

1.3 陸圏における放射性物質蓄積評価に関する調査研究

Transfer and Accumulation of Tritium and Radiocarbon in Terrestrial Ecosystems

谷 享, 永井 勝, 藤井 正典, 多胡 靖宏, 久松 俊一
環境影響研究部

Takashi TANI, Masaru NAGAI, Masanori FUJII, Yuichi TAKAKU, Shun'ichi HISAMATSU
Department of Radioecology

Abstract

The operation of the spent nuclear fuel reprocessing plant in Rokkasho, Japan, is accompanied by the discharge of a small amount of tritium (T) and ^{14}C mainly in the form of HTO and $^{14}\text{CO}_2$. In terrestrial ecosystems around the reprocessing plant, both radionuclides are incorporated into organic compounds in plants mainly due to photosynthesis, followed by their supply to soil such as via dead leaves and roots. This raises the concern about accumulation of those radionuclides in soil, because soil organic matter is recognized as the largest carbon pool in terrestrial ecosystems. In order to predict the accumulation of those radionuclides in terrestrial ecosystems, simulation models to describe the dynamics of ^3H and ^{14}C in organic matter and HTO concentration in soil and plant are required. We selected a meadow and a forest of Japanese black pine (*Pinus thunbergii*), which are common around the reprocessing plant, as our target. To construct those models, we are measuring many parameters, which will be used in the models, through field observations and laboratory experiments.

In FY 2015, a 50 × 50 m quadrat in a black pine forest was established ~5 km east of the reprocessing plant. In FY 2016, root-ingrowth cores and dendrometers were installed in the forest to determine the growth rates of fine roots and trunk, respectively. Fallout rates of above-ground litter were also measured monthly from July 2015, for obtaining input rate of dead plant matter to the forest floor. Temporal changes in water equivalent of snow were observed, and soil properties affecting water percolation were determined in the forest and also in an experimental meadow described next.

We established an experimental meadow in FY 2015 on the grounds of our institute. For determining the parameters of the photosynthetic model, the growth data of leaves, stems, and roots of grasses germinated in autumn of 2015 were obtained from April to November 2016. In grass plants, carbohydrates accumulated in the stem base are redistributed to newly produced leaves and stems after harvesting. To determine the contribution of carbohydrate reserves to newly produced leaves and stems, part of which are supplied to soil as dead plant parts at the time of harvest, the concentration of ^{13}C in newly produced leaves and stems of the second- and third-harvested grasses were determined using potted grass plants exposed to $^{13}\text{CO}_2$ -enriched air during the growth periods of the first- and second-harvested grasses, respectively. The experimental results showed that reserve carbon contributed less than 3% to total carbon in the newly produced leaves and stems at their harvest time.

1. 目的

大型再処理施設の稼働に伴い排出される放射性炭

素 (^{14}C) 及びトリチウム (^3H) の一部は、光合成により植物有機物に固定され、植物体の枯死脱落及び

分解の過程を経て土壤中に長く滞留すると考えられる。そこで、本調査では大型再処理施設周辺に分布する畑地、牧草地、森林（クロマツ林）を対象として、畑地及び牧草地についてトリチウムの土壌への蓄積を予測するモデルを、クロマツ林では ^{14}C とトリチウムの土壌への蓄積を予測するモデルを作成し、環境への蓄積を評価することを目的とする。

平成 28 年度は牧草地におけるトリチウム蓄積調査及びクロマツ林における放射性炭素・トリチウム蓄積調査を行った。牧草地では、牧草が吸収する土壌水中のトリチウム濃度を推定するモデルの作成に必要なデータを取得するための土壌水下方浸透量調査、並びに牧草各部位の有機結合型トリチウム(OBT)の濃度を推定するモデル(牧草のトリチウム代謝モデル)の作成に必要な牧草の生長データ及びトリチウム代謝データの取得を行った。クロマツ林では、牧草地と同様に土壌水下方浸透量調査を行うとともに、樹木による有機物生成速度を推定するための有機物生成量調査、樹木の地上部から地表への有機物供給量を求めるためのリター供給量調査、及び地表でのリターの分解パラメータを求めるためのリター分解調査を行った。

本報告では、牧草のトリチウム代謝データの取得についての成果を主に記す。

2. 方法

2.1 牧草地におけるトリチウム蓄積調査

土壌水下方浸透量調査では、土壌水の下方向浸透パラメータを取得するための土性分析及び冬季の土壌への水分供給量を推定するための積雪相当水量データの取得を、1年草が生育する牧草地で行った。牧草の生長データ取得では、定期的な刈取りによる1年草の現存量の推移データを取得した。牧草のトリチウム代謝データの取得では、茎葉基部(地表から5 cm以下の茎葉及び地下の球茎)に貯蔵された有機物の挙動を明らかにするために、ポット栽培した牧草の1、2、3番草を ^{13}C により標識し、1、2番草地上部刈取り後の茎葉基部に貯蔵された ^{13}C の挙動を2、3番草再生時に調査した。なお、標識3番草刈取り後の ^{13}C のデータは平成29年の1番草を用いて取得

する。

2.2 クロマツ林における放射性炭素・トリチウム蓄積調査

土壌水下方浸透量調査では、林外での気象観測並びに林内での土壌試料採取及び積雪相当水量の測定を行った。有機物生成量調査ではクロマツ当年葉の生長を平成27年度より継続して測定するとともに、細根の生産量データ取得用のイングロースコア及び幹周囲長の経時変化データ取得用のデンドロメータを設置した。リター供給量調査ではリタートラップ法により葉及び枝リターの供給量を月別に測定し、リター分解調査では ^{13}C 標識クロマツ葉を入れたリターバッグを地表に設置した。

3. 成果の概要

3.1 牧草地におけるトリチウム蓄積調査

土壌水下方浸透量調査では、牧草地土壌の最大容水量及び永久しおれ点での体積含水率、並びに積雪相当水量の経時変化を求めた。生長データ取得では、平成27年度に造成した牧草地に生育する1年草の収量が文献値と同等であることを明らかにした。牧草のトリチウム代謝データの取得では、 ^{13}C を貯蔵させた1、2番草の刈取り後、2、3番草として再生した茎葉並びに茎葉基部及び根の ^{13}C 濃度の経時変化データを取得した(Fig. 1、2)。再生した茎葉の ^{13}C 濃度は2番草刈取り日(Fig. 1の30日)及び3番草刈取り日(Fig. 2の58日)にはバックグラウンドレベル(Fig. 1及び2の破線)近くまで減少し、2、3番草刈取り日の再生した茎葉における1、2番草時に貯蔵された炭素の寄与率はそれぞれ1.8%及び2.6%と推定された。今後、平成29年の1番草で取得する実験データも合わせて、牧草地土壌へのOBTの蓄積評価において貯蔵有機物の茎葉再生への寄与を考慮する必要があるかを明らかにする。

3.2 クロマツ林における放射性炭素・トリチウム蓄積調査

土壌水下方浸透量調査では、クロマツ林土壌の最大容水量及び永久しおれ点での体積含水率、並びに積雪相当水量の経時変化を求めた。有機物生成量調査では、クロマツ当年葉の乾燥重量が平成27年9月

末以降ほぼ一定となることを明らかにした。平成 28 年度のリター供給量調査で求めた葉及び枝リターの供給速度は、台風の影響を受けた 8 月に最高値 ($5.1 \text{ g dry m}^{-2} \text{ d}^{-1}$) となった。リター分解調査では、クロマツ苗木への $^{13}\text{CO}_2$ ばく露により作成した ^{13}C 標識

クロマツ葉をリターバッグに入れ、クロマツ林内の地表に設置した。今後リターバッグを平成 31 年度まで定期的に回収することでリターの分解パラメータを求める。

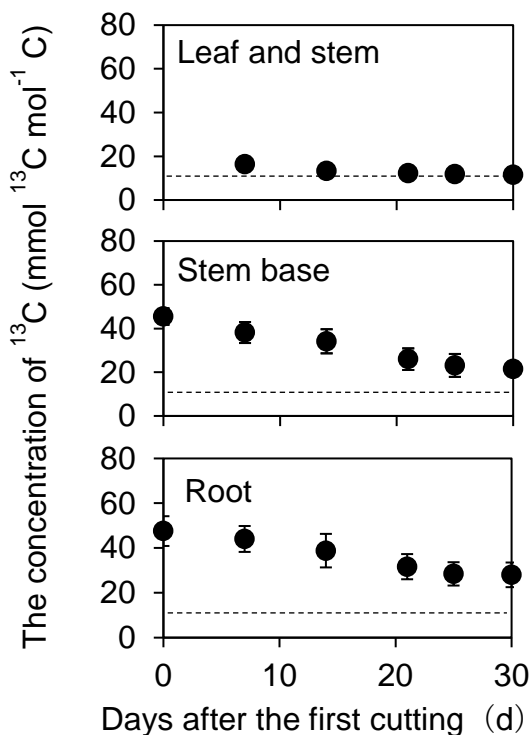


Fig. 1 The concentrations of ^{13}C in leaf and stem cut at 5 cm above ground level, stem base, and root after the first cutting of grass plants exposed to $^{13}\text{CO}_2$ -enriched air during the growth of first grass.

Vertical bars indicate standard deviation of six samples. Dashed lines show the background concentration of ^{13}C ($10.8 \text{ mmol } ^{13}\text{C mol}^{-1} \text{C}$).

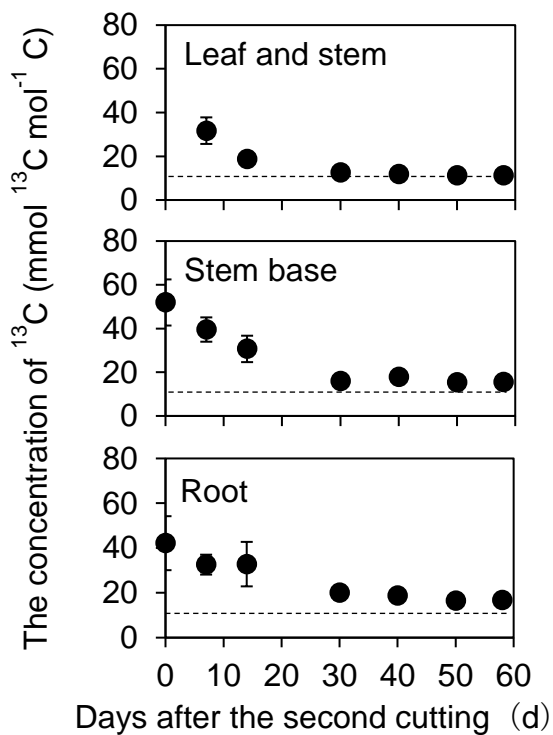


Fig. 2 The concentrations of ^{13}C in leaf and stem cut at 5 cm above ground level, stem base, and root after the first cutting of grass plants exposed to $^{13}\text{CO}_2$ -enriched air during the growth of second grass.

Vertical bars indicate standard deviation of six samples. Dashed lines show the background concentration of ^{13}C ($10.8 \text{ mmol } ^{13}\text{C mol}^{-1} \text{C}$).