

海産生物と放射性物質

—海洋におけるセシウムの挙動—

前回、本稿において海水中の放射性核種の挙動に就いて概説しましたが、今回はもう少し詳しくセシウムについて述べます。

前回セシウムは保存性成分に分類しました。大変海水に溶け易い部類です。海水中には、安定セシウム(^{133}Cs)が存在しますが、それについて計算すると、約33万年間海にとどまると計算されています¹⁾。これは海に存在するセシウムの総量(g)を一年間に河川から海に流入する量(g/yr)で割ったもので、平均滞留時間と言います。計算の前提には、海水中のセシウム濃度は時間的に一定と言う仮定(定常状態)がありますが、それを否定する事実はありません。

平均滞留時間33万年ということは、一年に海洋に存在するセシウムは33万分の1だけ除かれるということになります。従って、全海洋を視野に入れたセシウムの挙動を論ずる場合には除去は無視できるほど小さくなり、完全に溶けたまま、海水とともに動くとしても概ね間違いではありません。例えば、Nakanishiら²⁾は青森県沖において、粒子状 ^{137}Cs は0.004 mBq/L以下と見積もっています。トータル ^{137}Cs 濃度は0.1-5 mBq/Lであるので、海洋のセシウムはほとんどが、溶存と考えられます。

今回の福島原発事故では、 ^{137}Cs の海への放出量は、約 5.5×10^{15} Bqと見積もられています³⁾。ところが事故後半年ほどで既に宮城、福島、茨城県の沿岸部の海底堆積物表層(0-3cm)には、トータルで 10^{13} Bqオーダーの ^{137}Cs が蓄積しているのが観測されています⁴⁾。平均滞留時間を考えると非常に高い蓄積量です。

海水中から物質が除去されるには、基本的には粒子にならなければなりません。海水中のセシウムは、非常に濃度が低いため、それ自身では粒子を作り出すことはできず、粒子となる際は、他の粒子に吸着又は、粒子内部への取り込みが起きます。海洋の粒子とは、大部分は生物起源です。プランクトンの遺骸や動物プランクトンの糞粒が主なものです。沿岸域ではそれに加えて、陸からや堆積物の舞い上がりによりもたらされた土砂等の無機的なものがあります。平均滞留時間は世界の海の平均値ですが、実際には、このような粒子濃度の多寡によりローカルな滞留時間は大きく変動しま

す。つまり、海洋の大部分を占める中・深層では、ほとんどセシウムの除去は起こらないが、海洋表層や特に沿岸域では活発に除去が行われています。

粒子による ^{137}Cs の急速な下方移動についてはいくつか報告例があります。例えば、チェルノブイリ事故発生から2ヶ月も経たないうちに、北部北太平洋の水深780mに係留したセジメントトラップに事故起源の ^{137}Cs が捕捉されています⁵⁾。非常に早い沈降速度は動物プランクトンの糞のような比較的大型の粒状有機物による可能性があります。また、西部北太平洋において2011年4月上旬には既に水深4810 mに福島事故由来の ^{137}Cs が捕捉されています⁶⁾。

生物起源の粒子は、海水中を沈降するに従って、一部は分解するので、海水中を移動するCsを含んだ粒子がすべて海底に届く訳ではありませんが、粒子とセシウムとの相互作用は、放射性Csの移動(特に下方移動)を定量的に見積り予測するためには、特に粒子が多い沿岸域や海洋表層においては非常に重要な因子であることは間違いありません。

セシウムの粘土鉱物への強い親和性はよく知られています。沿岸域では、セシウムを下方に運ぶ大きな役割を担っている可能性もありますが、外洋域で見つかっている上記の非常に早い沈降速度は粘土鉱物では説明できません。しかし、生物起源の比較的大きな粒子により下方に運ばれ、堆積物中で有機物が分解、粘土鉱物への取り込みというシナリオは考えられます。堆積物の再懸濁及びその水平移動もあるでしょう。東日本沖海域に堆積した ^{137}Cs の今後を予測するためには、セシウムの海洋からの除去メカニズム及び堆積後の挙動について重点的に研究する必要があるでしょう。

- 1) Broecker, W. S. and Peng, T.-H., Tracers in the sea. 1982. Eldigo Press, Palisades, NY
- 2) Nakanishi, T. et al, J. Radioanal. Nucl. Chem., 283(3), 831-838, 2010
- 3) Tsumune, D. et al, J. Environ. Radioactiv., 111, 100 - 108, 2012
- 4) Kusakabe, M. et al, Biogeosciences Discuss., 10, 4819-4850, 2013
- 5) Kusakabe, M. et al, Geophys. Res. Lett. 15, 44-47, 1988
- 6) Honda, M. C. et al, Biogeosciences Discuss., 10, 2455-2477, 2013

(事務局 研究調査グループ 日下部 正志)