

放射線の健康影響に係る研究調査事業 令和6年度年度報告書

研究課題名	陸・水圏植物における有機結合型トリチウム（OBT）生産速度の網羅的把握
令和6年度研究期間	令和6年4月1日～令和7年2月28日
研究期間	令和4年度～令和6年度（3年目）

	氏名	所属機関・職名
主任研究者	佐藤 雄飛	公益財団法人環境科学技術研究所・副主任研究員
分担研究者		
若手研究者		

キーワード	福島原発処理水、トリチウム、有機結合型トリチウム、光合成
-------	------------------------------

本年度研究成果
I 研究背景 2011年に発生した福島原発事故への対応に伴い同原発の敷地内に高濃度のトリチウム（^3H）を含む処理水が蓄積し、2023年中には蓄積許容量の上限に達することが見込まれた。そこで東京電力は、この処理水について2023年より海洋放出することを公表し、同年8月より放出を開始した。この放出に際しては、1,500 Bq/L以下のトリチウム濃度とした上で放出する計画となったが、このトリチウム濃度はWHOが飲料水に定めた基準（10,000 Bq/L以下）と比較しても顕著に低い値である。また、放出後は海流によって速やかに希釈されるため、実際に第1回の放出直後に行われたモニタリングでは放出口の直近ですら検出下限値（10 Bq/L）以下のトリチウム濃度であった。このように、処理水の海洋放出には環境や人の影響について十分な配慮がなされている。一方、処理水中のトリチウムは主にトリチウム化水（HTO）の化学形態で存在するが、このHTOの一部は一次生産者の光合成により有機結合型トリチウム（Organically bound tritium: OBT）に変化する。このOBT生成は環境中におけるトリチウムの局在化を促す可能性がある^{1,2)}。また、トリチウムによる内部被ばくを考える場合、OBTはHTOの化学形態に比べて体内の滞留時間が長く、影響が大きい^{1,2)}。これらを勘案すると、処理水放出に関して十分な安心感を担保するため、HTOのみならずOBTの環境動態も把握することが望ましい。本研究では海水中および海霧等で沿岸陸域に移行した処理水中HTOが、それらの領域に生息する一次生産者の光合成によりOBTに変化することを想定し、一次生産者によるOBT生産速度を評価した。また、取得したデータを用いて一次生産者におけるOBT蓄積過程の数値モデルを構築した。 II 目的 本研究では、日本の東北地方太平洋沿岸域において一般的に生息する水圏および陸圏一次生産者を対象としたOBT生産速度の取得を主目的とした。その中で、研究計画3年目の令和6年度は陸上植物2種（ミズナラ苗木及び牧草）と海藻2種（アオサ、オゴノリ）についてOBT生産速度を実験的に評価した。更に、昨年度までに取得したデータと合わせて、福島沿岸域における植物プランクトン

から底生魚への OBT 蓄積過程を数値モデル化し、この蓄積を評価した。更に、陸上植物の生育過程における OBT 蓄積過程の数値モデルを構築し、同植物中 OBT 濃度の推定を可能にした。

III 研究方法

昨年度と同様、水素の安定同位体 ^2H (Deuterium: D) で標識された水（重水）を HTO の模擬物質とし、系内に添加した重水から生産される有機態重水素（Organically bound deuterium: OBD）を測定することにより、OBT の生産状況を評価した。令和 6 年度はミズナラ、コマツナ、アオサ、オゴノリについて重水添加実験を実施し、植物中に生産された OBD 濃度を測定した。また、これまでの取得データを用いて、陸・水圏一次生産者における OBT 生産過程の数値モデルを構築した。さらに、福島沿岸海域における植物プランクトンから底生魚への OBT 蓄積を数値モデルにより評価した。

IV 研究結果、考察及び今後の研究方針

各種一次生産者に関して、OBT 生産速度の推定に資する OBD 生産速度のデータを取得した（図 1）。

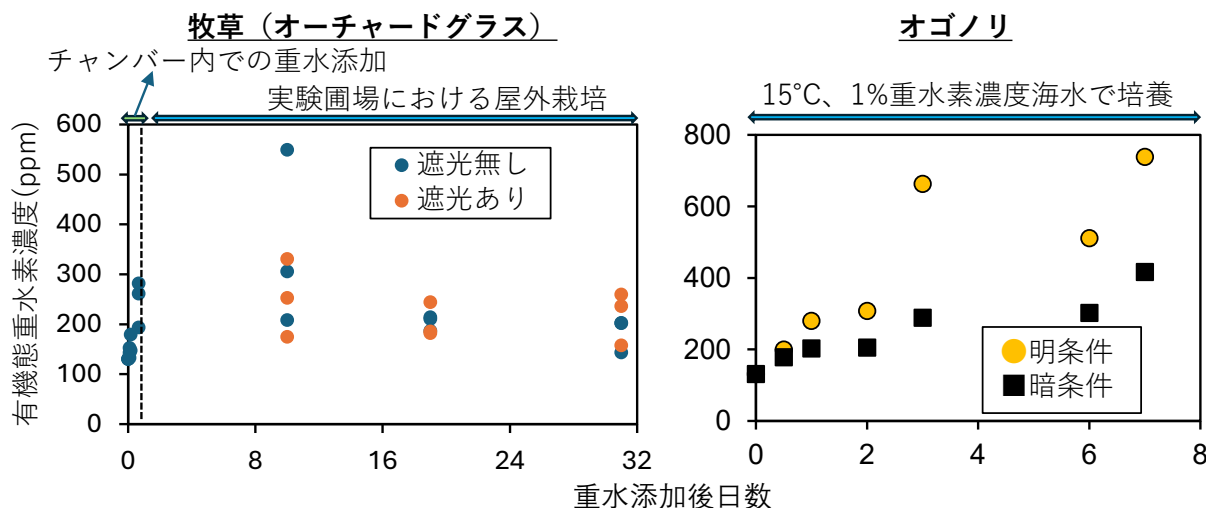


図 1. 重水添加実験における陸水圏一次生産者の OBD 濃度の時間変化

これまで得られた重水添加実験データを用いて、陸上植物中 OBD 濃度を再現する数値モデルを作成し、従来の研究で用いられているモデルよりも高い再現性があることを確認した（図 2）。

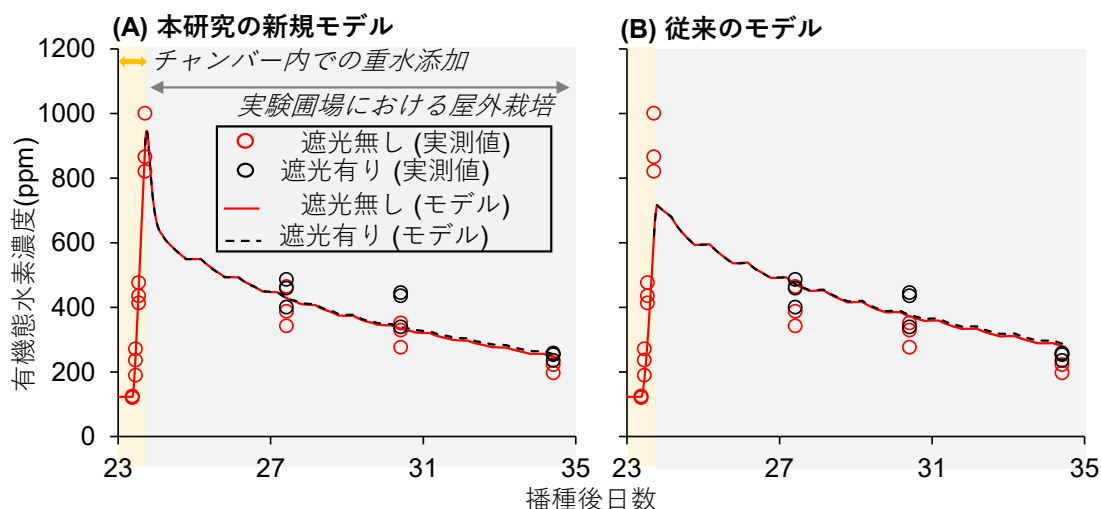


図 2. コマツナ中 OBD 濃度の数値モデルの計算結果

また、令和 5 年度に得られた植物プランクトンの OBT 生産速度データ³⁾と環境科学技術研究所における先行研究⁴⁾データを用いて、処理水放出時における福島沿岸域に生息する底生魚（ヒラメ）中

の OBT 濃度を推定する数値モデルを作成し、実際に計算を実施した結果、放出状況下におけるヒラメを摂取しても内部被ばくの影響は無視できる程度であることが示唆された⁵⁾。

V 結論

本調査で主目的とした陸・水圏一次生産者の OBT 生産速度に関する実測的データの取得は、十分に達成された。また、この実測データを用いて陸・水圏一次生産者の OBT 蓄積過程を数値モデルにより再現することが可能となった。これらの成果は、処理水に由来するトリチウムの環境動態や被ばく線量の具体的予測、ひいては同処理水に関連した風評被害の抑止に貢献することが期待される。

引用文献

- 1) Eyrolle F, Ducros L, Le Dizès S, Beaugelin-Seiller S, et al. An updated review on tritium in the environment, *J. Environ. Radioact.*, 2018; 181, 128-137.
- 2) IAEA. Transfer of tritium in the environment after accidental releases from nuclear facilities, IAEA-TECDOC-1738, 2014.
- 3) Satoh, Y., Omori, Y. 2023. Evaluating production rates of particulate organic hydrogen by marine phytoplankton for estimating phytoplanktonic productivity of organically bound tritium. *Water Research*, 242, 120592.
- 4) Tani, T., Ishikawa, Y. 2023. A deuterium tracer experiment for simulating accumulation and elimination of organically bound tritium in an edible flatfish, olive flounder. *Science of the Total Environment*, 903, 166792.
- 5) Satoh, Y, Tani, T. 2024. Estimation of accumulation potential for tritium in olive flounder on exposure of treated water derived from Fukushima Daiichi Nuclear Power Station: Tritium transfer from seawater and food chain into organically bound tritium in the targeted fish. *Environmental Research*, 257, 119278.