

ふりがな  
氏名 坂上 央存  
学位 博士(理学)  
学位記番号 新大院博(理)第272号  
学位授与の日付 平成19年3月22日  
学位授与の要件 学位規則第4条第1項該当  
博士論文名

Studies on measurements of environmental radioactivities around a nuclear power station  
(原子力発電所周辺の環境放射能測定に関する研究)

論文審査委員  
主査 教授・橋本 哲夫  
副査 教授・澤田 清  
副査 教授・今泉 洋  
副査 助教授・工藤 久昭  
副査 教授・堀米 恒好

博士論文の要旨

坂上央存氏の論文は3章構成とし、第1章では本研究の意義、位置づけについて論じている。坂上君は社会人博士コースで学んでおり、実際は新潟県放射能監視センター職員である。彼は柏崎・刈羽地区に存在する世界最大規模の原子力発電所周辺の環境放射能モニタリングを日常業務として行っており、住民に安心安全を提供する立場にある。原子力発電所周辺で近年検出される過去の大気中核実験由来の人工放射能のレベルは非常に低くなっており、下限値未満となることも多いことを柏崎・刈羽地区でも見出している。しかし、万一の原子力発電所の事故時に備えるため、また地域住民に対する放射性物質に関する説明責任を果たし、その安心感と信頼を得るためにも、バックグラウンドとしての放射性核種濃度分布及び核種の挙動を詳細に把握しておくことが重要であると述べている。またこのためには、より迅速かつ高感度の測定・解析手法を常に検討する必要がある、これらの観点から幾つかの研究に行なっている。

第2章では、柏崎・刈羽地域において、環境水や生活水にとって特徴的な問題である検出限界を上回る溶存 $^{137}\text{Cs}$ について、その起源、分布、挙動について論じた。この溶存 $^{137}\text{Cs}$ 量はごく低い濃度であり、健康上の問題はないものの生活水としての上水中にも時折検出されることがあり、全国的にも稀有の事象といえるものである。この原因の追究ため、上水の供給源である当該河川及びダム上流の集水域としての米山山麓に注目し、一帯で環境試料(土壌、陸水、底質、降下物等)の採取・分析を行った。調査範囲は柏崎刈羽地域全域(平野部、西山丘陵部、米山、黒姫山、八石山系)のおよそ30の河川及び4つのダムを対象としている。比較のために、県内の上中下越佐渡地域から17のダムを選定して溶存 $^{137}\text{Cs}$ の調査もしている。その結果、蛇口端末の $^{137}\text{Cs}$ 濃度は取水ダム湖水のそれとほぼ同じであった。また夏季に高く、冬から春季にかけて低い季節変動を示す一方、安定同位体である $^{133}\text{Cs}$ との比はほぼ一定であることも見出した。 $^{137}\text{Cs}$ はダム湖の流入水中にすでに存在しており、ダム上流の土壌(米山山麓)からの溶出により供給されているものと考えた。 $^{137}\text{Cs}$ が比較的高濃度で存在する原因として、①米山にはフォールアウト(落下塵)核種の高濃度地点が存在することを明らかにし、これはその地形的特徴に由来するものと考えられた。②さらに他地域に比べ、米山周辺では溶出する $^{137}\text{Cs}$ の割合が多いことがわかり、新潟県内の他の地域からの結果とも合わせ、これは安山岩溶岩・凝灰角礫岩由来の土壌に共通性のあることから、

フォールアウト（落下塵）の風化に伴う放射性核種がこれらの地質的特徴を有する土壌（粘土鉱物）に吸着されやすく、それら吸着物が長年に亘って脱着していることが一因と考えた。これらの考察は今後の継続的な調査研究が必要ではあるものの、大変興味深いモデルである。

第3章では、身近に存在する原子力発電所からの漏洩人工放射能の早期検出が重要であるため、新たな天然放射性核種の検出法を調査研究している。大気中の放射性核種の捕集は空気中ダストで行われ、捕集塵を放射能検出器で検出したり、化学分析により核種を同定している。前者では核種そのものは不明なもの連続モニタリングが可能であり、一方後者は迅速性に欠けており人手も必要となる。空気中ダスト連続モニタリングそのものは従来から原子力施設立地県において実施されているが、これまでのところサンプリングから測定、解析に至るまで統一された有効な手法はなく、各県がそれぞれ異なる方式を採用しており、得られるデータが計数率のみであり、核種情報に乏しい点があげられる。この状況下で原子力発電所からの人工放射性核種の漏洩の迅速検出に向けて、坂上央存氏は空気中ダスト連続モニタリングを用いた新型測定・解析装置を開発し、その能力を検証してきた。

本研究では、人工放射能の検出の妨害核種となる、天然の $^{222}\text{Rn}$ 子孫核種を迅速に定量するために、 $^{214}\text{Bi}$  (T:半減期 19.9分)  $\rightarrow$  ( $\beta$ )  $\rightarrow$   $^{214}\text{Po}$  (T:半減期 164マイクロ秒)  $\rightarrow$  ( $\alpha$ )  $\rightarrow$  の連続壊変事象に注目して放射線由来のパルスの時間間隔解析 (TIA) 法を $\beta/\alpha$ パルスに適用した。そのためマイクロ秒単位の異種の連続パルスが発生するとき、その検出時間を正確に記録しながら間隔解析を行う必要がある。そのため、高速かつ大容量のメモリを用い3チャンネル入力パルスを並列に取り込みそれらの発生時間を記録するとともに、オンラインで時間間隔を計算処理するため専用ICを組み合わせた新型のPCIボードを開発した。更に、測定しながらパルス時間間隔分布結果をグラフ表示させるための解析ソフトウェアも用いた。この新システムをダスト連続モニタリングに適用したところ、6時間集塵 (約  $70\text{ m}^3$ ) 直後の10分測定で $\beta/\alpha$ パルス由来の相関事象を捉えることができ、 $0.17\text{ Bq/m}^3$  の人工放射能検出能力があると見積もることができることを確認している。

#### 審査結果の要旨

環境水中の溶存 $^{137}\text{Cs}$ の挙動把握と解析および放射壊変の時間情報を駆使した坂上央存氏の提案した核種連続測定法の開発は、今後多方面へと発展する可能性を有しており、価値ある多くの知見を得ており、参考論文や学術・社会貢献なども充分であると判断した。よって、本論文は博士 (理学) の博士論文として十分であると認定した。