

窒素・炭素循環連結モデルによる土中の有機物分解の検討 Decomposition of Organic Matter in a Soil based on a Coupled Nitrogen–Carbon Cycling Model

三木真隆・取出伸夫

三重大学大学院生物資源学研究科

要旨

植物遺体の分解実験(広瀬 1973)に対して窒素・炭素循環モデルを適用し、一次分解定数や腐植の生成割合を決定し、有機物分解過程の窒素と炭素の形態を検討した。C/N 比が大きい植物遺体ほど、分解定数が小さい。C/N 比が 20 以上の植物遺体では、分解初期において土から無機化された無機態窒素の有機化が生じた。さらに分解が進行すると、CO₂の発生により C/N 比は 20 以下に低下し、窒素の無機化が生じる有機物分解過程へと変化し、最終的に NH₄と腐植に分解された。

テーマ: 土壌物理研究の最前線 Trend in Soil Physics

キーワード: 窒素循環, 有機物分解, C/N 比, 一次分解

Key Words: Nitrogen cycle, Decomposition of organic matter, C/N ratio, First-order degradation

1. はじめに

土中では微生物による有機物分解過程で、アンモニア態窒素の有機化・無機化が生じる。有機化・無機化は分解物と生成物の C/N 比に応じて進行するため、土中の窒素循環のモデル化には、土中の有機物分解に伴う炭素循環モデルとの連結が必要である。本研究では、LEACHM の窒素・炭素循環モデル (Fig. 1) を地球科学反応プログラム PHREEQC へ移植した。そして、畑地土に添加した植物遺体の分解実験 (広瀬 1973) に対してモデルを適用して一次分解定数の求め、有機物分解過程の窒素と炭素の形態について検討した。

2. 窒素・炭素循環連結モデル

Fig.1 の 2 種類の分解プールにおいて、有機態炭素はバイオマスと腐植の炭素画分、二酸化炭素に分解される (経路 1,2,3)。この反応は一次分解であり、生成割合は一定である。バイオマスは分解プール内で再び有機物として分解される。一方、有機態窒素はバイオマスと腐植の窒素画分に利用され、分解と生成速度は、C/N 比を用いて有機態炭素の分解速度で表せる。このとき、有機物の分解による窒素の供給量と、バイオマスと

腐植の生成に必要な窒素の要求量に応じて、アンモニアの無機化と有機化が生じる (経路 7)。

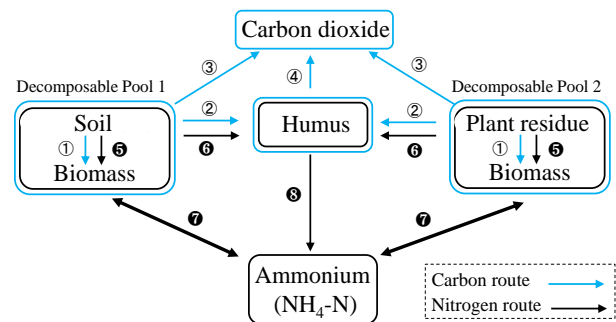


Fig.1 窒素・炭素循環連結モデル

3. 有機物分解実験

広瀬(1973)は、乾田作土層から採取した風乾土(水田土)100g に対して炭素 400mg 相当の C/N 比が異なる様々な 10 種類の植物遺体を加え、70 日間の無機態窒素量と炭酸ガス量を測定した。無機態窒素量については継時的に測定されていたが、炭酸ガスについては 70 日後の発生量しか測定されていなかった。そのため、今回は無機態窒素量の変化に対して窒素・炭素循環モデルを適用した。

まず、水田土のみの無機態窒素量から水田土

の分解定数を決定した。次に、水田土と植物遺体を2種類の分解プールと考え、無機態窒素の測定値は、水田土のみの窒素生成量と植物遺体からの生成量の和と仮定し、植物遺体の分解定数を決定した。その際、70日間で有機物は完全に分解すると仮定して、腐植の生成割合を決定し、無機態窒素量の測定値と計算値を適合させた。ただし、C/N比が小さく分解の遅い植物遺体に対しては、140日後の無機態窒素量を推定し、腐食の生成割合を決定した。

Fig.2は、各植物遺体の無機態窒素量の実測値と計算結果である。C/N比が20程度以下の植物遺体では、分解初期から無機化が進行し、無機態窒素は増加した。C/N比が小さいほど分解が速い。特にC/N比が10以下の植物遺体は、10日程度で無機化はほぼ終了した。C/N比が高いウィーピンググラスと稲わらでは、分解初期において有機化が生じ、無機態窒素は減少した。

Fig.3は、一次分解定数およびセルロース含量とC/N比の関係である。C/N比が20程度まで分解定数は大きく減少した。C/N比が高い植物遺体ほど、タンパク質、糖、デンプン含量が低く、また、セルロース、ペクチン、セミセルロースの含量が高いため、分解定数が小さくなったと考えられる。

Fig.4は、最もC/N比が大きい稲わらに対して、決定した反応定数、腐植の生成割合から求めた窒素成分の形態変化である。水田土は28日後には有機物分解が終了するのに対し、稲わらは70日後も分解が継続している。そして、70日後では、31.5%がNH₄、58.1%が腐植に変化した。14日目までの植物分解プール内の窒素量は増加している。このプール内の窒素増加量は測定した無機態窒素の減少量よりも大きい。これは、水田土の有機物分解により無機化された窒素が有機化されて取り込まれたことを示す。さらに、分解に伴うCO₂の発生によりC/N比は低下していく。15日後にはC/N比が20以下になり、窒素の無機化が生じる有機物分解過程へと変化する。

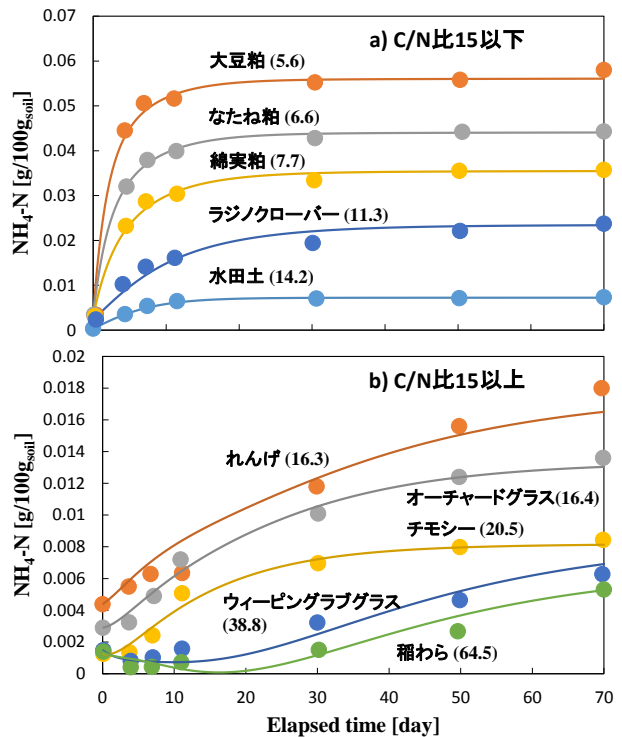


Fig.2 無機態窒素生成量

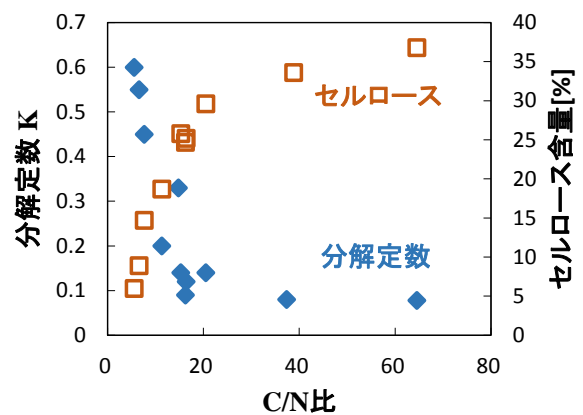


Fig.3 無機態窒素生成量

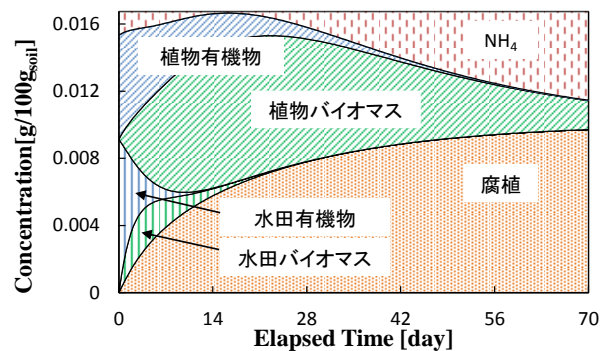


Fig.4 窒素成分の変化

引用文献

広瀬春朗, 1973, 各種植物遺体の有機態窒素の畑状態土壌における無機化について, 日本土壌肥科学雑誌 第44巻 第5号 p.157~163