

# 衛星リモートセンシングによる奄美大島のサンゴ礁底質マッピング

Mapping bottom sediments of coral reef in Amami Island using satellite remote sensing technique

○作野裕司（広島大）、山野博哉・松永恒雄（国立環境研究所）

Yuji SAKUNO (Hiroshima Univ.), Hiroya YAMANO and Tsuneo MATSUNAGA (NIES)

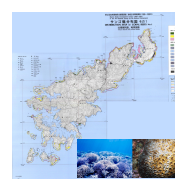
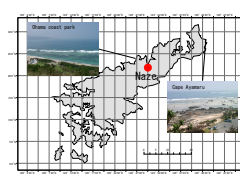
sakuno@hiroshima-u.ac.jp

## はじめに

近年、サンゴの白化現象やオニヒトデ被害等で、サンゴ礁が破壊されているが、奄美大島においてもそれらの被害は深刻である。一方、リモートセンシング（RS）によるサンゴ礁の研究に関して我が国では主に沖縄本島や石垣島等において行われてきたが、奄美大島におけるRS研究はほとんどない。また、従来のサンゴ礁のRS研究では「サンゴと藻」の分類が難しいという問題点があった。

以上のような背景から、本研究は最近の奄美大島におけるサンゴ礁分布の現状を、衛星データを使って把握すること及びサンゴと藻場等の生物との分類手法を開発することを目的とした。

## 奄美大島の位置とサンゴ礁の現状

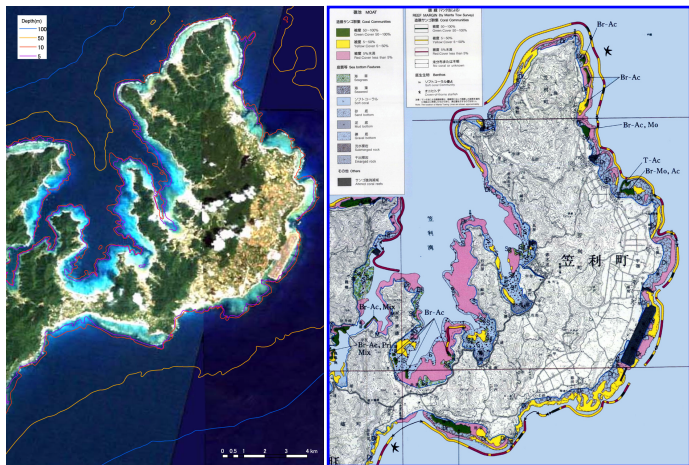


<奄美大島のサンゴ礁の現状（概要）>  
奄美大島の最北部の笠利半島では、海洋性のすべてでサンゴ礁が発達する。一方、島の南東側では発達が悪い。このようなサンゴ礁の発達の差は島の北部に流れる黒潮や地殻変動などが関係していると言われている。1998年8月下旬に高水温による大規模な白化現象が発生した。その後、大規模な白化現象はなく、回復に向かっているが、2001年から現在までオニヒトデ大発生被害の被害で、島のサンゴ礁に大きな被害を与えている。

<奄美大島のサンゴの種類>  
○約20種の造礁サンゴ  
○1998年以前はミドリシ尾。現在はハマサンゴ属、キクメイシ属が優占

○奄美大島各都市の年平均気温は21.5℃、年間降水量は2913.5mm  
○造礁サンゴが確認された連続の陸域面積は420.3km<sup>2</sup>、礁池のサンゴ群集の総面積は551.2ha

## 衛星から見た奄美大島北部のサンゴ礁及び底質の分布



Landsat画像から見た奄美大島北部のサンゴ礁。海域部のラインは等深線を示す。奄美大島北部のサンゴ礁の礁縁部は水深10mのラインに沿っている。画像は2時期の合成画像。

奄美大島北部の底質分類図（出典：環境省・日本サンゴ礁学会編、日本のサンゴ礁、2004）。

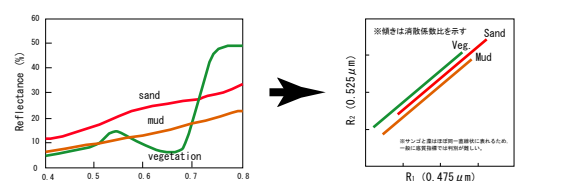
## 衛星によるサンゴ礁底質マッピングの原理と使用データ

$$\text{底質指標 (Bottom Index : BI)} = \log \left\{ \frac{\text{DN}_i - \text{DN}_{\text{deep}}}{\text{DN}_j - \text{DN}_{\text{deep}}} \right\} \sim K_{ij}$$

$$= \log \left( \frac{\text{DN}_i - \text{DN}_{\text{deep}}}{\text{DN}_j - \text{DN}_{\text{deep}}} \right) - K_{ij} \sim \log \left( \frac{\text{DN}_i - \text{DN}_{\text{deep}}}{\text{DN}_j - \text{DN}_{\text{deep}}} \right)$$

DN<sub>i</sub>は反射率に相当する衛星のデジタル値、i、jは衛星の観測波長帯（バンド）、K<sub>ij</sub>は消散係数比、deepは十分深い水域

底質指標による底質判別の原理

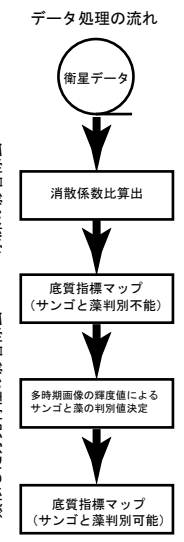


▲砂・泥、緑色植物の典型的な分光特性 (Lyzenza, 1978の図を改竄)  
▲砂・泥、緑色植物の底質において可視2波長の反射率の関係を表した模式図 (Lyzenza, 1978の図を改竄)

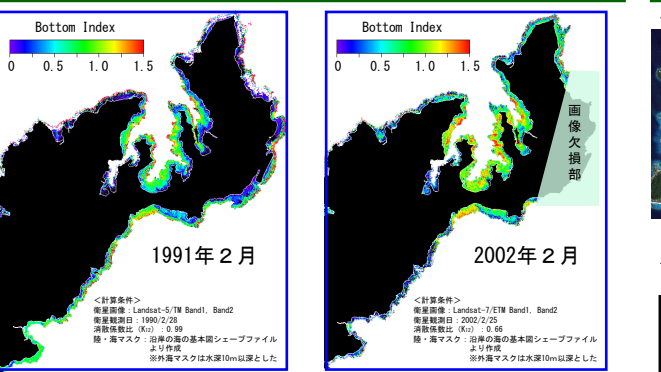
▼使用した衛星データの概要と観測日の名義における単位

Date	Satellite/Sensor	Resolution(m)	Sea level(m)
1990/5/16	Landsat-5/TM	30	223
1990/7/19	Landsat-5/TM	30	246
1990/8/4	Landsat-5/TM	30	340
1990/9/5	Landsat-5/TM	30	248
1991/2/28	Landsat-5/TM	30	252
2002/2/25	Landsat-7/ETM	30	282
2002/3/13	Landsat-7/ETM	30	177
2002/8/13	Landsat-7/ETM	30	205
2002/9/14	Landsat-7/ETM	30	258
2001/9/21	Landsat-7/ETM	30	240

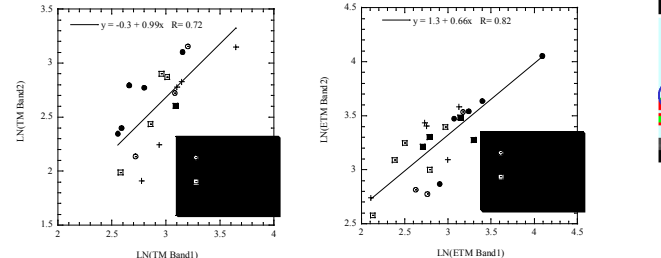
\*Time of measurement: AM11:00 (Data from JODC)



## 底質指標による奄美大島北部のマッピング



▲Landsatデータを使った底質指標マップ。1991年2月（左）と2002年2月（右）の比較



▲砂質地帯におけるLandsatバンド1（自然対数値）とバンド2（自然対数値）の関係

▼Landsatデータから算出された消散係数比と相関係数

年	K12	R	K23	R
1990	0.99	0.72	2.2	0.68
2002	0.66	0.82	1.7	0.53

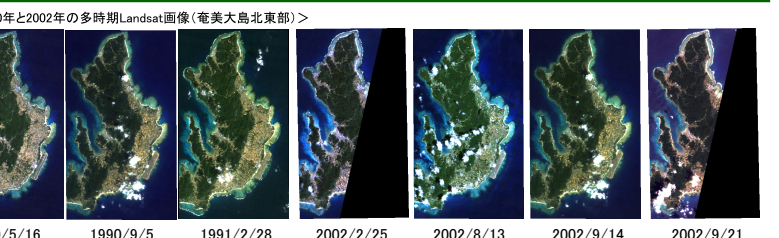
消散係数比の計算に使った砂地のエリア

## まとめ

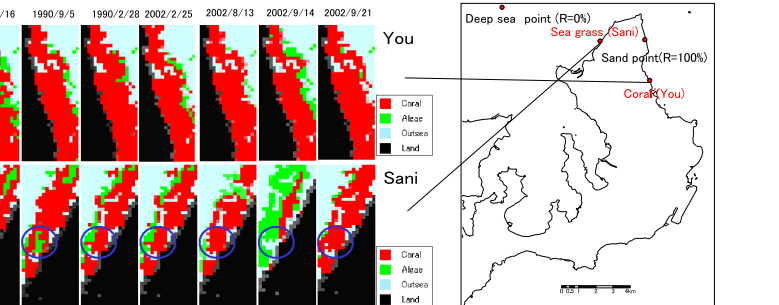
本研究は、衛星リモートセンシングにより奄美大島のサンゴ礁における底質マッピングに関する基礎的研究を行った。その結果、以下のような事項がわかった。

- 奄美大島北部のLandsatデータを使って、底質指標のパラメータの一つである消散係数比を計算した結果、TM/ETMバンド1とバンド2の消散係数比は1990年で約0.99、2002年で約0.66であった。
- 季節の異なる7時期のLandsatの可視単バンドデータを使ってサンゴと藻の分類を試みた結果、8～9月（夏場）の画像を使うと両者の輝度の差が大きく、両者を判別しやすい。

## 季節変化を利用した奄美大島北部のサンゴと藻の判別結果



<1990年と2002年の多時期Landsat画像（奄美大島北東部）>



▼Landsatデータから算出されたサンゴと藻の反射率比較

Date	Coral			Sea grass		
	Band1	Band2	Band3	Band1	Band2	Band3
1990/5/16	17.6	37.5	22.1	6.5	11.1	7.1
1990/9/5	21.9	30.9	19.4	1.0	9.9	4.5
1991/2/28	12.6	30.0	21.8	17.9	25.7	14.3
2002/2/25	16.7	35.2	32.8	17.8	22.7	17.5
2002/8/13	36.6	36.6	19.7	20.3	23.8	11.2
2002/9/14	36.9	42.9	23.4	24.6	30.5	16.7
2002/9/21	22.4	34.1	24.2	28.3	36.5	21.6

▼Landsatデータから算出されたサンゴと藻の反射率の差

Date	Coral		Sea grass	
	Band1	Band2	Band1	Band2
1990/5/16	11.1	26.4	15.0	14.9
1990/9/5	20.8	21.0	14.3	7.6
1991/2/28	-4.3	4.3	15.3	15.3
2002/2/25	-1.1	12.5	15.3	15.3
2002/8/13	16.3	12.8	8.5	6.8
2002/9/14	12.3	12.4	6.8	2.6
2002/9/21	-3.9	-2.4	2.6	2.6

\*反射率は砂地を100%、外洋を0%として正規化している

## 引用文献

- 環境省・日本サンゴ礁学会編、日本のサンゴ礁、環境省、p.375, 2004
  - 角田・齊藤・木下 渡辺：沖縄本島及び慶良間諸島におけるサンゴ礁分布図作成手法の開発、日本リモートセンシング学会第34回学術講演会論文集、71-72, 2003
  - 松永・梅干野・水上：石垣島サンゴ礁の多時期Landsat TMデータを用いた礁内水深補正アルゴリズムの検証、日本リモートセンシング学会第27回学術講演会論文集、323-324, 1999
- 謝辞：今回の研究で使用したLandsatデータはALOS公募研究（PI：山野博哉）の一環としてJAXAより提供を受けた。また、潮位データは日本海洋データセンターから提供された。現地調査にあたっては、奄美海洋展示館の奥貫樹氏、並利町立歴史民俗博物館の中山清美館長、佐仁地区の松崎区長、酒井翠氏に多くの情報や助言をいただいた。関係機関、関係各位に深く感謝いたします。