

CsMP 中における Cs 及び I の挙動の実験的説明

Experimental analysis of behaviors of Cs and I in CsMP

*大貫 敏彦¹, 宇都宮 聡², 中瀬 正彦¹, 高野 公秀³, 土肥 輝美³,¹東京科学大学, ²九州大学, ³原子力機構

実験で作製した Cs、I を含むマイクロ粒子中の Cs と I の挙動を考察した。実験では Cs 及び I の他に SUS、ZrO₂、B を添加した。生成したマイクロ粒子の組成、水処理の影響を SEM-EDS で分析し、Cs 及び I の挙動を検討した。

キーワード: 福島事故, 放射性 Cs, 放射性 I, マイクロ粒子

1. 緒言: 放射性セシウム含有マイクロ粒子 (CsMPs) は難溶性の放射性粒子の一種であり、粒子径は通常 0.1 ~ 10 μm、Cs 放射能濃度は 10¹⁰ ~ 10¹¹ Bq/g と非常に高い。一般的に、CsMPs は主に Si、Fe、Zn、Cs で構成されており、B、U、Pu を少量含むものが報告されている(Fueda, 2023)。これまでの多くの研究では、Cs 等の陽イオンに着目した研究が多い。しかし、事故直後にはヨウ素(¹³¹I)が大気中に放出されたことから、CsMP には ¹³¹I が含まれていたはずである。そのため、CsI を含む核燃料成分をコンクリートで溶融した際に発生する凝縮気化粒子(CVP)中の Cs と I の化学種について研究した。さらに、陰イオン種として海水による冷却時に添加されたホウ素(B)を添加した実験を行い、Cs だけでなく B が存在した場合の CsMP の特性を明らかにした。

2. 実験: CsI と SUS、ZrO₂ を含む粉末を円柱状コンクリート上に設置し、ベルジャー内でキセノンランプにより集光加熱し、ベルジャー内面に沈着した CVP を回収した。さらに、B₄C 粉末も添加した試料についても CVP を作製した。回収した CVP を環境中における雨水との接触を想定してイオン交換水で洗浄する試験も実施した。得られた試料を FESEM-EDS、EPMA-WDS 及び XANES により元素組成及び化学状態を調べた。

3. 結果及び考察: SEM-EDS による CVPs の分析から、直径約 20 μm 以下の Cs と I を含む丸い粒子が多数生成していた (Fig. 1)。XANES 及び SEM-EDS 分析から、Cs と I を多量に含み CsI の存在を示唆する粒子と、Cs と I を少量含み Si を多量に含む粒子の 2 種類が確認された。CVP を脱イオン水と接触させると、どちらの粒子からも CsI のほとんどが溶解した。一方、後者の粒子からは、CsI とは異なる化学種を持つ Cs が残存した。さらに、残存した Cs は Si と共存しており、事故によって周辺環境に放出された CsMPs に含まれる化学組成と類似していた。これらの結果は、Cs が核燃料成分の溶融によって Si とともに CVP に取り込まれ、放射性 Cs が難溶性の化学状態で存在する CsMP を形成した可能性が高い。さらに、I については環境に放出された後に雨水により溶解した可能性が高い。また、B の影響も検討した。

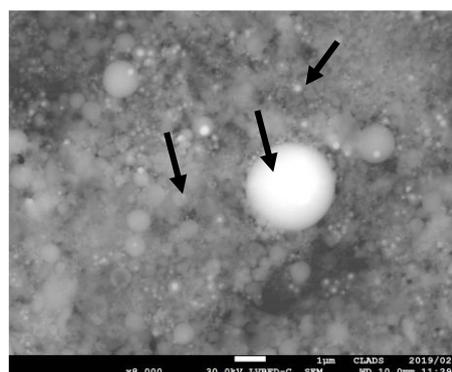


Fig. 1 SEM photograph of CVP. Many round particles are present as shown by black arrow.

Fueda K., et al., Chemosphere, 328, 138566 (2023)

*Toshihiko Ohnuki¹, Satoshi Utsunomiyai², Masahiko Nakase¹, Masahide Takano³ and Terumi Dohi³

¹Institute of Science Tokyo, ²Kyushu Univ., ³JAEA