

第1章 放出放射能の環境分布に関する調査研究

1.1 環境移行・線量評価モデルとパラメータの検証

Validation of an 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, 赤田 尚史, 柿内 秀樹, 植田 真司,
長谷川 英尚, 大塚 良仁, 近藤 邦男, 久松 俊一
環境動態研究部

Takashi IYOGI, Koichi ABE, Naofumi AKATA, Hideki KAKIUCHI, Shinji UEDA,
Hidenao HASEGAWA, Yoshihito OHTSUKA, Kunio KONDO, Shun'ichi HISAMATSU
Department of Radioecology

Abstract

The first commercial nuclear fuel reprocessing plant in Japan, located in Rokkasho, Aomori Prefecture, is now undergoing its final testing using actual spent nuclear fuels. An environmental transfer and dose assessment model (ETDAM) was developed for estimating areal and temporal distributions of the radionuclides around the plant and the radiation dose that results from them. To validate the model using actual field data, concentrations of radionuclides (^3H , ^{14}C , and ^{129}I , etc.) in various environmental samples around the plant and the environmental γ -ray dose at IES were measured. Because no nuclear fuel rods have been sheared or dissolved at the plant since October 2008, concentration levels of the radionuclides in most environmental samples collected in FY 2009 were similar to the background ones before the plant test operation. Although radionuclide concentrations higher than the background were detected in several samples of soil, sediment and food, the validation results of ETDAM are reported here using the data obtained in FY 2006-2008 when many nuclear fuel rods were sheared and dissolved.

The monthly atmospheric HTO concentration has been continuously measured in nine locations around the plant by using a passive sampling method. Distributions of HTO concentration released from the spent nuclear fuel reprocessing plant were estimated with ETDAM, and compared with the measured values. Although the distribution patterns of the estimated HTO concentrations agreed fairly well with the measurements, the estimated concentrations tended to be larger than the measured values.

Concentrations of ^{129}I in brackish lake water samples collected from Lake Obuchi on 15 July and 20 October 2008 were higher than their background level and showed a slight increase during the period between the samplings. The concentration of ^{129}I originating from atmospheric deposition to the lake surface was estimated by the model assuming ^{129}I concentration of inflow water from a river and the Pacific Ocean as their background level. The measured ^{129}I concentration on 15 July was used as the initial concentration in the model, and then the atmospheric deposition and advection-diffusion of ^{129}I were simulated until 20 October. The estimated concentrations of ^{129}I on 20 October agreed well with the observed values, suggesting that the atmospheric deposition significantly contributed to the ^{129}I concentration in the lake water.

1. 目的

六ヶ所村の大型再処理施設から排出される放射性物質による環境放射線（能）への影響を評価することを目的として、施設周辺における排出放射性核種（ ^3H 、 ^{14}C 、 ^{129}I 等）の分布状況を調査・解析し、環境移行・線量評価モデルの検証を行う。

平成21年度は、大気、降水をはじめとして陸域、尾駁沼、沿岸海域より採取した環境試料中並びに日常食・各種食品中の放射性核種濃度を測定した。更に、平成19-21年度に得られたデータを用いてモデルを検証した。ここでは、大気中HTO濃度、土壌中 ^{129}I 濃度及び尾駁沼湖水中の ^{129}I 濃度実測値を用いたモデルの検証について記す。

2. 方法

六ヶ所村を中心とした地域において、大気・降下物、土壌・植物、陸水域及び沿岸海域の水、堆積物、生物並びに日常食・各種食品試料を採取し、排出放射性核種等（ ^3H 、 ^{14}C 、 ^{129}I 等）を測定した。

測定により得られた大気中 HTO 濃度、土壌中 ^{129}I 濃度及び尾駁沼湖水中 ^{129}I 濃度とモデル計算値との比較は、大型再処理施設から排出された放射性核種による濃度上昇の認められた平成 19-21 年度について行った。モデル解析領域は再処理施設を中心とする 50 km 四方とし、格子間隔は水平方向 500 m、鉛直方向 50 m とした。気象データは、(財) 気象業務支援センターの気象庁月報、レーダーアメダス解析雨量、メソ客観解析データに加えて、環境研構内で測定した地上・高層気象データ及び日本原燃（株）より入手した高層気象データを用いた。大型再処理施設からの ^3H 及び ^{129}I の排出実績（1 週間値）は日本原燃（株）より入手した。

3. 成果の概要

1) 平成 21 年度の調査結果

大型再処理施設のアクティブ試験での使用済燃料のせん断・溶解作業は平成20年10月に行われたのを最後に平成21年度は実施されていない。このため、ほとんどの試料中排出放射性核種等の濃度にバックグラウンドレベルからの上昇は認められていないが、

一部の土壌、湖底堆積物及び食品中 ^{129}I 濃度に、これまでの大型再処理施設からの排出による影響と考えられる事例が観測された。なお、観測された放射性核種による被ばく線量は、自然放射線（能）による線量と比較していずれも無視できるレベルである。

今後、更に測定例を増やし、モデルとパラメータの検証データを得ていく。

2) モデルの検証

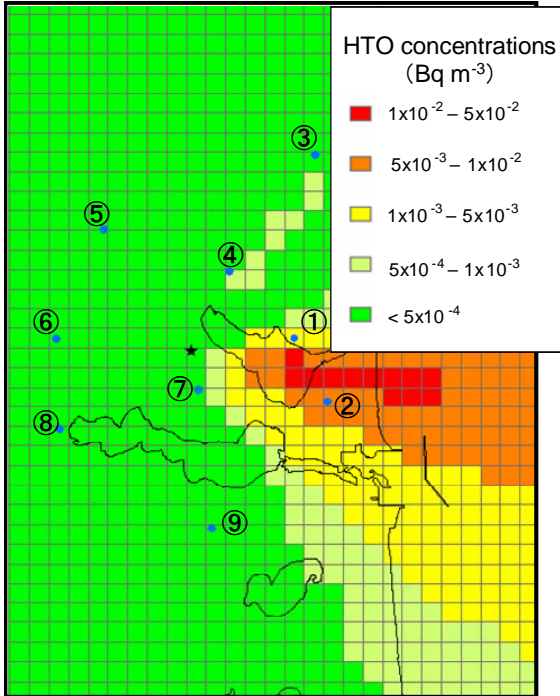
大型再処理施設よりトリチウムの排出があった平成 20 年 1 月から 10 月にかけて六ヶ所村 9 地点でパッシングサンプラーを用いて測定した大気中 HTO 濃度と、モデルにより計算した同地点・同期間の大気中 HTO 濃度を比較した。その結果の一部を図 1 に示した。この場合、アクティブ試験開始以前の月間降水中 HTO 濃度をバックグラウンド大気中 HTO 濃度と仮定して実測値より差し引き、施設寄与分として示した。図 1(A)には平成 20 年 1 月の HTO 濃度水平分布計算結果を、(B)~(D)にはそれぞれ平成 20 年 1、6、9 月の各地点の計算結果を実測値とともに示した。計算値は各地点間の濃度分布パターンをおおよそ再現できているが、過大評価する傾向があった。

また、大型再処理施設東側の六ヶ所村尾駁で採取した未耕地の表層土壌中の ^{129}I 濃度は、アクティブ試験開始前に比較して上昇していた。この事例について、アクティブ試験開始後から試料採取時まで大型再処理施設から排出された ^{129}I の地表面への沈着密度を評価した。計算により得られた大型再処理施設起源の ^{129}I 沈着密度は、平成 20 年に採取した土壌で約 1.4 倍、平成 21 年度に採取した土壌で約 2.5 倍と過大評価していた。 ^{129}I の沈着速度はガス態と粒子態で大きく異なるが、現在のモデルではこれらを適切に取り扱う機能は持っていない。環境研構内で大気中の ^{129}I をこれらの形態別に測定しており、今後モデルの機能を拡充して対処したい。

更に、平成 20 年 7 月 15 日及び 10 月 20 日に採取した尾駁沼の湖水中 ^{129}I 濃度を用い、前者の濃度を初期値として、後者の濃度を算出した。この計算期間中には大型再処理施設からの ^{129}I の大気排出があり、 ^{129}I の尾駁沼表面への大気からの沈着による湖

水中濃度変化を検討した。計算期間中の尾駁沼への河川水と海水による ^{129}I 流入はバックグラウンドのままとした。表層水及び底層水中の ^{129}I 濃度計算値

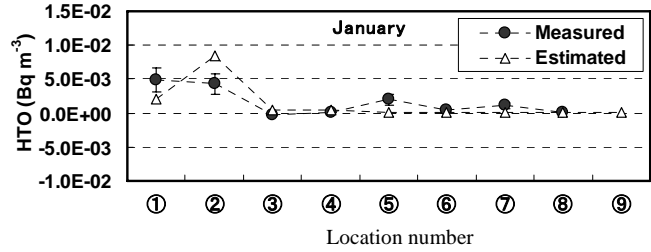
は、実測値と同等であり、再現性は概ね良好であったが、今後、上述のように大気中 ^{129}I を形態別に取り扱っていきたい。



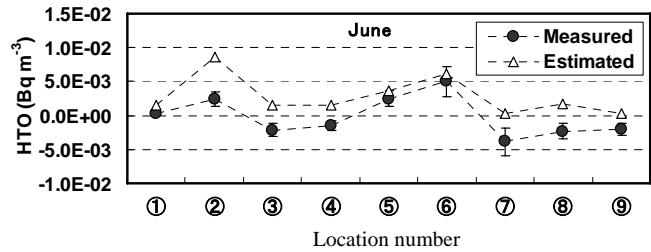
(a) Distribution of HTO concentrations estimated by ETDAM in January 2008. Calculation conditions with ETDAM: calculation area, 50 x 50 km with a grid resolution of 500 x 500 m; 1.4 km above the mean sea level with 50 m calculation interval.

①—⑨ indicate the location number.

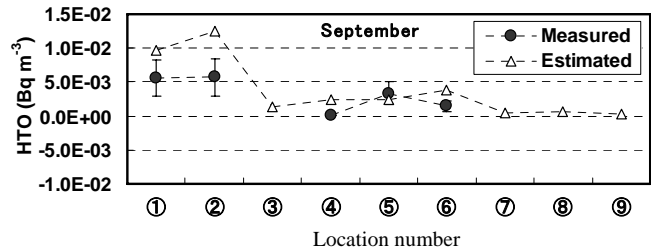
★ indicate the main stack of the nuclear fuel reprocessing plant.



(b) January 2008.



(c) June 2008.



(d) September 2008.

Fig.1 Measured monthly atmospheric HTO concentrations around the spent nuclear fuel reprocessing plant in Rokkasho and those estimated with ETDAM.

The measured concentrations were obtained by subtracting background concentrations estimated as mean ^3H concentrations in monthly precipitation before test operation using actual spent nuclear fuels (April 2001 – March 2005).