

## 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

落合 伸也, 長谷川 英尚, 柿内 秀樹, 植田 真司, 久松 俊一  
環境影響研究部

Shinya OCHIAI, Hidenao HASEGAWA, Hideki KAKIUCHI, Shinji UEDA,  
Shun'ichi HISAMATSU  
*Department of Radioecology*

#### Abstract

The first commercial nuclear fuel reprocessing plant in Japan, located in Rokkasho, Aomori Prefecture finished its final testing using actual spent nuclear fuels and 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 ( $^3\text{H}$ ,  $^{14}\text{C}$ ,  $^{129}\text{I}$ , etc.) in various environmental samples collected at points around the plant and the environmental  $\gamma$ -ray dose rates 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 2014 were similar to the background ones before the plant test operation, excluding several samples. Iodine-129 deposited on soil and sediment surfaces has still remained at a higher level than each background level.

Since the accident at the Fukushima Dai-ichi Nuclear Power Plant (FDNPP) in 2011, 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. In FY 2014, we studied the following subjects: 1) the re-suspension rate of radiocesium in Koriyama City and Namie Town; 2) the distribution of  $^3\text{H}$  in plant and soil samples collected around the FDNPP; 3) the discharge rate of radiocesium via two small rivers in a mountainous area in Iitate Village; and 4) the distributions of dissolved and particulate  $^{137}\text{Cs}$  concentrations under base-flow conditions in seven river systems in Fukushima Prefecture.

The atmospheric  $^{137}\text{Cs}$  concentrations were found to depend on the frequency of wind direction from a higher contaminated area and the re-suspension rate of  $^{137}\text{Cs}$  has been gradually decreasing with time. Higher free-water tritium (FWT) and organically bound tritium (OBT) concentrations than the background  $^3\text{H}$  concentration were observed, reflecting HTO released from the FDNPP accident. These concentrations have been gradually decreasing from 2011 to 2014. The discharge rate of radiocesium from the river catchments of the two small rivers during 2014 was less than that during 2011 and similar to that during 2012, showing that most of the radiocesium deposited in the catchments has still remained on the soil surface. The concentration of dissolved  $^{137}\text{Cs}$  in water samples from the seven rivers in each year was significantly correlated with the mean  $^{137}\text{Cs}$  inventory in the catchment area above each sampling point

during 2012–2014. Those results suggest that the dissolved  $^{137}\text{Cs}$  under base-flow conditions originates from the whole area of the catchment, and its concentration is primarily determined by the mean  $^{137}\text{Cs}$  inventory of the catchment area. On the other hand, the concentration of particulate  $^{137}\text{Cs}$  in river water did not show a clear relationship with the mean  $^{137}\text{Cs}$  inventory, indicating that the concentration does not simply reflect the inventory of the whole catchment area.

## 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、沿岸海域より採取した環境試料中及び日常食・各種食品中の放射性核種 ( $^3\text{H}$ 、 $^{14}\text{C}$ 、 $^{129}\text{I}$  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 (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により放射性 Cs 等が環境中に放出されており、大型再処理施設においても、万一の過酷事故によってこれらが放出されると考えられる。そのため、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して、通常得ることが難しい移行パラメータ等を求め、総合モデルの予測精度向上及び福島県における放射性 Cs 等の対策に資する。

平成 25 年度までに、六ヶ所村を中心とした地域において、様々な環境試料及び日常食・各種食品を対象に排出放射性核種濃度の調査を実施しており、平成 26 年度もこれらを継続した。さらに、これまで、福島県内の粒径別大気エアロゾル中の放射性 Cs の再浮遊率、植物試料中の  $^3\text{H}$  等濃度及び河川における放射性 Cs の流出量を調査して、それらの経時的变化を検討するとともに、特に、河川集水域の放射性 Cs 蓄積降下量と河川水中濃度の関連等を明らかにしてきており、平成 26 年度もこれらの調査を継続した。本報告では、福島県東部地域の河川を対象に実施した河川水中  $^{137}\text{Cs}$  濃度と流域に沈着した  $^{137}\text{Cs}$  蓄積量との関連について主に記す。

## 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  $^3\text{H}$ 、 $^{14}\text{C}$ 、 $^{129}\text{I}$  等濃度を測定した。さらに、鷹架沼、鷹架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  $^3\text{H}$ 、 $^{14}\text{C}$ 、 $^{129}\text{I}$  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るとともに、福島県における植物試料中の  $^3\text{H}$  等濃度を測定した。さらに、飯舘村の小河川を対象に、河川水中の放射性 Cs 濃度 (溶存態及び懸濁態) を測定して、河川からの放射性 Cs 流出率を推定した。加えて、福島県東部地域の 7 河川水系を対象に (Fig. 1)、平水時における河川水中  $^{137}\text{Cs}$  (溶存態及び懸濁態) の濃度を測定し、それぞれの流域に沈着した  $^{137}\text{Cs}$  蓄積量との関連を検討した。

## 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、以降は実施されていない。このため、平成 18 年から平成 20 年にかけては、各種試料中の排出放射性核種濃度にバックグラウンドレベルからの上昇が認められたが、以降は、ほとんどの試料中の排出放射性核種濃度でバックグラウンドを超える値は認められておらず、平成 26 年度も同様であった。しかし、一部の土壌及び湖底堆積物中の  $^{129}\text{I}$  蓄積量は、大型再処理施設から排出された  $^{129}\text{I}$  により上昇し、アクティブ試験のせん断・溶解作業が終了し 6 年が経過した平成 26 年度でも、大きな変化は認められない。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。大型再処理施設の本格操業開始を踏まえ、今後とも測定を続けて、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

郡山市及び浪江町における大気中  $^{137}\text{Cs}$  濃度は  $^{137}\text{Cs}$  蓄積量の高い方角からの風向の頻度に影響を受けるとともに、 $^{137}\text{Cs}$  の再浮遊率は時間の経過に伴って若干減少傾向にあることが明らかとなった。また、平成 23 年度に福島県で採取した植物試料の自由水及び有機結合型  $^3\text{H}$  濃度には福島第一原発事故による影響が認められたが、以降、漸次減少している。飯舘村の河川における、集水域に沈着した  $^{137}\text{Cs}$  の流出率は平成 23 年には 0.3-0.5%であったが、それ以降減少し、平成 26 年の  $^{137}\text{Cs}$  流出率は平成 23 年の約 4-5 割であった。

福島県東部地域の 7 河川水系の、平成 24 年度から 26 年度にかけての平水時における溶存態  $^{137}\text{Cs}$  濃度

は、いずれの年度においても各採水地点の集水域内の平均  $^{137}\text{Cs}$  蓄積量と高い相関を示した (Fig. 2)。このことから、平水時における溶存態  $^{137}\text{Cs}$  の濃度は集水域内の蓄積量に依存しており、集水域全体から均一に寄与を受けていると示唆された。一方、懸濁粒子中  $^{137}\text{Cs}$  濃度と蓄積量の相関は比較的 low、平水時の懸濁態  $^{137}\text{Cs}$  濃度は必ずしも集水域全体の蓄積量を反映しないことが示された (Fig. 2)。これらにより、事故による集水域への沈着後の溶存態及び懸濁態放射性 Cs の流出に関する知見が得られるとともに、集水域における放射性核種の移行モデルの精度向上へ資する結果が得られた。

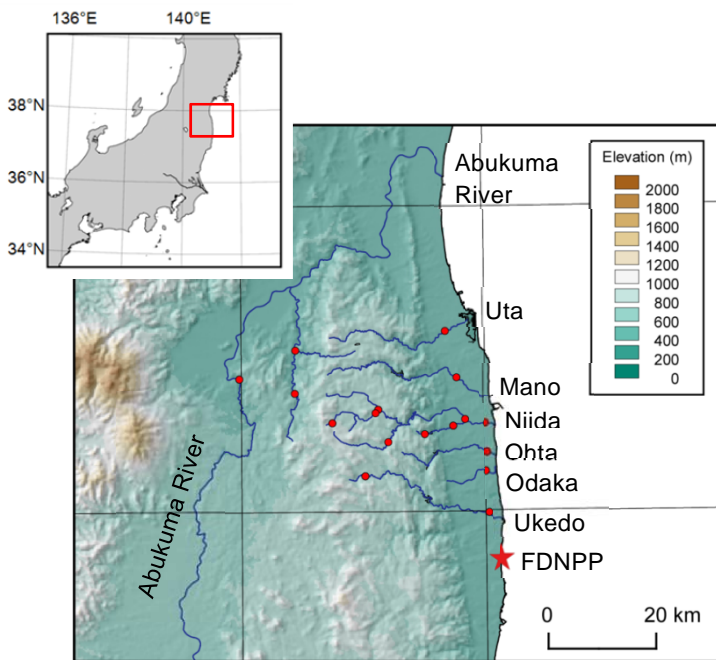


Fig. 1 Sampling points of river water. Map data were based on National Land Numerical Information (Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism).

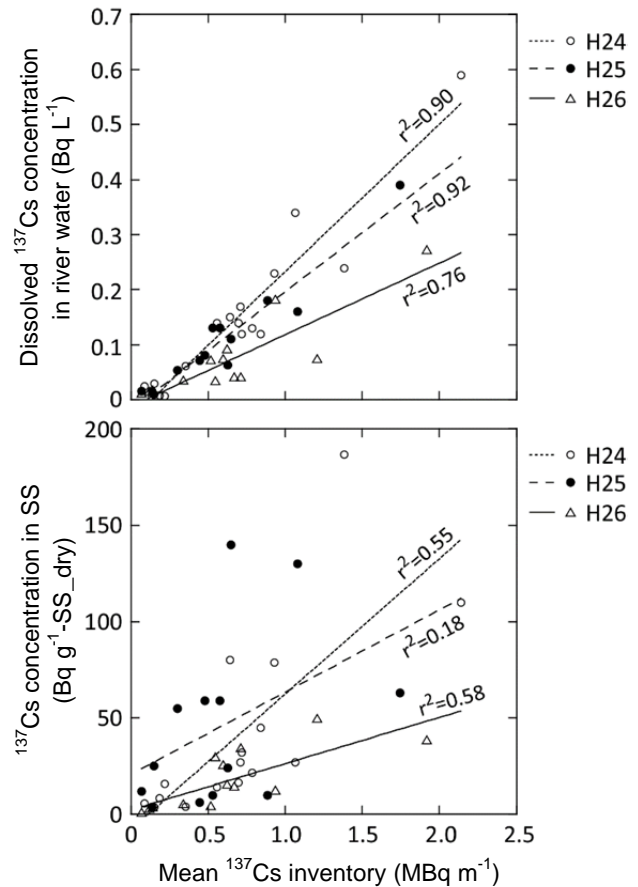


Fig. 2 Relationships between the mean  $^{137}\text{Cs}$  inventory in the catchment and the dissolved  $^{137}\text{Cs}$  concentration in river water, and  $^{137}\text{Cs}$  concentration in SS.