

1.2 環境移行・線量評価モデルの高度化

Development of the Advanced Environmental Transfer and Dose Assessment Model for Radionuclides Released from the Nuclear Fuel Reprocessing Plant in Rokkasho

久松 俊一, 五代儀 貴, 植田 真司, 長谷川 英尚, 阿部 康一
環境動態研究部

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

Abstract

We have developed an environmental transfer and dose assessment model (ETDAM) for radionuclides released from the first commercial nuclear fuel reprocessing plant in Japan, 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. We have used it to estimate areal and temporal distributions of the radionuclides around the plant and the radiation doses resulting from them. The aquatic transfer model targeted transfer of radionuclides in Lake Obuchi, a brackish lake neighboring the reprocessing plant. The Lake Obuchi model consists of a water current model and an ecosystem model including lower trophic level organisms. The advanced environmental transfer and dose assessment model (AdvETDAM) is now being developed. AdvETDAM will have the features of ETDAM, and furthermore include a meteorological model (MM5) for the atmospheric dispersion model, a catchment area model for Lake Obuchi, an ecosystem model of higher trophic level organisms for Lake Obuchi, and a coastal marine model. Development of AdvETDAM will be completed at the end of FY 2010.

Meteorological elements such as wind direction and velocity calculated by the meteorological model, were introduced into the dispersion model through the interface that was constructed in FY 2009. The wind field data from the meteorological model were also processed by the data nudging method to approximate data observed locally. Meteorological data observed at IES and JNFL were used for the nudging. Gamma-ray dose rate data at IES during 2007-2008 were affected by ^{85}Kr released from the spent nuclear fuel reprocessing plant. The simulated gamma-ray dose rate using the nudging method agreed fairly well with the measured data, however, there were occasional disagreements.

The catchment area model is being constructed to describe the inflow of radionuclides from the Futamata River, which is the main river flowing into Lake Obuchi. In FY 2009, the hydrological parameters describing water flow in the catchment area were optimized to represent observed water inflow data of the river. A function to handle transport of radionuclides (^3H and ^{137}Cs) by water in the catchment area was developed, and added to the model. A sub-model of fishes and benthos in Obuchi Lake was developed as a part of the ecosystem model of higher trophic level organisms in the lake. Biomass of several organisms, such as oysters and polychaete of the benthos, were not well simulated, and showed that parameters in the sub-model need to be optimized. The coastal marine model simulating water flow in the near-shore area around the release point of wastewater from the plant was also constructed. The near-shore current produced from the tidal flow and waves was introduced into this model. The coastal marine model simulated fairly

well the flow data observed at the point located between the release point and Obuchi Fishing Port at the mouth of Lake Obuchi. Concentration of ^3H , which was released from the plant from July to December in 2008, in seawater was estimated by the model. Simulated ^3H concentrations in the fishing port agreed fairly well with the measured data with some exceptions.

1. 目的

六ヶ所村とその周辺の環境を対象として大型再処理施設より放出される放射性核種の影響を明らかにするため、放出後の中長期的な線量評価を可能とする総合的環境移行・線量評価モデルを作成する。モデルの作成は、現状の陸域移行・線量評価モデル並びに尾駁沼低次栄養段階生態系放射性核種移行モデル（尾駁沼低次生態系モデル）の統合、陸域移行モデルへの気象モデルの組み込み、水域移行モデルへの尾駁沼集水域放射性核種移行モデル（尾駁沼集水域モデル）と尾駁沼高次栄養段階生態系放射性核種移行モデル（尾駁沼高次生態系モデル）の組み込み及び六ヶ所沿岸海域放射性核種移流拡散モデル（六ヶ所沿岸海域モデル）の組み込みによる高度化という順序で行う。

平成21年度は平成20年度に大気拡散計算の精度向上のために導入した気象モデルを環境移行・線量評価モデルと結合し、機能を確認した。また、尾駁沼集水域モデルの放射性核種移行に関するモデルのうち ^{137}Cs と ^3H に関する部分の構築を行うとともに、尾駁沼の魚類、底生生物に関するサブモデルの構築を行った。更に、海洋放出口と尾駁浜漁船だまり（尾駁漁港）等を含む六ヶ所沿岸海域モデルの流動モデルの構築を行った。

2. 方法

1) 気象モデルの結合

大気拡散計算の精度向上のために平成 20 年度の調査で導入した、メソスケール気象モデル Mesoscale Modeling System 5th Generation (MM5) を陸域移行・線量評価モデルと結合し、機能を確認した。

2) 尾駁沼集水域モデルの構築

尾駁沼集水域モデルに ^{137}Cs と ^3H を取り扱う機能を追加し、機能を確認した。

3) 尾駁沼高次生態系モデルの構築

平成 19 年度に行った基本設計に従い、尾駁沼の魚類、底生生物に関するサブモデルを構築し、機能を確認した。

4) 六ヶ所沿岸海域モデルの構築

平成 20 年度に行った基本設計に従い、六ヶ所沿岸海域における放射性核種の局所拡散モデルの流動モデルを構築し、機能を確認した。

3. 成果の概要

1) 気象モデルの結合

気象モデルと大気拡散モデルの間にインターフェイスプログラムを新設し、計算に必要なデータを気象モデルに引き渡すとともに、気象モデルの計算結果を大気拡散モデルの入力データとして利用可能とすることにより、両モデルを結合した。

気象モデルと結合した大気拡散モデルについて、環境研で実施した大型再処理施設から排出された放射性核種の実測値を用いて、短期計算及び長期計算を行い、結合した大気拡散モデルの精度を検討した。その結果、これまでのモデルと比較して高い精度が得られる場合もあるが、逆に低い場合もあり、検討が必要であることが分かった。そこで、精度の改善のため、日本原燃及び環境研の気象観測データを適用したデータ同化機能を追加したところ、ある程度の精度向上が見られた (Fig.1)。更に、新規に導入したレインアウトモデルについて、降水強度及び雲底高度の観測データと気象モデルの評価結果を比較することにより、レインアウトモデルの特性を確認した。更に、計算にかかる時間や出力されるデータファイルの大きさから、気象モデルと結合した大気拡散モデルの現実的な適用範囲は、10 分間隔変動の短期計算では 1 ヶ月間、それ以上長期の計算を行う際には 1 時間間隔の風場計算を用いることが適切で

あることが分かった。

2) 尾駁沼集水域モデルの構築

尾駁沼集水域モデルに ^{137}Cs と ^3H を取り扱う機能を追加するとともに、平成20年度に行った水収支計算に、各サブ集水域間の地下水移動過程を加え、更に現地調査の結果に基づいたパラメータを導入した。上述の改良を加えた水循環モデルを用いて、二又川河川水中の ^3H 濃度及び尾駁沼堆積物中の ^{137}Cs 濃度に関する試算を行った。

尾駁沼湖底堆積物中の ^{137}Cs 濃度を計算した結果、観測された深度分布と一致せず、今後、土壌における ^{137}Cs 移動速度の見直しや、沼へ流入した堆積物からの ^{137}Cs の溶脱過程等を考慮していく必要があると考えられる。また、二又川河川水中の ^3H 濃度を計算した結果、やや高い傾向にあるものの、全体的には良く一致した。平成13年から平成18年までの計算結果は特に良く一致しているが、平成19年以降は計算結果が実測に比較して高くなる傾向にあった。

3) 尾駁沼高次生態系モデルの構築

尾駁沼を対象として魚類、底生生物、藻場を含む

高次栄養段階の生態系モデルを構築し、平成19年1月～平成20年12月の計算を行い、実測値と比較可能な項目に関して検証を行った。水質、藻場については一部を除き概ね現状を再現する結果が得られたが、DOCの季節変動及び植物プランクトンの春季の増殖は再現性が低かった。底生生物はカキ、多毛類の再現が十分でなかった。今後、モデルの再現性が低かった結果についてパラメータの精査を行う予定である。

4) 六ヶ所沿岸海域モデルの構築

六ヶ所沿岸を対象とした流動場を計算する沿岸モデルの構築を行った。沿岸の流況を適切に再現するため、モデルには潮汐流及び波浪による海浜流の効果を組み込んだ。実測流況を用いて検証を行った結果、計算結果は実測値を概ね良好に再現することができた。また、大型再処理施設の海洋放出管から排出される放射性核種 ^3H の移流・拡散をシミュレートするため、平成20年7月～12月の期間の ^3H の試算を行った結果、尾駁漁港海水中 ^3H 濃度の計算結果は、一部を除き、実測値と概ね一致した。

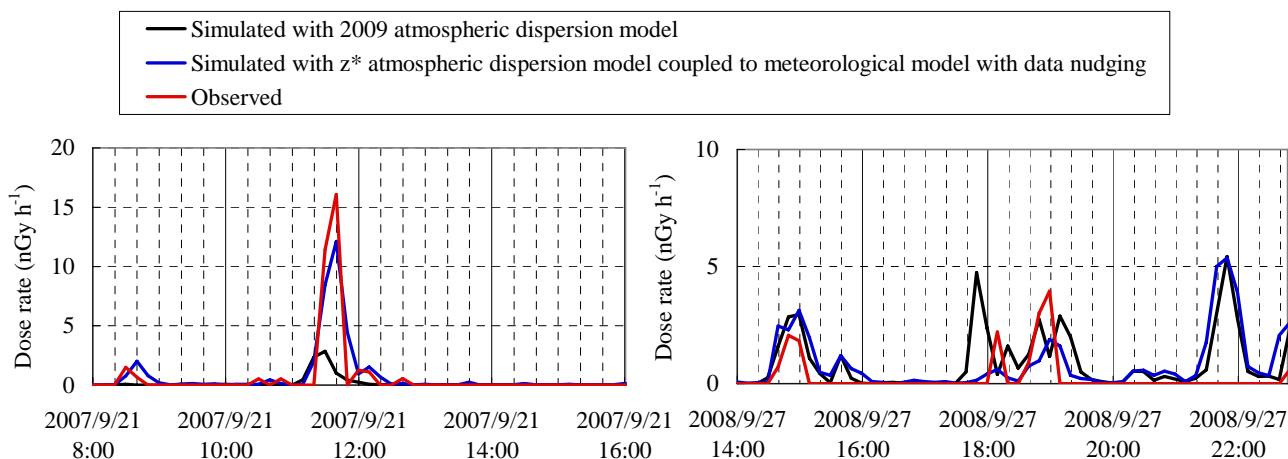


Fig. 1 Dose simulated with ERDAM for ^{85}Kr release from the spent nuclear fuel reprocessing plant.