

論文審査の結果の要旨

氏名 勝野 和美

本論文は、本論文は、ススキ草原の黒ボク土に蓄積された土壤有機物が、アカマツ林への二次遷移に伴って減少するメカニズムを、土壤炭素の同位体比測定によって明らかにしたものであり、6章からなっている。第2章から第5章までは、松崎浩之、田村憲司、宮入陽介、大澤雅彦、福田健二らとの共同研究であるが、研究計画、データ収集、解析において申請者が中心的な役割を果たしており、申請者の寄与は十分であると判断した。

第1章においては、まず、陸域生物圏における炭素蓄積として大きな役割を果たしている土壤有機物の動態について、特に草原が森林へと遷移することに伴う土壤有機物の蓄積量の変化に関する既往研究を整理し、本研究の背景と目的を述べた。日本は温暖多雨な気候条件により、国土のほぼ全域において極相は森林であるが、刈り取りや火入れなどの管理によってススキ (*Miscanthus sinensis*) などが優占する草原として長期間維持されてきた土地が、全国各地に存在する。しかし、戦後の高度成長に伴う生活様式の変化や農林業の衰退、山村の過疎化などに伴って、これらのススキ草原がアカマツ林などの森林へと遷移している例がしばしば見られるようになった。このような土地利用変化に伴う土壤有機物動態の変化については、さまざまな異なった報告がなされている。特に火山灰を母材とするススキ草原の黒ボク土は、土壤有機物を多量に蓄積していることが知られているが、アカマツ林への二次遷移に伴って、蓄積されていた土壤有機物が減少する例が報告されている。このような土壤有機物の蓄積量の減少のメカニズムを明らかにすることを本研究の目的とした。

第2章においては、調査地として選定した、長野県上田市に位置する筑波大学附属菅平高原実験センター内のススキ草原およびアカマツ林の概要を記述した。調査地は、標高 1320m で冷温帯に属し、極相はブナ林である。菅平高原実験センター内には、それぞれ約 5ha のススキ草原とアカマツ林が隣接して存在している。このススキ草原とアカマツ林は、1960年代までは一つのススキ草原として同様に刈り取りなどの人為管理が行われていたが、1971年から植生遷移の実験地として、東半分のみ管理を中止して二次遷移を進行させ、西半分は毎年10月に刈り取りを行ってススキ草原として維持してきたものである。現在、東半分はアカマツが優占する森林へと遷移している。

第3章においては、この調査地のススキ草原およびアカマツ林の土壤炭素貯留量を土壤断面調査とサンプルの炭素含有率の測定によって明らかにした。いずれも土壤型はFAOの土壤分類においてMelanic Andosolに分類される黒ボク土で、ススキ草原のA層の厚さは60cm、アカマツ林では40cmであった。各層位の土壤炭素蓄積量の測定の結果、Ah₁層の炭素蓄積はススキ草原の10.7 kgC・m² からアカマツ林の4.4 kgC・m² へと減少し、深さ1mまでの土壤全体では53.1 kgC・m² から28.2 kgC・m² へと大幅に減少していることが示された。

第4章においては、炭素同位体を用いた土壤炭素動態の推定を行った。まず、安定同位体である¹³Cの同位体比($\delta^{13}\text{C}$)を各土壤層位について測定し、土壤炭素として蓄積している有機物の

由来を検討した。光合成時の同位体分別の程度の差異によって、ススキなどの C4 植物由来の炭素は、アカマツなどの C3 植物由来の炭素に比べて $\delta^{13}\text{C}$ が高くなる。調査地の土壤炭素の $\delta^{13}\text{C}$ は、ススキ草原で -23 ‰ ~ -18 ‰、アカマツ林では -31 ~ -26 ‰であった、この結果は、いずれの土壤でもススキ由来の土壤有機物が大きな割合を占めていることを示唆した。

次に、放射性同位体である ^{14}C の同位体比 ($\Delta^{14}\text{C}$) を各層位について測定した。植物およびその遺体や腐植の $\Delta^{14}\text{C}$ は、植物が生存している時には大気中の CO_2 の $\Delta^{14}\text{C}$ と等しいが、枯死後は、 ^{14}C の放射性崩壊によって一定の割合で低下していく。また、過去の大気中の ^{14}C 濃度は、1960 年代に行われた核実験によって大きく上昇し、その後ふたたび低下した。この Bomb effect を利用して、 $\Delta^{14}\text{C}$ から土壤炭素の平均滞留時間を推定することができる。この Bruun のモデルを利用し、調査地の土壤炭素の平均滞留時間 (MRT) を求めた。その結果、Ah₁ 層では土壤炭素の MRT はススキ草原とアカマツ林でほぼ等しかったが、Ah₂ 層および Ah₃ 層ではススキ林に比べてアカマツ林の土壤炭素のほうが MRT が長かった。一方、より深い Ah₄ 層では、ススキ草原の土壤炭素のほうが MRT が長かった。これらの結果から、植生の二次遷移に伴って、A 層の上部~中部では、ススキ草原の土壤中に蓄積していた MRT の短い化合物が分解されて減少したこと、A 層下部では MRT の長い有機物が減少したことが推測された。

さらに、1980 年代に同じ調査地において採取された土壤試料を用いて $\Delta^{14}\text{C}$ 測定を行い、前述の試料と比較した。採取年の異なる試料を比較することで、土壤表層では比較的新しく供給されたリター由来であり、アカマツ林化に伴って土壤炭素プールの回転が早まっていることが示唆された。

第 5 章では、土壤有機物を、国際標準土壤分画法 (IHSS 法) に従い、腐植酸、フミン酸、ヒューミンに分画し、それぞれの $\Delta^{14}\text{C}$ を測定した。ススキ草原、アカマツ林ともにフルボ酸の $\Delta^{14}\text{C}$ 値は、腐植酸、ヒューミンに比べて高く、腐植酸とヒューミンの値はほぼ等しかった。フルボ酸の $\Delta^{14}\text{C}$ 値は、Ah₂、Ah₃ 層においてアカマツ林のほうがススキ草原より低かった。このことから、アカマツ林においては腐植酸、ヒューミンがフルボ酸へと分解され、不安定化していることが示唆された。

以上のように、黒ボク土上を持つススキ草原の管理放棄によって、アカマツ林への二次遷移が進行すると、土壤中の腐植の不安定化によって、土壤中の炭素蓄積量が減少することが明らかにされた。

土地利用や植生の変化に伴う生態系の炭素蓄積量および炭素動態の変化を明らかにすることは、地球温暖化をもたらす大気中 CO_2 濃度の変化と密接な関係があり、環境学における重要な課題の 1 つである。本研究は、高度経済成長以後の日本の農山村の変化の 1 つであるススキ草原の管理放棄による森林化が、黒ボク土に蓄積されていた腐植の分解をもたらすメカニズムを、炭素同位体を用いて初めて明らかにしたものである。

したがって、博士 (環境学) の学位を授与できると認める。