

## 放射性セシウムの中での「堆積学」 'Sedimentology' of radioactive cesium under water

中村 光一<sup>1\*</sup>

NAKAMURA, Ko-ichi<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> 産業技術総合研究所

<sup>1</sup>National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST)

福島第一原子力発電所の事故によって放出された放射性核種が水成堆積物に取り込まれた後の対策および長期的影響評価を考える上で必要な堆積と再移動の機構について考察する。フォールアウトとして陸上に堆積した放射性核種の堆積と再移動の機構の評価は海洋地質学を専門とする演者の手に余るのでこの報告の範囲外に置く。

放射性核種を含む水成堆積物として注意を払わなければならないのは

1. 事故初期に原子炉冷却水を起源とする放射性核種汚染水の海へ漏洩した結果である発電所近傍を中心とする福島沿岸の放射性核種を含む堆積物。

2. 空気中に放出された放射性核種のフォールアウトを雨水、地表水が洗い流し、河川によって運搬されて堆積した河口付近や隣接する内湾そして湖沼の相対的に核種が濃集した堆積物である。

アルカリ金属イオンの中で最も水に対する溶解度が高いセシウムイオンが「堆積」する機構はセシウムを吸着する粘土鉱物を主体とする層状鉱物と浮遊性生物への取り込みを経た糞粒や死骸の凝集体の堆積である。つまり、何らかの粒子になって堆積するから、粒子の堆積場の形成機構だけでなく、底層流や水中気候の変動による再移動が問題になる。また、堆積後の陽イオン交換による脱着の結果としての間隙水を経ての水圏への再移動、ならびに底棲生物による生物擾乱と食物連鎖や有機物分解による水圏への再移動があることが、核処理施設からの放射性核種を含む排水の遺漏やチェルノブイリ・フォールアウト堆積物の研究などから知られている。放射性セシウムの脱着を引き起こす主要なイオンは堆積物中で微生物の硝酸還元により作り出されるアンモニウムイオンであるから、再移動の機構は複合的なものであり、これは初期続成作用という堆積学研究の範疇の課題である。英国 Sellafield 核処理施設からの放射性核種を含む排水が70年代をピークとして80年代半ばまで流れ込んだアイリッシュ海および周辺の堆積物では、放射性セシウムが北極海で検出されるほど遠くまで運搬され、堆積する分率は小さいにも関わらず排出源を中心とするアイリッシュ海の堆積物中の濃度勾配が存在する。処理施設での廃液処理が格段に改善されて放射性核種の海洋放出が事実上止まってから10年を経てもアイリッシュ海の海水に検出される放射性セシウムの約8割が堆積物から海水への再移動と推定されている。

放射性核種に汚染された環境評価や予測をするために、平衡状態を前提にし、統計的に求められた水（遠洋水、沿岸水、淡水）と粒子の核種濃度分配係数 ( $K_d$ ) の固定値（例えば、IAEAの推奨値）ではなく、核種の溶存相と粒子相間の移行を基礎式で定義し、水圏移流拡散モデルに埋め込んだシミュレーションが行われている（例えば、下記文献）。その基礎式の中には吸着や脱着の別個の分配係数などが入っており、kineticなモデルになっている。しかし、この基礎式の様々な係数は限られた試料と条件による実験結果やフィールド計測により、まず基礎づけられ、パラメーターを振らせたシミュレーションモデルの感度解析により妥当性の評価がなされているが、気象予測シミュレーションモデルなどの対比で考えれば明らかのように、事象の数が少なく、吸着や脱着など個々の機構の基礎固めが十分とはとても言えない。例えば、ヨーロッパに分布する堆積岩類は日本に比べてはるかに炭酸塩岩が多く、それを反映して河川水や海水の懸濁物質の炭酸塩の割合が日本のものより遥かに大きい。粒子の粒径分布は吟味されていても粘土鉱物組成や有機物含有量などの変動効果などの問題もある。核種の溶存相と粒子相間の移行を基礎づける式を単純に日本の事例に導入する前に、様々な角度からの基礎式に含まれる定数の吟味が必要である。

R Perianez (2005) *Modelling the dispersion of radionuclides in the marine environment, An introduction*. Springer

小林卓也 (2009) 海洋における放射性核種の挙動モデルについて *放射線科学*, 52, no. 3, p. 53-57.

キーワード: 凝集, 吸着, 凝集体, 有機物分解, 放射性セシウム

Keywords: flocculation, adsorption, aggregate, decomposition of organic matters, radioactive cesium