

放射線測定をしている小豆川(しょうずがわ)です Vol.2

とらぼニュースレターをご覧の皆様、こんにちは。小豆川(しょうずがわ)と申します。本年度は上石さんより「とらぼニュース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8月号に続いて2回目となるお話です。前回は福島第一原発事故によって多大な影響を受けている地域、特に帰還困難区域の現状についてあまり知られていない現場からの情報をお知らせしましたが、今回の記事では少し視点を変えて、放射線あるいは放射性物質がどうしても取り扱いが面倒なのか、というテーマでお話したいと思います。

道路復旧は世界トップクラスで早いのに…

日本は世界でも稀有なほどに治安のよい国と言えます。その一方で、日本の自然災害は巨大地震、台風や豪雨など「これでもか!」と言わんほどに毎年、日本のどこかで大きなダメージを受けています。災害復旧には被害に応じた費用や手間が必要となることは言うまでもないのですが、数多と災害経験のある日本には、少なくとも物理的な復旧についてはきちんとした対処のノウハウがあります。それは諸外国と比較しても、信じられないほどのスピードで対処されていきます。図1は東日本大震災で被害を受けた高速道路ですが、僅か6日後には車両を通すことができる応急措置が執られています。このような事例は、世界に誇る数少ない技術と考えますが、では、なぜ福島第一原子力発電所周辺の帰還困難区域は事故発生から11年以上もの年月が経過しているのに、いまだに全面的に復旧できないのでしょうか。



図1 東日本大震災で被害を受けた常磐道(水戸IC～那珂IC)。左は震災直後(2011年3月11日)、右は震災から6日目の3月17日の同地点。

[1] 【特別企画】東日本大震災から1年 世界が驚愕した日本の高速道路(後編) <https://car.watch.impress.co.jp/docs/news/523328.html>]



この理由は放射性物質の存在が全ての原因です。建物や道路が壊れたことを物理的に直す、というだけならこんなにも時間や費用を要しません。放射線を出してくる放射性物質、これを何とか現場から除去したいのですが、これが現在の科学力では汚染された土を引き剥がすといった力業でしか対処できない、とても太刀打ちできない話なのです。図2は何度も繰り返し除染が行われている現場ですが、それでも空間線量率がなかなか下がらない例です。以下、その理由をできるだけ簡単にご説明します。



図2 除染中の森のキワ(大熊町の特定復興再生拠点内)。地上1 m高で7.27 μ Sv/h。撮影は2021年4月。現在でも除染作業は続けられている。

放射線を出さないセシウムと放射線を出すセシウム

福島第一原発事故ではたくさんの種類の放射性物質が環境中に放出されましたが、話を簡単にするために、よく耳にする、セシウム、という物質に限って説明します。セシウムには、「放射線を出さないおとなしいセシウム」と、「放射線を出してしまう面倒なセシウム」の2種類があります。前者、つまり放射線を出さないセシウムは、日本だけでなく、世界中の土の中に満遍なく含まれていて、1キログラムの土の中に3ミリグラムくらい含まれています。そのため、セシウムという物質自体はそれほど珍しいものではありません。(ちなみに、金(ゴールド)はセシウムの3000分の1くらいしか存在しません。だから、とてもレアです。そのために、金はとても値打ちがあるんですね)

では、面倒な方のセシウム、放射線を出してしまうセシウムはどのくらいいるのでしょうか。そもそも「放射線を出してしまうセシウム」というものは、自然界にはほとんど存在しません。ほぼすべて人間が原子炉の中で作り出した新しい物質なんです。ですから、世界中のどの原子炉の中にも放射線を出してしまうセシウムが存在します。その放射線を出してしまうセシウムを原子炉のある施設の中できちんと管理しておけばいいのですが、事故やトラブルによって、不幸にも環境中にばら撒かれてしまうと問題が発生してしまうことになります。

でも待ってみてください。いくら放射線を出してしまうセシウムが環境中に撒かれたといっても、せいぜいチェルノブイリ原発事故(1986年)や福島第一原発事故(2011年-)が代表的なものであって、毎年の台風のようにどかどかと被害を生じさせるわけではないのでしょうか、というご感想をお持ちかもしれません。全くその通りです。では何が問題かと言えば、1回の事故によって「ごくごくわずかに漏れた量」ですら、「人がその土地に帰ることができないくらいに酷く汚染させてしまう」のです。

フレコン100袋でやっと塩1粒分の放射性セシウム

福島第一原発事故では、汚染された土壌をはぎ取って、フレコンという黒い袋に入れて山積みされている光景を何度もご覧になったかと思います(図3)。あのフレコン1袋の中に、放射線を出してしまうセシウムがどのくらい入っていると思いますか？ ざっと計算すると約0.0013ミリグラムです。そんな数字言われてもピンときませんよね。そのフレコンの中のセシウムを100袋くらい集めて、それでやっと塩1粒の重さになります。これでいかがでしょうか。



図3 大熊町内の帰還困難区域内にあるフレコンの仮置き場。撮影は2022年8月29日。この画像に写りこんでいるすべてのフレコンの中にある放射性セシウムを足し合わせても、せいぜい塩2-3粒程度の重さにしかない。

[²ここではフレコン袋に500キログラムの土壌が入っていて、かつ、放射線を出してしまうセシウムが指定廃棄物レベル(8000 Bq/kg)と仮定して計算しています。ごく一般的な仮定です。]

重要な点なのでもう一度繰り返します。フレコンいっぱいに入った土壌に含まれている放射線を出してしまうセシウムは0.0013ミリグラム程度です。そのフレコン100個集めてやっとセシウムは塩

1粒の重さに到達するレベルです。たったそれだけの量でも汚染された土壌を重機で剥ぎ取り、回収しなければならぬのです。

それだけ極わずかな量であっても手間をかけて回収しなければならぬのは、そこから放出される放射線が力強く、人体へ影響を与える可能性を危惧してのことです。もちろん、これを有効に活用すれば、ごくわずかな燃料で電気のエネルギーに変換することができますから、原子力発電という方法が存在する訳です。化石燃料(石油やガス、石炭)などといった重たい燃料をタンカーで運ぶ、なんて面倒なことをしなくてもいいのです。

土壌から放射性セシウムを簡単に回収する方法はない

さて、では手っ取り早く土壌からセシウムだけを簡単に抜く方法はないのでしょうか。ブルドーザーを使って根こそぎ土壌を剥いでいくなんて、非常に効率の悪い方法からちっとも変わっていませんよね。残念ながらそれが現在の科学力では不可能なのです。

なぜでしょうか。それが無理な理由は、放射線を出してしまうセシウムの量が極めてごくわずかだからです。土壌から取り除きたいのは放射線を出すセシウムですが、これ以外にも大量のおとなしいセシウムが土壌には存在します。その比は、ざっと100万倍です。つまり、汚染されている土壌であっても、放射線を出すセシウムが1粒いると、おとなしいセシウムが100万粒もいるのです。(汚染を8000 Bq/kgと仮定しています)

「ええい、それなら放射線を出すセシウムも、おとなしいセシウムも両方まとめて土壌から抜き出してしまえ！」という荒療治を試みたとします。しかし、これも難しいのです。両方のセシウムを取り出す作業をすると、どうしても、セシウムに似た動きをする元素、具体的にはナトリウムやカリウムですが、そういった元素も一緒に出てきてしまいます。土壌の中にナトリウムやカリウムはセシウムの比ではないくらい大量に存在します。そのため、我々としてはセシウムだけ出てこい！と作業をしても、実際には大量のナトリウムやカリウムがドバドバ出てきてしまって、ほんのちよっぴりしか存在しないセシウムだけを取り出すことは非常に困難なのです。

高価な試薬を使って、かつ、1キログラム程度のわずかな汚染土壌であれば、私でもセシウムを土壌から抽出することはできます。しかし、対処したい量はフレコンで換算すると福島県内だけでも2000万袋です。とてもではありませんが、対応できるものではありません。このような理由で、土壌からセシウムだけを取り出すことはできず、事故以来11年間、汚染されたものをそのまま重機で引き剥がす、という除染が行われている、ということです。もちろん多くの研究者がもっと効率の良い方法を日々必死に考えていますが、現実的な方法が生み出されていないのは、今もブルドーザーが活躍していることを見れば答えは明確です。

放射性物質の功罪

このように放射性物質というものは、重さにしてみると極わずかな数値にしかありません。ですが、その物質から放出されるエネルギー(放射線)は非常に高レベルなものです。だからこそ、有効に活用すれば癌細胞を死滅させる放射線治療や、言わずもがなの原子力発電に用いることができます。そしてひとたび扱い方を誤ると、臨界事故(図4)、原発事故、そして核爆弾として用いられ

ることになってしまう、という功罪が両極端な性質があることになります。

混迷が続くウクライナ情勢では「ロシアが戦術核を用いるのでは」と懸念があるように核に関わる話は原発事故に留まらず多方面で様々な場面で社会不安を引き起こします。そしてこういった不安に付け込んだデマや不可思議な言論が跋扈することも世の常です。福島第一原発事故を経験している私たちは、いかなる情報に触れようとも、まずは一呼吸おいて、そして、これまでに得てきた知識で冷静に対応していきたいものです。

2022年も終わりに近づいてきました。次の年は、激甚災害もなければ、原発事故も一気に収束して、核の懸念が払拭されるなんていう夢の1年が来ることを心から祈念して今回のお話を終わりにします。みなさま、風が冷たい時期になりましたが体を温め、どうかご自愛ください。そしてよいお年をお迎えください。また来年も元気に頑張りましょう！



図4 茨城県東海村の核燃料を取り扱う工場で発生した臨界事故(東海村JCO臨界事故)。画像は1999年10月1日付の新聞記事(事故は9月30日に発生)。この臨界時に反応したウランの量は多く見積もっても数ミリグラム。この事故で2名が亡くなり、1名が重症、667名の被ばく者を出した。