

砂浜海岸における地形変化と化学元素の時空間分布との関係性の調査

豊橋技術科学大学 学生会員 ○樋口 瑛帝
 豊橋技術科学大学 正会員 加藤 茂 岡辺 拓巳
 豊橋技術科学大学 学生会員 井手 美里 古川 和樹

1. 緒言

近年、海浜砂の流出や供給土砂量の減少等により、各地で海岸侵食が問題となっている。長島ら (2005) によると、1947 年から 2004 年にかけて馬込川河口、今切口の離岸堤がある地点では汀線の前進、天竜川河口、離岸堤の西側 (漂砂の下手側) では汀線の後退がみられた。特に天竜川河口部においては汀線が最大で約 270m も後退するという大きな侵食が発生していた。この要因は、佐久間ダムをはじめとした天竜川及びその流域にある複数のダムによって上流から下流への土砂移動が遮断された影響で天竜川の流出土砂量が減少していることである。これを受けて、海岸侵食を防ぐために潜堤や離岸堤の建設や、養浜などによる対策が各地で行われている。これらの対策を行うにあたり、水準測量、写真測量、深淺測量等の地形調査、着色砂を用いた海岸の土砂移動調査等の海岸での土砂環境や土砂動態の把握に関する調査が実施されている。しかし、これらの調査は時間、費用の面で負荷が大きく、継続して行うことは難しい。そこで、より簡易的な方法で海岸の特徴を把握し得ようとする試みがされている。その中に、光山 (2013)、井手 (2014) の蛍光 X 線分析を用いた海浜地形特性調査がある。本研究では光山 (2013)、井手 (2014) の調査手法をもとに、砂浜海岸の地形変化と化学元素含有量を時間的・空間的に分析し、その関係性の把握を試みた。

2. 調査概要

(1) 海岸測量

本研究の対象海岸は、遠州灘沿いの高塚、寺沢、小松



図-1 対象海岸 (左から高塚, 寺沢, 小松原, 小島)

原、小島の各地先の海岸ある (以下、海岸名を町名で表記, 図-1)。高塚海岸から小島海岸までは、約 5km の距離である。本研究室では 1999 年から毎週海岸測量を行っており、過去のデータが蓄積されている。今回の研究では 2016 年 6 月 10 日からのデータを使用した。地形測量は各地点の基準点から汀線方向へ垂直に 5m ずつ直接水準測量を行い、砂浜断面地形のデータを得ている。

(2) 試料採取

2016 年 6 月 10 日から毎週の測量時に、図-2 に示す 4 海岸の測線上で 10m ごと (陸上に設置した基準点から高塚・寺沢 20m~, 小松原 30m~, 小島 35m~) の表層砂を採取、それを蛍光 X 線分析機にかけ、砂中の化学元素含有量の分析を行った。

3. 対象海岸の地形変化

各海岸の基準点から汀線までの距離 (以下、汀線距離) の時間変化を図-3 に示す。4 海岸での汀線距離の傾向は似ており、多くの場合で 4 海岸とも侵食、堆積が発生した日にちは同様となっていることが分かる。各海岸で消波ブロックの有無やその位置の違いなど、砂浜の条件は多少異なっているものの、連続する海岸において 5km 程

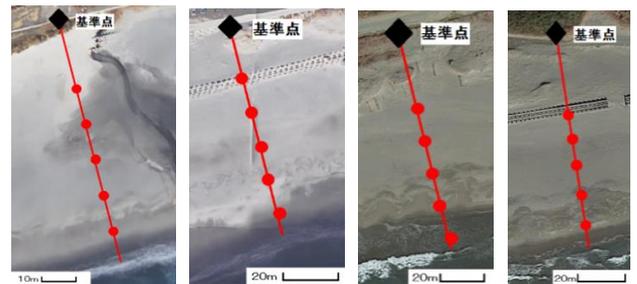


図-2 砂試料採取場所 (左から高塚, 寺沢, 小松原, 小島)

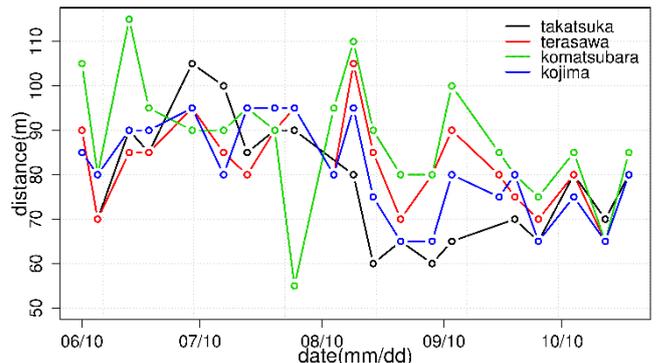


図-3 汀線距離の時間変化

度の区間では、汀線変化の傾向に大きな差は生じていないことが明らかとなった。

各海岸における6月からの侵食、堆積の様子を把握するために断面図を調べた。高塚では8月3~18日にかけて侵食傾向、10月に堆積傾向、寺沢では8月3日まで堆積傾向、以降侵食傾向、小松原では6月、10月に堆積傾向、8月に侵食傾向、小島では8月3日まで堆積傾向、以降侵食傾向であった。4海岸全てで8月に侵食傾向、10月に堆積傾向が見られ、夏に顕著な侵食が発生していることが明らかとなった。

4. 対象海岸の化学元素含有量

蛍光 X 線分析の相対的な正確さは10%程度(河合, 2012)であることから、4海岸全てで検出率90%以上となり、値のバラつき(標準偏差が平均値の10%以上)を持つ9元素(Cr, Fe, Mn, V, Ti, Sc, Ca, K, Cl)を調査対象とした。4海岸におけるそれぞれの元素の関係性を見るため、9元素の相関をとると、Cr-Ti, Fe-Ti, Fe-Ca, Mn-V, Mn-Scの組み合わせが高い相関であった。これらをそれぞれ時間経過で変化の様子を確認すると、同様な変化をしていることが確認できた。そのため、どちらかの元素が検出されれば、もう一方も同様な変化をするものと考えられる。

9元素のうち検出量の多いFeとKは4海岸とも負の相関(高塚-0.39, 寺沢-0.22, 小松原-0.52, 小島-0.40)が得られた。そこで6月からの測点ごとの時間変化を見て、その変化の様子を確かめる。高塚では30m以降、寺沢では40m以降、小松原では40m以降、小島では45m以降でこの傾向が見られた。そのため、Feと相関が高い元素もKとは負の相関を持ち、同様な傾向を示すといえる。

5. 地形変化と化学元素含有量の関係

標高と9元素含有量の相関係数を表-1に示す。4海岸全てでCr, Fe, Mn, V, Ti, Sc, Caは正の相関, K, Clは負の相関を示している。したがって、標高が低くなるにつれてCr, Fe, Mn, V, Ti, Sc, Caは含有量が減少し, K, Clは含有量が増加する。4海岸とも正負の相関は同様であるため、元素の増減の傾向は同様となる。最も相関が高い元素は、高塚、小松原はCa, 寺沢はCl, 小島はKであり、海岸ごとに相関が高くなる元素が異なるという結果を得た。そのため、これらの元素含有量の増減で標高変化傾向を推定できる可能性があると考えられる。

地形変化と元素含有量の関係を調査するために、侵食の様子が顕著に現れている高塚の8月に注目し、地形変

表-1 標高と9元素含有量の相関係数

| Elm | 相関係数 | | | |
|-----|-------|-------|-------|-------|
| | 高塚 | 寺沢 | 小松原 | 小島 |
| Cr | 0.54 | 0.44 | 0.47 | 0.40 |
| Fe | 0.67 | 0.42 | 0.59 | 0.28 |
| Mn | 0.53 | 0.34 | 0.38 | 0.22 |
| V | 0.59 | 0.40 | 0.50 | 0.26 |
| Ti | 0.58 | 0.43 | 0.56 | 0.33 |
| Sc | 0.40 | 0.26 | 0.15 | 0.24 |
| Ca | 0.69 | 0.47 | 0.67 | 0.44 |
| K | -0.35 | -0.20 | -0.44 | -0.52 |
| Cl | -0.53 | -0.51 | -0.59 | -0.45 |

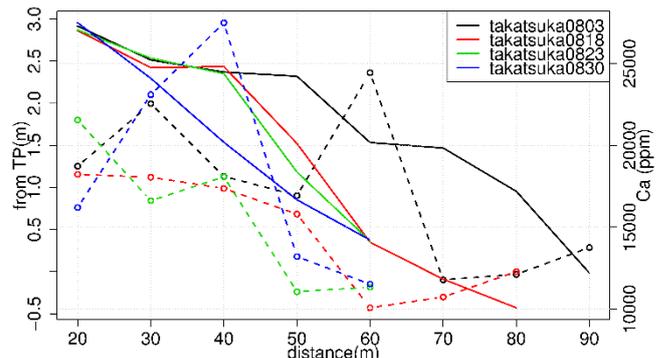


図-4 地形断面変化とCa含有量変化(高塚8月)
(実線: 標高, 破線: Ca含有量)

化と含有量の多いCaの時間変化を図-4に示す。地形変化は日が経つにつれて侵食していることが分かる。Ca含有量は相関の通り、標高が低くなるにつれて含有量も減少している。砂浜の侵食が発生すると、Caの元素含有量は減少した。

6. 結論

本研究では海岸測量による地形変化、蛍光 X 線分析による化学元素含有量の分布により、砂浜海岸の地形変化と化学元素含有量の時間的・空間的の関係性について調査した。調査対象とした9元素のうち、Cr, Fe, Mn, V, Ti, Sc, Caは標高に対しては正の相関、汀線に向かうにつれて負の相関、K, Clはそれぞれ逆の相関を示していることが明らかとなった。また、標高、基準点からの距離と元素含有量の相関が最も高い元素は海岸ごとに異なっている。また、地形変化とCa含有量変化の関係の調査より、海岸が侵食するとCa含有量は減少することが分かり、Caと相関を持つ元素も同様に変化すると考えられ、砂浜海岸の地形変化を推定できる可能性があるといえる。

参考文献

光山英典 (2013) : 海浜地形調査における蛍光 X 線分析法の適用に関する研究, 平成 25 年度豊橋技術科学大学修士論文, 37p
 井手美里 (2014) : 自然海浜における元素分布特性と地形変化との関係に関する研究, 平成 26 年度豊橋技術科学大学卒業論文, 51p
 長島郁夫, 岩崎伸昭, 宇多高明, 有村盾一 (2005) : 遠州灘海岸の天竜川河口以西の侵食実体, 海岸工学論文集, 第 52 卷, pp596-600
 河合潤 (2012) : 分析化学 実技シリーズ 機器分析編 6 蛍光 X 線分析, 共立出版