令和７年度伊藤光昌氏記念学術助成金（研究助成）成果報告書

研究課題番号	R7–R10
研究課題名	地球温暖化に伴う北極海における難分解性有害有機物群の 負荷と二酸化炭素吸収への影響
研究代表者氏名	松中　哲也
所属・職 （または学年）	金沢大学環日本海域環境研究センター・助教

背景

北極圏は地球温暖化の影響が顕著な地域である．陸域では永久凍土の衰退に伴う石炭鉱床の侵食や森林火災，河川水量の増加が引き起こされている．温暖な河川水の流入増加は，沿岸域の海氷減少と気温上昇を招き，日射反射率（アルベド）の減少を介して北極温暖化をさらに増幅させている（Park et al., 2020）．海氷減少が著しい陸棚域では，夏季に新たなプランクトン大増殖による生物ポンプの活性化と CO_2 吸収能の向上が示唆されているが（Shiozaki et al., 2022），環境変化に伴う有害有機物の負荷増大と，それに伴う海洋生態系への影響が懸念されている．

多環芳香族炭化水素類（polycyclic aromatic hydrocarbons: PAHs）は，有機物の不完全燃焼や石油・石炭の流出により放出され，発癌性や内分泌錯乱作用を及ぼしうる有害有機物である．世界の大気 PAHs 排出量は減少傾向にあるが，北極圏では低緯度海域からの揮発や広域火災による長距離輸送により，依然として負荷が維持されている（Yu et al., 2019）．特にボーフォート海・チュクチ海では，河川流入や油田・石炭鉱床浸食が主要な PAHs 供給源であり（Lin et al., 2020），温暖化に伴う更なる負荷増加が懸念される．海洋に供給された疎水性の PAHs は，粒子吸着や生物ポンプによって鉛直輸送され，海洋生態系へ取り込まれる．蓄積した PAHs は代謝産物を介して毒性を強め（Honda and Suzuki, 2020），他の有害物質との共同毒性によって一次生産量を減少させるリスクがある（Cedergreen et al., 2008）．全海洋の CO_2 吸収の約 10% を担う北極海において（Yasunaka et al., 2018），これらの有害有機物による生物ポンプへの影響評価は重要である．本研究は，地球温暖化に伴う北極海の PAHs 負荷実態を明らかにし，生物蓄積および生物ポンプを介した CO_2 吸収能への影響評価行うことを最終的な目的としている．本稿では生物生産の高いベーリング海からチュクチ海における海水中の溶存態・粒子態 PAHs の鉛直断面分布を把握し，その動態を解析した．

方法

北海道大学「おしょろ丸」の研究航海（C145）により，夏季（6–7 月）にベーリング海からチュクチ海にわたる 4 地点において，PAHs の鉛直断面観測を実施した（図 1a）．採水層は 0 m，15 m，30 m，45 m とし，ステンレス製密閉容器を用いて 15 L の海水を採取した．船上にて速やかに，孔径：0.5 μm のガラス繊維フィルターを用いて粒子相と溶存相を分離し，溶存相は C18 固相抽出ディスクに保持・濃縮させた．各試料は分析まで −20 ℃ で冷凍保存した．PAHs の分析は Matsunaka et al.,（2022）に従い，ジクロロメタンを用いた抽出・濃縮後，蛍光検出器付き高速液体クロマトグラフを用いて分離・定量した．定量対象は，米国環境保護庁（EPA）が優先取組物質に指定する 16 種のうち，3–6 環の 13 種とした．

結果・考察

北極海のチュクチ海には，主に Alaskan Coastal Water（31< 塩分 <32）と Bering Sea Water（32< 塩分 <33）が南側のベーリング海から流入する．

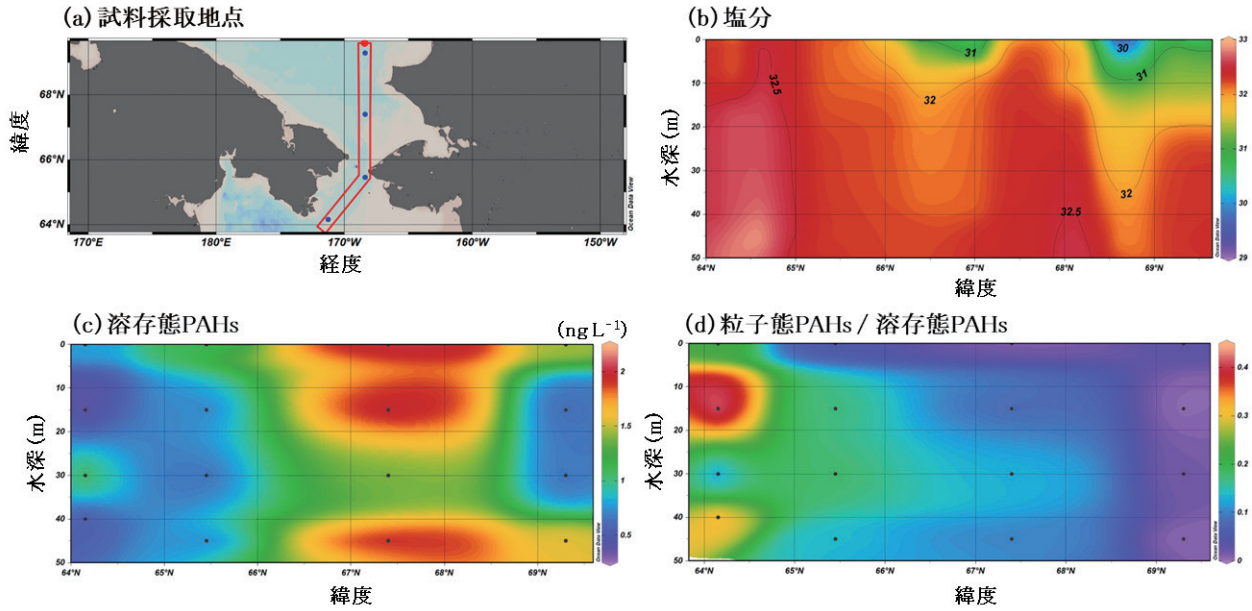

図 1． ベーリング海・チュクチ海における試料採取地点（a），および塩分（b），溶存態 PAHs（c），粒子態 PAHs / 溶存態 PAHs の比（d）の鉛直断面分布（水深 0–45 m）

2023 年夏季の観測地点における塩分（図 1b）と水温の分布から，ベーリング海からチュクチ海南部にかけての範囲は，主に高塩分の Bering Sea Water で占められていた．溶存態および粒子態の全 PAHs 濃度は，それぞれ 0.36–2.09 ng L^{-1}（図 1c）および 0.01–0.20 ng L^{-1} の範囲であった．同じ水塊（Bering Sea Water）が支配的であった海域において，溶存態 PAHs 濃度は南側で低く，溶存態に対する粒子態 PAHs の比（図 1d）は南側で高くなる特徴を示した．南側のベーリング海では，クロロフィル *a* 強度が大きく，一次生産量の増加に伴う，粒子吸着と除去プロセスが，溶存態 PAHs の低減に寄与している可能性が示唆された．

謝辞

本研究は，北海道大学との共同研究により実施され，伊藤光昌氏研究助成（研究課題番号：R7–R10）の支援を受けた．本研究の推進に際し，多大なるご協力をいただきました関係者の皆様に厚く御礼申し上げます．

引用文献

Cedergreen et al. (2008) *Environ. Toxicol. Chem.*, 27, 1621–1632.

Honda and Suzuki (2020) *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 17(4), 1363.

Lin et al. (2020) *Sci. Total Environ.*, 739, 139608.

Matsunaka et al. (2022) *Mar. Pollut. Bull.*, 2022, 180, 113749.

Park et al. (2020) *Sci. Adv.*, 6, eabc4699.

Shiozaki et al. (2022) *Glob. Chang. Biol.*, 28, 7286–7295.

Yasunaka et al. (2018) *Biogeosciences*, 15, 1643–1661.

Yu et al. (2019) *Environ. Sci. Technol.*, 53, 2375–2382.