

森林土壌中のリンの形態とホスファターゼ活性

國頭 恭 (信州大学理学部)・戸田任重 (信州大学理学部)

土壌中の炭素循環は、窒素循環と密接な関係を持っていることが知られている。そのため、森林生態系への大気降下物由来の窒素流入により、森林土壌中炭素循環が大きく影響を受ける可能性がある。窒素流入が森林土壌中の炭素貯留量に与える影響としては、正反対の二つの考え方がある。一つ目は、多くの陸域生態系では窒素制限により有機物分解が抑制されているため、窒素流入により有機物分解が促進されるというものである。さらに、大気中 CO_2 濃度が上昇することで植物の光合成が活発化し、土壌中で微生物が利用できる炭素量は増加するが、それに伴い相対的に窒素が欠乏し、有機物分解が抑制される可能性があり、この点でも窒素流入は有機物分解の促進に重要な働きを示す可能性がある。二つ目は、窒素流入による微生物のリグニン・腐植物質分解酵素生産の抑制、土壌有機物の難分解化、あるいは他の必須元素とのバランスの攪乱により、微生物による有機物分解の効率が低下するというものである。

これまでに我々が、森林植生下の黒ぼく土を対象に、窒素流入が土壌中炭素循環に与える影響について室内培養実験を実施したところ、植物リター分解過程において、窒素添加により、増殖速度の大きい微生物が優占してリンを利用するため、植物リターや腐植の分解を律速するポリフェノールオキシダーゼを生産する微生物では、リン制限が顕在化することが示唆された(Kunito et al., 2009)。また大部分の日本の森林土壌は酸性であるため、もともとリンの生物利用性は低いことが予想される。しかしながら、日本の森林土壌のリンの存在形態や微生物のリン制限に関する研究は皆無である。土壌微生物の制限因子の研究は、有機物分解、すなわち炭素の代謝回転速度を規定する因子を解明することにつながり、森林生態系の炭素循環を理解するうえでも重要である。そこで本研究では、長野県内の森林土壌を対象に、リンの存在形態を調査すると同時に、ホスファターゼ活性を測定することで微生物のリン制限の可能性を検討した。

長野県下各地の森林(標高 980 m~2050 m)から A 層土壌試料を計 20 点採取し、実験に供した。その内訳は、普通褐色森林土 10、アロフェン黒ぼく土 3、非アロフェン黒ぼく土 7 である。またポドゾル性土の H 層からも 1 点採取した。土壌中リンの形態は、Hedley の逐次抽出法を改変した方法により分析した。この方法では、土壌からリンを蒸留水、0.5 M NaHCO_3 、0.1 M NaOH 、1 M HCl 、濃 HCl により逐次抽出し、残りを残渣画分とした。各画分で、無機態リン(Pi)と有機態リン(Po)濃度を測定した。 H_2O と NaHCO_3 画分は可給態 P、 NaOH 画分は Al や Fe 酸化物に吸着している P、1 M HCl -Pi はアパタイト P、濃 HCl -P は極めて安定な P、残渣画分は三二酸化物により吸蔵された Pi や難分解性の Po を含んでいる。ホスファターゼとしては、ホスホモノエステラーゼ活性を pH 6.5 で、ホスホジエステラーゼ活性を pH 8.0 で測定した。微生物バイオマス炭素・窒素はクロロホルムくん蒸抽出法により推定した。

いずれの土壌型でも NaOH -P が卓越していた。 NaOH -Pi は $0.5\text{Feo} + \text{Al}_0$ 量と正の相関を示し、 NaOH が非晶質 Al や Fe 酸化物に吸着した Pi を抽出することを追認した。P の生物利用性は一般に pH 6~7 で最大であるが、本研究では H_2O -P は pH と負の相関を示し、酸性土壌ほど P の生物利用性が高い、という結果となった。これは、本研究で用いた土壌では、酸性のものほど活性 Al・Fe 量が低いことによると推察される。

土壌型による、微生物特性の差異は認められなかった。ホスホモノエステラーゼ活性とホスホジエステラーゼ活性は pH と有意な負の相関を示したが、いずれの画分の P 濃度とも相関は見られなかった。しかしながら、両活性とも可給態 P / 微生物バイオマス炭素の比と有意な負の相関を示した。ホスファターゼ生産は、リン欠乏により誘導されることが知られているため、この結果は、とくに酸性の森林土壌において微生物がリン制限である可能性を示している。このため、これら土壌は窒素流入により微生物のリン制限が顕在化しやすいと予想される。

参考文献 : Kunito et al. (2009) *Eur. J. Forest Res.* 128, 361-366.