

## 日本における崖海岸の侵食モデルの構築

東北大学 学生会員 ○古谷 仁

東北大学 正会員 有働 恵子

## 1. 背景と目的

気候変動や海面上昇に伴い、海岸侵食が進行している。我が国は沿岸域に人命や資産が集中しており、海岸線の後退は重大な課題である。砂浜海岸の既往研究が比較的多いものに対し、岩石海岸の一形態である崖海岸については1960-70年代に主に福島から千葉の崖海岸で後退速度が算定されているものの研究例が限られている。本研究では、崖海岸の後退速度を推定するモデルを構築し、国内の崖海岸の後退速度を推定することを目的とする。

## 2. 方法

Young et al. (2021) が、カリフォルニア州南部の崖海岸で侵食土砂量と波浪、降雨の間に相関があることを示していることを参考にして、侵食要因と考えられる波浪と降雨のデータをもとに後退速度を推定するモデル式を重回帰分析によって構築した。目的変数には、1975年前後から2010年前後の約35年間を解析期間とし、地理院地図による空中写真の解析で得た、消波堤があり波浪の影響を正確に反映できない崖海岸を除く国内計19地点の崖海岸の後退速度 $v(m/yr)$ （阿久津, 2020）を用いた。説明変数には、波浪と降雨それぞれに関する2つのパラメータを用いた。データ解像度の高さから、波浪は2008年以降、降雨は2006年以降のデータを利用した。

波浪のパラメータとしては、気象庁が提供しているCoastal Wave Modelの波浪解析・予測データより、2008-2015年の年平均波浪エネルギーフラックス（猿渡ら, 2013）を算定した。

$$P = \frac{\rho g^2}{64\pi} TH^2$$

ここで、 $P$ ：波浪エネルギーフラックス( $kJ/m/s$ )、 $\rho$ ：海水密度( $kg/m^3$ )、 $g$ ：重力加速度( $m/s^2$ )、 $T$ ：有義波周期( $s$ )、 $H$ ：有義波高( $m$ )である。 $P$ を年平均に換算したものを $E(kJ/m/yr)$ とする。

降雨については、レーダー・アメダス解析雨量を用いて算定した、2006-2017年の年平均降雨強度係数 $R$ （Renard et al., 1997）を用いた。

$$R = \frac{1}{Y_r} \sum_{i=1}^n E_i I_{30i} \quad E_i = E_{0i} r_i \quad E_{0i} = 0.119 + 0.0873 \log I_i$$

ここで、 $R$ ：年平均降雨強度係数( $MJ mm/ha h yr$ )、 $Y_r$ ：解析期間( $yr$ )、 $n$ ：年間降雨事象数、 $E_i$ ：任意の降雨事象 $i$ における降雨の運動エネルギー( $MJ/ha$ )、 $I_{30i}$ ：任意の降雨事象 $i$ における30分最大雨量( $mm/h$ )、 $E_{0i}$ ：降雨1mmあたりの運動エネルギー( $MJ/ha mm$ )、 $r_i$ ：任意の降雨事象 $i$ における降水量( $mm$ )、 $I_i$ ：任意の降雨事象 $i$ における降雨強度( $mm/h$ )である。

## 3. 結果

$v, E, R$ を標準化して重回帰分析を行い、後退速度を推定する以下のモデル式(1)を得た。

$$v = 0.84E + 0.0031R \quad \dots(1)$$

キーワード 海岸侵食, 崖海岸, 波浪エネルギー, 降雨強度係数, 侵食リスク

連絡先 mail [udo@irides.tohoku.ac.jp](mailto:udo@irides.tohoku.ac.jp) TEL 022-752-2112

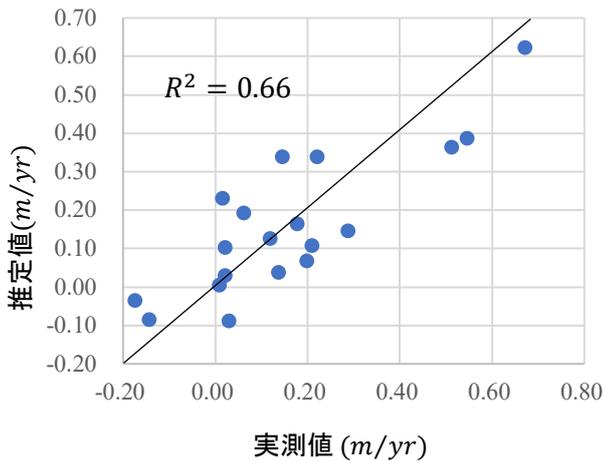
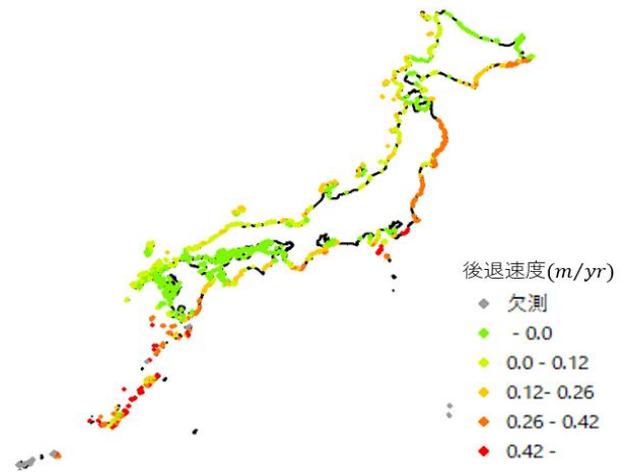
図1：後退速度 $v$ の実測値と推定値の比較

図2：後退速度推定マップ

空中写真解析で得られた崖海岸の後退速度の実測値と、式(1)で算定した推定値を比較し検証を行ったところ、決定係数は0.66となり後退速度を良好に推定できていることが確認された(図1)。実測値と推定値の差が生じた原因として、モデルで岩石強度の影響を考慮していないことが考えられ、今後検討が必要である。

モデル式を国内の崖海岸に適用した結果を図2に示す。後退速度の推定値は沖縄県で最も大きく、次いで本土の太平洋側で大きい値となった。推定値が大きい福島県から千葉県の太平洋沿岸、伊豆諸島の新島、沖縄県の崖海岸では、崩壊が多数報告されており(宇多ら, 1992; 森ら, 2006; 渡嘉敷ら, 2011)、妥当な結果が得られたと考えられる。しかし、岩石強度など他の影響要因を考慮できておらず、また日本海側の崖海岸の侵食に関する情報は十分に得られていないことから、今後更なるモデル改良および妥当性の確認が必要とされる。

#### 4. まとめ

本研究では、崖海岸の後退速度を推定するモデルを構築し、後退速度が大きい国内の崖海岸の分布を確認した。後退速度が大きいと推定されたのは沖縄県、次いで本土の太平洋側であり、波浪エネルギーと強い相関が確認された。本研究では考慮しなかった岩石強度など他の要因も考慮し、モデルを改良する必要がある。

#### 参考文献

- 1) A.P.Young, R.T.Guza, H.Matsumoto, M.A.Merrifield, W.C.O'Reilly, Z.M.Swirad: Three years of weekly observations of coastal cliff erosion by waves and rainfall, *Geomorphology*, Volume 375, 2021.
- 2) 阿久津佑太: 日本国内における崖海岸の長期侵食特性の解明, 東北大学大学院修士論文, 2020.
- 3) 猿渡亜由未, 丸山利幸: 北海道沿岸における冬季の波浪エネルギー賦存量評価, 土木学会論文集 B3 (海洋開発), Vol. 69, No. 2, I\_91-I\_96, 2013.
- 4) Renard K.G., G.R. Foster, G.A. Weesies, D.K. McCool, D.C. Yoder: Predicting soil erosion by water: A guide to conservation planning with the Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE). Agricultural Handbook No. 703, U. S. Dept. of Agr, Washington DC (1997), p. 384
- 5) 宇多高明, 五十嵐竜行: 豊島修博士収集のスライドによる過去の海岸災害状況の分析, 海洋開発論文集 Vol. 8, pp225-230, 1992年6月
- 6) 森僚多, 松倉公憲: 伊豆新島・羽伏浦における海食崖の崩壊プロセス, 筑波大学陸域環境研究センター報告 No. 7, pp31-40, 2006年
- 7) 渡嘉敷直彦, 藍壇オメル: 琉球石灰岩岩盤に対する岩盤分類の適用とその力学特性の評価, 第40回岩盤力学に関するシンポジウム講演集, pp.387-392, 2011.