

氏名（本籍）	若松 孝志（千葉県）		
学位の種類	博士（農学）		
学位記番号	博 乙 第2659号		
学位授与年月日	平成25年7月25日		
学位授与の要件	学位規則第4条第2項該当		
審査研究科	生命環境科学研究科		
学位論文題目	高窒素負荷条件下の森林における土壌酸性化影響の評価		
主査	筑波大学教授	農学博士	東 照雄
副査	筑波大学教授	農学博士	田村 憲司
副査	筑波大学教授	博士（農学）	上條 隆志
副査	筑波大学准教授	博士（農学）	山路 恵子

論 文 の 要 旨

大気降下物は森林生態系に対する重要な窒素の供給源であるが、植物や微生物が要求する以上の窒素が供給されると、余分の窒素が根域から流出する。こうした状態は、「窒素飽和」と呼ばれ、欧米の森林では、この「窒素飽和」による土壌や陸水の酸性化の影響が顕在化している。本研究では、わが国の森林において、大気からの酸（ H^+ ）および窒素の負荷により土壌が酸性化する可能性を評価するため、大気からの窒素負荷量が相対的に多いと考えられる関東地方群馬県に位置する2つの森林（スギ林、アカマツ林）を対象に、土壌-植生系における H^+ の収支、および大気由来窒素の動態を明らかにし、以下の結果を得た。

1. 脱炭酸にともなう土壌溶液試料の pH 上昇

酸性降下物の土壌酸性化におよぼす影響を評価するためには、土壌溶液の pH を精度よく把握することが重要である。そこで、ポーラスカップとフラスコの間到低容量の試験管をつなぎ、土壌溶液をフラスコ側に数回溢れさせることで極力脱炭酸が起こらない土壌溶液を採取できるように改良し、その効果を調べた。その結果、従来法の pH は改良法のそれよりも、平均で 0.29、最高で 0.92 高い値を示し、改良法には脱炭酸による pH の上昇を抑制する効果があることが確認された。さらに、土壌空気中の CO_2 濃度を用いて土壌溶液の pH の理論値を推算した結果、改良法の pH は理論値よりも大きいことから、改良法でも脱炭酸による pH 上昇が起こっていると推察された。改良法の採取過程における脱炭酸の割合は 4%程度、これによる pH 上昇は 0.02 程度と試算されたことから、改良法における脱炭酸は、主に採取後の試験管の取り外しや pH 測定の過程で起こると考えられた。

2. 土壌-植生系における酸の収支

土壌-植生系を樹体と根域土壌層の2つの部位に分け、各部位における物質の収支・移動量を算定することにより、 H^+ の収支を推定した。大気由来の H^+ 供給量を、①大気降下物（湿性+乾性）、②樹体における NH_4^+ の吸収、③大気由来の NH_4^+ の硝化の合計として計算した結果、スギ林とアカマツ林では、 H^+ 供給における大気由来と自然起源の比率に違いがみられ、スギ林では、大気由来の H^+ 供給量の4.9倍に相当する H^+ （ $15.5 \text{ kmol}_e \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{yr}^{-1}$ ）が内部で生成しているのに対し、アカマツ林に

における H^+ の内部生成量はスギ林の半分以下であり ($6.9 \text{ kmol}_c \text{ ha}^{-1} \text{ yr}^{-1}$) , 大気由来の H^+ 供給量の 1.6 倍であった。一方, 供給された H^+ は, 両地点ともに, 主に土壌からの塩基放出や NO_3^- をはじめとする無機陰イオンの吸収といった物質循環のプロセスにより, ほぼ完全に中和されており, 根域から流出している NO_3^- には塩基が同伴し, Al と H^+ の流出 (土壌溶液の酸性化) は起きていないことがわかった。

3. ^{15}N トレーサーを用いた大気由来窒素の動態評価

H^+ 供給における大気由来の寄与がより大きかったアカマツ林を対象に, 林床に ^{15}N でラベルした NH_4^+ ($^{15}\text{NH}_4^+$) を散布し, 1 年後までの植物体および土壌への ^{15}N の移行量を調べるとともに, 同位体希釈法を用いた室内実験により, 土壌中における窒素の形態変化速度を測定した。その結果, ^{15}N を散布してから 1 年経過後も, その約 60% が土壌, 約 20% が植物に保持され, 根域外への流出量は 8% にすぎないこと, 土壌中に保持された ^{15}N の約 80~90% が有機態に変化していること, NH_4^+ の有機化速度は硝化速度の約 7 倍大きく, 土壌酸性化が起きている欧州の有機化速度よりも 1 桁大きいことがわかった。これらのことから, 本調査地は欧州の森林よりも微生物による窒素代謝が活発であり, このことが正味の窒素無機化 (硝化) 速度が大きいのにもかかわらず, 窒素保持能が高いことと密接に関係していることが明らかとなった。

以上の結果より, 調査対象とした森林は, 大気からの窒素負荷量がわが国の中でもかなり大きな地点であるものの, 土壌の酸中和能力や窒素の有機化速度は, わが国の中でも特段大きな地点ではないことがわかった。一方, 大気降下物や窒素の形態変化 (主に硝化) により負荷される H^+ は, 土壌からの塩基供給によって完全に中和されていた。これらのことから, わが国の森林の多くは, 窒素負荷量が現在のレベルで推移する限り, 大気からの窒素負荷により土壌酸性化が顕在化する可能性は小さいと考えられた。

審 査 の 要 旨

近年, わが国では, 大気沈着と土壌酸性化の関連が示唆される酸感受性の高い森林生態系があることが報告されている。本研究では, 大気からの酸 (H^+) および窒素の負荷により土壌が酸性化する可能性を評価するため, 大気からの窒素負荷量が相対的に多いと考えられる関東地方群馬県に位置する 2 つの森林 (スギ林, アカマツ林) を研究対象として, 土壌 - 植生系における H^+ の収支および大気由来窒素の動態について, 既存の野外における土壌溶液採取などの実験方法とともに窒素安定同位体を用いた野外散布実験により, わが国で初めて, 土壌 - 植生系における酸の生成・消費プロセスや大気由来窒素の動態に関する定量的な把握を行い, わが国の高窒素負荷条件下の森林における土壌酸性化を支配する要因の解明や酸性化の将来予測に寄与する基礎研究として大いに評価できる。

平成 25 年 5 月 20 日, 学位論文審査委員会において, 審査委員全員出席のもとに論文の審査及び学力の確認を行い, 本論文について著者に説明を求め, 関連事項について質疑応答を行った。その結果, 審査委員全員によって合格と判定された。

よって, 著者は博士 (農学) の学位を受けるのに十分な資格を有するものとして認める。