

JFE ADVANTECH TECHNICAL EXPRESS

“有害植物プランクトン”の検出に成功!!

HAI Sensor 特許出願中

JFEアドバンテックでは、有害赤潮の原因となる植物プランクトンが検出できる機器の開発に取り組んできました。有害植物プランクトンの蛍光スペクトルに特異性があることを発見し、有害植物プランクトンを容易かつ迅速に検知できる機器を開発し、実際の海域において、有害植物プランクトンの検出に成功しました。本紙では、測定原理や観測例をご案内いたします。是非ご検討いただきますようお願いいたします。

～開発の経緯～

養殖水産業が盛んな沿岸域では、有害な植物プランクトンが引き起こす赤潮によって、漁業者は養殖魚類の大量斃死など深刻な被害を受けることがあります。

有害植物プランクトンのなかで、カレニア・ミキモトイ (*Karenia mikimotoi*) とシャットネラ・アンティーカ/マリーナ (*Chattnella antiqua / marina*) は (図1参照)、長年にわたり高頻度に多額の漁業被害を発生させており、漁業者は特別な警戒が必要となります。そのため各地の公的な水産研究機関や漁業協同組合などによって継続的な監視が行われ、特に赤潮発生の予兆を検知するための様々な取り組みが行われています。その方法として現場海水から採水したサンプルを検鏡することが一般的ですが、それには多大な労力と時間、熟練度を必要とします。



カレニア・ミキモトイ



シャットネラ・アンティーカ

図1 有害植物プランクトンの代表例



図2 HAIセンサー 写真

弊社では有害植物プランクトンであるカレニア・ミキモトイとシャットネラ・アンティーカ/マリーナの蛍光スペクトルに特異性があることを発見し、その特異性を利用したFSI (蛍光スペクトルのシフトを表現する指標) を求めることで、対象種の検出を可能とするHAIセンサーを開発しました (図2参照)。

HAIセンサーにより有害植物プランクトンの検出を容易かつ迅速に判別できるようになり、有害赤潮に対して早期に対応することや漁業被害が軽減されることが期待されます。

～測定原理～

カレニア・ミキモトイとシャットネラ・アンティーカ/マリーナは他の珪藻および渦鞭毛藻と比べ、波長440 nmの光で励起させた時の相対蛍光強度値（675 nmの蛍光強度に対する相対値）が670 nmでは低く、690 nmでは高くなるという特異性があります（図3参照）。その特異性を利用して蛍光スペクトルのシフトを表現する指標（FSI）を求めることで、海水中のカレニア・ミキモトイとシャットネラ・アンティーカ/マリーナの有無を検出することができます。

$$\text{FSI (Fluorescence spectral Shift Index)} = \frac{690 \text{ nm 蛍光}}{670 \text{ nm 蛍光}}$$

～センサーの開発～

蛍光スペクトルのシフトを評価するには、波長分解能をもった分光器で計測する必要があり、初期のセンサーは分光器を格納していたため、大きく、高価な装置となりました。FSIを設定したことで、2つの波長帯（670 nmと690 nm）における蛍光強度を測定するだけでよくなり、装置の小型化と安価化に成功しました。

次に、培養した植物プランクトンを用いて検出性能を検証しました。その結果、カレニア・ミキモトイとシャットネラ・アンティーカの密度に関わらず、スケルトネマ属よりも高いFSI値を計測できることが確認でき、100 cells/ml以下でも両者を検出できることがわかりました（図4参照）。

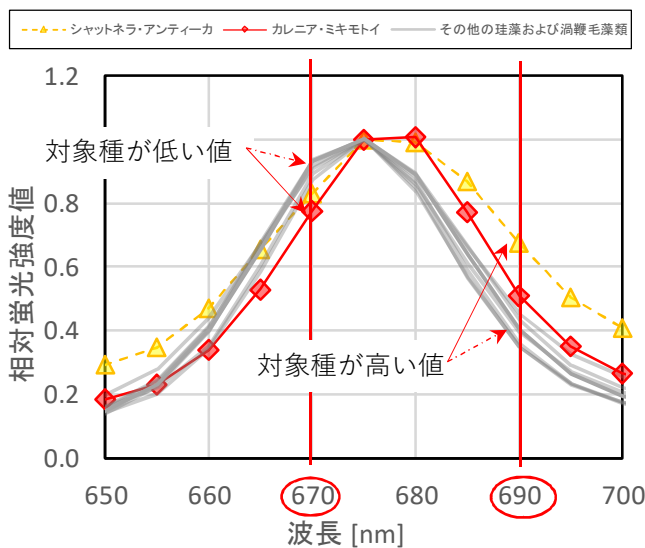


図3 各植物プランクトンの蛍光スペクトル

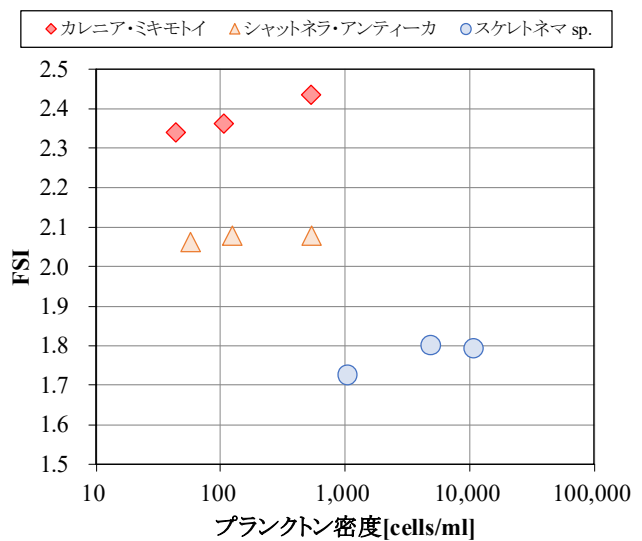


図4 各植物プランクトンのFSI

蛍光スペクトルとは？

植物プランクトンが光合成のために光エネルギーを吸収した際に発する微弱な光をクロロフィル蛍光と言います。蛍光スペクトルは励起光の波長を固定して、任意の波長範囲の蛍光強度を測定したものです。

クロロフィルとは？

植物プランクトンが持つ光合成をする色素のことで、葉緑素とも言います。一般にクロロフィル蛍光値は、海水中の植物プランクトンの存在量の指標として使われています。

※クロロフィル蛍光値では、植物プランクトンの種類はわかりません。

～本機の特徴～

- ① 従来のクロロフィル計では特定が不可能であった有害種（カレニア・ミキモトイ、シャットネラ・アンティーカ/マリーナ）の有無を**独自の指標(FSI)**で検知可能
- ② 深度センサーを装備し、鉛直測定によって有害種の発生層を**検知可能**
- ③ 同時に水温、クロロフィルの鉛直観測が可能
- ④ 生物付着防止用ワイパーを装備した機種により、テレメーター用センサーとして長期設置利用が可能

～観測例①～

カレニア・ミキモトイの発生が問題となっている海域でのFSIの鉛直プロファイル結果と閾値を1.95とし（推奨は1.9～2.0）カレニア・ミキモトイの有無を判別した結果、さらに採水した海水を光学顕微鏡により種組成分析を行った観測例を示します。5, 5.5, 9.5 m層において、FSIの鉛直プロファイル値は閾値を超えており（図5参照），また、同水深において、種組成分析結果よりカレニア・ミキモトイの存在が確認されています（図6参照）。これにより、有害プランクトン検出センサーにより、カレニア・ミキモトイの出現をとらえることができました。一方、他種の植物プランクトンが1,000 cells/ml程度存在していても、FSIは1.95未満という低い値を維持しており、有害種の存在有無でFSIが変化することが現場海域においても確認できました。

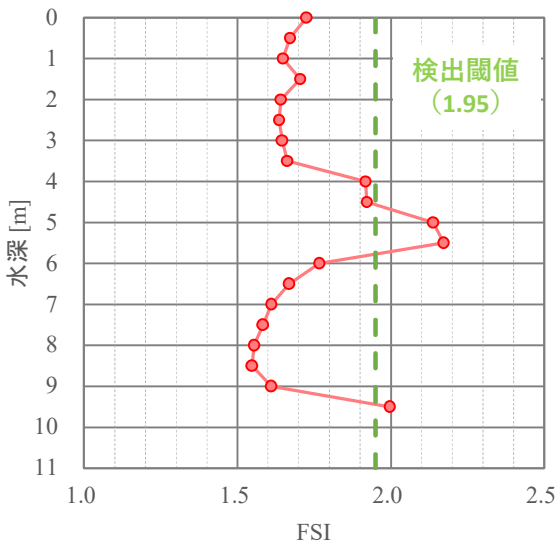


図5 FSIの鉛直プロファイルデータ

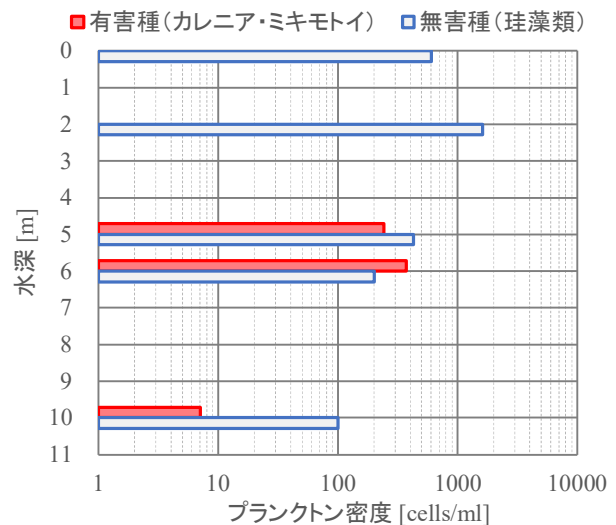


図6 カレニア・ミキモトイの検鏡観察結果

センサー仕様

測定項目	深度	水温	クロロフィル	FSI
センサータイプ	半導体圧力	サーミスター	蛍光測定	蛍光強度比測定
測定範囲	0～0.5MPa (0～50m相当)	-3～45℃	0～400ppb (ウラニン基準)	—
精度	非直線性±0.1%FS 再現性±0.3%FS	±0.02℃ (3～31℃)	非直線性±1%FS (0～200ppb)	再現性±0.05 (0～200ppb)
耐圧性能	水深50m相当			
寸法	約φ70mm×176mm（ケーブル部除く）			
質量	空中約0.8kg, 水中約0.4kg（ケーブル部除く）			
ケーブル長	30m（最大50m）			

～観測例②～

テレメーターを利用し、FSIデータを連続モニタリングした事例を紹介します。

植物プランクトンは対数的に急激に増殖するため、赤潮監視では増殖初期を検知することが重要であり、そのためには30分～数時間の頻度で観測を行う必要があります。そこでHAIセンサーの有効性を確認するために、生物付着を防止するためのワイパーを取り付け（図7参照）、テレメーター装置に接続することで、長期係留可能な連続モニタリングシステムを作成しました（図8参照）。HAIセンサーを中層と底層に配置し、15分間隔で連続観測を実施しました。

採水分析による検鏡結果から、8月9日に水深6 mでカレニア・ミキモトイが27 cells/ml存在していましたが、その時のセンサー中層のFSI値は前述の検出閾値（1.95）を超えておりました（図9）。なお、閾値以下の時に行った検鏡では、カレニア・ミキモトイは確認されませんでした。

自動連続観測によって、カレニア・ミキモトイを低密度から検知できることが確認され、本機による連続観測の有効性が示唆されました。



図7 HAIセンサー面写真

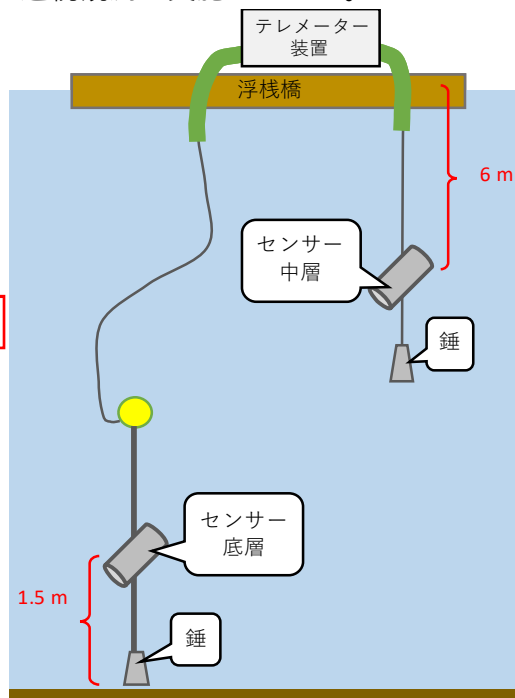


図8 連続観測システム

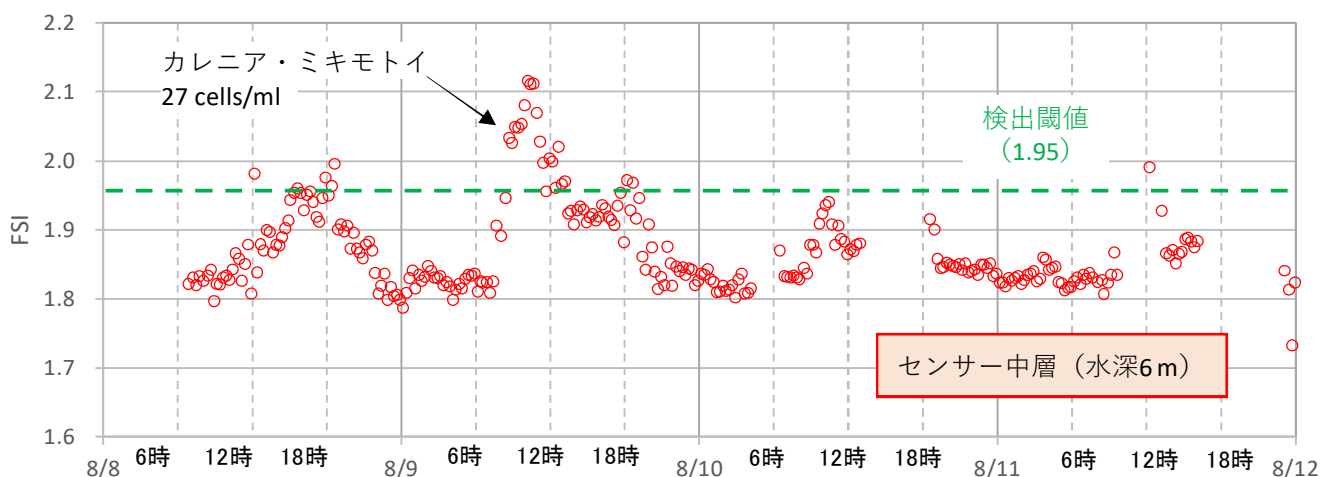


図9 FSI長期連続モニタリング試験結果



JFE アドバンテック 株式会社

JFE

本社：〒663-8202 兵庫県西宮市高畑町3番48号
 東京支社：〒111-0051 東京都台東区蔵前2-17-4 (JFE蔵前ビル2F)
 東北支店：〒980-0811 宮城県仙台市青葉区一番町1-3-1 (TMビル2F)

URL: <https://www.jfe-advantech.co.jp/>

販売代理店