

氏名	ほ ばら さとる 保 原 達
学位(専攻分野)	博 士 (農 学)
学位記番号	農 博 第 1233 号
学位授与の日付	平成 14 年 3 月 25 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当
研究科・専攻	農学研究科森林科学専攻
学位論文題目	Biogeochemical consequences of biotic change in forest ecosystems: implications for nutrient loss (森林生態系において生物変化が生物地球化学系に与える影響: 養分流出との関連)
論文調査委員	(主 査) 教授 菊澤喜八郎 教授 小崎 隆 教授 武田博清

論 文 内 容 の 要 旨

地球環境の変動は確実に進んできており、今世紀さらにその変動は進み、様々な生物の生理や個体群動態に大きな変化が生じることが予想されている。地球環境の変動がそれら生物、ないしは生態系の諸過程に与える直接的な影響については近年研究が進んできているものの、環境変動により生じた生物変化が生態系の諸過程にどのような間接的影響を与えるかについてはこれまでほとんど検討されてきていない。本研究では、生物変化が森林地下部の生物地球化学的諸過程を通じて、森林生態系からの養分流出に与える影響について把握することを目的とした。そこで、生物変化の事例として、地球温暖化により今後影響がさらに拡大すると懸念されているマツ枯れとカワウの個体群増加について取り上げ、これらの生物変化が森林地下部の生物地球化学的諸過程にどのような影響を与え、さらにそれが森林からの養分流出にどのような変化をもたらすのかについて検討した。

まずはじめに、小規模な(流域の1/4ほどを占める)マツ枯れの発生後、渓流水中の硝酸濃度が年々上昇し続けている森林流域において、その小規模な生物変化によって硝酸流出が発生する機構を明らかにする目的で、マツ枯れ区域、非攪乱区域における土壤中の生物地球化学的諸特性と各区域から溪流までの水文過程について検討した。その結果、マツ枯れ区域では流出しやすい窒素形態である硝酸が活発に生成され、それにより非攪乱区域よりも土壤溶液中の硝酸濃度が高く、より大量に硝酸を地下水へ供給していることが明らかとなった。また、この調査流域では土壤層が厚く、地下水が非攪乱区域の根圏の数メートル下に存在したため、マツ枯れ区域から地下水へ供給された硝酸が、健全木によりあまり吸収されずに渓流水における硝酸濃度の長期的上昇に直接影響したものと考えられた。そのため、たとえ流域の一部の攪乱であっても、その立地の水文・地形的な要因によって、地下部の生物地球化学的過程を通じて慢性的な養分流出が発生しうると考えられた。

次に、カワウが増加し、カワウにより窒素やリンといった養分が水域から運ばれるようになった森林において、このカワウの増加という生物変化がそれら養分の循環と森林からの流出に与える影響について調査をおこなった。まず、コロニー形成などによりカワウの糞による大量の窒素やリンの流入がみられた森林、および過去にそうした糞の流入がみられていた森林において、植物体や土壤で高い窒素・リン濃度がみとめられた。窒素安定同位体比の解析の結果、これらの濃度上昇はカワウの糞によって森林へ流入した窒素やリンに起因することが明らかになり、樹木や土壤はこうして水域から運ばれた養分を森林生態系に保持する役割を果たしていると考えられた。また、土壤中の硝酸生成や土壤溶液中の窒素及びリン濃度を調査した結果、それらはやはりカワウの糞の多い場所や過去にカワウのコロニーとなっていた森林において高く、森林生態系へもたらされた窒素やリンのうち、系に保持されない余剰分が土壤中の生物地球化学的過程を通して、長期的に系から流出し続ける可能性が示唆された。さらに、森林の地下部では窒素よりもリンの方がより強く土壤に吸着されるという地化学的作用がはたらくため、カワウによって森林生態系にもたらされるリンは窒素よりも系に保持されやすくなることが明らかになった。そのため、カワウによる窒素・リンの森林への運搬は、森林の窒素/リン比を下げ、水域の窒素/リン比を上げることが示唆された。

このように、本研究では二つの生物変化の事例を基に、森林生態系における生物変化がその生物地球化学的過程に影響を与え、それを通じて森林からの養分流出に影響を与えること、またそうした影響が長期間に亘ることを明らかにした。そして特に、水文・地形・地化学的な立地環境の特徴が、その流出の量的、質的、そして時間的側面に強く反映されることを示した。これらのことから、地球環境変化が生態系へ与える影響の解明が急務とされる今日、その直接的な影響のみならず、生態学的な間接的影響に対しても注意を向ける必要があると考えられた。

論文審査の結果の要旨

地球環境変化にともなう、森林生態系の骨格生物である樹木の成長を律速する重要な要素である、窒素、リンなどの元素の供給、吸収、流出などの諸過程が変化し、森林生態系の物質循環が変化することが予想されている。この研究は、地球変化の影響を予測するための基礎研究として、現在実際に生じている生物変化事例に着目し、生物変化が森林地下部の生物地球化学的過程の変化を通じて森林生態系の物質循環に与える影響を把握することを目的とした。具体的な事例としてマツ枯れとカワウ個体群の急増という二つの生物変化の事例を取り上げ、それらの生物変化が生物地球化学的諸過程を通じて養分流出にどのような影響を与えるかについて検討したものであり、評価できる点は次のとおりである。

1 マツ枯れの発生後、渓流水中への硝酸流出が発生する機構を明らかにする目的で、マツ枯れ区域、非攪乱区域における土壤中の生物地球化学的諸過程と各区域から溪流までの水文過程について検討した。その結果、マツ枯れ区域では流出しやすい窒素形態である硝酸が活発に生成され、それにより土壤溶液中の硝酸濃度は非攪乱区域よりも高く、非攪乱地よりも大量に硝酸を地下水へ供給していることが明らかとなった。また本流域では土壤層が厚く、地下水が非攪乱区域の根圏よりも数メートル下に存在したため、健全木による硝酸の吸収が少なく、マツ枯れ区域から地下水へ供給された硝酸がそのまま渓流水中の硝酸濃度の長期的上昇に影響しているものと考えられた。そのため、たとえ流域の一部を占める小規模の攪乱であっても、立地に特異的な水文・地形的な要因さえ整えば、地下部の生物地球化学的過程を通じて慢性的な硝酸流出が発生しうることが示された。

2 カワウの急増と森林でのコロニー形成により窒素やリンが水域からもたらされるようになった森林において、それらの養分が森林生態系でどのように循環し、その森林からの養分流出にどのような影響を与えているかについて検討した。まず、森林生態系内の植物体や土壤などにおいて、カワウコロニーが形成されている林分および過去にコロニーがみとめられた林分で高い窒素・リン濃度がみとめられ、窒素安定同位体比の変動から、それらの濃度上昇はカワウにより水域から運ばれた窒素やリンに由来するものであることが明らかになった。また、土壤中の硝酸生成や土壤溶液中の窒素及びリン濃度を調査した結果、それらはやはりカワウコロニーが形成されている林分および過去にコロニーとなっていた林分において高く、森林生態系へもたらされた養分のうち系に保持されない余剰分が、長期的に流出し続ける可能性が示唆された。さらに土壤中では窒素よりもリンの保持力が強いいため、森林生態系にもたらされる窒素よりもリンの方が生態系に保持されやすいことが明らかになった。そのため、カワウによる窒素・リンの森林への運搬は、収支的に水域の窒素／リン比を上げる効果を高めうることが示唆された。

このように、本研究は具体的な事例の解析により、森林生態系における生物変化が生物地球化学的諸過程の変化を通じて養分流出を引き起こすこと、またそうした影響が長期間に亘ることを実証したものであり、現在進行中の地球変化にともなう森林生態系の物質循環過程の変化予測に貢献するものであり、森林生態学、森林生物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14年1月17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。