

茨城県北部地域における短期間の地盤沈下に対する汀線変化と Bruun 則との関係

茨城大学 学生会員 ○船見宏一
茨城大学 正会員 信岡尚道

1. 背景・目的

東北地方太平洋沖地震によって東北関東太平洋沿岸地域では短期間で大きな地盤沈下が生じている¹⁾。

沿岸部の地盤沈下によって、海面は相対的に上昇すると考えられ、それにより砂浜が浸食され汀線が後退する。汀線の後退は多くの資産や人間に影響を与えるため、その変化を把握することは非常に大切である。

Bruun²⁾は海面上昇と海岸浸食の関係について研究し、海面上昇に対する汀線の後退量を予測するモデルを提案した(以下、Bruun 則と呼ぶ)。Bruun 則は地盤沈下が長期的に起こる場合の汀線変化を予測する場合に検証事例が多いが、短期間の地盤沈下に対しては検証事例が確認できていない。

本研究では、Bruun 則を1年間の地盤沈下に対して適用しその結果と、実際に生じた汀線後退を比較することで両者の差異の有無を調査することを目的とした。

2. 計算手法及び計算条件

海浜変形予測に用いた Bruun 則は、砂浜の岸沖2次元断面地形が次の式の形状で平行な状態を保っていると仮定している。

$$h = Ay^{\frac{2}{3}} \cdot \cdot \cdot (1)$$

y : 汀線からの沖方向距離, h : y 地点での水深, A : 海浜断面係数である。また Bruun 則は、海浜断面が式(1)の形状を保ちながら海面上昇分だけ上方向へ移動すると同時に、その分の土砂増加量を相殺するように陸側にも水平移動し、汀線が後退すると仮定している。この関係は式(2)で表される。

$$\Delta y = -S \frac{W_*}{(h_* + B)} \cdot \cdot \cdot (2)$$

Δy : 汀線後退距離, S : 海面上昇量, h_* : 断面変化が生じる移動限界水深, W_* : 汀線から h_* までの沖方向距離, B : バームの高さである。

2.1 各パラメータの決定方法

2.1.1 移動限界水深 h_*

実質的な地形変化の限界である移動限界水深の代表的

な算定式としては、Hallermeier³⁾による次式があげられる

$$h_* = 2.28H_{max} - 68.5(H_{max}^2/gT_{max}^2) \cdot \cdot \cdot (3)$$

h_* : 移動限界水深, H_{max} : 年最大有義波高, T_{max} : 年最大有義波周期, g : 重力加速度である。

2.1.2 海浜断面係数 A

決定方法は、最小二乗法を用いて式(1)が実際の深浅測量データから得られた縦断地形に最も当てはまるように A を算出する。

2.1.3 汀線から h_* までの沖方向距離 W_*

(1)において h を移動限界水深 h_* と置き、断面係数 A を求めることで、汀線からの沖方向距離 y を算出することができる。この y を移動限界水深までの距離 W_* とする。

2.1.4 バームの高さ B

武田・砂村の式を用いて、バームの高さを以下の式で表した。

$$B = 0.125H_b^{5/8}(gT^2)^{3/8} \cdot \cdot \cdot (4)$$

H_b : 碎波波高, g : 重力加速度, T : 有義波周期であり、碎波波高 H_b は以下の式で表される。

$$H_b = H_0 \tan \alpha^{0.2} \left(\frac{H_0}{L_0}\right)^{-0.25} \cdot \cdot \cdot (5)$$

H_0 : 沖波波高, L_0 : 沖波波長, $\tan \alpha$: 海底勾配である。

2.1.5 海面上昇量 S

国土地理院が公表している各沿岸地域の地盤沈下量を相対的な海面上昇量と置き換え使用する。本研究では対象測線に最も近い北茨城市磯原町磯原で計測された沈下量 0.45m を使用する¹⁾。

2.2 対象地域

県単海岸調査の調査範囲北部である茨城県の五浦海岸(北茨城市)からの赤浜海岸(高萩市)までを対象地域とした。

測線の選定は、南北方向に変化がなく東西方向に基準点変化距離が 100m 以内の連続した測線を選定した。

図1に選定された11測線の位置関係を示す。

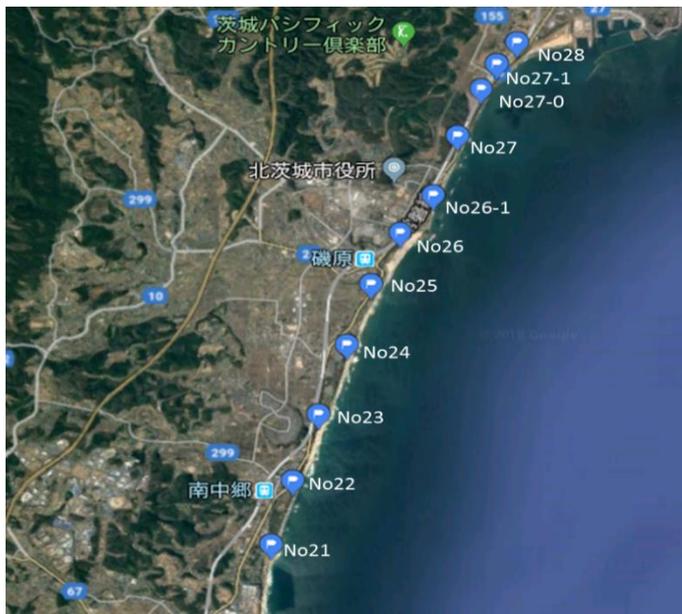


図1 全11測線の位置関係(Google Earth 茨城県北部)

3. 算出結果及び考察

Bruun 則による汀線後退量と観測された実際の後退量⁵⁾を図1に示す。

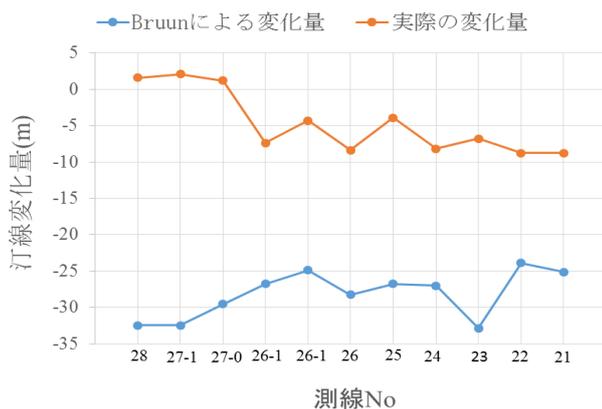


図1 汀線後退量の比較

(1) 実際の汀線変化量

実際の汀線変化量では測線の違いによって変化の傾向が異なる。No27-0, 27-1, 28 では前進傾向でそれ以外の測線では後退傾向である

前進傾向の測線において最大の前進量は No27-1 の 2.1m で、最小の前進量は No27-0 の 1.2m である。後退傾向の測線において最大の後退量は No21 と 22 で後退量は 8.8m である。一方後退量が最も少なかった測線は No25 で 3.9m であった。後退量の平均は 7.1m であり変化量の幅は 4.9m である。

(2) Bruun 則による汀線変化量

Bruun 則による汀線変化ではすべての測線が後退傾向となった。最も後退した測線は No28, 27-1 で 32.5m であり、最小の後退量は No22 の 23.9m であった。後退

量平均は 28.2m である。後退量の最大値と最小値の幅は 8.6m である。

(3) 両者の変化量の比較

実際の汀線変化量と Bruun 則による変化量の結果を比較する。実際の汀線変化では前進傾向がある測線が存在したが、Bruun 則ではそれがなくすべての測線が後退傾向であった。また後退傾向にある両者の測線同士の後退量を比較すると、Bruun 則の後退量が実際の後退量より、およそ 3 倍～7 倍大きい。最も後退量の倍率が低かったのは No22 で 2.7 倍、最も倍率が高かったのは No25 で 6.9 倍である。一方で、両者の後退量の差を算出すると、各測線同士の差の平均は 19.9m である。最も変化量の差が大きかったのは No23 の 26.1m であり、最も差が小さかったのは No21 の 15.1m である。

Bruun 則の後退量が実際の後退量より大きい理由を考える。Bruun 則は海面上昇の際汀線付近の勾配による幾何学的な汀線の後退に加えてさらに陸側の土砂浸食によってさらに汀線が後退すると仮定されている。本研究による汀線後退量の違いは実際の砂浜があまり浸食されず主に幾何学的な汀線後退が起きたからであると考えられる。

(4) 結論

茨城県北部地域における 1 年間の地盤沈下に対する汀線変化量の算出結果と Bruun 則を用いた結果では、その変化の傾向は必ずしも一致するわけではない。また、同じ傾向を示した箇所においても、その変化量には最小でも 15.1m の差異があることが確認できた。

参考文献

- 1) 国土地理院 特集・平成 23 年 (2011 年) 東北地方太平洋沖地震から 7 年 (2018 年 10 月 15 日閲覧)
http://www.gsi.go.jp/kanshi/h23toughoku_6years.html
- 2) Bruun, P. (1962): sea level rise as a cause of shore srosion, proc. ASCE J. Waterways Habors, 88, 117, 1962
- 3) Hallermeier, R. J. (1978): a profile zonation for characteristics and applications, Journal of Coastal Research, vol. 7, No. 1.
- 4) 井上馨子 (1993): 海面上昇に対する海浜地形の応答—予測モデルとその検証—, 平成 5 年度茨城大学大学院工学研究科建設工学専攻 学位(修士)論文 pp13-14
- 5) 矢萩大: 茨城県沿岸を対象とした汀線変化解析, 第 44 回土木学会関東支部技術研究発表会講演概要集, II-103, 2017