

衛星から海岸を見守り、 海面上昇による砂浜消失を防ぐ

(研究期間：令和元年度～)

河川研究部 海岸研究室

主任研究官
(博士(農学))

渡邊 国広

室長
(博士(工学))

加藤 史訓



(キーワード) 海岸侵食、衛星画像、深層学習、AI

1.

国土を強靱化し、国民のいのちと暮らしをまもる研究

1. 研究の背景と目的

気候変動が海岸に及ぼす影響の1つとして、海面水位の上昇による砂浜の消失が挙げられる。今後顕在化する気候変動の影響を早期に把握して対策を講じるためにも、砂浜の継続的なモニタリングが欠かせない。国総研では、砂浜を全国規模でモニタリングする手段として、衛星画像から汀線を自動抽出し、経時変化を把握する方法の構築に取り組んでいる。

これまでも合成開口レーダーによる観測結果(SAR画像)からの汀線抽出に取り組んできたが、汀線付近が砂で構成される海岸では抽出精度が著しく低くなるという課題があった。本研究では、砂質の海岸にも適用可能な手法を構築すべく、対象を光学画像に変更し、画像解析手法を開発することとした。

2. 光学衛星画像を活用するうえでの工夫

砂質の海岸として湘南海岸(中央粒径 $D_{50} = 0.3 \sim 1.8 \text{ mm}$)と宮崎海岸($D_{50} = 0.72 \text{ mm}$)、礫海岸として下新川海岸($D_{50} = 5.7 \sim 13 \text{ mm}$)と富士海岸(D_{50}

$= 16 \text{ mm}$)の計4海岸を選定し、光学衛星Sentinel-2によって観測された緑と近赤外の2波長の反射強度から求まるNDWI指数(Normalized Difference Water Index)を濃淡値として格納したNDWI画像を作成した。NDWI指数とは、水が近赤外波長を吸収しやすいという特徴を利用して水域と陸域の違いを明瞭にする指数である。こうして得られたNDWI画像から、既往のエッジ抽出手法と、深層学習を用いた手法(図-1)の2通りの手法による汀線抽出を試行した。

また、雲による撮影阻害への対策として、衛星画像にメタデータとして付与されている雲量と抽出成果の関係を明らかにするとともに、画像合成による雲の除去方法も試行した。

3. 深層学習の活用による抽出精度の向上

エッジ抽出手法では離岸堤や砕波帯の沖側境界、背後の海岸林の前縁が誤抽出されることが多かったのに対して、深層学習を用いた方法では正しく汀線を抽出することができた(図-2)。沿岸方向に約50m

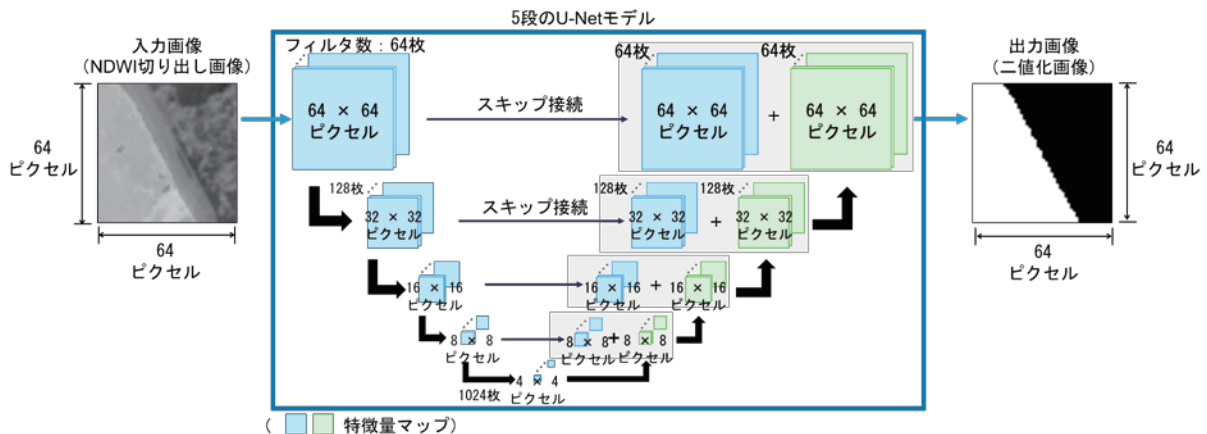


図-1 深層学習に用いたネットワーク構成(5段のU-net)のモデル簡易図

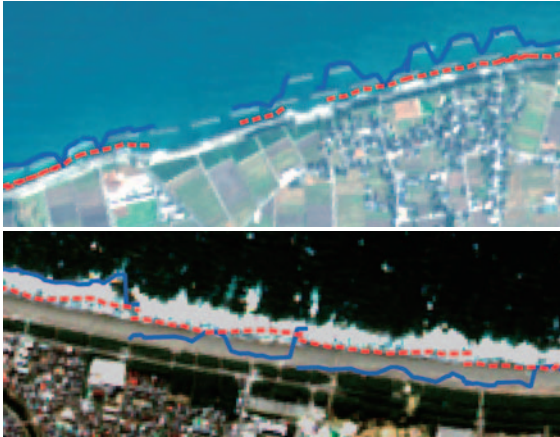


図-2 海岸線抽出手法による抽出結果の違い
上：離岸堤、下：砕波帯と海岸林が誤抽出された例（青実線：エッジ抽出、赤破線：深層学習）

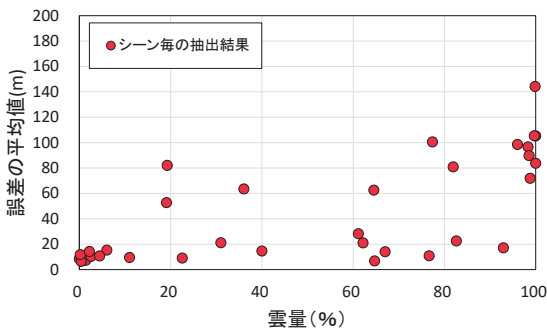


図-3 深層学習により抽出された汀線の誤差と雲量の関係（湘南海岸）

表 最も抽出精度が高いシーンにおける誤差（平均値±標準偏差）

海岸名	エッジ抽出 (m)	深層学習 (m)
湘南	21.3±30.7	6.5±6.1
下新川	26.1±32.5	11.9±1.0
富士	22.8±20.3	9.4±5.5
宮崎	56.3±29.1	10.1±9.6

間隔で設定した評価線上における汀線位置の測量成果との差で定義される誤差を海岸単位で平均した値は、各シーンに含まれる雲量が多くなるに従って増大する傾向が見られた（図-3）。各海岸において、最も精度良く抽出できたシーンにおける誤差はいずれの海岸でも深層学習の方が低かった（表）。

同じ海岸を対象に衛星SAR画像から汀線を抽出した既往研究と比較すると、下新川海岸を除く3海岸でSAR画像からの抽出よりも誤差の平均値が小さく、SAR画像では抽出が難しかった砂質の湘南海岸や宮

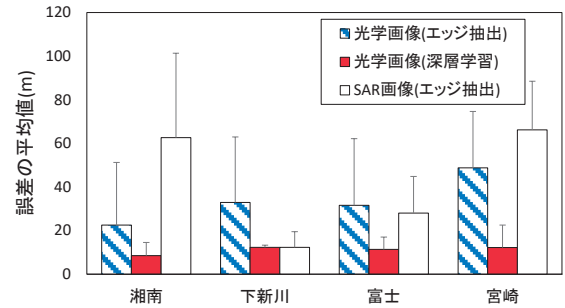


図-4 衛星画像の種類及び抽出手法による誤差の違い

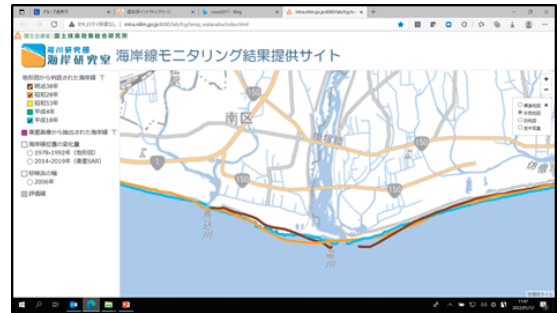


図-5 モニタリング結果提供サイトの試作版

崎海岸でも礫海岸と同等の精度が得られた（図-4）。

本研究で使用したSentinel-2の各センサーは解像度が10mであることを考えれば、本研究で得られた抽出精度は十分な精度であり、深層学習による汀線抽出が有効であることを示す結果となった。

4. 今後の展開

汀線抽出手法の開発と並行して、光学衛星画像等から抽出された汀線を蓄積し、公開するためのWebサイトの準備を進めている（図-5）。汀線の自動抽出手法についても、海岸管理者等が利用できるようにするため、クラウドアプリ化も進めており、これらの取組みにより、全国の砂浜の状態を高い頻度で把握し、オープンデータ化を進めることで、海岸管理者による海岸のモニタリングを支援していきたい。

☞ 詳細情報はこちら

1) 渡邊ほか(2021) 光学衛星画像からの汀線抽出における画像処理方法の適用性評価
https://www.jstage.jst.go.jp/article/kaigan/77/2/77_I_1111/_article/-char/ja/