

3.1.4 今後の課題

前述した通り、本業務では、人工衛星画像を活用し各種解析を行った。

ただし、各解析とも精度向上に向け、更なる検討が必要と考える。

以下、各解析項目ごとに、本業務で確認された課題と、その解決の方向性もしくは解決案を示した。なお、示した解決の方向性および案は、解決の可能性があるという位置付けであり、現時点で実施可能性やその効果の確認を十分に行ったものではない。

今後、これらを試行し、更なる精度向上に取り組む必要があると考えらえる。

(1) 陸域：土砂崩れや比較的大きな改変(開発事業)の抽出解析

1) 課題 1：雲域による解析対象からの除外

Sentinel-2 画像は、雲域で覆われた箇所では地表面の状況が確認できず、解析対象から外さざるを得ない。

今回、画像取得に際し、できるだけ雲量が少ない画像を選定したが、それでも雲域は存在し、その範囲は解析対象から外さざるを得なかった。

また、3季の解析結果比較に当たっては、雲域の大きさおよび位置が3季間で異なることから、すなわち解析対象が3季間で異なってくる前提で、季間比較を行った。

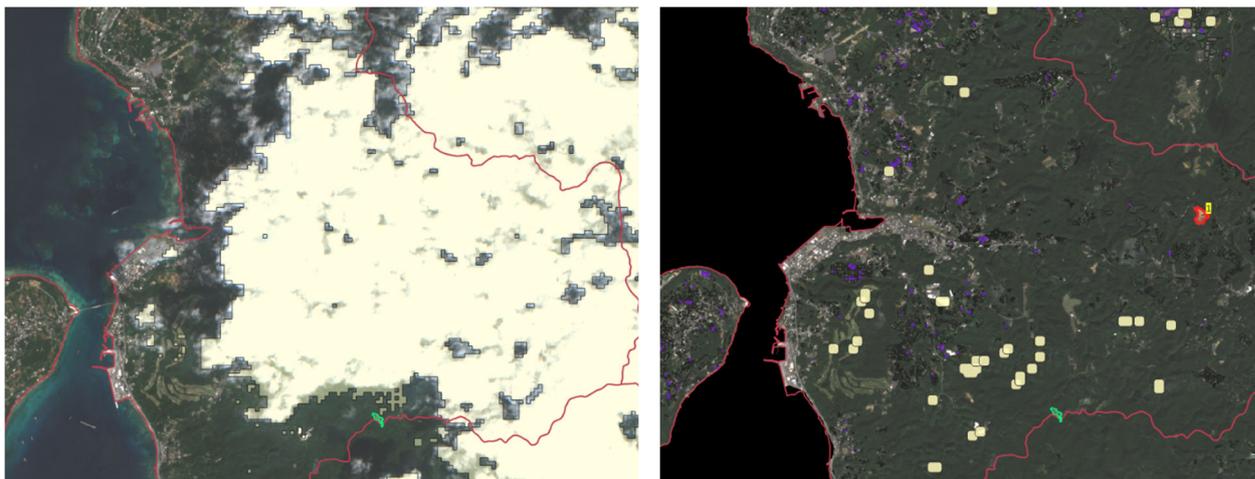


図 3.1.4-1 左：R4 梅雨前時期(雲量多)、右 R4 冬季(雲量少)
(クリーム色の範囲は、雲の存在により解析対象から省いた範囲)

解決の方向性としては、以下の二つが考えられる。

① Sentinel-2 画像の合成

今回利用した Sentinel-2 は、5 日ピッチで撮影を繰り返している。30 日程度の時間的差異を許容できるとするならば、30 日間で 6 枚の画像があることになる。6 枚の各画像で、雲がかかっていないエリアをそれぞれ抽出し合成することができれば、より雲が少ない、場合によってはほぼ雲のない画像を作成することができる。

②SAR(合成開口レーダー)センサー画像の活用

今回利用した Sentinel-2 画像は光学画像であり、地表面の情報については前述した通り雲域等の影響を受ける。一方 SAR(合成開口レーダー)と呼ばれるセンサーで撮影された画像はこの問題を解決できる可能性がある。

【参考】国土技術政策総合研究所 研究資料より

SAR とは、Synthetic Aperture Radar の略であり、日本語では合成開口レーダーと呼ばれる。SAR はマイクロ波を地表面に斜めに照射し、地表面からの後方散乱波を受信する能動型センサーである。SAR 衛星のマイクロ波は、雲を透過することができ、観測に太陽光を必要としないため、全天候で観測でき、夜間の観測も可能である。

SAR は、Sentinel-1 人工衛星により撮影されており、Sentinel-2 同様無償で提供されていることから、本解析に活用できる可能性が高いと考えられる。

2) 課題 2: 裸地誤判定について

今回、裸地の抽出に際し、バンド値演算による NDVI(正規化植生指数)と GSI(粒径指数)を活用したが、抽出された範囲の内裸地ではない箇所が含まれていた。具体的には、赤瓦からなる建物の多くが含まれていた。

赤瓦箇所については、植生が無いことから NDVI では想定通り 0 付近の値をとるが、GSI では想定に反し高い値(粒径が細かいと推定された)をとった。GSI は赤色光バンド値を活用することから、赤色光バンド値が強い赤瓦箇所については誤判定が生じやすいと考えられる。



図 3.1.4-2 裸地と誤判定された赤瓦箇所例

解決案としては、NDVI、GSI 以外の指数を取り入れ、さらなるフィルタリングを行うことが考えられる。前述した SAR(合成開口レーダ)センサーでは、地表面の粗さ・滑らかさを感知できるとされており、これにより解決できる可能性がある。

【参考】JAXAweb ページ <https://earth.jaxa.jp/ja/data/products/radar-imagery/index.html> より地表面の粗さによってレーダの反射特性が異なる特性を生かして、森林の分布や変化、人工物の有無、浸水の有無、海洋上のオイル流出などの観測にも生かされています。

3) 課題 3: 大規模裸地の定義

今回、大規模裸地として 10,000 m²以上の面積を持つ裸地を抽出したが、ほぼ同条件下にある裸地であったとしても、以下の理由により大規模裸地として抽出される場合と抽出されない場合がある。

- Sentinel-2 画像は 10m の解像度であるため、裸地境界の抽出に際して誤差が生じる。特に大規模裸地の基準とした 10,000 m²程度の裸地については、その誤差が、大規模裸地であるかどうかの判定に直結する。
- 大規模裸地内に分断となる要素がある場合では、解析上複数の裸地と認識され、面積も分割されるため大規模裸地ではないと判定される場合がある。なお、実際上は明確な分断ではなくても、Sentinel-2 画像の解像度の限界(10m解像度)から、部分的な構造物や雑草繁茂等によっても分断となる可能性がある。

これらの解決案としては、一旦大規模裸地と判定された箇所については、その他の時期については 10,000 m²を満たすかどうかを判定基準としないという手法が考えられる。

今回、10,000 m²という基準を 3 季ともあてはめ、それを満たさなくなると大規模裸地から除外するという手順としたため、上記課題が発生したと考えられる。一旦大規模裸地と判定された箇所については、10,000 m²未満となったとしても一定規模以上の裸地があるのであれば、継続して対象とするという対応等が有効であると考えられる。

(2) 陸域: 農地の被覆状況解析

1) 課題 1: 雲域による解析対象からの除外

前述した「陸域: 土砂崩れや比較的大きな改変(開発事業)の抽出解析」と同様、雲域による解析対象からの除外が課題の一つである。

解決案を含め、前項と同様であるため、ここでは割愛する。

2) 課題 2: 筆ポリゴンについて

本業務では、農林水産省提供の筆ポリゴンデータに準拠し、農地範囲を設定した。ただし以下の理由から筆ポリゴンによる農地情報と、実際の農地状況および本解析における人工衛星画像から得た農地状況とが異なるケースが存在する。

- 今回使用した筆ポリゴンデータ(筆ポリゴン 2022 年公開)は、おおむね 2020 年に撮影された人工衛星画像を元にして整備されたものであり、本業務で解析した人工衛星画像の撮影年(2022 年)とは時間的に差異がある。
- 筆ポリゴンでは、人工衛星画像から耕地の有無を目視で判断して作成しており、画像の撮影時期等により誤差が生じるため、実際の農地と一致しない場合がある。

本業務では、筆ポリゴンで示された農地範囲を正とし、それ以外の範囲は農地ではないとした上で農地内裸地割合解析を行った。市町村単位や流域単位等、全体的な傾向として裸地

割合をみる際にはほとんど問題にならないと考えられるが、筆単位等詳細状況を確認する際には、上記課題により、農地箇所の一一致等がある場合もあることに留意が必要である。

(3) 沿岸域：赤土等堆積量解析

1) 課題 1: RSI の精度

今回、沿岸海域の赤土等堆積量推定に際し、バンド値演算による RSI(赤土堆積指標)を活用したが、RSI には、本来赤土等が堆積しないリーフエッジ等岩盤帯において、高赤土等堆積を推定するという課題がある(令和 3 年度重点監視区分内河川調査委託業務)。

本解析では、リーフエッジ帯について初めから解析対象から抜くという対応により、リーフエッジ帯における誤推定を避けた。ただし、岩盤帯はリーフエッジ帯以外にも存在し、その範囲については誤推定が残存している。

解決案としては、全沿岸域を対象とした岩盤帯の除去が考えられるが、岩盤帯はリーフエッジ以外では散在していることから、一つ一つ人力で抽出することは現実的ではなく、何らかの自動処理手法の開発が求められる。



図 3.1.4-3 岩盤帯(離礁)での誤った赤土堆積量推定例

(右図: 沖合離礁周辺で、高 RSI 値(濃い赤色)となり、赤土堆積量が高いと誤推定されている)

2) 課題 2: SPSS への換算

今回、RSI から SPSS への換算に際し回帰式を作成したが、その決定係数は 0.0267 と低く、回帰式の精度は十分ではなかった。その要因としては以下が考えられる。

- ・前述した、岩盤帯における RSI 誤推定範囲において SPSS 調査地点がある場合、そのデータは回帰式の精度を下げる要因となる。
- ・人工衛星画像撮影日(RSI 指標算出用画像撮影日)と現地調査実施日(SPSS 測定用採泥日)とに差が大きい場合が含まれており(最大 2 か月程度の差異)、そのデータは回帰式の精度を下げる要因となる。
- ・Sentinel-2 の解像度は 10m すなわち面積にすると 100 m²が最小ピクセルであるが、海域内では 100 m²範囲内に複数の底質環境(岩盤帯、砂礫帯等)が混在しているケースが考えら

れる。当該ピクセルにおける RSI 値が 100 m²内の採泥地点以外の底質により影響を大きく受けている場合、そのデータは回帰式の精度を下げる要因となる。

- ・今年度海域調査を実施した調査地点のデータを使用した。回帰式作成に際してはデータ量が十分でなかった可能性がある。

解決策としては、以下が考えられる。

- ・全沿岸域からの岩盤帯の除去。ただし前述した通り自動処理手法の開発が必要となる。
- ・人工衛星撮影日と現地調査実施日を可能な限り合わせる。
- ・SPSS と照合する RSI 値を当該位置における 1 ピクセルから抽出するのではなく、近傍の複数ピクセルの平均値、もしくは最小値とする。
- ・過年度の人工衛星画像と SPSS 調査結果(特に全県的に SPSS 調査を実施した令和 3 年度)も活用し、データを充足させる。

(4) 沿岸域: サンゴ等生物生息状況解析

1) 課題 1: クラスタ分析結果の精度

今回、クラスタ分析を活用し、沿岸域を 5 グループに分類し、内 2 グループが高サンゴ被度帯を含む可能性があるグループとした。

ただし、さらにグループを細分化することや、そもそものグループ分けの手法を再検討することにより、より精度よく高サンゴ被度域を抽出できる可能性がある。

解決の方向性としては、以下の二つが考えられる。

①使用バンドの追加もしくは絞り込み

今回、クラスタ分析に際しては Sentinel-2 バンドの内、解像度 10m もしくは 20m が確保されている全バンド(可視域 3 バンド、近赤外線域 5 バンド、短波赤外線 2 バンド)を活用した。ただし海域においては近赤外線バンド、短波赤外線バンドは海水に吸収され、ほとんど識別できないとされていることから、これらを省いた上でクラスタ分析にかける手法が有用である可能性がある。

一方、Sentinel-2 には Coastal aerosol バンドと呼ばれる短波長バンドが整備されており、これは水中透過性が良く、沿岸海域の分類に有用である可能性がある。ただし本バンドは解像度が 60m と低く、かなり大規模なサンゴ群集の抽出にしか活用できない懸念はある。

これら使用バンドの追加、もしくは絞り込みの検討により、精度向上を図れる可能性がある。

②教師付き分類への変更

今回使用したクラスター分析は、分類対象の情報を事前に与えない「教師無し分類」の一種である。一方その他解析手法として「教師付き分類」と呼ばれる方法も知られている。

【参考】国土技術政策総合研究所 衛星データ利用マニュアルより

教師付き分類は、画像からあらかじめ定められたカテゴリー(土地分類)を最もよく代表していると思われる領域を抽出する手法である。このとき指定される領域をトレーニングエリアと呼ぶ。トレーニングエリアは、例えば、オペレータがあらかじめ地図データから現地の情報を把握している場合に、その領域と画像データとの対応付けを行い、画像データの土地被覆分類を行う手法である。教師付き分類は、標本の無作為性および独立性に問題が生じる可能性がある。

教師無し分類では、画像データの画素をランダムに選択し、統計的手法を使用して、いくつかのクラスターに分類し、カテゴリーに対応づける手法である。教師無し分類では、生成されたクラスターとカテゴリーとの対応づけが困難であるという欠点がある。

参考資料にもある通り、それぞれ利点と懸念点があるが、「教師付き手法」についての試行により、精度向上を図れる可能性がある。

2) 課題 2: サンゴ以外の群集の抽出

今回、サンゴ群集を対象に解析を行ったが、その他、海草藻場、大型藻類藻場(ガラモ場)についても沿岸海域における重要なハビタットであり、人工衛星画像解析により分布が把握できれば有用なデータとなる。

なお、海草や大型藻類は、サンゴ類と類似の反射スペクトルをとることが知られている。これは、サンゴ類は体内に藻類の一種である褐虫藻が共生していることが理由であるが、分類するためにはこの類似性を考慮した手法の開発が必要となる。

【参考】サンゴ礁のリモートセンシング 日本のサンゴ礁(環境省)

(サンゴ類には)褐虫藻が共生しているため、サンゴが海草や大型藻類と似た反射スペクトルを示すことが挙げられる。これは波長分解能が数 10nm のマルチスペクトルセンサでは両者の区別が困難であることを意味する。従来型の衛星はマルチスペクトルセンサを搭載しているため、サンゴ礁の生物分布を正確に把握するには不十分である。