

# AI による有明海の一級河川の水温評価モデル構築の試み

九州大学大学院 学生会員 ○原口菜奈子 九州大学大学院 学生会員 田所壮也  
九州大学大学院 フェロー 矢野真一郎

## 1. 目的

近年、気候変動による環境異変が疑われる現象が数多く見られている。例えば、公共用水域の多くで水温の上昇傾向 [環境省, 2013] や、平均気温の上昇、ならびに海洋の水温上昇 [IPCC, 2013] が報告されている。地球温暖化の進行に伴い懸念されるのが河川水温の上昇である。沿岸の淡水影響域に与える河川水温上昇の影響が懸念されるが、これについて着目した研究はほとんどない。

田所ら(2018) は、我が国を代表する閉鎖的内湾である有明海を対象とし、温暖化が進行した場合に想定される気温・河川水温・海水温の上昇が与える水環境への影響評価を疑似温暖化実験により行った。水温構造変化によって密度成層構造の変化が起こり、成層が強化されることに起因する貧酸素水塊の消長に与える影響について着目した影響評価を試みている。

本研究では評価に用いた河川水温変化予測について着目し、気温以外の要素の影響を加えて評価することに焦点を当て、人工知能 AI による河川水温評価モデルの構築を試みた。モデルを構築することで、河川水温が物理モデルを使わずに気象モデルの予測結果から容易に予測できるようになり、地球温暖化による環境への様々な影響の評価がより正確になると期待できる。

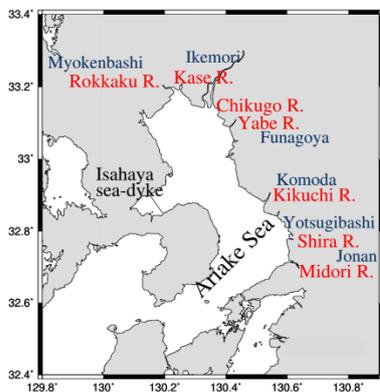


図-1 対象とする河川と水温測定位置

## 2. 研究内容

### (1) 対象河川

対象とする河川は有明海に流入する主要な一級河川である、筑後川・六角川・嘉瀬川・矢部川・菊池川・白川・緑川である。筑後川以外の河川において連続水温データを取得するため、小型メモリ式水温計 (ホボウォーターテンプ Pro, オンセット社製) を設置した。測定は毎正時に行った。測定地点は国土交通省管理の流量観測所のうち、感潮域を除いて河口に最も近い場所を選定した。図-1 に各河川における測定位置を示す。ただし観測当初 (2015 年 8 月)、菊池川の観測地点 (玉名) のみ感潮域に設定したため、2015 年 12 月以降は上流の菰田地点に変更している。

学習データとして気温、河川流量、降水量、全天日射量の毎正時データを用いた解析を行う。気温、降水量は河川水温観測地点から最寄りの気象庁アメダス観測点のものを、全天日射量は測定されているアメダス観測点のうち水温測定地点に最寄りの地点を選定した。河川流量については観測所のデータを国交省水文水質データベースより入手している。表-1 にデータを使用した観測所の地点名を河川毎にまとめている。

### (2) 解析方法

統計解析ソフト R (Ver.3.5.1) のニューラルネットワーク

表-1 各河川におけるデータ利用地点一覧

| 河川名 | 気温・降水量 | 日射量 | 流量  |
|-----|--------|-----|-----|
| 六角川 | 白石     | 佐賀  | 妙見橋 |
| 嘉瀬川 | 佐賀     | 佐賀  | 池森  |
| 矢部川 | 久留米    | 佐賀  | 船小屋 |
| 緑川  | 熊本     | 熊本  | 城南  |
| 菊池川 | 岱明     | 熊本  | 菰田  |
| 白川  | 熊本     | 熊本  | 代継橋 |
| 筑後川 | 久留米    | 佐賀  | 久留米 |

キーワード：気候変動，河川水温，AI，深層学習，ニューラルネットワーク

連絡先：〒819-0395 福岡市西区元岡 744 九州大学 W2 号館 1013 号室 TEL：092-802-3412

ーク (neuralnet関数を利用) を用い、河川水温を目的変数とし、気温・河川流量・降水量・全天日射量を説明変数として学習させ、予測モデルを作成した。学習データは2016年の1年間のデータを用いた。

### 3. 結果

ここでは紙幅の関係で筑後川の結果のみを示す。説明変数の組み合わせを変えた評価も行っているが、ここでは4つの変数全てを使用した場合と、気温・降水量を使用した場合についての結果を示す。

図-2 に1年分の全データを学習させたモデルによる予測値と実測値(学習データ)の時系列図を示す。予測値のうち灰色線が気温と降水量のみを用いたもの、赤線は全4要素を用いたものである。全要素を用いた予測値と観測値を比較したところ、相関係数  $R=0.980$ 、誤差  $RMSE=2.05^{\circ}C$  であり、高い予測精度を持っていることが分かった。気温・降水量のみを使用したモデルとの比較では、 $R=0.976$ 、 $RMSE=2.49^{\circ}C$  であった。しかしながら、予測は日変動が大きく出ているなどの問題がある。図-3 にそれぞれを24時間異動平均した比較を示すが、こちらは良好な一致を見せていた。課題として、日変動の精度向上が上げられる。

次に、5月の一ヶ月分を除いた11ヶ月分のデータを学習させたモデルを作成した。図-4 に得られたモデルから未学習の5月分を予測させた結果と実測との比較を示す。同様に図-5 に24時間移動平均した比較を示す。平均的には実測値を表現できているが、日変動が大きく評価されていた。24時間移動平均での比較では、一致度があがっているものの、予測の変動幅の方が大きいことが分かった。図は省略するが、1年分と11ヶ月分を学習させた場合を比べたところ、両者に大きな違いは見られず、本モデルの未学習データ予測への適用性は十分である。また、4要素を用いた場合と、気温・降水量のみで予測した場合で精度に大きな違いはなかったことから、気候変動予測計算結果から比較的容易に揃えることが可能な要素でも、将来予測がある程度は可能であることが分かった。

### 4. 結論

AIの一種であるニューラルネットワークを用いて、気象データなどから河川水温を推定するモデルの開発を行った。モデルの再現性は高く、河川水温の将来予測において利用可能な評価基盤が構築できた。

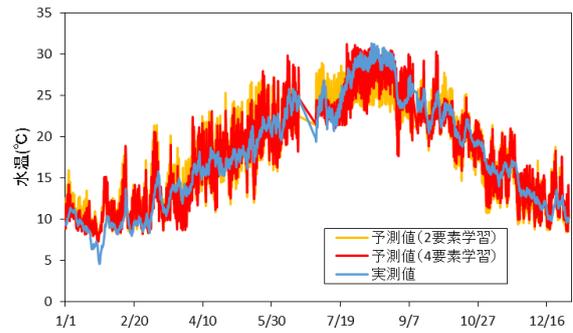


図-2 予測値・実測値の時系列(1年分学習)

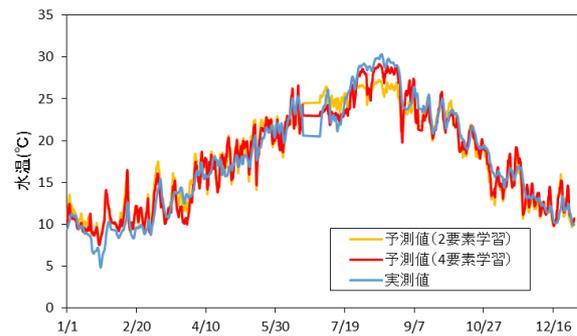


図-3 24時間移動平均値の比較(1年分学習)

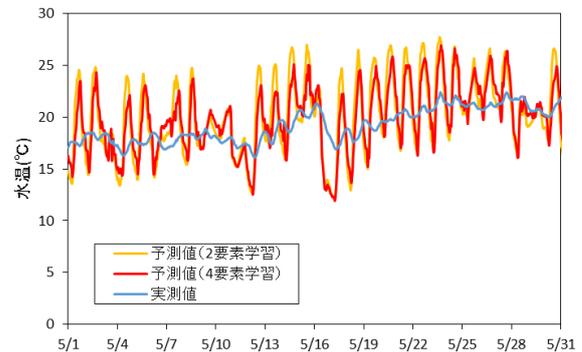


図-4 5月の予測値・実測値の比較(11ヶ月分学習)

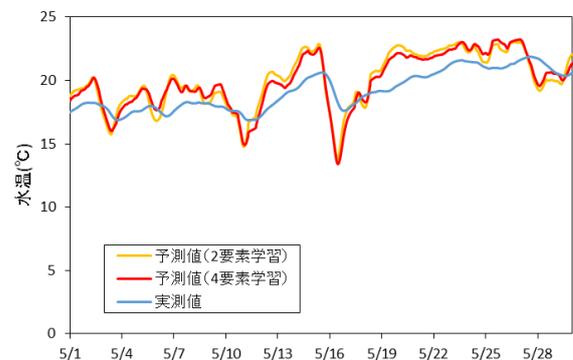


図-5 5月の24h移動平均値の比較(11ヶ月分学習)

[参考文献] 1)環境省(2013):気候変動による水質等への影響解明調査報告, 2)田所ら(2018):土論 B2, 74(2), I\_1147-I\_1152., 3)矢野ら(2017):土論 B2, 73(2), I\_481-I\_486.