

衛星リモートセンシング技術を用いた赤土砂堆積域把握手法の開発

沖縄総合事務局 仲里純勇, 中村勝正

日本工営(株) ○馬淵 泰, ラル・サマラコーン, 藤原鉄朗, 石橋晃陸

1. 概要

近年、沖縄では亜熱帯地方特有の土壌が雨水などにより侵食され、赤土砂濁水として河川に流出し、リーフに流れ込み、サンゴの死滅や漁業などに大きな影響をもたらしている。この赤土砂流出対策は、流域を1つの単位として捉え、発生源対策、河川域対策、海域での対策を総合的に実施することが重要である。河川域での対策には、濁水の自動観測をとおして、上澄み排水装置をともなった全量貯溜型の砂防ダムが効果的との結論が得られている。しかし、海域での赤土砂堆積域の把握手法については、発生源、河川域などでの複合的な対策効果の判定に必要であるにもかかわらず、人力によるサンプリングの他には適当な調査方法が見当たらなかった。そこで、今回衛星リモートセンシングによる赤土砂堆積域の把握手法を確立した。さらに、この手法により台風前後の赤土砂堆積域の変化を捉え、現地調査、ヒヤリングなどをとおして、海域での赤土砂流失について新しい知見が得られたので報告する。

2. 解析使用データ

表-1に使用した画像データを示す。

なお、1983年以前はランドサットTMセンサが開発されていないので、ランドサットMSSデータを使用した。

表-1 解析使用データ

センサー	観測年月日	雲量 (%)
MSS	1981/9/19	10
TM	1985/5/9	30
TM	1989/3/1	10
TM	1991/8/30	30
TM	1992/5/28	10

3. リモートセンシングデータ解析手順

解析手順を図-2に示し、処理の概要を以下に示す。

(1) 画像データの前処理

解析対象とする衛星画像には、解析対象である海域のほかに陸域や雲等が存在しているため、それらを分離しておく必要がある。そこで、雲域と陸域の代表的な分布域を画像上で抽出し、その反射特性

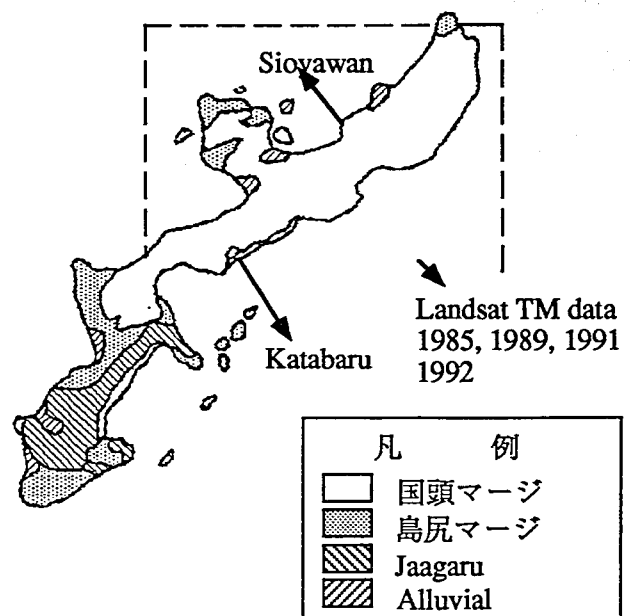


図-1 沖縄県の土壌分布図と解析対象地域

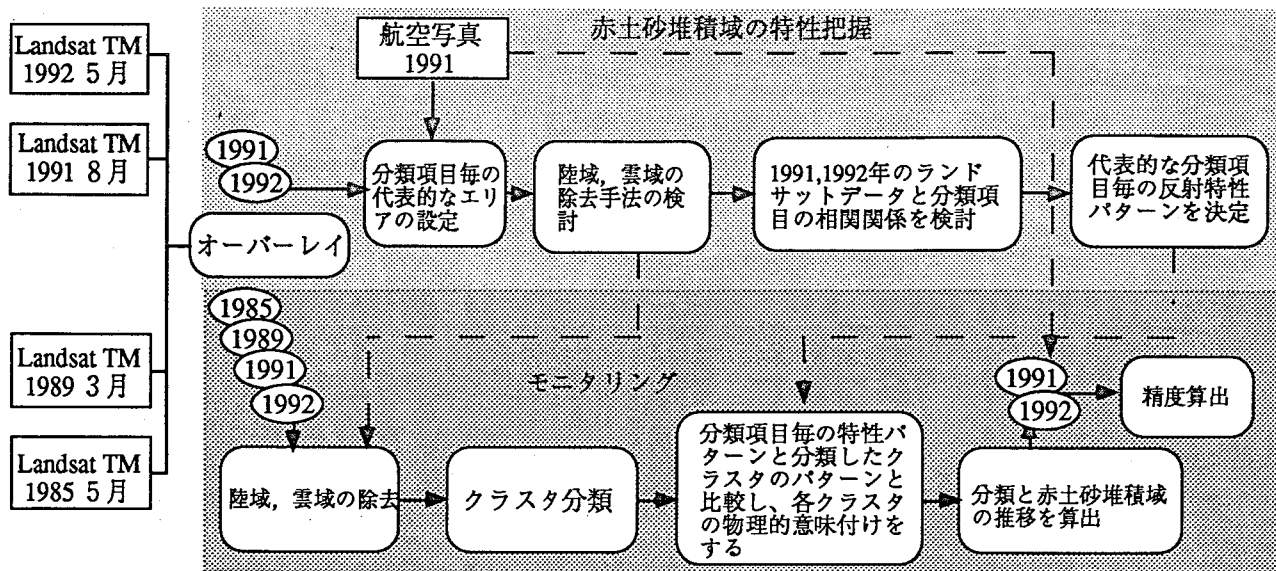


図-2 解析手順

(輝度値)を計測した。その計測結果から、

雲域： $B6/B1 > 1.2$ かつ $B6/B5 < 1$ を満足する地域

陸域： $(B4-B3)/(B4+B3) < 0.4$ を満足する地域

の基準で演算を行ない、陸域と雲域の除去を行なった。この手法は、ランドサット画像のみを用いるため簡易に抽出できる反面、季節によっては稲作圃場などの影響を受けやすいという欠点もある。

(2) 分類項目の選定

本解析地での海表面の状態等を、航空写真と衛星画像を使用して目視判読を行なった。この結果、赤土砂堆積地域、リーフ、海域変色地域、海域の4項目を分類項目とした。

(3) 赤土砂堆積ランドトゥールースデータの作成

斜航空写真の目視判読による赤土砂堆積域図を赤土砂堆積ランドトゥールースとした。

(4) 検討手法の選定

解析手法の選定は、沖縄本島北部の赤土砂堆積域を継続的にモニタリングする手法として地域間の差異や解析時期に左右されない手法を開発するため、次の手順によった。

- i) バンド間に比演算を施す。
- ii) 分類項目毎に今後の分類の基準となるエリアを抽出し、その統計量を計測する。
- iii) 比演算データを基にクラスタ分類をおこなう。
- iv) ii)で計測した分類項目毎の統計量を基にクラスタ分類結果に対して物理的意味付けをおこなう。
- v) 分類精度を算出し、検討手法の評価をおこなう。

4. 開発手法

4.1 比演算画像の特性

比演算を施す際、使用するバンドは近赤外の波長であるBand4~Band7の輝度値が海域で他の分類項目と差異を生じない性質を有すことから、Band1,2,3を使用した。

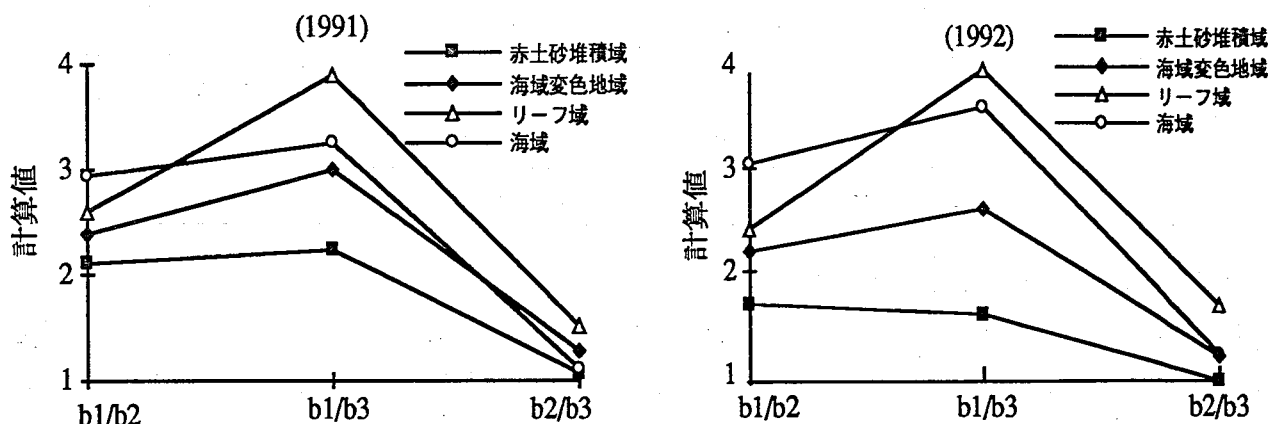


図-3 1991年、1992年分類項目別反射輝度値特性パターン

図-3に1991年、1992年の各比演算の分類項目別分布パターンを示す。この図は下記の特徴を有している。

- a. 1991年、1992年の両時期とも、Band2/Band3は赤土砂堆積域の計算値と、他の項目の計算値と余り差がない。
- b. 各分類項目の比演算計算値は、1991年と1992年の計算結果が異なっている。
- c. 比演算の計算結果の分布パターンは、各項目毎に違った形状を呈している。
- d. 各項目毎の比演算分布パターンは、1991年、1992年ほぼ同じ形状をしている。

4.2 画像分類

クラスタ分類は、画像中にランダムに選んだ画素を、個体間の似ている度合に基づいて、いくつかのクラスタに自動的に分類し、各クラスタをもとに全体の画像を分類していく手法である。この分類手法は、グランドトゥールースと対比がなされていないために、分類されたクラスタが何であるかを特定することは難しい。ここでは、分類されたカテゴリの判別にパターン分類の技法を取り入れ、各カテゴリの分類項目の決定を行なった。

4.3 開発手法の考察

評価用グランドトゥールースを使用して分類精度の算出を行なった。表-2に慶武原川河口地先の分類結果を示す。表-2に示されるように、赤土砂堆積域の分類精度は航空写真と比較して85%以上、誤差率も25%以下という良好な結果が得られた。

通常、よく用いられている分類手法は最尤法に代表される教師つき分類手法である。その手法は、分類項目を細かく設定できる長所を持つが、複数の時期の解析を行う際、各年毎にトレーニングエリアを取得する必要がある。本手法の特色は人為的な側面が加味されないクラスタ分類を用い、各カテゴリの物理的意味付けにパターン分類を使用した。このことにより、解析者の意図を含まず各年一定した分類結果が得られ、分類精度も良好であることがわかった。よって、経年的な赤土砂堆積域を抽出する手法として本手法が適していると判断することができる。

表-2 クラスタ分類結果（慶武原川河口地先）

		分類結果（単位：km ² ）			
		赤土砂堆積域	赤土砂堆積域以外	合計	誤分類率
グランドトゥルーズ （単位：km ² ）	赤土砂堆積域	0.9261	0.1224	1.0485	11.67%
	赤土砂堆積域以外	0.1314	1.3176	1.4490	9.07%
	合計	1.0575	1.4400		
	適正分類率	87.57%	91.50%		

5. 台風前後における赤土砂流出モニタリング

リーフ域では台風などの波浪により堆積した赤土砂がまきあげられ外洋に流出し、リーフ内が浄化される現象があることが知られている。そこで、台風前後の赤土砂堆積域の変化をこの手法を用いて衛星リモートセンシングデータから把握し、併せて現地調査、ヒヤリングなどをおして、リーフにおける赤土砂濁水の流出機構について検討した。

まず、沖縄本島北部において、航空写真を用いてリーフの特性や形態を考慮し、リーフタイプ別に4つのリーフ域を選定した。次に、本手法を用いて赤土砂面積の変化を算出し、現地調査と合わせ、赤土砂濁水の流出形態の検討を行った。得られた結果は以下のとおりである。

- ・台風時の波浪によるリーフの浄化能力はリーフの形態に大きく依存しており、一様ではないことが明らかになった。
- ・潮通しがよいリーフでは堆積した赤土砂は台風時の波浪によって再懸濁し、外洋へと流出しており、ある地区では面積比で3割近い赤土砂が外洋へ流出していることが明らかになった。
- ・潮通しの悪いリーフでは台風時の波浪によっても浄化されず、逆に河川等からの流出土砂によって堆積面積は増加する傾向が認められた。

6. まとめ

本抽出手法の特色は、赤土砂堆積域とその他の地域の反射特性が、可視光のセンサーであるLandsatBand1～Band3で著しく異なるという特性を応用したものである。また、分類手法に解析者の意図を含まないクラスタ分類を採用したことにより各年一定した分類結果が得られ、本解析手法の目的である継続的なモニタリング手法の確立を達成することができた。そして、本手法を複数時期行うことにより、赤土砂流出形態の把握が容易にできることが判明した。今後の予定として、土地被覆データと組み合わせることにより、赤土砂生産量、流出量、堆積量の算出を行う予定である。

参考文献：

- (1) A.P.Cracknell and L.W.B.Hayes, Introduction to remote sensing, Taylor & Francis, 1991, ch. 1, pp 23-25.
- (2) 灘岡和夫, 田村英寿「Landsat/TMデータに基づいた沖縄赤土砂流出問題の解析の試み」,日本リモートセンシング学会,1992,Vol12,No.3,pp.3-20
- (3) 長崎恵之輔「地球環境問題を宇宙から見れば」,日本写真測量学会,1991,Vol30,No2,pp48
- (4) K.Okamoto at al, "Evaluating the spread of red soil with Landsat TM data in coral reefs of Okinawa main island, southern Japan", in Proceeding of the Conference for Pacific Ocean Environment & Probing, 1992, pp. 742-747.
- (5) L.Samarakoon, Y.Mabuchi, A.Ishibashi「A procedure for estimating and monitoring red soil spread on coral reefs of okinawa using multitemporal LANDSAT TM data」, IGRASS, 1993, Volume II pp. 696-699