

第2章 大気・海洋への排出放射性物質の環境影響に関する調査研究

2.1 排出放射能の環境影響に関する調査研究

Temporal Variation and Distribution of Radionuclides Released from the Nuclear Fuel Reprocessing Plant in Rokkasho

長谷川 英尚, 大塚 良仁, 柿内 秀樹, 永井 勝, 佐藤 雄飛
伊志嶺 聡伸, 阿部 康一, 植田 真司, 吉田 聡
環境影響研究部

Hidenao HASEGAWA, Yoshihito OHTSUKA, Hideki KAKIUCHI, Masaru NAGAI, Yuhi SATOH,
Akinobu ISHIMINE, Koichi ABE, Shinji UEDA, Satoshi YOSHIDA
Department of Radioecology

Abstract

The first commercial nuclear fuel reprocessing plant in Japan, located in Rokkasho, Aomori Prefecture finished its final testing using actual spent nuclear fuels and it is now preparing for full operation. To clarify the temporal variation and distribution of radionuclides (^3H , ^{14}C , ^{129}I , etc.) released from the plant, we measured the concentrations of radionuclides in environmental, agricultural and livestock samples collected at points around the plant, and we also measured the environmental γ -ray dose rates at IES (Institute for Environmental Sciences).

Because no nuclear fuel rods have been sheared or dissolved at the plant since October 2008, we found concentration levels of the radionuclides in most environmental samples collected in FY 2021 were similar to the background ones before the plant test operation, excluding several samples. Iodine-129 deposited on soil and lake sediment surfaces around the plant has still remained at a higher level than each background level. Focusing on ^{129}I in air at IES, we observed the mean atmospheric ^{129}I concentrations in particulate and gaseous forms from FYs 2016 to 2021 were $(2.8 \pm 3.7) \text{ E-10}$ and $(7.0 \pm 4.6) \text{ E-10 Bq m}^{-3}$, respectively. Approximately the same levels of ^{129}I concentration were observed at other points in Aomori Prefecture. Atmospheric ^{129}I concentration tended to be higher in the gaseous form than in the particulate form. In addition, the temporal variations of atmospheric ^{129}I concentration at IES, Futamata district in Rokkasho and Hirosaki City have shown similar patterns, being high in winter and low in other seasons. These observed facts could be reasonably explained by assuming that the ^{129}I discharged from commercial reprocessing plants in Europe was transported long distances by winter monsoons.

1. 目的

排出放射性物質の周辺環境への影響については、周辺住民にとって最も関心の深いところであり、大型再処理施設の操業後、通常運転時に現実的どのような影響があるのか、科学的な評価を行うとともに、適切な形で広く情報発信していくことが求めら

れる。しかしながら、評価に用いられる各種パラメータは地域特異性が高く、安全規制においては一般的な値を安全サイドに大きな裕度を持たせた上で利用している。従って、現実的な姿を明らかにするためには、六ヶ所村をはじめ青森県独自の値を求める必要がある。本調査では再処理施設周辺における気

圏、陸圏及び水圏から採取した環境試料、及び食品・日常食試料中の放射性核種等濃度を測定し、六ヶ所村及びその周辺地域における環境移行及び排出放射性核種 (^3H 、 ^{14}C 、 ^{129}I 及び ^{85}Kr 等) による現実的な被ばく線量の評価を行うことを目的とする。

令和3年度は、六ヶ所村を中心とした地域において、気圏、陸圏及び水圏の様々な環境試料及び農畜水産物・日常食試料を対象に排出放射性核種濃度の調査を継続して実施した。また、環境研構内に整備した実験圃場において複数の農作物を栽培し、排出放射性核種のバックグラウンドデータを取得した。さらに、同実験圃場及び村内の畑地において HT 型トリチウムの酸化速度を測定した。

本稿では、主に、大気試料中の形態別 ^{129}I 濃度及び $^{129}\text{I}/^{127}\text{I}$ 原子数比の結果について記載する。

2. 方法

六ヶ所村・その周辺地域における大気、降下物、植物及び土壌の各試料、食品・日常食試料、さらに、陸水域・沿岸海域における水・堆積物・生物試料中の ^3H 、 ^{14}C 及び ^{129}I 等の濃度を測定した。特に、大気試料中の ^{129}I 濃度については、施設主排気筒の東西及び施設の遠方で影響を受けにくい弘前市に調査地点を設けるとともに、試料を2形態（粒子態とガス態）に分別採取した上で観測した。また、環境研構内においてモニタリングポストにより環境 γ 線線量率及び ^{85}Kr ネットエリア計数率を求めた。さらに、実環境における土壌－大気－作物間の放射性核種の移行過程に関わる知見を得るため、環境研構内の実験圃場で栽培したキャベツ、ダイコン、牧草及びイネの ^3H 、 ^{14}C 及び ^{129}I 等の濃度を測定するとともに、同圃場及び村内の畑地にチャンバー型の観測装置を設置し、HT 型トリチウムの酸化過程を考慮した沈着速度の測定を行った。

3. 成果の概要

3.1 排出放射性核種等の測定結果

大型再処理施設における使用済み燃料のせん断・溶解処理試験（以下、「せん断・溶解処理試験」）が平成18年3月～20年10月にかけて実施された影

響により、同期間中に採取された大気中の排出放射性核種 (^3H 、 ^{14}C 及び ^{129}I) 濃度は試験前のバックグラウンドの水準から有意に上昇した。一方、せん断・溶解処理試験以降は、ほとんどの試料中の排出放射性核種濃度はバックグラウンドの水準となり、令和3年度も同様であった。

平成28年1月以降に環境研、二又（7月～）及び弘前市（11月～）で採取した大気試料中の粒子態及びガス態それぞれの形態別 ^{129}I 濃度、及び環境研における形態別 $^{129}\text{I}/^{127}\text{I}$ 原子数比を Fig. 1 に示した。粒子態及びガス態 ^{129}I の濃度範囲は環境研においてそれぞれ $4.0\text{E}-12\sim 1.6\text{E}-9\text{ Bq m}^{-3}$ （平均 $(2.8\pm 3.7)\text{ E}-10\text{ Bq m}^{-3}$ ）及び $1.6\text{E}-10\sim 2.4\text{E}-9$ （平均 $(7.0\pm 4.6)\text{ E}-10\text{ Bq m}^{-3}$ ）であり、ガス態 ^{129}I の割合が高い傾向であった。この濃度範囲及び傾向は、二又及び弘前市でも概ね同様であった。また、両形態を合算した大気中全 ^{129}I 濃度は3地点いずれも同程度であった。さらに、すべての地点において冬に濃度が高く、それ以外の季節で低い共通した季節変動が観測された。大型再処理施設主排気筒から大気への ^{129}I の排出が報告されていない現状で遠方の弘前市と主排気筒近傍に位置する環境研及び二又における濃度レベルが同程度であるとともに共通した季節変動が観測されたことから、施設の本格操業が開始された際の比較対照地点として弘前市で観測を行うことが有効であることが示唆される。Fig. 1 に示すように、環境研において観測された形態別の大気中 $^{129}\text{I}/^{127}\text{I}$ 原子数比の季節変動も大気中 ^{129}I 濃度と同様に冬季に高く、その他の季節で低いパターンが繰り返し観測されていた（図示しないが他の2地点も同様のパターンを示した）。このことから $^{129}\text{I}/^{127}\text{I}$ 原子数比の変動要因が主に ^{129}I 濃度の増減の影響であることが示唆される。青森県は冬季に西方に位置する大陸からの季節風による影響を強く受けることが知られている。全球モデルによるシミュレーションによりヨーロッパの商用再処理施設から排出された ^{129}I が冬季の季節風により東アジア地域まで長距離輸送されることが示唆されており（Kadowaki et al., 2018）、青森県内3地点の大気中 ^{129}I 濃度にもその影響が及ぼされたと判

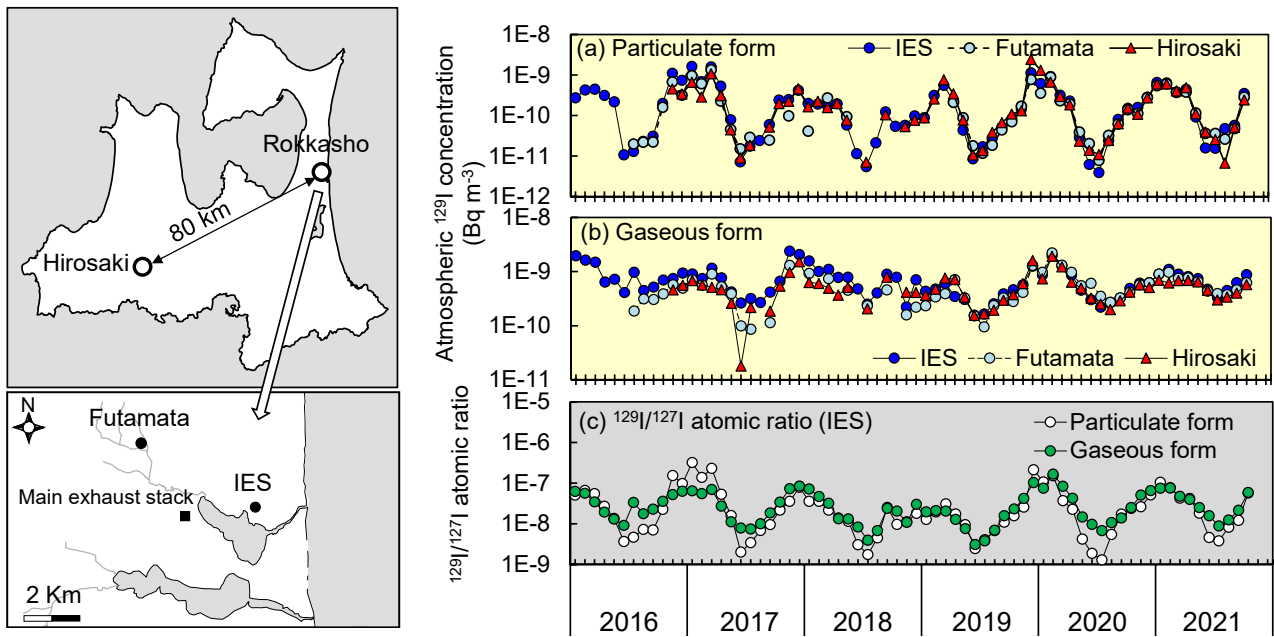


Fig. 1 Temporal variations of ^{129}I deposition flux at IES, Futamata district in Rokkasho and Hirosaki City, Aomori Prefecture.

断される。大型再処理施設の操業時の影響を評価する上で、今後とも全地点での調査を継続し、実態を把握していく必要がある。

その他の結果として、令和3年度における六ヶ所村等の農畜水産物及び日常食中の排出放射性核種濃度はバックグラウンドの水準であり、施設寄与が認められないことが判明した。また、環境研構内の実験圃場（畑地、牧草地及び水田）で栽培したキャベツ、ダイコン、牧草及びイネ中の ^3H 、 ^{14}C 及び ^{129}I 濃度はせん断・溶解処理試験前に収穫された同作物と同様のレベルであった。さらに、同圃場及び村内の畑地においてHT型トリチウムの酸化過程を考慮した沈着速度を取得し、これまで報告された同値の範囲内であることを確認した。加えて、環境研構内におけるモニタリングポストによる環境 γ 線線量率及び ^{85}Kr ネットエリア計数率はバックグラウンドの水準であった。一方、六ヶ所村内の表層土壌にはせん断・溶解処理試験期間中に排出された ^{129}I の蓄積が認められ、その沈着量は大型再処理施設の主排気筒から北西方向でやや多く、東側では少ない傾向であった。また、施設周辺水域では、 ^{129}I が土壌と同様に尾駱沼湖底堆積物に蓄積されたままの状態であるこ

とを確認した。

なお、本調査で得られた排出放射性核種による被ばく線量は、公衆の被ばく線量限度と比較して、いずれも小さく無視できる水準であった。

引用文献

Kadowaki et al. (2018) *Atmos. Environ.* 184, pp. 275-291