

2.2 環境移行・線量評価モデルの高度化

Development of 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, 阿部 康一
環境動態研究部

Shun'ichi HISAMATSU, Takashi IYOGI, Shinji UEDA, 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 weather model, a catchment area model and 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.

In FY 2008, we introduced the weather model to estimate meteorological element data for more accurate calculations of dispersion and deposition of atmospheric particles. The MM5 (Mesoscale Modeling System 5th Generation) was introduced, and tested by using weather data at the reprocessing plant for one month in each of the four seasons in 2007. While the wind direction and speed estimated agreed well with the measured data ($r=0.58 - 0.83$), the difference between estimated precipitation rates and actual ones was large ($r=0.36 - 0.66$).

The catchment area model is being constructed to describe the inflow of radionuclides from Futamata River, which is the main river flowing into Lake Obuchi. In FY 2008, the hydrological parameters were optimized to represent water inflow data of the river. A sub-model for transfer of chemical substances such as N, P and C was also developed. A sub-model of a sea-grass colony in Obuchi Lake and marshland around the lake was developed as a part of the ecosystem model of higher trophic level organisms in the lake. While the model of the sea-grass colony well describes biomass and basic production rate, the marshland model needs to be improved for biomass representation. We also designed a 3D-hydrodynamic model as a base for the coastal marine model to predict behavior of radionuclides released from the reprocessing plant through its marine discharge pipe.

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、①現状の陸域移行・線量評価モデル並びに尾駱沼低次栄養段階生態系放射性核種移行モデル（尾駱沼低次生態系モデル）の統合、②陸域移行モデルへの気象モデルの組み込み、③水域移行モデルへの尾駱沼集水域放射性核種移行モデル（尾駱沼集水域モデル）と尾駱沼高次栄養段階生態系放射性核種移行モデル（尾駱沼高次生態系モデル）の組み込み及び④六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20年度は大気拡散計算の精度向上のために気象モデルを導入した。また、尾駱沼集水域モデルのうち、物質移行に関するモデルの構築を行うとともに、尾駱沼における高次栄養段階の生態系モデルの構築を行った。更に、海洋放出口と尾駱漁港等を含む六ヶ所沿岸海域モデルの基本設計を行った。

2. 方法

1) 気象モデルの導入

大気拡散計算の精度向上のために、平成19年度の調査により決定したペンシルバニア州立大学 (PSU) 及び米国大気科学研究所 (NCAR) で開発されたメソスケール気象モデル Mesoscale Modeling System 5th Generation (MM5) を導入した。

2) 尾駱沼集水域モデルの物質移行に関するサブモデルの構築

尾駱沼集水域モデルのうち、N、P、C等の移行に関するサブモデルの構築を行った。

3) 尾駱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、尾駱沼の藻場、湿地生態系の生物現存量等に関するサブモデルを構築した。

4) 六ヶ所沿岸海域モデルの基本設計

大型再処理施設排水の海洋放出口と尾駱浜漁船だまり（尾駱漁港）等を含む沿岸海域における放射性

核種の局所拡散モデルの基本設計を行った。

3. 成果の概要

1) 気象モデルの導入

現有の環境移行・線量評価モデルの大気拡散モデルでは、米国ローレンスリバモア研究所が開発した ARAC2 を用いた風向・風速(風場)の計算を行い、これにレーダーアメダスによる降水データを組み合わせることで、大気拡散計算に用いる気象場を与えている。ARAC2 による風場計算の際には比較的単純な物理過程だけを模擬し、質量だけを保存している。そこで、気温、気圧、湿度、雲の生成、降水を総合的に模擬できる MM5 を導入した。これにより、風場再現性の向上が期待でき、湿性沈着評価用気象データを計算できる。

今年度は、MM5 のサンプルデータを用いてモデルの動作を確認した後、大型再処理施設周辺の地形データ等を用いた短期計算により MM5 に組み込まれているオプションの影響を検討した。適切なオプションを選択し、平成19年のデータを用いて各季節別に1月間の長期計算を行った。計算に必要な気象データを6時間毎に入力し、入力後1時間毎に計算値を出力させ、実測値との相関を求めた結果を Fig. 1 に示した。その結果、風向・風速等を概ね模擬できてはいるが、降水強度は実際の気象データとの乖離があった。更に、観測データを用いたデータ同化機能の効果を確認したが、1地点のデータを用いた同化の効果は大きくなかった。

2) 尾駱沼集水域モデルの物質移行に関するサブモデルの構築

尾駱沼集水域モデルの地下水浸透過程及び降水量の取り扱いに関するパラメータの精査を行い、河川流量予測精度を向上させた。また、尾駱沼集水域モデルの物質移行に関するサブモデルを構築し、河川水中等の N、P、C 濃度の計算を行うことができるようにした。

3) 尾駱沼高次生態系モデルの構築

尾駱沼高次生態系モデルの藻場、湿地生態系に関するサブモデルの構築を行った。アマモの現存量、基礎生産量は概ね再現することができたが、湿地生

態系サブモデルは改善が必要であることがわかった。

4) 六ヶ所沿岸海域モデルの基本設計

六ヶ所沿岸海域についての既存資料の収集及び整理を行い、六ヶ所沿岸海域モデルの基本設計を行った。本モデルは、海洋放出された放射性核種の尾駁沼への流入を模擬することを目的としており、防波堤等の岸近傍の海流に大きな影響を与える人工構造

物を組み入れる必要がある。そこで、1,350 m の正方形格子から成る 35×46 km の領域 (Fig. 2、第1領域) に2段のネステイングを掛けて、約 4×9 km の範囲を 150 m の正方形格子で形成することとした (Fig. 2、第3領域)。なお、第1領域の海況は青森県が別途開発している六ヶ所村沖合モデルの計算結果を用いる。

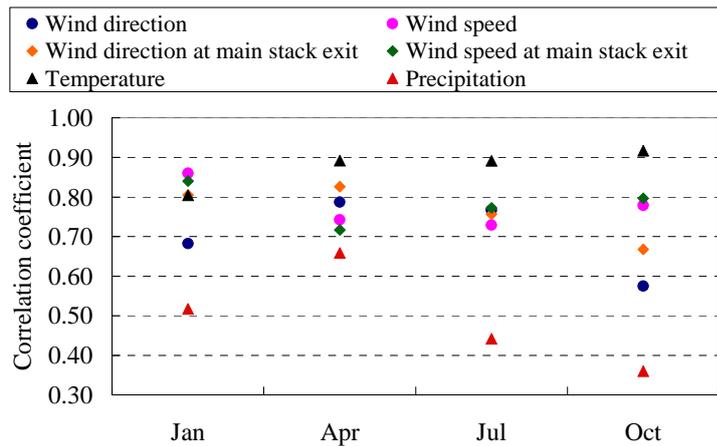


Fig. 1 Correlation coefficient between estimated and meteorological elements measured at the Rokkasho nuclear fuel reprocessing plant in for one month in each season in 2007. Meteorological elements are at ground level except for wind speed which is at the main stack

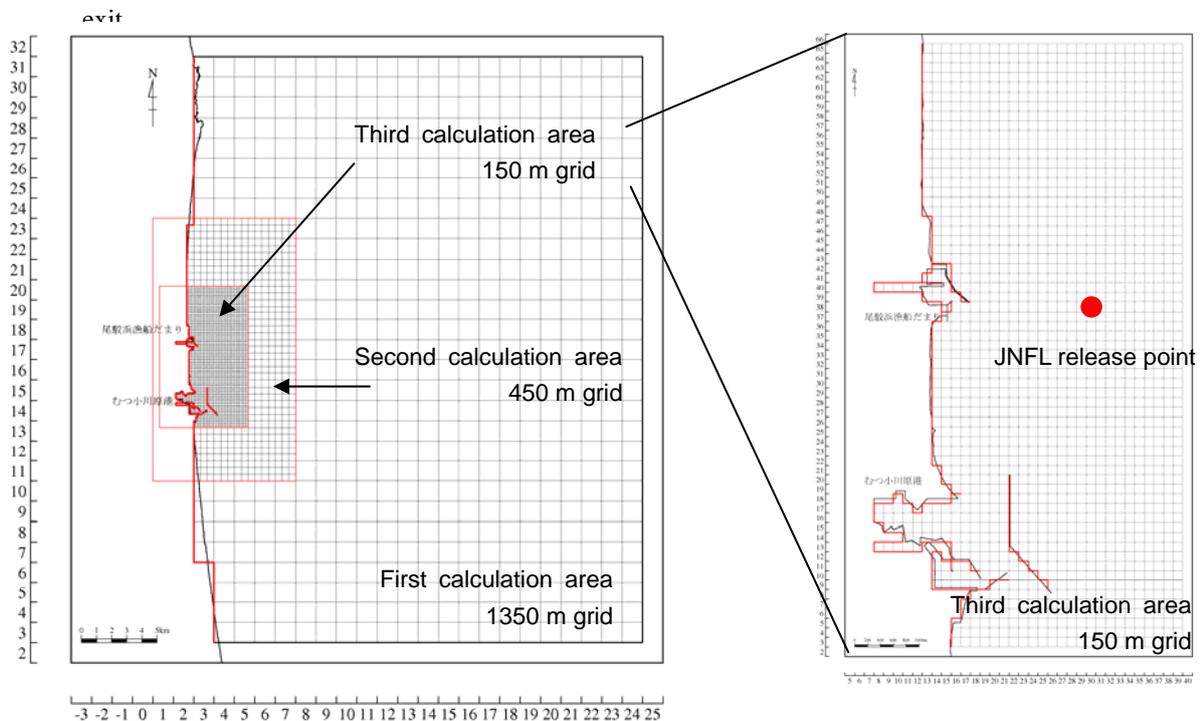


Fig. 2 Calculation area of coastal marine model for Rokkasho.