

# 第1章 排出放射能の環境移行に関する調査研究

## 1.1 総合的環境移行・線量評価モデルの精度向上と拡張

### Improvement 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, 植田 真司, 長谷川 英尚, 柴田 敏宏, 久松 俊一  
環境影響研究部

Takashi IYOGI, Koichi ABE, Shinji UEDA, Hidenao HASEGAWA, Toshihiro SHIBATA,  
Shun'ichi HISAMATSU  
*Department of Radioecology*

#### Abstract

We have developed the advanced environmental transfer and dose assessment model (AdvETDAM 1.1) for radionuclides released from the first Japanese commercial nuclear fuel reprocessing plant located in Rokkasho. The computer code system was developed on personal computers to describe atmospheric dispersion, terrestrial and aquatic transfers, and dose calculations for the released radionuclides. The model consists of an atmospheric dispersion model with a meteorological model (MM5), a terrestrial transfer model, an aquatic transfer model in Lake Obuchi, which is a brackish lake neighboring the reprocessing plant, and its catchment area, and a coastal marine model for the Rokkasho coast.

In FY 2013, to extend the aquatic transfer model to Lake Takahoko and its catchment area, we examined the basic design of the models. Coastal Sea Modeling System for Hydrodynamic Process (COSMOS) and Princeton Ocean Model (POM) were selected as candidates to simulate water currents in Lake Takahoko. In FY 2014, both models will be implemented and tested, and the better one will be adopted as the hydrological model. Also, as candidates to simulate water transfer in the catchment area in Lake Takahoko, Soil and Water Assessment Tool (SWAT) and Water and Energy Transfer Process (WEP) were selected and will be tested. Radionuclide transfer models will be added to the selected hydrological models in FY 2015.

We have collected basic hydrological data for Lake Takahoko to construct the hydrodynamic model, including the water currents in Lake Takahoko and characteristics in the lake bottom sediment (organic matter content, etc.). To construct the hydrological model for the Lake Takahoko catchment area, basic hydrological data, such as water flow rates in rivers flowing into Lake Takahoko and groundwater levels, have been collected. In FY 2013, electrical resistivity tomography in the subsurface ground was carried out in the river mouth areas to evaluate intrusion of seawater into these areas. In addition, a surface run-off ratio during a storm event, which is one of the most important factors for the hydrological model in a catchment area, was measured for the Muronokubo River and Tokusari River by using the difference of the stable isotopic ratios of oxygen in rainwater and groundwater. As a result, we estimated the surface run-off ratios in a storm event were 15% and 10% for the Muronokubo River and Tokusari River, respectively.

## 1. 目的

大型再処理施設に由来する放射性核種の六ヶ所村とその周辺環境における中長期的挙動を予測し、それによる現実的な被ばく線量を評価するための、総合的環境移行・線量評価モデル（総合モデル）1.2の精度を向上する。そのため、これまでの調査で得られた放射性核種の形態別挙動の組み入れ及び地域の自然環境を考慮した放射性核種の挙動の組み入れ等を行う。さらに、鷹架沼及びその集水域に関する放射性核種移行モデルを構築し、モデルを拡張する。

平成 25 年度は、鷹架沼サブモデル及び鷹架沼集水域サブモデルの基本設計を行った。また、総合モデル 1.2 のサブモデルである気象モデルの設定等を変更するとともに、大気拡散モデルの座標値等を実態に合わせて修正した。さらに、鷹架沼に関するモデルを作成するために必要なパラメータの取得を行った。本報告では、主に降雨イベント時に表面流出割合を推定した結果について記す。

## 2. 方法

### 2.1 鷹架沼サブモデルの基本設計

鷹架沼サブモデルの構成を、流動場及び放射性核種の移行を計算する部分に分けて開発することとし、モデル化要件を設定して要件を満たす支配方程式及びメッシュ分割法等を検討した。

### 2.2 鷹架沼集水域サブモデルの基本設計

鷹架沼集水域サブモデルの構成を、集水域中の水収支及び放射性核種の移行を計算する部分に分けて開発することとし、モデル化要件を設定して要件を満たす手法やモデル及び基本集計単位等を検討した。

### 2.3 計算値の検証と精度向上の検討

気象モデルの計算に観測値ナッジングに加えて解析値ナッジングを導入した。また、大気拡散モデルの主排気筒位置及び標高並びにフラットアレイソーダーの測定高度を正確な値に修正した。

### 2.4 鷹架沼サブモデル及び鷹架沼集水域サブモデル構築に必要なパラメータの取得

鷹架沼の流動場及び底質環境（堆積物）の鉛直分布に関する調査を実施した。また、鷹架沼集水

域の地盤の比抵抗調査を実施するとともに、地下水位等の集水域モデルに必要な水文パラメータに関する調査を実施した。その中で、モデルのパラメータ調整及び土砂流出量の推定に必要な出水イベント時の表面流出割合を求めるため、集水域内に存在する主な河川である室ノ久保川及び戸鎖川において出水（降雨）イベント時の河川水を連続的に採取するとともに、同時に降水も採取し、水素（D/H）及び酸素（ $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ ）安定同位体比の変化を調査した。

## 3. 成果の概要

### 3.1 鷹架沼サブモデルの基本設計

鷹架沼サブモデルの流動場及び放射性核種移行計算のためのモデル化要件等を検討し、その結果に基づき、鷹架沼流動場を計算するために導入する既存モデルの候補として、COSMOS（Coastal Sea Modeling System for Hydrodynamic Process）モデル及びPOM（Princeton Ocean Model）を選択した。

### 3.2 鷹架沼集水域サブモデルの基本設計

鷹架沼集水域サブモデルの集水域中の水収支及び放射性核種移行計算のためのモデル化要件等を検討し、その結果に基づき、鷹架沼集水域水収支を計算するために導入する既存モデルの候補としてSWAT（Soil and Water Assessment Tool）モデル及びWEP（Water and Energy Transfer Process）モデルを選択した。

### 3.3 計算値の検証と精度向上の検討

修正したデータ等に基づき、大型再処理施設のアクティブ試験期間中に排出された $^{85}\text{Kr}$ の移流・拡散を計算し、青森県原子力センター及び日本原燃が大型再処理施設の主排気筒周辺に設置したモニタリングステーションで測定された $^{85}\text{Kr}$ の $\gamma$ 線線量率と比較すると、従来よりも一致性が向上した。

### 3.4 鷹架沼サブモデル及び鷹架沼集水域サブモデル構築に必要なパラメータの取得

鷹架沼の流動場及び湖底堆積物中有機物含有量の鉛直分布に関するデータを取得した。また、鷹架沼集水域の地盤の比抵抗分布及び地下水位等の水文データを取得した。

鷹架沼集水域における河川水の表面流出割合を求めため、室ノ久保川及び戸鎖川において、出水イベント時の河川水を連続的に採取して水素及び酸素安定同位体比の時系列変化を調査した結果、出水イベント前の河川水と出水イベント中の河川水で水素及び酸素安定同位体比に明瞭な差が観測

された。2成分混合モデルに基づき出水イベントにおける表面流出の割合を算出したところ、室ノ久保川では約15%、戸鎖川では約10%と推定された。

このように、鷹架沼集水域サブモデルの土砂流出量の推定を行うにあたって必要となる出水イベント時の表面流出割合を求めることができた。

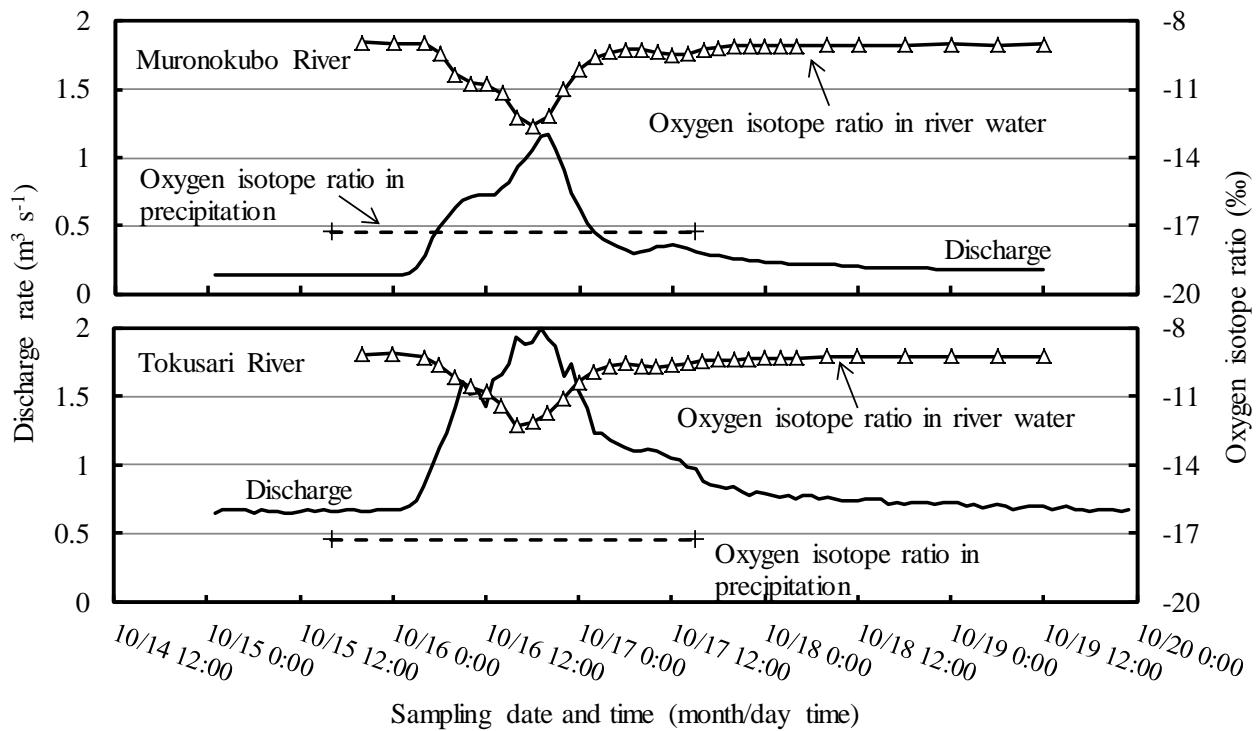


Fig. 1 Temporal variations of discharge (solid line) and oxygen isotope ratio of stream water (solid line with open triangles) during a storm event from 1:00 on October 16th to 15:00 on the 17th (JST). The broken line indicates the oxygen isotope ratio of precipitation during the storm in the Tokusari River catchment area.