

家の近くの川沿いや森の中を散歩していると、不法投棄されたゴミをよくみかけます。美しく気持ちよくあるべき環境を台無しにするような行いをどうしてするのだろうと情けない気持ちを新たにしました。最近、福島原発の汚染処理水の海洋放出を内閣が決定したとのことで、市民によるゴミ投棄が卑劣な行いであるとすれば、政府による放射性廃棄物の投棄はどうかと思いました。そこで、畜大勤務時代からの長年の友人である B さんとの対話に発展しましたので、ここに紹介したいと思います。

以下文中の A は私、B は私の友人を示しています。

A

午後散歩に出かけました。いつもの道を歩きましたが、機関庫川の支流にゴミが捨ててありました。車が通れる道ですので、車できてこっそりと捨てていったものと思います。帯広の森も農業高校の森もあまり人通りがないので、不道德な人が捨てていくのだと思います。日本政府は福島原発のトリチウム汚染水を海に捨てるそうですが、こちらはこっそりどころではなく、おおっぴらに捨ててしまうというつもりなので、さらにたちが悪いと思います。

B

トリチウムは、水素の仲間(同位体)で、放射線(ベータ線)を出す放射性物質なんですよ。今、少し勉強中ですが、難しい！！ 東京電力福島第一原子力発電所では、敷地内に降る雨や地下水が、溶け落ちた燃料に触れたり高濃度の放射能汚染水に混ざって、いわゆる「汚染水」が発生し、増え続けていて、これを処理した「処理済の汚染水」が現在、東電福島第一原発の敷地内に合計 100 万トン以上あり、約 1,000 基のタンクに保管されていて、この「処理済の汚染水」は、主な放射性物質が取り除かれていることになっていますが、トリチウムは取り除かない！そして、「処理済の汚染水」に、取り除かれているはずのストロンチウム 90 やヨウ素 129 などの放射性物質も、取り切れずに残留していることが明らかになった。がこの 7 日に菅義偉首相は、全国漁業協同組合連合会(全漁連)の岸宏会長らと官邸で面会し、処理水の処分に理解を求め、「近日中に判断する」と表明した。NHK ニュースでは、漁連関係者の報道はなし！ 福島県の人に意見を聞いた内容は、薄めて害がないなら、それしかないとかタンクがあると復興が進んでいない気がして仕方ない、とかを放映、そして本日の世

論調査、内閣の支持率が上がったんだって？ とてもしやらしいな—NHK。 有馬嘉男キャスターさんやクローズアップ現代の武田真一さん、戻ってきて欲しい。

A

B さん丁寧なコメント有難うございます。トリチウムはほとんど水分子に含まれていて分子量が2多いだけなので分離することは非常に困難です。自然の水の中には約 0.04Bq/L 含まれていますが、原発汚染水中には ALPS という処理を経たあとでも 73 万 Bq/L もの濃度で含まれているそうです。資源エネルギー庁の Web 文書を見るとトリチウムが出すベータ線は紙 1 枚で遮ることができるので怖くないとか書いてありましたが、問題となるのは体内に入ったあとの内部被曝です。直接 DNA を攻撃しますから。また、同じく資源エネルギー庁の文書では、体内でトリチウムは有機結合体に変化するから安心だとか書いてありましたが、有機結合体とはアミノ酸やタンパク質さらには DNA などの核酸に取り込まれることを意味していて、それだけ体内での残留期間が長くなるわけです。また水でも有機結合体でもベータ線を出す能力は変わりません。資源エネルギー庁の文書は、科学の言葉を悪用して国民の不安を取り除こうとしていることが明らかで有害無益と思いました。最近の NHK も完全に政府に取り込まれていますね。

注：ALPS とは、多核種除去設備(Advanced Liquid Processing System)のことで、トリチウム以外の 62 種類の放射性核種を取り除くことができると言われているが、実際には ALPS 処理水中にも多核種について規制基準値以上の放射性物質が残っている。

B

先生、有難うございます。今日の報道だと、どこの原発でも、今までも流しているから、安全で、問題は 風評被害だ と話を危険性からすり替えているように思います。もっと勉強しなきゃと思いました。

A

B さん、コメント有難うございます。風評被害というのは事実に基づかない噂

で被害が及ぶということです。放射能汚染による危険性は事実なので風評ではないと思います。事実をねじまげて安全性を宣伝している政府の方が風評で国民に不利益と被害をもたらしています。トリチウムは宇宙線によっても生成しているという説明を資源エネルギー庁の web 文書で読みましたが、その量は原発汚染処理水中の濃度の約 1800 万分の 1 に過ぎません (73 万 / 0.04 = 1825 万)。

B

先生、本当ですね。 資源エネルギー庁のサイトも読んでみます。有難うございます。

A

資源エネルギー庁はいくつかの文書を出していますが、トリチウムの出すベータ線は紙で遮ることができるという文書は、2018-11-22 の「安全・安心を第一に取り組む、福島“汚染水”対策②「トリチウム」とはいったい何？」という文書です。

自然界でもたくさんできていると言って、安全のものであるかのように説明しています。

A

線種や人体中での残留日数を考慮して実効線量係数という値が設定されており、それによればトリチウムはセシウムよりも人体影響がずっと少ないそうです。しかし体内の至近距離で被曝すれば、ライフルで撃たれようと小さなピストルで撃たれようと同一ことだと思いたしますがどうでしょう？

B

資源エネルギー庁の文書読んでみました。本当に安全であるものかのように説明してますよね。本当に、都合のいい解釈、そして、一度発表したら、それが正しいようにしてしまう。怖いですね！

A

資源エネルギー庁のような国の機関および東電をはじめとする電力会社は、

原発に由来する放射能汚染の問題をわかりやすく科学的に説明するというふれこみで、国民にとっては「めくらまし」になるような説明をしています。最近ではNHKもそれに手を貸しています。

たしか、紙で防ぐことができる放射線はアルファ線で、ベータ線は薄いアルミニウムの板で防ぐことができるというのが従来の説明だったように思います。なお、ガンマ線を防ぐには厚い鉛の板が必要です。

また、東電は福島県の県議員を招いて、プラスチックの瓶に入れた汚染処理水を瓶の外からガイガー計数装置で測定して見せ、放射線が出ていないと説明したそうですが、トリチウムから発生するベータ線はシンチレーションカウンターでないと計測できないものです。原理的に無意味な測定で安心させようとするのは、悪質な欺瞞です。この件については、説明を受けた県議が、測定現場の録画も含めて、トリチウム廃液安全説を大々的に宣伝したので東電にとっては大成功だったようです。

最近、復興庁はかわいらしい姿をしたトリチウムの「ゆるキャラ」とそれを胸に貼り付けたスーパーマンのようなキャラクターを作成し、トリチウムの安全キャンペーンに利用しようとしたのですが、批判が大きかったので取りやめたそうです。しかしこれらのキャラクターによるキャンペーンの制作費として3億円もの税金が支出されたとのこと。

トリチウム汚染によることが懸念される人的被害の例としては、アメリカのロングアイランドにある原子力関連研究所周辺でガンや難病が増加した件について、BS-NHKが2013年に放送していますが、現在の状況の中ではNHKは原発に批判的な放送は絶対に行わないと思います。福島原発の事故以降しばらくはNHKスペシャルなどの番組でも「メルトダウン」など事故対応に批判的な取材と放送が行われていましたが、今では当時のスタッフは沈黙を余儀なくされているのかもしれませんが。

トリチウム汚染水の排出基準は、その実効線量係数が低いからとのことで、60000ベクレル／リットルまでの放射能が許容されているそうです。他方、セシウムによる放射能は飲料水1リットルあたり10ベクレルまでに規制されています。セシウムからはベータ線とガンマ線が出ており、トリチウムからはベータ線のみが発生という違いはありますが、セシウム汚染の6000倍もの放射能が許容されて良いものなのでしょうか？これを隠れ蓑にして他の核種による汚染も隠れてしまうようなことがないのでしょうか？

トリチウムは水分子に取り込まれて行動しますから、一番人体に取り込まれやすい放射性物質です。そしていったん人体の中に入れば、DNA分子自体に取り込まれるトリチウムもあるので、その到達距離の長短にかかわらず遺伝子に甚大な影響を及ぼします。遺伝子には自己修復能があるから安心だという説明もされていますが、バックグラウンドレベルを1 Bq/Lと仮定してもその6万倍ものトリチウムが存在する条件下では修復が追いつかないと思います。

トリチウムはすぐに人体外に排出されるから安心だという議論も行われていますが、バックグラウンドの水中トリチウムレベルが高くなれば、それ以下には人体中濃度も下がらないわけです。

トリチウムは目に見えない。その影響はゆっくりとしか現れないので、因果関係をあいまいにできる。自然界でも発生するものだと言い訳ができるなどという理由で、トリチウムはこっそりと捨てるには便利な条件を備えているといえます。コロナウィルスのような病原体ならば、注意して生活することによって、ある程度感染を防ぐことができますが、トリチウムによる汚染被害は誰も避けることができません。セシウムやその他の重たい核種による放射能汚染に対しては、除去・隔離をする方法や影響を少なくする方法がありますが、トリチウム水は化学的には水と同じ性質を持っているので、トリチウム水だけを除去することは実質的に不可能です。このような状況において、国や電力会社が率先してトリチウムの垂れ流しを進めて良いものなのでしょうか。

以下、私による追加文書

トリチウムのバックグラウンドレベルについて、すぐに情報がみつからなかったので自分で計算してみました。

データとして使用したのはトリチウムの天然存在比 10^{-18} と半減期 12.3 年です。

トリチウムの天然同位体比（天然存在比） 10^{-18} ($1.0-1.3 \times 10^{-18}$)
すなわち普通の原子量1の水素はトリチウムの1億の100億倍（または10億の10億倍）存在している。トリチウムの天然存在比が極めて低いことがわかる。

トリチウムのほとんどは水の分子に取り込まれて存在している。

トリチウム原子を T、水素原子を H、酸素原子を O で表せば、
トリチウムを取り込んだ水分子の分子式は、HTO となる。

トリチウムを 2 個取り込んだ水分子は確率上ありえない。

通常の水分子とトリチウムを 1 個取り込んだ水分子は化学的性質が同じで質量のみが異なっている。従って、通常の水分子からトリチウムが含まれた水分子だけを分離することは非常に困難である。

1 モルの水の中にトリチウムを組み込んだ水分子が何個存在しているかを考える。

1 モルの水は 6.02×10^{23} 個の分子からなっているので、
 $6.02 \times 10^{23} \text{ 個} \times 10^{-18} = 6.02 \times 10^5 \text{ 個}$ のトリチウムを含んでいる。
1 モルの水は約 18 ミリリットルなので、1 リットルの天然水には
 $6.02 \times 10^5 \times 1000 / 18 = 334 \times 10^5 \text{ 個} = 33.4 \times 10^6 \text{ 個}$
=約 3 千 300 万 個のトリチウムが含まれる。

他方、トリチウムの半減期は約 12 年である。
すなわち、4380 日 = 105,120 時間 = 6,307,200 分 = 378,432,000 秒
378,432,000 秒 = 3 億 8000 万秒に、
トリチウム原子 1 個は 2 分の 1 の確率で崩壊する。

トリチウム原子の数が増えれば、その数に反比例して、そのうちのどれかの原子が崩壊するための時間は短くなる。すなわち、
約 3 千 300 万 個のトリチウム中のどれか 1 個が 2 分の 1 の確率で崩壊するのに必要な時間は、

$3 \text{ 億 } 8000 \text{ 万秒} / \text{約 } 3 \text{ 千 } 300 \text{ 万 個} = 11.5 \text{ 秒}$ となる。

言い換えれば、
1 リットルの水中の 0.5 個のトリチウムが崩壊するのに 11.5 秒かかる。
従って、1 秒に崩壊するトリチウムを含んだ水の分子数は
 $0.5 \text{ 個} / 11.5 \text{ 秒} = 0.043 \text{ 個} / \text{秒}$ となる。

1 ベクレルとは水 1 リットル中で 1 秒間に 1 回崩壊が起こる放射能の単位であるから、天然水のトリチウムに由来する放射能は本来 0.04 Bq/L となる。

トリチウムの天然存在比が $1.0-1.3 \times 10^{-18}$ ならば、天然水のトリチウムに由来する放射能は 0.043-0.056 Bq/L となる。

物理定数を決定するにあたっては、汚染のない水を測定しているものと考えられる。

これに対して、さまざまな資料中で示されていた天然水中のトリチウム濃度は 0.5 から 2 Bq/L の間であったが、これは自然界のトリチウム汚染が 10 倍から 50 倍進んでいることを示している。

福島原発の多核種除去設備(ALPS)処理水の放射能は 2021年2月に 73 万 Bq/L であった。

この放射能は未汚染天然水中のトリチウムの放射能の $730,000 \div 0.04 = 18,250,000$ 倍 (1,800 万倍) となる。

飲料水中のトリチウムの基準値は

EU 100 Bq/L、米国 740 Bq/L、WHO 10000 Bq/L である。

日本には基準値がなく、排水のトリチウムの放射能基準値が 60000 Bq/L とされている。

WHO による基準値が EU の基準値の 100 倍、米国の 135 倍と非常に高いのは何故なのかわからない。どこかの国の意向を反映したものであろうが、日本も WHO の基準値によって安心していると考えられる。

他方、食品中の放射性セシウムの基準値 (食品衛生法 H24 年 4 月 1 日～) は、

食品区分	基準値 (ベクレル/kg)
飲料水	10 ベクレル/kg
牛乳	50 ベクレル/kg
乳児用食品	50 ベクレル/kg
一般食品	100 ベクレル/kg

となっている。