

ジャパン・スポットライト 2019年 5/6 月号掲載（2019年 5月 10日発行）（通巻 225号）

英文掲載号 <https://www.jef.or.jp/jspotlight/backnumber/detail/225/>

経済産業省 資源エネルギー庁 電力・ガス事業部 原子力政策課 原子力発電所事故収束対応室

コラム名：Special Article 1

（日本語版）

東京電力福島第一原子力発電所で貯蔵されている ALPS 処理水について

はじめに

現在、東京電力福島第一原子力発電所では、2011年の原発事故にともなって発生した、高濃度の放射性物質を含む「汚染水」への対策が進められている。様々な専門用語が飛び交うこの問題について、よくわからないと感じている方も多いかもしい。また、これまで、東京電力も国も浄化処理をした汚染水の状況などについて、わかりやすく丁寧な情報発信が十分にできていなかったという反省がある。そこで、汚染水問題への理解を深めるための基礎情報や、対策の検討状況などの最新ニュースを紹介する。

Photo：東京電力 HD 株式会社



福島第一原発における ALPS 処理水貯蔵タンクの現状

汚染水とは？

東日本大震災発生と津波にともなって起こった福島第一原発の事故では、核燃料が融け落ちてしまった。原子炉の内部に残る、溶けて固まった燃料（「燃料デブリ」と呼ばれている）には、水をかけて冷却状態を維持しているが、水が燃料デブリに触れることで、高い濃度のセシウムやストロンチウムなどの放射性物質を含んだ「汚染水」となり、原子炉建屋内に滞留している。さらに、地下水が、水素爆発などの影響で損傷を受けた原子炉建屋に流れ込むことや、破損した建屋の屋根から雨水が流れ込むことにより、建屋内で高濃度の汚染水と混ざって新たな汚染水が発生する。こうした汚染水が環境中に漏れ出すことがないように、建屋内の汚染水の水位より地下水の水位を高く管理し、汚染水が建屋の外に

漏れないようにしている。しかし、このことは逆に、汚染水が日々増え続けることと同義である。

汚染水対策の基本方針「漏らさない、近づけない、取り除く」

日々増え続ける汚染水に対し、国が前面に立って必要な対策を実行するべく、2013年9月、「汚染水問題に関する基本方針」が原子力災害対策本部で決定された。これにより、政府が一体となって、汚染水問題の早期解決に向けた予防的かつ重層的な対策に取り組んでいくこととなった。

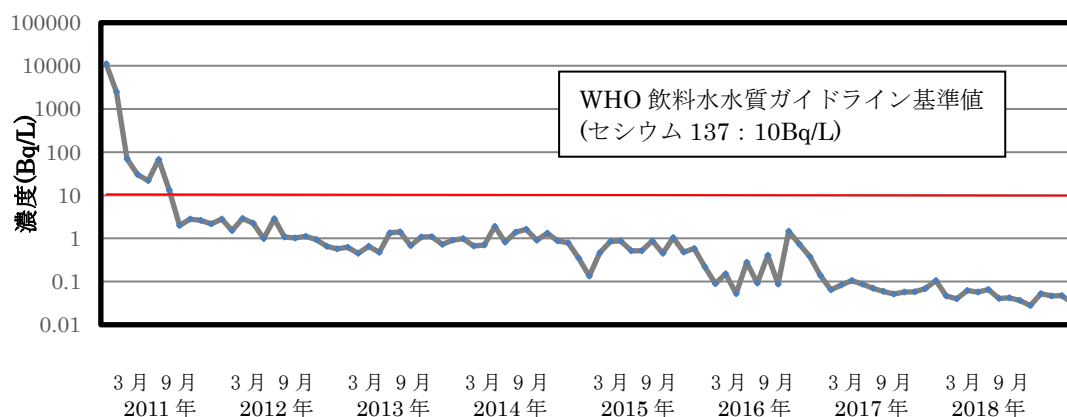
汚染水対策は、①漏らさない、②近づけない、③取り除く、という3つの基本方針の下で行われている。

① 漏らさない対策

まず大事なことは、汚染された水を外洋へと漏らさないということである。このため、2015年10月に鋼管製の杭でできた全長約780mの壁「海側遮水壁」を設置し、汚染水対策は大きく前進した。

この海側遮水壁によって地下水のせき止めを行うとともに、護岸エリアに設置した井戸から地下水をくみ上げることで、放射性物質を含む地下水が海洋へ流れ出るリスクを低減している。これらの取組の結果、福島第一原発が面している港湾外の放射性物質濃度は低い状態を維持しており、法令で定める基準値と比べても十分に低い状況にある。また、WHO（世界保健機関）が定めている世界的な飲料水の水質基準「WHO 飲料水水質ガイドライン」と比べても十分に低く、公衆の安全は確保され、海洋の環境は安定しているとIAEA（国際原子力機関）から評価を受けている。港湾内についても、放射性物質の濃度が改善傾向にあることが確認されており、引き続き適切な管理を行っていく（図1）。

図1 周辺海域での放射性物質濃度



出所：東京電力 HD 株式会社

② 近づけない対策

汚染水の発生メカニズムについて先ほど少し触れたが、建屋に流入する地下水などの量を抑えることができれば、汚染水の発生量を減らすことに繋がる。建屋に地下水を近づけないということ・建屋に流入する地下水の量を抑えるということは、地下の水位を、建屋内の帯留水よりも高くしつつも、安定して低く管理することであると言える。

「近づけない」の取組の例としては、たとえば建屋近くに設置した井戸（「サブドレン」）による地下水のくみ上げが挙げられる。サブドレンから地下水をくみ上げることで、建屋周辺の地下水位を下げ、建屋に地下水が流入したり、建屋海側エリアに地下水が流れ出たりすることを抑えている。

また、建屋周辺を取り囲むように設置され、建屋への地下水流入量を抑制する効果を実現しているのが「凍土壁」である。凍土壁は、地中に配置した「凍結管」という管に冷却材を送り込むことで周辺の地盤を凍結させて壁をつくるもので、凍土壁の効果は、凍土壁がない場合と比較して「汚染水発生量を半減させる効果がある」とも試算されている。

他にも、建屋に近づく前に山側で地下水をくみ上げたり、雨水が土に浸透して新たな地下水になることを抑えるため、広く敷地を舗装したりといった対策をとっている。

さまざまな対策によって、地下水の水位を安定的にコントロールし、建屋に地下水を近づけない水位管理システムを構築し、汚染水の発生量も、対策前の2015年度の約490m³/日から約180m³/日（2018年度平均）まで減少してきている。

なお、汚染水を外部に漏らさないようにするため、どうしても建屋内に地下水が流れ込み、新たな汚染水が発生してしまうが、今後も更なるリスク低減に向け、地下水が増える原因となる雨水への対策などについても継続して取り組み、2020年内には1日あたりの汚染水発生量を150トンまで低減することを目標としている。

③ 取り除く対策

発生した汚染水については、そのリスクを下げるため複数の浄化設備を使用して浄化処理を行っている。事故直後から発生したタンクに貯めてしまっていた高濃度の汚染水に関しては、2015年5月に浄化処理がいったん完了した。これによって、汚染水が漏れることによる潜在的なリスクは大幅に低減した。

現在は、浄化処理をおこなった水（ALPS処理水）を敷地内のタンクに安全に保管しているが、その中には「トリチウム」という放射性物質が残っている。このALPS処理水の取扱いの決定に向けては、国の小委員会で、技術的観点に加え、社会的な観点も含めた総合的な議論を行っている。

ALPS処理水とは？汚染水とは異なるのか？

汚染水を浄化処理した後の水は、ALPS処理水と呼ばれているが、これはどのような水なのであろうか。ALPS処理水について少し深掘りしたい。

汚染水は複数の設備で浄化処理が行われているが、中でも鍵となっているのは、「多核種除去設備（通称 ALPS）」と呼ばれる除去設備である。ALPS は、62 種類の放射性物質を、十分に取り除くことができる能力を有している。

実は、東日本大震災が発生してから 2 年後の 2013 年頃までは、この ALPS が開発中であったため、十分に浄化することができず、高濃度の汚染水を、敷地内のタンクで貯蔵していた。

しかし、ALPS が稼動した 2013 年以降は、高濃度汚染水からさまざまな放射性物質を取り除くことができるようになった。「ALPS 処理水」は敷地内のタンクに継続的に貯蔵されている。敷地内にある ALPS 処理水を貯蔵するにあたっては、二重の堰を設け、定期的なパトロールを行うなどして、漏洩を防ぐように努めている。

ALPS 処理水は、ALPS でも取り除くことのできない「トリチウム」を含んではいるものの、大部分の放射性物質を取り除いており、汚染水とは、安全性の面で大きく異なる。

ALPS 処理水はきちんと処理・管理されているのか？

原発では、「敷地境界」、つまり原発の敷地の境界における被ばく量がどのくらいあるかという「敷地境界線量」が、安全管理の基準のひとつにされている。原子力規制委員会は、原発の敷地内からの影響により、敷地境界上で追加的に被ばくする線量を「1mSv/年未満」に抑えることを求めている。

高濃度汚染水は、たとえタンク内にあっても高い放射線を発し、周辺に影響を与える。高濃度汚染水を原発敷地内で貯蔵していた頃には、敷地境界の放射線量は基準値である 1mSv/年を大幅に超過し、10mSv/年にも達していた。

一方、ALPS の稼動後は、ALPS による放射性物質の浄化処理が功を奏し、2016 年 3 月に、この基準を達成することができた。これにより、敷地内で処理水をタンクに「貯蔵」する際の規制基準を満たしている状態になった。

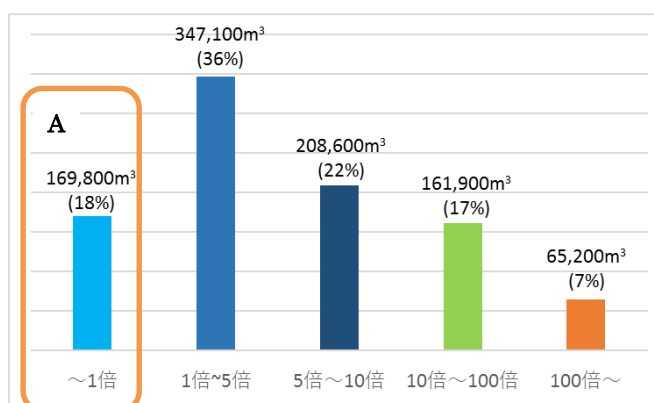
一部には、この福島第一原発の敷地内で貯蔵されている ALPS 処理水について、「十分に処理されていない」という声がある。これは一体どういうことなのか。

実は、汚染水に関する「規制基準」には、①タンクにおいて貯蔵する際の基準 ②環境へ処分する際の基準、の 2 つがあり、現在、福島第一原発の敷地内タンクに貯蔵されている ALPS 処理水は、貯蔵する上での基準は満足している状態である。一方、②の基準については、当然、①の基準よりもさらに厳しくなっている。「十分に処理されていない」ということは、この、②の基準を満たしていない、ということを示している。

①と②の基準を同時に満たせばベストなのだが、②の基準を達成するまで浄化するには時間がかかる。そこで、それよりもまずは①の基準を早く達成して原発敷地内のタンクに安全に貯蔵することを優先し、ALPS を運用した。このため、貯蔵している現段階において、②の基準を満たしていない ALPS 処理水がある。

それでは、どのくらいの量の処理水が①または②の基準を満たしているのか。図2の「A」は取り除くことのできないトリチウム以外で②の基準値を満たしている処理水、A以外は①の基準を満たしているものの②の基準値を満たしていない処理水のタンク貯留量を示している。

図2 処理水の貯蔵状況（外部の環境へ処分する際の基準との比較）



出所：東京電力 HD 株式会社

ただ、これらの ALPS 処理水は、そのまま環境中へ放出されるわけではない。今後、仮に環境中へと ALPS 処理水を放出する場合には、②の規制基準を満たすことが当然行われる。

東京電力は、ALPS 処理水を環境中へと処分する場合には、もう一度、浄化処理をおこなうことによって、取り除くことのできないトリチウム以外で②の基準値を満たすようにする、という方針を示している。

結び

いずれにしろ、タンクに貯蔵されている ALPS 処理水を今後どのように取り扱うかということについては、まだ何かしらの決定がなされたわけではなく、議論の途上にある。地元の人々や専門家の意見を丁寧に聞き、さまざまな議論を重ね、安全・安心を第一に、対策に取り組んでいく。

また、さらに、廃炉作業が進み、デブリの取り出しが完了すれば、新たな汚染水の発生がなくなり、汚染水によるリスクは大幅に低減される。

引き続き、港湾内や地下水のモニタリングなどを通じて状況を細やかに把握しながら国内外の皆様の不安を払しょくできるよう、汚染水の管理とコントロールを着実に進めていく。

Note : ALPS で除去できないトリチウムとは？

この ALPS 処理水には、処理設備でも取り除くことのできない「トリチウム」が含まれている。

トリチウムとは、水素の「放射性同位体」であり、普通の水素原子と、ほとんど同じ化学的性質を持っている。

トリチウムは、宇宙空間から地球へ常に降りそそいでいる「宇宙線」と呼ばれる放射線と、地球上の大気が交わることで、自然に発生する。そのため、トリチウムは酸素と結びついた「トリチウム水」の形で川や海などに存在している。雨水や水道水、大気中の水蒸気にも含まれており、地下水の年代測定にも活用されている。また、水道水などを通じてトリチウムを摂取することで、体内にもトリチウムが存在していると言える。

自然界では、1年あたり約7京ベクレルのトリチウムが生成されており、自然界に存在するトリチウムの量は、約100～130京ベクレルと見られている。

一方、トリチウムは、人工的に生成されることもある。まず、1945年～1963年に行われていた核実験で放出されたトリチウムがある。また、国内外にある原子力施設（原子力発電所や再処理施設）でも、核分裂などを通じてトリチウムが生成されている。なお、原子力施設由来のトリチウムは、各国が、それぞれの国の規制に基づいて管理された形で、海洋や大気などに排出している。

トリチウムの出す放射線は、β線という放射線だが、トリチウムの場合、そのエネルギーは非常に弱く、紙一枚でさえぎることができる。このため、人が体の外にあるトリチウムからβ線を受けたとしても、皮膚で止まってしまう。このため、健康への影響は、放射性物質が人の体内に入って影響を与える「内部被ばく」を考えることになる。

トリチウムは「トリチウム水」として自然界に存在しているため、水蒸気などに混じって空気中に存在している気体状のトリチウムを吸い込んだり、水道水などにふくまれている液体状のトリチウム（トリチウム水）を飲み込んだりしている。

しかし、トリチウムから出る放射線は弱いため、被ばく量は10,000ベクレル摂取したとしても0.00019ミリシーベルト(※)である。また、現在の研究では、たとえトリチウム水を飲み込んでしまった場合でも、通常の水と同じように外へ排出され、特定の臓器に蓄積されていくこと、生物内で濃縮されることはないと思われる。

※胸部エックス線検査1回で0.06ミリシーベルト

(了)