

福島第一事故廃棄物のインベントリ評価手法の開発 (12) 各号機の汚染水中の放射性核種濃度推移のモデル化

Development of inventory evaluation methods for the radioactive wastes of Fukushima Daiichi Nuclear Power Station

(12) Modeling of the radionuclide concentration in the contaminated water of each unit

*柴田 淳広¹, 駒 義和¹, 大井 貴夫¹, 高橋 博一²

¹JAEA, ²QJ サイエンス

福島第一原子力発電所各号機建屋に滞留する汚染水中の放射性核種濃度の推移を表す数値解析モデルを作成した。また、原子炉各号機の残存インベントリと汚染水へ移行したインベントリを試算した。

キーワード：福島第一事故廃棄物，放射性汚染水，インベントリ，水処理二次廃棄物

1. はじめに 福島第一原子力発電所事故の廃棄物の処理・処分に関する研究開発を進める上では、各廃棄物中のインベントリを把握することが不可欠である[1]。既報[2]では、各号機建屋とそこからの汚染水移送先である集中廃棄物処理建屋（集中 RW）を一体と見なし、流入水量等を定常値と仮定して、集中 RW 滞留水中の主要成分の物質移動を解析的に解くモデルを構築し、炉内残存インベントリ等を算出した。実際の系では、流入水量等の時間変化や号機間の汚染水移送があり、タービン建屋(T/B)汚染水中の¹³⁷Cs濃度が号機により異なる傾向がみられている[3]。そこで、本研究では、各号機に残存しているインベントリ(I_{RN})並びに汚染水へ移行したインベントリ(I_{WN})を把握するため、濃度モデルを改良し、¹³⁷Cs濃度分析値を用いて各号機の流入水量等をフィッティングによって求め、号機毎に異なる¹³⁷Cs濃度推移を再現した。

2. 数値解析モデル N 号機における支配方程式を式(1)に、解析モデルを図1にそれぞれ示す。放射性核種のソースとしては、事故初期に放出されたもの（事故初期濃度 $C_N(0)$ ）と燃料から継続的に放出されるもの（継続的溶出率 f_N ）に加え、第3のソース（海水配管トレンチ等）を仮定した。

$$\frac{dC_N(t)}{dt} \cdot V_N = f_N + C_{N,G}(t) \cdot Q_{N,G}(t) + C_{N,cir}(t) \cdot Q_{N,cir}(t) + C_{N-1}(t) \cdot Q_{N-1 \text{ to } N}(t) + C_{Nb}(t) \cdot Q_{Nb}(t) - C_N(t) \cdot \{Q_{N \text{ to } N+1}(t) + Q_{N,sink}(t)\} - \lambda \cdot C_N(t) \cdot V_N \quad (1)$$

N 号機の汚染水は体積 V_N の仮想タンクに存在し、そこへ地下水（流量 $Q_{N,G}$ 、濃度 $C_{N,G}$ ）、冷却水（ $Q_{N,cir}$ 、 $C_{N,cir}$ ）、他号機からの移送水（ $Q_{N-1 \text{ to } N}$ 、 C_{N-1} ）及び第3のソースからの移送水（ Q_{Nb} 、 C_{Nb} ）が入り、混合後に他号機（ $Q_{N \text{ to } N+1}$ ）及び集中RW（ $Q_{N,sink}$ ）へ排出されるとした。解の導出においては、冷却水流量等の時間変化を考慮し、離散化した数値モデルを作成した。解析において、 $Q_{N,cir}$ は東京電力からの報告値[4]を用い、 $C_{N,G}$ および $C_{N,cir}$ はゼロとした。 $Q_{N,cir}$ 以外の流量並びに $C_N(0)$ 及び f_N をフィッティングによって求めた。 I_{WN} は、求めた $C_N(t)$ 、 $Q_{N,sink}(t)$ 等を用いて算出し、 I_{RN} は事故前インベントリから I_{WN} 等を差し引くことで求めた。

3. 結果 数値解析結果および東京電力による分析値を図2に示す。各号機 T/B の¹³⁷Cs濃度推移をおおよそ再現できた。2015年6月までの3号機における¹³⁷Cs濃度は、2号機から3号機への汚染水移送が大きく影響していたことがわかった。また、2014年3月時点での各号機の I_{RN} 及び I_{WN} は1号機が 1.4×10^{17} Bq/4.4 $\times 10^{16}$ Bq、2号機が 1.4×10^{16} Bq/1.9 $\times 10^{17}$ Bq、3号機が 1.5×10^{17} Bq/7.6 $\times 10^{16}$ Bqであり、号機により大きく異なることが示唆された。本改良モデルを他核種へ適用する方法を現在検討中である。

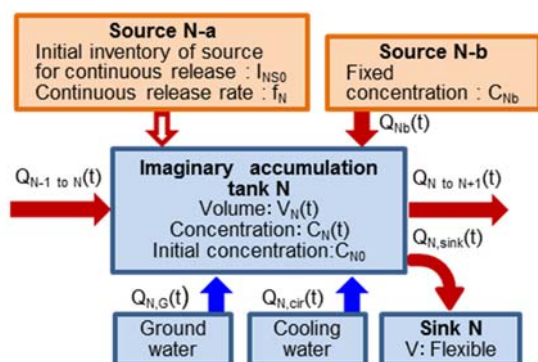


図1 N 号機汚染水の核種濃度モデル

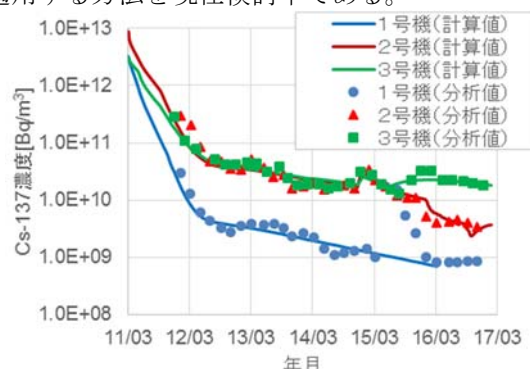


図2 1-3号機タービン建屋汚染水の¹³⁷Cs濃度推移

参考文献 [1] Koma et al., "Inventory Estimation for Accident Waste Generated at the Fukushima Daiichi NPS", International Conference on the Safety of Radioactive Waste Management, Vienna, Austria, 25 November 2016. [2] Shibata et al., "Estimation of the inventory of the radioactive wastes in Fukushima Daiichi NPS with a radionuclide transport model in the contaminated water", Journal of Nuclear Science and Technology, 2016. [3] 東京電力（株），“福島第一タービン建屋地下階溜まり水の核種分析結果 平成25年1月17日”他，東京電力HDホームページ <http://www.tepco.co.jp/> [4] 東京電力（株），“福島第一原子力発電所における高濃度の放射性物質を含むたまり水の貯蔵及び処理の状況について”他，東京電力HDホームページ

*Atsuhiko Shibata¹, Yoshikazu Koma¹, Takao Ohi¹ and Hirokazu Takahashi²

¹Japan Atomic Energy Agency, ²QJ Science.