

シリーズ
原発・いのち・みらい
その64

東電福島原発

放射能汚染水の何が問題か

小出 裕章（元京都大学原子炉実験所助教）

今年4月13日、政府は、東京電力福島第一原子力発電所の敷地内に蓄積されている放射能汚染水（ALPS処理水）について、多くの反対意見を押し切る形で海洋放出を決定した。しかし、この汚染水にはALPS（多核種除去設備）で除去できない放射性物質が残存することが分かっている。これを受けて、石川県保険医協会は、同日、決定撤回を求める声明を発表した。

海洋放出は2年後に迫る。この問題を多くの方と共有し共に考えたい、このシリーズで取り上げることとした。「汚染水」の何が問題なのか？——寄稿いただいたのは、3月14日に開催した総会記念企画「原発・いのち・みらい」の講師の一人、原子力工学の専門家、小出裕章氏である。

1. 放射線に被曝する1つは必ず危険を伴う

私たちが生きているこの世界は、原子同士が結合して分子になって成り立っている。例えば、「水」は酸素原子1つに水素原子が2つ結合して「水」という分子になっている。炭酸ガスは炭素原子1つに酸素原子が2つ結合した分子である。原子同士が手をつなぎあつて分子になる時のエネルギーを分子結合エネルギーと呼ぶ。一方、この世界には放射線が存在している、それが持っているエネルギーは分子結合のエネルギーに比べて、1000倍から100万倍を超えるほどの巨大なエネルギー



小出裕章氏

2. 福島原発で溜まってきた汚染水とは何か

2011年3月11日、東北地方太平洋沖地震が発生した。その地震が発生したエネルギーは広島原発が発生したエネルギーの3万倍分に達する。人智では到底測れない自然の猛威であり、地震とそれが引き起こした津波によって東北地方太平洋沿岸の多数の市町村が壊滅的な被害を受けた。そして、被害はそれだけではなく福島県の太平洋岸にあった東京電力福島第一原子力発電所が、全所停電に陥り、運転中だった1、2、3号機の炉心がなす術なく熔け落ちた。熔け落ちた炉心は大量の放射性物質を大気と海に放出したが、大部分は原子炉建屋

表1 放射能汚染水の種類*
（トリチウムの平均濃度は約62万ベクレル/リットル、トリチウムの規制基準値は6万ベクレル/リットルで、いずれにせよ希釈しない限り海へ流せない。）

東京電力による命名と分類		体積（立米）
ALPS処理水	トリチウム以外の核種だけ考えれば、海に流せる	323,900
処理途上水など	トリチウム以外の核種だけ考えても、海に流せない	853,121
放射性核種濃度が未評価		78,750
合計		1,255,771

*東京電力ホールディングス株式会社「多核種除去設備等処理水の定義見直し及びタンクに保管されているトリチウム量について」（2021年4月27日）

の中に残っている。それが再度熔けることになれば、放射性物質が再度環境に出てきてしまう。そのため、事故以降今日に至るまでずっと、もともと炉心があった部分に水を送って冷却を続けてきた。熔け落ちた炉心に水をかければ、その水が放射能汚染水になることは避けられない。その一方、本来なら放射線管理区域として外界と遮断されていなければならない原子炉建屋・タービン建屋の地下が地震で破壊され、地下水が内部に流入する状態となった。その地下水は原子炉建屋内で放射能汚染水と混然一体となって汚染水を増やしてきた。事故当初は毎日400トンの地下水が、原子炉建屋内に流入してきていた。国と東京電力は流れ込む地下水の量を何とか減らそうと様々な手段をとってきたが、それでもなお毎日140トンの地下水が原子炉建屋

内に流入し、放射能汚染水の量を増やしている。

その汚染水の中には、多種多様の放射性物質が含まれている。国と東京電力は、その汚染水をまずはタンクに溜め、その後、ALPS（多核種除去設備）と呼ばれる装置などを使って汚染水の中から放射性物質を捕捉し、取り除き、汚染水を浄化しようとしてきた。そうした操作が終わり、放射性物質を取り除いたという水を東京電力は「処理水」と呼んできた。その量は、2021年4月15日時点で、約126万立米になった。ところが、その水の中には、ストロンチウム90、ヨウ素129など毒性の高い放射性核種が取り切れずに残っており、敷地外に流すための規制基準値を満たさない水が何と7割以上も存在していた。それが発覚してしまったため、東京電力はそれを「処理途上水」と呼ばざるを得なくなり、それについては、再度ALPSなどを通して、浄化すると表明している。それが首尾よく実行できた場合には、「処理途上水」は「ALPS処理水」と呼ばれる水になるが、その水の中にはトリチウムと呼ばれる放射性核種が規制濃度の10倍を超えて存在したまま残り、れっきとした「放射能汚染水」である。

3. トリチウムは捕捉できない

トリチウムは別名三重水素と呼ばれるように水素の同位体であり、化学的には水素として挙動する。本稿のはじめに述べたように、「水」という物質は酸素原子1つに水素原子が2つ結合した物質である。化学記号で書けば、酸素は「O」、普通の水素は「H」であり、水はH₂Oと記述される。トリチウムの化学記号は「T」であり、水を構成する水素の1つが普通の水素（H）からトリチウム（T）に置き換わった水をHTOと書く。そしてこの「HTO」は普通の水「H₂O」と化学的には全く同じ「水」として挙動するのである。そのため、どんなに水処理技術を駆使して、水の中から純物である放射性物質を取り除いたとしても、トリチウムは水そのものの構成要素であり、取り除くことができない。

トリチウムは平均エネルギー5.7keVのベータ線だけを放出する放射性核種で、平均エネルギー512keVのベータ線を放出するセシウム137などに比べれば、放出する放射線のエネルギーが低い。しかし、それでも分子結合のエネルギーに比べれば1000倍ものエネルギーを持っていて、生命体に対して有害である。そのうえ、トリチウムは水素同位体であり、生命体のあらゆる構成要素の一部にも取り込まれる。そうしたトリチウムを有機結合型トリチウム（OBT）と呼ぶ。そのOBTが、遺伝情報が書き込まれているDNAの構成要素として存在している場合、トリチウムがベータ線を放出すればDNAに傷がつくし、崩壊と同時にトリチウムがヘリウムに変わるため、DNA自体が切断されてしまう。その効果は「自殺効果」と呼ばれる。放射線による影響だけを考えれば済む他の放射性核種と比べ、トリチウムは違った危険を持っている。

一部の人は汚染水からトリチウム水だけを分離できないかと期待している。しかし、ALPS処理水、処理途上水、その他の汚染水の合計は表1に示したように約126万立米になっているが、その中に存在しているトリチウム水の重量は14.5gしかない。それを全体から分離し、捕捉しようとするのは同位体濃縮と呼ばれる極めて特殊な操作が必要で、想像を絶する膨大なエネルギーと資金がかかってしまう。

一方、トリチウムは放射性核種として12.3年の半減期で減っていくことができる。12.3年閉じ込めておくことができれば半分に、半減期の10倍、123年閉じ込めておけば、1000分の1まで減ってくれる。そのため、東京電力が「ALPS処理水」と呼ぶ「トリチウム汚染水」を長期保管せよとの要求が国内でも国外でも出ている。その方策については、巨大タンクを含めタンクを増設すること、モルタルで固めること、地下に圧入することなど様々な提案がある。しかし、国は「トリチウム汚染水」を2023年以降、希釈して海に棄てると決定した。

国や東京電力はトリチウムは自然界にも

表2 トリチウムの生成量、存在量、放出量

天然の生成量	72PBq/年
天然由来の平衡存在量	130PBq
大気圏内核実験による全放出量	7000PBq
福島原発1、2、3号機での存在量 (2021年4月)	1.92PBq
福島原発汚染水 (2021年4月)	0.78PBq
六ヶ所再処理工場からの放出計画量	18PBq (年間放出量)
フランス、ラ・アーグ再処理工場からの放出量実績	14PBq/年 (2015年)

【注】PBqはペタベクレルで1000兆ベクレル

人間はウランを核分裂させる力を持った。しかし、ウランを核分裂させてしまえば、核分裂生成物と呼ばれる多種多様な放射性物質を不可避免的に生み出す。放射性物質とは放射線を放出する能力(放射能)を持った物質であり、放射線は生命体にとって例外なく有害である。その放射能を無毒化する力は人間にはない。そして環境にも放射能を無毒化する力はない。そのため、本来なら放射性物質の浄化を環境に任せたいが、放射能を環境に棄ててはいけない。万一、放射性物質を環境に流してしまった場合でも、トリチウムに関する限り、それを捕捉し、回収することもできない。地球は水の惑星と呼ばれるが、その水を放射能で汚してしまうことは究極の環境汚染と呼ぶべきと思う。

今問題になっている福島県の「トリチウム」はもとともと溶け落ちてしまった1、2、3号機の燃焼の中に含まれていたものである。では、仮にフクシマ事故がなかったとしたら、その燃料はどうなったのか? 日本では、原発の使用済み燃料はすべて再処理工場に送り、原爆材料であるプルトニウム239を取り出す計画になっている。その工程で使用済み燃料に含まれていたトリチウムは全量が水に移る。そして、すでに記したように、ひとたび水に移ってしまったトリチウムを捕捉することは全くできない。つまり、日本の原発で生み出したトリチウムは全量が再処理工場から環境に放出される計画なのである。

福島原発1、2、3号機の炉心に存在していた燃料は全量で257トン、その大部分が溶け落ちた。一方、青森県六ヶ所村に建設してきた六ヶ所再処理工場では、毎年800トンの使用済み燃料を再処理し、それに含まれていたトリチウムは一部を大気中に放出し、大部分は薄めて海に流す計画になっている。それでも安全だと国は言うてきた。もし、福島の「トリチウム汚染水」を海に流さず、長期保管するというのであれば、六ヶ所再処理工場が稼働できなくなる。つまり日本の原子力政策の根本が崩れてしまう。福島の人たちがどんなに反対しようが、漁業者がどんなに反対しようが、他国からどんなに批判されようが、それが究極の環境汚染になったとしても、日本の国が再処理をしようとする限り、トリチウム汚染水を海に流すこと以外の選択はない。

現時点で、福島原発の放射能汚染水の中に含まれているトリチウムは約780兆ベクレルだと東京電力は言っている。すでに述べたように放射能汚染水の中にはトリチウム以外の放射性核種も含まれており、東京電力はそれを除去する作業をこれからしなければならぬ。それができたととしても福島第一原発から海に放出するトリチウムは1年間に22兆ベクレルが上限とされてきた。2023年から海へ捨てる作業を始め、1年ごとに22兆ベクレル捨て、トリチウム自身の減衰を考えると、その作業が終わるのは23年後の2046年になる。そのうえ、溶け落ちた原子炉に含まれていたトリチウムの総量は3380兆ベクレルで、2021年4月の段階では1920兆ベクレルになっている。その時点で放射能汚染水に780兆ベクレル含まれているとすれば、残りは1140兆ベクレルとなる。このうち一部はすでに海に流れてしまい、一部は溶け残っている炉心にあるだろう。残りは原子炉建屋内の滞留水にあるはずで、それもいずれ海に流すことになる。その作

業を考えれば、トリチウム汚染水の海への放流は今後50年かかる作業となる。

かつての戦争の時、日本人は大人も子どもも「鬼畜米英」と教えられ、戦争に駆り立てられた。今でも、情け容赦ない犯罪に対しては「鬼畜の仕業」と言われたりする。しかし、動物たちはいずれも生きるために行動しているだけである。それに対して、人間は自らの際限のない欲望を満たすために地球の生命環境を破壊し続けてきた。人間は自分のことを「万物の霊長」と呼んでいるが、「鬼畜」なのは自分たちであることをまず知るべきと思う。

人類がこの地球上に現れたのは700万年前、現生人類のホモサピエンスが誕生したのは20万年前という。当初は自然に融け込むように生きていた人類が、膨大なエネルギーを使うようになったのは、今から300年前の産業革命からである。エネルギーがあれば豊かに生きられるとして、森林を切り倒し、石炭を使い、石油、天然ガスを使ってたくさんの方を苦しめた。その

して、挙句の果てには原子力にも手を付けた。その原子力では、フクシマ事故も起きた。その事故で放出された放射能はすでに地球全体に広がっているし、今後また本文で触れた放射能汚染水(トリチウム汚染水)を水の惑星である地球の海に流そうとしている。

人間には放射能を無毒化する力がない。自分で無毒化できない毒物など、もともと作ってはいけない。原子力を進める人たちは作った放射能を閉じ込めるからいいだろうと言う。しかし、それを成し遂げなければならぬ時間の長さは10万年から100万年である。地殻中のウランなど、わずか数十年、長くても100年で枯渇する。そんな利利的な原子力を利用することで、現在の私たちの世代は未来永劫の世代に対して毒物を残していく。これは、未来に対する犯罪であり、原発のない世界を作りたいと私は願う。

※本稿は『文芸思潮』第80号(2021年6月25日、アジア文化社有限会社発行)に掲載された原稿に、「5. 原発なき世界へ」を加筆いただいたものである。

存在しているから、薄めて流せば安全だと主張する。たしかに、宇宙線と大気中の窒素、酸素との反応によって天然にトリチウムは生成されている。その量は年間7.2京ベクレル、平衡存在量が約130京ベクレルである(表2)。ところが人類は大気圏内核実験によって、天然存在量の100倍ものトリチウムを環境に放出した。そして今、世界では400基を超える原子力発電が日常的にトリチウムを海に流し、フクシマ事故でまた海に流す。さらに、使用済みの核燃料を再処理するならば、一つの再処理工場で、天然の生成量の数分の1に達するトリチウムを環境に流そうというのである。

ば、核分裂生成物と呼ばれる多種多様な放射性物質を不可避免的に生み出す。放射性物質とは放射線を放出する能力(放射能)を持った物質であり、放射線は生命体にとって例外なく有害である。その放射能を無毒化する力は人間にはない。そして環境にも放射能を無毒化する力はない。そのため、本来なら放射性物質の浄化を環境に任せたいが、放射能を環境に棄ててはいけない。万一、放射性物質を環境に流してしまった場合でも、トリチウムに関する限り、それを捕捉し、回収することもできない。地球は水の惑星と呼ばれるが、その水を放射能で汚してしまうことは究極の環境汚染と呼ぶべきと思う。

9.26国連核兵器廃絶デー・核兵器禁止条約発効記念講演会

核兵器のない世界へ

長崎に学ぼう
平和を築く
自治体と市民の力

講師



長崎市長 **田上 富久**さん
※長崎からZoomで講演されます。

パブリックビューイングとZoomで開催

2021年 **9/26** [日] **無料**

午後2時~4時(予定)

パブリックビューイング会場
石川県地場産業振興センター
金沢市鞍月2丁目1番地
【新館】5階 第12研修室
【定員50人】申込み必要

●詳細は同封の案内チラシをご覧ください。

【主催/問合せ先】核戦争を防止する石川医師の会
電話 076-222-5373
ホームページ <http://ippnw-ishikawa.jp>

(8面のつづき)