

九環協での三十余年

技術部 先進領域課 芦川 信雄

1. はじめに

1989年に九州環境管理協会(以下、「九環協」という。)に就職し、2022年度末に60歳の定年を迎えました。34年間の勤務を経て、一つの区切りを迎えました。定年後は再雇用の嘱託職員として引き続き九環協で勤務しています。今回、九環協機関紙に寄稿する機会をいただきましたので、30数年間に及ぶ私の九環協勤務で関わった業務や研究などを以下にまとめました。

2. 九環協との出会いと環境分析業務

大学時代の指導教授が九環協の理事をしていたのが縁となり、教授の紹介で九環協に就職することができました。大学時代は、レアメタルを選択的に吸着するキレート樹脂の合成とその性能評価の研究をテーマに、原子吸光光度計やICP発光分析装置などを使用して金属イオンの分析を行っていました。九環協に入った当初は、分析課に配属となり、環境基準項目である水銀、ノルマルヘキサン抽出物質、フッ素などの分析を担当しました。元々、化学や分析に興味があり、大学でも専門的な勉強をしてきましたので、九環協の業務は自分の志向に合っており、環境分析を職業に選んで良かったと思っています。

当手を振り返ると、JISなどの公定分析法や環境基準値等に示されている濃度の単位が全て質量濃度(mg/L, ppm等)で規定されていました。学生時代は化学反応式で考える習慣があったためモル濃度(mol/L等)が基本単位でした。環境分析に関わった初めの頃は、質量濃度(mg/L, ppm等)で考え、分析をすることに慣れるまでは少し戸惑いました。

私が就職した当時の分析関連の部署は全部で20人程度の小さな規模でした。採水などの屋外調査も行い

ながら、内勤の分析も担当していました。道路交通騒音の調査にも度々同行し、24時間連続の騒音調査では、毎正時に10分間の交通量調査を任せられ、深夜から明け方まで、睡魔と闘いながら交通量カウンタを操作していました。騒音調査では、鹿児島県南部や壱岐、五島の島など、これまで訪れたことのなかった地域に足を踏み入れる良い機会となり、楽しみでもありました。

3. 環境放射能分析とポロニウム210調査

その後、一般分析を離れ、主に環境放射能分析に従事しました。九州内の原発周辺の環境試料を採取し、核実験由来のバックグラウンド放射能の分析が主要な業務内容で、私は主にストロンチウム90の分析担当をしました。

分析業務を実施している中で、ウラン系列の自然核種であるポロニウム210(半減期138日、アルファ線放出核種、以下Po-210)の研究にも取り組みました。Po-210は火山から放出される代表的な放射性核種です。火山起源の環境中Po-210濃度に関する情報が少なかったため、火山を対象とした大気環境中Po-210の研究を行いました。1990年11月に噴火した雲仙普賢岳は1991年から1992年の間も活発な活動をしていました。そこで、雲仙普賢岳由来のPo-210の影響があるかを調べるため、1992年度に島原市と熊本市、福岡市に大気中の降下物を採取するためのデポジットゲージを設置し、降下物中のPo-210調査を行いました。

その結果、島原市で採取した降下物中のPo-210濃度が高いことが分かりました。また、降灰の影響がない福岡市や熊本市でもPo-210濃度が高い月があり、普賢岳の火山活動の影響が示唆されました¹⁾。

その後、1994年度から1996年度にかけては調査対象を鹿児島県の桜島に移し、鹿児島県との共同研究と

いう形で、桜島周辺 4 地点で大気中の浮遊じんを粒径別に採取し、その中に含まれる Po-210 の粒径別濃度分布を調査しました。浮遊じんは、ローボリュームアンダーセンサンプラーで 2 週間連続採取を実施しました。

その結果、Po-210 は粒径 2 ミクロン以下の微小粒子に多く含まれていることが分かりました。また、調査期間中の Po-210 最大濃度は桜島 (赤水) 地点で $2,900 \mu\text{Bq}/\text{m}^3$ でした (図 1)。1 日あたりの Po-210 吸入量は、最大でも日本人平均の食品からの摂取量の 1/10 程度であることが分かりました。さらに、預託線量当量 (50 年間に受ける線量の合計) は 0.034mSv と試算され、被ばく線量評価のための基礎的なデータを得ることができました²⁾。

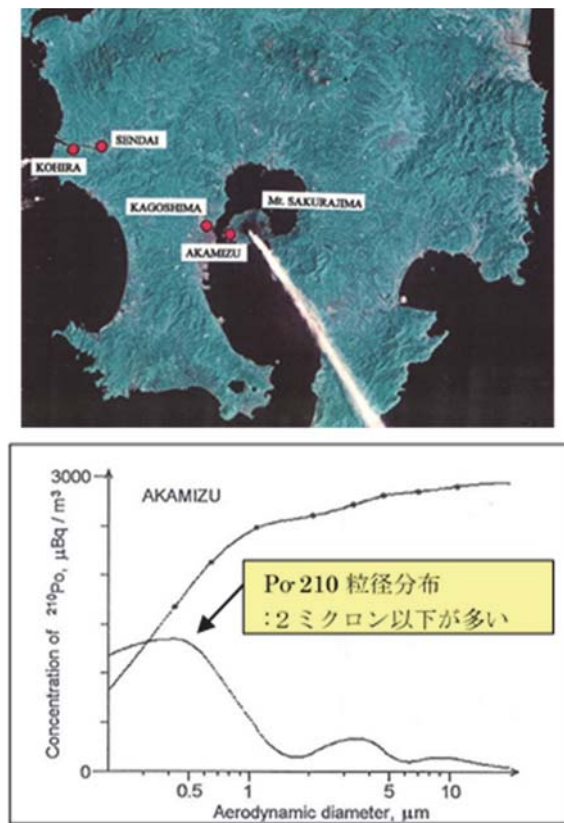


図 1 Po-210 の調査地点と浮遊じん中の粒径分布²⁾

4. 石炭灰の有効利用に関する研究業務

1998 年から 2007 年にかけて、電力会社、大学との共同研究という形で石炭灰の有効利用に関する研究を行いました。

我が国では廃棄物の最終埋立処分場が不足してお

り、焼却処理が中心となっています。その結果、焼却残渣の割合が増え、埋立地の浸出水中に含まれる重金属の無機塩類濃度が上昇するという問題が生じました。

一方、火力発電所から排出される石炭灰は多孔質構造を持ち、酸化カルシウムが主成分となっています。これを埋立地の覆土材料として使用することで、覆土層の密度を高めることができます。また、浸出水中の重金属を固定化し、埋立地から発生する二酸化炭素 (CO_2) を炭酸カルシウム (CaCO_3) として固定化することも可能です。

そこで、石炭灰固化体の重金属および CO_2 固定能力を調査するため、小型の実験槽試験から始め、最終的には埋立処分場内でフィールド試験を行いました。その結果、石炭灰加工物を埋立地の浸出水に加えると、鉄、マンガン、亜鉛、鉛などの重金属が固定化され、二酸化炭素も固定化される効果が確認されました (図 2)³⁾。

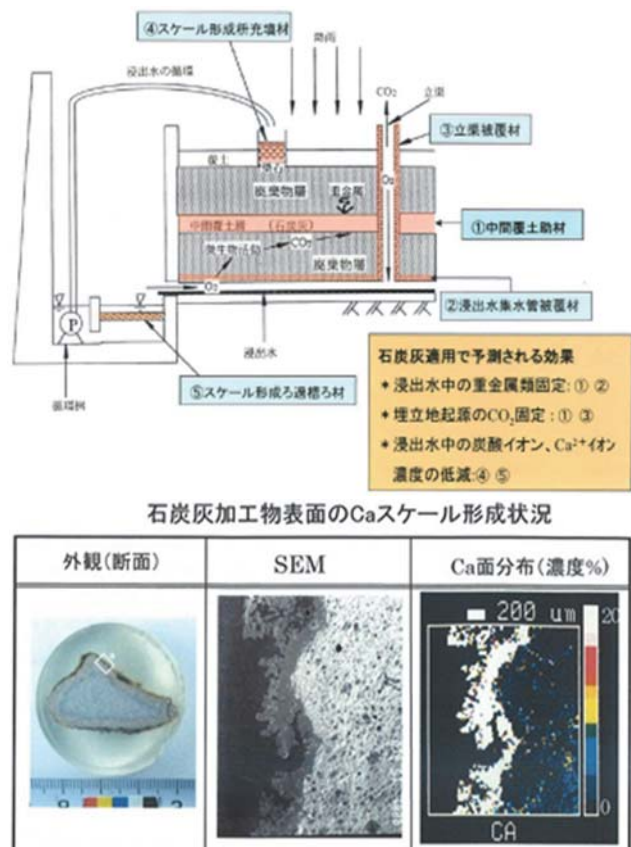


図 2 石炭灰加工物の埋立処分場内での適用箇所と Ca スケール形成状況³⁾

これらの成果は廃棄物関係の複数の学会で発表するなど思い入れの多い業務となりました。なお、特許の出願に向けた手続き等は 1999 年から行っていました。

審査に係る手間や予算の関係で特許を取得するまでには至りませんでした。

5. 九州大学 環境安全センターでの勤務

2010 年からは、分析の実務から離れ、計量証明書の発行業務や環境法令に関する問い合わせなど、顧客対応を担当する管理課に所属しました。その後、2013 年から 3 年間、九州大学で勤務する機会を得ることができました。

私の勤務先は九州大学全学の廃棄物や化学物質の管理を統括する「環境安全センター」でした。私は専任の有期教員(准教授)として常駐し、2 人のスタッフと協力して九州大学全学の廃棄物管理(実験系廃液、事業系廃棄物、廃薬品の処理に関する窓口、学内からの問合せ対応など)、薬品等の化学物質管理システムの運用、環境報告書の作成、環境関連の講習などの実務を担当しました(図 3)^{4),5)}。

環境安全センターがある箱崎キャンパスは 2005 年から段階的に伊都キャンパスへの移転が行われており、私が勤務した時期は箱崎キャンパス移転の最終段階に入っていました。

この移転に伴い、長年、環境安全センター内の施設で行っていた学内から集めた実験系無機廃液の凝集沈殿処理を 2013 年に終了することとなりました。そこで、実験系廃液処理をすべて外部委託に変更するための学内外への周知や手続きを行いました。また、理系学部の研究室が伊都キャンパスに移転する際に廃棄することとなった大量の試薬などの化学物質の集荷と廃棄の窓口も担当しました。

その他にも九州大学の全キャンパス(箱崎、伊都、馬出(病院)、大橋、筑紫の 5 地区)で無機系実験廃液の集荷が毎月行われていましたので、委託業者への連絡や全キャンパスでの廃液集荷の立会い、廃液集荷後のマニフェストの手続きなどに多くの時間を費やしました。また、学生に対して化学物質の取扱いに関する安全教育や学内の薬品登録システムの講習なども定期的に行いました(図 4)。これら大学教員としての業務は今まで携わってきた分析関係の仕事とは異なり、新たな経験を

積む良い機会となりました。

2016 年には環境安全センターが伊都地区の給水センター内に移転することになり、私は箱崎地区の環境安全センターの解体撤去に関わりました。環境安全センターは 1982 年に特殊廃液処理施設として建設され、30 年以上の期間、本センター内の設備を動かし、学内の廃液処理を行ってきました。そのため、建屋内には廃液処理に使用された薬品の残りや処分すべきタンクなどの設備が多く残っていました。廃液処理施設の解体に先立ち、施設内のタンクにたまっている汚泥などの分析や、施設内の記録類や備品を保管・移送・廃棄するために分類する作業が大変でした。しかし、これまでの化学物質管理や廃棄物処理に関する知識や経験を活かし、無事に移転することができました。



図 3 環境安全センター(箱崎キャンパス)



図 4 「化学物質取扱い講習」の実施

6. 東京電力福島第一原子力発電所事故以降の放射能分析業務

2017 年 3 月末に 3 年間の九大勤務を終え、放射能分析を含む部署(先進領域課)に配属となりました。配属課ではマネジメント業務を行いながら、放射能分析業務の窓口担当として、2022 年度末の定年まで関わることとなりました。

環境分析機関の中で九環協は、非密封線源を使用できる放射線管理施設を持ち、各種の放射線(アルファ線、ベータ線、ガンマ線)分析が可能な装置を備えている数少ない機関です。2011 年 3 月の東京電力福島第一原子力発電所事故(以下、「1F 事故」という。)以降、環境放射能分析の状況は大きく変わりました。1F 事故前の九環協の放射能分析業務は、九州内の原子力発電所周辺の環境サンプルの分析や、核実験由来の人工核種(セシウム 137, コバルト 60, ストロンチウム 90 など)のバックグラウンド濃度との比較、天然放射性核種(トリチウム, 炭素 14, ポロニウム 210 など)の挙動調査による環境状況の把握が主な業務内容でした。1F 事故前は環境中に存在する微量の放射性物質を検出するために、多量の環境試料を調達して濃縮・分離などの前処理工程を経て、ようやく検出することができました。

しかし、1F 事故によりその状況は一変し、福島県を中心に放射性セシウム(Cs-134, Cs-137)等が環境大気中に放出され、放射性物質の濃度が高くなりました(図 5, 図 6)。特に、放射性セシウムは濃縮処理をせず、容易に検出されるレベルでした。

事故当初は、放射性セシウムが測定できる Ge 半導体検出器を所有している分析機関は少なかったため、2011 年度は多くの依頼が九環協にあり、水や食品、土壌などの放射性セシウム分析を実施しました。特に土壌試料は、濃縮操作を行わずに短時間で放射性セシウムを検出できたため、九環協では分析部門の職員を総動員し、三交代制で放射性セシウムの測定を行い、お客様の要望にできる限り応えました。その当時は、日々データのチェックと報告書の作成に追われていたのを鮮明に覚えています。

2011 年度以降、九環協では国や地方自治体からの 1F 事故に係る放射能分析関連が増え、九州以外での業務も目立つようになりました。

2023 年現在、1F 事故から 12 年が経過し、放射性セシウム濃度は、各種の除染対策や、その物理的半減期(Cs-134: 2.1 年, Cs-137: 30 年)により、Cs-134 は事故時の 2%, Cs-137 は 75%に減少しています。今では九環協に持ち込まれる食品から放射性セシウムが検出されることはほとんどありません。しかし、製品管理や輸出関連のために放射性セシウムの測定が必要なお客様からの依頼は今でも続いており、微力ながら九環協の測定結果が、安全で安心な食品の流通に役立っているものと思っています。

1F 事故関連では、2023 年度から 1F の ALPS 処理水の海洋放出が予定され、放出後の海水や魚介類中のトリチウム濃度変化が注目されています。九環協は環境中トリチウムの分析を長年続けている実績がありますので、これまでの技術と経験を活かして、1F 周辺の環境中トリチウム分析などに貢献することができるものと考えています。

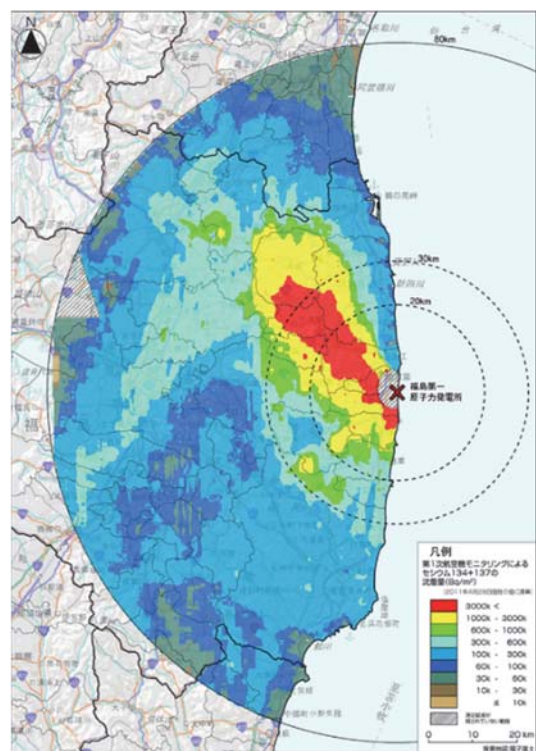


図 5 1F 事故での放射性セシウムの拡散状況
〔日本原子力研究開発機構(JAEA):放射性物質モニタリングデータの情報公開サイトより〕⁶⁾



図 6 事故後 1F(1号機建屋)の状況(2019年撮影)

7. おわりに

九環協での三十数年は主に環境分析業務に従事してきました。私が業務を進めていく上で心掛けていたことがいくつかあります。まず、計量証明事業としては JIS 他の公定法で分析することが多いのですが、分析方法の理論を学ぶことを心掛けました。目的とする物質を分析する方法には、当然理論的裏付けがあります。分析関連の図書や文献を調べて、分析操作の持つ意味を理解することに努めました。特に公定法に記載されている分解等に関する前処理条件は、一般化された最大公約数的な事項ですので、試料の性状によってその条件は異なります。より適した条件を検討する際に、化学的な理論を勉強しておくに役に立つはずですが、分析はマニュアルに書かれた操作を単なる作業として行うのではなく、操作の目的(理論)を理解しながら実施することが大切だと思います。

次に、分析が終わったらなるべく早くデータ整理することです。分析操作が終わったら一安心ですが、データ整理して目的物質の濃度を出すまでが分析です。分析試料数が多いとデータ整理を別日にまとめて行うことをしがちです。再分析をする必要があるか判断するためにも速やかなデータ整理が肝心です。加えて、過去の分析結果をグラフ化するなどしてデータ変動を把握しておくことと分析結果の妥当性を判断する助けになります。

さらには、依頼者の調査目的をしっかりと把握しておくことです。業務窓口として依頼者と直接やり取りをする機会も多くありましたが、初めに何の目的で調査や分析

をするのかを業務担当として理解しておくことに努めました。特に研究的な色合いが強い業務では、仕様が細かく決まっていない場合もありましたので、関連する文献などを調べ、私自身も好奇心を持って新たな知識を吸収しながら、依頼者に必要な情報を提示することを心掛けました。依頼者とのコミュニケーションを大事にすることが、最終的には依頼者の満足度が高くなる報告書を作ることに繋がると思います。

最後に、これまで私が九環協で仕事を進める中で、ご指導、ご助言、ご協力いただいた職員の方々並びに各方面の皆様方に心より感謝申し上げます。

参考文献等

- 1) 芦川信雄, 岡村正紀, 平井英治, 松岡信明, 藤井正博, 高島良正: 雲仙普賢岳周辺における降下ばいじん中の Po-210 の分析, 第 34 回大気汚染学会講演会, (1993).
- 2) N. Ashikawa, N. Syojo, H. Imamura, M. Fujisaki, N. Matsuoka and Y. Takashima: The Size Distributions of Po-210 in the Atmosphere around Mt. Sakurajima in Kagoshima Prefecture, Japan, *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry*, Vol. 230, 97-104 (1998).
- 3) N. Ashikawa, S. Tawaki, N. Matsuoka, A. Tachifuji, Y. Matsufuji, M. Yoshinaga, T. Nagano and Y. Imaizumi: Application of Coal Ash to Cover Soil in Landfill System – Immobilization of Heavy Metals in Landfill Leachate–, SARDINIA 2001 International Waste Management and Landfill Symposium 2, 371-382 (2001).
- 4) 九州大学環境安全センターホームページ
<https://ces.kyushu-u.ac.jp/>
- 5) 九州大学 環境報告書 ホームページ
<https://www.kyushu-u.ac.jp/ja/university/publication/kankyohoukokusyo>
- 6) 放射性物質モニタリングデータの情報公開サイト: 日本原子力開発機構
<https://emdb.jaea.go.jp/emdb/top>