

造礁サンゴ観測用小型船舶曳航型 海上ブイ搭載イメージング蛍光ライダーの開発

Development of the towed buoy based fluorescence imaging lidar for the surveillance of reef-building corals

篠野雅彦、今里元信(海上技術安全研究所)、
山野博哉、小熊宏之(国立環境研究所)

M. Sasano and M. Imasato (National Maritime Research Institute)
H. Yamano and H. Oguma (National Institute for Environmental Studies)

Abstract

Coral reefs are fragile ecosystem affected by ocean-warming and ocean-acidification. The monitoring of coral distribution for large-area and long-term is regarded as particularly important in terms of the environmental impact assessment of global climate change. The towed buoy based fluorescence imaging lidar system is developed and tested for coral observations. This system consists of an UV pulsed laser, a gated ICCD camera, video camera, DGPS, and a sonar depth sounder.

In this paper, the live coral distribution observed by this system around Taketomi island in Okinawa is shown.

1. はじめに

造礁サンゴ(以下、サンゴ)は、主に熱帯の浅海域(水深0~30m程度)に分布しており、海洋温暖化と海洋酸性化のどちらにも脆弱な生態系として、急速な衰退が懸念されている¹⁾。このため、広域観測による実態解明が急務である。しかし、地上と違い、海底に分布するサンゴの観測は、衛星リモートセンシング手法の適用が難しい²⁾。このため、筆者らは、グラスボート搭載型イメージング蛍光ライダーを開発し、船舶からのライダー観測によるサンゴの生死判別法を確立した³⁾。ただし、グラスボートは、現地での利用の手配が難しく、観測海域が限定的となる。本研究では、通常的小型船舶で曳航可能な海上ブイ搭載イメージング蛍光ライダー装置を新たに開発し、サンゴ観測を実施して、その性能を確認した。

2. 海上ブイ搭載ライダー装置の開発

サンゴの蛍光は、昼間の太陽背景光に比べて弱いため、一般的な照明およびカメラ撮影では日中のサンゴ蛍光イメージ取得は難しい。しかし、イメージング蛍光ライダーを用いれば、パルスレーザーとゲートICCDカメラの同期によって露光時間を100 ns程度に抑制することが可能である。これにより、取得イメージに含まれる太陽背景光を大幅に抑え、昼間でも海底のサンゴの蛍光イメージ観測が可能となる。本研究では、このライダー装置を、海上ブイに収納した。ブイは小型船舶で曳航することを想定し、水の抵抗を減らすため、直径約20cm、全長2mの横長円筒形水密容器とし、下部に観測窓と、ブイの姿勢安定のための重り付フィンを配置した。また、ライダー装置は、パルスレーザーとゲート付ICCDカメラを向い合せて配置し、それぞれの光軸を45°ミラーで下向きにして、下部観測窓を通して直下の海底の観測を行った。ただし、ICCDカメラ画像は、45°ミラーの1回反射により、進行方向に対して前後反転した海底画像が記録される。また、通常ビデオカメラと水深計測ソナーも配置しており、ビデオ、ライダー、ソナーの同時観測が可能となっている。Fig.1に装置概要図を、Fig.2に写真を示す。

観測場所の測位のためのDGPSは、海上ブイを曳航する小型船舶上に設置しており、精度1m程度で観測位置の推定が可能である。また、ライダー装置への電力線と、制御・データ記録のための通信線は、内径約5cm、長さ約10mの水密ホースを通して、ブイと母船の間をつないでいる。

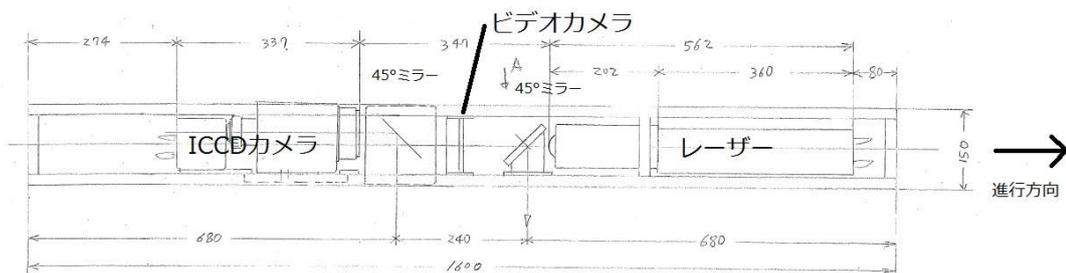
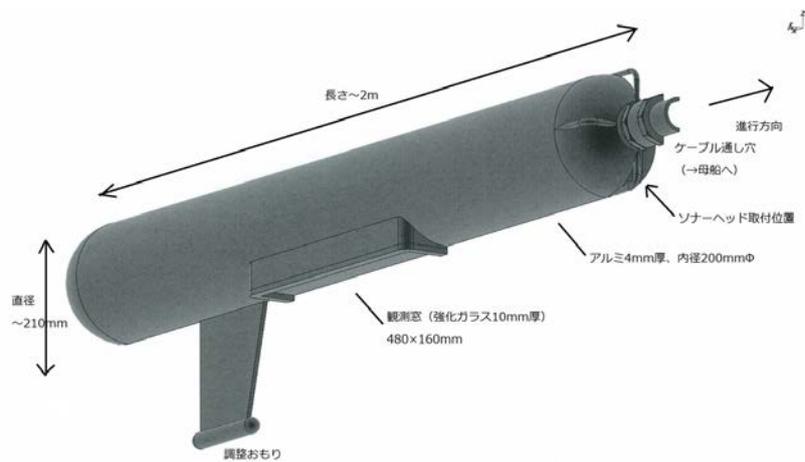


Fig.1 The schematic diagram of the buoy (upper) and the inside fluorescence imaging lidar system (lower).

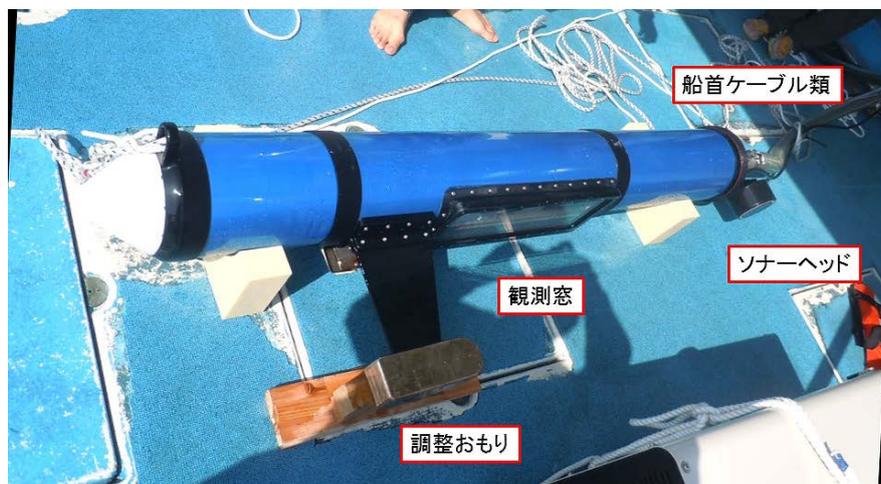


Fig.2 The system overview of the towed buoy based fluorescence imaging lidar.

3. 観測結果

本研究で開発した海上ブイ搭載イメージング蛍光ライダーを、沖縄県八重山郡竹富島の小型船舶（ダイビングボート）で曳航し、ブイ下部の観測窓を通して直下のサンゴのライダー観測を行った。Fig.3に、イメージング蛍光ライダー、ビデオカメラ、測深ソナー、DGPSによる同時観測の例を示す。45°ミラーの調整が不十分で、レーザー照射範囲とICCDカメラ画角が一部ずれているが、重なっている部分においては、サンゴの蛍光イメージを得ることが出来ており、生きた卓状サンゴ群体の強い蛍光が確認できる。

このブイ搭載ライダー観測により、竹富島の周囲を約3~5ノットの速度で航行しながら約2時間一周し、航跡に沿ったライン状のサンゴ分布データを得た。ビデオに関しては動画撮影、ライダー観測に関しては5Hz繰り返して画像記録、ソナーに関しては5Hz繰り返して測深値記録を行った後、

DGPS 緯度経度、時刻データと統合した。このときに得られたサンゴ分布データを Fig.4 に示す。背景に、高解像度衛星画像（World View-2）を重ねて表示している。



Fig.3 Examples of the observation results of towed buoy based-fluorescence imaging lidar system (2014.Jan.30).

Left: video data, Right: fluorescence imaging lidar data (flip vertical).

DGPS position: N 24.3234, E 124.1078, time 10:53:48, Sonar depth: 4.82 m.

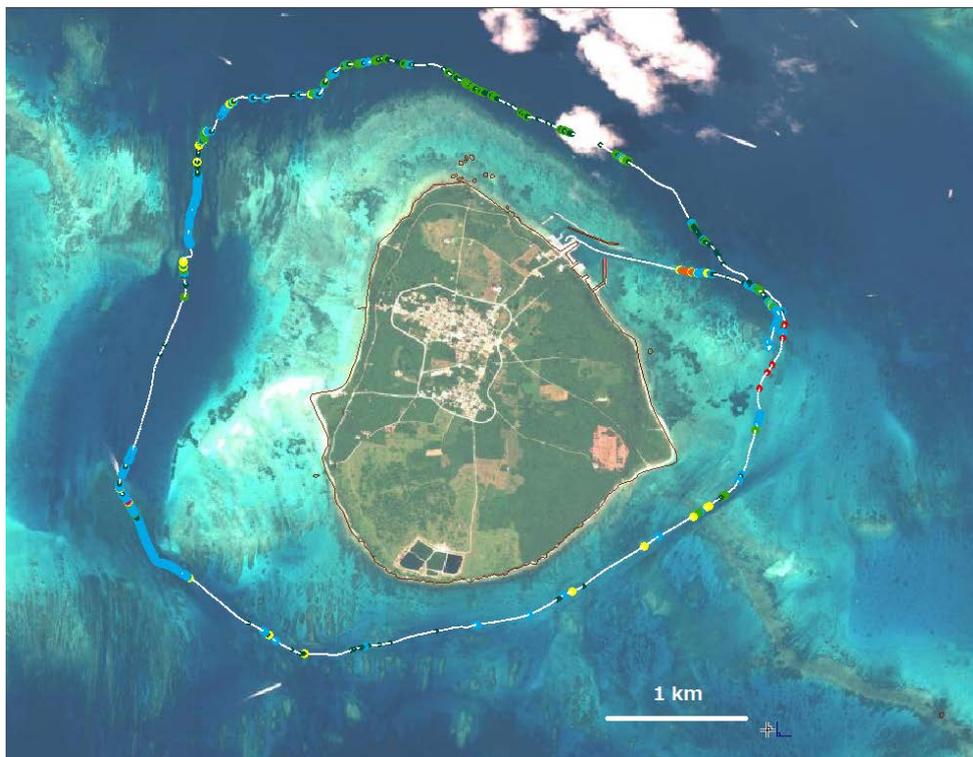


Fig.4 Observation results of the coral distribution by the towed buoy based fluorescence imaging lidar on 2014.Jan.30 with a satellite image (WorldView-2 2011.8.24) in Taketomi island, Okinawa, Japan.

- blue circle: branch type coral, ● green circle: table type coral,
- red circle: dead coral, ● orange circle: dead coral skeleton,
- yellow circle: sand, ● purple circle: seagrass, algae

4. まとめ

サンゴ観測にイメージング蛍光ライダー技術を適用し、昼間でも海上から海底のサンゴ蛍光イメージを撮影する技術を確立した。また、この装置を小型船舶で曳航観測できるように、海上ブイ搭載システムとした。沖縄県八重山郡竹富島周辺海域のサンゴ観測を行い、サンゴ蛍光イメージから、生きたサンゴの分布データが得られることを確認した。

謝辞

本研究は、地球環境保全試験研究費（地球一括計上）により実施しており、関係各位に厚く御礼申し上げます。

参考文献

- 1) IPCC 第5次評価報告書第二作業部会報告書, <http://ipcc-wg2.gov/AR5/report/final-drafts/>.
- 2) P.J.Mumby, et. al., "Remote sensing of coral reefs and their physical environment", Marine Pollution Bulletin 48 (2004) 219-228.
- 3) 篠野雅彦、他、「グラスボート搭載イメージング蛍光ライダーによるサンゴ観測」、日本リモートセンシング学会誌 vol.33 no.5 (2013) 377-389.