

レーザー励起分光計による深海での油観測技術の開発

Development of Oil Observation Technique in Deep-Sea Area by the Laser-Spectrometer

篠野雅彦(海上技術安全研究所)、

平戸遼介(東京海洋大学大学院)

Masahiko Sasano (National Maritime Research Institute)

Ryosuke Hirato (The Graduate School of Marine Science and Technology,

Tokyo University of Marine Science and Technology)

Abstract

A violet CW laser induced spectrometer has been developed for deep-sea research. The oil detection test was operated in the laboratory. The samples of Heavy Fuel Oil and Diesel Oil showed discriminable fluorescence intensities and spectral shapes. The pressure vessel with an observation window was manufactured for 3,000 m depth. This study implies that this system is useful for the in-situ observation of offshore oilfields.

1. はじめに

近年、深海底の掘削技術が向上し、世界中の多くの海域で深海の石油・天然ガス井と海上リグが設置されている。このため、深海底での油類の現場観測技術の重要性が増している。また、2010年のメキシコ湾原油流出事故のような環境問題が発生する可能性もあるため、警戒システムとして深海での油観測技術を発展させることは、将来の海洋エネルギー開発に役立つものと思われる。

海中では電波や赤外線が減衰が激しいため、深海でのレーダーや赤外線カメラの使用は難しい。また、水中音は指向性の維持が難しいため、深海でのソナー観測は、解像度が課題となる。この点、可視光は10m程度以内の水中範囲であれば高解像度の観測が可能である。また、可視光レーザーを用いた観測では、分光観測法の適用により、対象物の性状の遠隔検知が可能である。本研究では、深海用の紫色レーザー励起分光計を開発し、蛍光スペクトル観測による深海での油観測技術を開発した。

2. 燃料油の紫色レーザー励起分光スペクトル観測

油類は励起光に対して蛍光性を示すものが多く、その蛍光特性は油分子の構造に依存する。このため、油種によって異なる蛍光スペクトルを示す。この性質を利用することにより、レーザー励起分光計を用いて、深海において油種情報を得ることが期待できる。また、海水は励起光に対して水ラマン散乱を示すが、分光スペクトルのピークが鋭いため、油蛍光との識別が可能である。

本研究で開発した紫色レーザー励起分光計の写真を Fig.1 右に、仕様を Table 1 に示す。レーザー光は海水中の透過率を考慮して波長 405 nm とした。また、集光に反射望遠鏡を用いており、波長 407 nm 用シャープカットフィルタを通した後、光ファイバケーブルで分光計に導入した。分光計は背面入射 CCD 型を用いており、計測波長範囲は 400~760 nm、波長分解能は約 1.2 nm である。

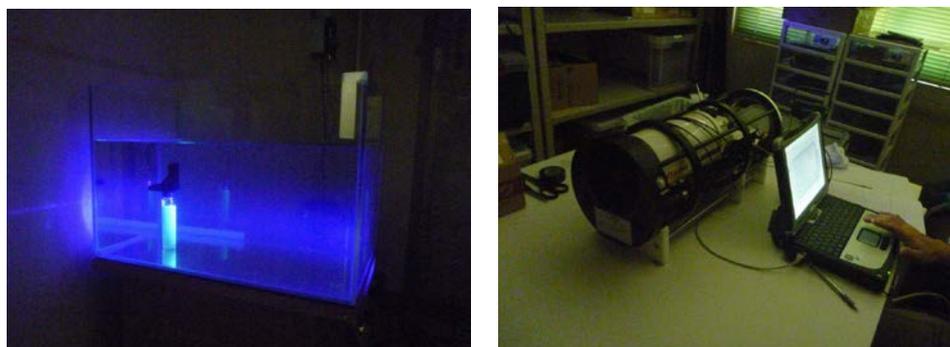


Fig.1 (Left): Sample of Heavy fuel oil in water (target cross-section 2.5 cm * 9.0 cm),
(Right): Prototype of the CW violet laser induced spectrometer.

Table 1 Specifications of the CW violet laser induced spectrometer.

Laser Wavelength	405 nm
Laser Intensity	500 mW * 2
Laser Spread Angle	2-3 mrad (adjustable)
Laser Consumed Power	7.5 V, 4W * 2
Spectrometer Range	400 – 760 nm
Spectrometer Resolution	1.2 nm
Spectrometer Consumed Power	5 V, 2.5 W
Vessel Size	D 26 cm * L 71 cm (Aluminum alloy)
Vessel Observation Window Size	D 19 cm (Acryl)
Maximum Withstand Depth	3,000 m
Weight	42 kg (in Air), -15 kg (in Water)

この観測システムから距離 4 m に水道水で満たしたガラス水槽を設置し、A 重油、軽油、屋外水槽水の 3 種類について、直径 2.5 cm、長さ 9.0 cm の試験管に封入して水槽中に設置し、試験観測用の試料とした。観測時の写真を Fig.1 左に示す。レーザー経路中、水槽ガラス面から試料までの距離は約 40 cm であった。この時の紫色レーザー励起分光計による蛍光スペクトルの観測結果を Fig.2 に示す。観測積分時間は 10 秒とした。励起波長 405 nm において、A 重油の方が軽油よりも蛍光強度が強く、蛍光スペクトルが短波長側に分布していることがわかる。また、475 nm 付近には、水槽中の水道水から発生した水ラマン散乱のピークを確認でき、油蛍光と区別可能であることがわかる。

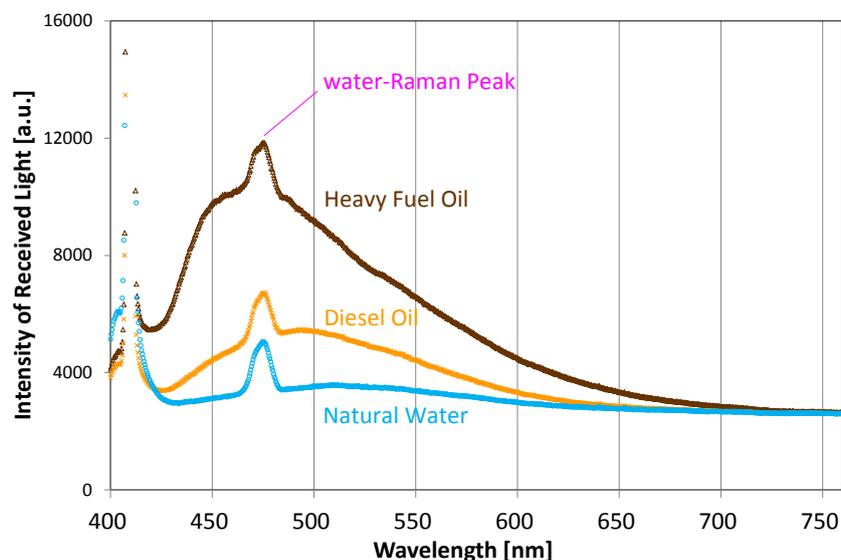


Fig.2 The violet laser induced spectrum of Heavy Fuel Oil, Diesel Oil, and Natural Water. The spectrometer system was set at 4 m from a target, the path-length in water was 40 cm, the target size was 2.5 cm * 9.0 cm, and the integration time was 10 seconds. The peaks at 475 nm in the spectrum are water-Raman signals.

3. 深海調査の準備と今後の展望

深海での油検知のための現場観測技術として、紫色レーザー励起分光計の開発を進め、実験室内での遠隔油種検知試験に成功した。また、水深 3,000m 仕様の観測窓付耐圧容器を製作し、耐圧性能を確認した。今後、深海調査の機会に合わせて現場観測の計画調整をする予定である。

謝辞 本研究は JSPS 科研費 24360365 の助成を受けたものです。