

鉱物種及び化学元素を指標とした海浜砂特性の把握に関する研究

豊橋技術科学大学 学生会員 ○村田充彦, 光山英典
豊橋技術科学大学 正会員 加藤 茂, 岡辺拓巳

1. 目的

本研究は、蛍光 X 線分析（以降、XRF）で得られた海浜砂の含有化学元素情報を、我々が実際に五感で確認できる情報と結び付けることで、海浜調査における XRF の適応性や有効性を確認・向上させることを目的とする。XRF で得られる計測結果は、対象としている土砂（海浜砂）のどのような性質が起因となっているのかが不明である。ここではある一地点の砂浜を対象として、目視確認できる色合い等の情報を基に、海浜砂の性質を詳細にしていくことを目指す。そこで海浜砂は供給される地質に応じて様々な鉱物で構成されていることに着目し、鉱物種判定・磁性による砂の分類・粒度試験など土砂の質に関する分析を行う（藤原ら, 2007）。対象とする海浜砂の性質と XRF 結果との関係性を明らかにし、砂浜の特性を目視情報と XRF により把握することを目的とする。

2. 対象海岸及び試料概要

愛知県と静岡県に跨ぐ太平洋に面した遠州灘海岸のうち、伊良湖岬から浜名湖今切口までの砂浜は表浜海岸と呼ばれる。本研究では、この表浜海岸の中の小島海岸（豊橋市細谷町地先）を調査対象地とした。測量基準点より海に向かって 15~105m（10m 間隔）地点で表層 10cm の砂を採取し、さらに炉乾燥を経て地点ごとにふるい分けを行い試料とした。ふるいの呼び寸法は、1.18mm, 1mm, 80 μ m, 710 μ m, 600 μ m, 500 μ m, 425 μ m, 355 μ m, 300 μ m, 250 μ m, 212 μ m, 150 μ m, 106 μ m とした。

3. 磁性による土砂の分析

磁性に着目し、試料を磁性を有するもの（磁性体）と磁性を有さないもの（非磁性体）とに分類し、磁性の有無の割合を粒径別に重量で求めた。磁性による分類では強磁石（ネオジム磁石）を使用した。磁性体はさらに強磁性体（磁鉄鉱）と弱磁性体（角閃石、輝石類など）に区別される。写真-1 は分類後の砂である。磁石にもつかずに非磁性体と判定された鉱物は、主として石英・長石といった無色鉱物であるため、白っぽい色が特徴だとわかる。図-1 は各粒径での磁性体の含有割合（磁性体/全重量）と磁性体重量で表している。写真-2 に示すように磁性体含有割合によって、各粒径で砂の色に違いが生じる。また、どの地点も細粒化するにつれて、磁性体含有割合

が増加傾向にあり、各粒径の中で粒径 0.150~0.106mm が最もこの割合が大きい。したがって粒径が細かいほど磁性体が多く含有し、黒っぽい色が特徴だとわかる。

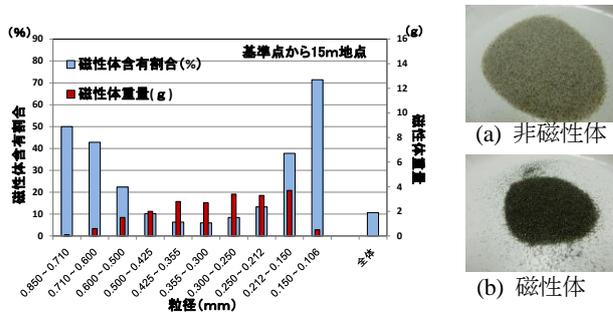


図-1 各粒径の磁性体含有割合と磁性体重量

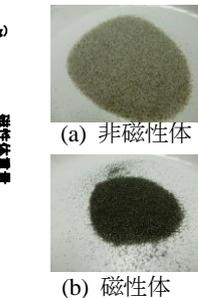


写真-1 磁石で分類された砂

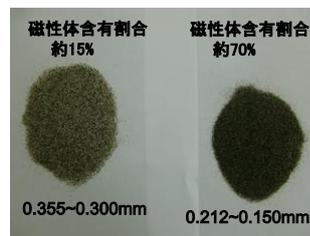


写真-2 磁性体含有割合の違いによる砂色の違い

4. 目視による土砂の分析

本研究では、試料の鉱物種及び構成鉱物の判定を目視によって行った。写真-3 は、磁性体、非磁性体別に分類した 55m 地点の粒径 0.425~0.355mm の試料である。

磁性体試料の構成鉱物は、①石英・長石、②磁鉄鉱、角閃石、③岩片、④カンラン石、⑤緑レン石、⑥ザクロ石の鉱物を目視で確認できた（写真-3（左）参照）。磁性体の多くは有色鉱物であり、非磁性体と比べ黒っぽい色をしている。磁性を示す鉱物は元素 Fe または Mn などの重金属類を含んでいるため、②~⑥の鉱物の化学組成には少なくとも重金属類の元素が含まれていると推察できる。また、①石英・長石は磁性を有さない鉱物であり、磁石による分類時に誤って混入させてしまったため、目視で確認されたと思われる。非磁性体試料の構成鉱物は、磁性体試料に含まれていたものと同じ鉱物を目視で確認できた（写真-3（右）参照）。異なる点として、各鉱物の含有割合が異なっている。非磁性体試料では石英、長石などの無色鉱物が大半を占めている。そのため、磁性体と比べ白っぽい色をしている。④カンラン石と⑤緑レン石は磁性体、非磁性体試料ともに同程度の割合で、含有

していると感じられた。同じ鉱物と判定してもこのように磁性の有無に違いがある。同鉱物での化学組成由来の違いか又は別の鉱物によるものかは、現段階で判断することは出来なかった。各地点及び各粒径試料の鉱物判定を行った結果、砂を構成する鉱物は、同一地点においては岸沖測線上の採取地点、粒径には依存せず、一律の構成鉱物種であるとわかった。

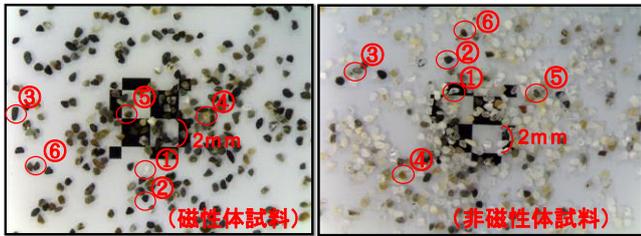


写真-3 磁性による分類結果と鉱物判定結果
(基準点から55m地点、粒径0.425~0.355mm)

5. 蛍光X線分析(XRF)を用いた土砂の分析

XRFを行う試料は前章で磁性体と非磁性体に分類した試料とする。図-2は35m地点における磁性体・非磁性体別の試料でのXRF結果を示す。横軸は元素名、縦軸は元素含有量をPPMで表している。Fe含有量の比(磁性体:非磁性体)は10:1程度である。これは非磁性体試料にも僅かにFeを含む化合物が存在しているためだと考えられる。磁性体試料でのXRF結果はどの地点においてもFeの含有量が突出している。写真-1に示した通り、磁性体試料は黒っぽい色が特徴である。したがって黒っぽいと感じられる砂には、Feの含有量が多い(磁性体鉱物が多い)と言える。図-3は粒径別にみたXRF結果である。Feの含有量のみ着目すると、細かい粒径でのFe含有量は粗い粒径に比べ含有量が多い傾向にあり、Fe含有量は粒径に依存していると考えられる。一方、非磁性体試料の分析結果はK, Ca, Clの元素の含有量が突出している。これは非磁性体に含まれている元素Kに富むカリ長石(長石の一種)の影響が大きいと考えられる。

次に磁性体におけるXRF結果の含有量と各地点での中央粒径D50の関係を代表的な元素について調べる。図-4は元素Fe, Kの含有量と各地点の中央粒径D50の相関図である。元素Feは中央粒径が小さい試料ほど、含有量が多い傾向が得られ、その他のMn, CaもFeと同様の傾向が得られた。一方、元素Kは中央粒径が大きい試料ほど、含有量が多い傾向と確認できた。また、基準点から55m地点を境に、陸側の地点の中央粒径は比較的小さい。したがって陸側の砂の特徴は、細粒分が多く、Fe, Mnを含む鉱物が多く含有している。一方、基準点から65m以上

の地点では中央粒径は比較的大きい。したがって砂の特徴としては粗粒分が多く、Kを含む鉱物が多く含有していると考えられる。

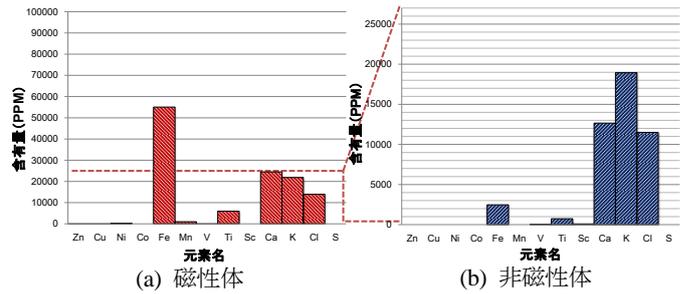


図-2 磁性体・非磁性体別の試料でのXRF結果(35m地点)

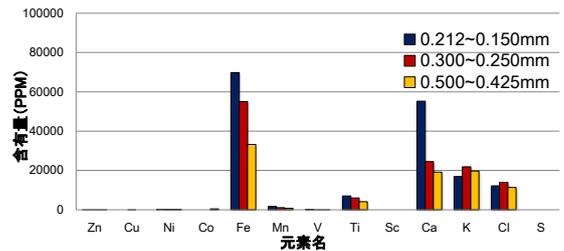


図-3 粒径別でのXRF結果(35m地点)

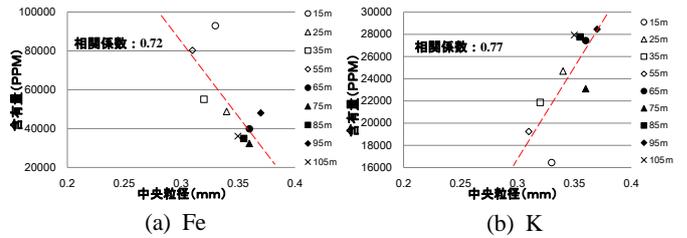


図-4 元素の含有量と各地点の中央粒径D50の相関図

5. 結論

本研究で対象とした小島海岸における海浜砂の特性を表-1に示す。

表-1 小島海岸における海浜砂特性

視覚で得られる情報	色で感じる情報	色で感じる情報
	白っぽく感じる砂	黒っぽく感じる砂
目視による分析	無色鉱物の割合が高い	有色鉱物の割合が高い
	石英・長石(無色鉱物)が大部分	磁鉄鉱・角閃石、カンラン石、緑閃石、ザクロ石の有色鉱物の割合が高い
粒度試験	構成される鉱物種は変わらない、含有する割合が違う	構成される鉱物種は変わらない、含有する割合が違う
	中央粒径が比較的大きい: 汀線際に近い地点	中央粒径が比較的小さい: 陸側に近い地点
詳細分析情報	磁性による分析	磁性による分析
	磁性体含有割合が低い 粒径が比較的大きい	磁性体含有割合が高い 粒径が比較的小さい
	XRF	XRF
	Fe含有量は磁性体に比べ1/10程度: K, Ca, Clの値が突出	Fe含有量は非磁性体に比べ10倍程度: Feの値が突出 中央粒径が小さいほどFe, Mn, Ca含有量は高め
	中央粒径が大きいほどK含有量は高め	

参考文献

藤原弘和・佐藤慎司・白井正明・田島芳満(2007): 表層堆積物の分析に基づく天竜川・遠州灘流砂系の土砂動態の解明, 海岸工学論文集, 第54巻, pp.591-595