

福島第一原子力発電所において採取された放射性試料の分析
(5) 汚染水試料等中の Ni-63 分析

Characterization of radioactive samples at Fukushima Daiichi NPS site

(5) Analysis of Ni-63 in contaminated water and secondary wastes

* 本山 李沙^{1,2}, 比内 浩^{1,2}, 駒 義和^{1,2}, 北脇 慎一^{1,2}

¹ 日本原子力研究開発機構 (JAEA), ² 国際廃炉技術研究開発機構 (IRID)

東京電力ホールディングス福島第一原子力発電所 (1F) にて発生した廃棄物の処理・処分に向けた性状把握のため、汚染水試料等の Ni-63 分析を実施し、Ni-63 と同様に放射化生成物として生成する Co-60 と比較した。炉内構造物によく用いられるステンレス鋼を発生源と想定した Co-60/Ni-63 比との差異が大きい試料も見られ、炉心外で発生して炉水によって運ばれ、炉心での放射化の後、炉心外配管へ付着・蓄積した腐食生成物の影響等が示唆された。

キーワード：福島第一原子力発電所，放射化学分析，Ni-63

1. 緒言

1F にて発生した廃棄物の処理・処分の安全評価において考慮すべき主要な核種の一つとして挙げられている Ni-63^[1] について、ステンレス設備に影響を与えるハロゲン酸を使用しない硝酸溶液系における分析法を開発し^[2]、汚染水試料等の分析を実施しデータの拡充を行った。Ni-63 と同様に放射化生成物として生成する Co-60 と比較し、Co-60/Ni-63 比から Ni-63 及び Co-60 の供給源について考察した。

2. 分析

硝酸溶液系において、Ni-resin カラムで Ni-63 と他核種を粗分離し、Sr-resin 及び TRU-resin の混合カラム処理と鉄共沈処理にて FP を除去後、再度 Ni-resin カラムで Ni を精製する方法^[2]にて、汚染水試料や汚染水処理工程で発生したスラリー試料の Ni-63 を分析した。Co-60 は Ge 半導体検出器を用いた γ 線測定により分析した。試料の採取場所を表 1 に示す。20 試料のうち 19 試料から Ni-63 が、全試料から Co-60 が検出された。

表 1 分析試料 (汚染水、スラリー)

採取場所	
集中 RW 地下	除染装置出口
プロセス主建屋地下	タービン建屋
高温焼却炉建屋地下	原子炉建屋
Cs 吸着装置出口	多核種除去設備
第二 Cs 吸着装置出口	濃縮廃液受タンク

3. 結果

得られた分析値に加え、データベース (FRAnDLi^[3]) に収納される汚染水の分析データのうち、Ni-63 及び Co-60 が双方検出されている試料データを抽出した。Ni-63 濃度に対して Co-60 濃度をプロットし、採取場所ごと及び採取年ごとに比較した。図 1 では、炉心付近の試料 (2 号機 PCV 及び 3 号機 PCV 並びに 2 号機トラス室から採取した汚染水) と 2011 年に採取された試料 (集中 RW 地下並びに Cs 吸着装置及び除染装置、蒸発濃縮装置の処理工程から採取した汚染水) のデータを分けて表示した。原子炉解体時に発生する廃棄物の放射エネルギーデータ^[4]を参考に、構造材 (材質はステンレス鋼) の Co-60/Ni-63 比=4.7 を図示した。炉心付近の Co-60/Ni-63 比は構造材の比とよく一致した。2011 年に採取された試料ではその比より大きくなっており、さらに原子炉建屋等の建屋から採取した試料では、採取年ごとに Co-60/Ni-63 比のばらつきが大きくなる傾向が見られた。

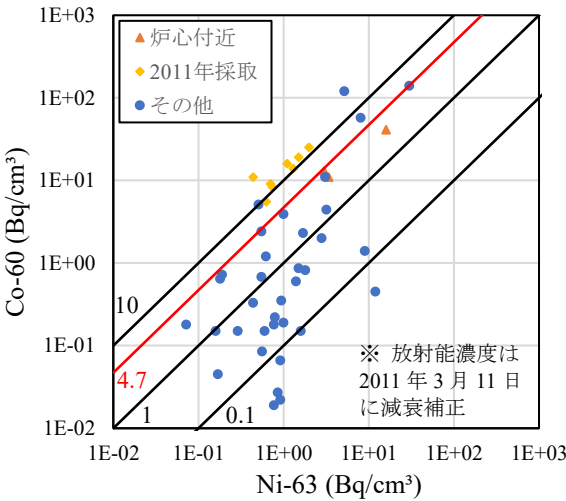


図 1 汚染水中の Ni-63, Co-60 濃度

4. 考察

炉心付近で採取された試料の Co-60 及び Ni-63 は、炉心付近に存在したステンレス鋼由来であることが示唆される。2011 年に採取された試料では、いずれもステンレス鋼を想定した比よりも大きく、その比は 10 程度となった。炉内構造物のほか、給復水系構成材料から放出される腐食生成物は炉水によって運ばれ、炉心での放射化を経て炉心外の配管表面に付着・蓄積する^[5]。初期に一定の Co-60/Ni-63 比が観察された一因として、配管内に蓄積していた Co-60 が事故に伴い一時に水へ移行した可能性が考えられる。各建屋から採取した試料では採取年ごとに Co-60/Ni-63 比のばらつきが大きくなる傾向が見られ、ステンレス鋼のほか、様々な部材からの Ni-63 及び Co-60 の供給が考えられ、挙動把握のため継続した分析が必要である。

※この成果は、経済産業省/令和 3 年度開始「廃炉・汚染水対策事業費補助金 (固体廃棄物の処理・処分に関する研究開発)」で得られたものの一部である。

参考文献 [1] 電気事業連合会, 核燃料サイクル開発機構, “TRU 廃棄物処分技術検討書,” JNC-TY1400 2005-013, (2005). [2] 本山ら, “福島第一原子力発電所において採取された放射性試料の分析 (4) 硝酸溶液系における Ni-63 分析法の開発,” 日本原子力学会 2022 春の年会 [3] JAEA, “福島第一原子力発電所事故廃棄物に関する分析データ集 (FRAnDLi).” <https://frandli-db.jaea.go.jp/FRAnDLi/> [4] 電気事業連合会, “余裕深度処分対象廃棄物に関する基本データ集 (一部改訂),” 平成 28 年 8 月 23 日 [5] 石樽, “原子炉におけるクラッド挙動と水化学,” 防食技術, 32, 276–285 (1983).

*Risa Motoyama^{1,2}, Hiroshi Hinai^{1,2}, Yoshikazu Koma^{1,2} and Shinichi Kitawaki^{1,2}

¹Japan Atomic Energy Agency, ²International Research Institute for Nuclear Decommissioning