

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 10 日現在

機関番号：15401

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2012～2014

課題番号：24560623

研究課題名(和文) リモートセンシングによる自然災害後の濁水がサンゴ礁・藻場に与える影響調査手法開発

研究課題名(英文) The research technique development by remote sensing under the turbid water condition on coral reefs or underwater forests after natural disasters

研究代表者

作野 裕司 (Sakuno, Yuji)

広島大学・工学(系)研究科(研究院)・准教授

研究者番号：20332801

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 4,200,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では最新のリモートセンシング技術を駆使してサンゴ礁・藻場上の土砂堆積量(またはSS)や流れの分布をモニタリングするための技術開発を行った。この目的を達成するために、まず、奄美大島において現地分光反射率/水質データセットが取得された。取得されたデータセットを生物光学モデルと色度理論に適用した結果、海面の明るさから、サンゴ礁上のSS(土砂量の指標)を推定できることが分かった。一方、リモートセンシングによる流れの調査手法として、静止衛星センサ「GOCI」データを使って、1時間ごとの水質分布図を自動的に作成するプログラムが開発された。これらの図から水の動きを把握することが可能となった。

研究成果の概要(英文)：In this research, using the latest remote sensing technique, the technical development to monitor sediment volume (or SS) and the water flow distribution was performed. At first, in-situ spectral reflectance / water quality data set was acquired in Amami-Oshima to achieve this goal. The acquisition data set was applied to bio-optical model and chromaticity theory. As a result, the SS on the coral reef was estimated from the sea surface brightness. On the other hand, the program which makes water quality distribution maps every 1 hour automatically has been developed using geo-stationary satellite sensor "GOCI" data as a research technique of flow by remote sensing.

研究分野：リモートセンシング工学

キーワード：リモートセンシング サンゴ礁 水質 調査手法

1. 研究開始当初の背景

2011年1月に発生した霧島連山噴火による火山灰降下や同年3月に発生した東日本大震災の津波による濁流など、近年多発する大規模自然災害に起因する海洋生物への影響が懸念されている。しかしこのような非常な状況下において広域で危険性も伴う海域の実態調査は難しかった。そこで現在、リモートセンシングによる災害直後のサンゴ礁・藻場海域の実態調査手法の開発が期待されている。

2. 研究の目的

本研究では最新のリモートセンシング技術を駆使してサンゴ礁・藻場上の土砂堆積量や流れの分布を確実にモニタリングするための技術開発を行うことを目的とする。特に以下のような2テーマに焦点を絞る。

- (1) 高解像度の衛星データによる土砂堆積量推定
- (2) 安価な空撮機器等を利用した物質の流れの調査手法等の研究。

3. 研究の方法

(1) 高解像度または高スペクトル分解能衛星センサデータを使った、サンゴ礁・藻場の土砂量推定アルゴリズム開発のための現地調査を行う。現地調査は筆者らが5年以上の調査経験があり、台風の発生地域で土砂によるサンゴ被害を度々受けている奄美大島の住用湾と土砂災害被害の比較的少ない大浜海浜公園とした(図1)調査内容は、サンゴ礁上と非サンゴ礁上において、水質調査とダイビングによるサンゴ礁上の土砂堆積状況の把握と船上からの分光反射率測定および水質調査である。このように取得された反射率/水質データセットは、生物光学モデルに入れられ、あらかじめサンゴ水槽で計られたサンゴの反射率(水深0の状態)から逆算して、表層の反射率に再現できるかについて検証した。

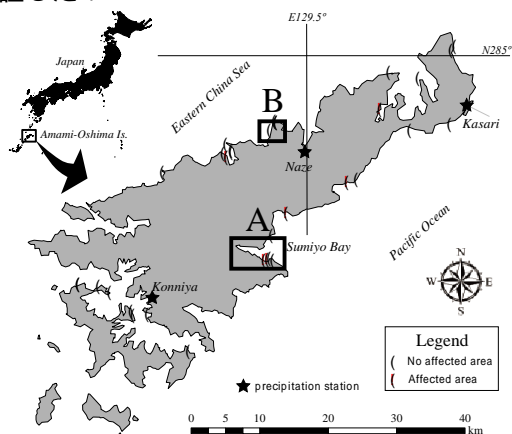


図1 調査地域

(2) 高時間分解能のデータが得られる低高度プラットフォーム(気球やラジコンヘリ)や静止衛星を使った濁質や植物プランクトン濃度(Chl-a)を介した水の流れの調査手法

開発も行った。この開発に関しては、予算や調査機器調達の関係で、奄美大島に行けなかったため、新たなテストサイトとして、島根県の宍道湖、伊勢湾、ため池などで実験や応用解析を行った。

4. 研究成果

(1) 奄美大島における現地分光反射率/水質データセットを解析した結果、一定の条件を与えれば衛星が観測可能な表層反射率から水中の濁度(底質が既知でChl-a一定の場合)または底質(水質既知)を逆算できることが検証された。これを応用して、サンゴ礁上の土砂に相当する色の再現を行う手法を開発した。この成果は、土木学会論文集B2(海岸工学)等で公表した。論文では底質の反射を考慮した生物光学モデルを利用して、奄美大島のサンゴ礁の海色を再現する手法について議論された。その結果、生物光学モデルによって再現されたサンゴ礁直上の反射率は実測反射率とよく一致することが分かった(図2)、またサンゴの種類・水深が既知の場所において、目視検査、監視カメラや人工衛星等の画像から抽出される表面の水色情報をxyY表色系に変換することにより、水色変化情報を可視化して表わすシステムに利用することが分かった(図3)。さらに、これらの結果より、サンゴ礁の海面の明るさにより、SS(土砂量の指標)を定量的に推定できる検証例を示した(図4)。これより当初の目的であった、土砂量までとはいかなかったが、リモートセンシング技術によるサンゴ礁上のSSまたは濁度分布を推定することに成功した。このような成果は、学会発表においても実用的な手法であると評価された。

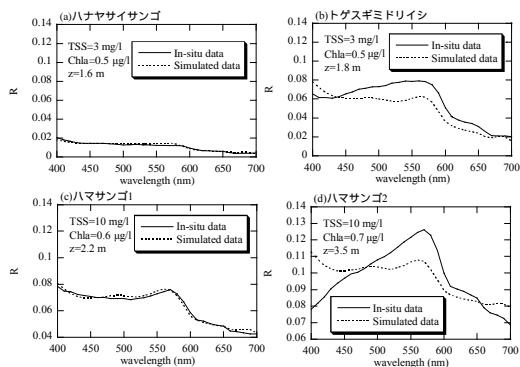


図2 生物光学モデルと実測の水面反射率の比較(論文の成果)

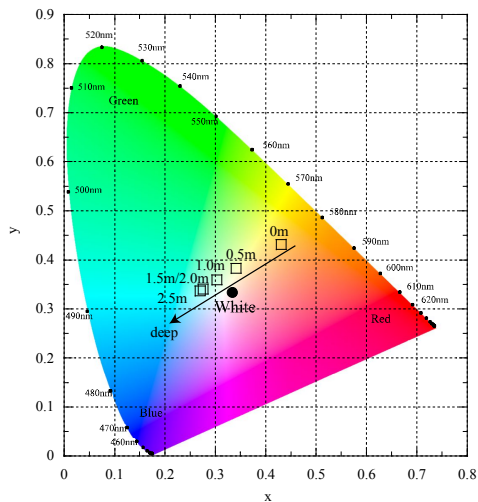


図3 底質がハマサングで濁度一定，水深を変化させた場合のサング礁上海域の色再現例（論文の成果）

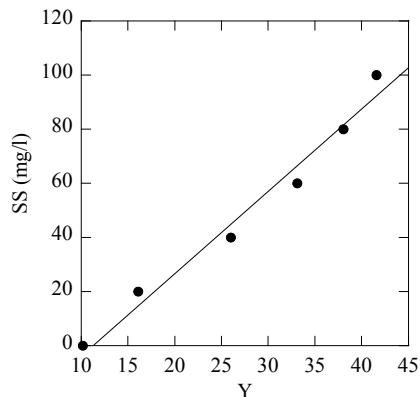


図4 SSとサング礁上海水の明度(Y)との関係（論文の成果）

(2)流れの調査手法について，ラジコンヘリでの開発を試みたが，安定した撮影データが得られなかった．そこで韓国の静止衛星センサ「GOCI」により，1時間単位の水質分布図を自動的に作成するプログラムを開発して，我が国の藻場地帯に適用した(図5)．その結果，従来の衛星ではわからなかった時間的な水質の動きが把握できるようになった．この成果は，現在，論文作成中である．このような時間分解能のよい衛星は，今後も次々と打ち上げられる予定である．さらに解像度が上げれば，湾奥にあるサング礁地帯にも適用できる可能性があり，非常に社会的にインパクトのある成果に発展する可能性が高いと思われる．

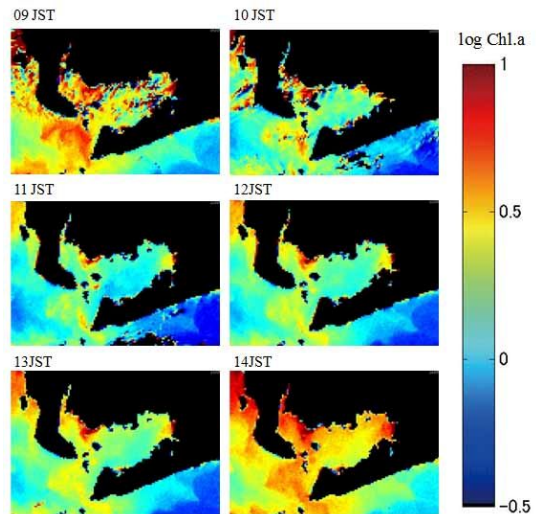


図5 静止衛星データを用いた1時間ごとのChl-a分布画像例(伊勢湾と三河湾における藻場地帯)(未公表)

### 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計10件)

Sakuno, Y. and Oki, K., Relationship between turbid water and coral damage distribution using ALOS AVNIR-2 images and diving survey data immediately after the heavy rain disaster of the Amami-Oshima Island, Japan, *Advances in Remote Sensing*, Vol.4, 査読有, 2015, pp.25-34.  
DOI: 10.4236/ars.2015.41003

比嘉紘士, 鯉淵幸生, 小林拓, 虎谷充浩, 作野裕司, 衛星リモートセンシングを用いた東京湾における高濃度化したクロロフィルa分布の変動要因に関する考察, *土木学会論文集 B2 (海岸工学)*, Vol. 70(2), 査読有, 2014, I\_1091-I\_1095.

[https://www.jstage.jst.go.jp/article/kaigan/70/2/70\\_I\\_1091/\\_article/-char/ja/](https://www.jstage.jst.go.jp/article/kaigan/70/2/70_I_1091/_article/-char/ja/)

安池誠人, 押目あずさ, 作野裕司, GOSAT CAI を利用した陸上のPM2.5分布推定, *日本リモートセンシング学会誌*, Vol.34(4), 査読有, 2014, pp.306-313.

Sakuno, Y., Miño, E. R. A., Nakai, S., Mutsuda, H., Okuda, T., Nishijima, W., Castro, R., Garcia, A., Peña, R., Rodriguez, M., and Depratt, C. G., Chlorophyll and suspended sediment mapping to the Caribbean Sea from rivers in the capital city of the Dominican Republic using ALOS AVNIR-2 data, *Environmental Monitoring and*

Assessment, Vol.186, 査読有, 2014, pp.4181-4193.

DOI: 10.1007/s10661-014-3689-6

Sakuno, Y., Makio, K., Koike, K., Maung-Saw-Htoo-Thaw, and Kitahara, S., Chlorophyll-a estimation in Tachibana Bay by data fusion of GOCI and MODIS using linear combination index algorithm, Advances in Remote Sensing, Vol.2, 査読有, 2013, pp.292-296.

<http://www.scirp.org/journal/PaperInformation.aspx?PaperID=40465#.VSYJ8pNy0sc>

作野裕司, 三宅拓馬, 生物光学モデルを利用した濁ったサンゴ礁上の海色再現, 土木学会論文集 B2(海岸工学), Vol.69(2), 査読有, 2013, I\_1131-I\_1135.

[https://www.jstage.jst.go.jp/article/kaigan/69/2/69\\_I\\_1131/\\_article/-char/ja/](https://www.jstage.jst.go.jp/article/kaigan/69/2/69_I_1131/_article/-char/ja/)

比嘉紘士, 鯉淵幸生, 小林拓, 虎谷充浩, 作野裕司, 衛星リモートセンシングを用いた東京湾における青潮分布の形成過程に関する解析, 土木学会論文集 B2(海岸工学), Vol.69(2), 査読有, 2013, I\_1451-I\_1455.

[https://www.jstage.jst.go.jp/article/kaigan/69/2/69\\_I\\_1451/\\_article/-char/ja/](https://www.jstage.jst.go.jp/article/kaigan/69/2/69_I_1451/_article/-char/ja/)

Sakuno, Y. and Kunii, H., Estimation of growth area of aquatic macrophytes expanding spontaneously in Lake Shinji using ASTER data, International Journal of Geosciences, Vol.4(6A1), 査読有, 2013, pp.1-5.

DOI: 10.4236/ijg.2013.46A1001

作野裕司, 色度理論に基づく閉鎖性水域の水色定量と透明度との関係, 土木学会論文集 B2(海岸工学), 査読有, 2012, Vol.68(2), I\_1066-I\_1071.

[https://www.jstage.jst.go.jp/article/kaigan/68/2/68\\_I\\_1066/\\_article/-char/ja/](https://www.jstage.jst.go.jp/article/kaigan/68/2/68_I_1066/_article/-char/ja/)

比嘉紘士, 鯉淵幸生, 小林拓, 作野裕司, 虎谷充浩, 磯部雅彦, 東京湾における光環境特性とクロロフィルa分布に関する解析, 土木学会論文集 B2(海岸工学), Vol.68(2), 査読有, 2012, I\_1486-I\_1490.

[https://www.jstage.jst.go.jp/article/kaigan/70/2/70\\_I\\_1091/\\_article/-char/ja/](https://www.jstage.jst.go.jp/article/kaigan/70/2/70_I_1091/_article/-char/ja/)

#### [学会発表](計6件)

作野裕司, 王作敏, 川村健介, LCI手法を応用したLandsat-8による東広島のため池のクロロフィルa濃度推定, 日本リモートセンシング学会第57回学術講演

会論文集, 2014.11.7, 京都, pp.57-58.

作野裕司, 王作敏, 川村健介, 東広島のため池における分光反射率と水質の関係, リモセン学会第56回学術講演会論文集, 2014.5.15, 筑波, pp.29-30.

作野裕司, 槇尾慶太, 水表面効果を考慮したLandsat-8による宍道湖・中海の表面水温精度検証, pp.55, 日本海洋学会2014年度春季大会講演要旨集, 2014.3.29, 東京, p.55.

安池誠人, 押目あずさ, 作野裕司, 水域のGOSAT CAIを利用した東広島のエアロゾル光学的厚さおよびオングストローム指数の推定, 日本リモートセンシング学会第55回学術講演論文集, 2013.11.22, 東京, pp.21-22.

作野裕司, 三宅拓馬, 水深と透明度の違いによるサンゴ礁上の水面分光反射率シミュレーションと検証, 第53回日本リモートセンシング学会学術講演論文集, 2012.11.19, 東広島, pp.193-194.

作野裕司, 國井秀伸, 渡辺豊, 低空からの空撮画像を利用した宍道湖の突発的な水草の分布拡大状況把握, CSIS DAYS 2012, 2012.11.3, 柏, p.16.

#### 6. 研究組織

##### (1) 研究代表者

作野 裕司 (SAKUNO YUJI)

広島大学・大学院工学研究院・准教授

研究者番号: 20332801