

放射線の健康影響に係る研究調査事業 令和5年度研究報告書

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5年度研究期間	令和5年4月1日～令和6年2月29日
研究期間	令和4年度 ～ 令和6年度 (2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	<p>研究背景</p> <p>2011年に発生した福島原発事故への対応に伴って同原発の敷地内に高濃度のトリチウム (^3H, tritium: T) 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ていた。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、実際に同年8月より放出を開始した。この放出に際しては、1500 Bq/L以下のT濃度とした上で放出する計画となっているが、このT濃度はWHOが飲料水について定めた基準(10000 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更に速やかに希釈されることが想定され、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T濃度であった。このように、処理水の海洋放出に関しては環境や人への影響に対して十分な配慮がなされている。一方、処理水中のTは主にトリチウム水(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って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)}。加えて、トリチウムによる内部被ばくの影響を考える場合、OBTはHTOの化学形態に比べて体内の滞留時間が長いために影響度合いが大きい^{1,2)}。これらのことを勘案すると、処理水の放出に関して十分な安心感を担保するためには、HTOのみならずOBTの環境動態も把握しておくことが望ましい。本研究では海水中および海霧等により沿岸陸域へ移行した処理水中のHTOが、それらの領域に生息する一次生産者の光合成によってOBTに変化することを想定し、一次生産者によるOBT生産速度を評価することとした。</p>
II	<p>目的</p> <p>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の一次生産者を対象としてOBT生産速度の取得を目的とした。その中で、研究計画2年目の令和5年度は3種類の陸上植物(クロマツ苗木、イネ及びコマツナ)についてOBT生産速度を実験的に評価した。</p>

III 研究方法

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って、光合成生産される OBT の生産状況を評価した。令和 5 年度はクロマツ苗木、イネ及びコマツナについて気象チャンパー内で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、重水添加実験後、屋外において対象植物の栽培を継続して植物体内の D 濃度の減少過程を追跡した。

IV 研究結果、考察及び今後の研究方針

結果と考察

各種植物における重水添加実験の結果を図 1～3 に示す。全ての実験において重水添加によって土壌水及び葉中自由水中の D 濃度は天然水準 (約 150 ppm) の数倍から数十倍まで増加した。これに伴って葉中 OBD 濃度も増加したが、その増加度合いは前者の 2 つに比べて顕著に小さいものであった。これは、添加した重水中の D が、土壌水⇒葉中自由水⇒葉中 OBD、という順番で移行することや、土壌水から葉中自由水への移行速度に比べて葉中自由水から葉中 OBD への移行速度 (つまり光合成速度) が遅いことが要因として挙げられる。チャンパー内の重水添加実験の期間中に葉中自由水から葉中 OBD への D の移行率を求めると各植物で数%程度であった。これは、土壌の HTO の数%程度が一日の光合成で植物中 OBT へ移行する可能性を示唆する。

チャンパー実験後、屋外で栽培を継続したところ、各植物において時間経過と共に葉中 OBD 濃度は概ね天然水準となった。これは降水や大気水蒸気等に由来する天然の環境水によって OBD が希釈された結果である。この希釈過程データは、チャンパー内で得られたデータと合わせて、今後、植物中の OBD 動態を解析する上で重要なデータとなる。具体的には、チャンパー内実験で得られた光合成過程における生産速度データに加えて、希釈過程で得られた代謝等による生理学的速度データを合わせることで、OBT 生産速度のモデル化に用いる予定である。

今後 (令和 6 年度) の方針

今年度の重水添加実験によって得られたデータを基に、陸上植物における OBT 生産モデルの作成を試みる。また、残りの植物種 (牧草及び海藻類) についても重水添加実験を実施する。加えて、令和 4 年度に得られたデータを踏まえて水圏における OBT 生産モデルの作成にも着手する。

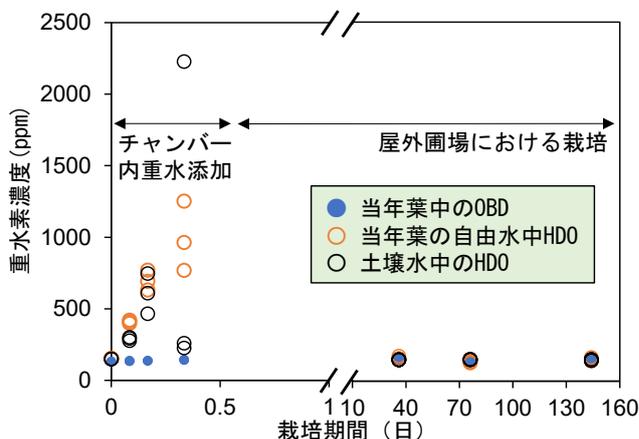


図 1 クロマツ苗木中の D 濃度の変化

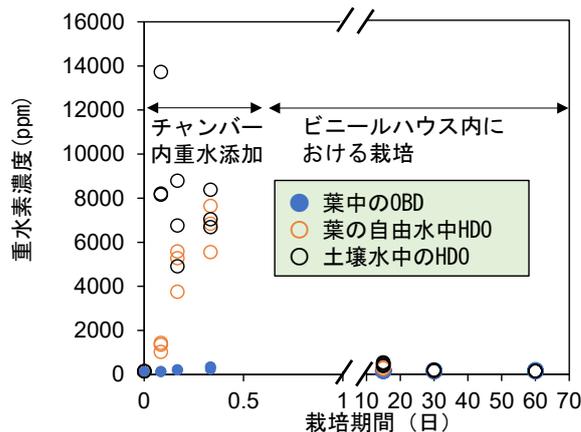


図 2 イネ中の D 濃度の変化

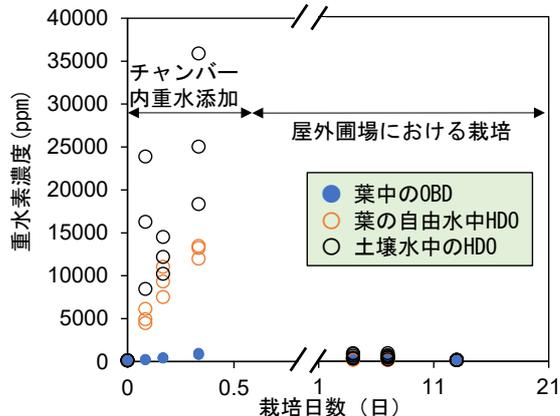


図 3 コマツナ中の D 濃度の変化

V 結論

令和5年度当初の計画に予定されていたように、重水添加実験により各種陸上植物の OBT 生産速度の推定に資するデータを取得出来た。

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.