

福島第一原子力発電所 2号機 トーラス室滞留水の α 核種分析

(4) SEM-EDX およびアルファトラック法による α 核種を含有する微粒子の検出

Analysis of Alpha radionuclide in the contaminated water at the torus room of unit #2 reactor of Fukushima

Daiichi NPS

(4) Detection of fine particle containing α -emitters by SEM-EDX and alpha Track

*蓬田 匠¹, 大内 和希¹, 岡 壽崇¹, 北辻 章浩¹, 駒 義和¹, 今野 勝弘²

¹JAEA, ²東電 HD

滞留水中の固形分の多数の粒子状物質の中から、 α 核種を含有する微粒子の検出を試みた。SEM-EDX を用いる元素分析により、粒径 500 nm から 3 μ m 程度の U を主成分とする微粒子を検出した。また、アルファトラック法により、粒径 100 μ m 程度までの鉄粒子上に α 核種が分布する様子を観測できた。

キーワード: 福島第一原子力発電所事故, ウラン微粒子, α 核種含有微粒子, SEM-EDX, アルファトラック法

1. 緒言

滞留水には燃料組成由来と考えられる α 核種が含まれていることが、ICP-MS 及び α 線スペクトロメトリの分析結果から明らかになっている。本発表では、これらの α 核種の存在形態を明らかにするために、(1)燃料主成分である U と、(2)他の α 核種 (Pu, Am, Cm 等) に大別し、粒子検出を試みた結果を述べる。

2. 実験

最深部滞留水 1 mL を分取し、ポリカーボネートフィルタを用いた遠心ろ過によってフィルタ上に微粒子状固形分を捕集した。その一部をミクロスパーテルにより分取し、カーボンテープ上に薄く塗布して微粒子検出用試料とした。(1)核燃料に由来する U は、存在量が比較的多いと推定できるが比放射能が低いため、走査型電子顕微鏡-X線検出(SEM-EDX: JEOL, JSM-7000)を適用し、U を主成分とする物質の直接検出を試みた。SEM-EDX の自動粒子分析機能により、U を含有する微粒子を特定し、更にその粒子の元素組成を分析した。一方、(2)半減期が比較的短く、比放射能が高いその他の α 核種については、滞留水中の存在量が U よりも少ないことが予測されるため、 α 線の飛跡(アルファトラック)を検出するアルファトラック法を適用した。固体飛跡検出器(ハーツラス, TNF-1)を微粒子検出試料に重ね、18時間 α 線曝露した。6 M の水酸化ナトリウム水溶液中で 3 時間エッチング処理した検出器を光学顕微鏡(Keyence, VHX-5000)により飛跡観察し、 α 核種が多く存在する場所(スポット)を特定した。次に、同位置に存在する粒子を光学顕微鏡で同定した。同定した α 核種含有微粒子に対して SEM-EDX により元素組成分析を試みた。

3. 結果と考察

(1)SEM-EDX による観察の結果、U を含有するサブ μ m~数 μ m サイズの粒子を複数同定できた。元素組成分析の結果から、Zr などの燃料被覆管や構造材に由来する元素が検出され、これらの粒子が微粒子化した燃料デブリの可能性を示唆する。一方、U 粒子からは Pu, Am, Cm 等の元素成分は検出されなかった。また、U 粒子からは有意な α トラックも検出できなかった。

(2)アルファトラック分析により同定した α 核種含有粒子は粒径数 10~数 100 μ m のサイズであり、SEM-EDX により元素分析したところ、鉄を主成分としていた。同粒子には U, Pu, Am, Cm 等の α 核種の元素成分は検出できず、 α 核種の物質量は極わずかであり、Pu, Am, Cm 等が鉄粒子上に付着する形態で存在すると考えられる。以上のとおり、U と他の α 核種の存在形態は異なることを明らかにした。

*Takumi Yomogida¹, Kazuki Ouchi¹, Toshitaka Oka¹, Yoshihiro Kitatsuji¹, Yoshikazu Koma¹, and Katsuhiko Konno².

¹Japan Atomic Energy Agency, ²TEPCO.