

海中・海底環境計測のための船舶搭載型蛍光ライダー Ship-borne Fluorescence Lidar System for Monitoring of Underwater and Bottom Environment

篠野雅彦、田村兼吉、樋富和夫、桐谷伸夫、山之内博、今里元信、松本陽

M. Sasano, K. Tamura, K. Hitomi, N. Kiriya, H. Yamanouchi, M. Imasato and A. Matsumoto

海上技術安全研究所

National Maritime Research Institute

Abstract

We have developed a ship-borne oceanographic fluorescence lidar for observation of marine water quality with a pulsed laser of 355 nm wavelength. An ocean survey has been operated in the coastal sea area by a research vessel. The observation data by the fluorescence lidar is consistent with the CTD sensor data from the sea surface to around 10 m depth, and the lidar observation results show the continuous fluorescent quality change of sea surface water from Tokyo Bay to the open ocean.

Additionally, we are developing a ship-borne fluorescence imaging lidar for surveillance of live coral on the bottom of the sea using coral fluorescent properties.

1. はじめに

海中の植物プランクトンは、栄養塩、日光、水温等の環境条件により、3次元の密度分布を形成する。この海洋プランクトン情報を得るため、人工衛星¹⁾や海洋調査船²⁾等による海中環境計測が行われている。鉛直分布観測に関しては、調査船からCTDセンサーや採水器による観測が行われるが、観測時に停船する必要があるため、広域観測が難しい。蛍光ライダー観測技術を適用すれば、高速航行しながらの3次元観測が可能となり、船舶による海中環境計測を補完すると期待される。

また、熱帯・亜熱帯海域の浅い海底に生息するサンゴは、水温やpH等の海洋環境の変化に脆弱であり、近年のダイバー調査によって、急速な白化・死滅が報告されている³⁾。健全なサンゴは蛍光タンパク質を有するものが多いため⁴⁾、蛍光ライダー観測技術をサンゴ調査に適用すれば、航行する船舶から海底のサンゴの生死を判別でき、広域の海底環境計測に役立つものと期待される。

我々は、波長355 nmのUVパルスレーザーで励起し、波長404 nmの水ラマン散乱光と、波長450 nm付近の蛍光を観測する海洋蛍光ライダーを開発した。さらに現在、海底環境計測機能を付加するため、波長450~550 nm付近の蛍光を観測するイメージング蛍光ライダーの開発を進めている。

2. 海中環境ライダー観測

海洋蛍光ライダーで航行する船舶から海水を観測する際には、Nd:YAGパルスレーザー第3高調波(波長355 nm)を励起波長とし、波長404 nmの水ラマン散乱ライダー信号と、波長450 nmの蛍光ライダー信号の2波長ライダー信号の比をとることで、海面効果等、各ショットでライダー信号が変動する効果を相殺し、空間的にも時間的にも連続観測を可能とする⁵⁾。

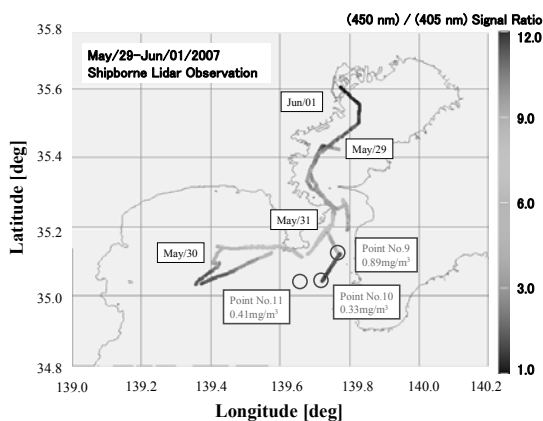


Fig.1 Lightness plot map of integrated lidar signal ratio of fluorescence to water Raman scattering in Tokyo Bay and Sagami Bay area.

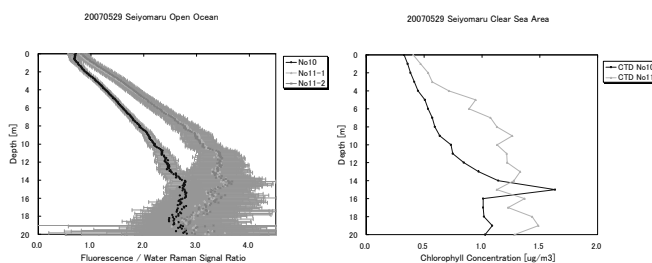


Fig.2 Vertical profile observation by oceanographic fluorescence lidar (left) and CTD sensor (right) (dark plot: observation point No.10, light plot: observation point No.11).

2007年5月、このライダー装置を、東京海洋大学附属海洋調査船「青鷹丸」に搭載し、東京湾および相模湾海域の海水観測を行った。海面表層の蛍光強度比を明度プロットしたものを Fig.1 に示す。湾口において、内湾と外洋の潮目の位置が、海水の蛍光特性の違いとして観測されていること等が確認できる。また、観測地点10のCTD観測と、その直後の蛍光ライダー観測データ、および観測地点11のCTD観測と、その直前および直後の蛍光ライダー観測データを、Fig.2 に示す。2つの観測装置による鉛直分布の観測結果は、深度10m程度まで、傾向が一致していることがわかる。

3. 海底環境ライダー観測

蛍光ライダーをサンゴ観測に適用することにより、海底環境調査に役立てることを目的として、船舶搭載型イメージング蛍光ライダーの開発を進めている。生きたサンゴには GFP (Green Fluorescent Protein) 等、蛍光タンパク質を有するものが多く、波長 355 nm の紫外励起によって波長 450~550 nm 付近に蛍光発光がみられることが多い。一方、死滅し、藻類が付着したサンゴ骨格は、紫外線励起によって緑色蛍光を発光しない。また、一般的にサンゴは水深 0~20m 程度の浅く透明度の高い海域に生息する。このため、光学的なサンゴの生死判別が期待できる。この海底環境計測用ライダーの概念図を Fig.3 に、ライダー装置構成のブロックダイアグラムを Fig.4 に示す。

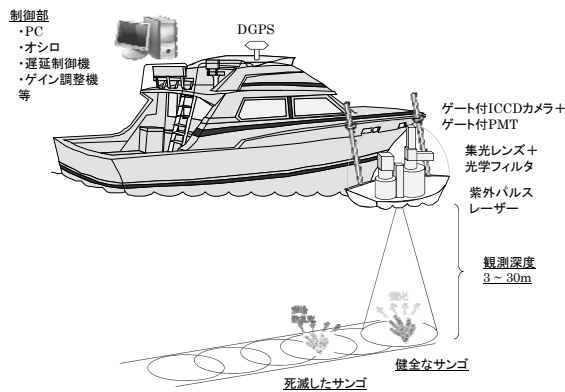


Fig.3 Basic concept of the fluorescence imaging lidar for live coral surveillance

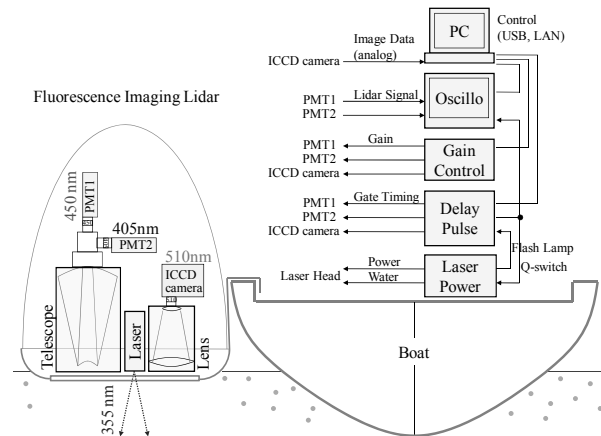


Fig.4 Block schematic diagram of the fluorescence imaging lidar system

4. まとめ

船舶搭載型蛍光ライダー観測により、海水の蛍光性を調べることで、連続水質調査および潮目観測等が可能であることを示した。また、今後、イメージング蛍光ライダーを開発することで、サンゴ生息分布調査等に適用することを予定している。

謝辞 本研究において、文部科学省科学研究費補助金の支援、および環境省地球環境保全研究費の支援に深く感謝いたします。

参考文献

- 1) C.R.McClain et. al., Deep-Sea Research II Vol.51 (2004) 5-42.
- 2) 塩崎拓平 他, 2002 年度海洋気象学会講演集 (2002) 10-13.
- 3) 国際サンゴ礁研究・モニタリングセンター, 平成 16 年度 西表国立公園石西礁湖及び近隣海域におけるサンゴ礁モニタリング調査報告書 (2005).
- 4) N.O.Alieva et.al., PLoS ONE Vol.3 (2008) e2680.
- 5) Sasano et.al., Proc. ILRC24 (2008) 983-986.