



## 落葉が土壤有機物に変化する過程を 「固体<sup>13</sup>C核磁気共鳴法」により解明

### ポイント

- 森林土壌への炭素供給量を知り温暖化対策研究に役立てる
- 落葉や土壌をそのままの状態で行分析
- 落葉の分解にともなう有機物の質と量の変化を同時に解明

### 概要

森林総合研究所は独立行政法人農業環境技術研究所と共同で、落ち葉や土などの有機物組成をそのままの状態で行分析することができる「固体<sup>13</sup>C核磁気共鳴法」（以下、固体<sup>13</sup>C NMR法と表記）を用いて、世界で初めて落葉が土壤有機物へ変化する様子を明らかにしました。落葉中の有機物成分の分解速度を基に林床の有機物集積量を推定した結果、10年間で1ヘクタールあたり総計4トンの炭素が林床に蓄積されることが明らかになりました。この手法により、森林への炭素蓄積のメカニズムが明らかになり、地球温暖化対策研究の進展に貢献することが期待されます。

### 研究の背景

森林土壌は巨大な炭素貯蔵庫で、落葉などが土壌に貯まっている炭素の起源です。落葉はどのように分解し土壤有機物へと変化していくのでしょうか。従来は化学薬品で落葉や土壌中の有機物を抽出し組成を調べていました。しかし落葉と土壌では抽出方法が異なり、落葉から土壤有機物への変化を統一的に評価できませんでした。そこで、固体<sup>13</sup>C NMR法を用いて、薬品処理で有機物を壊さずに、落葉が土壤有機物に変化していく過程を調べました。

### 研究の内容及び成果

北関東の天然林でブナとミズナラの落葉が分解する過程を3年間調べました。落葉には炭素の結合から区分されるO-アルキル、芳香族、脂肪族、カルボニルの4グループの有機物が含まれます。ブナとミズナラの落葉はいずれもO-アルキルグループが主成分でした（図1）。O-ア

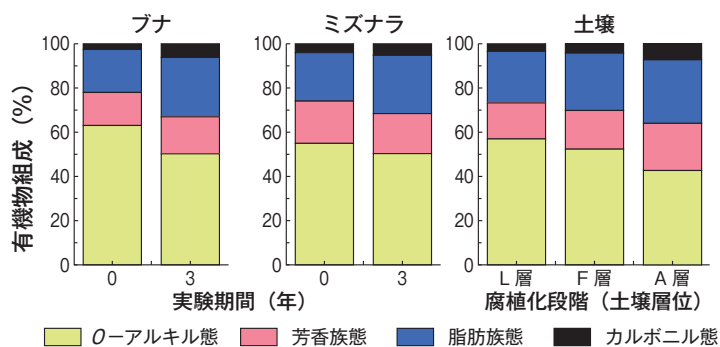


図1 試験開始時(0年)、試験終了時(3年)および森林土壌の有機物組成  
試験開始時の新鮮落葉はブナとミズナラで有機物組成が異なりましたが、3年後には両樹種の組成は等しくなり、土壌の有機物組成に近づきました。

ルキルグループは分解速度が最も大きく、ついで芳香族、脂肪族、カルボニルグループの順に分解速度が小さくなりました（図2）。また、ブナの落葉はミズナラに比べてO-アルキルグループを多く含んでいます。O-アルキルグループの分解速度はブナの方が大きいので、両樹種の有機物組成は3年後にはほぼ等しくなり、土壌有機物組成に近づくことが分かりました（図1）。これらの有機物成分ごとの分解速度をもとに毎年林床に貯まる落葉の量を計算したところ、実際の森林の落葉層の量とほぼ一致し、この方法の信頼性が確認できました（図3）。

## 成果の意義と活用方法

従来、森林土壌における炭素動態は概念的な炭素動態モデルによって推測されていましたが、このように実測データから森林土壌における炭素動態を明らかにすることで、地球温暖化対策研究の進展に寄与することが期待できます。

## 用語解説

### 1) 固体<sup>13</sup>C 核磁気共鳴法 (固体<sup>13</sup>C NMR法)

安定同位体炭素 (<sup>13</sup>C) の原子核は回転しています。これを「核スピン」といいます。この「核スピン」によって<sup>13</sup>Cはごく微弱な磁石のような性質を示します。電磁波を照射すると核スピンは反転したり元に戻ったりする共鳴現象を起こします。この際の電磁波（エネルギー）の吸収・放出量から、分子構造を推測し、有機物の構造変化を捉えます。

### 2) 落葉を構成する有機物

**O-アルキル態炭素**：主に植物体内のセルロースやヘミセルロースなどを構成する炭素。

**芳香族態炭素**：リグニンやタンニン中に存在するベンゼン環を構成する炭素。

**脂肪族態炭素**：細胞膜の脂質や植物色素、樹脂を構成する直鎖状炭素。

**カルボニル態炭素**：カルボニル基 (>C=O) に由来する炭素。有機物の分解に伴う酸化反応によって生成される。

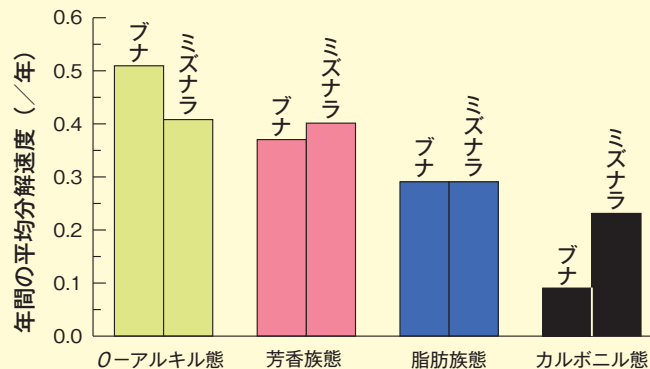


図2 ブナとミズナラの落葉中の有機物のタイプ別分解速度  
分解速度は、有機物のタイプや樹種間で異なります。

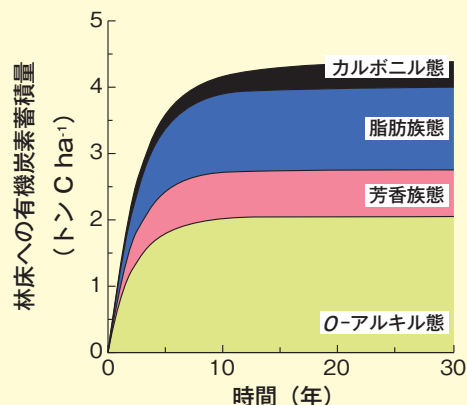


図3 ブナ・ミズナラ林林床における有機物タイプごとの集積量の予測

10年で林床に1ヘクタールあたり4トンの有機炭素が蓄積することを明らかにしました。これは実際の森林において調査した林床の有機炭素量と同じでした。