

福島原発放射能汚染水の何が問題か



インターネットサイト「グリーンピース」より

元京都大学原子炉実験所助教

小出裕章

1. 放射線に被曝することは必ず危険を伴う

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て、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である。そのため、放

射線に被曝した分子は、その結合を断ち切られていく。

人間が放射線に被曝する場合、多量に被曝すれば死んでしまう。しかし、被曝の量が微量であっても、分子結合が切断されるという現象自体は必ず生じる。そのため、被曝したその時には被害が目に見えなくても、後になって、がんや白血病、免疫障害など様々な被害が顕在化してくるようになる。

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爆が発生したエネルギーの3万発分に達する。人智では到底測れない自然の猛威であり、その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した。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、もともと炉心があつ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、それでも今なお毎日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、東京電力はその水を「処理上水」

ALPS *多核種除去設備 / 汚染水に含まれる放射性物質が人や環境に与えるリスクを低減するために、薬液による沈殿処理や吸着材による吸着など、化学的・物理的性質を利用した処理方法で、トリチウムを除く62種類の放射性物質を国の規制基準を満たすまで取り除くことができるように設計された設備。2018年に7割以上が除去できないままであることが発覚した。

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、捕捉しようとするれば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つてくれる。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

表1 放射能汚染水の種類 (*1)

(トリチウム平均濃度約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	323900
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	853121
放射性核種濃度が未評価	78750
合計	1255771

【注】(*1) 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

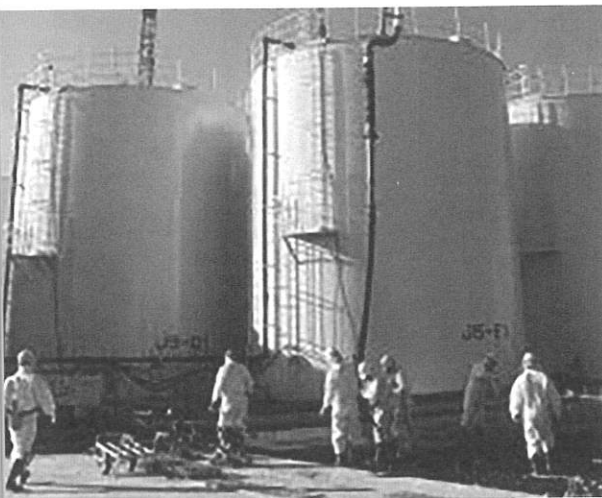
と呼ばれるを得なくなり、それについては、再度ALPSなどを通して、浄化すると表明している。それが首尾よく実行できた暁には、「処理途上水」は「ALPS処理水」と呼ばれる水になるが、その水の中にはトリチウムと呼ばれる放射性核種が規制濃度の10倍を超えて存在したまま残り、れっきとした「放射能汚染水」である。

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。トリチウムは化学記号は「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。そのHTO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も、水の中から不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・7 keV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512 keV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

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。その量は年間で7・2京ベクレル、平衡存在量で約130京ベクレルである。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倍近い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



「東京電力ホールディングス/処理水ポータルサイト」より1000を超えるタンクに汚染水がためられている

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。

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年間放出計画量	18PBq / 年
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

4. 地球は水の惑星である
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かせてはいけないし、放射性物質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の「トリチウム」はもともと熔け落ちてしまった1、2、3号機の燃焼の中に含まれていたものである。では、かり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

本の前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2577トン、その大部分が熔け落ちた。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ってきた。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があれば、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、そして、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。それができたとしても福島第一原発から海に放出するトリチウムは一年間に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て、一年ごとに22兆ベクレル捨てるとすれば、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、熔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、一部は熔け残っている炉心にあるだろう。残りは原子炉建屋内滞留水にあるはずで、それら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。



インターネットサイト「グリーンピース」より
写真はすべてインターネット画像により、
文芸思潮編集部に責任があります。



ALPS 多核種除去設備の不完全性

RIEF 一般社団法人環境金融研究機構による指摘

インターネットサイト「RIEF」では、2018年9月29日、ALPSについて以下のような記事載せている。ここに引用させていただいて参考にしたい。(編集部)

各紙の報道によると、東京電力福島第一原発の敷地内のタンクに保存している放射性物質汚染水について、東京電力は28日、一部のタンクから放出基準値の最大約2万倍に相当する放射性物質が検出されていたことを公表した。浄化されたはずの汚染水約89万トンのうち、8割超の約75万トンが基準を上回っていた。

事故を起こした福島第一原発から流出した放射性物質汚染水は、東芝と日立が開発した多核種除去設備(ALPS)で処理し、タンクに保管している。現在も、原子炉内の溶け落ちた核燃料を冷やした後の高濃度の汚染水は流出し続け、ALPSによって処理された後、タンクに保管され続けている。

東電、経産省によると、これらの保管汚染水を分析したところ、一部のタンクの汚染水から、ストロンチウム90などが基準値の約2万倍にあたる1㍓当たり約60万ベクレルの濃度で検出された。東電はこれまで、ALPSではトリチウム以外の62種類の放射性物質を除去できると説明してきたが、実際はALPSは機能不十分だったことになる。

東電は今後、焦点となっている汚染水の海洋放出などの処分法を決めた場合は、再びALPSに通して処理する方針も示した。タンクに保管されている処理済みの汚染水は現在94万トンのぼっている。現状の処理能力は1日最大1500トンのみで、既存の保管分を再処理することになれば、追加の費用や膨大な時間がかかる。

東電は、保管汚染水が基準値を超えた原因について、2013年度にALPSの不具合が発生、十分に処理しきれなかった高濃度の汚染水がそのまま保管されているほか、処理量を優先し、放射性物質を取り除く吸着材の交換が遅れたことなどを挙げている。いずれも、ALPSの操作上の人為的なミスとなる。

ただ、ALPS自体の機能を疑問視する指摘も以前からあった。チタン酸塩を吸着材とする吸着塔の中で放射性ストロンチウムを吸着させる構造になっているが、過度にストロンチウムを吸着した場合、放射熱と放射線化学反応(ベータ線が水に照射して水素を発生)による水素爆発のおそれがある、との指摘だ。

東電では今後、吸着材の交換時期を見直すなど、ALPSの機能向上を進める対策を検討するという。それでも、今後も基準値超えの放射性物質が検出される可能性は否定できないと認めた。

2018.9.29

RIEF 一般社団法人環境金融研究機構

	核種	半減期		核種	半減期
1	ルビジウム(Rb)-86	約19日	32	バリウム(Ba)-140	約13日
2	ストロンチウム(Sr)-89	約51日	33	セリウム(Ce)-141	約32日
3	ストロンチウム(Sr)-90	約29年	34	セリウム(Ce)-144	約280日
4	イットリウム(Y)-90	約64時間	35	プラセオジム(Pr)-144	約17分
5	イットリウム(Y)-91	約59日	36	プラセオジム(Pr)-144m	約7分
6	ニオブ(Nb)-95	約35日	37	プロメチウム(Pm)-146	約8年
7	テクネチウム(Tc)-99	約210,000年	38	プロメチウム(Pm)-147	約8年
8	ルテニウム(Ru)-103	約40日	39	プロメチウム(Pm)-148	約5日
9	ルテニウム(Ru)-106	約370日	40	プロメチウム(Pm)-148m	約41日
10	ロジウム(Rh)-103m	約56分	41	サマリウム(Sm)-151	約87年
11	ロジウム(Rh)-106	約30秒	42	ユロピウム(Eu)-152	約13年
12	銀(Ag)-110m	約250日	43	ユロピウム(Eu)-154	約9年
13	カドミウム(Cd)-113m	約15年	44	ユロピウム(Eu)-155	約5年
14	カドミウム(Cd)-115m	約45日	45	ガドリニウム(Gd)-153	約240日
15	スズ(Sn)-119m	約290日	46	テルビウム(Tb)-160	約72日
16	スズ(Sn)-123	約130日	47	プルトニウム(Pu)-238	約88年
17	スズ(Sn)-126	約100,000年	48	プルトニウム(Pu)-239	約24,000年
18	アンチモン(Sb)-124	約60日	49	プルトニウム(Pu)-240	約6,600年
19	アンチモン(Sb)-125	約3年	50	プルトニウム(Pu)-241	約14年
20	テルル(Te)-123m	約120日	51	アメリシウム(Am)-241	約430年
21	テルル(Te)-125m	約58日	52	アメリシウム(Am)-242m	約150年
22	テルル(Te)-127	約9時間	53	アメリシウム(Am)-243	約7400年
23	テルル(Te)-127m	約110日	54	キュリウム(Cm)-242	約160日
24	テルル(Te)-129	約70分	55	キュリウム(Cm)-243	約29年
25	テルル(Te)-129m	約34日	56	キュリウム(Cm)-244	約18年
26	ヨウ素(I)-129	約18,000,000年	57	マンガン(Mn)-54	約310日
27	セシウム(Cs)-134	約2年	58	鉄(Fe)-59	約45日
28	セシウム(Cs)-135	約3,000,000年	59	コバルト(Co)-58	約71日
29	セシウム(Cs)-136	約13日	60	コバルト(Co)-60	約5年
30	セシウム(Cs)-137	約30年	61	ニッケル(Ni)-63	約100年
31	バリウム(Ba)-137m	約3分	62	亜鉛(Zn)-65	約240日

写真・表「東京電力ホールディングス/処理水ポータルサイト」より

放射能汚染水根本解決の新方法 大深度地中貯留

内閣総理大臣 菅義偉 様

二〇二二年三月一六日付にてホームページから「福島第一原発のトリチウム水の廃棄方法について」提言を送信した中山一夫と申します。ホームページの意見書では添付できなかった資料を追加するものです。以下に意見書を再掲・送付し、本郵送資料と併せて総理のご判断を仰ぐ次第です。

△提言書▽

今争点になっている福島第一原発トリチウム水の廃棄方法についての提言です。私は、経産省管轄下の石油資源開発株式会社に四五年間奉職し、四年前に専務取締役を退任した中山一夫と申します。専門は、地質で、会社では主として探鉱部門で油ガス田を探す仕事に従事しておりました。

これまでALPS多核種除去設備等処理水意見聴取を視聴してきて、地元の反対にもかかわらず、やむにやまらず海洋放出という断を下さねばならない経産省の立場を理解しているつもりです。しかしながら、長く石油地質を専門としてきた一技術者から見ると、良策

があることをお伝えしたく、このメールに一縷の望みを託しています。

詳細は、添付の資料を省内の専門家で検討していただきたいのですが、これまでの石油業界の常識として、「大深度地中注入」が、これらを抜本的に解決する策になりうるということをお説明しています。

地中注入には、これまでかなり厳しい規制がありました。近年CCS（二酸化炭素地中貯留）に対応して、規制が緩和されましたし、無害な処理水は二酸化炭素と全く同等に取り扱うことが可能です。地中貯留の安全性については、苦小牧にてCCS実験作業中の一昨年、わずか20kmしか離れていない胆振東部地震でも影響を受けなかった実績があります。

海洋放出は、他の原子力施設において事例があると技術的・法的にも可能と謳われていますが、放出する総量を考慮した場合、風評が立つのもあながち地元民や消費者の無知の問題とも言い切れない側面があります。

放射能汚染水は、今なお毎日140トンの地下水が原子炉建屋内に流入し、その量を増やしている状況にあり、あと三年で地上貯蔵に限界が来ることが予想されています。時間制限が迫る中、今「大深度地中貯留」の可能性を御検討いただきたいと、切に願います。次第です。

「大深度地中貯留」法とは、要するに石油掘削の技術

を使って、汚染水を地中深く貯蔵する方法です。地下1000メートル以上の深さに大量に貯蔵することが可能です。今ある貯蔵タンクの汚染水はすべてそのまま地下深くに収まります。しかも、地下深くの滞留水は流れていかず、そのまま動かずに長い場合には千年という単位で長期間滞留します。

もしこの方法への御決断を頂ければ、二年後には注入を開始でき、タンク増設は不要であるばかりか、五年後には既存タンクも不要になります。

私が今回提案したいのは、敷地内の陸上で掘削する案です。

①貯蔵対象層が現地の地下に存在することはこれまでの調査・経緯で判明している。
②地下圧入時の放射能基準値については、海洋投棄が可能なら安全基準を満たしているならば、地下圧入も認められて然るべきである。

これまで検討されたシミュレーション結果でも、処理水が地下に滞留し貯蔵される事が確認されています。かつ、陸上掘削ですので費用も十分に現実的で、100億円程度という試算も出ています。また、地元の住人達には、汚染水を地中に圧入しても、流れて行かず滞留する事を説明すれば、納得していただけるかと確信します。

これまで、こうした案が採用されなかったのは、ひとえに委員会の中に地下大深度（1000メートル以深）に強い石油関係者がいなかったことが関係しているのではないのでしょうか。上記の地下圧入した流体が滞留することは、石油業界でも、石油地質学会でも広く知られております。これまで石油業界に身を置いた者として、昨年来の意見表明会で明らかにされた、海洋投棄に対しての地元から悲鳴とも聞こえる反対声明を聞いて、海洋投棄以外にも解決策があるのだという別案を提示しなければという使命感に迫り立てられて、ご提案申し上げる次第です。

ぜひ添付資料をお読みいただき、すでに政府決定された事項ではありますが、漁業従事者の方々にとっても、政府にとっても、世界にとっても、人類にとっても、自然界にとっても、最良の方法をとっていただけますよう、切に再考をお願い申し上げます。

二〇二二年三月一六日

元石油資源開発株式会社専務取締役

ジョリサーチナカヤマ代表 中山一夫

Wakamiya 3-58-7, #301

Nakano-ku, Tokyo 165-0033, Japan

Tel: +81-080-3930-7367,

E-mail: geonakayama18@gmail.com

地中貯留に対する国側評価への反論

これまで廃炉・汚染水対策チームにおいて検討された「地層注入」のコメント（◆）に対し、以下のごとく反論できる。諮問を受けた委員会に地下深部が専門の石油関係者がいなかったことが悔やまれる。

◆「適切な地層を見つけ出すことができない場合には処分開始できない」

➡かつて CCS（二酸化炭素地中圧入）の候補地探しの段階で、この地域の深度約 1200m に適切な地層（貯留層と呼ばれる孔隙率の高い砂層）が存在することを確認済み（要追加調査）。

◆「適切なモニタリング手法が確立されていない」

➡地中での流体移動は、海水などに比べ非常に制限されており、シミュレーションにてある程度予想可能で、それに応じた浅部でのモニタリングは可能である。

◆「処分濃度によっては新たな規制・基準の策定が必要」

➡充分希釈して海洋放出できるのであれば地中注入でも問題ないはずで、法律的にも CCS と同様に認められるはずである。

また、一昨年起きた北海道胆振東部地震においても 20km という近距離にも関わらず、CCS 作業には影響がなく、漏洩も起きなかった。

かつて地表水の地下圧入には厳しい条件が付けられていたが、近年、環境問題の解決策として CCS（二酸化炭素地中圧入）が必要となり、法律上も許容されている。世界的基準で考慮しても無害なトリチウム水の注入は可能である。また、この廃炉・汚染水対策チームの報告では、期間（104+20n ヶ月）、コスト（180+6.5n 億円）（n はモニタリング月数）と算出されているが、我々の上記試算によれば、期間 60 ヶ月、コスト 100 億円であり、今決断すれば十分に間に合うし、経済性も補償される。

まとめ

現時点で、委員会からの答申を受けて海洋投棄がほぼ確定しているようであるが、地元福島に限らず、世界中からの日本に対する風評問題が懸念されている。技術的にどちらが上かという問題ではなく、社会現象も踏まえた上での最適解として、「大深度地中貯留」の存在を今一度アピールしたい。少なくとも本年中に現地調査を開始すれば、2年後には圧入開始可能であり、将来的にもタンクが不必要となるのでデブリ用敷地確保にも貢献し、かつ風評問題も解決できる唯一の方法であると思料する。

【参考追記】

地震探鉱による地下構造調査や大深度掘削（6,000m も可能）などの石油開発関連技術は、レベルが高い仕様で比較的高コストであるので、通常の土木関連工事には用いられることは少ない。しかし、今回のような非常時においては、むしろ廉価でより確実な方法であることを強調したい。

本件に関し、さらに資料の開示を求める方は、前ページの連絡先まで。

ジオリサーチ N ナカヤマ 中山一夫

（元石油資源開発(株)専務取締役、技術士応用理学地質部門）

発想の転換（地上タンクの代わりに地中貯留する）

現在、東京電力福島第一原子力発電所のトリチウム水の貯留が限界に達し、海に放出という選択肢がほぼ唯一の解決策として公表されたが、地元では強い反対が出ている。

この放射能汚染水処理に対して、合理的な解決策として「大深度地中貯留」という方法がある。石油開発技術を応用して、1,200m 程度の大深度坑井を掘削し、トリチウム水を圧入することによってある一定期間閉じ込めておくという方法である。国、東電、地元三者がすべて同意できる内容であることを確信する。ここで言う「大深度」とは地下 1000m 以深を指し、砂岩、凝灰岩など自然に存在する貯留層に圧入する施工である。自然界における貯留層の規模は大きく、現在保有中の 125 万トン余のトリチウム水すべてを短期間で圧入することが可能である。発電所敷地内に数坑の井戸を掘削することで、現在タンク内に貯留されているトリチウム水すべてを数年で処理することが可能であり、費用も 100 億円余と比較的安価である。

大深度地中貯留の具体的方法

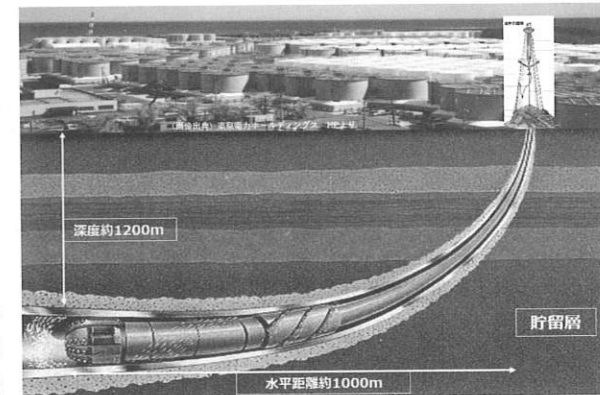
①発電所敷地内で掘削基地を設け、大型掘削機により深度 1200m、水平部分 1000m 程度の水平井を掘削する（右図）。

②この坑井を使って、希釈したトリチウム水（6 万 Bq/L）を 1825 トン/日のレートで地下に圧入する（現在時点で希釈した水総量は約 2000 万トンなので、同様の井戸を 6 本掘れば約 5 年で圧入が完了する）。

③シミュレーション結果によれば、圧入水は区域内に滞留し、圧力上昇（最大で 1MPa=8%増程度）も数か月で解消する。圧入水の濃度もトリチウムの半減期 12.3 年を考慮すると、30 年後には無視できるほどに解消される。

④右記圧入にかかる費用は、総額 108 億円程度（凍土壁の初期費用が 700 億円、海洋投棄した場合の風評被害の補償料を考えるとはるかに安価である）。

地下 1000m 以深では、水の動きはほとんど存在せず（石油業界では常識）、漏洩の可能性については別途掘削する複数の浅い観測井でモニタリングすることができる。



水平井概念図／石油鉱業では確立された掘削方法である