

福島原発事故で放出された強放射性大気粉塵粒子の放射光 X 線分析 Synchrotron radiation X-ray analyses of the radioactive single airborne particle emitted by the Fukushima nuclear accident

飯澤 勇信^{1*}; 阿部 善也¹; 中井 泉¹; 寺田 靖子²; 足立 光司³; 五十嵐 康人³
IIZAWA, Yushin^{1*}; ABE, Yoshinari¹; NAKAI, Izumi¹; TERADA, Yasuko²; ADACHI, Kouji³; IGARASHI, Yasuhito³

¹ 東京理科大学理学部, ²JASRI/SPring-8, ³ 気象研究所 環境・応用気象研究部
¹Tokyo University of Science, ²JASRI/SPring-8, ³Meteorological Research Institute

福島原発事故で放出された放射性核種の環境動態を解明するために様々な研究が行われている。しかし、原発事故当時、大気環境に飛散した放射性物質の正体は、いまだ解明されていない。この正体を明らかにすることは、事故当時の大気環境における放射性物質の挙動や人体への影響を評価する上で極めて重要である。そこで、本研究では原発事故当時に、茨城県つくば市で捕集された強放射性粒子 1 粒を対象として放射光 X 線複合分析を行い、原発事故により大気環境に放出された放射性物質の正体を解明することを目的として研究を進めた。

分析試料は、特に高い放射能を有していた 3 月 14 日から翌 15 日に、つくば市気象研究所で石英フィルター上に捕集されたものを用いた。このフィルターから、マイクロマンピュレーターを用いて強放射性の 1 粒子をサンプリングし、アクリル板上に貼ったカプトンテープに転写したものを放射光実験用の測定試料とした。測定は SPring-8 の BL37XU で行い、放射光を 15.0 keV (低エネルギーモード) と 37.5 keV (高エネルギーモード) に単色化し、縦横それぞれ約 1 μ m に集光した X 線を用いて、重元素組成情報を得るために蛍光 X 線 (XRF) イメージングを、化学状態と結晶構造の情報を得るために X 線吸収端近傍構造 (XANES) / 粉末 X 線回折 (XRD) 分析を行った。

現時点で 3 つの強放射性粒子の分析に成功し、XRF イメージングの結果すべての粒子で Cs の存在を明らかにできた。さらに、以下のような様々な元素が各分析モードで検出され、それぞれ粒子内に均一に分布していることが分かった。

高エネルギーモード: Cs, Ba, Te, Sn, Mo, Zr, Rb, Zn, Fe

低エネルギーモード: Fe, Mn, Cr, Zn, Ti

また粒子によって化学組成の違いがみられた。検出された元素のうち Sn, Mo, Zn, Fe について XANES による化学状態分析を行ったところ、これらの金属元素は高酸化数のガラス化状態で存在していることが明らかになった。さらに、XRD 測定により粒子の結晶状態の解析を行ったところ、回折線が観測されなかったことから、アモルファスであることが分かった。以上の結果より、検出された元素の起源は、核分裂生成物や原子炉を構成する材料であると考えられ、これらの粒子は核燃料を含む原子炉内の材料が高温で熔融され、急冷したことによりガラス状態で大気環境に放出されたものであると結論付けられた。

キーワード: 福島原発事故, 放射光 X 線分析, 大気粉塵, 強放射性粒子

Keywords: Fukushima Daiichi nuclear power plant, Synchrotron radiation X-ray analysis, airborne particle, strong radioactive particle