

東京電力福島第一原子力発電所から放出予定のトリチウム 年間22兆ベクレルって、凄い量なんじゃ無いの？

まず、大きな量を表わすときは、 $100=10^2$ というように10の何乗か、で表わしたり、接頭辞で省略したりします ($10^6 = \text{M}$ (メガ), $10^9 = \text{G}$ (ギガ), $10^{12} = \text{T}$ (テラ), $10^{15} = \text{P}$ (ペタ), $10^{18} = \text{E}$ (エクサ))。22兆ベクレル(以降Bqと表わします)は、 $22,000,000,000,000 \text{ Bq} = 2.2 \times 10^{13} \text{ Bq}$ (22 TBq) です。

一方で、自然界の宇宙線によって $7 \times 10^{16} \text{ Bq}$ (70 PBq) 程度が毎年生成されています。この量は福島で予定されている年間放出量の3000倍以上の量になります。

核実験などの前の自然の状態では地球全体で $1 \times 10^{18} \text{ Bq}$ (1 EBq) 程度が存在していて、新しく生成する量と12.3年の半減期に従って崩壊する量が釣り合った状態になっていました。

世界中で稼働している原子力施設から、例えば中国の秦山第3原発からは約143 TBq, フランスのラ・アーク再処理施設からは約 10 PBq が毎年放出されています(経産省資料による)。

さらに、1960年代に世界中で行われた大気中核実験により、合計で $2 \times 10^{20} \text{ Bq}$ (200 EBq) 程度が放出されていて、降水中のトリチウム濃度は最大で 100 Bq/L にもなっていたことがありました。世界中の人や動物、魚がその環境で過ごしてきています。現在でも核実験前の値(0.01Bq/L 以下)よりも高い濃度(0.5 Bq/L 程度)で、少しずつ減衰しています。

これらの量と比べて、多いのか、少ないのかを考える必要があります。

トリチウムを取込んで内部被ばくするとどの程度の影響なの？

トリチウムは半減期12.3年で、水素の同位体であるため水などの形で体内から排出されやすい核種です。そして、**18.6 keVのβ線**だけを放出します。これは他の放射性同位元素から放出される放射線よりもはるかにエネルギーが低く、**同じ1ベクレルの放射能からでも受けるダメージが非常に低い事が知られています。**

1ベクレルの放射性物質を体内に取込んだ際に、それ以降50年間(子供は70年間)に受ける影響を全部足し合せて実効線量が何シーベルトになるのか、と言う値が**実効線量定数**として核種ごとに求められています。

トリチウムの実効線量定数は、飲み物や食べ物と共に水の形で経口摂取した場合で $1.8 \times 10^{-8} \text{ mSv/Bq}$ という値になっています。ストロンチウム90で $2.8 \times 10^{-5} \text{ mSv/Bq}$ 、セシウム137で $1.3 \times 10^{-5} \text{ mSv/Bq}$ とおよそ**1000倍程度の違い**があります。

トリチウムの排水中の濃度限度は 60,000 Bq/L ですが、**この濃度のトリチウム水1Lを飲むとどの程度の被ばく線量になるか**というと、 $6 \times 10^4 \text{ Bq} \times 1.8 \times 10^{-8} \text{ mSv/Bq} = 1.08 \times 10^{-3} \text{ mSv} = 1.08 \mu \text{ Sv}$ になります。さらに、福島第一原子力発電所では排水濃度限度の1/40に薄めて放出する予定になっています。

ストロンチウム90の場合は 546 keV と 2.28 MeV のβ線、
セシウム137の場合は 514 keV と 1.18 MeVのβ線と 662keV のγ線を放出し、半減期はどちらも約30年です。

この値は厳密な最終結論のような値では無く、今後様々な研究によりより精度が高められていきますが、放出される放射線の種類と、エネルギーや放出確率、物理的半減期、生物的半減期、特異臓器集積と組織加重係数などをモデル化して加味しています。

「放射線を放出する同位元素の数量等を定める件」という原子力規制委員会告示の文書で様々な核種に対する実効線量定数が与えられています。

なお、トリチウムを有機物の形で取込むと少し排出が遅くなるため影響が大きが見積られますが、実効線量定数は $4.2 \times 10^{-8} \text{ mSv/Bq}$ で、60,000 Bq 取込んでも $2.52 \mu \text{ Sv}$ 程度です。