

津軽暖流における海洋酸性化 ～津軽海峡モニタリングから～

脇田昌英¹、佐々木建一¹、高田信¹、吉野順²、木元克典¹、永野憲¹、田中雄大³、
奥西武³、阿部泰人^{1,4}、渡邊修一¹

¹海洋研究開発機構、²東北環境科学サービス株式会社、³東北水研、⁴北大院水産

1. はじめに

2013年に発表されたIPCC（気候変動に関する政府間パネル）の「第5次評価報告書」において、産業革命以降、大気に放出された人為起源CO₂の30%は、海洋が吸収し、海面pHを0.1低下させたと報告している。この海洋酸性化は、海水中のCO₃²⁻も減少させ、CaCO₃の化学的飽和度を下げるため、CaCO₃の殻や骨格を持つ生物の生育阻害が危惧される。

生物生産力が高い沿岸・海浜域での海洋酸性化の進行と生物への影響評価は、SDGsの目標14の主要課題「持続可能な海洋利用」に直結するため、社会的要請は大きいにも関わらず、日本沿岸域の酸性化モニタリング実施点は少なく、その影響を実海域で示した例は稀である。

そこで、海洋研究開発機構むつ研究所では、津軽海峡に面する所内の関根浜港において、港の東防波堤の突堤（水深9m）と港内（水深3m）の2カ所で、2014年2月から週1回のCTDとバケツによる表面採水観測を行い（図1）、津軽暖流の海洋酸性化の進行と、その環境変動と要因を調べている。この沿岸域のモニタリングは、国際酸性化観測ネットワーク Global Ocean Acidification Observing Network に登録済みである（http://data.nanoos.org/files/goaon/inventory/assets/FOTS_588.html）。また、東部津軽海峡の恵山岬-尻屋崎間のSE9・SE3測点、大間-函館間のHO3測点、関根浜港の沖のOS1測点において（図2）、2012年夏から北海道大学水産学部附属練習船うしお丸と国立研究開発

法人 水産研究・教育機構 東北区水産研究所所属漁業調査船若鷹丸により表面から海底までCTD-CMSシステムによるニスキン採水を年4～5回行っている。採取した海水は、溶存無機炭素（DIC）、アルカリ度（TA）、塩分、栄養塩、全溶存有機炭素（TOC）、全溶存窒素、海水の酸素同位体、クロロフィルaなどの分析に用いた。また、pHとアラゴナイトの炭酸カルシウム飽和度 $\Omega_{\text{aragonite}}$ は、DIC、TA、栄養塩、温度、塩分を用いて計算した。



図1 海洋研究開発機構むつ研究所内の関根浜港の観測点（突堤、港内）

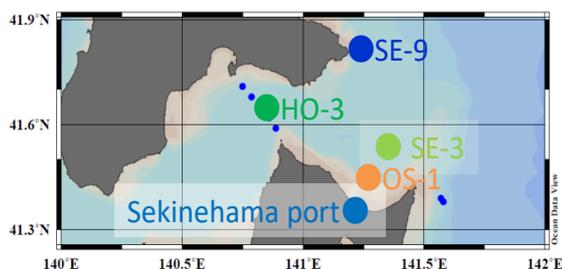


図2 津軽海峡における船舶観測点（SE9・SE3・HO3・OS1）と関根浜港

2. 結果・考察

関根浜港の2点（突堤と港内）と津軽海峡での船舶観測の測点4点（SE9・SE3・OS1・HO3）を比較したところ、恵山岬沖のSE9では、冬から夏にかけて沿岸親潮の影響を受けていた。その他の測点（SE3・OS1・HO3）の表層と関根浜港突堤の変動はよく一致し、港突堤の観測値は津軽暖流の特徴を示していた。他方、港内データは、突堤よりも変動が大きく、潮汐などの短周期変動が影響していると思われる。

津軽暖流の各成分の経年変化を求めるため、Takahashi et al. (2006)の手法に従って、船舶観測点（SE3・OS1・HO3）と突堤の観測値から季節変動を差し引き、各年の平均値を求めた。ただし、2014年2～5月は、例年と異なり、沿岸親潮が明瞭に下北半島に接岸し、例年と異なる水塊が津軽海峡東部を占めていたため、その時期の観測値は本解析には用いなかった。

津軽暖流水表層の年平均値 pH および $\Omega_{\text{aragonite}}$ は、2012～2018年の間で有意な低下を示し（pH: -0.0024 ± 0.0006 /yr; $\Omega_{\text{aragonite}}$: -0.034 ± 0.004 /yr）、酸性化傾向が示された（図3）。この期間は、近年の地球温暖化と異なり、表層水温は寒冷化していたことから、海洋内部からの影響が卓越している可能性がある。さらに、水深20m～200mまでの表層以深でも急速に酸性化しており（図3：pH: $-0.0068 \sim 0.0080$ /yr; $\Omega_{\text{aragonite}}$: $-0.034 \sim 0.054$ /yr）、外洋域の結果（pH: -0.0016 /yr, $\Omega_{\text{aragonite}}$: -0.01 /yr; Bates et al., 2014）よりも速く、酸性化が進行していた。これは、人為起源二酸化炭素の海洋表層からの吸収に加え、海洋垂表層から供給されたDIC増加も原因の可能性がある。よって、津軽暖流の急速な酸性化は、ほぼ全深度で進行しており、生物への影響評価は、喫緊の課題である。

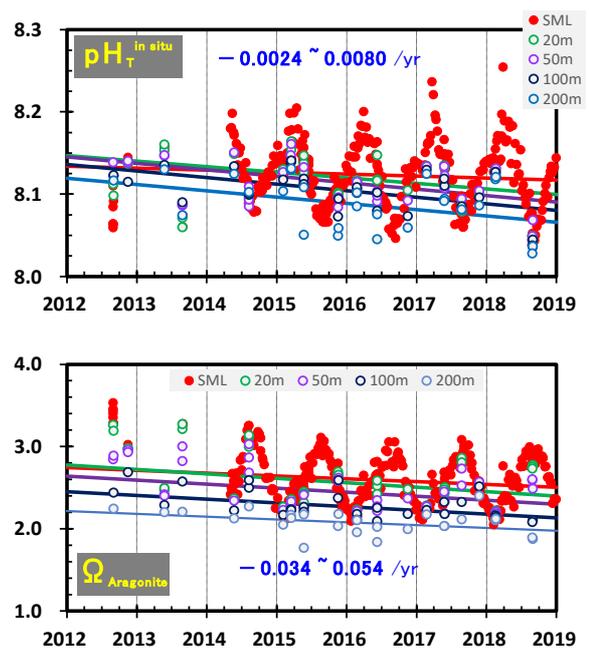


図3. 津軽暖流における pH・ $\Omega_{\text{aragonite}}$ の経年変化。●(SML)は、船舶観測点 SE3・OS1・HO3、関根浜突堤における混合層の値で、白抜きは、船舶観測点の垂表層の値。

引用文献

- Bates, N.R., Y.M. Astor, M.J. Church, K. Currie, J.E. Dore, M. González-Dávila, L. Lorenzoni, F. Muller-Karger, J. Olafsson, and J.M. Santana-Casiano (2014), A time-series view of changing ocean chemistry due to ocean uptake of anthropogenic CO₂ and ocean acidification. *Oceanography* 27, 126–141, <https://doi.org/10.5670/oceanog.2014.16>.
- Takahashi, T., S. C. Sutherland, R. A. Feely, and R. Wanninkhof (2006), Decadal change of the surface water pCO₂ in the North Pacific: A synthesis of 35 years of observations, *J. Geophys. Res.*, 111, C07S05, doi:10.1029/2005JC003074.