

IV-37 リモートセンシングによる沿岸域の解析

福島工業高等専門学校 学生員 ○佐瀬 信哉

熊本大学大学院 学生員 田村 綾子

熊本大学 小池 克明

1. はじめに

九州の中央に位置し、面積1,700 km²を有する有明海は、日本の代表的な閉鎖性海域である。水深20 m以浅が大部分を占めるという広大な浅海で、5 m以上の干満の差は日本最大級であり、干潮時には海岸線から5~7 kmの沖合まで干潟が現れる。有明海の干潟は世界で最も広く、種々の海洋生物の棲家となっているが、近年、赤潮の大量発生や漁業資源の減少などから、環境が著しく悪化している事がわかる。

このような閉鎖性海域の環境変化について、そのメカニズムを明らかにするとともに、環境変化に及ぼす影響因子を見出すことは、地球環境の保全にとって重要な役割を持っている。

そのためには、同時性、広域性、周期性、マルチスペクトル性を兼ね備えたリモートセンシングが非常に有効であり、Tamura¹⁾が検討したリモートセンシングによる水温分布解析においても、その有効性が確認されている。

本研究では、干潟の分布域と構成地質の時間的変化を明らかにすることを目的に干潟試料の分光反射率測定と衛星画像解析を行った。

り、気温・相対湿度は、衛星データ取得時刻での値である。表中の視程とは、地表から物を識別できる水平方向の最大距離である。表中の潮位は、国土地理院の験潮データのうち対象域に最も近い阿久根験潮場（緯度32°1'0"、経度130°11'0"）で得られた値である。

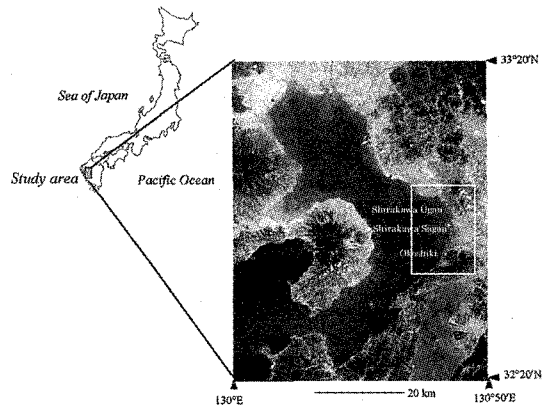


図-1 対象領域と干潟試料の採取地点

2. 使用データ

2.1 現地測定データ

干潟試料は、熊本平野を流れる一級河川である白川の河口の右岸、左岸、および緑川河口南西側の御興来の3地点(図-1)で採取したものである。季節変動を検討するために複数の採取日を設けるとともに、海流と河川流量などの変化によって、試料の粒径が時間的・空間的に異なることを考慮し、海岸線から200, 400, 600 mの3地点で採取した。また、採取深度は約30 cmとした。このように採取した試料に対して、フィールドスペクトルメータにより、可視域から短波長赤外域の範囲(0.485~2.5μm)において設けた14の観測波長帯で試料の反射率を測定した。

2.2 衛星画像データ

衛星画像データである地球観測衛星 LANDSAT 5 号 TM センサの14シーン(パス:113, ロウ:37)は、雲量0%で検索されたものである。表-1に、これらの取得日、気象状態をまとめる。表中の天気、気温、視程、相対湿度は、熊本市中央に位置する熊本地方気象台(北緯32°48.8', 東経130°42.2', 標高38m)で得られた地上気象データであ

表-1 衛星画像データ

Acquisition date	Weather	Temperature (°C)	Visibility (km)	Relative humidity (%)	Tide level (mm)
Feb. 8, 1987		4.8	—	86	-135
Jun. 6, 1995		21.2	8	71	-299
Apr. 5, 1996		9.3	20	51	823
Apr. 24, 1997		14.6	40	40	842
Oct. 17, 1997		17.3	8	72	1324
Nov. 2, 1997		9.6	14	68	916
Feb. 9, 1999		3.7	10	72	-344
Apr. 14, 1999	Fine	12.7	25	45	289
Apr. 30, 1999		16.3	30	26	485
May. 5, 1999		17.2	15	80	616
Jul. 21, 2000		29.1	15	68	774
Aug. 6, 2000		30.7	25	54	58
Sep. 7, 2000		26.3	8	64	-440
Nov. 10, 2000		17.1	10	66	373

3. 分光反射率の特徴

一般的に反射率は、標準物質である拡散板と試料との電磁波の反射強度比によって定義される。本研究では干潟表面と同様の自然湿潤状態と、120°Cで24時間加熱し、完全に水分を乾燥させた乾燥状態の2つの状態に対して、試料の反射率を測定した。測定方法の詳細は小池ら²⁾に示す。

海岸線からの距離が同じである3地点において、特徴的なサンプルを用い、2つの状態の分光反射率を比較した。一例として左岸での結果を図-2に示す。図-2の波長

1.9 μm において乾燥状態の分光反射率はこの吸収を示さない一方で、湿潤状態の全てのサンプルで吸収帯が存在している。これより、この吸収は鉱物の化学組成によるものではなく、試料表面の水分に起因することが明らかである。乾燥状態では、近赤外域の1.145と短波長赤外域の2.25 μm に反射率の吸収が現れている。鉄イオン (Fe^{2+} と Fe^{3+}) は、0.4~0.6 μm および 0.8~1 μm の範囲で広い吸収を生じる。また、水酸基(OH)とマグネシウム(Mg)やアルミニウム(Al)などの金属との結合は、その振動によって2~2.5 μm の範囲で吸収帯が生じる。よって、乾燥サンプルの特徴は、酸化鉄と水酸基の存在に関連付けられる。また、これらの測定の検証を目的として実施した表2に示す X 線回析からも鉄イオンと水酸基が干潟に存在するという結果が得られた。

4. 干潟構成成分の分布推定

衛星画像データは、0 から 255 までのデジタル値(DN)で構成され、地球表面から反射・放射された電磁波の輝度エネルギーに比例する。沿岸域の衛星画像解析の実施にあたっては、対象域の潮位が低く、気象条件が良好であることが必須である。この条件をもとに、1995 年 6 月 6 日の画像データを解析に用いた。鉄イオンと水酸基のそれぞれが画像データの Band 4, Band 7 に対応することから、この画像データを対象に解析を行い、干潟構成成分の分布推定を行った(図-3)。画像上で色の濃い部分は鉄イオンや水酸基に起因する鉱物が、多く存在することを示している。Band 4 の分布推定画像では、沖の方に濃い色の部分が現れ、沖に行くほど鉄イオンを含む鉱物が多いことを示している。次に Band 7 の分布推定画像では、海岸線近くから濃い色の部分が現れ、Band 4 の分布推定画像よりその部分が広い。これは、水酸基を含む鉱物が広い範囲に分布していることを示している。

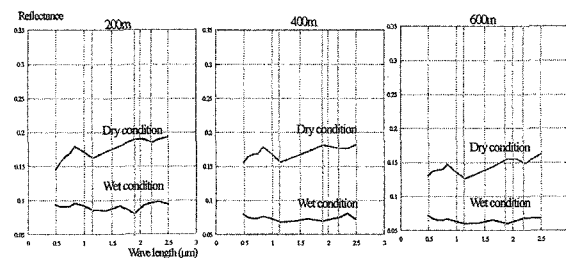
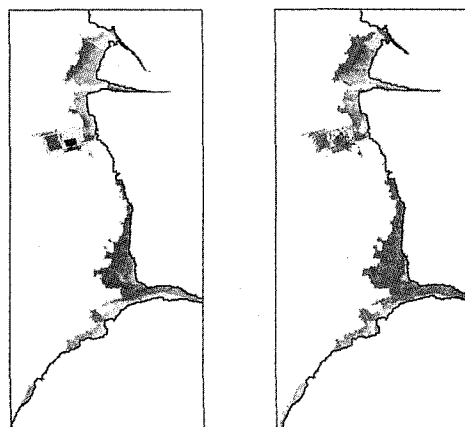


図-2 湿潤と乾燥状態の分光反射率

表-2 X 線回析による鉱物の化学式の例

Sagan	Ugan	Okoshiki
$\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$		$\text{Pb}_7(\text{NO}_3)_{14}(\text{OH})_{10}$
$\text{Ba}_{10}\text{Fe}_2\text{S}_{29.33}$	$\text{KMg}_2(\text{Si}_3\text{AlO}_{10})(\text{OH})_2$	$\text{Co}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$
$\text{Na}_2\{\text{Fe}(\text{SO}_4)_4\} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	$(\text{Fe,Mg})(\text{Cr,Fe})_2\text{O}_4$	$\text{NaKBa}(\text{Al}_4\text{Fe}_3\text{Si}_{11})\text{O}_{24} \cdot 11\text{H}_2\text{O}$
$\text{Na}_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2$	$(\text{CaFe}_2)_6\text{H}$	$\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$
$\text{KMg}_2(\text{Si}_3\text{AlO}_{10})(\text{OH})_2$		$\text{Yb}(\text{OH})_2\text{NO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$



1995年6月6日 Band4

1995年6月6日 Band7

図-3 干潟構成成分の分布推定画像

5. おわりに

本研究で得られた主な成果は以下のようである。

- 1) 乾燥状態の干潟サンプルの分光反射率測定から近赤外域の1.145と短波長赤外域の2.25 μm に吸収が現れた。このことから乾燥サンプルの特徴が、酸化鉄と水酸基の存在に関連付けられることが明らかとなった。
- 2) 試料の X 線回析分析を行った結果から、鉱物の化学式を得るとともに、鉄イオンと水酸基が干潟に存在することを明らかにすることができた。
- 3) 鉄イオンと水酸基のそれぞれが衛星画像データの Band 4, Band 7 に対応することを利用し、干潟の構成成分の分布推定画像を作成した。このことから鉄イオン、水酸基を含む鉱物の分布を示すことができた。

今後、より詳細な検討を試みる。

謝辞

本研究のために干潟試料を提供頂いた熊本大学の山田文彦助教授、および分光反射率測定に協力頂いた熊本大学の吉永徹技術員と同大学大学院の中津留隆史氏に深く感謝いたします。本研究で使用了 LANDSAT TM データは、宇宙航空研究開発機構より提供頂きました。

参考文献

- 1) Tamura, A., Nakatsuru, T., Liu, C., and Koike, K., Remotely Sensed Space-Time Changes of Sea Environments Using Reflectance Spectra of Surface Materials, Proceedings of 3rd International Workshop on Earth Science and Technology, Fukuoka, Japan, pp. 425-432, 2005.
- 2) 小池克明・吉永 徹・水上陽誠・西山 賢一: 分光反射率・放射率を用いた岩石物性の風化指標, 日本リモートセンシング学会, 24(3), pp. 267-281, 2004.