



News Letter

金沢大学 環日本海域環境研究センター ニュースレター 2024年11月30日発行 第26号

① 研究紹介 広島大学 岩本 洋子 ② お気に入りの測定機器 陸域環境領域 本田 匡人

③ 高等学校の臨海実習について 海洋環境領域 鈴木 信雄 ④ 市民講演会の報告 大気環境領域 石野 咲子 ⑤ ニュース

研究紹介

Report

海の泡を測る



岩本 洋子
広島大学大学院
統合生命科学研究科

大気と海洋の境界には、海洋表層マイクロ層 (Sea surface microlayer; SML) と呼ばれる薄い層が存在します。SML には界面活性物質や海洋生物起源の粒子が濃集することが知られています。SML への物質の濃集過程として、海水中を上昇する気泡が重要で、気泡の表面に吸着した物質は最終的に大気海洋界面である SML に蓄積します。また、界面で気泡が破裂する時に、SML に濃集する物質が波飛沫エアロソールとして大気に輸送されます。波飛沫エアロソールの一部は雲核を形成し気候に影響を及ぼすと考えられていますが、定量的な理解には至っていません。

大気海洋物質交換の場としての SML の重要性は 1980 年代から指摘されていますが、化学分析に十分な試料量を採取するのは容易ではありません。一方で、日本海の冬の風物詩である「波の花」は、藻類などに由来する界面活性物質や粒子を含む海水が風や波の作用で安定泡沫になったもので、海岸に集積するため容易に採取可能です。また、多数の気泡が集合・密着して泡沫になった「波の花」を SML に濃集する物質を理解するためのモデルと捉え、平成 24 年の冬に最初の「波の花」サンプリングを実施し、その化学分析を試みました。また、平成 28



「波の花」発生時の真浦海岸
令和4年12月24日撮影。海岸に見える白い物質は雪ではなく泡。

年以降は大気化学、海洋化学、微生物学の専門家を含む学際的な共同研究に発展し、毎年未だに能登に集まり、「波の花」サンプリングをするのが恒例になっています。「波の花」の採集は、毎冬に真浦海岸 (石川県奥津市) で実施しています。「波の花」の発生は気温が低く風の強い日に限られますが、冬季に現地に 1 週間ほど滞在していれば、平均 2 日程度「波の花」発生に遭遇します。スコップやシャベルを使って、泡をすくい取り、清浄なバットや袋に集めて実験施設に持ち帰ります。泡のままでは扱いにくいので、叩いたり温風をあてたりして泡を消した後に、サンプル処理を行います。白い泡が消えると黄色から茶褐色の機臭い液体になります。これまでの化学・微生物分析から、「波の花」は下層の水に比べて、1) 100-300 倍の濃度の溶存有機炭素を含むこと、2) 酸性多糖を含む透明細胞外ポリマー粒子 (Transparent Exopolymer Particle; TEP) やある種の糖質分解細菌を多く含むことを明らかにしました (濱崎ら, 2021)。採取地である能登半島の海岸は海藻が繁茂することから、藻類由来の多糖類が「波の花」に含まれていると想像できます。試しに、様々な多

糖類とそれを構成する単糖から生成されるエアロソール粒子の雲核活性を計測してみると、水雲の雲核としては単糖が、水雲の雲核としては多糖の方が活性が高いことがわかりまし



消泡後の「波の花」試料

た (岩本ら, 2024)。当面の課題は、実大気中に「波の花」由来物質を含む波飛沫エアロソールがどれほど存在するのかに加え、微生物による糖質分解が波飛沫エアロソールの雲核活性に与える影響を定量的に理解することです。令和 6 年の元旦に起こった能登半島地震により、試料採取地としていた真浦海岸を含む奥能登の外浦は海岸隆起により地形が変化したことが知られています。このことは、「波の花」の発生に影響を与えるのかかもしれません。引き続き、「波の花」の研究を継続し、能登の復興に研究から貢献したいと思います。

濱崎ら、金沢大学環日本海域環境研究センター 2020 年度共同研究成果報告会、2021.3.11-12、オンライン。
岩本ら、金沢大学環日本海域環境研究センター 2023 年度共同研究成果報告会、2024.3.7-8、ハイブリッド。

岩本洋子先生は、2021-2024 年度 (課題番号: 21064, 22065, 23072, 24077) の環日本海域環境研究センター共同研究に採択されています。

高速液体クロマトグラフィー・質量分析装置



本田 匡人
陸域環境領域

現在自然環境は様々な領域において、人為起源の様々な化学物質によって汚染されています。このこと自体は環境教育の場や報道などを通して広く知られている事だと思います。これらの環境汚染の状態を把握するために、私は研究テーマとして土壌・環境水や野生生物等の環境試料やヒトの検体中の環境汚染物質の濃度を測定しその汚染の実情を調査しています。この濃度測定の手法は、対象とする化学物質の性質 (分子量・極性・修飾基・熱安定性等々) や試料の種類等によって様々です。通常は、試料の前処理と機器測定によって濃度分析を行っています。この中で機器測定ですが、濃度分析において環境調査に限らず高速液体クロマトグラフ・質量分析装置 (LC/MS)、特にエレクトロスプレーイオン化法 (ESI 法) と四重極型質量分析計が頻繁に用いられています。ESI 法とは、試料を電界中で帯電液滴化し、帯電液滴からイオンを生成する手法です。四重極型では、4 本の電極ロッド (四重極) に直流電圧と交流電圧を付加することで、ある特定の質量のイオンだけがはじき飛ばされずに通過できる電場を形成させることにより特定のイオン、つまり対象とする化学物質だけを選別して計数し濃度を測定することが可能です。

高速液体クロマトグラフィーによる対象化学物質の分離、ESI 法によるイオン化、四重極型による対象化学物質の特定と検出が、広範な化学物質に対して適用可能であるため、私が研究対象とするような化学物質であれば大体測定できます。私は元々生物学をバックボーンとして、博士課程までは結合タンパク質の探索や生物試験などの環境毒性学的な研究を主としていました。そしてそれに続くポスト時代には、LC/MS 等を用いた環境化学的な分析調査に携わってきました。環境中での汚染物質の調査、特にヒトでの汚染調査と健康への影響評価は世界的な注目度と重要性が高

く、その後の研究の主テーマの 1 つとして設定しました。平成 30 年 4 月に金沢大学に着任して以降、共同研究者の皆様に助けを借りながら分析などを進めていました。当初は研究室に機器が無く苦しい時期もありましたが、令和 3 年度に周囲の皆様のご配慮と幸運により当研究室に Sciex 社製の LC/MS を導入す



当研究室に設置されている ABI-4500 (Sciex 社)

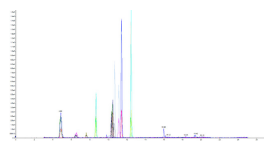
ることが出来ました。この機器は Positive でも Negative でも優れた分析能があり、かつイオン源のアタッチメントを交換する事で種々のイオン化法に対応可能、化学物質をトレースレベルで検出・定量できる優れたものです。現在研究室ではこの LC/MS を用いて定量分析、つまり目的とする化学物質が何かを特定している状態で、正確にどの程度の濃度が含まれているかを主に分析しています。これは特に四重極型質量分析計の長所であり、多数の化学物質を同時にかつ正確に定量することが可能です。しかも機械は (他のタイプの質量分析装置と比較すればです) 安価で、適用範囲も広く、様々な物質を分析出来ます。この時に化学物質の保持時間や質量スペクトルを観察し分析条件の最適化をしていると、学生時代から学んできた基礎科学の知識を再認識できます。非常に楽しいです。

これまで LC/MS を用いて、環境汚染物質のヒトに対する汚染調査や環境試料の分析を実施してきました。ヒトへの汚染を調査



お気に入りの機器を使って楽しく作業をしている様子

する際、侵襲性の無い又は低い血液や尿が汎用されています。当研究室では主に尿を用いて、これまで国内でも使用実績があり社会的にも注目されているネオニコチノイド系農薬や、主要な大気汚染物質の一つであり有機物の不完全燃焼で発生する多環芳



ネオニコチノイド系農薬の分析画面の一例

香族炭化水素類 (PAH 類) の代謝物である水酸化 PAH 類、化粧品などに用いられている防腐剤であるパラベン類などを精力的に分析してきました。環境試料では近年特に注目されている有機フッ素化合物 (PFAS 類) やプラスチックの添加剤である可塑剤の一種であるフタル酸ジエステルの代謝物等も分析してきました。これらの研究は当研究室単独のものもありますが、最根大学の長門豪先生を始め学内外との共同研究も多くあります。この LC/MS は今の私の研究生活には欠かせない、お気に入りの機器となっています。共同研究や機器の共同利用を歓迎していますので、低分子量の有機化学物質の濃度測定がしたいなどあれば、是非ご相談頂ければと思います。よろしく願いいたします。

全国共同利用教育拠点の活動の一環として実施している高等学校の臨海実習について



鈴木 信雄
海洋環境領域

能登半島の九十九湾に面して建てられた臨海実験施設は、北陸3県(富山県、石川県、福井県)の大学の臨海実習を行う拠点として昭和33年に発足しました。以来、自大学のみならず富山大学や福井大学の臨海実習を実施してきました。さらに、全国臨海実験所が主催する公開臨海実習(全国の国公立及び私立大学の大学生・大学院生を対象にして実施する単位互換性の臨海実習)を行い、日本海の生物多様性を中心とした環境学を学ぶ施設として貢献してきました。これらの実績が認められて、当施設は平成24年7月31日付けで日本海域環境教育学共同利用拠点に認定されました。当施設は、前述のような大学実習のみならず、幼稚園児、小学生、中学生及び高校生の演習や乗船実習なども受け入れて、教育拠点としての役割を果たしています。当施設の実績が認められて、当施設は平成24年7月31日付けで日本海域環境教育学共同利用拠点に認定されました。

令和6年度に実施した高等学校の実習は石川県立七尾高等学校、石川県立金沢二水高等学校と富山県立砺波高等学校の3校です。順に実習内容を述べます。近年の高等学校の臨海実習では、課題解決能力を身に着けるために、海の動物の多様性を理解するとともに、海の動物を用いた課題研究を実施しています。すなわち、3日あるいは4日のスケジュールで臨海実習を行い、その期間内で磯採集により採集した生物を用いた課題研究のテーマを決めて、課題研究を実施して、パワーポイントあるいはポスターにまとめて発表するという実習を行っています。令和6年度の七尾高等学校の実習は、7月9日から12日の4日間の日程で実施しました。七尾高等学校は、能登半島の七尾市の高校なので、新年度に入り、早い段階で臨海実習の実施

を決断していただきました。初日に日帰りで、のど海洋ふれあいセンターに行き、磯採集及び乗船実習を実施しました。採集した動物を七尾高校に持ち帰り、10日及び11日に課題研究を行いました。その研究成果を12日にオンラインで能登町の松波中学校と能都中学校に発信して、中学生からの質問も受け付けるという形式の発表会を終えることができました。金沢二水高

令和6年度の石川県立七尾高等学校の課題研究のテーマの一部と概要

物理1班 ヒライソガニの速度
ヒライソガニの甲羅のサイズで大・中・小に分けて行動を観察した。
情報 ウニとスライムの移動条件について
明暗のどちらに移動するのかを比較し、温度(24.5、28℃)のどちらに移動するのかも調べた。
物理2班 わがままなヒトデ生き延びたサザエ
ヒトデとサザエの感受性を調べた。温度に対するサザエの動きも調べた。

令和6年度の石川県立金沢二水高等学校の課題研究のテーマの一部と概要

1班 ヒトデの管足の観測
4本、5本、6本の脚のイタキヒトデの反転行動を観察した。エサへの移動時間も調べた。管足の数を数えて体重との相関も調べた。
2班 カニの動きはいかに?
攻撃性のヒライソガニ・イナガニ・フタバネツツガニと防御性のトガリオガニ・オウギガニ・イワガニの好む場所(障害物や明暗)を調べた。
3班 ヤドリカニのやみくも探し
ヤドリカニが好む物(生物・パイプ・岩)を調べた。光をブラケースの下から照射して、黒の板を置いて隠し場所を造って調べた。

令和6年度の富山県立砺波高等学校の課題研究のテーマの一部と概要

等学校もかなり早い段階で臨海実習の実施を決めていただきました。7月29日から31日の2泊3日で羽咋市の国立能登青少

年交流の家に宿泊して、初日にのど海洋ふれあいセンターで磯採集・乗船実習を行い、その翌日に、採集した動物を羽咋の国立能登青少年交流の家に運んで課題研究を行い、最終日に発表会を行いました。砺波高等学校は、6月に大きな余震があったことから、能登での磯採集を中止して、砺波高校にて8月5日から7日まで実施することになりました。コロナ禍においても、砺波高等学校は高校で実習を開催した経験がありましたので、その経験を生かして実施しました。磯採集に行けなかったのが残念でしたが、初日と2日目で課題研究を行い、最終日に発表会を開催することができました。



石川県立七尾高等学校の課題研究発表会の様子

来年度は、七尾高等学校、金沢二水高等学校、砺波高等学校に加えて、令和6年に震災の影響で実施できなかった長野県松本県ヶ丘高等学校の実習を、二水高等学校と合同で実施する予定です。本年度と同様に、充実した実習を実施できるように計画です。なお、これらの高等学校の実習は、(社)能登里海教育研究所の浦田 慎主幹研究員との海洋ふれあいセンターの館長をはじめ多くのスタッフの協力により実施することができました。高等学校の実習を手伝っていただいた当施設の技術専門職員の小木曾正造氏、技術補佐員の鹿葉真琳氏、事務補佐員の曾良美智子氏とともに、浦田氏との海洋ふれあいセンターの皆様にも心から感謝します。

市民講演会「見えない小さな生物の大きなはたらきー急速に溶けていく北極でー」・(同時開催) 高校生ポスターセッション

当センターは、北極から南極までを含んだ地球規模での越境汚染に伴う環境変動に関する研究活動を展開しています。北極は世界で最も急速に温暖化が進んでいる場所であり、氷河の融解、海流の変動など、顕著な影響が観測されています。これに照らし、地球化学会との共催のもと、9月21日に石川県文芸会館にて市民講演会「見えない小さな生物の大きなはたらきー急速に溶けていく北極でー」を開催しました。北極研究の最前線で活躍する研究者をお招きし、加速する地球温暖化の現状と、北極の魅力あふれる微生物たちについての研究を紹介いただきました。合計72名の参加がありました。まず東京大学大気海洋研究所の原田尚美教授から、北極域における劇的な温暖化と海洋酸性化、そしてそれともなう海洋生態系の変化についてご講演いただきました。次に北海道大学の亀山宗彦准教授からは、海洋から大気へむけて雲の核となるエアロソルを供給する植物プランクトンの働きについて解説いただきました。そして最後に千葉大学の竹内望教授から、雪氷中で棲息する生物についてご講演いただきました。白い氷河を赤や黒に変色させて融解を促進

する雪氷藻類について、北極グリーンランドだけでなく我々の身近な立山でも見られることが紹介され、聴講者の興味を惹きつけました。また、海洋酸性化によりプランクトンが外殻を形成しづらくなる「負の影響」のみではなく、海水減少にもなる海洋循環の変化によりプランクトンが増殖しやすくなる「正の影響」もあるなど、全体を通して地球温暖化による意外な環境変化についての知見が紹介され、「非常に学びになった、考えさせられた」という感想が多く聞かれました。

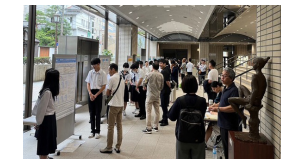


3名の講師への質疑応答

同日午前中には高校生ポスターセッションも開催し、県内4校から9件の発表がありました。参加した高校生たちは、本センターおよび地球化学会に所属する第一線の研究者に対し、前のめりに自分たちの研究の面白さを語り、活発な議論を繰り広げました。上記の市民講演会にも

参加し、講師に対して「地球温暖化が深刻な状況であることが理解できたが、具体的に自分たちは日常でどのような対処をしていくべきなのか？」など、本質をついた質問を投げかけていました。講演会の最後にポスター発表への表彰も行いました。高校生や高校の先生方から好評をいただいただけでなく、研究者の側からも元気づけられたと声が多く上がり、相互に有意義なイベントとなりました。

大気環境領域 石野咲子



高校生ポスターセッションの様子



ポスター発表への表彰

News information

日本動物学会から感謝状の贈呈

海洋環境領域・臨海実験施設の技術専門職員の小木曾正造さんが、第95回日本動物学会長崎大会の総会で感謝状を授与されました。これは、日本動物学会所属の研究者に対する動物の提供と、関連施設への協力に対する感謝を示したものです。(2024.9.13)



台湾からの研究者の訪問

台湾の国立中正大学、国立成功大学、台湾国立大学より、総勢10名の研究者がセンターを訪問されました。学内の施設を案内したのち、研究協力や中正大学との今後の部局間協定(成功大学・台湾国立大学とは大学間協定を締結済み)について議論しました。(2024.11.4)



環日本海域環境研究センターニュースレター 第26号

発行：環日本海域環境研究センター
編集：環日本海域環境研究センター広報委員会
ニュースレター担当：関口俊男、小木曾正造

〒920-1192 石川県金沢市角間町
電話：076-234-6830
WEBサイト：http://www.ki-net.kanazawa-u.ac.jp/
レイアウト・印刷：GoGraphics
2024年11月30日発行



Webサイト