

放射線測定をしている小豆川(しょうずがわ)ですVoi.3

とらばニューズレターをご覧の皆様、こんにちは。小豆川(しょうずがわ)です。本年度は上石さんより「とらばニューズレターに定期的に記事を..!」というご依頼をいただきました。今回は12月号に続いて最終回(3回目)のお話です。前回(12月号)では放射線あるいは放射性物質はどうしてこうも取り扱いが面倒なのかというお話でした。最終回では、この春にも予定されている処理水の海洋放出について分析者の視点から思うことをお知らせしたいと思います。

前回の12月号でも触れましたが、放射性物質とは「物質」である以上、大きさがあり、重さがあるものです。しかし、放射性物質の大きさや重さを人間が顕微鏡や特殊な装置を使うことなく、五感で認知出来て、実感できる大きさや重さのものを取り扱っていたら、その人間は放射線によって文字通り致命的なダメージを受けてしまいます。

除染によって集められた汚染された土は、重機によって大きなフレコンバックに入れていましたね。その袋の中に含まれる放射性セシウムの重さのごくごく微量で、とても目に見えた量ではありません。計算上、あのフレコンバックを数百袋集めてみて、その中に含まれる放射性セシウムを全部集めてみたらやっとな塩粒一つくらいの重さになるかな、といった具合です。日常生活ではこれだけの量のゴミを気にすることはありませんね。でも、放射性物質とは、たったそれだけの量でも厳密に管理しなければなりません。このことは裏を返せば、放射性物質が私たちの想像を超えるような強大なエネルギーを有していることを示しています。(詳しくは、「比放射能」(specific radioactivity)という単語で検索すると重さと放射能の変換方法(計算方法)を紹介しているサイトがたくさんあります。計算自体は中学数学の知識で解けますので、頭の体操に是非!)

処理水の海洋放出を分析者目線で

さて、このこと踏まえて処理水の海洋放出について考えてみたいと思います。福島第一原発構内に溜められている処理水の中で、存在量が最も多い放射性物質はトリチウムです。このトリチウム、物性や素性についてはあちこちで解説されていますので詳しい解説はそちらに譲りますが、福島第一原発構内にあるすべてのトリチウムの量をすべて足し合わせてみると、どのくらいの重さになるでしょうか。タンクに溜められている水そのものは100万トンのレベルで存在します。

もし、あのタンクの中からトリチウムだけを分離、生成することができたなら[水の中からトリチウムだけを選択的に抽出する技術があれば、この海洋放出の問題は前提が変わってきます。分離したトリチウム10グラム程度はヤクルト1本分にもならずほとんど場所を取りません。放射能は極めて高いのですが、この体積なら人間の管理下にしておくことが可能で、わざわざ海洋に放出する必要がなくなるからです。残念ながらトリチウムだけを水から抽出することは、現代の科学力では極めて難しい課題の一つです。]、構内にあるトリチウムはせいぜい10グラムです。繰り返しますが「たった」10グラムです。しかし、この10グラムのトリチウムでも現行の法令に則って最大濃度で海洋放出したとしても十年単位の時間を要します。放射

性物質ってどれほど管理が大変なのか、改めて理解できると思います。

福島第一原発の処理水に含まれるトリチウムは、現行の規制値[この規制値は正確には「東京電力株式会社福島第一原子力発電所原子炉施設の保安及び特定核燃料物質の防護に関して必要な事項を定める告示」8条に定められていて、トリチウムについては、周辺監視区域外での水中濃度限度が $6 \times 10 \text{ Bq/cm}^3$ と定められています。つまり、原発から離れた監視する必要のない場所の海域で測定したときに、 1 cm^3 あたり60ベクレル(=1リットル当たり60000ベクレル)のトリチウム濃度が上限ですよ、この濃度以上にならないように放出してくださいよ、ということです。そのため、放出孔の濃度はもっと高くても差し支えないこととなります。(放出口の濃度は放出事業者、事業別によって濃度が定められています。法規制上のルールは解説すると長くなるのですが、この問題を考える上では重要な要素です)]上限の60000ベクレル/Lよりもさらに低い上限(1500ベクレル/L)まで濃度を下げて海洋放出しようとしています。実は、海洋に放出する時点で、60000ベクレル/Lで流しても1500ベクレル/Lで流しても、痕跡を追う立場からすればほとんど差はありません。なぜなら海の希釈効果は極めて大きく、放出地点から数十メートルも離れてしまうと、どこから出てきているのか突き止めるのは極めて困難になるからです。

再処理施設からのトリチウム放出例

いやいやちょっと待ってください、こんなこと、やってもいけないことなのはどうしてここまで断言できるのでしょうか。ではここで、茨城県東海村にあった東海再処理施設(現在の核燃料サイクル機構)から海に放出していたトリチウムを例にその根拠を考えてみたいと思います。

この東海再処理施設の場合、1年間に海洋に放出できるトリチウムは規則上、1900兆ベクレルと定められています。実際の放出量は規制値よりも低く、最大で470兆ベクレル程度(1994年実績)でした。そして放出してきた全期間(1977年から2007年の30年間)の間に流した総トリチウムは4500兆ベクレルという記録があります。この値は非常に大きな値で、事故前の福島第一原発では1年間に2.2兆ベクレル(2010年)という値でしたから、それよりもはるかに大きなものを流してきた、という経緯があります。(原発と再処理施設では海に流してよい規制値が全然違うんです)

ではこのとき、海洋に流したトリチウムが、「どの地点で」「どのくらいの濃度で」検出されたのか、を示した報告[中野政尚ら、東海再処理施設から海洋放出されたトリチウムの海水中濃度及び拡散状況、保険物理, 44(1), 60-65 2009(オープンアクセスなので誰でもアクセス可能です)]があります。これによると、放出していた孔の直上で、1リットル当たり89ベクレルから1700ベクレルが検出された、と記されています。放出している穴の直上、海水希釈直後でこの値です。流していた廃液そのものに含まれるトリチウム濃度は推定するに1Lあたり数十万から百万ベクレルと思われます。そうすると、海水に撒いた瞬間に(相当保守的に考えても)数千倍の希釈がかかることとなります。

このような前例があることを考えると、福島第一原発から最大1500ベクレル/Lのトリチウムを海水に放出した場合、数千倍の希釈がかかると、ほぼ天然の環境のレベルに紛れてしまい、検出されたトリチウムが、どこまでが福島原発由来か、どこまでが天然の由来か判定することが極めて困難になることが推定されます。

しかも、福島第一原発沖の放出孔は、保安上特別な許可がない限り立ち入りができない海域に設定さ

れています。ということは、最も高濃度になるであろう放出孔付近の海水を調査することも困難になります。無論、東電側もこういった先行研究や状況を踏まえて放出孔設置の計画を立ててきたものと思われます。

そのため、海水中のトリチウムを常時観測すること、測定し続けることは非常に重要なのですが、放出を開始したからといって、即、海水中から福島第一原発由来のトリチウムが検出できるか、と言えればかなり懐疑的な状況にあります。言い換えれば「そうなるように設計してきた」という見方が正しいかもしれません。

課題はトリチウムだけ…なのか

さて。処理水の放出についてトリチウムだけに論点を置きすぎている点も留意しなければなりません。過去には様々な原子力施設や再処理施設から膨大な量のトリチウムを海洋放出してきた(大気にも)実績が国内外であります。放出する核種がトリチウムだけなら、福島第一原発からの処理水放出だって過去の事例と比較しても多くない値ですよ。過去のものがよくて今回の処理水がダメな根拠は？と一蹴されてしまいます。ここで私が考える課題2点を挙げたいと思います。

1点目には、トリチウム以外の核種です。汚染水を処理するALPSという機器は、全力で稼働させればそれなりの性能を有する装置と言えます。しかし、それでも129I(放射性ヨウ素の一種)や14C(放射性炭素)などの核種はどうしても取り切れず、排出のための濃度にかなり希釈をかけないといけない状況にあります。トリチウムが最大60000ベクレルで流してよいというルールがありながら、わざわざ1500まで希釈してから流すには、トリチウム以外の核種も薄めないはず、という別の理由があるためです。福島第一原発以外の原子力施設では、海洋放出する核種はトリチウムだけで他核種はほとんど含まれません。そのため、壊れた原子炉からの放出にはトリチウム以外の様々な核種をケアしなければならない、ということです。

2点目には「数値の信頼性の構築」です。処理水について東電とは関係のない第三者が、常時放射性物質の濃度の監視できる体制が構築され、かつ、そのことが繰り返し行われている状況が長くつづき、かつ、社会からその数値の確かさが認められている状況になっていること、が全ての議論の前提ではなかったか、と私は考えています。要するに処理水放出を行う事業以前に、「ああ、東電さんの測定なら間違いがないし、公表されている数値は信頼しているよ」という雰囲気社会醸成されているということです。

この文章をご覧の皆さんは今頃「いやいやいや」と失笑されているタイミングではないでしょうか。この時点で、処理水をどう処分するのか、といった議論の前提が崩れているように私は感じています。敷地内に処理した水がたくさん発生して保管できなくて困っている、という主張から実際に放出施設の建設の間に、東電や国が信頼醸成のための試みをきちんと行ってきたでしょうか。決まったことは決まったのだ、ではなかったか。私はこの点、非常に疑問を感じています。

放射性物質を”軽く”取り扱う東電

私が東電の姿勢が極めて怪しいと考えている、端的な例をご紹介します。引用した画像は、2021年1月に東京の日比谷公園で開催されていた福島復興イベント「発見！ ふくしまお魚まつり」で、東電が出していたブースで流れていた映像の静止画です。福島第一原発事故を説明する映像ですが、その中で放射性ヨウ素の元素記号を「Y」と表現しています。ヨウ素(Iodine)だからYなのではないでしょうか。もちろん正しくは

「I」(Iodine)です。むろん、書き間違いそのものを責めているわけではありません。私もこの原稿書きながら何か所か打ち間違いをして訂正をしています。問題なのはそのチェック体制です。放射性ヨウ素は甲状腺がんの原因となる重要な核種であることはもちろん、事故初期に一般公衆に対して最も被ばくに影響がある、知名度の高い核種です。その核種について、この程度の誤りを見抜くこともなく、しかも復興イベントのど真ん中で映像を流す胆力に脱力しました。このイベント当日には復興大臣も視察に来ているのですから、東電の精神力はある意味でタフなものと言えましょう。

ちなみに、明らかな誤りは短い映像の中にヨウ素の件を含めて3か所もあり、全くチェックをしていなかったのだな、ということがよく分かりました。この1件だけでも東電が放射性物質の管理に信頼に足るかどうかが、疑問を覚えるに十分な話だなと感じています。(なお、これは直接関係ありませんが、イベント会場の日比谷公園は東電本社の目の前です)

処理水の放出は一度始まると廃炉まで何十年間も延々と続く事業になります。指摘した課題を含め、放出開始の是非だけでなく長期的視点での議論が深まることを期待しています。

☒ 東京電力が福島第一原発事故で放出した核種について説明している映像の一部分。ヨウ素を「Y」と表記している。(2021年11月19日、発見ふくしまお魚まつり@日比谷公園にて)[この映像を確認後、直ちにイベント主催者、東電に誤りの指摘を行い、同月24日にはお詫び文が東電ウェブサイトに掲載されています。詳しくはこちら。https://www.tepco.co.jp/fukushima-cp/pdf/20211122_hibiya.pdf]



コラムの終わりに

3回にわたり、放射線測定に視点をおいたコラムをお読みいただきありがとうございました。専門用語やお役所文学から離れた内容を心掛けたつもりですが、拙い文章構成のため、分かりにくい点も多数あったと思います。ご容赦いただければ幸いです。ご質問などございましたら、どうぞお気軽にお寄せください。私は引き続き測定を通じて分かったことを論文や学会発表、そして報道等で広く公開していこうと思います。

これからも皆様からの温かいご支援、どうぞよろしくお願ひいたします。