であるため、高分解能の人工衛星を用いた精度検証手法の確立に取り組んでいる。本研究は、観測頻度が多く高分解能の人工衛星 Sentinel-2 を用いて、GCOM-C1 の精度検証が可能か確認することが目的である。植生指標である NDVI を比較した結果、1 ピクセルに占める裸地の面積が大きくなるにつれて RMSE が小さくなった。この結果は、GCOM-C1 と Sentinel-2 の観測波長帯の違いが影響しており、直接比較することは困難であると判断された。

Key Words : GCOM-C1, Sentinel-2, 精度検証, 正規化植生指標

1. はじめに

気候変動による自然環境への影響を把握するために、様々な研究機関でグローバルやローカルの植生観測が行われている。国土情報処理工学研究室では地球観測衛星 GCOM-C1 を用いて、四国全域で新緑紅葉マップを作成してきた。GCOM-C1 は最低 2 日に 1 回の観測頻度で、観測幅が広いので、植生の変化を見るのに適している。しかし地上分解能が 250m と低く、1 ピクセルに様々な土地被覆が含まれているため、新緑紅葉マップのプロダクトに対して精度を把握する必要がある。衛星画像による土地被覆分類の精度検証は、衛星画像によって分類した土地被覆の結果と現地調査による実際の土地被覆との適合率を比較するなど¹⁾、現地調査によって行われている。そのため狭い範囲での検証しか行っていない。そこで低分解能衛星 GCOM-C1 (250m/pixel) と高分解能衛星 Sentinel-2 (10m/pixel) を用いて、広範囲で検証が可能な精度検証手法を確立することが求められている。

バンドにおける波長帯の中心波長、波長幅の情報を示している。精度検証には植物の活性度や生育量、状態を推定するための最も代表的なバンド間演算である正規化植生指標 (NDVI) を使用した(式 a)。NDVI は新緑紅葉マップ作成にも利用されている。NDVI 算出における Sentinel-2 の使用バンドは B4 と B8a、GCOM-C1 は VN7 と VN10 を使用している。

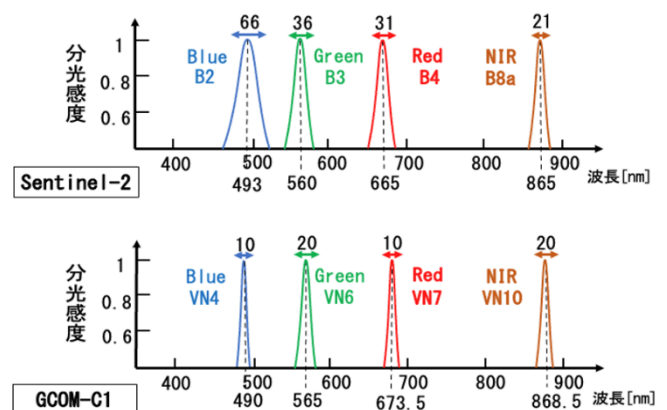


図 1 Sentinel-2 と GCOM-C1 の観測波長帯

$$NDVI = \frac{NIR - Red}{NIR + Red} \quad (\text{式 a})$$

2. 精度検証の対象地域・使用データ

国土情報処理工学研究室における新緑紅葉マップのプロダクトは、二次林や人工林を主とした森林を対象として扱っているため、精度検証の対象地域は人工物を避け、比較的標高が高い、鉢ヶ森、工石山、白髪山の 3 箇所を選定した。図 1 は、Sentinel-2 と GCOM-C1 の観測

Sentinel-2 と GCOM-C1 の衛星画像は、雲量が少なく、観測日が同じ日付という条件で調べると、2021 年度は 2 月 22 日、3 月 14 日、7 月 27 日の 3 時期しか見つからなかった。今回はこの内、着葉期である 7 月 27 日のデータを使用した。

3. Sentinel-2 と GCOM-C1 画像の幾何補正

3.1 四国全域における幾何補正

Sentinel-2 と GCOM-C1 の NDVI を比較するために、まず四国全域でアフィン変換による幾何補正を行った。アフィン変換に必要な基準点には、岬や海岸線、漁港の突出した場所、交差点や橋の 9 地点を選定した。基準点座標の精度向上のために、青バンドの画像を用いてテンプレートマッチングを行った。まず Sentinel-2 画像と航空写真のテンプレートマッチングでは、航空写真の分解能(1m)に対応させるために、Sentinel-2 画像の分解能を 10m から 1m に変更した。Sentinel-2 画像と航空写真はそれぞれ基準点の周囲 500m×500m(①)、1500m×1500m(②)を切り出し、①を②の上で 1m ずつ平行移動させ、相関が最も高い位置を基準点とした。そして精度が 10m 未満になるように補正した。次に GCOM-C1 画像と Sentinel-2 画像のテンプレートマッチングでは、GCOM-C1 と Sentinel-2 の分解能を 50m に統一した。その後 GCOM-C1 画像と Sentinel-2 画像はそれぞれ基準点の周囲 7000m×7000m(③)、8500m×8500m(④)を切り出し、③を④の上で 50m ずつ平行移動させ、相関が最も高い位置を基準点とした。そして精度が 50m 未満になるように補正した。

3.2 対象地域における幾何補正

テンプレートマッチング後も目視で位置ずれが確認されたため、NDVI 画像を用いて対象地域ごとにテンプレートマッチングを行なった。GCOM-C1 画像と Sentinel-2 画像を今度はそれぞれ対象地域の山頂を中心とした 5500m×5500m、6000m×6000m の範囲で切り出し、GCOM-C1 の幾何補正を行った。

4. NDVI の比較

GCOM-C1 と Sentinel-2 の NDVI の比較を行う際、Sentinel-2 は 25×25 ピクセルの NDVI の平均値を 1 ピクセルの値とし、分解能を 250m に統一した。さらに赤バンドの観測波長帯の幅が Sentinel-2 の方が広いことから(図 1 参照)、Sentinel-2 の画像が GCOM-C1 の画像と比べて暗くなってしまうため、Sentinel-2 にガンマ補正をかけて画像を明るくした。ガンマ補正値は $\gamma = 1.9$ とした。明度を変換した後、GCOM-C1 と Sentinel-2 の NDVI を用いて散布図を作成した。図 2 は直線 ($y=x$) から近いほど、NDVI の誤差が小さいことを示している。次

に各ピクセルの土地被覆を Google Map を用いて目視によって分類した。土地被覆の分類は 1 常緑針葉樹、2 常緑広葉樹、3 落葉樹、4 草(農地)、5 裸地、6 水(川)、7 その他(山道)とし、1 ピクセルに占める面積が最も大きい分類項目で色分けをした。図 2 より裸地が直線付近に分布しており、裸地の割合が相関に影響を与えていると考えられる。そこで裸地の面積が最も大きいピクセル、裸地を含むピクセル、裸地を含まないピクセル、の 3 パターンで NDVI の推定誤差(RMSE)を算出した(表 1)。その結果、裸地の面積が大きいほど RMSE が小さくなることが確認できた。

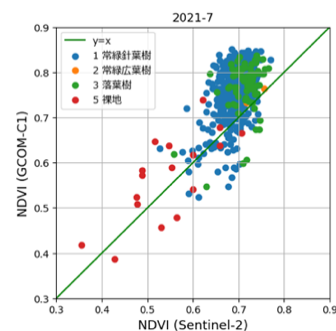


図 2 Sentinel-2 と GCOM-C1 の NDVI による散布図(鉢ヶ森)

表 1 Sentinel-2 と GCOM-C1 の NDVI による RMSE の結果

パターン (/pixel) 対象地域	裸地の面積が 最も大きい	裸地を含む	裸地を含まない
鉢ヶ森	0.071	0.077	0.104
工石山	0.093	0.098	0.100
白髪山	0.067	0.068	0.078

5. 考察

今回 Sentinel-2 を用いて GCOM-C1 の精度検証ができるのか確認するために、幾何補正を行い、明度を変換して土地被覆ごとに NDVI を比較した。結果、1 ピクセルに占める裸地の面積が大きくなるにつれて RMSE が小さくなった。以上の結果から、GCOM-C1 と Sentinel-2 の観測波長帯幅の違いは、ガンマ補正で対処できないことが確認できた。よって衛星を用いた広範囲の検証では、GCOM-C1 と観測波長帯幅に近い人工衛星(Landsat 等)を用いる必要がある。

参考文献

- 1) 安藤岳洋, 大西暁生, 2015, 高分解能衛星画像 Geoeye-1 を用いた詳細土地被覆情報の取得精度検証と分類手法の比較, 都市計画報告集, 14 巻 2 号 p. 153-157