

共同利用研究集会

「赤潮の予測に向けた観測とモデリング」

"Workshop on Observation and Modeling of Red Tide Towards Prediction "

研究代表者 石坂丞二 (名大宇宙地球環境研究所)

1. 目的と開催経過

赤潮や有害藻類ブルームは、1970年代から日本沿岸域で漁業被害を多く起こしてきた。最近では栄養塩の総量規制等によって、これまで多く発生していた瀬戸内海東部や伊勢湾等では減少しつつあるといわれている。しかし、瀬戸内海西部や有明海ではむしろ最近被害が増加している。赤潮の漁業被害を軽減するためには、予測が不可欠であるが、現状ではまだ予測は困難である。そこで、ここでは赤潮の予測を行うためには、今後どのようなモニタリングとモデルが必要であるか議論したい。

出席者は、名古屋大学2名、愛媛大学3名、鹿児島大学1名、瀬戸内水研2名、長崎水試2名、JAMSTEC1名、国立環境研1名、愛知県水試1名であった。また、山本佳奈(長崎水試)、平江 想(長崎水試)、紫加田知幸(瀬戸内水研)、鬼塚剛(瀬戸内水研)、庄野 宏(鹿児島大学)、横山亜紀子(環境研)、石坂丞二(名古屋大学)、大石 俊(名古屋大学)、森本昭彦(愛媛大学)、美山透(JAMSTEC)の10名から話題提供があった。

2. 研究集会の概要

日時：2019年1月17日(木)・18日(金)

場所：愛媛大学沿岸環境科学研究センター総合研究棟 I

まず大石は、静止衛星「ひまわり8号」の海面水温データおよびSMOSやSMAPの衛星海面塩分を利用した、9km解像度の西部太平洋と3km解像度の東南アジア域における高解像度海洋同化システムについて紹介した。特に台風の通過に伴う水温低下や河川流入に伴う低塩分水の移流などが再現されていた。今後WESTPACなどでのモデル出力の利用が期待された。

石坂は、夏の有明海での過去のMODISデータと現場の記録の比較により、*Skeletonema* spp. と *Chatonella* spp.の赤潮について分離する方法について提案した。また、タイ湾奥部の *Noctiluca scintillans* に *Pedinomonas noctilucae* が共生したいわゆる緑夜光虫と、*Ceratium furca*の現場スペクトルを比較し、衛星による判別の可能性について議論した。また2017年末に打ち上げられた日本の衛星GCOM-C(しきさい)のデータが2018年末から公開され、今後の利用が期待されることを紹介した。

山本は、佐世保湾における *Heterosigma akashio*, *Karenia mikimotoi*, *Chattonella* spp. の出現状況と環境特性について発表した。それぞれの種類は出現の水温だけでなく、出現する年も異なっており、*H. akashio* は 4, 5 月の日照時間、*K. mikimotoi* は珪藻や *Prorocentrum* spp. との競合、*Chattonella* spp. はシストの存在の有無などが、年による変化の要因として考えられた。

平江は、2018 年夏季に伊万里湾で発生した *K. mikimotoi* 赤潮とガイドラインに基づいた対策の実施に関して発表した。2018 年は 6 月初旬から湾東部で確認され、6 月中旬には東部で高密度化した。7 月初旬の降水の後に、湾西部で広域かつ高密度化し、8 月まで続いた。対策としては、中層散布機でマグネシウム製剤散布を試み、中層赤潮の減少を確認している。

紫加田は、*K. mikimotoi* 赤潮の衰退要因に関して検討した結果を発表した。2006 年から 2017 年の宇和島湾のデータでは、日射時間が短いほど、最高細胞密度が高くなり、低い光量に適応し、さらに鉛直移動で最適な場所に移動する。一方で、栄養塩枯渇などの要因で鉛直移動を停止することが認められ、これが衰退につながるが多いと考えられた。

鬼塚は、宇和島湾における *K. mikimotoi* の観測とモデリングに関して紹介した。2018 年も梅雨時期の天気の良い時に湾奥で増加、広域化して梅雨明けぐらいから衰退している。一方で、7 月に入ってから西日本豪雨後に、湾内では少し減少し、湾外で広がった。生物モデルでは、*K. mikimotoi* に関しては時間を決め強光を避けるように鉛直移動させ、一方珪藻は沈降速度を与えることによって、ある程度はそれぞれの変動を再現できたが、特に *K. mikimotoi* の鉛直移動が遅くなるどころが再現できず、今後衰退時のモデル化が必要であると考えられた。また *K. mikimotoi* が本当に鉛直移動で底層まで行くことで栄養塩を獲得しているのかも検証が必要であると考えられた。

庄野は、1998 年から 1918 年の 7-9 月に八代海で起きて大きな被害を与えた *Chattonella antica* 赤潮に関して、気象条件を説明変数、経過日数と被害金額を応答関数として機械学習で予測を試みた。その結果、要因を分析できる Elastic Net ではかなり良い精度で予測が可能であり、さらに要因は分析できないが Deep Learning では経過日数、被害金額ともに、ほぼ完璧に予測が可能であった。因果関係はわからないが機械学習で予測ができれば、現業として大きなメリットとなり、今後の一つの方向性となると考えられた。

横山は、冬季の瀬戸内海の珪藻群集が、小型の *Skeletonema* spp. から大型の *Eucampia zodiacus* に変遷する現象について、*E. zodiacus* の培養実験で得た生理パラメータを *Skeletonema* spp. の生理パラメータと比較した。その結果、播磨灘における優占種交代には、栄養塩だけではなく、光量や水温も大きな影響を与えている可能性が示唆された。しかし、現状ではまだ低温下での増殖応答のデータや、さらに減衰応答のデータが足りないことが議論された。

森本は、2018 年 6-7 月の西日本豪雨後に宇和海沿岸の *K. mikimotoi* 赤潮が消失した時に、豪雨のあと 1 週間後ぐらいに広域（豊後水道全体）で急激に水温が低下したことに着目

し、多層水温計データを解析した。その結果、豪雨前から底入り潮が流入しており、豪雨で表面水が低塩分化することで密度差が大きくなり、底入り潮が強化され、大潮で混合が進むことで、上層まで低温化したことが明らかとなった。

美山は、海況予測モデルの新展開として、最近の海況予測モデルの進展についてまとめた。海洋や気象のためだけでなく、赤潮予測を含めた水産業界や海運業界などからの要請も多くなり、またひまわり 8 号やしきさいなどの衛星データの充実から、沿岸を含めた毎日のデータが期待されるようになってきた。JAMSTEC/JAXA では、JCOPE-T DA で 3 km 解像度のデータを毎日公開している。また、笹川平和財団の海洋危機 watch では海洋酸性化のモデルも公開している。

以上のように、今年度もリモートセンシング、生理生態、モデリングなど様々な観点から赤潮の予察に関して議論した。本研究集会に参加している複数の研究機関の共同研究によって、*K. mikimotoi* 赤潮を中心にその増殖・衰退のメカニズムが明らかになってきている。また、機械学習のような新しい手法を取り入れることによって、実利用の観点でも新しい方向が出てくることが期待された。

平成 30 年度愛媛大学沿岸環境科学研究センター共同利用研究集会

「赤潮の予測に向けた観測とモデリング」

日時：平成 31 年 1 月 17・18 日

場所：愛媛大学沿岸環境科学研究センター総合研究棟 I

17 日 13:00 – 17:00

・趣旨説明 石坂

・西部太平洋・東南アジア域における高解像度海洋同化システムの構築 大石俊(名大 ISEE)・日原勉(JAMSTEC/APL)・相木秀則・石坂丞二(名大 ISEE)・宮澤泰正(JAMSTEC/APL)・可知美佐子(JAXA/EORC)

・海色リモートセンシングによる有明海及びタイ湾の赤潮の分類群の可能性 石坂丞二(名大 ISEE)・Feng Chi(名大院環)・Jutarak Luang-on(名大院環)

・佐世保湾における有害赤潮鞭毛藻 *Heterosigma akashiwo*, *Karenia mikimotoi* および *Chattonella* spp. の出現状況と環境特性 山本佳奈・平江 想・山砥稔文(長崎水試)・小池一彦(広島大)

・2018 年夏季に伊万里湾で発生した *Karenia mikimotoi* 赤潮とガイドラインに基づいた対策実施について 平江想・山本佳奈・山砥稔文(長崎水試)・青木 一弘(中央水研)

・*Karenia mikimotoi* 赤潮の衰退要因 紫加田知幸・鬼塚剛・北辻さほ・中山奈津子(水産機構瀬水研)・湯浅光貴・西山佳孝(埼大院理工)・井口大輝・宮村和良(大分水研)

・休憩

・宇和島湾における有害渦鞭毛藻 *Karenia mikimotoi* の観測とモデリング 鬼塚剛(水産機構瀬水研)・吉江直樹(愛媛大沿岸セ)・平井真紀子・鈴川健二(愛媛水研セ)・外丸裕司・坂本節子・阿部和雄(水産機構瀬水研)

・討論

18 日 9:30 – 12:00

・気象データに基づく八代海の赤潮発生予測 庄野 宏(鹿児島大)・西 広海・高杉 朋孝・宮田 翔也・森島 義明(鹿児島水技セ)

・冬季植物プランクトン相の遷移機構解明に向けた環境要因に対する増殖応答性の検討 横山亜紀子・越川海(環境研)

・2018 年西日本豪雨後の豊後水道の低温下 森本昭彦・亀田まひろ・武岡英隆(愛媛大)・平井真紀子(愛媛県水研センター)・中尾拓貴(大分研農水研センター)

・海況予測モデルの新展開 美山透(JAMSTEC/APL)

・総合討論