

蛍光 X 線分析による海浜砂分析方法の検討とそれによる含有元素の岸沖方向分布特性の把握

豊橋技術科学大学 学生会員 小川 和真
 豊橋技術科学大学 正会員 加藤 茂

1. 緒言

わが国は四方を海に囲まれ、経済や生活が海に大きく依存している海洋国である。より効果的な海浜環境の管理を行うには、土砂が沿岸の地形をどのように形成していくのかを解明する必要がある。遠州灘海岸の土砂の特徴を明らかにするために蛍光 X 線分析による、沿岸土砂移動を把握する試みが行われた。しかし、分析対象として海浜砂を扱うため計測誤差が問題となっており、分析方法も確立されているとは言いがたい。

本研究では、海浜砂分析方法の検討を行い、試料の処理・計測方法を確立し、加えて、含有元素の含有量を比較することにより、含有元素の岸沖方向分布特性の把握を目的とした。

2. 調査エリア

本研究は、遠州灘海岸の小島を調査対象地区とし、沿岸の海浜砂を採取した。

3. 分析方法

砂試料を専用プラスチック製リングに入れ、サンプルカップを作成した。分析は、携帯型蛍光 X 線分析器を用いて行った。

4. 結果及び考察

(1) 1 サンプルカップ内の均一性の検討

既往の研究では、採取試料内の均一性、計測数値の再現性などが課題であった。そのため、国立環境研究所の標準試料 NISE CRM No.121 を用いてサンプルカップ内の均一性の確認を行った。図-1 に回転・固定の計測結果の比較 (Fe) を示す。図-1 より回転と固定の計測数値に違いはなく、1 サンプルカップ内は均一であると考えられる。

(2) 採取試料内での均一性の確認

サンプルカップで扱う試料は少量である。その少量の試料を採取試料の代表値として良いか検討を行った。図-2 にサンプルカップ別の計測数値の比較を示す。図-2 よりサンプルカップ別の計測数値に大差

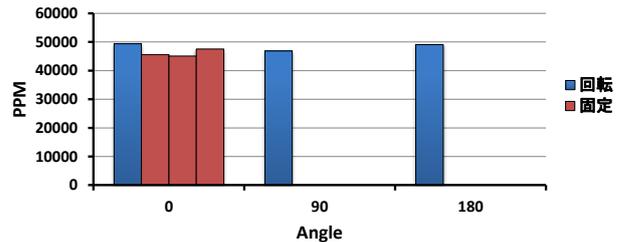


図-1 回転・固定の計測結果の比較(Fe)

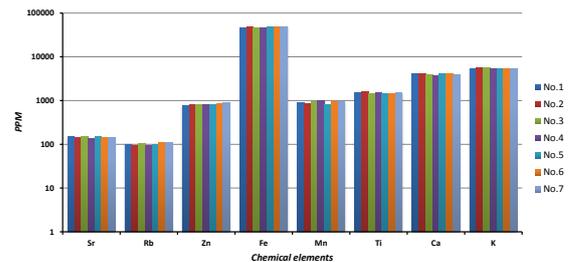


図-2 サンプルカップ別の計測数値の比較

表-1 データ汚染の影響

(a)三河産砂5号							
元素名	Cr	Fe	Mn	Ti	Ca	K	
粉碎平均(ppm)	784.60	3831.05	436.05	406.86	415.18	4562.86	
未粉碎平均(ppm)	39.56	2195.09	314.83	469.64	587.10	4863.62	
差(ppm)	745.04	1635.96	121.22	62.78	171.92	300.75	
(b)海浜砂							
元素名	Cr	Fe	Mn	Ti	Ca	K	
粉碎平均(ppm)	662.54	13023.85	270.67	2243.23	14510.14	28110.92	
未粉碎平均(ppm)	145.23	19228.92	507.24	4512.86	20992.17	20247.02	
差(ppm)	517.30	6205.07	236.56	2269.63	6482.03	7863.90	
(c)豊浦標準砂							
元素名	Cr	Fe	Mn	Ti	Ca	K	
粉碎平均(ppm)	116.88	3223.35	0.00	305.22	627.71	7204.35	
未粉碎平均(ppm)	0.00	2478.51	132.19	411.63	641.95	5113.96	
差(ppm)	116.88	744.84	132.19	106.41	14.24	2090.39	

はなく採取試料は均一であると考えられる。

(3) 蛍光 X 線分析に及ぼす粒径の影響

ここまで標準試料を用いて計測方法の検討を行ったが、標準試料はいずれも 100 μ m 以下まで粉碎したのから採取し作成されている。蛍光 X 線分析は主に個体、液体、粉体を分析するものであるが、分析する試料の性状が異なると、試料の性状ごとにこれらの誤差を除く試料の採取、調製および保管方法を確立する必要がある。粉体試料の主な計測誤差要因には粒度効果というものがあるため、蛍光 X 線分析に及ぼす粒径の影響を検討した。

a. 粉碎によるデータ汚染の検討

表-1 に粉碎によるデータ汚染の影響を示す。同一元素において、粉碎後と未粉碎で数値の大きな増減が見られた。従って、現段階では採取試料を粉碎し計測することは、粉碎によるデータ汚染の影響が明確ではないため難しいと判断した。

b. 未粉碎において分析可能な粒径範囲の検討

本来、試料計測時には粒径を 100 μ m 以下にした上で計測することが望ましい。しかし、データ汚染の影響が明確ではないため、未粉砕において計測可能な粒径範囲の検討を行った。図-3 に粒径別の計測結果の比較を示す。いずれも固定のケースと回転のケースの計測数値に大差はなく、図 3 のみでは計測可能な粒度の閾値を判定できない。上記を踏まえ、ふるい分析の結果を参照し比較検討を行った。表-2 にふるい分析結果を示す。表-2 より計測数値が粒径 1mm 以下、0.71mm 以下、0.3mm 以下の平均付近を示し、試料に対する質量割合が大きい粒径 0.5mm 以下が未粉砕の場合において、計測に望ましい粒径範囲であると考えられる。

(4) 化学元素から見た海浜の岸沖方向分布特性

本研究では小島を対象とし、海浜の特徴を分析し、計測結果から海浜調査に適した試料の採取位置・箇所数の検討を行った。小島の岸沖方向の平均断面を図-4 に示す。図-4 より、0~31.5m の範囲は 31.5m 地点に設置されている消波ブロックにより TP にほとんど変動はないが、31.5m~の範囲では 3 ヶ月で大きな変動があったと判断できる。図-5 に化学元素の岸沖方向分布(Fe)を示す。図-4 と図-5 より、TP が安定している地点では土砂の移動はあまり行われなため、岸沖方向に対して元素含有量が特徴的な数値を示したと考えられる。今回の計測結果が採取位置の 1 つの指標にはなると考えられるものの、今回の計測結果から及び海浜調査に適した採取位置及び箇所数の明確な推定をすることは難しく今後も検討が必要である。

5. 結論

本研究では、蛍光 X 線分析における海浜調査に適した分析方法の検討と化学元素の岸沖分布による海浜の岸沖方向分布特性の把握を試みた。本研究で得られた知見を以下に示す

- (1) 100 μ m 以下の粒径で構成された試料に対する計測方法が確立された。
- (2) 化学元素の岸沖分布から海浜の岸沖方向分布特性は明らかにはならなかったが、Fe が海浜調査

表-2 ふるい分析結果

粒径(mm)	残留質量 (g)	加積残留質量 (g)	残留百分率(%)	通過百分率(%)	質量割合(%)
1.180	0.4	0.4	0.2	99.8	0.2
1.000	0.0	0.4	0.2	99.8	
0.850	0.1	0.5	0.2	99.8	0.6
0.710	0.7	1.2	0.6	99.4	
0.600	2.3	3.5	1.7	98.3	5.7
0.500	9.2	12.7	6.3	93.7	
0.425	22.0	34.7	17.3	82.7	54.4
0.355	43.3	78.0	38.9	61.1	
0.300	43.7	121.7	60.8	39.2	31.7
0.250	39.6	161.3	80.5	19.5	
0.212	23.8	185.1	92.4	7.6	7.5
0.150	14.2	199.3	99.5	0.5	
0.106	0.8	200.1	99.9	0.1	0.0
0	0.2	200.3	100.0	0.0	

Fe

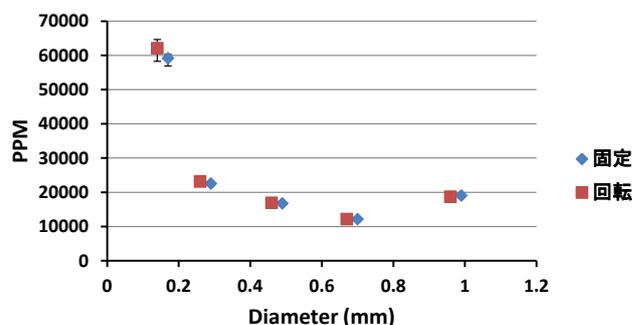


図-3 粒径別の計測結果の比較

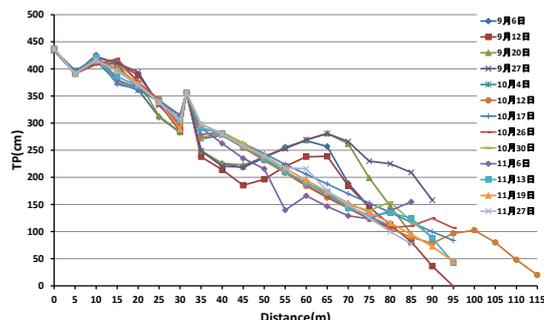


図-4 岸沖方向平均断面

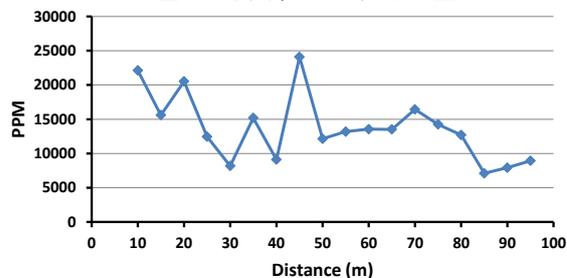


図-5 化学元素の岸沖方向分布 (Fe)

において 1 つの指標となりえる可能性があることが分かった。

- (3)海浜調査に適した採取地点の推定のために化学元素の岸沖方向分布だけではなく時間による地点ごとの化学元素含有量の変動が必要である。

参考文献

1. 加藤茂, 光山英典: 沿岸域での土砂堆積・侵食域調査における蛍光 X 線分析の適用に関する検討土木学会論文集 B2 (海岸工学), Vol.68, pp. 651-655, 2012.