

1. 1. 2 大型再処理施設周辺等データの取得とモデル検証

Validation of the Advanced Environmental Transfer and Dose Assessment Model for Radionuclides Released from the Nuclear Fuel Reprocessing Plant in Rokkasho

長谷川 英尚, 柿内 秀樹, 佐藤 雄飛, 植田 真司, 高久 雄一, 久松 俊一
環境影響研究部

Hidenao HASEGAWA, Hideki KAKIUCHI, Yuhi SATOH, Shinji UEDA
Yuichi TAKAKU, Shun'ichi HISAMATSU
Department of Radioecology

Abstract

The final testing using actual spent nuclear fuels is mostly finished for the first commercial nuclear fuel reprocessing plant in Japan, located in Rokkasho, Aomori Prefecture and the plant is now under safety assessment by the Nuclear Regulation Authority. The advanced environmental transfer and dose assessment model (AdvETDAM) was developed for estimating areal and temporal distributions of the radionuclides around the plant and the radiation doses resulting from these radionuclides. To validate the model using actual field data, we measured the concentrations of radionuclides (^3H , ^{14}C , ^{129}I , etc.) in environmental, agricultural, and livestock samples collected at points around the plant and we also measured the environmental γ -ray dose rates at IES.

Because no nuclear fuel rods have been sheared or dissolved at the plant since October 2008, we found concentration levels of the radionuclides in most environmental samples collected in FY 2017 were similar to the background ones before the plant test operation, excluding several samples. Iodine-129 deposited on soil and lake sediment surfaces around the plant has still remained at a higher level than their respective background levels. We also found that the concentrations of radionuclides (^3H , ^{14}C and ^{129}I) in agricultural products, which were produced in an experimental agricultural field at IES for the study of radionuclide transfer from the atmosphere to these products, were similar to their background levels.

To improve the accuracy of the model prediction in AdvETDAM, we have been investigating the distributions and transfer of radionuclides in the terrestrial environment in Fukushima Prefecture after the accident at the Fukushima Dai-ichi Nuclear Power Plant. In FY 2017, we continued to study the following subjects: 1) the re-suspension rate of ^{137}Cs and 2) the discharge rate of ^{137}Cs via rivers. The atmospheric concentrations and deposition fluxes of ^{137}Cs gradually decreased during FY2012 to 2015 with different effective half-lives, however, both half-life values after 2015 have become nearly constant. Clear seasonality was found with a high atmospheric ^{137}Cs concentration in summer and a low concentration in winter which was the same as our previous observation. The wind direction weighted mean re-suspension factor of ^{137}Cs in Namie, Fukushima Prefecture (1.0×10^{-11} - 1.0×10^{-9} in FY 2013 - 2017) has become similar to or lower than the annual mean re-suspension factor (atmospheric ^{137}Cs concentration)/(^{137}Cs deposition density), observed at Chernobyl and in European countries (1×10^{-10} - 1×10^{-6}). Concentrations of dissolved ^{137}Cs in water samples from seven small rivers in Fukushima Prefecture correlated well with the ^{137}Cs inventories in their catchments, with annually decreasing values for the (dissolved ^{137}Cs concentration)/(^{137}Cs inventory) ratio during FY2012-2017.

1. 目的

大型再処理施設に由来する排出放射性核種の六ヶ所村及びその周辺地域における環境移行及び排出放射性核種によるより現実的な線量評価を行うことを目的として、気圏、陸圏及び水圏より採取した環境試料、及び農畜水産物・日常食試料中の放射性核種（ ^3H 、 ^{14}C 及び ^{129}I ）等濃度を測定し、これらのデータを用いて、これまで整備した総合的環境移行・線量評価モデル（以下、「総合モデル」）を検証する。さらに、福島県では東京電力福島第一原子力発電所の事故（以下、「福島原発事故」）により放射性 Cs 等が環境中に放出されており、それらの環境における挙動を観測することで、通常得ることが難しい環境移行パラメータ等を求め、総合モデルにおける予測精度のさらなる向上に資することとした。

平成 29 年度は、六ヶ所村を中心とした地域において、気圏、陸圏及び水圏の様々な環境試料及び農畜水産物・日常食試料を対象に排出放射性核種濃度の調査を継続して実施した。また、環境研構内に整備した実験圃場において、キャベツ、大根、牧草及びイネを栽培するとともに、排出放射性核種のバックグラウンドデータを取得した。さらに、大気拡散サブモデルのパラメータとなる ^{137}Cs の再浮遊率、及び河川集水域の ^{137}Cs 蓄積量と河川からの ^{137}Cs 流出率との関連等の知見を集水域サブモデルに反映するため、これらに関連する調査を福島県において継続した。これらの調査の中で、本報告では、福島県における大気・降下物中の放射性 Cs 濃度、及び ^{137}Cs の再浮遊率の調査結果について主に報告する。

2. 方法

六ヶ所村を中心とした地域における大気、降水、植物、土壌の各試料及び農畜水産物・日常食試料中の ^3H 、 ^{14}C 及び ^{129}I 等濃度を測定した。さらに、尾駸沼、尾駸沼集水域等の六ヶ所村水圏環境における水・堆積物・生物試料中の ^3H 、 ^{14}C 及び ^{129}I 等濃度を測定した。加えて、環境研構内に整備した実験圃場で農作物を栽培し、 ^3H 、 ^{14}C 及び ^{129}I 等濃度を測定した。

福島県における調査では、浪江町において粒径別大気エアロゾル中の ^{137}Cs 濃度を測定し、そのデータ

を用いて放射性 Cs の再浮遊率を推定するとともに、 ^{137}Cs 降下量との関係を検討した。さらに、飯館村の小河川を対象に、河川水中の ^{137}Cs 濃度を測定し、河川からの ^{137}Cs 流出率等を考察した。

3. 成果の概要

3.1 排出放射性核種等の測定結果及びモデルの検証

大型再処理施設における使用済み燃料のせん断・溶解処理試験（以下、「せん断・溶解処理試験」）が平成 18 年 3 月～20 年 10 月にかけて実施された影響により、同期間中に採取された一部の環境試料中の排出放射性核種濃度は試験前のバックグラウンドの水準から有意に上昇した。せん断・溶解処理試験以降は、ほとんどの試料中の排出放射性核種濃度はバックグラウンドの水準となり、平成 29 年度も同様であった。しかしながら、一部の土壌及び湖底堆積物中の ^{129}I 濃度はせん断・溶解処理試験以降もバックグラウンドの水準より高い値を維持しており、平成 29 年度も同様であった。なお、観測された排出放射性核種による被ばく線量は、自然放射線（能）による線量と比較して、いずれも無視できる水準であった。

また、六ヶ所村内で採取された農畜水産物中の放射性核種濃度は、せん断・溶解処理試験以降は試験期間中に比べて低くなる傾向が認められ、これは平成 29 年度も同様であった。日常食中の排出放射性核種濃度はせん断・溶解処理試験期間中及び以降を比較して明確な差は認められておらず、平成 29 年度も同様であった。なお、観測された放射能から推定される被ばく線量は公衆被ばく線量と比較して無視できる水準であった。

さらに、環境研構内に整備した実験圃場（畑地、牧草地及び水田）において、キャベツ、ダイコン、牧草及びイネを栽培し、収穫物中の排出放射性核種濃度を測定したところ、 ^3H 、 ^{14}C 及び ^{129}I の濃度はせん断・溶解処理試験前のレベルであった。

3.2 福島県内における放射性核種移行研究

浪江町における大気中 ^{137}Cs 濃度には、夏季に $>1.1 \mu\text{m}\phi$ のエアロゾル中 ^{137}Cs 濃度が増加することに起因する明瞭な季節変化が引き続き認められ、その変

化は試料採取期間における風向と風上側の ^{137}Cs の蓄積量に依存していることが示唆された。事故後 5 年（平成 27 年）までの大気中 ^{137}Cs 濃度及び降下量は異なる実効半減期で減少していたが、それ以降は、ほぼ横ばいに転じている（Fig. 1）。観測地点を中心とした半径 5 km における風向加重平均 ^{137}Cs 蓄積量と大気中 ^{137}Cs から算出した風向補正再浮遊率は、チェルノブイリ原発周辺及びヨーロッパ各地で報告されている再浮遊率（ $10^{-10} \sim 10^{-6} \text{ m}^{-1}$ ）と同程度か、そ

れよりも低い値であった（Fig. 2）。また、事故後 5 年までの実効半減期は約 1.2 年と推定された。

福島県東部地域の 7 河川水系を対象に、平成 24 年度から 29 年度にかけて平水時における河川水中 ^{137}Cs 濃度を測定した結果、各年度の河川水中の溶存態 ^{137}Cs 濃度と各採水地点の集水域内の平均 ^{137}Cs 蓄積量との間には、有意な正の相関関係が見られるが、年々、（溶存態 ^{137}Cs 濃度/平均 ^{137}Cs 蓄積量）比の減少が認められた。

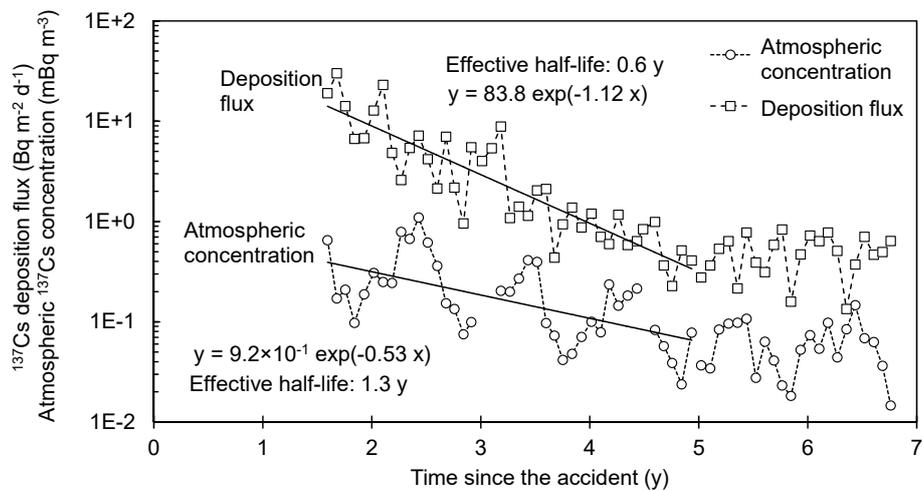


Fig. 1 Temporal variation of averaged monthly atmospheric concentration and deposition flux of ^{137}Cs observed in Namie, Fukushima Prefecture.

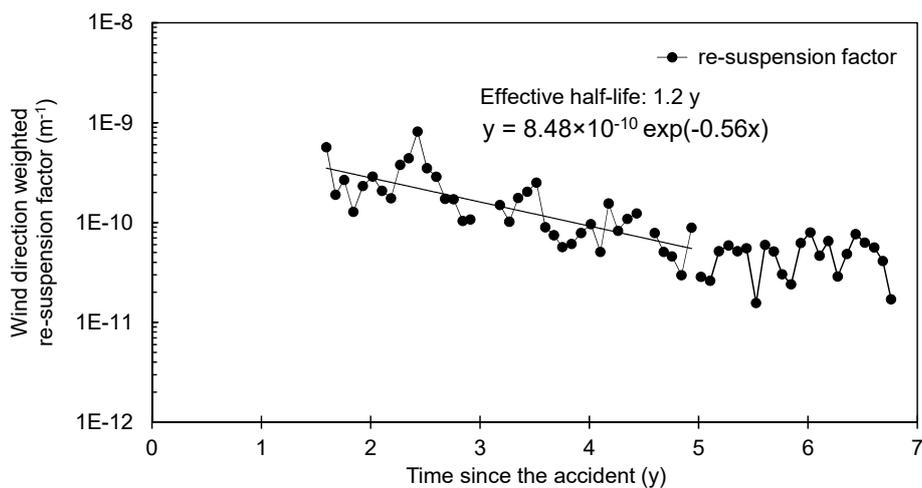


Fig. 2 Temporal variation of the wind direction weighted mean re-suspension factor of ^{137}Cs in Namie, Fukushima Prefecture.