

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, 植田 真司, 長谷川 英尚, 阿部 康一, 久松 俊一
環境影響研究部

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

Abstract

We have developed the advanced environmental transfer and dose assessment model (AdvETDAM 1.0) for radionuclides released from the first Japanese commercial nuclear fuel reprocessing plant located in Rokkasho. The computer code system was developed on a PC 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.

To improve accuracy of the AdvETDAM 1.0, during FYs 2011 – 2012 we are planning to develop submodels that describe (1) dispersion of radioiodine in different physical forms in the atmosphere, (2) snow accumulation and melting on the ground, and (3) weathering of the radionuclides from leaf surface of crop plants by rainfall. Since ^3H discharged from the reprocessing plant into the Pacific Ocean was detected in Lake Takahoko, which is another brackish lake near the reprocessing plant, an aquatic transfer model in the lake and its catchment area will be developed during FYs 2013-2015. A sensitivity analysis routine of parameters will be also installed into the AdvETDAM by FY 2015.

In FY 2011, the first submodel to describe atmospheric dispersion of radioiodine was developed, because ^{129}I concentrations estimated by the AdvETDAM 1.0 did not agree well with measurement results. In that submodel, gaseous radioiodine and particulate radioiodine in the atmosphere were separately treated, and deposited at different velocities for each form. The AdvETDAM 1.1 was made by installing the submodel into the AdvETDAM 1.0. We separately measured gaseous and particulate ^{129}I concentrations in the atmosphere at IES, while the discharge rate from the main stack of the reprocessing plant was given as a total of gaseous and particulate ^{129}I . The proportion of gaseous ^{129}I at the main stack was estimated by repeated calculation of the atmospheric dispersion to minimize the difference between the calculated and measured proportion. Although the atmospheric ^{129}I concentrations calculated with the estimated proportion had better agreement with the measured ones than those obtained by the AdvETDAM 1.0, the agreement in the ^{129}I deposition values was somewhat deteriorated. Since the gaseous proportion of ^{129}I in the atmosphere depends on climate conditions (air temperature, humidity and solar radiation), a sub-program for estimate the proportion from the climate conditions was installed.

In order to evaluate environmental transfer of ^3H including snow accumulation and melting, the Noah Land-Surface model and the Soil and Water Assessment Tool were selected for examination. We will choose the better one from the comparative calculations with measured results and install it into the AdvETDAM 1.1.

We collected the basic hydrological data of Lake Takahoko and its catchment area for model construction, including the bathymetry and water quality (salinity etc.) of the lake, and geological setting, hydraulic conductivity of geological samples, groundwater level and river water flow rate in the catchment area.

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）1.0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。更に、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23年度は総合モデル1.0に大気中放射性ヨウ素 (^{129}I) の物理形態別評価機構を導入した。また、雪が ^3H の環境移行に与える影響を組み入れるための基本設計を行った。更に、鷹架沼に関するモデルを作成するため、鷹架沼の湖盆形態や水質構造（水温、塩分等）に関するデータ及び鷹架沼集水域の水文データ（地質、透水係数、地下水位）を取得した。

2. 方法

2.1 大気中放射性ヨウ素 (^{129}I) の物理形態別評価機構導入

形態別 ^{129}I の沈着に関する取扱いやパラメータを文献より調査し、その結果を基に、大気拡散モデルの計算プログラムの改良を実施して、主排気筒から排出される ^{129}I の形態別評価を可能とした。

2.2 降雪が ^3H の環境移行に与える影響の組み入れ

積雪時の ^3H の環境移行を評価するため、積雪・融雪を評価するモデル及び降雪中の ^3H が融雪時に積雪から流出する過程を記述するモデルを文献より調査し、積雪時の ^3H の環境移行評価法を検討した。検討結果を踏まえ、降雪・積雪中の ^3H 移行に関するサブモデルの基本設計を行った。

2.3 鷹架沼に関するモデルを作成するためのデータ取得

鷹架沼における湖盆形態を明らかにするために深淺測量を行うとともに、鷹架沼における水質構造（水温、塩分等）の変動を調査した。また、鷹架沼集水域の地質とその透水係数分布状況及び地下水位を明らかにするためにボーリング調査を実施するとともに、河川流量に関する調査を実施した。

3. 成果の概要

3.1 大気中放射性ヨウ素 (^{129}I) の物理形態別評価機構導入

これまでの総合モデル1.0による大気中 ^{129}I の計算では、乾性沈着は全量がガス態であるとし、湿性沈着は全量が粒子態であるとしており、六ヶ所村内の地表面沈着量計算値は比較的実測値と整合性が高いが、環境研における大気中濃度については実測値と乖離している。そのため、ガス態と粒子態を分別して計算し、環境研での大気中 ^{129}I 物理形態別比率（ガス態/粒子態、以下大気中 ^{129}I ガス態比率）実測値を再現できるように、主排気筒から排出される大気中 ^{129}I ガス態比率を変化させる繰り返し計算を行った。その結果を実測値からのファクター2及び5以内の一致度として総合モデル1.0の結果とともにFig. 1に示した。全体として一致度は向上するが、大気中濃度と地表面沈着量の一致度には相反する傾向があり、両者の一致度を共に増加させることはできなかった。

また、大気中 ^{129}I ガス態比率実測値は結果が得られるまでに時間がかかることから、気象条件（気温、湿度及び日射量）と大気中 ^{129}I ガス態比率との単回帰分析結果を用いて、気象条件から大気中 ^{129}I

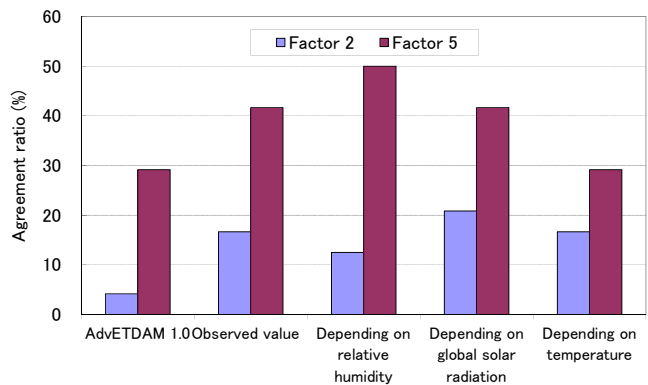
ガス態比率を求めるようにした。その結果、大気中濃度の計算結果は日射量依存を考慮した場合が最も整合性が良く、地表面沈着量は気温依存を考慮すると最も整合性が良くなった (Fig. 1)。気象条件と大気中¹²⁹Iガス態比率の関連性を明らかにするためには更なるデータ蓄積が必要であるが、大気中¹²⁹Iガス態比率を変化させる気象条件として気温、湿度又は日射量を選択する機構を組み入れ、総合モデル 1.1 とした。

3.2 降雪が³Hの環境移行に与える影響の組み入れ

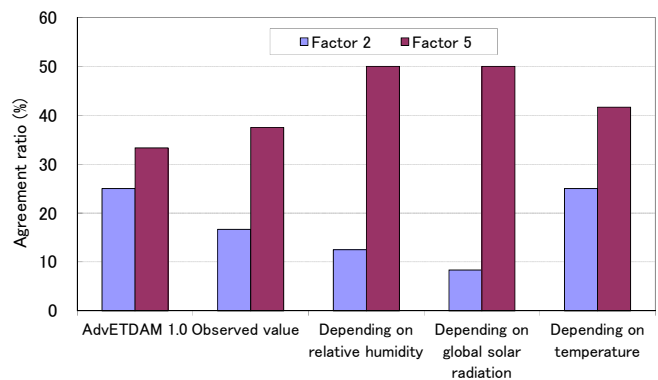
積雪時の³Hの環境移行を評価するためのサブモデルとして、気象モデルの地表面過程を Noah Land-Surface Model (NOAH LSM) に変更する方法と Soil and Water Assessment Tool (SWAT) モデルを用いサブ流域ごとに評価する方法を選択し、今後の試算結果により採用するモデルを決定することとした。

3.3 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、鷹架沼の湖盆形態や水質構造 (水温、塩分等) 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、鷹架沼集水域の水文データ (地質、土壌分布、土壌の透水係数、河川流量、地下水位等) を取得した。



(1) Atmospheric concentration



(2) Deposition

Fig. 1 The calculation results of ¹²⁹I using the ratio of the gaseous form which changes depending on climate conditions.

Calculation conditions with AdvETDAM: 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 Dec. 2008.