

6ZJ-05

機械学習と潮流シミュレーションによる瀬戸内海での赤潮発生予測手法の提案

氏名 金地 琳太郎[†], 村上 幸一[‡], 柳川 竜一[§], 齋藤 壮志[‡], 土井 大地[‡]

所属 香川高等専門学校創造工学専攻 電気情報工学科 建設環境工学科

1. はじめに

瀬戸内海では、ハマチやタイなどの養殖業が盛んである。しかし、赤潮が発生すると多くの魚が死滅し養殖業にとって大きな損失が生じる。図1に示す瀬戸内海漁業調整事務所の報告[1]によると、赤潮の発生件数自体は近年、1年あたり100件を切っているが、漁業被害件数は、横ばいとなっている。また、最新のデータである令和2年度の瀬戸内海の漁業被害額は、約六千万円となっている。

そこで本研究では、この問題に対処するために、機械学習と潮流シミュレーションによる赤潮発生予測手法について提案する。まず、学習用の入力データとして過去の気象情報を収集した。気象情報として、水温、塩分濃度、日射量を使用した。出力データには図2に示す海域である燧灘（ひうちなだ）でのChl.aの値を用いた。ここで、Chl.aとは、水中に含まれる藻類の存在量の指標であるため、赤潮の発生量を表す指標ともいえる。これらデータをクラス分類のモデルに適用させて、どのような条件で赤潮が発生するのかをランダムフォレストを用いて2つのクラスに分類した。

2. 赤潮で魚が死滅するメカニズム

まず赤潮とは、植物プランクトンが水面近くで大量に発生する現象のことを指す。赤潮が水面を覆うと、下層には日が当たらずに植物プランクトンが光合成をできなくなってしまう。その結果、中層以下の層で

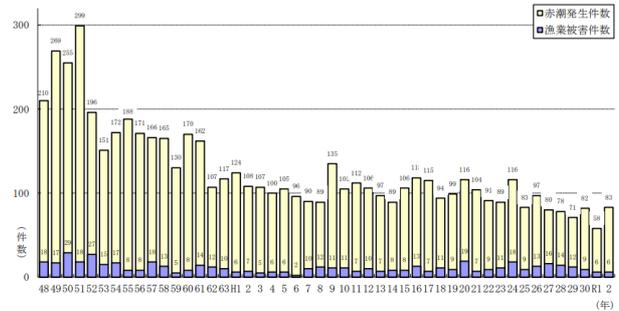


図1 瀬戸内海の赤潮発生状況[1]



図2 燧灘の場所

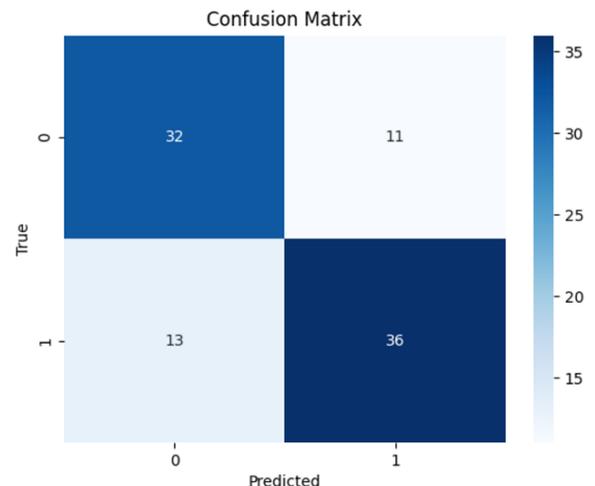


図3 クラス分類を行った結果

酸素が作られなくなってしまう、魚が酸欠で死んでしまう。赤潮の死骸が海底に沈むとその赤潮を分解するためにも酸素を消費し、その結果さらに海底での貧酸素化が進んでしまう。また、その海底に沈んだ赤潮の死骸が魚のエラにつまることでも魚は呼吸困難に陥り、

Proposal of a Prediction Method for Red Tide Outbreak in the Seto Inland Sea Using Machine Learning and Tidal Current Simulation

Kanaji Rinntarou · National Institute of Technology Kagawa College

Murakami Yukikazu · National Institute of Technology Kagawa College

Yanagawa Ryuichi · National Institute of Technology Kagawa College

Saitou Soushi · National Institute of Technology Kagawa College

Doi Daichi · National Institute of Technology Kagawa College

死滅してしまう。

3. 赤潮の発生要因

赤潮の発生要因として、主に日射量、塩分濃度、水温、潮流速度が考えられる。日射量が多いほど、塩分濃度は高いほど、水温は高いほど、潮流速度は遅いほど赤潮は発生しやすくなるとされている。また、赤潮は植物プランクトンの集合であるため、窒素やリンといった栄養価が高い海域で太陽が強く照っているほど発生しやすくなる。

基本的に窒素やリンといった栄養価の高い海域は、川から豊富な栄養が流れ込んだ海域であり、塩分濃度が比較的低下する傾向がある。そのため栄養の豊かな海域では塩分濃度が低い可能性が高い。

4. ランダムフォレストについて

ランダムフォレストとは、複数の決定木を組み合わせて分類や回帰に使える機械学習の手法である。本実験では Python のライブラリである scikit-learn で用意されている RandomForestClassifier を用いてクラス分類を行った。

5. 実験データ

実験データとして、塩分濃度、水温と日射量、酸素濃度と、その条件の時の Chl. a の値を用いた。

塩分濃度、水温、酸素濃度、Chl. a の値は、瀬戸内海総合水質調査ホームページ[2]から2000-2022年の、燧灘（ひうちなだ）のデータを使用した。また、その2000-2022年までの日射量のデータは、気象庁のホームページ[3]から、香川県高松市の日合計全日射量を一日ごとに取得し、使用した。今回は、潮流速度のデータを用いずに学習を行ったが、今後は、潮流速度のデータを加えて学習を行う予定である。

6. 学習方法

914個ある約20年分の燧灘の赤潮の学習データにおいて、その10%である92個のデータをテストデータとして使用した。また、2値分類としてクラス0と、クラス1に分ける際のChl. aの値の閾値は、「1」とした。

7. 結果

予測を行った結果を図3の混合マトリックスに示す。クラス0と予測して、本当にクラス0だった割合は、45分の32で、精度は約71%、クラス1と予測して本当にクラス1だった割合は、47分の36で、精度は約77%であった。もしランダムにクラス分類を行った

場合、期待値は50%になることから、本実験で行ったクラス分類では、データの特徴量を的確にとらえた学習が行われていることが分かる。

8. 今後の課題

今回の研究では、赤潮の発生度合をクラス分類によって分けることができたが、今後は未来の赤潮の発生度合を推定するために、LSTM もしくは、他の時系列の学習機構を用いて、予測を行いたい。

しかし、学習データの欠損値の多さが課題となる。そこで、本研究で行ったクラス分類では、特徴量をとらえた学習が行えていたことから、学習データの説明変数に時系列の学習アルゴリズムを用いた後に、本研究で行ったクラス分類を適用させることで、今後の赤潮の発生度合を推定できると考えた。例えば、水温や、日射量は、季節や時刻による変動が周期的で、時系列での予測が容易である。それらの説明変数の予測データを用いた後にクラス分類を行うということである。

本実験では香川県の燧灘のみで、潮流速度のデータは使用せず学習を行ったが、今後は海域を広げ、潮流速度も学習材料に取り入れて赤潮の発生を予測したい。

参考資料

[1] 水産庁, 瀬戸内海漁業庁瀬事務所, 令和3年5月, 「瀬戸内海の赤潮」, (令和5年11月2日取得, https://www.jfa.maff.go.jp/setouti/akasio/gepou/pdf/2020_R02_nenpou.pdf)

[2] 国土交通省, 「瀬戸内海総合水質調査」, 瀬戸内海総合水質調査ホームページ, (令和5年11月21日取得, <https://www.pa.cgr.mlit.go.jp/suishitu/index.html>)

[3] 気象庁, 毎日更新, 「過去の気象データ・ダウンロード」, (令和5年11月21日取得, <https://www.data.jma.go.jp/gmd/risk/obsd1/>)