

2.2 地域主要農水産物への移行・残留性に関する調査研究

Transfer and Accumulation of Radionuclides in Agricultural and Marine Products

谷 享, 新井 竜司, 石川 義朗, 今井 祥子, 植田 真司, 吉田 聡
環境影響研究部

Takashi TANI, Ryuji ARAI, Yoshio ISHIKAWA, Shoko IMAI, Shinji UEDA,
Satoshi YOSHIDA
Department of Radioecology

Abstract

Radionuclides (^3H , ^{14}C , ^{129}I , etc.) are released into the atmosphere from the first Japanese commercial nuclear fuel reprocessing plant in Rokkasho Village, Aomori Prefecture. The transfer and accumulation of such radionuclides to commercially important agricultural and marine products sampled around the plant, such as Chinese yam (*Dioscorea polystachya*) and olive flounder (*Paralichthys olivaceus*), are not adequately understood. The purpose of this research project is to experimentally determine the transfer and accumulation of the radionuclides in Chinese yam and olive flounder. Such experimental data will be used to develop capabilities to explain future changes in radionuclide levels in the target species when consumed as food after the plant is fully operating.

Controlled amounts of ^{14}C are released into the atmosphere with the steady operation of the reprocessing plant. In studying the transfer and accumulation of ^{14}C in Chinese yam in FY 2021, temporal changes in plant parts were determined in the field to estimate the transfer rate of ^{14}C from the atmosphere to the plant parts via leaf photosynthesis. An extensive growth of tubers was observed from mid-August to mid-September. This suggested that a large amount of ^{14}C which was photosynthetically fixed during this period could be translocated into the tubers. In addition, a pot cultivation method for Chinese yam from bulbils was developed for experimental exposure of the plant to $^{13}\text{CO}_2$ as a substitute for $^{14}\text{CO}_2$. Plants were cultivated using Wagner pots (1/2000 a) filled with sand and fertilized using liquid nutrient solutions. Harvested tuber weight of potted plants was comparable to that observed in the field.

The main chemical form of ^3H released into the ocean from the reprocessing plant is tritiated water (HTO). In the second part of the study, the marine fish, olive flounder, were experimentally exposed to deuterated water (HDO) as a substitute for HTO. Olive flounder aged more than 140 days were reared in seawater containing HDO with 2 mmol D mol⁻¹ H at 7, 10, 15, 20, and 23°C. The turnover rate of the non-exchangeable form of organically bound deuterium (NxOBD) in muscle of olive flounder tended to increase with temperature. The concentration of NxOBD in the muscle reached a steady state in fish reared at 15, 20, and 23°C around 160 days after the start of the exposure. The steady-state concentration was approximately 20% of that of the ambient water.

Next, olive flounder were experimentally reared in seawater containing ^{129}I , in order to simulate exposure of the fish to ^{129}I discharged from the reprocessing plant. Olive flounder aged more than 200 days were exposed to ^{129}I -enriched seawater for 28 days. The chemical form of ^{129}I added to the seawater was iodide (I^-). The concentration of ^{129}I in muscle of olive flounder increased during the first 4 days after the start of the exposure,

and then equilibrated toward the end of the exposure. This result indicated a rapid turnover rate of ^{129}I in muscle of olive flounder.

1. 目的

大型再処理施設の稼働に伴い、放射性核種が大気 (^{85}Kr 、 ^{14}C 、 ^3H 及び ^{129}I 等) 及び海洋中 (^3H 及び ^{129}I 等) に排出される。大気中に排出された ^{14}C は、光合成を介して施設周辺地域の作物中に移行する。海洋中に排出された ^3H 及び ^{129}I 等は、沿岸海域に生息する海産生物中に移行する。これらの放射性核種が農水産物中にどのように移行し残留するのかを明らかにすることは、施設の稼働による農水産物中放射性核種濃度への影響について、科学的な評価及び情報発信を行うために必要である。

本調査研究では、施設周辺地域の主要な農水産物を対象として、放射性核種の移行及び残留性をトレーサ実験により評価することを目的とする。農産物としては、六ヶ所村を含む青森県内で基幹野菜として広く栽培されるナガイモを対象とする。水産物としては、六ヶ所村を含む青森県内の沿岸海域で漁獲されているヒラメ及びメバルを対象とする。

令和3年度は、農産物については光合成による大気からナガイモへの ^{14}C 移行速度の算出に用いる生長データを、圃場でムカゴから栽培することで取得した。加えて、ナガイモに移行後の ^{14}C の残留性を評価するための実験系の構築として、ムカゴからのポット栽培方法を確立した。水産物については、 ^3H 及び ^{129}I の海水からヒラメへの移行に関するトレーサ実験を行った。 ^3H 移行に関する実験では、 ^3H に代わり安定同位体の重水素を添加した海水中でヒラメを飼育し、水温条件別に筋肉中の非交換型有機結合型重水素 (NxOBD) 濃度の時間変化データを取得した。 ^{129}I 移行に関する実験では、 ^{129}I 添加海水中でヒラメを飼育し、筋肉中 ^{129}I 濃度の長期的な時間変化データを取得した。

2. 方法

2.1 農産物 (ナガイモ)

圃場における生長データの取得では、植付けたムカゴが萌芽し展葉を開始した6月25日から収穫日

の11月4日にかけて、経時的にナガイモを株単位で採取した。採取後は葉、茎、根及びイモに分け、乾燥重量及び炭素量を測定した。実験系の構築では、砂を充填した1/2000 a ワグネルポットを用いてムカゴからナガイモを栽培し、ナガイモの生長に適した養液の供給速度及び濃度について検討した。

2.2 水産物 (ヒラメ)

重水素を添加した海水に、ヒラメを水温条件別にばく露する実験を行った。重水素は重水の形態で海水に添加し、海水中の軽水素 (H) に対する重水素 (D) の比率は約 $2 \text{ mmol D mol}^{-1} \text{ H}$ に調整した。実験期間105日以上長期ばく露を行い、ばく露期間中の水温は7、10、15、20及び23°Cの5条件とした。水温条件別の飼育水槽からヒラメを経時的に採取し、試料中のNxOBD濃度を測定した。

^{129}I 添加海水へのヒラメのばく露実験は、水温15°Cで最長28日間行った。 ^{129}I は生物が取込みやすいヨウ化物イオン (I⁻) の形態で海水に添加し、ばく露開始日の海水中 ^{129}I 濃度は $0.65 \mu\text{g L}^{-1}$ であった。ばく露開始後、飼育水槽からヒラメを経時的に採取し、試料中の ^{129}I 濃度を測定した。

3. 成果の概要

3.1 農産物 (ナガイモ)

圃場でムカゴから栽培したナガイモの葉、茎、根及びイモ中炭素量の時間変化を明らかにした (Fig. 1)。播種したムカゴの萌芽率が50%になる萌芽期はナガイモの生長開始時期の指標であり、令和3年度の圃場では植付後41日目の6月22日であった。葉と茎は萌芽後から8月中旬にかけて生長し、イモの生長は8月中旬の植付後104日目以降に旺盛になった。部位別の生長時期の気象条件による変動幅を明らかにするために、令和4年度以降も生長データを取得する。

各部位の炭素量の時間変化データはロジスティック関数で近似することができた。 ^{14}C の移行及び残留性を評価するために作成するナガイモの炭素移行

モデルでは、光合成による大気からナガイモへの¹⁴C移行速度を、ロジスティック関数を用いて部位別に時間変化させる予定である。

実験系の構築のためのポット栽培実験では、大塚A処方¹の肥料濃度を1/4倍以下とした養液を毎日400 ml供給する条件で、圃場 (Fig. 1) と同等の重量のイモを収穫できることを明らかにした。

3.2 水産物 (ヒラメ)

重水素を添加した海水へのばく露期間において、筋肉中 NxOBD 濃度の上昇は、摂餌量及び魚体の成長速度が低下する低水温条件で緩やかになった。この結果は、重水素の海水から筋肉中有機物への取込速度及び筋肉中有機物からの排泄速度の少なくとも一方に温度依存性があることを示唆する。今回のば

く露実験データの他に、令和4年度に水温条件別の排泄実験データを取得することで、NxOBDの移行及び残留性の解析に必要な取込速度と排泄速度それぞれの温度依存性を求める予定である。

¹²⁹I 添加海水へのばく露開始後、ヒラメ筋肉中 ¹²⁹I 濃度は4日間で速やかに上昇し、その後はばく露実験終了日まで安定していた。この結果は、筋肉において ¹²⁹I の取込及び排泄が速やかに行われることを示している。ただし、筋肉中の ¹²⁹I が残留性の異なる複数の成分に分かれる可能性があるため、令和4年度にばく露終了後の ¹²⁹I 排泄データを取得し、ヒラメに移行した ¹²⁹I の残留性を実験的に明らかにする予定である。

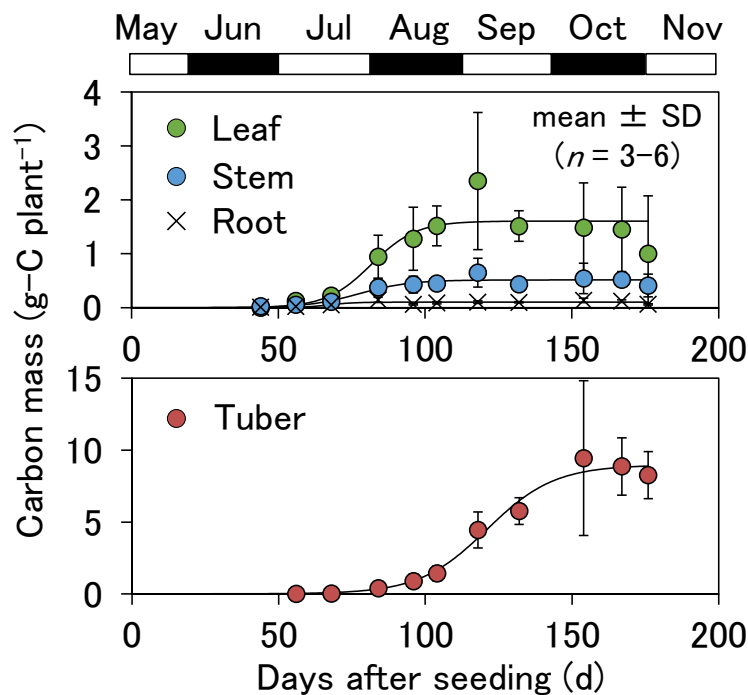


Fig. 1 Temporal variations in the carbon mass of the leaf, stem, root, and tuber of Chinese yam raised from bulbils in the field.