

1.2 総合的環境移行・線量評価モデルの検証

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

五代儀 貴, 阿部 康一, 赤田 尚史, 柿内 秀樹, 武田 晃,
長谷川 英尚, 植田 真司, 久松 俊一
環境影響研究部

Takashi IYOGI, Koichi ABE, Naofumi AKATA, Hideki KAKIUCHI, Akira TAKEDA,
Hidenao HASEGAWA, Shinji UEDA, Shun'ichi HISAMATSU
Department of Radioecology

Abstract

The first commercial nuclear fuel reprocessing plant in Japan, located in Rokkasho, Aomori Prefecture is now undergoing its final testing using actual spent nuclear fuels. 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 , and ^{129}I , etc.) in various environmental samples collected at various points around the plant and the environmental γ -ray dose at IES. Because no nuclear fuel rods have been sheared or dissolved at the plant since October 2008, concentration levels of the radionuclides in most environmental samples collected in FY 2012 were similar to the background ones before the plant test operation, excluding several samples of soil and sediment.

Now, we have studied the distribution and transfer of several radionuclides in Fukushima Prefecture to clarify their movement in the terrestrial environment. The obtained results will be used to improve the accuracy of the model prediction in AdvETDAM. We studied: 1) the re-suspension rate of radiocesium in Koriyama City and Namie Town; 2) the radiocesium interception potential (RIP) of farmland soil in Fukushima Prefecture; 3) the transfer rate of radiocesium via two small rivers (the Hiso River and Wariki River) in a mountainous area in Iitate Village, Fukushima Prefecture; and 4) the distribution of ^3H in plant and soil samples collected around the Fukushima Dai-ichi Nuclear Power Station (FDNPS).

The re-suspension rate of radiocesium ranged from 10^{-9} to 10^{-11} , which was comparable to other values reported in the literature. Soil-to-plant transfer factor for soybean samples observed in 2011 was negatively correlated with the RIP value in soil. RIP and exchangeable K content in soil were useful indexes for predicting the transfer factor. The discharge rate of radiocesium from the river catchments during 2012 was less than during 2011. We considered that the most of the radiocesium deposited in the catchments has remained on the soil surface.

We collected various plant samples around the FDNPS in March, April, July and August 2011, and measured their free-water tritium (FWT) concentrations. Considerably higher FWT concentrations than the background ^3H concentration were observed, and that showed that HTO was released from the FDNPS in the nuclear accident. The committed effective dose from HTO inhalation was roughly estimated by using the FWT concentration obtained. The HTO concentration in the air was estimated from the FWT concentration

in plants by using the relationship between the atmospheric HTO and plant FWT concentration through the relative humidity in air. Although the FWT concentration decreased from March to August, we assumed that the value in March continued until the end of July, and the August value continued until the end of December. The HTO inhalation dose about 20 km from the FDNPS was estimated to be roughly 3 μ Sv.

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とその周辺地域における挙動を精度良く予測するため、大気、降水をはじめとして陸域、湖沼、沿岸海域より採取する環境試料中並びに日常食・各種食品中の放射性核種 (^3H 、 ^{14}C 、 ^{129}I 等) 濃度を測定し、得られたデータを用いてこれまで構築した総合的環境移行・線量評価モデルを検証する。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により放射性 I や放射性 Cs 等が環境中に放出された。大型再処理施設の平常運転時では放射性 Cs の排出はほとんど認められないと考えられるが、万一の過酷事故等によっては再処理施設から排出されることが考えられるため、福島第一原子力発電所事故により放出された放射性核種を環境中で追跡することによって、通常得ることが難しいパラメータ等を求めることができ、モデルの予測精度向上に資することができると思われる。

平成 24 年度は、六ヶ所村を中心とした地域において、大気エアロゾル・降水物、土壌・植物、日常食・各種食品、並びに陸水域及び沿岸海域の水・堆積物・生物試料を採取し、排出放射性核種等を測定した。さらに、福島県内において、モデル計算に必要な粒径別大気エアロゾル中の放射性 Cs の再浮遊率、土壌・植物試料中の ^3H (FWT、OBT) 濃度、農耕地土壌における放射性 Cs 捕捉ポテンシャル及び河川における放射性 Cs の流出量に関する調査を実施した。本報告では、主に東京電力福島第一原子力発電所近傍で採取した植物中 ^3H 濃度の測定結果について記す。

2. 方法

六ヶ所村を中心とした地域における大気、降水、植物及び土壌試料中、並びに日常食・各種食品試料中の ^3H 、 ^{14}C 、 ^{129}I 等濃度を測定した。さらに、鷹架

沼、鷹架沼集水域、尾駁沼、尾駁沼集水域及び尾駁沿岸海域における水・堆積物・生物試料中の ^3H 、 ^{14}C 、 ^{129}I 等濃度を測定した。

福島県における調査では、郡山市及び浪江町において粒径別大気エアロゾル中の放射性 Cs 濃度及びその再浮遊率を求めた。また、平成 23 年に福島県東部を中心に採取した土壌及び植物試料中の ^3H (FWT、OBT) 濃度を測定した。さらに、農耕地土壌について放射性 Cs 捕捉ポテンシャル (RIP) を測定し、現地における土壌・作物 (ダイズ) 間移行係数との関係を見た。加えて、飯舘村の小河川 (比曾川及び割木川) を対象に、河川水中の放射性 Cs 濃度 (溶存態及び懸濁態) を測定し、放射性 Cs の流出量と河川流量との関係等から放射性 Cs 流出率を推定した。

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

大型再処理施設のアクティブ試験での使用済燃料のせん断・溶解作業は平成 20 年 10 月に行われたのを最後に平成 24 年度は実施されていない。このため、ほとんどの試料中排出放射性核種の濃度にバックグラウンドレベルからの上昇は認められなかったが、一部の土壌及び湖底堆積物中 ^{129}I 濃度に、これまで大型再処理施設から排出された ^{129}I による上昇と考えられる事例が観測された。しかし、これらの濃度にはアクティブ試験のせん断・溶解作業終了後、徐々に減少する傾向が認められている。なお、観測された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レベルである。今後、大型再処理施設の本格操業を踏まえ、さらに測定例を増やし、モデルとパラメータの検証データを得ていく。

3.2 福島県内における放射性核種移行研究

福島県郡山市及び浪江町における ^{137}Cs の再浮遊率は 10^{-9} から 10^{-11} の範囲であり、これまで報告され

ているヨーロッパ各地での観測結果の範囲内であった。また、福島県内の農耕地土壌について RIP を測定した結果、現地における土壌・作物（ダイズ）間移行係数を RIP と交換性カリ容量を用いて予測できることが明らかとなった。福島県飯舘村の小河川における平成 24 年の河川からの放射性 Cs の流出率は、平成 23 年の流出率に比べて 3~5 割程度小さかった。

福島県で採取した植物試料中の FWT 濃度を試料採取時期に分けて Fig. 1 に示した。3 月から 4 月に比較的高い FWT 濃度が認められ、その濃度は福島第一原子力発電所に近づくほど高くなる傾向が見られた。また 7 月から 8 月の結果でも同様の傾向が認められたが、その濃度は 3 月から 4 月に比べ低くなっていた。

植物中 FWT 濃度測定結果を用いて、 ^3H の吸入による内部被ばく線量の最大値の推定を行った。植物中 FWT 濃度と大気中 ^3H 濃度の比は相対湿度の関数となることから採取日の福島市の相対湿度を用い植物中 FWT 濃度から大気中 ^3H 濃度を評価した。また、3 月の大気中 ^3H 濃度が 7 月末まで継続し、8 月の大気中 ^3H 濃度が 12 月末まで継続するとした。最大濃度が観測された 4 月の L13 地点（発電所から約 20 km の警戒区域境界付近、 ^3H 濃度 167 Bq L^{-1} ）の ^3H による内部被ばく線量の推定を行った結果、3 月 15 日から 7 月末日までは $3 \mu\text{Sv}$ 、8 月から 12 月までは 10 nSv と推定された。

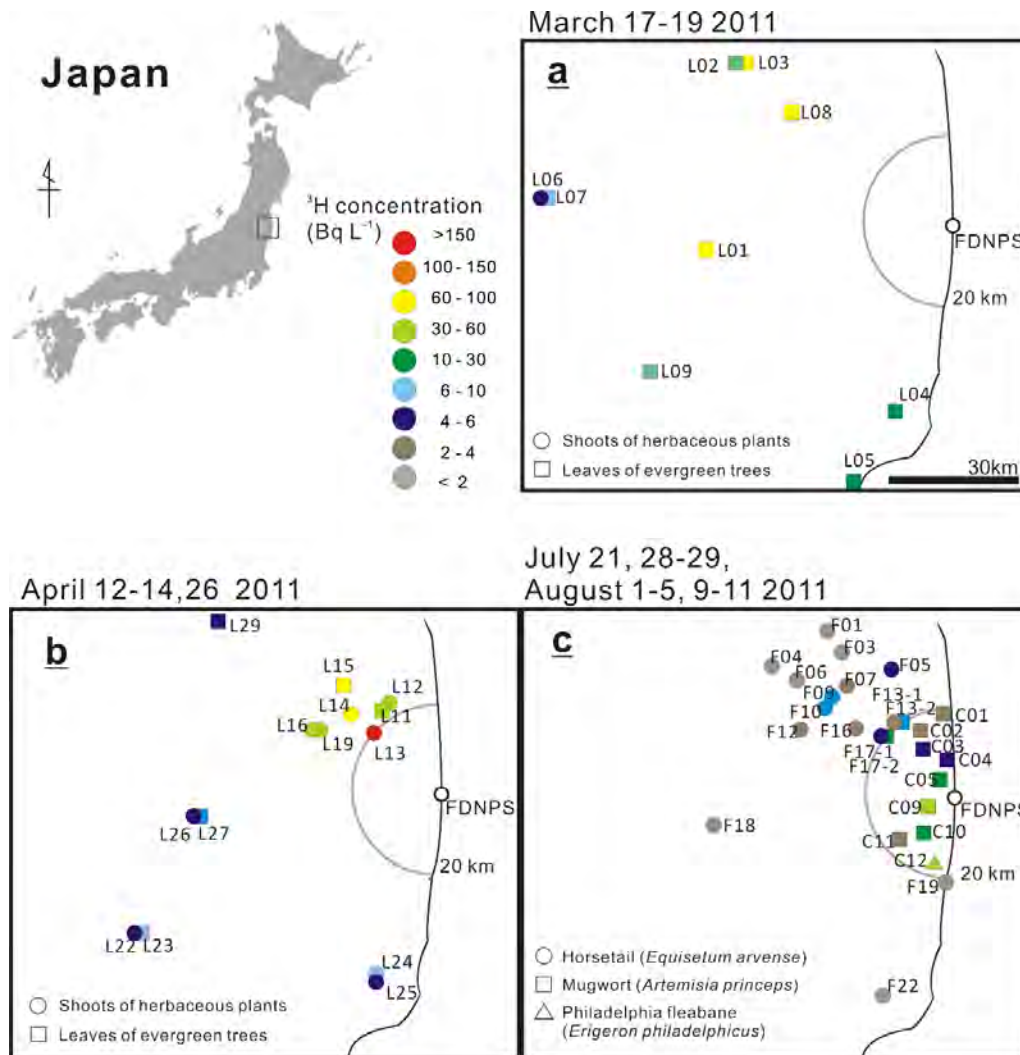


Fig. 1 Free-water tritium (FWT) concentrations in herbaceous plant shoots and evergreen tree leaves collected around Fukushima Dai-ichi Nuclear Power Station (FDNPS).