

推定に際し深く議論した点

<海底における吸着・脱着の速さ>

シンポジウムでも議論したとおり、海水中には約 2nM の安定セシウムが存在することから、セシウムが海水柱内で速やかに、かつ不可逆的な吸着が起こるとする仮定は慎重になされるべきである。海水と接している堆積物粒子については、セシウムの吸着と脱着がほぼ同じ速度で起こっている（すなわち平衡状態になっている）と考える方が自然であろう。しかしここでも、この吸着および脱着の速度が余りに速いと、堆積物からのセシウム脱着が非常に速やかに起こることになってしまい、観測結果と符合しない。放射性セシウムの海底堆積物からの脱着が遅いという状況が成立するためには、(1) 陸上で強固に放射性セシウムを取り込んだ粒子が堆積することや、(2) 堆積物上部や水柱で放射性セシウムを吸着した粒子が、吸着後は安定化した堆積物の内部（下部）に存在して、(放射能の低下した)直上海水と接触しにくい状況となる必要がある。(2) については、高濃度汚染があった時期に何らかの理由で堆積物のある程度の内部（下部）まで放射性セシウムが接触できる環境があったか、あるいは浮遊・再懸濁した堆積粒子が堆積物内部に埋設される必要がある。

上記(2)の吸着速度を決定するプロセスは、海底直上の海水が、どのくらい速やかに海底下へ浸透するかである。別の表現をすると、堆積物の組成によって平衡状態となる海底の厚さが変わることである。荒い粒子は間隙が大きく、海水が浸透しやすいが、細かい粒子は間隙が狭く、海水が浸透しにくい。その一方で海水との単位体積あたりの接触面積は、細かい粒子の方が大きい。細かい粒子が多い海底で濃度が高い観測事実を如何に説明できるのか、さらに考察を要する。海底への直接吸着ではなく、浮遊粒子に吸着し堆積したことが蓄積の主たる原因であることを示すのかもしれない。

<地震による土砂の流入と海底付近の再懸濁>

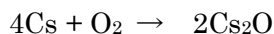
地震直後は、通常より格段に多くの鉍物粒子が浮遊しており、その濃度は海底近くで高い。一方でセシウムは、放出直後は海面で高く、時間と共に下層に移動・拡散した。水柱全体からの堆積に比べ、海底付近で吸着し堆積した分がどの程度か、粒子の表面積（体積ではなく）と、セシウム濃度の鉛直分布を正しく見積もる必要がある。

<海水中におけるセシウムの形態（粒子かイオンか）>

原子力施設の事故時に燃料内部やその周辺で生成される放射性 Cs の化合物については、下記のものがある。

・ 酸化セシウム: Cs_2O

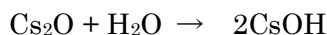
高温状態の燃料周辺で生じた Cs の多くは素早く酸化されると考えられる。



・ 水酸化セシウム: CsOH

酸化セシウムは、周辺の水蒸気と激しく反応し、素早く水酸化セシウムになる。

水酸化セシウムは水に溶けやすく、仮にこの形態で海洋に取り込まれるとしても、素早くセシウムイオン (Cs^+) となる。



以上のことから、2011年3月の事故直後の大気から海洋表面への放射性物質の降下と、同年3月下旬から4月中旬にかけての汚染水の直接放出によって海洋に放出された放射性セシウムについては、海洋への供給直後の化学形はセシウムイオンであると推測される。

・粒子状セシウム

セシウムはアルカリ金属の一つであり、海水中での主な化学形はプラス1価の陽イオンである。セシウムは、同様にアルカリ金属であるカリウムと誤って生体内に取り込まれることが知られている。海水柱内で生産される生物への放射性セシウムへの取り込みと海底への輸送は、海底堆積物への重要な供給経路であると考えられる。

またセシウムは、負に帯電した粒子（特に鉍物粒子）表面に、他のアルカリ金属に比べて強く吸着される。さらに、一部の鉍物の末端破壊部に強固に取り込まれることも知られている。このような鉍物粒子へのセシウムの吸着・取り込みは、特に陸上で起こりやすく、陸上で鉍物等に取り込まれた放射性セシウムの沿岸域への輸送は、沿岸堆積物への重要な放射性セシウムの供給経路であると考えられる。

上記のほかに、燃料や原子炉建屋の破片に付着した放射性セシウムが大気経由で海洋に運ばれた可能性があるが、燃料を構成する他の放射性核種（例えば Pu など）が検出されないことを考慮すると、その効果は小さいと考えられる。

【参考】

中村, 柳原. 過酷炉心損傷時における核分裂生成物の燃料棒からの放出速度およびその化学形. JAERI-M 89-077, 日本原子力研究所, 1989.

西原ら. 福島第一原子力発電所の滞留水への放射性核種放出. 日本原子力学会和文論文誌 11, 13-19, 2012.