

茨城県北部沿岸における平成 23 年度東北地方太平洋沖地震津波の影響を含めた 土砂移動と海浜地形変化解析

茨城大学 学生会員 ○土生都 蒼太
茨城大学 正会員 信岡 尚道

1. 背景・目的

日本は多くの海岸を持ち、砂浜海岸では地震、台風、高潮などの外力作用や河川からの土砂流入の減少などの要因で侵食が進んでいる。

茨城県でも多くの海岸で海岸侵食は確認されている。そこで茨城県では、海浜地形変化を把握することを目的の一つとして 1984 年から毎年横断測量および深淺測量を行い、観測結果を記録している。これら各測量の観測結果から、茨城県沿岸における海浜地形変化の現状や傾向を解明し、今後の侵食対策等に活用していく必要がある。また、2011 年に東北地方太平洋沖地震が発生し茨城県の北部は地震による地盤沈下が起こった。そのため、大洗以南の海岸を対象とした、東北地方太平洋沖地震による地盤沈下の影響を含めた海浜地形変化の研究は行われている。しかし、茨城県北部沿岸を対象としてこの地震の影響を除去して、海中の土砂移動を計算して海浜地形変化解析している研究はない。

そこで本研究では茨城県北部の沿岸を対象地域として、茨城県が保有する横断測量および深淺測量の測量データと国土地理院が保有する地盤変動量データを用いて、東北地方太平洋沖地震による地盤沈下の影響を除去して土砂量変化を求め、海浜地形変化の現状や傾向の把握を試みる。

2. 計算方法・計算条件

対象地域は、茨城県の五浦海岸（北茨城市五浦町）から赤浜海岸（高萩市赤浜）までである。

本研究では茨城県が行ってきた横断測量および深淺測量の観測記録データ¹⁾、国土地理院が保有する地盤変動量データ²⁾を用いて、地震の地盤沈下の影響を除去した土砂変動量を求め、海浜地形解析を行う。

また、長年の侵食や東日本大震災の津波の影響で基準点が紛失してしまっている場合新しく作られ、場所が移動しており、基準点に誤差が生じる。この場合は

基準点変化距離を求め 2013 年を基準にして各年補正を行った。

次の式(1)、式(2)は国土地理院が示す 2 点間の距離の算出方法³⁾であり、これを用いて測線の基準点の補正を行う。

$$S = \frac{\sqrt{(X_2 - X_1)^2 + (Y_2 - Y_1)^2}}{\frac{S}{S}} \quad (1)$$

$$\frac{s}{S} = m_0 \left\{ 1 + \frac{(Y_1^2 + Y_1 Y_2 + Y_2^2)}{6R_0^2 m_0^2} \right\} \quad (2)$$

S：測地線長、Xn：測点 n における X 座標、Yn：測点 n における y 座標、R₀：平均曲率半径、m₀：座標系の原点における縮尺係数(m₀=0.9999)を示している。

ただし、移動距離が 100m を越えるものや南北に移動してしまったものは補正が不可であるため今研究では測線を計算対象から除去することにした。

変化土砂量 V を求める式については(3)、(4)、(5)に示す。その際に必要な断面積変化量 D についての模式図を図 1 に示す。

$$H_n = a_n - b_n \quad (3)$$

$$D_n = \frac{1}{2} \times (H_n + H_{n+1}) \times (x_{n+1} - x_n) \quad (4)$$

$$V_n = D_n \times \alpha \quad (5)$$

V：土砂変化量、D：断面積変化量 H：標高差、x：水平距離、a_n, b_n：測量結果の標高値を示している。

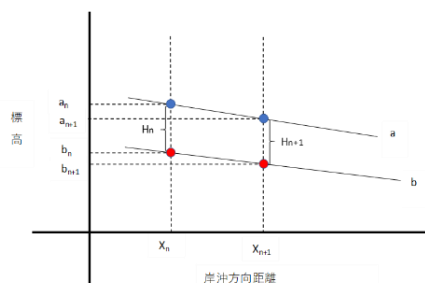


図 1 断面積変化量の模式図

茨城県の深淺測量データの標高値は測線ごとに水平距離が異なるため、10m、50m 間隔というような一定の水平距離で標高値を求める必要がある。そのため、測量地点間が直線的であると仮定し、線形補間をすること

で沿岸方向の標高値を算出することにした。標高値を求める式を式(6)に示す。

$$y = y_i + \frac{y_{i+1} - y_i}{x_{i+1} - x_i} \times (x - x_i) \quad (6)$$

x , x_i , x_{i+1} : 測量基準点からの水平距離, y , y_i , y_{i+1} : その地点での標高値とする。

今研究では地盤沈下の影響を除去した際の土砂変化を計算するので、水平距離、標高値に影響除去して求める際の式(7), (8)に示す。

$$a' = a + t \quad (7)$$

$$x' = x + u \quad (8)$$

a' : 補正後の標高値, a : 標高値, t : 地盤沈下した値, x' : 補正後の水平距離, x : 水平距離, u : 水平変動した値を示している。

地震の影響を除去する際に用いる国土地理院の地盤変動量データは3月に観測しており、茨城県の深浅測量データは11月に観測されているため、期間補正するために地盤変動量を線形補間した。

3. 計算結果・考察

3.1 2004年～2013年までの傾向

2004年～2013年までの土砂量変化を求め、図2にまとめた。

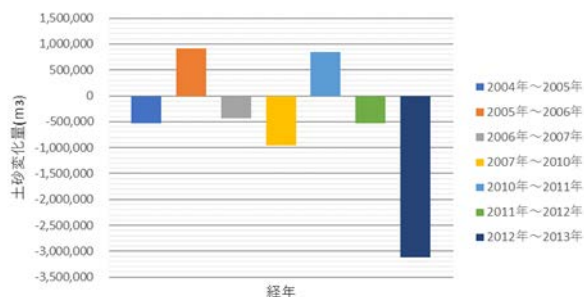


図2 0～1500mまでの土砂変化量まとめ

図より、2011年に東日本大震災が起こる前までは堆積、侵食を繰り返し土砂量は比較的安定している傾向にあることが分かる。

3.2 津波の影響を含めた海浜地形変化

3.1で東日本大震災の後に土砂変化量の傾向が変わったことから、津波が起こる前と起こった後の土砂変化量に着目して2010年～2011年の各メッシュごとの高さの変動量を求め図3にまとめた。各測線の汀線位置を0基準にとった。

汀線よりも陸側の高さの変動量を見ると、他のメッ

シュの変動量に比べて非常に値が大きい。このことから津波による汀線より陸側で土砂の堆積、侵食が顕著に起こったと考えることが出来る。

距離(m)	-50	-40	-30	-20	-10	0	10	20	30	40	50
北 No.28					-56	-97	7	17	9	9	9
No.27-1				-62	47	90	35	34	40	33	11
No.27-0					8	99	72	9	8	14	17
No.27					70	26	11	8	17	15	7
No.26-1		20	15	12	24	25	12	8	3	-2	-4
No.26	12	-56	-43	12	7	8	6	13	78	98	23
No.25	-3	6	11	16	23	27	0	-12	28	28	3
No.24	69	26	9	21	36	31	28	26	19	15	8
No.23	0	-36	13	37	27	13	-6	1	-8	-16	-25
No.22			96	84	18	-8	-6	8	12	11	5
南 No.21			62	30	9	-1	8	16	25	29	28

図3 メッシュごとの高さ(cm)の変動量まとめ

さらに、侵食が一番顕著に表れている NO.23 を GoogleEarth⁴⁾で確認した。震災時に大きく土砂が減少した要因として導流堤や背後の崖が作用した可能性がある。翌年から汀線が回復傾向にあり、今後その要因も考察していきたい。



図4 NO.23 航空写真(2011/3/12)



図5 NO.23 航空写真(2012/2/28)

参考文献

- 1) 茨城県 河川課 深浅測量データ
- 2) 国土地理院(2019):「沿岸の観測局の変動量の一覧(水平)」,「沿岸の観測局の変動量の一覧(高さ)」
<http://www.gsi.go.jp/kanshi/index.html>
- 3) 国土地理院「距離と方向角の計算」
<http://vldb.gsi.go.jp/sokuchi/surveycalc/surveycalc/xy2stf>
- 4) Google Earth 茨城県北茨城市