

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, 久松 俊一
環境影響研究部

Takashi IYOGI, Koichi ABE, Shinji UEDA, Hidenao HASEGAWA, 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 2012, in order to improve accuracy of ^3H transfer from ground surface to river, we installed two submodels for snow accumulation and melting on the ground into the catchment area model of Lake Obuchi. The introduced submodels were based on the Noah Land-Surface Model and the SWAT model, and could be selected by users. The detailed behaviors of radionuclides on the leaf surface of vegetables, which were obtained in the research carried out at IES, were also installed into the terrestrial transfer model for more realistic estimation of radionuclide concentration in vegetables. The AdvETDAM was updated to version 1.2 by installing the submodels.

In order to improve accuracy of the meteorological model and the atmospheric dispersion model, we optimized various parameters in the models. Monthly gamma-ray dose rates at IES from ^{85}Kr were estimated by the models during April 2006 to October 2008, when significant amounts of ^{85}Kr were released from the plant. Various values were examined for the nudging coefficient used in the meteorological model and for the time-step, the emission gas temperature and the mixing layer height in the atmospheric dispersion model; then the best values for each parameters were determined. The accuracy of the model results was evaluated by using the ratio of the number of estimated values within a factor of two or five of the measured values to the total number of measured values (called the factor of two agreement ratio or the factor of five agreement ratio, hereafter). Finally, the factor of two or five agreement ratios was increased from 41% to 53% and 76% to 94%, respectively. Most effective parameters for the improvement were the emission gas temperature and the mixing layer height.

We collected basic hydrological data from Lake Takahoko for model construction, including the exchange rate of seawater and characteristics in the lake bottom environment (organic matter content, etc.). Electrical resistivity tomography in the subsurface ground was carried out in the river mouth areas of the rivers that flowed

into Lake Takahoko to evaluate intrusion of seawater into it. Also, groundwater levels were measured in the catchment area of this lake.

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）1.1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24年度は積雪時の ^3H の環境移行を評価するモデルを構築し組み入れるとともに、これまでの調査で得られたウェザリングによる放射性核種の移行に関する詳細な機構を組み入れた。さらに、総合モデル1.1のサブモデルである気象モデル及び大気拡散モデルのパラメータ設定値を最適な値に修正した。加えて、鷹架沼に関するモデルを作成するため、鷹架沼の海水交換量及び底質環境（有機物含有量等）の水平分布に関するデータ及び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。

2. 方法

2.1 積雪時の ^3H 環境移行評価機能導入

冬季の積雪時に大気中にHTOの形態で排出された ^3H は積雪中に滞留し、雨水として降下したHTOと異なる挙動を取る。そこで、積雪時の ^3H の環境移行を評価するため、平成23年度に実施した降雪時の ^3H の環境移行評価に関するモデルの基本設計に従いモデルを構築し、総合モデル1.1に組み入れた。

2.2 ウェザリングによる作物葉面からの放射性核種の除去に関する詳細な機構の導入

これまでの環境研の調査で得られた作物葉面からの放射性核種の除去挙動に関する機構を、総合モデル1.1に組み入れた。

2.3 計算値の検証と精度向上の検討

気象モデルのナッジングパラメータや大気拡散モデルのパラメータを変えて気象要素及び放射性核種濃度等を計算し、計算値と測定値との一致性が高くなる値を選択する事により気象モデル及び拡散モデルの各種パラメータの最適な値を求めた。

2.4 鷹架沼に関するモデルを作成するためのデータ取得

鷹架沼の海水交換量及び底質環境（有機物含有量等）の水平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、地下水位に関する調査を実施した。

3. 成果の概要

3.1 積雪時の ^3H 環境移行評価機能導入

積雪時の ^3H の環境移行を評価するため、気象モデルの地表面過程をNoah Land-Surface Modelに変更する方法及び集水域モデルを改良しサブ流域ごとに評価する方法を総合モデル1.1に組み入れた。

3.2 ウェザリングによる作物葉面からの放射性核種の除去に関する詳細な機構の導入

ウェザリングによる作物葉面からの放射性核種の除去挙動に関する環境研の成果に基づいて、降雨強度及び降雨時間に基づいたウェザリングにより放射性核種が除去される評価モデルを作成し、総合モデル1.1に導入した。前述の積雪時の ^3H 環境移行評価機能導入と合わせて総合モデル1.2とした。

3.3 計算値の検証と精度向上の検討

大型再処理施設のアクティブ試験に伴い ^{85}Kr が大気中へ排出された平成18年4月から平成20年10月の環境研における ^{85}Kr による γ 線線量率の計算値を実測値と比較した。

気象モデルについては、気象モデルの計算値を気象観測値に近づけるためのナッジングパラメータの値を様々に変更して計算し、実測値との一致性が良いパラメータを選定した。大気拡散モデルによる ^{85}Kr の γ 線線量率については、タイムステップの初期値、排出ガス温度の設定値、大気境界層内の状態

に関する設定値等を検討した結果、特に排出ガス温度の設定値と混合層高さの値を変更する事により、実測値との一致性が向上した。

以上により修正したパラメータを使用して得た計算値を実測値と比較した結果を Fig. 1 に示す。ファクター2 での一致度（「計算値／実測値」が 1/2 ～2 の範囲に含まれる割合）が 41%から 53%に、ファクター5 での一致度（「計算値／実測値」が 1/5 ～5 の範囲に含まれる割合）が 76%から 94%に上昇

した。

3.4 鷹架沼に関するモデルを作成するためのデータ取得

鷹架沼放射性核種移行モデル作成のため、鷹架沼の海水交換量及び底質環境（有機物含有量等）の水平分布に関するデータを取得した。また、鷹架沼集水域放射性核種移行モデル作成のため、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。

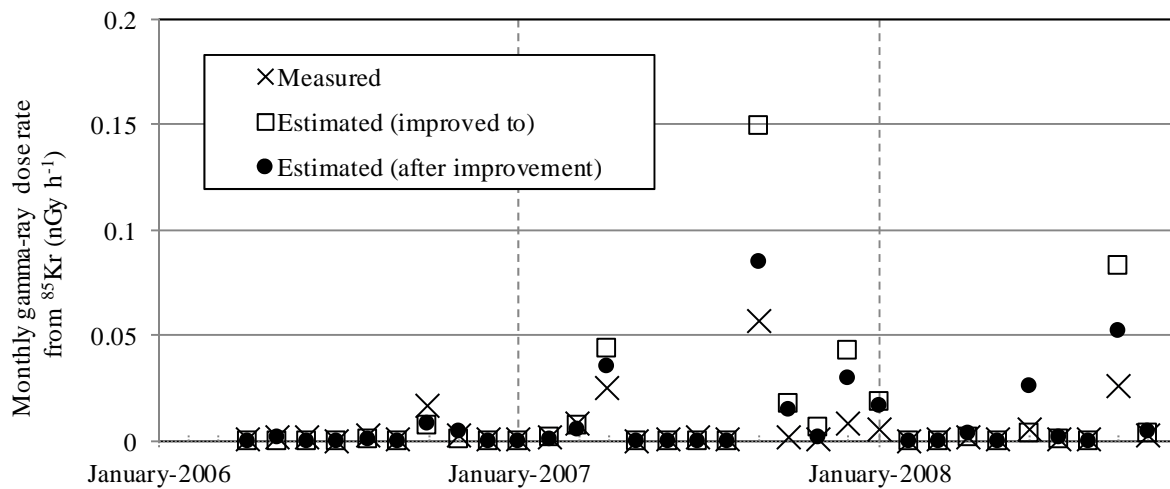


Fig. 1 Monthly gamma-ray dose rates from ^{85}Kr estimated with AdvETDAM and measured at IES during the test operation period using actual spent nuclear fuels.

AdvETDAM calculation conditions: calculation area, 50 x 50 km with a grid resolution of 500 x 500 m; 2,400 m above ground with 26 vertical intervals varying from 10 m to 175 m; calculation period, from Apr. 2006 to Oct. 2008.