

▶研究成果報告：輪島大気測定局で観測した中国のCOVID-19 対策による大気質の変化

大気環境領域の唐教授、張博士研究員の研究グループは、2004 年より、アジア大陸から長距離輸送してくる大気汚染物質を能登スーパーサイト・輪島大気測定局（英名：Kanazawa University Wajima Air Monitoring Station：KUWAMS）で継続的に観測しています。今年の始めごろに（2 月～4 月）、中国政府は新型コロナウイルス（COVID-19）の感染拡大防止対策として、都市のシャットダウンを実施しました。それにより中国本土の大気質が大幅に改良されました。同時に、KUWAMS で観測された、強い発がん性を有する多環芳香族炭化水素類（Polycyclic Aromatic Hydrocarbons）の濃度（長距離輸送分）が、例年に比べて 37%～53%減少したことを明らかにしました。本研究は、Aerosol and Air Quality Research に掲載されました。（2020.9.4）

▶金沢大学公開講座の担当

金沢大学公開講座「海外学術調査レポート～さまざまな国のさまざまな暮らし、そして研究～」を担当しました。計 2 回、金沢大学サテライト・プラザで開催しました。第 1 回目は、本田助教が「アメリカの消費社会と人間への健康リスク」、福士教授が「モンゴルの四季と環境汚染」という題で、第 2 回目は、落合助教が「台湾の自然・文化と土砂災害」、松中助教が「高山湖の環境変化とチベット族の生活」という題で講演しました。（第 1 回 2020.8.22、第 2 回 2020.9.12）

▶石川県消費生活支援センター主催セミナーでの講演

陸域環境領域の本田助教が、石川県消費生活支援センター 2 階大研修室で開催された「消費者セミナー 2020」で講演しました。「海洋マイクロプラスチックによる食品汚染～いまだ何ができるか～」という演題で、様々な問題を引き起こしている海洋プラスチックごみについて、食品へのマイクロプラスチック混入の現状などを解説し、消費者に何ができるかを議論しました。（2020.9.18）

▶サマースクールの開催

当センターの若手育成企画であるサマースクールが開催されました。今回は、新型コロナウイルスの影響もあり、対象を金沢大学の大学院生のみにて実施しました。4 名の留学生と 2 名の日本人学生の参加がありました。6 日間の日程で、大気環境、陸域環境、海洋環境、統合環境といった各領域の教員が講義と実習を担当しました。（2020.9.21-26）

▶学長表彰の受賞

福士教授が指導する北島卓磨君（自然科学研究科自然システム学専攻修士課程）及び唐教授が指導する張露露さん（医薬保健学総合研究科創薬科学専攻修士課程）が学長表彰を受賞しました。（2020.9.28）

▶研究成果報告：北海道南西部・大沼の過去 350 年間の湖底堆積物を解析

統合環境領域の落合助教および長尾教授は、岐阜大学、北海道教育大学、岐阜聖徳学園大学との共同研究グループに参加し、北海道南西部の大沼の湖底堆積物と水質の調査を行った結果から、堆積物が北海道駒ヶ岳の 1640 年以降における噴火活動の歴史を究明に記録していることを明らかにしました。また、大沼の湖底堆積物にはマンガンに富む律動的な綿状構造が認められ、その形成は夏のアジアモンスーンの降水強度を反映しており、1640 年以降の北海道の夏の気候は大陸性の夏のアジアモンスーンの影響を強く受けてきたことを明らかにしました。本研究は、国際誌 Quaternary Science Reviews に掲載されました。（2020.10.2）

▶ジュニアドクター育成塾北川歩美さんの全国発表会選出

陸域環境領域の本田助教が指導した七尾中学校 1 年北川歩美さんの研究「メダカの水息に適した水質を探る」が、金沢大学ジュニアドクター育成塾 3 期研究成果発表会で優秀と評価され、全国受講生研究発表会「サイエンスカンファレンス 2020」の発表研究に選出されました。（2020.10.4）

▶市民講演会「石と水と生命-生命をつないだ“石”、深海極限環境、そして火星へ」開催

当センター主催、北國新聞社後援で、市民講演会を金沢大学角間キャンパス自然科学系図書館 1 階大会議室で開催しました。当センターからは、福士教授が「太陽系天体の水環境を探る」という題で講演しました。（2020.10.4）

▶環境試料の多環芳香族炭化水素分析講習会の開催

環境試料の PAH の分析方法について、初心者を対象に環境中の PAH の概論（講義）及び捕集から前処理、機器分析及び定量までの操作法（実技）を学ぶ講習会を当センター主催で開催しました。（2020.10.14）

▶市民講演会「コロナウイルス禍の影響-産業活動の縮小により越境汚染はどの程度低減化するのか？」開催

市民講演会を金沢市の金沢大学サテライト・プラザ 3 階会議室で開催しました。大気環境領域の唐教授が「有害有機物の輸送量は低減化したのか?」、松本准教授が「越境輸送される PM2.5 の量は減少するのか?」という演題で講演を行いました。（2020.11.21）

▶キックオフミーティングの開催

金沢大学理工学域の能登海洋水産センターと当センターの共同研究「持続可能な社会環境の達成に向けた海洋研究」のキックオフミーティング「九十九湾の海洋構造の解析と水産業への展開」を金沢大学で開催しました。当センターの鈴木教授が「能登海洋水産センターと連携した水産に関する研究」という演題で講演しました。（2020.11.26）



# 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 2020 年 11 月 30 日 発行 第 14 号

- 1 研究紹介 1：水産研究・教育機構 俣山 秀樹
- 2 研究紹介 2：大気環境領域 松木 篤
- 3 研究紹介 3：陸域環境領域/連携部門 塚脇 真二
- 4 ニュース

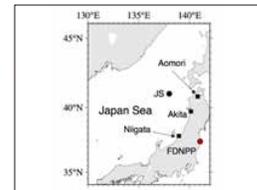
研究紹介 1 Report

## 日本海における沈降粒子による深層への物質輸送の研究

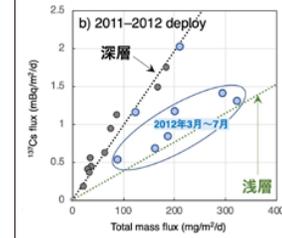
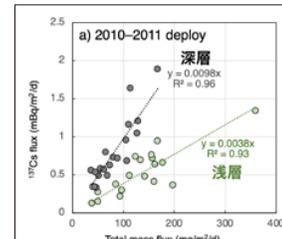


俣山 秀樹  
国立研究開発法人水産研究・教育機構

日本海は隣接する大洋と繋がる海峡が浅いために地形的な閉鎖性が強く、周囲の影響を受けにくい深層水循環が存在します。これは世界中の海洋を繋ぐ大規模な海洋大循環を再現していることとみなすことができ、そのため日本海は「ミニチュア大洋」と呼ばれます。ミニチュア大洋である日本海は気候変動に代表される全球規模の海洋環境変化をいち早く検知できる場として重要な海域です。国立研究開発法人水産研究・教育機構（水産機構）は日本海において、海水循環に比べ知見の乏しい粒子の輸送に着目し、沈降粒子を捕集するセジメントトラップを用いた観測を 15 年以上継続してきました。平成 23 年 3 月の東京電力福島第一原子力発電所（福島第一原発）事故発生時にもこのセジメントトラップ観測を継続してまいりました。セジメントトラップは日本海盆の水深 3700m の観測点において浅層（深度 1100m）および深層（深度 3500m）に係留していました。このセジメントトラップは平成 23 年 8 月に水産機構の調査船蒼鷹丸にて回収、得られた試料について、沈降粒子束、強熱減量および放射性セシウム濃度の分析を行いました（Kaeriyama et



セジメントトラップ係留点（黒丸）



沈降粒子束と<sup>137</sup>Cs フラックスの関係。点線の傾きは平均的な<sup>137</sup>Cs 濃度を示す。

al., 2020)。特に放射性セシウムの分析においては極微量の<sup>137</sup>Cs の検出を想定し尾小屋地下実験室の微量放射能計測システムで行われました。福島第一原発事故に由来することが明らかな<sup>137</sup>Cs は平成 23 年 5 月から 7 月の浅層の沈降粒子のみから検出されました。当時の北日本における空間線量率を考慮すると、日本海北部への<sup>137</sup>Cs の海面沈着は北太平洋に比べ極めて微量なものの、平成 23 年 4 月 27 日頃に発生したと考えられました。海面沈着から水深 1100m まで沈降に要した日数から、粒子の沈降速度は 43 m/day と見積もられました。この沈降速度は、チェルノブイリ事故後の大西洋や地中海で観測された水深 2000m 付近における値と同程度でした。その後、深層におけるセジメントトラップ観測は平成 24 年 7 月まで継続しました。その結果、粒子の深層への沈降動態について興味深い結果が得られました。日本海では水深 2000m 付近に物理的境界が存在し、浅層と深層では物質の往来が少ないことが知られています。沈降粒子の<sup>137</sup>Cs 濃度は新鮮な粒子で構成される浅層に比べ、生成から時間の経過した粒子で構成される深層のほうが高い傾向にあります。しかしながら平成 24 年 3 月から 7 月の期間、深層で浅層と同程度の<sup>137</sup>Cs 濃度が認められました。これは冬季に例年よりも強い寒

気が発達したため、日本海の冷却が強まり、水深 2000m 付近の物理的境界が消失した結果を反映していると考えられました。このように気象現象が海洋の深層における粒子の挙動と運動する点は日本海の深層における物質循環を理解する上で重要な知見になると考えられます。

引用文献  
Kaeriyama et al. (2020) Radioesium in Japan Sea associated with sinking particles from Fukushima Dai-ichi Nuclear Power Plant accident. *J. Environ. Radioact.*, 222, 106348.



## 能登を大気環境センサーにみためて



松木 篤  
大気環境領域

東アジア地域において PM<sub>2.5</sub> などの大気汚染物質が越境輸送される問題が顕在化しつつあった平成 20 年当時、来るべき共同利用・共同研究拠点としての展開を見据え、金沢大学では「能登大気観測スーパーサイト化」構想が持ち上がりました。その中身は、能登半島が持つ優れた地理的条件を活かして、すべての研究者に開かれた国際的な観測サイトの整備を目指すものです。時を同じくして赴任した私は、輪島測定局で先行していた大気観測体制をさらに強化すべく、一貫して珠洲測定局の新設と研究インフラの拡充に務めてきました。



珠洲測定局の外観（金沢大学能登学舎：中央の白い建物）

以降 10 年以上にわたり、国内外の研究者と協力しながら地道に珠洲測定局で大気観測を続けてきましたが、主として中国を起源とする PM<sub>2.5</sub> などの粒子状汚染物質が平成 26 年前後をピークに次第に減少のトレンドに転じるなど、地域経済の成熟に伴って大気環境が一部改善に向かう時代の大きなうねりも目の当たりにしてきました。では、これでもう越境汚染の問題は一件落着



屋内の観測装置を修理する筆者と研究室のメンバー



屋上の気象測器を修理する研究室の大学院生（大野君）

めたく能登での観測もお役御免かと言えば、全くそうではありません。PM<sub>2.5</sub> には、ヒト健康への悪影響以外にも、もう一つあまり一般的に語られていない側面があります。それは地球温暖化との関係です。一般的に、人が化石燃料やバイオマスを燃やすと地球温暖化の原因となる温室効果ガス（CO<sub>2</sub>）が発生しますが、同時に煙として PM<sub>2.5</sub> などの大気エアロソル（微粒子）も出てきます。微粒子にはそれ自身が太陽の光を散乱、吸収するばかりでなく、雲凝結核や氷晶核として機能することで雲の微物理構造を変化させる働きがあり、結果として地上に届かず太陽の光を遮る日傘効果を持ちます。つまり我々は知らず知らずのうちに、地球温暖化を遅らせる物質も同時に空気に放出していたわけです。ただ、PM<sub>2.5</sub> は健康に悪いので規制して減らさなくてはなりません。すると次第に PM<sub>2.5</sub> による日傘効果も期待できなくなるので、CO<sub>2</sub> ばかりが増え続けるテカッティングが起き、温暖化がますます加速してしまふことが懸念されます。今後、温暖化の影響でシベリア森林火災の煙が飛来する頻度も上がるかもしれません。東アジア地域で大気が清浄化していく過程が、どのように地域、ひいてはグローバルな温暖化と関わっていくのか、注意深く監視を続ける必要があります。

私自身は、大気エアロソルと雲相互作用の研究に力を入れており、平成 30 年には、世界 14 カ国、23 研究機関、70 名以上の

研究者が関与した雲凝結核（CCN）長期観測データの大規模な国際比較研究が行われ、珠洲測定局も日本を代表してこれに参加しました（Schmale *et al.*, Atmos. Chem. Phys., 2018）。さらに、この世界各地のスーパーサイトで集められた過去に類を見ない規模の観測データは、オープンサイエンス推進の一環として広く公開され、後に行われた全球化学輸送モデルの国際的な比較検証実験においても大きな役割を果たしました（Fanourgakis *et al.*, Atmos. Chem. Phys., 2019）。こうした一連の国際プロジェクトには、ヨーロッパを中心とする世界の名だたるスーパーサイトと共に珠洲測定局も名を連ねており、一つ一つはありますが、国内外で能登での活動が認知されつつあることを実感しております。

珠洲測定局では、上記の活動以外にも、短寿命気候変動因子（SLCF）として注目されるブラックカーボンを対象とした共同観測、光化学オキシダントとその前駆物質の長期観測、地の利を活かした冬季雪の国際共同観測などを通して、共同研究のハブとしての実績を重ね、共同利用・共同研究拠点の一翼を担ってきました。今後も引き続き、能登を大気環境センサーにみためて、長期的な大気環境の変化が地域の気候、水循環にどのような変化を及ぼすかについて、粘り強く研究を続けていきたいです。特に近年では、海洋航路上空では船舶由来のエアロソルが雲を刺激して雷が増加しているとの報告もあることから（Thornton *et al.*, Geophys. Res. Lett., 2017）、日本海側地域特有の冬季雪とエアロソルの相互作用について注目しています。また、波の花として知られる海洋表面マイクロレイヤー由来のエアロソルの挙動など、能登半島ならではのテーマに積極的に取り組んでいきたいと考えています。

## 金沢市およびその周辺地域の高精度地質図の整備



塚脇 真二  
陸域環境領域 / 連携部門

アジア大陸の東縁部が切り離されて日本列島ができたことはよく知られています。後期新生代初期の2000万年ほど前のことです。その後、日本列島が南東へゆっくりと移動するにつれてその背後で日本海が拡大しました。しかし、1500万年ほど前にその動きが終了し、その後の日本海はいまいたるまでゆっくりとした縮小に転じています。このような日本海地質学的な変遷史を解明するうえで、日本海側のほぼ中央にある金沢はうってつけのところです。金沢大学に赴任したのは平成6年4月のことです。それまでは房総半島と静岡風中部に分布する後期新生代の海成堆積岩類や南海・相模トラフの海底堆積物を調べていました。フィリピン海プレートと北縁部にあつて活動的な日本列島の中でもっとも活動的といえる両地域です。両地域に分布する地層の堆積学的・構造地質学的な解析からかつての堆積の場を時空的に復元し、そこから前弧海盆の成長過程やその傾動方向の変化などを読み取ったうえで、その動きがフィリピン海プレートの運動と運動することを示しました。

弧状列島ともよばれる日本列島の太平洋側は、弧が張り出す側なので前弧域と呼ばれます。対する日本海側は背弧域です。典型的な前弧域でおこなってきた地質構造発達史の研究成果を、典型的な背弧域である北陸地方、なかでも日本海拡大後の海成層の広範囲にわたる分布が知られる金沢地域に適用してみよう、そして、日本列島中央部の前弧域と背弧域との比較構造発達史の研究をやるよ、と考えながらの赴任でした。ところが、あらゆる地質研究の基礎資料となる地質図を探してみたところ、金沢地域では昭和34年に発行された5万分の1地質図幅があるのみでした。また、赴任後に訪れた金沢市大桑町にある大桑層の模式地では、河床の露頭に数多くの逆断層があることがひと目でわかりました。日本海側の代表的な鮮新/更新統として生層序学の研究が



5 万分の 1 地質図「金沢」（今井 1959）の一部



平成 6 年当時の大桑層模式地

数多く公表されており、それをふまえての氷河性海水準変動の研究もなされているような著名な地層ながらも、その地質学的な基礎があまりにも脆弱であることに愕然としました。地質構造発達史や堆積場の変遷といった研究を行うためには精度の高い地質図の存在が不可欠です。そのため、赴任後にまずとりかかったのが高精度の地質図をつくる作業でした。地質調査の技術には習熟していましたが、授業の合間をぬっての単独での調査だったため十分な時間をとれないのが悩んでした。しかし、翌年5月に工学部基礎工学教室へ、翌々年4月に土木建設工学科へ配置換えされたのちは、研究室に配属された学生や院生たちの卒業論文研究や修士論文研究としてこの作業をおおきく進展させることができました。

配属されたのは地学の基礎教育をまっとうしていない工学系の学生たちでしたが、彼らの活躍は予想をはるかに超えるものでした。調査範囲にある露頭をひたすら探して調べ尽くし、凝灰岩継層の追跡にもついでに露頭間の岩相対比を徹底的に行うと

いう岩相層位学の理想的な展開をおこなうことができました。フィールドをともに歩くことで彼ら自身も日々学び、それとともに金沢の地質についてのあらたな知見が年々積み上げられていきました。「未来永劫にわたつ



金沢市上飯田での地質調査

て描き換える必要のない最高精度の地質図をつくる」が研究室の合言葉でした。平成18年度までの学生たちとの活動でしたが、その成果としての「金沢市およびその周辺地域の高精度地質図」を今年度末に発行する予定です。5000分の1で作った地質図を1万分の1に再編集しとりまとめたもので、南は小松市北部から北は津幡町南部、西は高山県南砺市・小矢部市の西部をおおう広さです。広げると3畳間ほどの広さになります。自分自身の研究には間に合そう



高精度地質図の一部（旧地質図と同じ範囲）

ありませんが、この地域であらゆる地質研究の基盤として、この地域でのさまざまな環境保全や防災といった事業の基礎資料として、そして、この地にくらす方々の生涯教育の手引きとして、この地質図は将来にわたってさまざまに活用されるものと自負しています。