

有明海湾奥部における水温の長期変動特性

佐賀大学理工学部 学 ○高井佑豪 正 山西博幸

1. はじめに

気候変動に伴う地球温暖化の影響は、様々な形で影響が現れている．とくに水域環境を考える上で最も重要な因子として水温が挙げられる．九州・山口県の気候変動監視レポート¹⁾によれば、2019年12月～2020年2月の冬における九州北部の平均気温が統計開始（1946/1947年冬）後で最も高温（平年差で+2.1℃）になったと報告している．これは、地球温暖化に伴う全球的な気温上昇が背景にあるものといえる．また、2020年の九州周辺の海面水温も平年を上回る時期が多くなっている¹⁾．

本研究では、外洋以上に温暖化の影響を受けやすいと思われる半閉鎖性水域の有明海湾奥部水域を対象に、気候変動に伴う水域環境への影響を明らかにすることを目的とした．

2. 解析方法

図1は、佐賀県有明水産振興センターが毎月行っている浅海定線調査地点を示したものである．本研究の解析には同センターが1973年1月から2020年12月までに収集した図1中の各地点における表層および底層（海底から1m）の水温データを用いた．これら観測データは毎月大潮満潮時を中心として船移動によって計測されるため、必ずしも同日同時刻のデータを表したのではない．また、観測自体が天候に依存し、定期的な観測日のずれによる平年値算出に問題が生じる．ここでは、秋山・中島²⁾に倣い、不定期な離散観測データを適当な周期関数に当てはめることで時間補間平年値および平年偏差を求め、これらの問題の改善を図ることとした．具体的には、浅海定線調査で得られた離散データを、次のような有限フーリエ級数による周期回帰モデルで表すこととした．

$$N(t) = A_0 + \sum_{k=1}^m A_k \cos(\omega_k t - \theta_k) \quad (1)$$

$$\omega_k = \frac{2\pi k}{T} \quad (2)$$

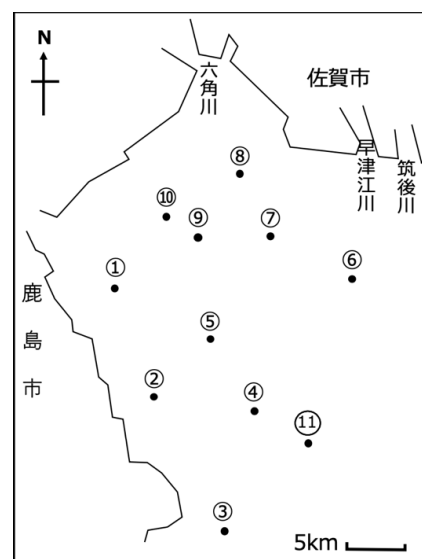


図1 浅海定線調査地点（佐賀県）

ここで、 $N(t)$ は平年値、 t は日数（1月1日を $t=0$ とした．）、 a_0, a_k, b_k, A_0, A_k は定数、 θ_k は位相、 T は周期である．なお、 T は対象とする年が閏年であれば366、それ以外では365とした．周期成分数 m が大きいほど、元データとの一致性は高くなるが、ここでは $m=1$ として各年の A_0, A_1 の値を求めた．

3. 解析結果および考察

3.1 水温データのモデル化

解析結果の一例として、地点①における2020年の表層水温の結果を図2に示す．図より、 $m=1$ でも経年変化を十分に平滑化できており、時間補間平年値や平年偏差の算出に問題はないといえる．また、本ケースの場合、平年値として18.77℃、平年偏差として8.93℃が得られた．図3は地点①の平年値 A_0 の経年変化である．図より、有明海湾奥部鹿島市沖合水域の表層水および底層水の水温上昇が示され、それぞれの年上昇率は約0.020℃/年、0.017℃/年であった．この上昇傾向は地点①に限ら

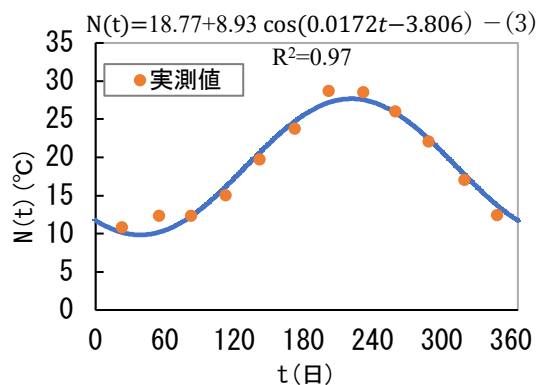


図2 地点①における表層水温の実測値と周期回帰結果(2020年)

ず、全ての観測地点の結果からも確認できた。また全ての観測地点に共通して、1980年代の A_0 値は、全国的な冷夏、長雨の影響から大きく低下し、有明海湾奥部水域の表層および底層水温に影響を与えていた。したがって、細かな点を除けば、本研究で作成した周期回帰モデルは、水温の年間変動を概観するには十分といえる。図4は地点①の年間偏差 A_1 の経年変化である。表層水温の年値 A_0 は日射や温暖化の影響に依存し上昇傾向にあるものの、その年変化幅 A_1 は図より減少傾向で、とくに表層よりも底層水温の年間偏差の減少割合のほうが大きい。なお、このことが有明海の水環境、例えば、海水の鉛直混合の低下や底層DOを含む水質悪化などに繋がっているかなどは、今後他の水質項目との関係性から明らかにしていきたい。

3.2 有明海湾奥部水域の長期的な水温変化について

図5は、図3同様に有明海湾奥部水域内の地点毎年値 A_0 の時系列データを直線回帰することで求まる年変化率をもとに等値図として描いたものである。図より、表層水は陸域に近いほど水温の上昇率が大きく、中央付近でその値は小さくなっている。陸域近縁は干潟浅水域を介した熱輸送の影響を受けるものといえる。したがって、干潟およびその周辺水域では、地球温暖化に伴う気温上昇の影響をより受けやすい環境になっていると考えられる。また、表層水温と底層水温では底層水温の上昇率が大きくなっている。このことは海底付近での生物活性の上昇とともに、下層付近に流入する有機物の分解が促進され、とくに夏場の貧酸素水塊の発生の誘因となった可能性もある。

4. おわりに

本研究では長期的な水温の変動傾向から、有明海湾奥部の水環境の一部について考察した。その結果、気候変動の影響は有明海においても顕著であることが確認され、また時空間的特性を示すことができた。今後は水温変動とともに他水質も含めた解析をすすめ、湾奥部における水質や水産資源との関係性について解析を進めていく予定である。なお、本研究を行うにあたり、JSPS 科研費基盤(C)(19K12371)の一部補助とともに、佐賀県有明水産振興センターから各種データの提供を受けた。ここに記して謝意を表する。

【参考文献】

- 1) 福岡管区気象台 (2021), 九州・山口県の気候変動監視レポート 2020, 231p.
(https://www.jma-net.go.jp/fukuoka/kaiyo/chikyuu/report/repo/pdf/2020_all.pdf, 2021.12月現在)
- 2) 秋山・中島 (2018), 不等間隔の月例観測データから見る大阪湾表層水温の経時的諸特性, 水環境学会誌, Vol.41, No.4, pp.83-90

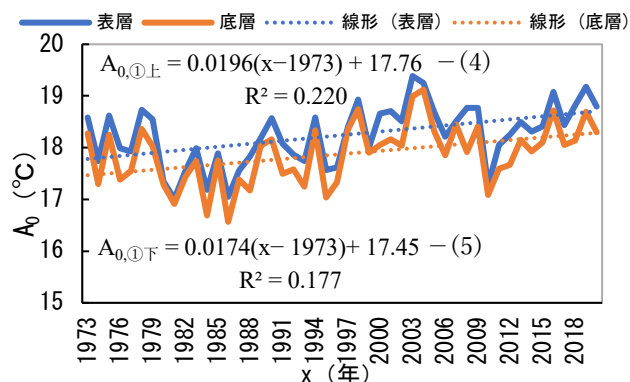


図3 地点①における年値 A_0 の経年変化

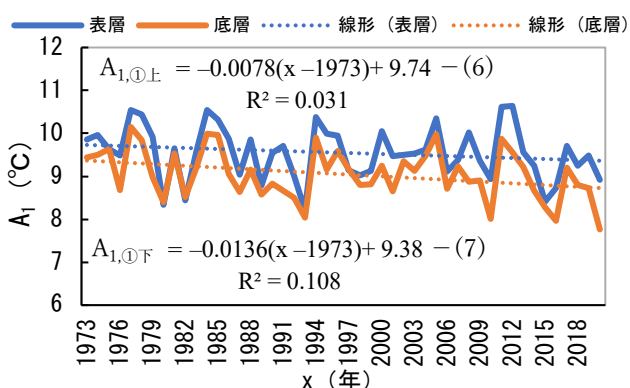


図4 地点①における年偏差 A_1 の経年変化

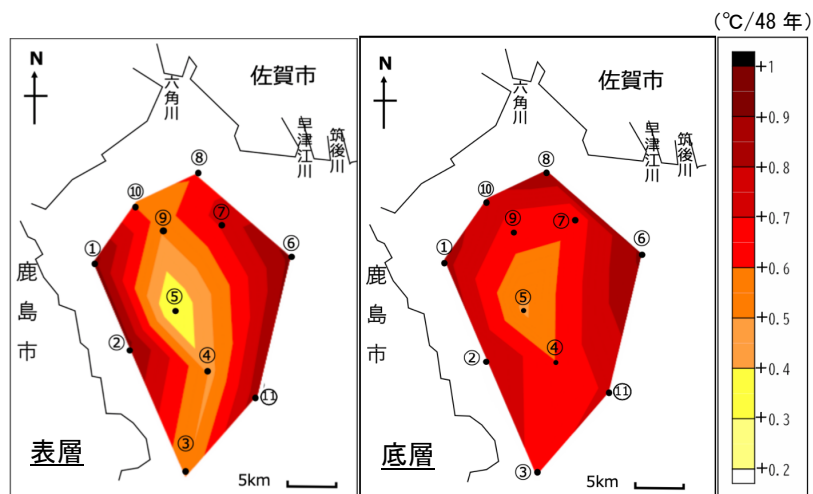


図5 有明海湾奥部水域の長期水温上昇率（表層〈左〉と底層〈右〉）