

海面上昇に伴う全国砂浜侵食量の推定

東北大学工学部 須川太一

東北大学災害制御研究センター 有働恵子

東北大学災害制御研究センター 真野 明

1. 研究背景と目的

地球温暖化による熱膨張を主とした海面上昇や気候変動による波浪特性の変化が懸念されている。長期的に汀線が後退すると予想される。IPCC¹⁾の予測によれば、2100年までに地球の平均海面は1980-1999年の平均値に比べて最大0.48m上昇すると見込まれている。本研究では、観測データから日本全国における長期的な波浪や潮位の変化特性を把握し、侵食予測モデルを用いて温暖化によって今後予測される海面上昇量に対する潜在的な汀線後退量の推定を行う。

2. 日本全国の波浪・潮位の経年変化特性

日本全国の潮位データとして気象庁の潮位観測データを用いた。観測記録は最長で1961年から2008年までで、1時間毎に取得された潮位が記録されている。10年以上の観測記録を得られた観測地点のうち、地殻変動に関する情報が入手できた地点を対象とし、各地点の年平均潮位、年最大潮位の変化傾向を求めた。地殻変動の影響は、野口ら²⁾を参考にして、験潮場取付水準測量成果集（国土地理院海岸昇降検知センター）を用いて除外した。図1に、年平均潮位のトレンドの全国分布を示した。全国的に多くの地点で0.1cm/year以上の増加傾向にあり、これらの地点では少なくとも最近の数十年間は日本周辺の平均海面が上昇していたと考えられる。

次に波浪に関しては、全国的な波浪観測記録として全国港湾海洋情報網（ナウファス）を用いた。観測記録は最長で1991年から2008年までで、月毎の平均有義波高、最大有義波高などが記録されている。対象とした観測地点は、1991年から10年以上の観測記録が得られた地点に、2001年から2008年までの観測記録が得られた紋別南、高知、十勝、新潟沖、小松島、アシカ島を加えた計39地点で、各地点の年平均有義波高、年最大有義波高の変化傾向を求めた。図2に年最大有義波高のトレンドの全国分布を示す。年最大有義波高は特に東日本太平洋側の地点で少なくとも最近の数十年間は1cm/year以上の増加が認められた。暴浪時には急激な海岸侵食が生じることから、年最大有義波高の増大は砂浜侵食リスクの増大を意味する。

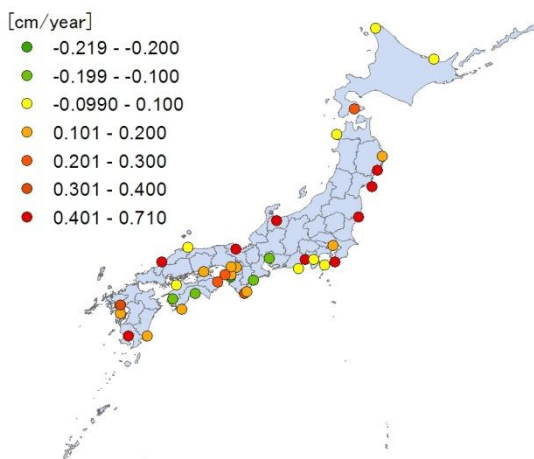


図1 年平均潮位トレンドの全国分布

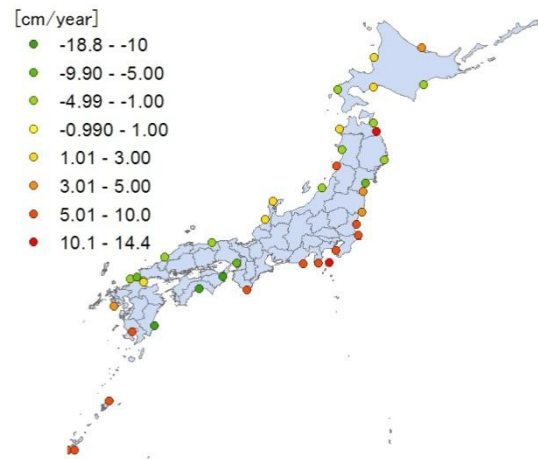


図2 年最大有義波高トレンドの全国分布

3. 侵食量の推定

砂浜の長期侵食予測モデルとしては、Bruun²⁾による式とDean³⁾による式を用いた。Bruun 則では、汀線付近の断面地形には底質粒径と波浪条件から決定される平衡断面地形が存在すると仮定し、その地形は式(1)で表される。

$$h_* = Ay^{2/3} \quad (1)$$

キーワード 海岸侵食、海面上昇、潮位、汀線後退、波浪、Bruun、Dean

連絡先 sugawafcp@potential1.civil.tohoku.ac.jp

h_* は水深 (m), A は海浜断面係数 ($m^{1/3}$), y は沖方向の距離 (m) である。 A は砂浜の底質粒径と強い相関があることが指摘されており, Dean⁴⁾によってその関係性が整理されている。海面が上昇すると, 砂浜はこの平衡断面地形に向かって土砂移動する。この移動によって汀線が後退する。この後退量は式 (2) で表される。

$$\Delta y/W_* = -S/(h_* + B_h) \quad (2)$$

Δy は汀線後退量 (m), h_* は土砂移動限界水深 (m), W_* は土砂移動限界水深までの水平距離 (m), S は海面上昇量 (m), B_h はバームの高さ (m) を表す。 h_* は, 地形変化の沖側境界の水深という定義から Hallemeier⁵⁾による式を用いて算定する。また B_h の算定式として, 武田・砂村⁶⁾によって与えられた式を用いて算定する。これらの式を用いれば, 砂浜の粒径, 海底勾配, 沖波の波浪条件から侵食量を算定することができる。Dean³⁾は Bruun 則と同様な考え方に基づいて, バームが垂直に伸びている地形に対して砂浜の後退量を算定する式 (3) を導いている。

$$\Delta y/W_* = -S/B_h + 3(h_*/5B_h) [1 - (1 + \Delta y/W_*)^{5/3}] \quad (3)$$

以上の Bruun, Dean の2つのモデルを用いて, 文献等から粒径・海底勾配が得られた海岸に対して海面上昇による後退量を算定する。

北太平洋海洋モデル (NPOGCM) によって算定された A1B シナリオに基づく 1981~2100 年の海面上昇量に, 氷床融解による海面上昇寄与分 (1.2mm/year) を加えた値に対する侵食量を Bruun 則によって算定した。算定された海岸の侵食量の全国分布を, 図3に示す。後退量はばらつきがあるが, -10.3~-63.8m程度で大きい値となった。粒径が大きい地点で海岸侵食量が小さい値になった。また Dean 式による侵食量はすべての地点で Bruun 則の計算結果よりも大きくなったが, ほぼ同じ値であった。

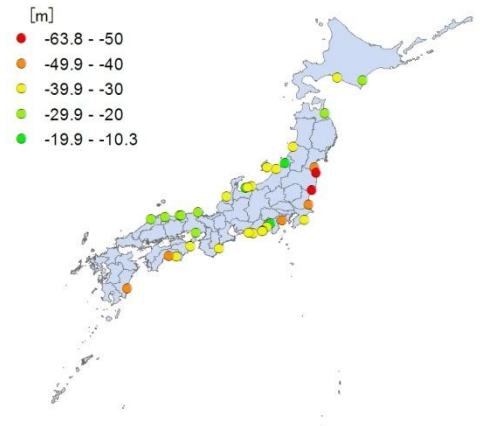


図3 Bruun 式を用いた
推定砂浜侵食量の全国分布

4. まとめ

全国的な潮位・波浪の経年変化特性について分析した結果, 少なくとも最近の数十年間は, 年平均潮位は全国的に増加傾向にあり, 年最大有意義波高に関しても同様に増加傾向にあった。このことから, 日本の海岸侵食リスクは長期的に増大傾向にある可能性がある。また, 海岸侵食モデルを用いて砂浜侵食量を推定した結果, AIB シナリオに基づく 2099 年までの海面上昇で 10.3~63.8m汀線が後退する可能性がある。しかし, 粒径の情報が無い砂浜が存在し, 侵食量の推定値の影響が大きい A の値を 0.10 で与えており, また, 今回の推定結果では実際の砂浜幅を考慮しておらず, 今後これらについて検討を要する。

謝辞

本研究は, 環境省の環境研究総合推進費 (S-8-1(4)) の支援により実施された。

参考文献

- 1) IPCC : 観測結果 : 海洋の気候変化と海面水位, IPCC 第四次評価報告書, <http://www.data.kishou.go.jp/climate/cpdinfo/ipcc/ar4/index.html>, 2007.
- 2) 野口賢二・諏訪義雄・五味久昭・松藤絵理子 : 気候変動適応に向けたわが国沿岸の既海面上昇基準量の設定にむけて, 土木学会 B2 (海岸工学), Vol.66, No.1, 2010, 1256-1260.
- 3) Bruun, P. : Sea-level rise as a cause of shore erosion, J. Waterways and Harbors Div, ASCE, 88 (WW1), pp. 117-130, 1962.
- 4) Dean, R. G. : Equilibrium beach profiles : characteristic and applications, Journal of Coastal Research, Vol.7, No.1, pp. 53-84, 1991.
- 5) Dean, R. G. : BEACH NOURISHMENT : THEORY AND PRACTICE, Advanced Series on Ocean Engineering, Vol. 18, pp. 32, 2002.
- 6) Hallemeier, R. J. : A profile zonation for seasonal sand beached from wave climate, Coastal Engineering, 4, pp. 253-277, 1980.
- 7) 武田一郎・砂村継男 : 砂浜の堆積過程における地形変化, 海岸工学講演論文集, 第 30 巻, pp. 254-258, 1983.