

千葉県沿岸海域における海水温の長期変動

横山智子 星野武司

1 はじめに

沿岸海域において、底層の溶存酸素量（以下、DO）が低下する貧酸素水塊の生成には、表層水と底層水の密度差が大きく関わっている。すなわち、密度差は成層の強さを示し¹⁾、その値が大きいほど海水の鉛直混合が起こりにくくなり、表層から底層へのDOの供給が妨げられることになる。また、海水の密度は、水温と塩分によって決まるため、表層及び底層の水温変動を把握することは、貧酸素水塊の形成を考える上で重要である。

今回、公共用水域水質測定地点²⁾のうち、図1に示す地点の1981～2021年度のデータを用いて解析を行った。その結果、本県沿岸海域における、表層及び底層の海水温の長期変動について知見が得られたので報告する。

2 方法

2・1 使用データ

公共用水域水質測定地点のうち、図1³⁾に示す東京湾16地点及び太平洋9地点について解析した。各地点の名称及び全水深は表1のとおりであり、東京湾16地点をT1～28、太平洋9地点をP1～9として表記した。

観測データはT28を除く東京湾内の15地点及び太平洋9地点は、1981年4月～2022年3月の41年間、T28のみ1995年4月～2022年3月の27年間の公共用水域水質測定結果を使用した。



図1 解析に用いた公共用水域水質測定地点

表1 解析対象地点の全水深

※ 公共の名称：公共用水域水質測定地点の名称、全水深は2007年度平均値

地点名（公共の名称）	全水深(m)	地点名（公共の名称）	全水深(m)	地点名（公共の名称）	全水深(m)
T1（東京湾1）	7.3	T13（東京湾13）	19.9	P1（太平洋1）	19.5
T3（東京湾3）	5.7	T14（東京湾14）	20.0	P2（太平洋2）	14.8
T4（東京湾4）	10.8	T15（東京湾15）	13.3	P3（太平洋3）	14.5
T5（東京湾5）	8.7	T19（東京湾19）	11.5	P4（太平洋4）	11.8
T7（東京湾7）	9.0	T20（東京湾20）	10.1	P5（太平洋5）	13.5
T8（東京湾8）	17.5	T24（東京湾24）	28.0	P6（太平洋6）	28.8
T9（東京湾9）	15.3	T28（東京湾28）	>500	P7（太平洋7）	77.5
T10（東京湾10）	18.0			P8（太平洋8）	65.5
T11（東京湾11）	16.1			P9（太平洋9）	40.3

2・2 解析方法

東京湾の調査地点 T1~20 及び T28 では年 12 回, T24 では年 6 回測定しており, 測定データを用いて Decomp によるトレンド解析を行った。また, 太平洋の調査地点 P1~9 では年 4 回測定を行っているため, その 4 回を春 (5 月 (3 例のみ 6 月)), 夏 (8 月 (2 例のみ 9 月)), 秋 (11 月 (3 例のみ 12 月)), 冬 (1~3 月) の 4 つのカテゴリーに分けて Decomp によるトレンド解析を行った。

Decomp は, Kitagawa and Gersch (1984)⁴⁾ により提案された状態空間モデルを用いた季節調整法⁵⁾ で, 非定常時系列をトレンド成分, 季節成分, 不規則成分等のいくつかの成分に分解することができ, 長期トレンドの確認に適しているほか, 欠測データがある場合にも解析できる利点がある。

調査地点の水質測定実施日は, 同じ月であっても上旬から下旬まで年度によって異なるが, 解析にあたって実施日の違いは考慮しなかった。なお, 解析は各地点の表層 (水面下 0.5m) と底層 (T1~20 及び P2~5 は海底から 1m, T24, T28, P1, P6~9 は水深 15m) の水温について上昇, 下降の傾向を調べた。

3 結果と考察

Decomp による水温のトレンド解析結果を図 2 に示す。オレンジ色の枠内の T1~28 が東京湾の調査地点の結果であり, それ以外の P1~9 が太平洋の調査地点の結果である。また, 1981 年を基準とした 2021 年の表層及び底層の水温の変化を色分けして地図に示したものを, それぞれ図 3~4 に示した。

図 2 において, 水色の線で示す表層水温と赤色で示す底層水温には, 1~2°C の温度差が見られたが, T3 のみ表層と底層の水温差がなかった。これは, T3 の全水深が 5.7m と今回の調査地点の中で最も水深が浅い地点であるためと考えられた。1981 年と 2021 年での表層と底層の水温差が変わらない調査地点がある一方で, T5, T7, T10, T14, T15, T19, T20, T24 のように水温差が大きくなっている調査地点があった。このように, 水温差の拡大している調査地点については, 貧酸素水塊の動向に特に注意が必要である。

図 2~4 から, 東京湾では T10 と T24 の底層を除く表層及び底層の水温が, 解析初年度の 1981 年以降上昇傾向にあることが明らかとなった。太平洋側では, P1 は表層水温が上昇している一方で, 底層水温は変化がなく, P2~5 では表層及び底層水温ともに水温変化がなかった。P6~9 の表層及び底層の水温は上昇しているものの, 2010 年頃をピークに下降に転じていた。図 1 に示すとおり, 水温変化の少ない P1~5 は太平洋北側の調査地点, 水温変化の見られた P6~9 は太平洋南側の調査地点であるため, 海流の流況や水温の変化状況が異なると考えられるが, 現時点で水温変化に差が出た理由は不明である。

引用文献

- 1) 横山智子, 飯村晃, 2022. 水質鉛直分布調査による東京湾内湾の底層溶存酸素の中長期変動. 水環境学会誌 45 (5). 239-244.
- 2) 千葉県環境生活部, 2022. 公共用水域地点別水質測定結果データベース.
URL. https://www.pref.chiba.lg.jp/suiho/kasentou/koukyouyousui/data/data_1.html (2023 年 3 月時点).
- 3) 国土交通省国土地理院, 2023. 地理院タイル欄.
URL. <https://maps.gsi.go.jp/development/ichiran.html> (2023 年 3 月時点).
- 4) Kitagawa, G. and Gersch, W. (1984). A smoothness priors-state space modeling of time series with trend and seasonality, *J. Amer. Statist. Assoc.*, 79, 378-389.
- 5) 北川源四郎, 1997. 季節調整プログラム DECOMP とその後の展開. 統計数理 45 (2). 217-232.

本研究は、地方環境研究所等と国立環境研究所との共同研究（Ⅱ型共同研究）「沿岸海域における新水質環境基準としての底層溶存酸素（貧酸素水塊）と気候変動の及ぼす影響把握に関する研究」の一環として実施した。

水温トレンド：縦軸 Temp (°C)

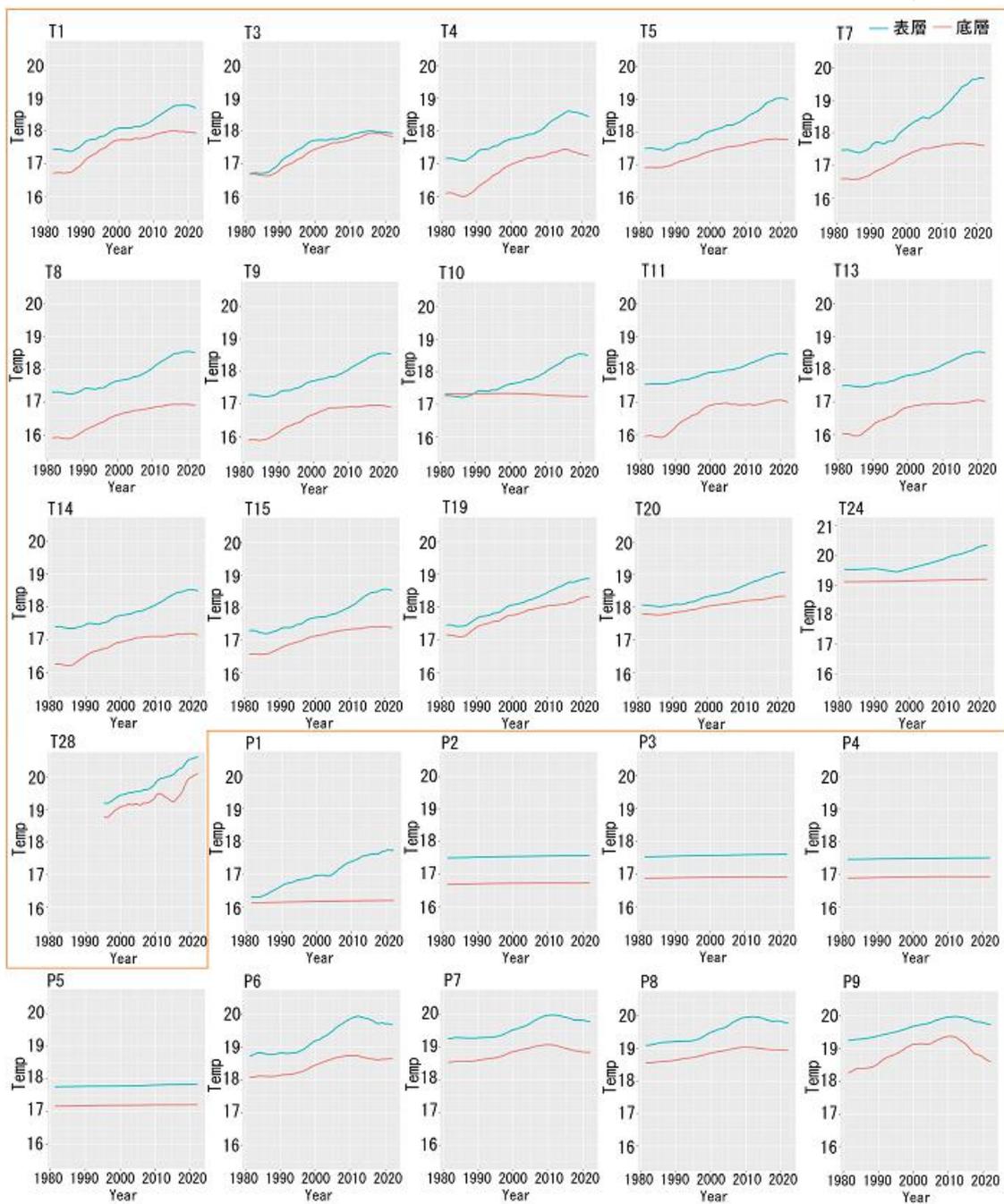


図 2 Decomp による表層と底層の水温のトレンド

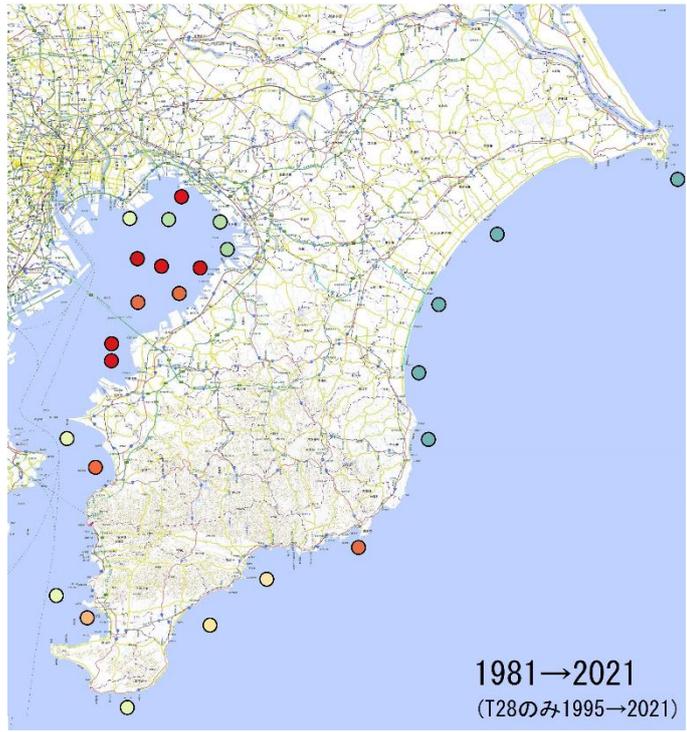


図3 表層水温の変動

出典：地理院タイル³⁾ 一部加工

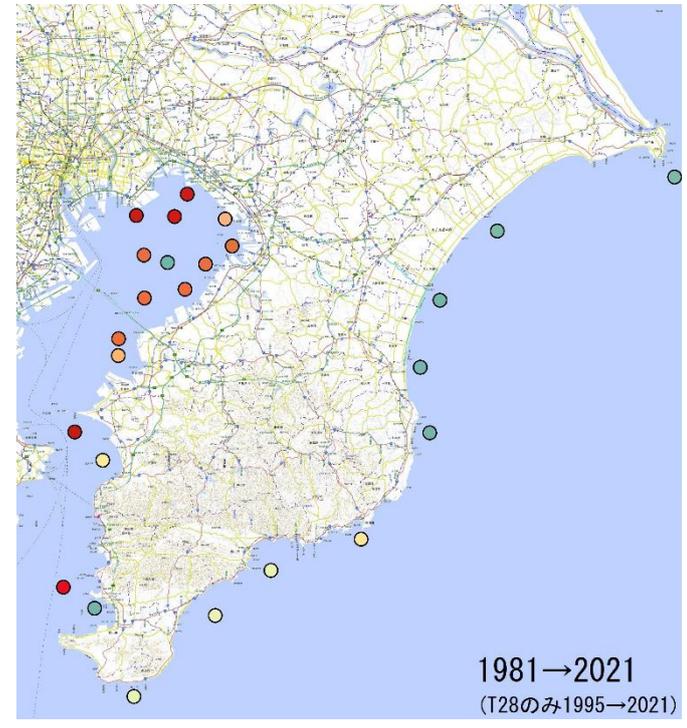


図4 底層水温の変動

出典：地理院タイル³⁾ 一部加工

