

## 高分解能衛星画像による沖ノ鳥島サンゴ被度変化の特性

## Characteristics of coral distribution change of Okinotorishima using time-series high resolution satellite imagery

○片山美可<sup>1</sup>・森田太一<sup>2</sup>・鈴木久美子<sup>1</sup>・米澤泰雄<sup>2</sup>・片山悦治郎<sup>2</sup>・山野博哉<sup>3</sup>・安藤亘<sup>4</sup>・西崎孝之<sup>5</sup>・渡邊則仁<sup>5</sup>  
Mika Katayama, Taichi Morita, Kumiko Suzuki, Yasuo Yonezawa, Etsujiro Katayama, Hiroya Yamano,  
Wataru Ando, Takayuki Nishizaki and Norihito Watanabe

**Abstract :** This study uses satellite imagery to ascertain secular change of coral distribution in Okinotorishima where in recent years there is concern over decline in coral populations. As a result of image analysis, coral coverage was observed to have declined in an expansive area around Okinotorishima between 2006 and 2012, and there are varying trends in coverage according to the type of substrate. Such characteristics of coral distribution change can be used as one indicator for selecting locations for coral transplantation for expanding the distribution of coral.

**Keywords :** high resolution satellite imagery, Okinotorishima, coral, secular change

## 1. はじめに

わが国最南端の沖ノ鳥島は多様なサンゴが生息し、排他的経済水域の重要な拠点となっているが、台風等による波や流れ、砂礫の移動等の影響を受け、サンゴの生育にとって厳しい環境条件となっている。また、波浪による浸食や地球温暖化に起因する海面上昇により島の水没が危惧されており、サンゴ礁の消波機能やサンゴ砂礫の集積などによる生態工学的な島の保全・再生が強く求められており、沖ノ鳥島ではサンゴの増殖・生息域の面的拡大に関する様々な調査研究が行われている。

サンゴの移植先を選定するにあたっては、サンゴの生息に係わる様々な視点から検討する必要があり、その一環としてサンゴ分布特性を踏まえて生息適地を選定することが求められている。

著者らは、沖ノ鳥島における年次の異なる高分解能衛星画像を用いることで、経年的なサンゴの被度分布状況を精度よく把握する方法について、現地調査結果との対比から実証している<sup>1)</sup>。

本調査では、沖ノ鳥島におけるサンゴの分布特性を把握することを目的として、近年のサンゴ被度分布状況の経年変化を解析し、生息場として大きく関与していると考えられた底質基盤に着目し、面的な底質分布状況との関係について分析を行った。

## 2. 方法

## (1) 使用したデータ

本調査では、高分解能衛星画像である IKONOS (解像度 1m)、GeoEye-1 (解像度 0.5m) を使用した。沖ノ鳥島を対象として、近年観測された 2006 年、2011 年、2012 年の衛星画像を用いた。

<sup>1</sup> 正会員 国際航業(株)  
(所在地 〒183-0057 東京都府中市晴見町 2-24-1)  
(連絡先 Tel:042-307-7468、E-mail: mika\_nishibe@kk-grp.jp)

<sup>2</sup> 非会員 国際航業(株)  
<sup>3</sup> 正会員 (独)国立環境研究所

<sup>4</sup> 非会員 (一社)水産土木建設技術センター

<sup>5</sup> 非会員 水産庁

## (2) 解析方法

解析の流れを Fig.1 に示す。まず、衛星画像を用いて教師なし分類 (クラスタリング) を実施し、分類後の各クラスに対して、2006 年は同時期に作成された既存のハビタットマップ<sup>2)</sup>を重ねてサンゴ被度を付与することで、サンゴ被度分布図を作成した。2011・2012 年は 2006 年の解析結果とサンゴ被度との関係に基づき、被度分布図を作成し、被度分布状況の経年変化を解析した。作成したサンゴ被度分布図と既存の底質分布図<sup>2)</sup>を重ね合わせることにより、底質基盤の違いによる被度変化の傾向を分析した。

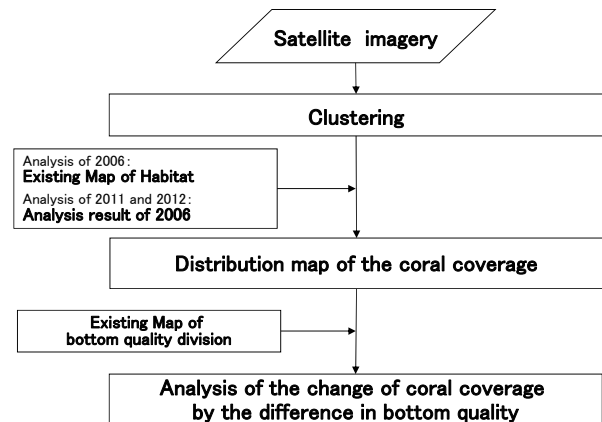


Fig.1. Analysis flow.

## 3. 結果及び考察

## (1) サンゴ被度分布の経年変化

3 時期のサンゴ被度解析結果を Fig.2 に示す。沖ノ鳥島のサンゴ被度は、3 時期ともに 5% 以下の被度区分が広く分布し、20% 以上の高い被度区分のサンゴが中央部付近にまばらに分布していた。Fig.3 に底質分布図を示すが、20% 以上の高被度のサンゴは、ノル上に多く分布する傾向にある。礁内の南寄りには被度 5~20% のサンゴが分布しており、2011 年、2012 年とその分布域は年々縮小する傾向が見られた。なお、被度判別の解析誤差は、サンゴ被度 (%) として 5% 程度である<sup>1)</sup>。

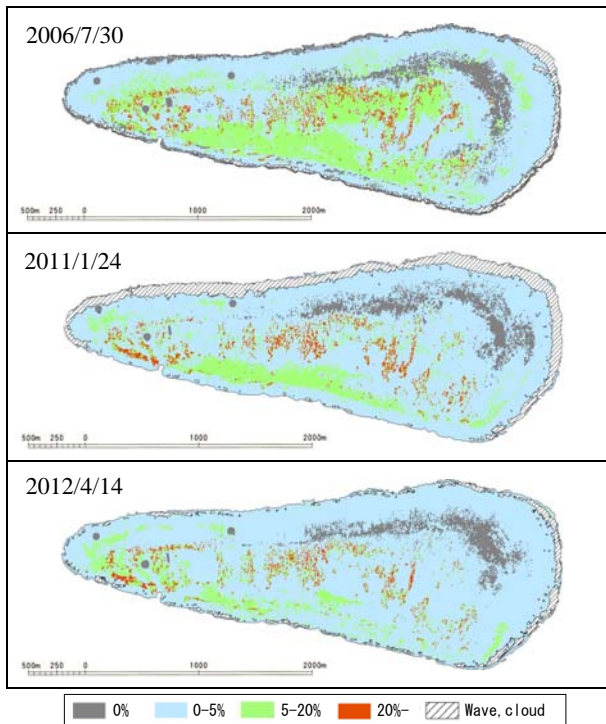


Fig.2. Analysis result of the coral coverage of 3 times.

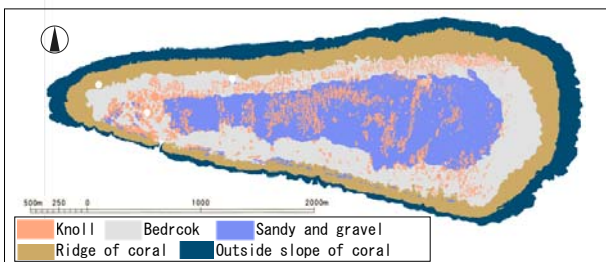


Fig.3. Map of bottom quality division.<sup>2)</sup>

## (2) 底質基盤とサンゴ被度との関係

底質基盤の違いによるサンゴ被度の变化傾向を分析するため、2006年と2012年のサンゴ被度解析結果を用いて、底質別のサンゴ被度を2時期で比較した。

Fig.4には一部エリアを拡大したサンゴ被度解析結果を示す。同エリアの底質分布図も併せて示した。2006年の時点では、砂礫上には被度5~20%のサンゴが広がり、ノル上には20%以上の高被度のサンゴが分布しているが、2012年は、ノル上には高被度のサンゴは残るが、砂礫上では被度が低下し大半は5%以下となっていた。

また、Fig.5には沖ノ鳥島全域を対象に、各底質について被度別のサンゴ面積を整理した結果を示す。2006年から2012年にかけて、砂礫上、岩盤上では被度5~20%のサンゴ面積が大きく減少し、一方、ノル上では被度の低下は少ない傾向がみられる。

これより、沖ノ鳥島のサンゴはノル上に高被度で分布し、また、ノル上は波浪の影響を受けにくく、浮遊幼生が定着しやすいといった地形的な優位性から、一時的な環境変化が生じても生存が期待できるものと考えられた。

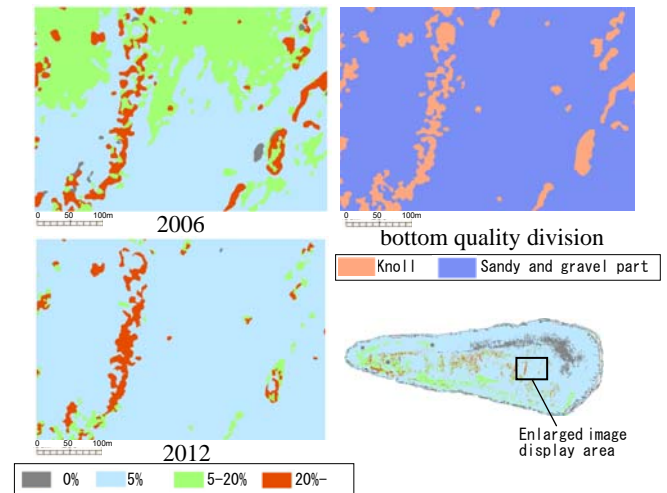


Fig.4. Distribution map of the coral coverage (left figure) and map of bottom quality division (right figure).

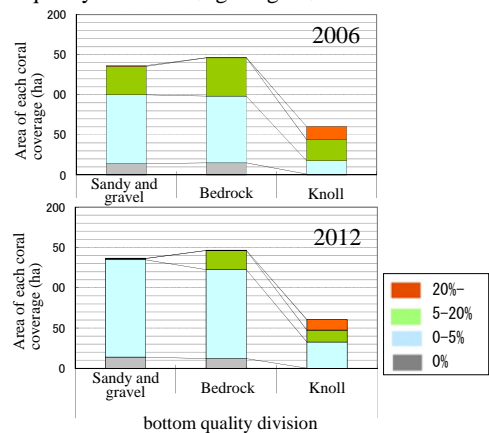


Fig.5. Area of each coral coverage by the difference in bottom quality of 2006 and 2012.

## 4. まとめ

本調査では、沖ノ鳥島におけるサンゴの被度分布状況の経年変化と底質基盤との関係から、サンゴの分布特性を把握することができた。今後、サンゴの面的拡大を行うにあたり、基盤環境の違いにみられるこれら特性の解析結果は、サンゴの移植場所の選定を行う1つの目安となるものと考えられる。

ノルはその面積は礁内全体の約18% (約60ha) と少ないため、更なる拡大を図るためには、砂礫や岩盤部分を嵩上げなどする対応も考慮することが望ましい。

なお、本取り組みは、水産庁による「厳しい環境条件下におけるサンゴ増殖技術開発実証委託事業」の一環で行われたものである。

## 参考文献

- 1) 片山ら：サンゴの分布拡大のための時系列的な高分解能衛星画像を用いた沖ノ鳥島のサンゴの把握、日本リモートセンシング学会第56回学術講演会論文集、pp93-94、2014
- 2) 茅根ら：Low species diversity of hermatypic corals on an isolated reef, Okinotorishima, in the northwest Pacific、Galaxea, Journal of Coral Reef Studies、Vol.14、pp73-95、2012

# 高分解能衛星画像を用いた沖ノ鳥島サンゴ被度変化の特性

Characteristics of coral distribution change of Okinotorishima using time-series high resolution satellite imagery

○片山美可<sup>1</sup>・森田太一<sup>1</sup>・鈴木久美子<sup>1</sup>・米澤泰雄<sup>1</sup>・片山悦治郎<sup>1</sup>・山野博哉<sup>2</sup>・安藤巨<sup>3</sup>・西崎孝之<sup>4</sup>・渡邊則仁<sup>4</sup>  
<sup>1</sup>国際航業(株)・<sup>2</sup>(独)国立環境研究所・<sup>3</sup>(一社)水産土木建設技術センター・<sup>4</sup>水産庁

## 1. 調査の背景と目的

### 調査の背景

沖ノ鳥島には多様なサンゴが生息するが、波浪による浸食、地球温暖化に起因する海面上昇による島の水没が危惧されている。

そのため、サンゴ礁の消波機能やサンゴ砂礫の集積などによる生態工学的な島の保全・再生が求められており、サンゴの増殖・生息域の面的拡大に関する様々な調査研究が行われている。

### 調査の目的

高分解能衛星画像を用いて沖ノ鳥島における近年のサンゴの経年変化、分布特性を把握する。

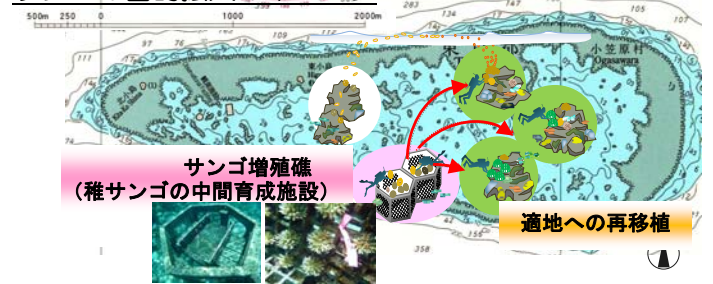
サンゴの生息適地の把握  
移植先の選定

### 沖ノ鳥島の概要

- 東京から約 1,700km
- 最南端の島、周囲に約 40 万 km<sup>2</sup>の排他的経済水域を有する
- 東西約 4.5km、南北約 1.7km 周囲 11km



### サンゴの面的拡大のイメージ



## 2. 使用したデータ

### 使用した衛星データ

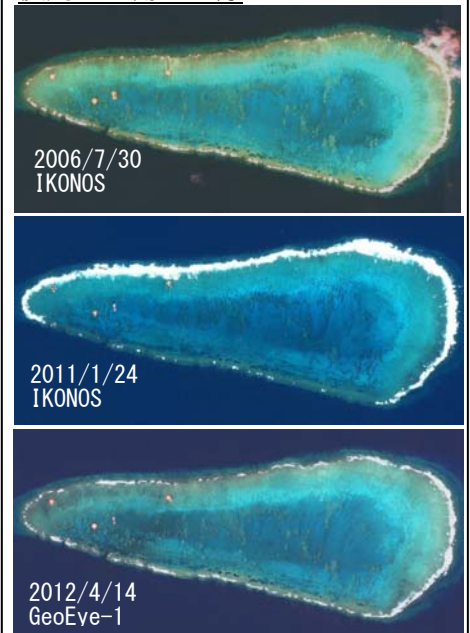
対象衛星：  
IKONOS (解像度 1m)、  
GeoEye-1 (解像度 0.5m)

撮影時期：3時期  
2006年7月  
2011年1月  
2012年4月

### 衛星の概要

IKONOS：バンド数4  
(青、緑、赤、近赤外)  
GeoEye-1：バンド数4  
(青、緑、赤、近赤外)

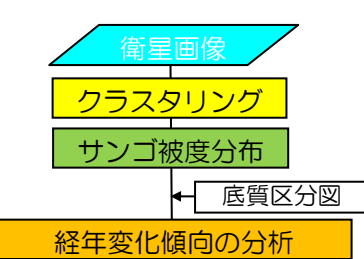
### 使用した衛星画像



## 3. 解析方法

- 衛星画像について、大気補正、幾何補正 (暗画素法、経年変化の少ない人工物の値を用いた正規化)
- 教師なし分類 (底質区分ごとに 36 クラスに分類)
- 既存のハビタットマップに基づきサンゴ被度を付与、被度分布図作成 (前報\*で詳述)  
\*片山ら：サンゴの分布拡大のための時系列的な高分解能衛星画像を用いた沖ノ鳥島のサンゴの把握、日本リモートセンシング学会第56回学術講演会論文集、p93-94、2014
- サンゴ被度分布の経年変化、底質基盤との関係を分析

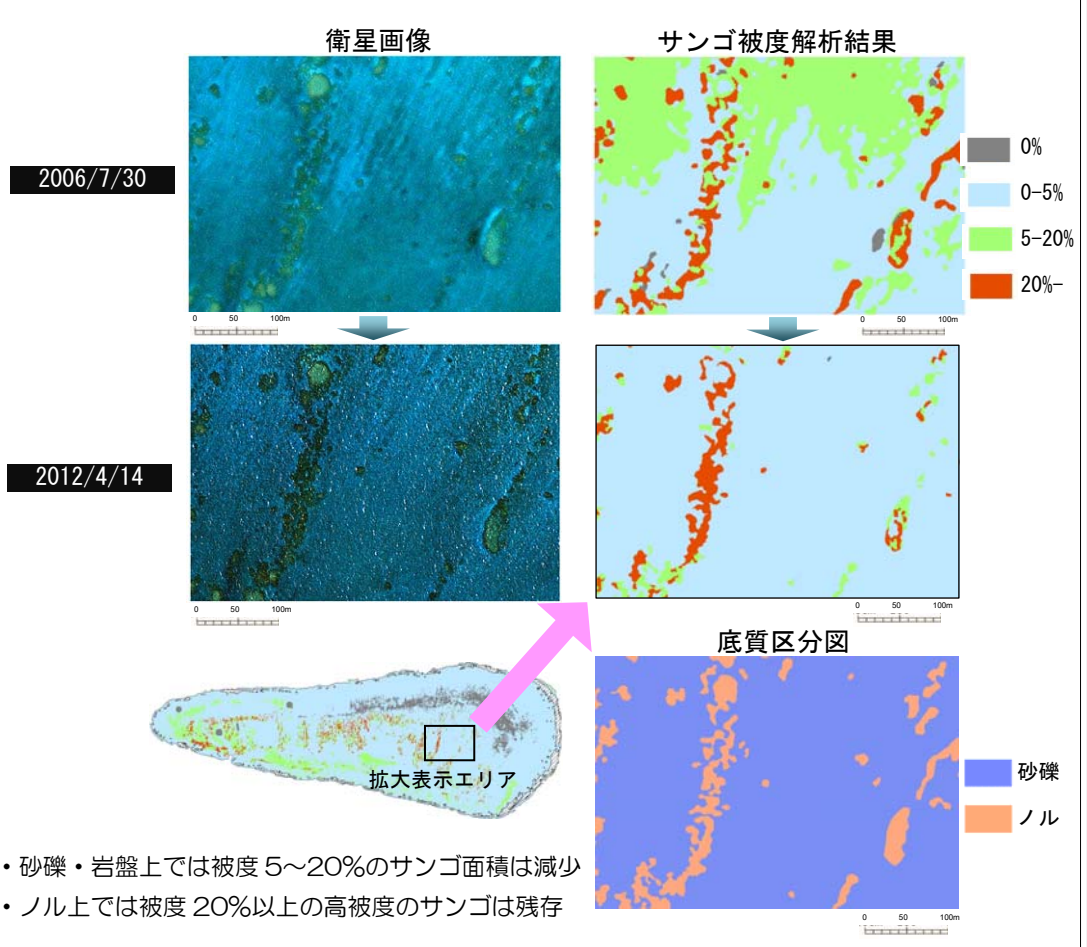
### 解析のフロー



## 5. 底質基盤とサンゴ被度との関係

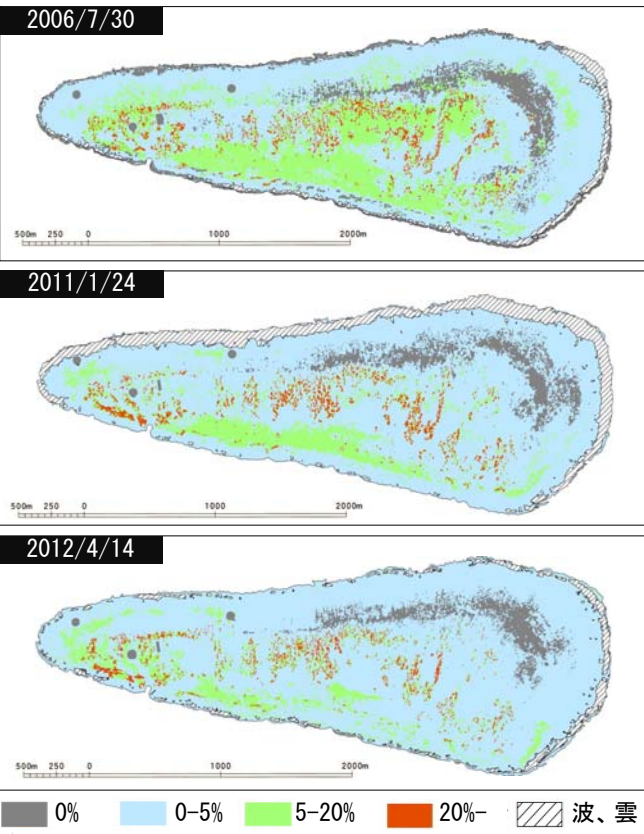
分析方法：2006年と2012年のサンゴ被度解析結果を用いて、底質別のサンゴ被度を2時期で比較し、分布特性を把握

### 2時期の衛星画像とサンゴ被度解析結果、底質区分図 (一部エリアを拡大)

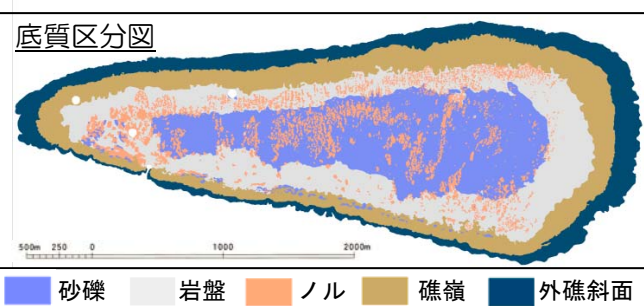
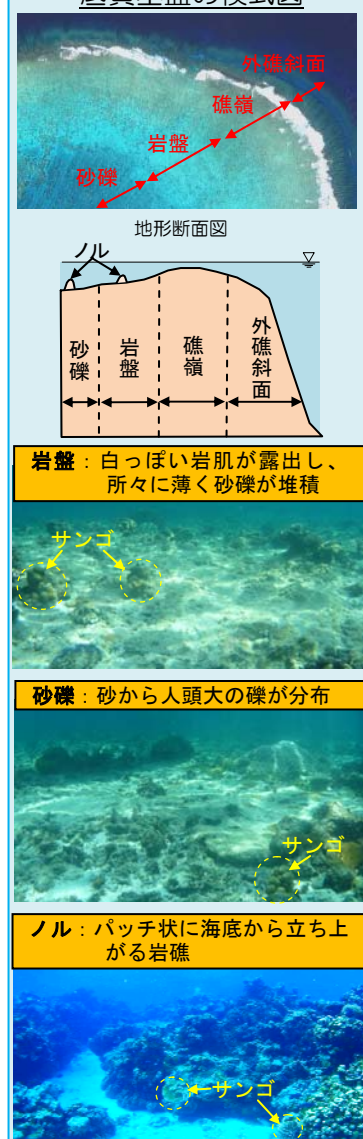


## 4. サンゴ被度分布の経年変化

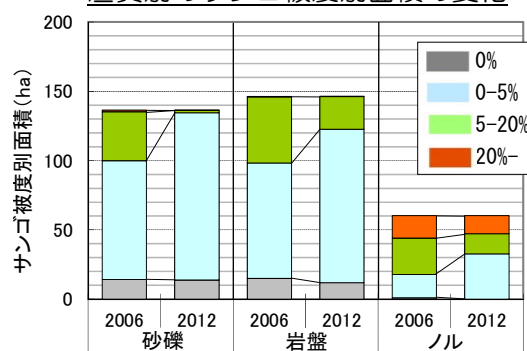
### 3時期のサンゴ被度分布図



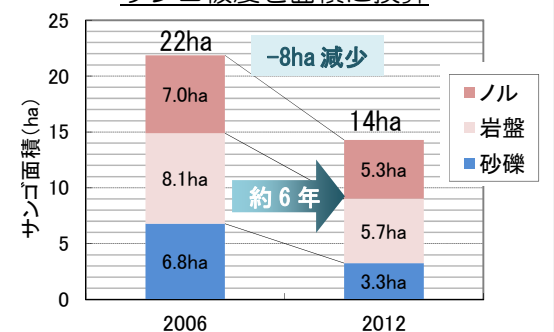
### 底質基盤の模式図



### 底質別のサンゴ被度別面積の変化



### サンゴ被度を面積に換算



ノル上のサンゴ：波浪による影響を受けにくい、浮遊幼生が定着しやすい

→ 地形的な優位性から、環境変化が生じてでも生存が期待できる

## 6. まとめ

- 本調査では、時系列的な高分解能衛星画像の自動分類によって、サンゴ分布の変化を把握した。
- サンゴ被度の解析の結果、沖ノ鳥島のサンゴは、2006年から2012年にかけて、広範囲でサンゴ被度の低下が見られた。
- 底質基盤との関係を解析した結果、広域的な特徴として、被度20%以上の高被度のサンゴはノル上に多く分布し、かつノル上では経年的な被度の低下は小さく、砂礫・岩盤上で顕著であることがわかった。
- 今後、サンゴの面的拡大を行うにあたり、基盤環境の違いにみられるこれらの特性は、面的拡大を図るためのサンゴの移植場所の選定を行う1つの目安になると考えられる。
- ただし、ノルはその面積は礁内全体の約18% (約60ha) と少ないため、更なる拡大を図るためには、砂礫や岩盤部分を高上げする対応も考慮することが望ましい。

本取り組みは、水産庁による「厳しい環境条件下におけるサンゴ増殖技術開発実証委託事業」の一環で行いました。