

(続紙 1)

| | | | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|-------|
| 京都大学 | 博士 (農 学) | 氏名 | 新井 宏受 |
| 論文題目 | Factors and mechanisms that change soil organic carbon stocks and dynamics after afforestation in a Japanese coniferous plantation (日本の針葉樹人工林における人工林設定後の土壌有機炭素量および動態に変化を及ぼす要因・メカニズム) | | |
| (論文内容の要旨) | | | |
| <p>森林生態系は陸域最大の炭素プールであり、近年増加している大気中二酸化炭素を隔離する役割が期待されている。日本においては、とりわけ、針葉樹人工林が陸域での炭素プールとして重要な位置を占めている。しかし、人工林の設定（造林）により、地上部では植物バイオマスとしての隔離が促されることは明らかであるのに対して、地下部での反応については未解明な部分が多く残っている。そこで、本論文ではスギ人工林の設定に伴う土壌中の炭素蓄積に影響を及ぼす要因・メカニズムを明らかにすることを目的とした。本論文は以下に示した5つの章で構成されている。</p> <p>第1章では、森林土壌の炭素隔離能力に関する重要性を指摘し、既往の研究における人工林設定に伴う土壌炭素蓄積量の変化パターン、及び本研究で用いた手法（安定炭素同位体・粒径分画）の概略を示した。さらに、調査地の特徴を記載した。調査地は、スギ人工林設定以前にはC₄植物であるススキの草地であったことから、安定炭素同位体分析により全土壌炭素をC₃植物及びC₄植物由来の土壌炭素プールに分離することが可能となる。さらに、隣接して存在する天然林に蓄積されている土壌炭素量を長期間保持されてきた古い土壌炭素量と仮定することで、対象スギ人工林設定でのスギ由来土壌炭素集積量の推定が可能となる。さらに、スギ人工林設定のタイミングが大気中での核実験が盛んに行われていた時期とほぼ同時期であることから、核実験由来のセシウム137を人工林設定後の物質動態の変化の指標として用いることができる、という特徴を有している。</p> <p>第2章では、ススキ草地から変換された55年生スギ人工林及び天然林において、人工林設定に伴う土壌炭素動態と蓄積量について調査した。安定炭素同位体分析及び隣接して存在する天然林に存在する土壌炭素量を基に、人工林設定後のスギ由来土壌炭素集積量を推定した。さらに、人為由来及び天然由来という生成起源の異なる放射性同位体であるセシウム137及び過剰鉛210動態を用いることで、人工林設定以前・設定時・設定後の物質動態の変化（土壌攪乱・土壌深層への炭素輸送速度）を推定した。その結果、スギ人工林の設定により土壌炭素蓄積量が増加したことが示された。また、その要因として、人工林設定時の地拵え等の大規模な施業が行われなかったことにより初期の土壌攪乱が抑制され、人工林設定前から存在していた土壌炭素の消失量が少なかったこと、さらに、人工林設定後に供給されたスギ由来有機物の分解性が低いことによりスギ由来有機物の分解が抑制され、比較的未分解な状態で集積されていること、が示唆された。</p> <p>第3章では、土壌内で炭素が結合している土壌粒子の粒径により、土壌炭素の平均滞留時間及び攪乱に対する反応性が異なることに着目し、第2章で示唆された人工林設定後の土壌炭素蓄積量を増加させる要因・メカニズムを検証するために、土壌を粒径の異なる2つの画分（粗粒・細粒）に分離して分析を行った。粗粒画分に含まれる比較的未分解で腐植化の進行していない土壌炭素量は天然林と比較して人工林で多かったが、長期間保持され続けてきた細粒画分中の土壌炭素量には林分間での差は見られなかった。この結果は第2章で示唆されたメカニズムを支持するものであり、人工</p> | | | |

林設定後の土壌炭素蓄積量を増加させるためには、古い土壌炭素量の維持及び新規供給炭素の効率的保持が重要であると結論づけられた。

第4章では、土壌表層での新規供給炭素動態を明らかにするために、土壌炭素プールにおいて比較的分解・腐植化が進行していないと考えられている土壌中の水抽出炭素に着目した。その結果、天然林では土壌に供給された新規供給炭素は速やかに分解され、順次消失しているのに対して、人工林では新規供給炭素の分解が遅い、すなわち新規供給炭素が比較的未分解な状態で集積されていることが示された。以上のことから、この様な土壌表層での分解の抑制がスギ人工林における新規供給炭素の効率的集積に寄与していることが示唆された。

第5章では、第2章から4章までの結果を総括し、スギ人工林設定に伴う土壌炭素蓄積量の変化に影響を及ぼす要因・メカニズムについての議論を行った。さらに、これらの要因・メカニズムが、近年注目が集まっている環境変化が起こった状況では、どの様な応答するのかについても議論した。

以上の様に、本研究では安定炭素同位体・放射性同位体・滞留時間の異なる炭素プールへの分離、といった手法を用いて、スギ人工林設定後の土壌炭素蓄積量に変化を及ぼす要因・メカニズムに関して詳細に検討した。本研究の結果は、人工林設定後の土壌炭素蓄積量は、異なるタイミングで機能する要因・メカニズムにより制御されていることを示しており、本研究により得られた知見から、人工林設定後の土壌炭素蓄積量を増加させるには、人工林設定時の土壌攪乱を抑制することにより既存の土壌炭素量の減少を抑えること、供給リターの分解性が低い植栽樹種を選定することが重要であることが見いだされた。

(続紙 2)

(論文審査の結果の要旨)

近年の大気中二酸化炭素濃度上昇に伴う地球温暖化への懸念から、森林土壌における炭素隔離に関しては多くの研究が行われている。しかしながら、人工林の設定に伴う土壌炭素蓄積量の変化パターンには既往の研究において多くのばらつきが存在し、その変化要因については未だ明らかとされていない部分が多く残っている。一方、日本においては、スギ人工林土壌に炭素隔離に重要な役割を果たすことが期待されている。本論文は、安定炭素同位体分析をはじめとする近年急速に進歩した手法を用い、土壌炭素の反応履歴及び時間情報を示す手法を用い、スギ人工林設定後に土壌炭素蓄積量を変化させた要因・メカニズムを詳細に把握することを試みた数少ない研究であると言える。本論文において特に評価すべき点は以下の3点である。

1)安定炭素同位体分析を用いることで、土壌炭素量のみならず過去の植生を起源とする土壌炭素量を推定し、人工林設定後の土壌炭素集積量を明らかにした。さらに、これまで注目されて来なかった大気降下物由来の放射性同位体を用いることで、人工林設定に伴う物質動態の変化を推定し、過去の物質動態の変化が現在の土壌炭素蓄積量に影響を及ぼすことを示した。

2)土壌炭素を滞留時間や攪乱に対する反応性の異なるプールに分離することで、人工林設定前から存在していた古い土壌炭素量が維持されていたこと、比較的新鮮な土壌炭素量が増加していたこと、を明らかとした。これにより、人工林設定時の攪乱の抑制及び植栽樹種由来有機物の分解性が重要であることを指摘した。

3)表層土壌から水抽出された炭素動態の違いから、天然林では供給された有機物が速やかに分解・消失されるのに対して、スギ人工林土壌では未分解の状態が集積していることが示唆された。このことから、土壌表層での有機物分解効率の違いが土壌炭素蓄積量の変化に影響を及ぼし、植栽樹種由来有機物の分解性が重要であることを改めて示した。

以上の様に、本論文は人工林設定後の土壌炭素蓄積量を変化させる生物・非生物的要因・メカニズムが異なるタイミングで影響し、それらの相互作用により人工林設定後の土壌炭素蓄積量が変化することを示したほか、管理が行き届かないことが多い現在の我が国における林業の再生を考える上で重要な示唆を与えるものであり、森林育成学、生物地球化学、土壌学及び森林利用学に寄与するところが大きい。

よって、本論文は博士（農学）の学位論文として価値あるものと認める。

なお、平成23年2月16日、論文並びにそれに関連した分野にわたり試問した結果、博士（農学）の学位を授与される学力が十分あるものと認めた。

注) Webでの即日公開を希望しない場合は、以下に公開可能とする日付を記入すること。
要旨公開可能日： 年 月 日以降