

2018年6月6日

## 福島第一原発構内のトリチウム水海洋放出問題 論点整理

原子力市民委員会  
原子力規制部会長 筒井 哲郎

### 1. 最近の動き

福島第一原発事故サイトでは、燃料デブリの冷却水と原子炉建屋およびタービン建屋内に流入した地下水が混ざり合って大量の汚染水を発生している。これらは放射性物質除去装置にかけて汚染水タンクに「処理水」として貯蔵しているが、除去できないトリチウムを含んでいる。貯蔵されている「処理水」は過去7年間に総量100万m<sup>3</sup>を超え<sup>1</sup>、敷地内に1,000m<sup>3</sup>のタンクが林立している。その結果、タンクを増設する用地はあと3年弱でなくなる見込みだという<sup>2</sup>。そこで、当事者たちは、海洋放出の環境づくりに奔走しだしたようである。

一方この問題は、早い段階から認識されており、政府（経済産業省 資源エネルギー庁）の「汚染水処理対策委員会」の下に「トリチウム水タスクフォース」が設置され、2016年6月に「トリチウム水タスクフォース報告書」が発表された<sup>3</sup>。

2017年末に、原子力規制委員会の更田委員長が福島県内の自治体との意見交換会において、処理済み水の海洋放出に科学的問題はないとした上で、東電が年内にも処分方法を決断すべきだとの考えを発信していた<sup>4</sup>。さらに同委員長は、1月17日の定例記者会見で、放出判断の先送りが続く場合、「福島第一の廃炉は暗礁に乗り上げる」と懸念を示した<sup>5</sup>。

朝日新聞社と福島放送が、福島県民を対象に、去る2月24、25日に電話で世論調査を行った結果、福島第一構内のタンクにためてある「処理水を薄めて海へ流すことへの賛否を聞くと、反対が67%で、賛成19%を上回った<sup>6</sup>。

### 2. 決定責任者は誰か

もともと、福島第一原発の事故炉の後始末に関する業務方針を決定する責任者は、組織上明快に決定されていない。廃炉・汚染水対策関係閣僚等会議、原子力損害賠償・廃炉等支援機構、原子力規制委員会などが東京電力福島第一廃炉推進カンパニーに指示と経済的支援を行うような組織構成になっているが、屋上屋を重ねるようでわかりにくい<sup>7</sup>。

<sup>1</sup> 2018年4月時点で111万m<sup>3</sup>。東京電力ウェブサイト「汚染水の浄化処理」

<http://www.tepco.co.jp/decommission/planaction/alps/index-j.html>

<sup>2</sup> 「汚染処理水 迫る決断の時」『日本経済新聞』2018年2月23日

<sup>3</sup> 「トリチウム水タスクフォース報告書」2016年6月

[http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/osensuitaisaku/committee/tritium\\_tusk/pdf/160603\\_01.pdf](http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/osensuitaisaku/committee/tritium_tusk/pdf/160603_01.pdf)

解説版は「トリチウム水タスクフォース報告書について」2016年11月11日など

[http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/osensuitaisaku/committee/takakusyu/pdf/001\\_03\\_00.pdf](http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/osensuitaisaku/committee/takakusyu/pdf/001_03_00.pdf)

<sup>4</sup> 「放出など処理水対策を 東電に対応促す」『電気新聞』2018年1月16日

<sup>5</sup> 「福島第一処理水放出の判断必要」『電気新聞』2018年1月18日

<sup>6</sup> 「放射性物質に不安、66%「感じる」 福島県民世論調査」『朝日新聞』2018年3月3日

<sup>7</sup> 『原発ゼロ社会への道2017 — 脱原子力政策の実現のために』p.97

筒井哲郎「国が前面に出て」遅らせる：汚染水処理に立ちはだかる乱立組織『科学』Vol.83 No.11 (2013) p.1203

案の定、昨年 7 月には、東電の川村隆会長と原子力規制委員会の田中俊一前委員長との間に大人気ない鞘当てのような口論が報じられた<sup>8</sup>。両者ともアドバルーンのような発言はするが、決定責任は回避するという意図のように見え、納税者の立場からすれば、責任者を明示することを要求したい。それがなければ、そもそも真面目な議論の場が形成されない。

東京電力福島第一廃炉推進カンパニーの最高責任者の増田尚宏 CDO が今年 3 月に、日本経済新聞社のインタビューに応じて、「トリチウムに害がないことは共通認識になってきた。(処分方法について) 地元との対話を始めたい」と話したことが報じられている<sup>9</sup>。「増田氏は『(海洋放出は) 一つの選択肢』とした上で『政府の決定に沿って、我々が責任を持って実現させる』と改めて強調した」とのことである。この記事の書きぶりからすると、方針決定責任者は政府だと認識しているようである。昨夏に東電の川村会長と田中前委員長が、相互に相手が決定すべきだと論じていたのを、最近も増田 CDO と更田委員長の間で繰り返している。

### 3. 毒性に関する諸論

#### (1) トリチウムのリスク評価を難しくしている要因

トリチウム水の海洋放出で問題となるのは生態系への濃縮とそれを飲食した場合の一般市民への内部被ばくである。しかしながら、以下の理由によって、現時点で利用可能なデータがほとんどないとされている。

- ・疫学調査では、対象者が他の核種を同時に摂取していることが多く、トリチウム単独の影響を調べるのが難しい。
- ・代替手段としてマウス等の動物を用いた実験が行われてきたが、そのほとんどが高線量被ばくによる研究である<sup>10</sup>。
- ・トリチウムについては、生体影響の程度を明確に説明するデータはない。

#### (2) 人体への影響を懸念する必要はないとする見解

規制基準濃度で希釈放出すればよいという説は下記の通りである。

なお、海洋放出の際の告示濃度限度は 60,000 Bq/L であり、政府や事業者は当然この条件で希釈放出することを前提にしている。

##### a. 厚生労働省<sup>11</sup>

- ・海水中に水として存在することから、人体や魚介類等の生物に摂取されても速やかに排出され、蓄積はないとされています。
- ・トリチウムの生体に与える影響は、食品中の放射性物質の基準として設定されている放射性セシウムより極めて小さく約 1,000 分の 1 となります。

<sup>8</sup> 「東電会長『処理水、海洋放出の判断している』」『日本経済新聞』2017 年 7 月 19 日

「東電会長発言で波紋 処理水の放出巡り 漁業者・規制委反発」『日本経済新聞』2017 年 7 月 21 日

<sup>9</sup> 「処理水放出『地元と対話』」『日本経済新聞』2018 年 3 月 5 日

<sup>10</sup> 馬田敏幸・笹谷めぐみ・立花章「トリチウムの生体影響評価」Journal of Plasma and Fusion Research, Vol.88, No.3 March 2012

<sup>11</sup> 「よくある質問」厚生労働省ホームページ

・これまで東京電力福島第一発電所周辺海域で行われている海水の測定結果を見る限り、市場に流通している水産物について、トリチウムの影響を懸念する必要はありません。

b. 久松俊一（環境科学技術研究所・環境影響研究部長）<sup>12</sup>

（海へのトリチウムの放出について）各国でもこれまで大きな健康被害があったという報告はない。

c. 日本原燃<sup>13</sup>

年1万8千テラベクレルを海洋放出し地元の漁業関係者が毎日漁に出て海産物を食べ、さらに放出口付近に1年間居続けたとしても被ばく線量は年0.022mSv、国内で自然界から浴びる年1mSvを下回る。

(3) 人体への影響を懸念する意見

a. 上澤千尋<sup>14</sup>

体内摂取による内部被ばくが懸念される。トリチウム水として人体に取り込まれた場合、その一部が細胞核の中まで入り込んで、DNA（遺伝子）を構成する水素と置きかわる可能性がある。その場合には、トリチウムが放出するエネルギーが低く飛ぶ距離が短いベータ線が遺伝子を傷つけるのに非常に効果的に作用し、ガンマ線よりも危険性が高いとみるべきではないかと指摘する研究もある。有機トリチウムとしてふるまう場合にはもっと重大だと考えられている。トリチウムが有機化合物の中に入った形になると、人体にも吸収されやすく、細胞核の中にも入り込みやすくなり、長期間にわたりとどまると考えられる。

b. 馬田敏幸（産業医科大学・アイソトープ研究センター）<sup>15</sup>

トリチウムの被曝の形態は、低線量・低線量率の内部被ばくが想定されるが、経口・吸入・皮膚吸収により体内に取り込まれたトリチウム水は、全身均一に分布することから影響は小さくないと考えられる。さらに有機結合型トリチウムは生体構成分子として体内に蓄積され、長期被ばくを生じるので、トリチウムの化学形の考慮は重要となる。

c. 小若順一（『食品と暮らしの安全』編集長）<sup>16</sup>

トリチウムが細胞に取り込まれ、さらに核の中に入るとDNAまでの距離が近くなるので、ここからは、放射性セシウムや放射性ストロンチウムと同じようにDNAを攻撃するようになります。（放射線を出すとトリチウムはヘリウムに変わり）ヘリウムに変わった部分のDNAは壊れて、遺伝子が「故障」することになります。この故障がリスクに加わるので、トリチ

<sup>12</sup> 「汚染水から放射性物質を除去」『産経新聞』2013年9月23日

<sup>13</sup> 「トリチウム除去難しく」『日本経済新聞』2013年9月8日

<sup>14</sup> 上澤千尋「福島第一原発のトリチウム汚染水」『科学』Vol.83 No.5 (2013) p.505

<sup>15</sup> 「トリチウムの生体影響評価」『産業医科大学雑誌』Vol.31 No.1 (2017) p.25

<sup>16</sup> 「トリチウム（三重水素）浄化水も放出するな 水蒸気も怖い！」『食品と暮らしの安全』No.275 2012年3月1日、p.5

ウムはがん発生率が高くなるのです。

#### (4) トリチウムの摂取基準<sup>17</sup>

飲料水の放射性物質に関する基準値は日本では見当たらない。しかし、規定していないために結果として排出基準の 60,000 Bq/L が飲料水の基準になっているという指摘がある<sup>18</sup>。世界的には規制機関によって大きな幅があり、WHO は 10,000 Bq/L、カナダは 7,000 Bq/L (Ontario Drinking Water Advisory Council の勧告は 20 Bq/L)<sup>19</sup>、アメリカ合衆国は 740 Bq/L、EU は 100 Bq/L となっている。

### 4. 国内外における取り扱いの事例<sup>20</sup>

前節で記載のように、定説が得られておらず、各国は下記のように慎重な姿勢を取っている。

#### (1) スリーマイル島原発事故の事例

スリーマイル島原発事故においては、約  $2.43 \times 10^{13}$  Bq のトリチウム (約 8,700 m<sup>3</sup>) を大気中への水蒸気放出によって処分した。

#### (2) フランスにおける事例

ラ・アーク再処理工場におけるトリチウムの年間放出量は、液体で約  $1.2 \times 10^{16}$  Bq、気体で約  $7.0 \times 10^{13}$  Bq である。国内で有機物のトリチウムを評価する必要性が指摘されたため、ASN (原子力安全局) は、2010 年に「トリチウム白書」と呼ばれる報告書を作成した。その後も事業者は定期的にレポートを作成・報告している。

#### (3) イギリスにおける事例

カラム核融合エネルギーセンターに設置された重水素とトリチウムを燃料とする EU の核融合実験炉 (JET) では、高濃度のトリチウムを含む冷却水等から、電気分解、深冷分離等によりトリチウムを回収する施設を構築している。

### 5. トリチウム水の取り扱いに係る選択肢と評価

#### (1) トリチウム水タスクフォース報告書

上記の「タスクフォース報告書」は、大別して次の 5 種類の処分方法を挙げ、それぞれの概念設計と概算見積を記載している。もっとも厳しい条件は、原水濃度 420 万 Bq/L、処分速度 400 m<sup>3</sup>/日、原水量 80 万 m<sup>3</sup> である (100 万 m<sup>3</sup> の場合と比較するときはおおむね 25% 増して評価する)。

－地層注入：(希釈後注入ケース)

<sup>17</sup> Canadian Nuclear Safety Commission, “Tritium in Drinking Water”, August 20, 2009

<http://nuclearsafety.gc.ca/eng/resources/health/tritium/tritium-in-drinking-water.cfm>

<sup>18</sup> 澤井正子「福島第一原子力発電所の現状」『労働者住民医療』2018年2月号、p.11

<sup>19</sup> “Report and Advice on the Ontario Drinking Water Quality Standard for Tritium”, May 21, 2009

<sup>20</sup> 前掲「トリチウム水タスクフォース報告書」p.6

注入のみの費用は注入井の調査個所を 20 ヶ所程度とすると約 6,200 億円であるが、長期モニタリングコストが不明（新規開発が必要）

－海洋放出：（希釈後海洋放出ケース）

約 34 億円

－水蒸気放出：（前処理なし水蒸気放出）

約 349 億円

－水素放出：（前処理なし水素放出）

約 1,000 億円

－地下埋設：（前処理なし深地地下埋設）

約 2,533 億円

## （2） 日本経済研究センターの報告書

公益社団法人日本経済研究センターは、「事故処理費用は 50 兆～70 兆円になる恐れ」という報告書を発表した<sup>21</sup>。

この報告書の中で、トリチウム水の処理費用について、二つの試算を提示している。

－貯留分のトリチウム水を単価 2,000 万円/m<sup>3</sup>で処理するとして、20 兆円。仕様は記載なし。

－すべて海洋放出した場合、作業費用は小さいので計上せず、40 年分の風評被害の補償費を 3,000 億円計上する。補償額の計算は、1,500 人の福島漁連関係者に年間 1,000 万円から始まり 40 年目にはゼロとなるという前提で試算したもの。

## （3） 原子力市民委員会の報告書

筆者ら、原子力市民委員会は、特別レポート 1「100 年以上隔離保管後の『後始末』」（改訂版 2017）を発行した<sup>22</sup>。

そこで提案したことは、現在有害性に関して諸説ある中で海洋放出を強行するのではなく、十分な検証を尽くすまで恒久的なタンクの中に保管することを提案するものである。

具体的には、現在国家石油備蓄基地で使用している 10 万トン級の大型タンクを 10 基建設して、その中に 123 年間保管すれば、トリチウムの放射線量は 1/1,000 に減衰することが見込まれる。そのような保管を行って十分に減衰するのを待つことを提案した。20 年に一度程度の開放点検を行うために、1 基余分に建設するとして、建設単価を約 30 億円/基とすれば 11 基では約 330 億円となり、凍土壁のコスト 345 億円と大差ない金額となる。なお、タンクの事故に備えて周囲に防液堤を設けるなどの設計仕様は、すでに国家備蓄基地において実績ある手法が適用できる。放射線減衰割合をさらに必要とする場合は、寿命が来た時にさらに同様仕様の保管タンクを設ければ、その後の 123 年間のタンク保管で新たに 1/1,000 のオーダーの放射線減衰が期待できる。

では、現在の保管中のトリチウム量を 123 年間保管した場合、福島第一原発の正常運転時のトリチウム放出量と比べてどの程度の比率になるかを検討してみる。

<sup>21</sup> 「エネルギー・環境選択の未来・番外編 福島第一原発事故の国民負担」2017 年 3 月 7 日

<sup>22</sup> 2017 年 11 月 11 日発行、p.7 <http://www.ccnejapan.com/?p=7900>

a. タンク内トリチウムの累積量

2016年3月24日現在のタンク貯留水に含まれるトリチウムの累積量は約  $7.6\text{E}+14\text{Bq}$  である<sup>23</sup>。これが、1/1,000になると、約  $7.6\text{E}+11\text{Bq}$  となる。

b. 事故発生以前の年間海洋放出量<sup>24</sup>

事故発生以前の2002～2009年度の期間に同原発1～6号機（全機）から放出された年間海洋放出量（実績）は、 $7.8\text{E}+11\sim 2.6\text{E}+12\text{Bq}$  で、年間平均値は  $1.5\text{E}+12\text{Bq}$  である。

以上の結果から、2002～2009年度の期間における海洋放出量の年間最小実績値を下回ることが期待できる。

地震に対する安全性については、現在実用化されていると同様に防液堤を設けて、万一の漏出に備えることが現実的である。建設場所に関しては、福島第一発電所の7・8号機建設予定地を利用することが可能と考える。また、大型タンクは敷地面積に対する容積効率が、既設の1,000トン容量のタンクに比べてはるかに高いので、既設タンクの解体と新設タンクの建設を交互に進めれば、既設タンクのエリア内で置き換えることも可能と考える。

また、現在「トリチウム水」といわれているものは、一応他の核種の放射能を除去する水処理設備を通過しているが、100%完全に除去できているかどうかについては筆者らには知見がない。そういう点にも不確定要素があるならば、他の核種についても減衰を期することは無駄ではない。

## 6. 結論

放射性物質の毒性については、すべてのことが解明されているわけではない。トリチウムの害についても同様である。毒性のあるものは自然界に拡散させるのではなく、集中管理して無毒化した後に自然界に放出するというのが、長年にわたる公害問題において学びとってきた原則である。前項（3）で述べた原子力市民委員会の提案は、技術的にも経済的にも既存の工業レベルで実績があり、もっとも安定的な方法である。

冒頭で述べたように、地元福島県の世論調査で67%が海洋放出に反対している現状において、原発事故の責任を負うべき政府と東京電力の判断に基づいて、一方的に放出の判断を下すことは道義的にも許されないことである。

以上

<sup>23</sup> 前掲「トリチウム水タスクフォース報告書」p.5

<sup>24</sup> 「原子力施設運転管理年報」平成24年版、原子力安全基盤機構、p.608  
[http://www.inaco.co.jp/isaac/shiryō/pdf/genpatu/jnes\\_24.pdf](http://www.inaco.co.jp/isaac/shiryō/pdf/genpatu/jnes_24.pdf)