河川流域で環境動態研究を学ぶ

―河川におけるフィールド調査と分析を体験―

日本原子力研究開発機構（以下「原子力機構」という。）福島研究開発部門廃炉環境国際共同研究センター（以下「CLADS」という。）環境影響研究ディビジョン 放射線計測技術開発グループ（三春町：福島県環境創造センター研究棟に駐在）は、全国の大学生、大学院生および高専生を対象に、夏休みの期間中に、福島県の環境中における放射性セシウムの挙動を調査するインターンシップ（夏期休暇実習：以下「実習」という。）を行っています。

2021 年度の実習参加者は 11 名で、その内、筑波大学大学院(3 名)、明治大学大学院(1 名)、大阪大学大学院(1 名)、埼玉大学大学院(1 名)および東京都市大学(1 名)の学生達が、2021 年 8 月 2 日(月)～8 月 6 日(金)の期間に亘り、河川を対象とした放射性セシウムの分布を調査する実習に参加しました。

なお、新型コロナウイルス感染症対策のため、学生達には実習開始 2 週間前から実習終了 1 週間の期間で検温および行動履歴の記録を作成させるとともに、マスク着用や人同士の距離を保つなど、昨年と同様の「新しい生活様式」に倣い実習を実施しました。

◈事前準備から

先ずは、河川でのフィールド調査（以下「現場調査」という。）にあたり、学生達はオリエンテーションとして、実習における研究の背景、現場調査の目的、作業手順を学びました。また、安全な現場調査を実施する必要性から、特に熱中症や蜂・蛇に関する対策についての教育の他、現場作業を行うにあたって、何処に危険が潜在しているかを事前に予知する「危険予知活動(KY 活動)」を受講しました。その後、センター内の各装置やこれまでの研究成果を学生達に紹介し、使用する装置や本実習の内容について理解を深めました。

特に、河川調査等調査研究で得られたデータや研究開発成果は、現在進めている「FaCE!S=福島総合環境情報サイト」に集約し、一般の方々から専門の研究者までが利用できることを説明し、学生達の注目を集めていました。

「FaCE!S」の一場面

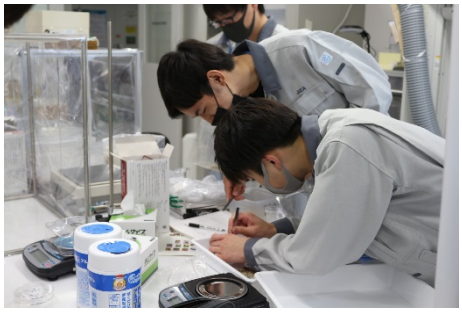
◈現場での河川調査

河川流域での土砂採取の様子

河川調査は浪江町の請戸川(うけどがわ)で行い、安全対策としてヘルメット、長袖長ズボンの作業着を着用し、適宜休憩を取りながら実施しました。学生達は 2 グループに分かれ、放射性セシウムが河川のどこに分布しているかをオリエンテーションで学んだことから考察し、河川流域の土壌や堆積物、河川水を採取して持ち帰り、翌日からの分析業務に臨みました。

河川の堆積物採取の様子

◈前処理から分析作業へ


前処理作業の様子

学生達は、現場調査で採取し持ち帰った試料を各分析に合わせて「ろ過」や粉砕等を行う前処理を行いました。その後、それら試料は、Ge 半導体検出器*1)、ICP-MS および ICP-MS/MS*2)を用いて、放射性セシウムおよび多元素の濃度を計測しました。ICP-MS/MS による分析では、ppt レベル(１兆分の１の大き

さ)のごく微量の汚れも検出されるため、試料を汚さないように注意して取り組みました。

デジタルマイクロスコープで試料を観察

また、デジタルマイクロスコープ*3)で試料を観察し、特徴のある鉱物を選定後、電子線プローブマイクロアナライザー(EPMA) *4)を用いて鉱物の元素組成を分析しました。さらに、堆積物に関してはX線回折装置*5)を用いて鉱物の特性を計測しました。

◈実習を振り返って

学生達は、各分析データを整理後、実験結果と各グループ内での考察を実習報告として取りまとめ、グループ毎に報告を行いました。実習報告では、河川における放射性セシウムの分布調査で、測定した鉱物のセシウム吸着特性について説明がありました。学生達の報告の後、原子力機構職員から放射性セシウムの分布を考察する上で、分析結果から注目すべき他の元素のアドバイスや感想を述べ、時間の許す限りディスカッションが行われました。

最後に2名の学生が代表で、インタビューに応じ、実習を終えた感想や今後の目標などを述べました。

―明治大学大学院　猪瀬　聡史（いのせ　さとし）さん

「大学では多摩川で放射性セシウムの動態調査をしていますが、ICP-MS/MSなどの分析装置は大学には設置されていません。そのため、データを見ても新鮮で実際に原子力機構の装置を使って分析できたことは貴重な体験でした。また、原子力機構の雰囲気を良く知ることができ、研究の道に進みたい気持ちが強まりました。」

―筑波大学大学院　井口　啓（いぐち　さとし）さん

「大学では森林における放射性セシウムの土壌の移行を研究していますが、新しい経験になればと思い、今回の河川での実習に参加しました。実習で学んだ、固体のまま分析する手法を今後の研究に役立てていきたいと思います。また、実習では研究者や参加したほかの学生との交流もあり、視野が広がりました。」

CLADSは、今年度参加した学生の皆さんのご意見を始めとした実習実績を踏まえてプログラムの充実を図り、引き続き将来を担う人材の育成に努めていくとともに、福島の環境回復のための研究開発を進めていきます。

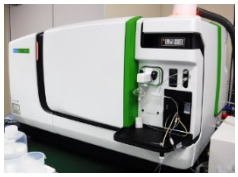
【用語解説】

＊1）Ge 半導体検出器

半導体を利用した放射線検出器であり、放射性物質の濃度を測定する装置。

＊2）ICP-MS および ICP-MS/MS

ICP-MS とは、誘導型結合プラズマ質量分析法(Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry: ICP-MS)をいう。アルゴンガスに高周波電力を与えて生成した誘導結合プラズマ(Inductively Coupled Plasma：ICP)をイオン源に用い、ICP に液体試料を霧状にして導入し、プラズマによってイオン化した試料中の元素を質量分析計(MS)によって、分離・検出する手法。この測定では、質量分析部は 1 つであり、イオン化された成分がそのまま検出されるため同じ質量の核種や分子の分析が困難なケースがある。



一方、ICP-MS/MS（右図）は、2 台の質量分析計を直列に接続させ、1 台目の質量分析計で特定のイオンを選択し、不活性ガスと衝突させた後、2 台目の質量分析計で必要なイオンを分離し質量を分析する装置。試料中に含まれる複数の同じ質量の核種や分子の分析において精度向上が見込まれる。

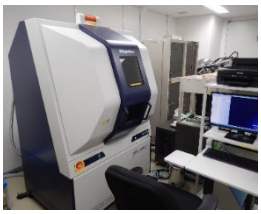
＊3）デジタルマイクロスコープ

デジタルカメラを搭載した顕微鏡。顕微鏡は、通常、接眼レンズを直接覗いて肉眼で観察するが、このスコープは、デジタルカメラを通して、より拡大画像をモニタに映し出して観察できる。このため、多人数による同時観察が可能となり、情報共有が図り易いという利点がある。

＊4）電子線プローブマイクロアナライザー(EPMA：(Electron Probe Micro Analyzer)

真空中で細く絞られた電子線を固体試料表面に照射し、表面の組織及び形態の観察とミクロンオーダーの局所元素分析を行う分析機器である。金属材料の分析から始まり、地質鉱物、セラミックス、電子材料、半導体材料、さらには高分子材料や、食品、生体試料など、あらゆる固体試料の微小部分析に欠かせない装置である。

＊5）X 線回折装置



X 線を試料に当てて、散乱される X 線の角度から土壌などの粉末試料に含まれる鉱物組成を調べる装置。土壌や河川水系の堆積物の中で、放射性セシウムの濃度が比較的高い試料中の鉱物組成を調べている。これにより、放射性セシウムを強く吸着し、河川水系で放射性セシウムを移動させている鉱物を特定し、放射性セシウムの環境中での挙動推定に役立てることができる。

Topics 福島　No.106
国立研究開発法人日本原子力研究開発機構(Japan Atomic Energy Agency)
福島研究開発部門　福島事業管理部
〒970-8026　福島県いわき市平字大町 7-1　平セントラルビル 8 階
TEL：0246-35-7650　FAX：0246-24-4031
HP：https://fukushima.jaea.go.jp/