

海砂のスペクトル特性に基づく 砂浜海岸の汚染度調査

長崎大学工学部 後藤恵之輔

長崎大学大学院 全 炳 徳

防 衛 大 学 校 山 口 晴 幸

長崎大学工学部○高山健一

1. まえがき

近年、全国の海岸の環境汚染は進む一方である。その一例として、汚れに対して非常に敏感である¹⁾ 鳴き砂が消滅²⁾、³⁾ しようとしている。現在、鳴き砂の研究は様々な方面でなされており、鳴き砂の分布については全国に20箇所ほど⁴⁾、⁵⁾ あることが知られている。しかし、これらはすべて現地踏査によるものであり、対象が広域にわたると時間的や経済的に問題が生じる。そこで、本研究ではこの問題点を解決するために、広域性・同時性・反復性に優れたリモートセンシング技術を活用することを試みることにした。

一般的に、砂の反射率は波長によって変化し、またそれぞれに特徴を見ることができる。本研究では、鳴き砂がどのようなスペクトル特性を持っているかを調べ基準に置き、砂浜海岸クリーン度指数として S C I (Sandy-Beach Cleanliness Index) を定義⁶⁾ することにより、鳴き砂やそれに近いきれいな砂の分布を調べ、自然環境問題として検討していく。

2. 研究方法

簡易分光光度計により各砂の反射率を測定する。光源には一般的によく用いられている標準光源 A (ウシオ電気(株)製、分光放射照度電球⁷⁾) を使用した。実験から求められる各砂のスペクトル特性により、実際に使われている人工衛星のセンサーに合せて S C I を算出する。以上を踏まえて、人工衛星データの画像解析を行う。

3. 実験に用いた砂のサンプル

本研究で砂のサンプルとして扱ったのは、きれいな砂として鳴き砂である琴ヶ浜(島根県)と泣き浜(石川県)の砂を2種類のほか、北海道の砂を1種類、沖縄県の砂を3種類、福岡県の砂を4種類、長

崎県の砂を14種類、以上24種類を採集したものである。

4. 実験の結果と S C I

4.1 スペクトル曲線

実験で得たデータを解析した結果、各砂の反射率が求められ、その反射特性をスペクトル曲線としての一例(鳴き砂)を図-1に示した。

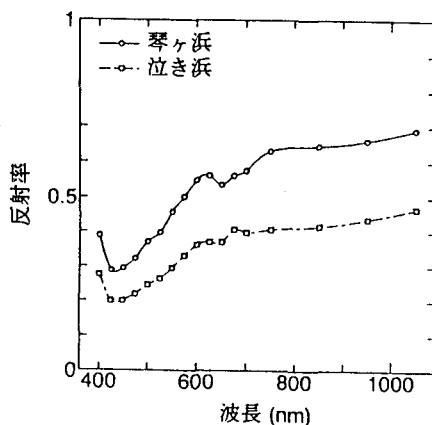


図-1 鳴き砂のスペクトル曲線

4.2 S C I の決定

得られたスペクトル曲線より、各砂のスペクトル特性が分かる。可視域(波長域400nm-700nm)では著しい変化が見られ反射率が上昇しており、近赤外域(波長域700nm-1000nm)ではあまり変化が見られない。砂によって、可視域内での変化の特徴がある。本研究ではこの事に着目し、人工衛星の各センサーの近赤外域のバンドの反射率を可視域の青または緑バンドの反射率で割った。この値を表-1のように S C I (Sandy-Beach Cleanliness Index) とし、砂浜海岸のクリーン度指数と定義することとした。

表-1 S C I の定義式

$$S C I = \frac{\text{近赤外域の反射率 (A)}}{\text{青色または緑色域の反射率 (B)}}$$

	T M	M S S	H R V - X S	M E S S R
A	band-4	band-6	band-3	band-3
B	band-1	band-4	band-1	band-1

表-2 各センサーに対する S C I

	T M	M S S	H R V - X S	M E S S R
三 字 田 浜	2.19	1.52	1.76	1.66
泣 き 浜	2.17	1.49	1.74	1.66
琴 ヶ 浜	2.28	1.43	1.71	1.53
太 田 浜	2.25	1.37	1.70	1.45
志 賀 島 No. 2	1.99	1.43	1.66	1.56
志 賀 島 No. 1	2.03	1.41	1.62	1.54
茂 木 浜	1.90	1.44	1.61	1.60
海 の 中 道	2.08	1.40	1.59	1.50
井 口 浜	1.99	1.40	1.59	1.50
津 屋 崎	2.06	1.39	1.56	1.47
向 浜	1.81	1.35	1.50	1.43
久 和 浜	1.81	1.29	1.47	1.37
沖 縄 No. 1	2.25	1.53	1.44	1.53
沖 縄 No. 3	1.86	1.51	1.40	1.52
沖 縄 No. 2	1.69	1.43	1.31	1.55
野 田 浜	1.62	1.16	1.31	1.21
大 浜	1.37	1.16	1.22	1.20
弁 天 白 浜	1.39	1.17	1.22	1.15
千 々 石 浜	1.39	1.14	1.20	1.17
西 浜	1.44	1.16	1.18	1.12
平 江 名 浜	1.33	1.16	1.18	1.19
神 代 長 浜	1.32	1.11	1.15	1.14
雪 浦	1.36	1.15	1.14	1.10
野 母 崎	1.28	1.38	1.09	1.27

5. 画像解析

人工衛星データについて、使用する各バンドの大気補正を行い S C I の計算を行う。本研究では、砂浜海岸を抽出するため、出来るだけ分解能のよい人工衛星のセンサーと、S C I を計算するためにマルチバンドが必要であるので、SPOTのHRV-XSセンサーにて画像解析を行った。以上のようにして解析を行ったところ、浅瀬と砂浜の S C I 値が同じ様な値を示し判別が困難なため、海域の削除を行った。

6. 考察

本実験によって得られた結果より明らかなように、各砂のスペクトル特性は様々である。すべての砂に関して、赤外線域での反射率はほとんど変化していない。一方、可視域では、各砂によって反射率の変化の度合いが異なる。2種類の鳴き砂のスペクトル曲線の形は共に似ており、この形が鳴き砂特有の

ベクトル特性であると言える。鳴き砂のスペクトル特性に近いものとして、福岡県の奈多・志賀島・津屋崎、長崎県対馬の三字田浜・茂木浜・太田浜の砂が挙げられる。これらの砂は、見た眼に比較的にきれいである。しかし、すり足をしていても音は聞かれなかったため、鳴き砂とは言えないが、鳴き砂に近いきれいな砂と言える。ただし、三字田浜に関しては貝殻の細片が多く含まれていたため、あまり参考に出来ない。

次に算出された S C I について、検討してみる。各砂のスペクトル特性には、可視域と近赤外域との差に特徴が見られ、この差の大きさに汚れとの何らかの関係があると思われる。採集した砂の各センサーに対する S C I は表-2 に示すとおりである。鳴き砂である琴ヶ浜や泣き浜が大きい値を示しており、次に福岡県の砂や対馬の砂が続き、やや間をおいてその他の砂浜が小さい値として出ている。このことから、S C I 値は妥当な値が出てきており、汚れの指標として有効なものであると言える。

画像解析については、大気補正・海域削除を行うことにより、うまく砂浜の抽出が出来た。したがって、人工衛星による画像解析によって海岸砂浜の調査を行う際、S C I を活用することにより、今まで困難であった広大な地域の調査が、迅速にかつ省力下で安価に得られることが期待できるとともに、定期的にも調査が可能になると言える。

参考文献

- 1) 柴田徹：土のはなし、土質工学会編、pp. 40～42.
- 2) 川村國夫、船越春世、大野正人、筒井弘之、西本俊晴：第28回土質工学研究発表会、p. 179、1993. 6.
- 3) 朝日新聞：鳴き砂消滅？現存？…議論呼ぶ、1993. 5. 29付朝刊.
- 4) 朝日新聞：鳴き砂全国20浜に、1993. 6. 25付朝刊.
- 5) 山口晴幸、松澤吉広：第28回土質工学研究発表会、p. 90、1993. 6.
- 6) 山下信雄：鳴り砂分布、1986.
- 7) 三輪茂雄：鳴き砂幻想、ダイヤモンド社、1982.
- 8) 後藤恵之輔：日本リモートセンシング学会第15回学術講演会論文集、p. 73-76、1993. 12.
- 9) 安東滋、関根征士：光工学、アイビーシー、1991.