

談話室

福島原子力発電所事故に伴う放射能汚染調査に関わって

木野康志

東北大学大学院理学研究科化学専攻 〒 980-8578 仙台市青葉区荒巻字青葉 6-3

y. k@m. tohoku. ac. jp

平成 25 年 6 月 15 日原稿受付

東日本震災以来、福島原子力発電所警戒区域内および宮城県内の環境試料と被災動物の放射能測定を行っている。全く専門外の研究であったが、震災の被害の大きさを目の当たりにし、未知の分野に踏み込む事にした。本稿では、この研究がスタートした経緯について述べる。

東日本大震災に引き続き、福島第一原子力発電所事故が起き、多量の放射性物質が東日本一帯に放出された。「東京電力福島原子力発電所における事故調査・検証委員会」最終報告書 [1] によれば、この事故で放出されたヨウ素 131(I-131, 半減期 8 日)の放射能量は 15 万テラベクレル、セシウム 137(Cs-137, 半減期 30 年)は 8,200 テラベクレルに上った(原子力保安院による推定値)。

東北、関東の幅広い地域に深刻な放射能汚染が起こり、事故以来、放射線の健康影響に国民的関心が集まっている。新聞には天気図と並んで各地の放射線量マップが掲載され、放射線計測器がホームセンターで売られ、それまでほとんど知られていなかった「シーベルト」「ベクレル」「内部被ばく」等の専門用語が日常会話に上るようになった。

2011 年 4 月 6 日以降、文部科学省と米国エネルギー省は共同で福島原発から半径 80 km 圏内の航空機による地上 1 m における空間線量分布の計測を行った。また、6 月 6 日から 14 日および 6 月 27 日から 29 日に、原子核物理学、放射化学等の学会が呼びかけた全国 70 を超える大学等の研究機関により、地表面に沈着した放射性物質を 2 km メッシュで測定する土壌モニタリングが行われた。これらの結果は文部科学省のホームページ(<http://ramap.jaea.go.jp/>)に掲載されている。しかし、これらのデータはあくまでも空間線量であって、外部被ばくの算定では貴

重なデータとなるが、内部被ばくの算出には使えない。内部被爆には、体内に摂取された放射性物質の濃度を知る必要がある。すなわち、放射能に汚染された水、空気、食物という媒体と通じて、生体のどの臓器にどれだけ放射性物質が沈着しているかを評価することである。

事故後、福島原発から半径 20 km 圏内の住人に対し 3 月 12 日に避難指示が出され、4 月 22 日には警戒区域として設定され、民間人の立ち入りが禁止となった。住民が避難した後、圈内には牛 3,400 頭、ブタ 31,500 頭、そして鶏 630,000 羽が取り残された。5 月 12 日、政府は福島県に対して残留家畜の安楽死処分を指示した。この残留家畜の安楽死処分の報を受けて、東北大学加齢医学研究所の福本学教授は、処分される家畜の各臓器を部分的に摘出し、保存するとともに沈着核種の同定と各部別の放射能を計測する「被災動物の包括的線量評価」プロジェクトを計画し、学内外に賛同者を募った。学内からは農学研究科、歯学研究科、高等教育開発センター、そして理学研究科から私と研究室の院生が参加した。

震災直後、研究室は人的な被害はなかったが、コンピュータや測定装置に被害を受け、電気、水道、ガスが全てストップした。仙台市は、陸路、空路、海路の全てが断たれ、完全に孤立していた。市内からあつという間に物がなくなった。14 日の理学研究科の教員会議では、仙台への物流がストップし物不足の深刻化が予想されるため、消

費者である学生・院生は帰省させるようにとの話があった。福島第一原子力発電所の正門前で放射性セシウムが検出されたという話もあった。原子炉が損傷し大量の放射性物質が漏洩していると考えられた。ガソリンがまだ車の中に残っているうちに子供を逃がそうと考え、山形空港に向かった。山形空港は開港以来の大混雑であったが、一晩並んで子供を送り出す事ができた。仙台から山を一つ越えた山形県では、普通の食事があり、風呂にも入れたことに感激した。ここで震災後初めてネットに繋ぐ事ができ、多くの方々からの安否確認に答える事ができた。当時、協会の衝突セミナーの講師を引き受けていて、テキストの原稿を送る必要があったが、やっと担当の高口さん(広島大)に連絡を取る事ができた。また、上村先生(九大・理研)から福島原発の危機的状況についての情報を頂いた。山形で食料・雑貨を仕入れ、仙台に戻った。

仙台に戻ると、サーベイメータによる空間線量率の値が跳ね上がっていた。宮城県では、女川原子力発電所のある女川町に県の原子力センターがあり、ここで宮城県内の環境放射能の測定が行われてきていたが、今回の津波で壊滅的な被害を受け、宮城県は環境放射能測定の空白地帯となっていた。東北大学内では、県の依頼を受けた工学研究科の石井グループのほか、理学研究科の田村グループなどゲルマニウム半導体検出器をもつグループが自主的に環境放射能の測定に入っていた。私の研究室では、陽電子消滅実験、放射化分析に使うためゲルマニウム半導体検出器を所有していた。薬学研究科の吉田博士と共同で、青葉山キャンパス内の薬学研究科薬草園、県南の海岸や阿武隈川に海水や河川水を採取にいった。原子炉建屋の汚染水が海洋に流出し、阿武隈川は福島市など空間線量率が高い地域を流域にもつため、水流による放射性物質の拡散を監視するためだった。

震災後の余震が続く中での海水採取は緊張の連続だった。それにも増して、津波の被害を受けた地区の光景は、壮絶なものだった。何トンもある堤防のコンクリートの固まりが引き剥がされ大きく移動していた。家、車、船が押し流され、一面砂と泥だらけだった。どんな重機を使っても一日でこれだけの作業は不可能である。我々大学人の無力さが痛感された。1978年の宮城県沖地震

では津波の被害がなかったため、海岸線が松林で遮られた地区では津波の襲来が見えなかった事が、特に大きな人的な被害をもたらした。

実験室内はまだ電気が復旧していなかったため、延長コードを何本も繋いで何とか電源を確保した。当時は、仙台市内にも放射性物質が飛び交い、空間線量率が増大し、様々なものに放射性物質が付着した。鉛の遮蔽体を運搬するため30分外に出していただけて、その表面が汚染され使い物にならなくなった。実験室の中も人間が持ち込む埃等に付着した放射性物質により、検出器まわりが汚染することがあり、その度に遮蔽体の鉛ブロックをばらして洗浄する必要があった。実験室の全ての排気口と吸気口はシートで封鎖し、入り口には、ビニールシートのカーテンを何重にも張り、床と壁は毎日ぞうきがけをした。検出器のエンドキャップもサンドペーパーで汚染を削り取った。これらの汚染はサーベイメータで検出できるレベルではないが、試料なしでの測定によるバックグラウンドのスペクトルには、くっきりと汚染物由来のピークが現れた。このため、1日試料を測定しては、次の日丸一日はバックグラウンドの測定となった。

目に見えない大量の放射性物質が押し寄せる中、放射線を検知できる者として、どんな被害が生じるかを予測するためにも、データを監視し続けた。昼間はサンプリングに出かけ、夜はデータ解析の日々が続いた。

上述のプロジェクトへの参加の打診が来たのは、宮城県南部の海水・河川水の放射能濃度も下降し、測定が一段落しかけた6月初めだった。このプロジェクトで解明を目指す内部被ばくは、特定臓器での長期間の局所多量被ばくが主となり、体内挙動は放射性核種により異なり放射線種によりダメージも異なるので、問題が複雑である。また、体内の放射性核種は、物理的半減期の他に代謝や排泄による生物学的半減期で減衰するが、後者の詳細は不明な点が多い。つまり内部被ばくの線量評価は、各臓器への放射性核種の沈着量を正確に決める必要がある。このためには、人体に匹敵する大型動物について直接調査する必要があり、様々な環境要因の影響を打ち消すため多くの検体数も必要である。チェルノブイリ原発事故の際にもこのような試みはあったが、系統だっで行われることはなかった。今回の調査は、福島第一原発事故による放射能汚

染が今後人体にどのように影響を及ぼすのかを検証するうえで必要不可欠な研究である [2]. 福島県の事例がこの種の研究の最初で最後の機会になるであろう. 事故後から, 1秒間あたりの崩壊数としてよく定義されているベクレルから, 内部被ばく量を表すシーベルトへの変換に物理屋として戸惑いを感じていた. このプロジェクトの目的に共鳴し, 思い切って参加する事を決めた.

プロジェクトの方はその後, 各機関との交渉に時間が空費され, 採材のため警戒区域内に入ったのは8月末だった. この間, 多くの短半減期核種が消滅してしまったのは非常に残念であった. 警戒区域に院生を入れる事に学内でのルール作りが間に合わなかったため, 初めのうちは, 教員だけで採材を行った. 私も最初の1年間は, ほぼ毎回参加した. 現場では, ウシの確保, 安楽死, 採血, 解剖, 臓器の切り分けが行われた. テレビでお馴染みの白いツナギのタイベック・スーツを着込み, 防塵マスクをかぶるため, 夏の野原での作業はサウナ状態だった. 一方, 冬は寒風の中雪が舞い, 取り出された臓器が暖かだった. 私は, 本来, テレビの出血シーンすら凝視できなかったのが, 現場の鬼気迫る雰囲気にも飲まれ, 血みどろになりながら, 臓器の切り分けを担当した. プロジェクトも順風満帆とは行かず, 最初の5ヶ月間は手弁当であったが, グループ内の結束は強く, 困難を乗り越え軌道に乗せる事ができた. 福島までの道中5時間, 異分野交流に花を咲かせた.

採材から戻ると, 研究室では更に大きな仕事が待っていた. 採取した臓器試料を放射能測定のために加工する必要がある. 100 mLの容器に入れ測定試料とするが, 測定試料中の放射能濃度に偏りがあると検出効率が変化し, 放射能の値に誤差が生じる. このため各臓器を均一にする必要がある. また, 臓器間の交差汚染にも注意する必要がある. この均一化と容器詰めは, 使い捨ての紙皿とナイフによる手作業となった. 一回の採材で200個程度の臓器試料が採取された. 研究室の全員を動員して, 測定試料作りとなったが, 夕方から始めて夜中まで掛かった. ビニールシートを敷いてはいるが, 血が飛び散り, 匂いが充満した. 国産黒毛和牛は, 獣の匂いというよりも, 若干甘い香りがしたが, 大変きつい作業だった. それにも拘らず, 私の意図を理解し, 協力してくれた院生や学生全員に大変感謝している.

我々の宮城県南部での調査活動を縁に, 一般の方々から放射能測定の依頼を受けたり, 市民の前で話す機会を持つようにもなった. これまでは, 自分の発信するデータや考察の受け手は同じ研究者で, また競争相手でもあり, お互いに結果をチェックする事ができた. しかし社会に向けて直接発信する場合は, 自分の出したデータや説明がそのままが世に定着する可能性がある. 様々な要因が関与する環境試料の場合, 他者による検証が困難な事が多い. これまで以上に発表には慎重を期す事になった.

「被災動物の包括的線量評価」プロジェクトの研究は大きく進み, チェルノブイリ事故では得られなかった事が色々と分かってきた [3]. 多くのメディアにも取り上げられ, テレビ, 新聞の取材が研究室にも来た. また研究費の助成も受けられるようになった. 現在, 採材したウシは300頭近くへのぼり, ブタ, イノブタ, ダチョウ, サル, タヌキ, ニホンアナグマなど多種にわたり, 土壌, 草本, キノコなどの環境試料の分析も行っている. また, 畜産試験場と共同で汚染稲藁の給与による代謝実験も開始した. さらに, 放射性セシウムの他に放射性ストロンチウムの分析にも着手している. キノコに関しては, 研究内容が広がり, さらには除染について地元企業との共同研究も行っている. このように思わぬ方向にも研究が進み, 期間限定だったはずの放射能測定が今後も暫く続きそうである.

参考文献

- [1] 東京電力福島原子力発電所における事故調査・検証委員会最終報告(平成24年7月23日).
- [2] E. Calabrese, Proc. Natl. Acad. Sci. **108**, 19447 (2011).
- [3] T. Fukuda, Y. Kino, Y. Abe, H. Yamashiro, Y. Kuwahara, H. Nihei, Y. Sano, A. Irisawa, T. Shimura, M. Fukumoto, H. Shinoda, Y. Obata, S. Saigusa, T. Sekine, E. Isogai, M. Fukumoto, PLoS ONE **8**, e54312 (2012).