

福島原子炉から飛散したセシウム含有放射性微粒子内の元素分布

Elemental distribution in Cs-bearing radioactive microparticles released from the reactors of Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant

*小暮敏博¹, 向井広樹¹, 甕聡子¹, 山口紀子², 長谷川琴音³, 三留正則³, 原徹³, 矢板毅⁴
¹東大院理, ²農環研, ³物材研究機構, ⁴JAEA

Microparticles containing substantial amounts of radiocesium released from the reactors of FDNPP were investigated mainly by transmission electron microscopy (TEM) and advanced X-ray microanalyses. The microparticles are basically silicate glass. High resolution elemental mapping suggested the formation process of the microparticles and their weathering in the field.

Keywords: microparticles, radiocesium, silicate glass, TEM, X-ray microanalysis

1. 緒言. 2011年3月の福島第一原発事故に伴う周辺地域の放射能汚染は、エアロゾル等に付着したセシウム (Cs) イオンが降雨とともに地表に落下し、粘土鉱物等に吸着したものが主体と考えられるが、原子炉の破損によって炉から直接飛来した微粒子も特定されている[1]。この微粒子は概して 1-2 μm 程度の球形で、放射性 Cs を含む様々な核分裂生成元素とともに Fe, Zn などの比較的原子番号の小さい元素も含まれている。またその放射能はときには数 Bq に達し、摂取した場合の人体への影響等が懸念される。今回我々は福島県の地表で採取されたこのような放射性微粒子を集束イオンビーム (FIB) 法で薄膜化し、透過電子顕微鏡 (TEM) 観察と X 線組成分析によりその内部構造を明らかにした[2]。

2. 試料及び手法. イメージングプレート (IP) を使ったオートラジオグラフィやガンマ線検出器を用いながら放射性微粒子を杉の葉等の試料からカプトンテープに移動させ、まずは走査電子顕微鏡観察とそこでの X 線組成分析により Cs が検出される微粒子を特定した。これを FIB により薄膜化し、TEM 及び走査型 TEM (STEM) での観察及び組成分析を行った。特に TEM/STEM 内の X 線組成分析では、エネルギー分解能の高いマイクロカロリメーター型の X 線検出器による定性分析結果と、2つの大口径シリコンドリフト型検出器(SDD)を使って大きな検出立体角を実現した高感度分析により微粒子内の組成像を得た。

3. 結果及び考察. 一連の観察・分析の結果、これらの微粒子は Si, O を主体とする非晶質の珪酸塩ガラスであり、これに Cl, K, Fe, Zn, Sn, Rb, Cs などが添加されたものであることが明らかになった。しかしその組成比は各微粒子の間でかなり異なっていた。またガラス中に硫化物やカルコゲナイドの超微粒子も観察された。組成像を見ると、Cs が微粒子中で不均一 (中心よりも周囲の方が濃度が高い) な分布を示すものが多く、周囲のガス雰囲気から拡散によって珪酸塩ガラスの微粒子へ取り込まれた可能性が考えられる。また錫 (Sn) が表面で濃集した粒子がいくつか見られ、おそらく微粒子表面でのガラスの溶解によって SnO₂ 微結晶が析出したものと考えられる。さらに Cs を含むアルカリ成分が溶出したと考えられる組成分布を示す微粒子も存在した。

参考文献

[1] Adachi et al., (2013) *Scientific Reports*, **3**, No. 2554.

[2] Yamaguchi et al., (2016) *Scientific Reports*, accepted.

*Toshihiro Kogure¹, Hiroki Mukai¹, Satoko Motai¹, Noriko Yamaguchi², Kotone Hasegawa³, Masanori Mitome³, Toru Hara³ and Tsuyoshi Yaita⁴

¹Univ. Tokyo, ²NIAES, ³NIMS, ⁴JAEA