

# 論文内容の要旨

論文題目 草原の森林化に伴う土壌炭素動態の変化

-ススキ草原における黒ボク土の変化を例にして-

(Change of Soil Carbon Dynamics Accompanied with  
Secondary Succession of Grassland –A Case Study on  
Andosol of a Miscanthus grassland-)

氏名 勝野 和美

生態系の炭素循環において土壌は大気の約 2 倍、植物バイオマスの約 2.6 倍の炭素を貯留しており、重要な炭素のリザーバーとして注目されている(Schimel 1995)。しかし、土壌は推定が困難な部分であり、いまだ研究の余地を残しているといえる。

また、今までの炭素循環研究は定常状態の極相生態系を調査対象にしたものが多く、植生遷移途中の変化しつつある生態系を調査した研究は少なかった。また、一次遷移においては遷移の進行とともに土壌有機物が蓄積されることが知られているが(Tezuka 1961)、土壌がはじめから存在する二次遷移において土壌炭素がどのように変化するかはまだ明らかにされていない。

また、土壌炭素動態を包括的に捉えるツールとしての炭素の安定同位体である  $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$  比を用いた研究が行われてきている。また、近年では微量分析手法である加速器質量分析法(AMS)が普及したことによって、従来手法では測定することが難しかった放射性同位体である  $^{14}\text{C}$  を用いた検討も海外では報告例が出始めている(Trumbore 1996)。この手法は前述のように日本では適用の事例がないが、このような同位体を用いた手法では採取するサンプルが少ないため、狭い調査地にも適用できるという特徴がある。このことは、日本のような広大かつ均質な調査地のないような場所における、大規模野外実験は難しいという問題を解決できるものと考えている。

## 研究の目的

本研究では二次遷移に伴う生態系炭素貯留量および土壌炭素動態の変化を明らかにするため、遷移途中にある草原と森林においてこれらを植物生態学的見地から調査し、比較した。まず、日本の草原および森林における土壌炭素動態評価への炭素同位体測定の有効性の検証を行った。植生変化は土地利用変化、植生遷移などの要因で起こるものと考えられるため、植生変化によって土壌に供給される有機物の量および質が変化し、土壌の質を変化させるのかを検討した。

本研究ではススキ草原に多くみられる黒ボク土に着目した。黒ボク土の腐植は多くの腐植酸を含み、アルミニウムと配位結合することによって安定している。その形態は特徴的なもので黒ボク土の炭素貯留システムを明らかにすることには意義がある。しかし、黒ボク土にアカマツが侵入するとアカマツリターより有機酸が供給され、配位結合を破壊することによって腐植を不安定にする。それによって腐植は分解され、黒ボク土の炭素量は減少するとされている。しかしその

分解過程はまだ明らかにされていない。

本研究では、まず、人為的に維持されてきたススキ草原の植生遷移に伴う植生変化が土壤に与える影響を明らかにすることを第一の目的とし、最終的には黒ボク土の分解に関する仮説を同位体の観点から検証し、土壤炭素減少のメカニズムを明らかにすることを目的とした。

### 3. 分析・解析手法

調査地は筑波大学菅平高原実験センター(36°31'N, 138°21'E, 標高 1,320m, 年平均気温 6.5°C, 年降水量 1,102mm 冷温帯, 長野県)内のススキ草原、アカマツ林の土壤を使用した。

まず、土壤調査を行い、土壤サンプルを採取、炭素量の測定を行った。土壤サンプルの  $\delta^{13}\text{C}$  値を測定し C4 植物であるススキ起源炭素量の推定を行った。 $\Delta^{14}\text{C}$  値を測定し土壤炭素の平均滞留時間の推定を行った。1980 年代に同じ調査地で採取された土壤の  $\Delta^{14}\text{C}$  値を測定した。Trumbore(1993)モデルを適用して平均滞留時間スケールごとの土壤炭素の割合を推定した。国際標準土壤分画法(IHSS 法)によって、腐植成分を抽出、 $\Delta^{14}\text{C}$  値を測定し、比較した。

### 4. 結果

- $\delta^{13}\text{C}$  値は、C3 植物と C4 植物の中間の値を示し、両サイトで C4 植物(ススキ)の影響を受けており、それらに大きな違いがなかった。土壤炭素の平均滞留時間(MRT)は、A 層上部で長かった。
- MRT スケールごとの土壤炭素の割合は、ススキ草原では深さとともに 100 年の成分から 10000 年の成分がメインに変化するのに対し、アカマツ林では中層において 10 年の成分が多く、100 年の成分がなくなることがわかった。腐植成分の  $\Delta^{14}\text{C}$  値はヒューミンと腐植酸ではほぼ同じ傾向を示した。フルボ酸では、アカマツ林でよりヒューミン、腐植酸に近い傾向を示した。

### 5. 議論

MRT が長くなった理由には、「MRT が短い成分が減少した」「MRT が長い成分が増加した」の 2 つの場合が考えられる。ただし、以下の理由から後者は考えにくい。すなわち、 $\delta^{13}\text{C}$  値より、アカマツ(C3 植物)による土壤炭素の増加は極めて少ないと考えられる。また、土壤炭素量が植生変化により激減していることから、「MRT が長い成分が増加した」は考えにくい。このことから、植生変化に伴って MRT が短い部分が減少し、土壤炭素量が減少したものと考えられる。

ススキ草原は管理され続けており土壤が定常状態にあるのに対してアカマツ林は管理放棄されたことによる植生遷移とそれに伴う土壤有機物の形態変化が現在も続いており、土壤有機物が不安定になり、土壤有機物貯留量が減少していると考えられる。

特に活性アルミニウムなどと結合した土壤有機物中の腐植酸が減少し、フルボ酸になることによって土壤有機物が不安定になって、有機物組成が変化しているものと考えられる。

### 6. 結論

全炭素および腐植酸が分解されることが同位体比測定を通して明らかになった。ススキ草原の黒ボク土はアカマツの侵入によって腐植が不安定化し、土壤炭素量が減少する。植生の遷移条件下での黒ボク土の土壤有機物形態ごとの滞留時間を測定した。ススキ草原の森林化に伴って腐植酸が不安定化してフルボ酸のかたちで溶脱するという仮説に整合的であった。植生変化によって土壤炭素貯留に量的および質的变化が引き起こされる。