

# 日本沿岸海域における pH の短期変動

水産資源研究所 海洋環境部

## 研究の背景・目的

1. 米国東岸等で、海の酸性化による貝類等への影響が顕在化しており、日本の沿岸資源への影響に対する漁業者の懸念が高まっています。しかし、日本沿岸では本格的な pH のモニタリングが行われていませんでした。
2. この問題への対応の一環として、環境研究総合推進費事業「海洋酸性化と貧酸素化の複合影響の総合評価」と日本財団助成事業「海洋酸性化適応プロジェクト」に参画し、2020 年度から日本沿岸の複数点における pH のモニタリングを実施してきました。
3. 令和5年度は取得されたモニタリングデータを解析し、日本の沿岸域の pH の変動特性の把握と、その変動要因に関する新たな知見の獲得を目指しました。

## 研究成果

1. 観測を行った全ての海域で、pH の年平均値は 8.0 ~8.1 であり、生物に危険なレベルではありませんでした。ただし、降雨等により沿岸域の塩分が短期的に低下した時、沿岸海域の pH も数日~10 日程度の短期間、平均値から大きく外れて低下する現象を、年に数回~十数回起こしていることがわかりました。観測された pH から、沿岸生物の殻の作りやすさの指標であるアラゴナイト飽和度（注1）を計算すると、降雨時の短期的な pH の低下の際に、アラゴナイト飽和度が一時的に、飼育実験でマガキ幼生の殻形成に影響が現れることが確認されている 1.5 以下のレベルまで低下する場合があることも確認されました（図1）。

pH 低下時に採取された貝類幼生を含む沿岸生物から酸性化の明確な影響は検出されていないことから、今回のモニタリングで検出された一時的な pH 低下現象が沿岸生物に与える影響は、今のところないと考えられます。しかし将来さらに酸性化が進行すると、pH 低下イベントの頻度や継続時間が徐々に増加していくため、将来のどこかの時点で生物への影響が現れる可能性が考えられます。

2. こうした短期的な pH の低下がどのような原因で生じているのかを検討するために、1 で示した5海域に、東京湾環境情報センターから公開されている東京湾の pH モニタリングデータ

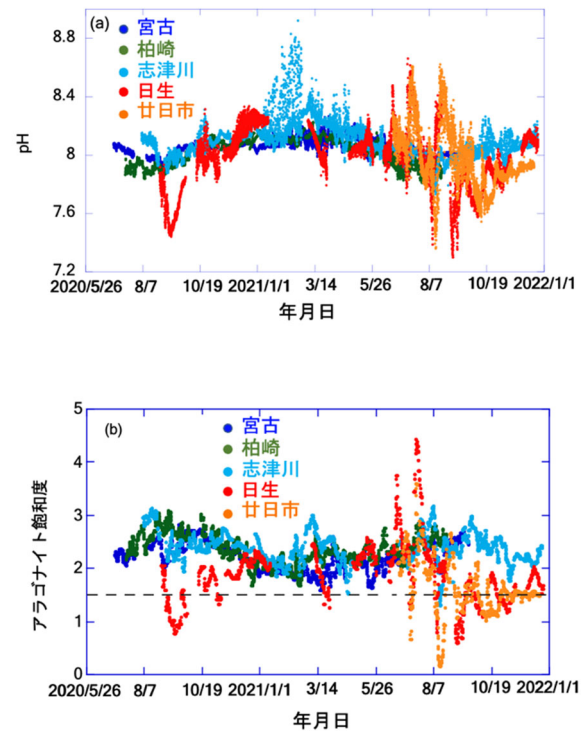


図1. 5つの沿岸域で2020年~2021年に観測された、(a)pHと(b)アラゴナイト飽和度の周年変動。(b)の黒破線は、飼育実験においてアラゴナイト飽和度がこれ以下になるとマガキ幼生の殻形成に影響を与えることがわかっている閾値（飽和度=1.5）を示す。

(<https://www.tbeic.go.jp/MonitoringPost/Top>) も加えた6つの海域で、河川水流入の影響の大きさと pH の変化の関係について調べました。

各海域・各月の河川の影響の大きさの指標として、2021年の各日の前後5日間の表層塩分のばらつき（10日間標準偏差）を計算し、さらにその値を月ごとに平均した値を用いました。pHについても同じ計算を行いました。さらに月ごとの塩分の10日間標準偏差平均値と pH の10日間標準偏差平均値の関係を、海域ごとにグラフ化しました。

その結果、両者の間には統計的に有意な相関が認められることがわかりました（図2）。またその回帰直線の傾きは、流入する河川水の栄養塩濃度が低い海域ほど小さいこともわかりました（図3）。つまり、同じ規模の塩分低下現象で引き起こされる短期的な pH の低下量は、流入する河川の栄養塩濃度が低い海域ほ

ど小さくて済むということをこの結果は示しています。

このことから、将来の酸性化によって沿岸の pH 年平均値が徐々に低下してきた場合でも、各沿岸域に流入する河川水の栄養塩の濃度を削減することにより、短期的な pH 低下の大きさを抑制する事ができれば、pH の短期的な最低値は、現在と同程度に維持できる可能性が示唆されました。

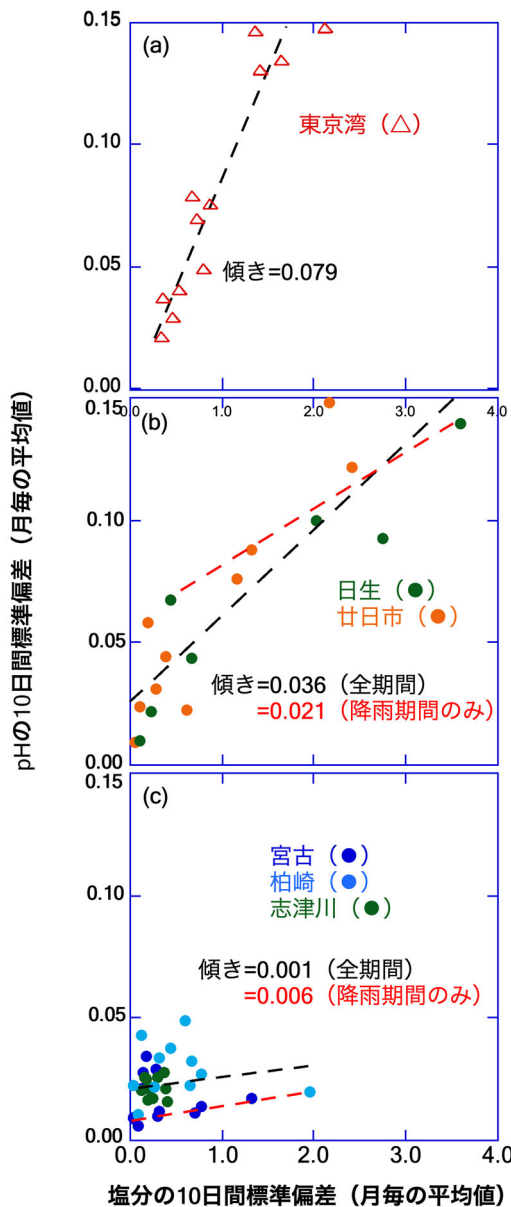


図2. 塩分と pH の 10 日間移動標準偏差 (月毎の平均値) の海域別相関プロット。陸域栄養塩負荷の小さい海域 (宮古・柏崎・志津川)、中程度の海域 (日生・廿日市)、負荷の大きい海域 (東京湾) の3つの海域カテゴリ別に相関を計算した。

図中の黒線は全期間、赤線は月間降雨量の大きな期間のデータのみを使った回帰直線を示す。

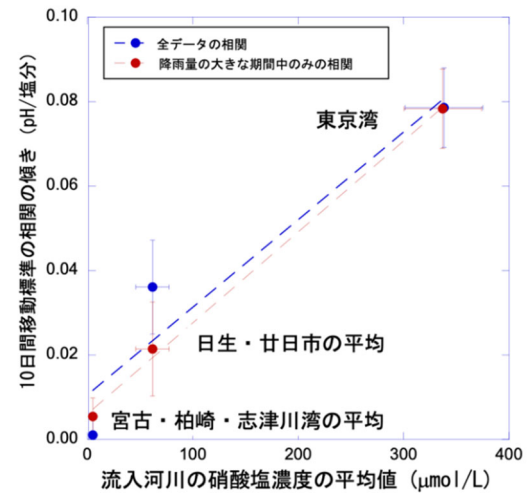


図3. 東京湾も加えた6つの海域で計算した、塩分と pH の 10 日間移動標準偏差の相関の傾きを、各海域に流入する河川水の栄養塩 (硝酸塩) 濃度に対してプロットしたもの。陸域栄養塩負荷の小さい海域 (宮古・柏崎・志津川)、中程度の海域 (日生・廿日市)、負荷の大きい海域 (東京湾) の3つの海域カテゴリの間で、河川硝酸塩濃度の中に正の相関が認められる。

### アウトカム

1. 日本沿岸におけるマガキ等への海洋酸性化の影響は、少なくとも現時点では小さいことを明確にできたことで、沿岸漁業者の酸性化への懸念を解消できると期待されます。
2. 将来の CO<sub>2</sub> 増加によって沿岸水の pH が徐々に低下してきた場合の対策技術として、流入河川の栄養塩コントロールにより、pH が短期的に低下した際の最低値を現在と同じレベルに維持する方策が有効と示唆されました。一方で、日本の沿岸域では栄養塩負荷量の低下による生産力の低下も問題になっています。今後、酸性化の抑制と生産力の維持を両立する栄養塩供給レベルの検討が必要です。

(注1) アラゴナイト飽和度

アラゴナイトとは、炭酸カルシウムの結晶形のひとつ。たとえば、貝やウニ等の殻の構成物質は炭酸カルシウムだが、幼生と成体では同じ炭酸カルシウムでも結晶構造が違っており、幼生はアラゴナイトと呼ばれる結晶構造の殻を形成する。こうした幼生の骨格や殻がどのくらい作りやすいかを示す指標をアラゴナイト飽和度という。この数値が大きいほど、生物は容易に骨格や殻を作ることができる。