

Google Earth Engine / CoastSat を用いた汀線解析の自動化の検討

筑波大学 学生会員 ○河西 拓哉 筑波大学 正会員 武若 聡

1. 目的

本研究は、可視衛星データを解析する CoastSat¹⁾を拡張し、総延長約 4,800 km に及ぶ日本の砂浜全体の汀線解析の自動化を目指して進めているものである。これの最初のステップとして、国土数値情報の海岸線データを活用し、CoastSat の手動解析が必要な部分を自動化した結果について報告する。

2. CoastSat の概要と拡張

2.1 CoastSat の概要

CoastSat は Vos らによって開発された Python を使用したオープンソースのソフトウェアツールキットである。Google Earth Engine (GEE)²⁾に公開されている衛星画像から、世界中のあらゆる汀線の時系列位置を取得することが可能である。衛星画像へのアクセスには GEE Python Application Programming Interface (API)を使用し、可視画像から海岸線 (汀線) の位置を自動的に抽出する。その際、機械学習および画像処理の Python パッケージ scikit-learn および scikit-image を使用する。

CoastSat で汀線解析を行う際の手順は以下である：

- 1) GEE アーカイブからの画像の検索
- 2) マルチスペクトル画像の前処理 (雲マスキング, パンニング, シャープネス, ダウンサンプリング)
- 3) サブピクセル解像度の汀線抽出, および汀線法線に沿った汀線位置の時系列データ出力

2.2 国土数値情報を活用した CoastSat の自動化

国土数値情報 (海岸線データ) を活用し、3つの自動化を行なった。

1つ目は、解析領域の自動分割化である。CoastSat で汀線解析を行う際に、解析領域の位置データ (ポリゴンの4頂点の緯度経度) を手動で入力する必要がある。特定の狭い領域の解析の際には問題とならないが、広い領域を解析するには大きな労力となる。ここでは、国土数値情報 (海岸線データ) を用い、ポリゴンデータを別途作成し、CoastSat に与えた。

2つ目は、衛星画像上での目視によるプロット作業の自動化である。CoastSat には様々なオプションが

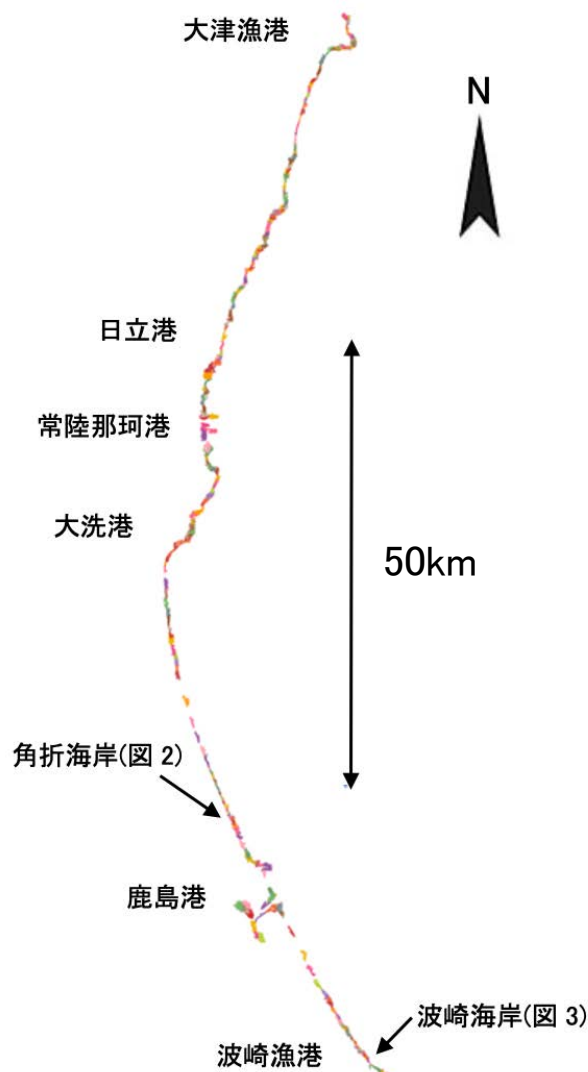


図1 茨城沿岸全体の汀線解析 (2018年10月~11月)

用意されており、その1つが汀線があると期待される位置の大まかな設定である。これにより汀線の誤検出を防ぐことができる。従来は、衛星画像を確認しながら大まかな汀線位置をプロット作業で定め、結果を reference shoreline ファイルに収めた。実際の汀線検出はこのファイルを読み出すことにより行われる。この reference shoreline ファイルを国土数値情報 (海岸線データ) から作成できれば、このプロット作業を省略できる。ここでは、国土数値情報 (海岸線データ) から座標データを抽出し reference shoreline ファイルを作成した。

キーワード CoastSat, Shoreline, 汀線, リモートセンシング, Google Earth Engine

連絡先 〒305-8577 茨城県つくば市天王台1丁目1-1 筑波大学大学院 システム情報工学研究群 構造エネルギー工学位プログラム 河西拓哉 E-mail : s2220833@s.tsukuba.ac.jp

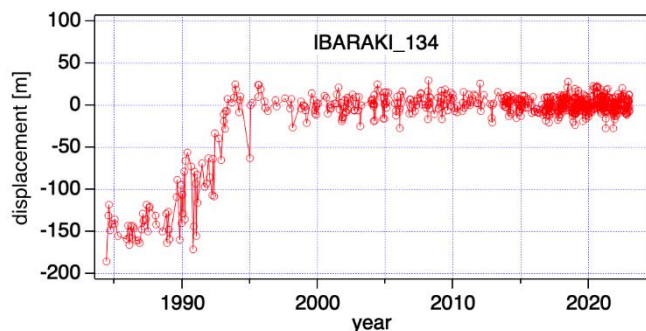


図2 汀線法線方向変位：鹿嶋市角折海岸

3 つ目は、汀線の分布に対して垂直に横断する直線 transects の自動設定である。CoastSat のオプションの 1 つに、汀線位置の変動を記録する機能（汀線法線方向変位解析）がある。これは、汀線を垂直に横切るような線を引き、その線の方角における汀線の変動を解析するものである。transects は手動で描画する、あるいは、transects の始点と終点の座標を手動で指定する必要がある。これを自動化するために、国土数値情報（海岸線データ）から座標データを抽出した。海岸線データの座標データより、これに直交するベクトルを作成し、transects の始点と終点を定めた。始点と終点間の位置は、汀線法線方向変位解析を行うのに十分な距離とする。

3. 茨城沿岸の汀線解析

茨城沿岸全体を 254 個の 4 頂点からなる領域に分割して汀線抽出を行なった。2018 年 10 月 1 日から 2018 年 11 月 1 日の間の結果を図 1 に示す。解析の対象とした衛星画像は Sentinel-2 が撮影したものである。

結果を見ると、鹿島港周辺における一部の砂浜や港湾地区の一部を除いた茨城沿岸のおよそ 90%以上の領域に対して解析ができていることが読み取れる。また、分割された領域がわかるように、隣接する領域は色を変えて表示している。

茨城沿岸の 2 つの位置における 1984 年から 2022 年の汀線法線方向変位を図 2、図 3 に示す。

図 2 に示す汀線を抽出した位置ではヘッドランド（長さ：約 150 m）の設置があった。1984 年から 1990 年にかけて、汀線の位置が海側にシフトするのはヘッドランドを新設する工事が行われていた時期と一致しており、1990 年以降はその位置が保たれている。

図 3 は海岸の端部の汀線変化を捉えたものである。1984 年から 2020 年にかけて、継続的に汀線の位置は海側に約 300 m ほどシフトしている。同域の 1984 年から 2006 年にかけての汀線変位を調査した先行研究³⁾によると、ここの汀線変位はおよそ 200 m であり、その要因

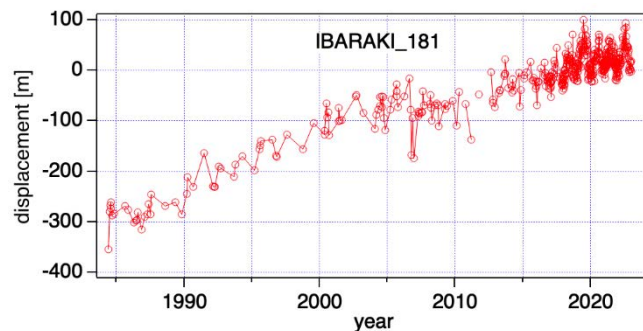


図3 汀線法線方向変位：神栖市波崎海岸

は近隣の砂浜からの土砂の流入による土砂の堆積であるとされている。本解析でも 1984 年から 2006 年にかけて、200 m 程度の汀線前進が確認できている。

以上、3 つの結果より、CoastSat を拡張して行った汀線解析の妥当性が確認された。

4. 結び

本研究は、総延長約 4,800 km に及ぶ日本の砂浜全体の海岸線自動解析に向け、CoastSat の拡張を行ったものである。CoastSat の Python プログラムを改良し、国土数値情報の海岸線データを用いて、汀線位置の大まかな決定に必要な約 100~1000 回の衛星画像上での目視によるプロット作業、解析領域の分割、汀線を垂直に横断する測線 transects の自動設定を可能にした。

これらにより、従来、CoastSat を利用する際に手動で行っていた作業のほとんどが自動化された。このシステムを用い茨城沿岸を解析した結果、汀線解析データの 90%以上の範囲で解析を行うことができた。また、長期にわたる汀線の変位も確認することができた。

課題は汀線の誤検出を減じることである。このために、雲量が 10%以下や 0%の衛星画像のみを使用するように設定し、reference shoreline から汀線判別を行う距離をなるべく小さくすることを試みているが、なおも雲や他の部分を汀線と誤検出してしまうことがある。これの解決が必要である。

参考文献

- 1) Kilian Vos, Mitchell D. Harley, Kristen D. Splinter, Joshua A. Simons and Ian L. Turner: A Google Earth Engine-enabled Python toolkit to extract shorelines from publicly available satellite imagery, Environmental Modelling & Software, Vol. 122, 2019.
- 2) Google Earth Engine: <https://earthengine.google.com>
- 3) 勝山均, 松浦健郎, 宇多高明, 熊田貴之, 長山英樹, 住谷勉夫: 鹿島灘海岸の浸食の実態と変形予測, 海岸工学論文集, 第 54 巻, pp.576-580, 2007.