

Point

近年、日本沿岸域における漁獲量の減少が問題となっています。原因の一つとして貧栄養化が挙げられており、変化が大きい栄養塩の詳細な動態を把握する技術が求められています。当社で取り組んでいる新たな栄養塩の測定技術である硝酸塩の連続観測技術を紹介します。

豊かな海を保持するための栄養塩の連続観測

名古屋支店 環境調査・化学部 小川 竜平、高辻 裕史、一柳 昌史、名古屋支店 環境技術・生態部 生駒 歩、環境創造研究所 生物部門 風間 崇宏

はじめに

栄養塩とは、植物プランクトンや植物が生育するために必要な物質で、窒素、リン、ケイ素および微量金属類のことを指します。栄養塩が海や湖沼で過剰になると、植物プランクトンの大量発生による赤潮などの問題を引き起こします(富栄養化)。一方、栄養塩が不足すると、生物の生産性が低下します(貧栄養化)。

近年、日本沿岸で漁獲量の減少や漁獲物の品質の低下が確認されています(例 瀬戸内海:ノリ、イカナゴ、浜名湖:アサリ、クルマエビ、伊勢湾:ノリ、アサリ、イカナゴ)。さまざまな原因が考えられますが、貧栄養化による栄養・餌不足との関連が研究者の間で注目されています。栄養塩と生物生産の関係性を捉え、適切な栄養塩濃度を議論するためには、栄養塩を連続的かつ定量的に測定して、詳細な動態を把握する必要があります。

連続観測技術

(1)一般的な水質分析と連続観測

水質分析には、採水した水を室内で分析する採水分析と連続観測があります。連続観測とは現地に測定機器を設置し、長期間(数時間～数か月単位)の水質を一定間隔(数秒～数時間単位)で連続して測定する技術です。採水分析では採水したタイミングの測定値しか得られないのに対し、連続観測では降雨や潮汐等による経時的な水質の変動や、採水作業が難しい荒天時の水質も把握することができます。

水温、電気伝導度(塩分)、溶存酸素量、濁度、蛍光強度(クロロフィルa)、光量、流向流速等の項目は、機器測定技術が確立され、連続観測が汎用化されています。

(2)栄養塩の連続観測

栄養塩に関しては採水分析が一般的でした。硝酸塩は海水に溶存する窒素の代表的な化合物です。近年、硝酸塩の紫外域における分光特性を利用した測定技術の開発と製品化が進み、国内の水産試験場等の研究機関や大学で導入されています。当社でも硝酸塩計SUNA V2(SEA-BIRD SCIENTIFIC社製)を民間企業で初めて導入しました(図1)。

材質	チタン
耐深度	500m(標準)、100m(ワイパー付)
重さ(空中)	3.9kg(標準)、4.8kg(ワイパー付)
大きさ(寸法)	624mm×φ63mm(標準)
確度	測定値20μM未満:2μM(0.028mgN/L) 測定値20μM以上:読取値の±10%
濁度操作レンジ	0~625NTU
精度(3σにおける)	0.3μM
検出限界	0.3μM
ランプ時間1時間ごとのドリフト	<0.3μM
波長レンジ	190~370nm
ランプの種類	連続波、重水素ランプ
ランプの寿命	900時間

図1 硝酸塩計SUNA V2の仕様

SUNA V2は、幅広い環境条件で硝酸塩(ここでは硝酸態窒素と亜硝酸態窒素の合算値)を高精度で測定することができ、軽量でさまざまな環境で設置することが可能です。使用にあたっては、下記に注意する必要があります。

- ・生物が付着すると測定精度が低下するため、長期間の設置時には対策が必要
- ・CDOM(有色溶存有機物)や濁りの影響を受けて高い値を示すことがあるため、採水分析による値との比較、補正が必要

SUNA V2を使用した連続観測によって硝酸塩の変動を把握するとともに、他の水質項目の連続観測を同時に行つて関係性を把握する取り組みを行いました。

硝酸塩の連続観測の事例

(1)浜名湖における事例

浜名湖は静岡県浜松市と湖西市にまたがり、遠州灘とつながる汽水湖です。アサリやクルマエビ、カキ等を対象とした漁業が盛んに行われていますが、近年はアサリの不漁が特に深刻な状況です。浜名湖の主要なアサリ漁場にSUNA V2と水温・塩分計を設置し、2021年11月20日の7時00分から12時40分まで10分間隔で連続観測を実施しました。結果を図2に示します。

硝酸塩は約6時間の観測において、最小値と最大値で10倍程度の変動が確認されました。また、水温・塩分と硝酸塩の間には反比例の関係が確認されました。9時以降の下げ潮から干潮の時間帯に、より栄養塩が豊富な河川水の影響を受け、硝酸塩が高くなったことが推測されます。

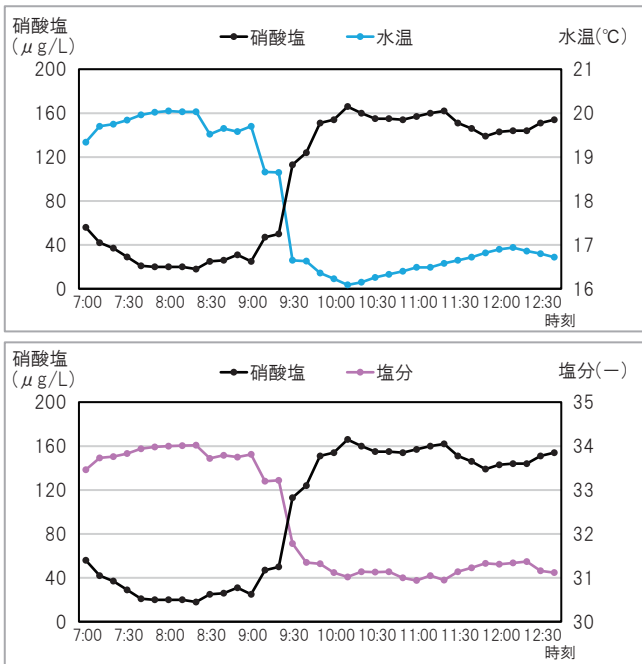


図2 浜名湖における観測結果
(硝酸塩と水温・塩分の関係、測定深度0.5m)

(2)伊勢湾における事例

海岸線が愛知県と三重県に囲まれる伊勢湾では、豊富な水産資源を利用した漁業が広く行われていますが、ノリ、アサリ、イカナゴの漁獲量の減少や漁獲物の品質の低下が問題となっています。特にノリ養殖では栄養塩の影響が重要視されています。2022年2月24日から3月10日まで伊勢湾の湾央付近にSUNA V2を設置し、30分間隔で硝酸塩の連続観測を実施しました(写真1)。また、塩分と、植物プランクトン量の指標となるクロロフィルaの連続測定を同時に実施しました。結果を図3に示します。

浜名湖の観測結果と同様、硝酸塩は1日のなかで大きく変動していました。また、硝酸塩と塩分・クロロフィルaは

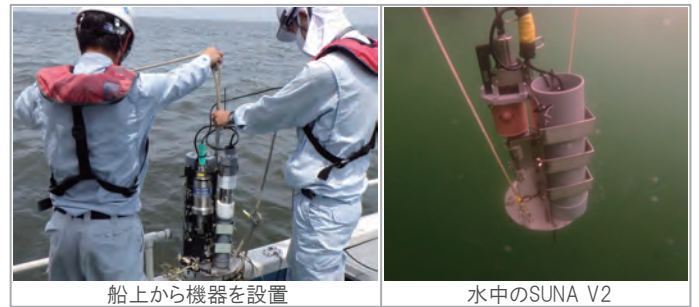


写真1 伊勢湾の調査風景

反比例の関係にある傾向が確認されました。潮汐等の影響もあり一概に判断はできませんが、硝酸塩とクロロフィルaとの反比例の関係については、栄養塩を消費して植物プランクトンが増殖する実態を捉えている可能性があります。浜名湖における観測結果とともに、このような水質の変動や一次生産との関係性が把握できたことは、連続観測による大きな成果と考えられます。

おわりに

SUNA V2を使用した連続観測を実施することにより、従来の採水分析だけではわからなかった経時的な変動や他項目との関係を捉えることができ、水域の状況を把握できる結果が得られたと考えられます。

このような観測結果の知見の蓄積により、貧栄養化している海を改善し、豊かな海を保持するための栄養塩濃度の具体的な検討に繋がり、実際の改善施策にも寄与することが期待されます。

また、今回は水産分野での活用を紹介しましたが、本技術はシミュレーション予測の精度向上や排水モニタリングといったさまざまな分野で活用できると考えられます。そのため、お客様のニーズに沿った本技術の適用方法をご提案してまいります。

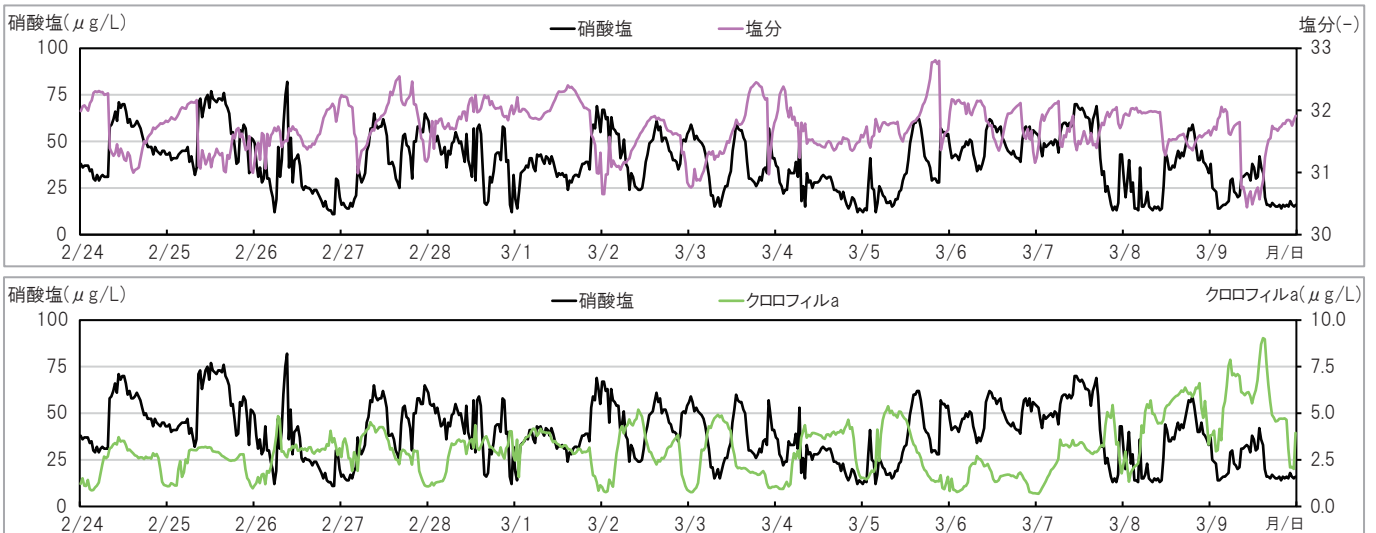


図3 伊勢湾における観測結果(硝酸塩と塩分・クロロフィルaの関係、測定深度2m)