

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

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

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 the radionuclides. To validate the model using actual field data, concentrations of radionuclides (^3H , ^{14}C , and ^{129}I , etc.) in various environmental samples collected around the plant and the environmental γ -ray dose at IES were measured. 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 2011 were similar to the background ones before the plant test operation, excluding several samples of soil and sediment.

The validation results of AdvETDAM, that is monthly γ -ray dose rates from ^{85}Kr at IES, are reported here using the data obtained from April 2006 to February 2009 (FYs 2006-2008) when many nuclear fuel rods were sheared and dissolved and significant amounts of radionuclides were released from the plant. A four-dimensional data assimilation technique was applied to wind velocity and direction for improving accuracy of estimated γ -ray dose rate by ^{85}Kr . Although the accuracies of the predictive values for wind velocity and direction were improved, that for the γ -ray dose rate was not. Further study is required to improve the accuracy of the model.

Distribution and transfer of several radionuclides in Fukushima Prefecture were studied to clarify their movement in the terrestrial environment. The obtained results will be used for AdvETDAM to improve the accuracy of model prediction. We researched the re-suspension rate of radiocesium in Koriyama City, distribution of ^3H (FWT, OBT) in plant and soil samples around Fukushima Dai-ichi Nuclear Power Plant and transfer rate of radiocesium via two small rivers (the Hiso River and Wariki River) in a mountainous area in Iitate Village, Fukushima Prefecture. Results of the transfer rate of radiocesium via the rivers are mainly reported here. The discharge rates of radiocesium in 2011 via the Hiso and Wariki Rivers were estimated as 0.5% and 0.3% of the total inventory of the catchment area of each river, respectively, by the analysis of measurement results of river water flow rate and transfer rate of radiocesium and precipitation data from the literature. Most of the radiocesium was transported as a particulate form in river water.

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。更に、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ヨウ素や放射性セシウム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セシウム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考えられる。

平成 23 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。更に、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セシウム (^{134}Cs 、 ^{137}Cs) の再浮遊率の調査を行うとともに、福島県の植物及び土壌試料中の ^3H (FWT、OBT) 濃度、河川における放射性セシウムの流出量に関する調査を実施した。本報告では、主に福島県飯舘村の小河川を対象に実施した放射性セシウムの流出量に関する結果について記す。

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。更に、鷹架沼、鷹架沼集水域、尾駸沼、尾駸沼集水域及び尾駸沼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。

アクティブ試験中の ^{85}Kr による空間線量率予測値の精度を改善するため、気象モデルでの計算の際に

選択する物理サブモデル (積雲生成過程等の物理サブモデル) の変更及び風向風速のデータ同化 (計算値を実測値に近づけるように外力を与える手法) を行った。

福島県における調査では、郡山市の日本大学構内において粒径別大気エアロゾル中の放射性セシウム濃度及びその再浮遊率を求め、福島県東部を中心としたスギナ、ヨモギ、松葉等の植物及び土壌試料中 ^3H 濃度を求めた。更に、福島県飯舘村の新田川水系支流の比曾川及び割木川 (Fig. 1) を対象に、河川水中の放射性セシウム濃度 (溶存態及び懸濁態) を測定し、河川流量を観測することで、集水域から河川を通して流出した放射性セシウム量と河川流量との関係を求めた。この関係及び関連する水文データを用いて、平成 23 年の積算放射性セシウム流出率を推定した。

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 23 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、更に測定例を増やし、モデルとパラメータの検証データを得ていく。

アクティブ試験中の ^{85}Kr による空間線量率予測値の精度を改善するために行った検討の結果、風向風速の計算精度は改善できたが、 ^{85}Kr による空間線量率の改善には至らず、今後、更に検討を行うこととした。

3.2 福島県内における放射性核種移行研究

福島県郡山市における大気中の放射性セシウム濃度は、 $1.1 \mu\text{m}$ 以下の粒径が5割以上を占めた。大気における放射性セシウムの再浮遊率は、これまでに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、福島県内で採取された植物試料及び土壌試料中の ^3H 濃度は、バックグラウンドと比べて有意に高い濃度が検出された。福島県飯館村の比曾川及び割木川における河川水中の放射性セシウム濃度は、平常時においては両河川共に低く、懸濁態の割合は4割程度であったが、出水時には濃

度が高く、そのうちの約9割が懸濁態粒子であった (Fig. 2)。また集水域から河川を通して流出した放射性セシウム量と河川流量との間に密接な関係 (Fig. 3) が認められた。Fig. 4の方法に従って、原子力発電所事故日の平成23年3月15日から12月31日までの290日間において河川を通して流出した放射性セシウム量を算出し、調査地点より上流の集水域に沈着した放射性セシウム量との割合 (流出率) を求めた結果、比曾川及び割木川について各々0.5%及び0.3%となった。

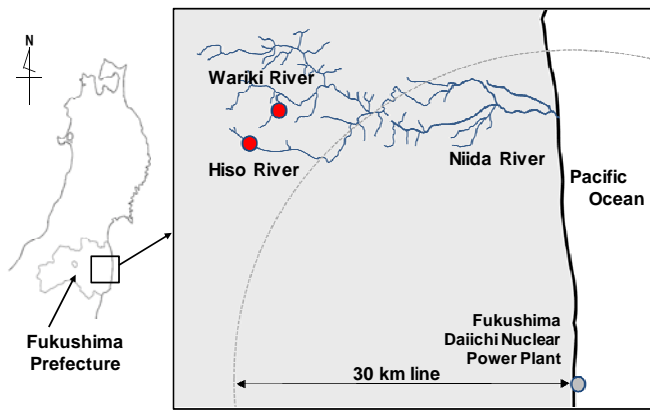


Fig. 1 Sampling locations.

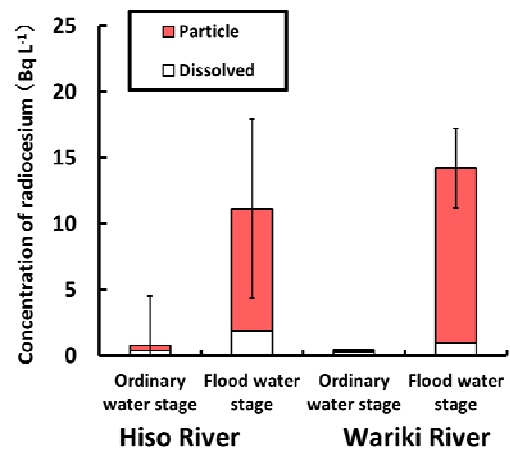


Fig. 2 Concentration of radiocesium in river water samples.

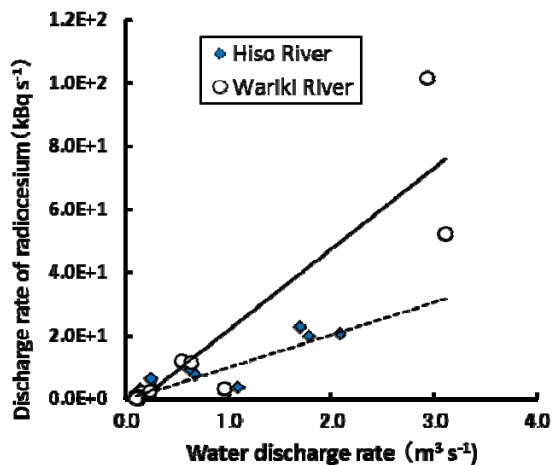


Fig. 3 Relationships between the discharge of radiocesium and the water discharge rate of the river waters.

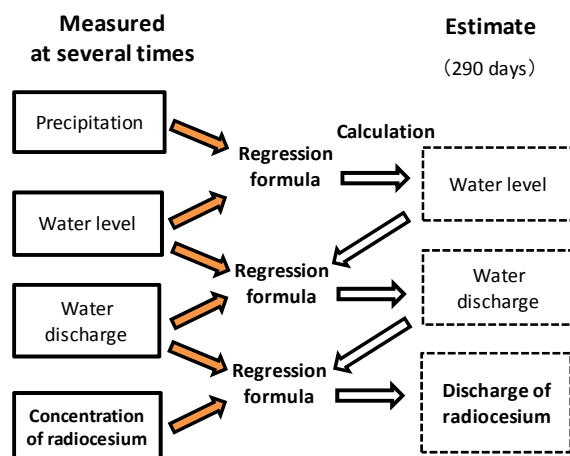


Fig. 4 Scheme to estimate radiocesium discharge from rivers.