

福島原発事故により放出された放射性 Cs 含有微粒子の溶解挙動の解明

Dissolution of radiocesium-bearing microparticles released by the Fukushima nuclear accident

*奥村 大河¹, 山口 紀子², 土肥 輝美³, 飯島 和毅³, 小暮 敏博¹

¹東京大学, ²農研機構, ³原子力機構

福島原発事故により放出された放射性 Cs を含有するガラス状微粒子について、様々な温度条件で純水と海水に浸潤し、その溶解速度を推定した。その結果、福島の平均水温では、純水中では完全に溶解するのに数十年を要するのに対し、海水中では数年しかかからないことが示唆された。

キーワード：放射性 Cs 含有微粒子, CsMP, 溶解, 純水, 海水, 電子顕微鏡, 福島原発事故

1. 緒言

2011年3月の福島第一原子力発電所事故により放出された放射性 Cs の一部は、珪酸塩ガラスを主体とする微粒子 (radiocesium-bearing microparticles ; CsMP) に含まれて飛散した。事故後7年が経過したが、CsMP の環境中での挙動は十分解明されていない。これまで CsMP は“不溶性”粒子と報告されてきたが、その主体は珪酸塩ガラスであるため、湿潤な環境中では徐々に溶解が進むはずである。そこで我々は環境中から採取した CsMP の純水及び海水での溶解実験を行い、CsMP の溶解挙動や環境中での寿命を推定した。

2. 実験

事故当時福島県の野外にあった農業資材から、これまでと同様な手法[1]により CsMP を単離した。この CsMP を様々な温度条件で純水または人工海水に浸潤し、放射能の減衰量から CsMP の溶解速度を推定した。さらにアレニウスプロットを作成することで、福島の実環境に近い温度条件における溶解速度を算出した。また溶解実験前後の CsMP を電子顕微鏡により分析することによって、その構造や形状の変化を調べた。

3. 結果・考察

福島の平均気温および平均海水温である約 13 °C での CsMP の溶解速度を活性化エネルギー等から推定した。その結果、純水 (ただし大気中の二酸化炭素の溶解により pH はおよそ 5.5) では CsMP の半径が 0.011 $\mu\text{m}/\text{y}$ の速度で減少するのに対し、海水中ではそれよりも 1 桁程度速く溶解することがわかった。これは半径 1 μm 程度の CsMP が完全に溶解するのに、純水中では数十年を要するのに対し、海水中では数年しかかからないことになる。よって CsMP が事故直後に海に落下した場合、現時点ではそのほとんどが消失している可能性が示唆された。純水での溶解実験前後の CsMP を電子顕微鏡により分析すると、ガラスが溶解したことによりそのサイズが小さくなっており、また形態は球形から複雑に変化していた。また、その表面にはスズや鉄の酸化物のナノ粒子が形成されていた。これと類似の構造を持つ CsMP が事故から4年後に大気中から見つかっていることから[2]、内陸に飛散した CsMP も徐々に溶解して放射能が減衰していることが示唆された。一方、海水中で溶解された CsMP の場合は、鉄とマグネシウムに富む板状の二次鉱物が表面を覆っていた。以上の結果から、“不溶性”粒子と考えられていた CsMP は長期的に見れば溶解し、CsMP に含まれる放射能は ^{137}Cs の物理的半減期である 30.1 年よりも速く減少すると考えられる。

参考文献

[1] Okumura *et al.*, *Sci. Rep.* (2018) **8**, 9707. [2] Yamaguchi *et al.*, *Geochem. J.* (2017) **51**, 1–14.

*Taiga Okumura¹, Noriko Yamaguchi², Terumi Dohi³, Kazuki Iijima³, Toshihiro Kogure¹

¹UTokyo, ²NARO, ³JAEA