

博多湾における表層水温の長期変動解析

環境科学課 生物担当

1 はじめに

世界の年平均気温は、100年間で 0.72°C の割合で上昇している（気象庁ホームページ：https://www.data.jma.go.jp/cpdinfo/temp/an_wld.html）。福岡市においても、1910年から2010年までの100年間で平均気温は約 3.2°C 上昇しており（福岡管区気象台観測値）、博多湾の年平均水温も上昇傾向であることが報告されている¹⁾。気候変動影響評価報告書では、「気候変動による気温の上昇は、（中略）閉鎖性海域の水温を上昇させ、水質にも影響を及ぼす恐れがある」²⁾と報告されており、今後の環境施策検討のための基礎データとして海水温の長期的な変動傾向を把握することは重要である。

博多湾環境保全計画においては、公共用水域の常時監視として月1回の頻度で調査した博多湾内の水温データを年平均值によって評価している¹⁾。年平均值で評価する方法は、簡便であり、水温のような季節変化が大きい時系列データを解析する際によく用いられている。しかし、年平均值で評価する方法について、安藤らは、欠測値や異常値が含まれている場合などにはその影響を受けやすく、大局的な変動傾向を的確に把握することが難しいと述べている³⁾。

他の手法として、福岡市保健環境研究所ではダミー変数を用いた重回帰分析によって海水温等の経年変化を評価し、既報にて報告した⁴⁾。これは、重回帰分析によって算出された傾向変動に関する傾き成分（以下、「トレンド成分」とする。）の偏回帰係数から温度上昇率を推定し、トレンド成分のP値から上昇傾向を評価している。このように、ダミー変数を用いた重回帰分析では、解析対象期間の傾向について評価できる。しかし、重回帰分析では解析結果をグラフ等によって可視化することが困難であり、解析対象期間内の任意の期間の傾向については、再度重回帰分析を行う必要がある。そのため、解析対象期間が長くなると、期間内の特徴的な傾向を把握できない可能性がある。

そこで、新たな長期変動傾向の解析手法として、季節調整法による長期変動傾向の把握を試みた。季節調整法は、観測された時系列データから1年を周期とする季節変動を取り除くことで時系列データの傾向等を明らかにする手法である。今回は、時系列データを季節ごとに変化する季節成分、長期的な傾向を示すトレンド成分、それら以外の変動を示すノイズ成分に分ける季節調整を行

い、トレンド成分を抽出することで水温の長期変動傾向を把握することを検討した。

2 方法

2.1 解析対象データ

福岡市では、公共用水域の常時監視として、月1回の頻度で博多湾内の環境基準点（8地点）において調査を行っている（図1）。本調査では、各環境基準点を調査対象地点とした。解析手法の検討は、既報の結果と比較するためにW3地点のデータを用いて行った。また、1981年4月から2020年3月までの40年間の表層水温のデータを解析対象とした。

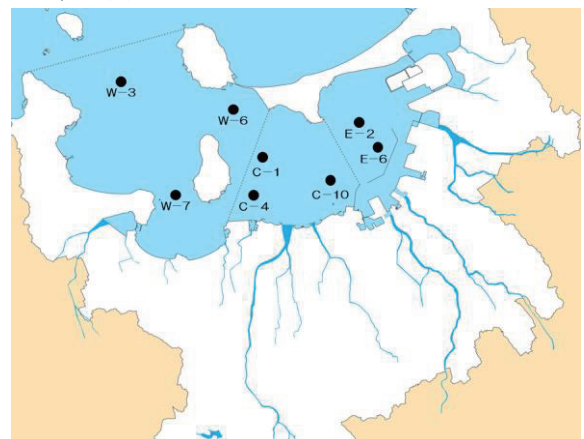


図1 調査地点図

2.2 解析ソフト

統計解析ソフトR (ver 3.6.2) によりデータ処理を行った。季節調整は時系列解析プログラムパッケージTIMSAC-84に含まれるDECOMPを用いた。DECOMPは統計数理研究所によって開発された状態空間モデルに基づく季節調整のためのプログラムである⁵⁾。

3 結果及び考察

3.1 解析手法の検討

3.1.1 年平均值による評価

図2にW3地点の表層水温の年平均值をプロットしたグラフを示す。直線は単回帰直線である。直線の傾きは $0.0273^{\circ}\text{C}/(\text{年度})$ であり、表層水温は長期的に上昇傾向

であることが読み取れた。

一方、1998 年度や 2014 年度は回帰直線からの乖離が大きく、データのばらつきが見られた。これは一時的な気象条件等によって生じるノイズの影響を受けたためと考えられた。

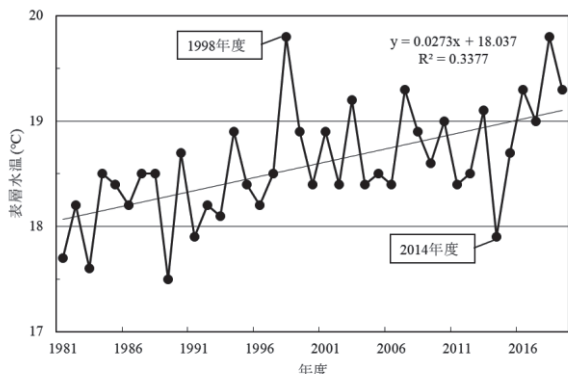


図2 W3 地点の表層水温の年平均値の推移

3.1.2 季節調整法による評価

図3にW3地点の表層水温データについて、季節調整を行って抽出したトレンド成分を示す。表層水温のトレンド成分は上昇傾向であり、図2で見られた傾向と一致した。期間毎の傾向を見ると、1981年から1998年頃まで増加傾向を示した後は、2014年頃までは上昇が鈍化していた。2014年以降は再び強い増加傾向を示しており、期間毎に上昇の傾向が異なっていた。このように、季節調整法によってトレンド成分を抽出することで、データの傾向を把握できた。

なお、既報のダミー変数を用いた重回帰分析では、1981年4月～2000年3月におけるW3地点の表層水温の上昇傾向は1%危険率で統計的に有意となったが、2000年4月から2009年3月までの期間では上昇傾向が認められなかったことを報告している⁴⁾。この結果は、図3で示したトレンド成分の傾向と概ね一致していた。

データの傾向を捉える上で、グラフ等によってデータの解析結果を可視化することは重要である。多変量のデータを扱う重回帰分析でも、解析結果をグラフによって表現する方法が検討されている⁶⁾が、統一的な表現方法は確立されていない。一方、季節調整法はグラフによって解析結果を可視化することができ、データの傾向を捉えやすい。

前述した通り、既報の重回帰分析では、解析対象期間中の任意の期間の傾向については、解析期間を設定し直した上で再度データ処理を行う必要があった。季節調整法では、トレンド成分が可視化されることで解析対象期間中の傾向について、一度のデータ処理で把握することができた。

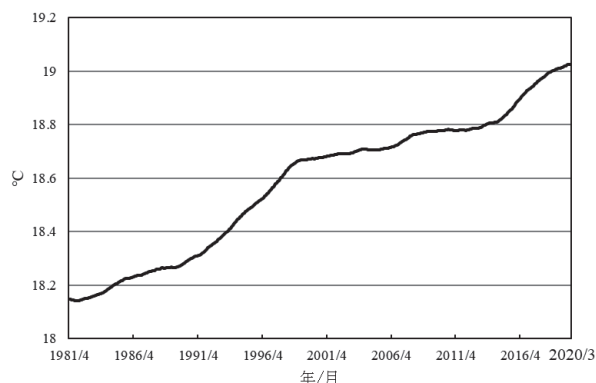


図3 W3 表層水温のトレンド成分

3.2 季節調整法による長期変動解析

図4に季節調整法によって抽出した各環境基準点の表層水温データのトレンド成分を示す。表層水温は、全ての地点において、1981年4月から2020年3月にかけて上昇傾向であった。

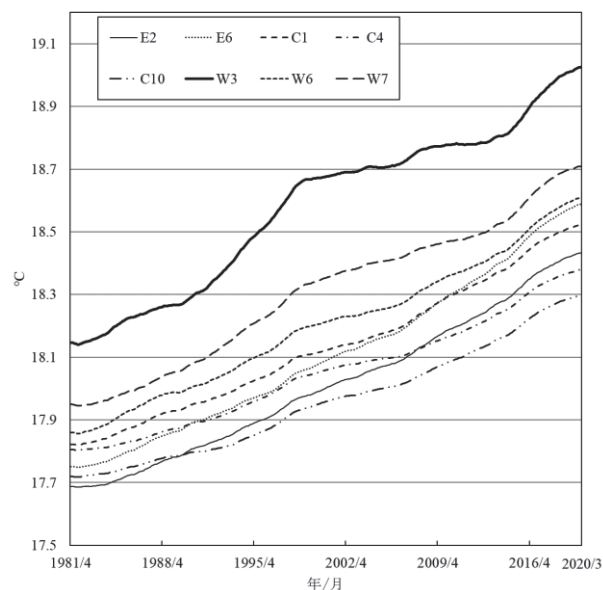


図4 各環境基準点の表層水温のトレンド成分

4 まとめ

季節調整法（DECOMP）により、表層水温の長期変動を把握することを検討した。その結果、年平均値にて評価する方法では捉えられなかったデータの傾向を把握できた。また、解析結果をグラフで可視化することができ、一度のデータ処理で時系列データの傾向を把握できた。

年平均値による評価法は簡便に傾向を把握することができるが、ノイズの影響を受けやすい。そこで、季節調

整法も取り入れることで、より詳細に長期的な変動傾向を把握できると考えられる。

今後は、表層水温の変動要因について考察を行うとともに、表層水温以外の水質項目についても同様の解析を試みる予定である。

文献

- 1) 博多湾環境保全計画（第二次），平成 28 年 9 月
- 2) 気候変動影響評価報告書（総説），令和 2 年 12 月，環

境省

- 3) 安藤晴夫，他：東京都内湾の水質の長期変動傾向について，東京都環境科学研究所年報，60～67，1999
- 4) 野中研一，他：博多湾における海水温等の経年変化と水温ロガーによる海水温の連続観測，福岡市保健環境研究所報，36，64-72，2010
- 5) 北川源四郎：季節調整プログラム DECOMP とその後の展開，第 45 巻・第 2 号，217-232，1997
- 6) 石村友二郎：重回帰分析のグラフ表現方法，計算機統計学，第 26 巻・第 2 号，93-103，2013