

氏名	おほてともこ 尾保手朋子
学位(専攻分野)	博士(農学)
学位記番号	農博第1324号
学位授与の日付	平成15年3月24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	農学研究科地域環境科学専攻
学位論文題目	森林における粒子状物質と微量ガスの乾性沈着に関する研究

論文調査委員	(主査) 教授 谷 誠	教授 東 順一	教授 武田博清
--------	----------------	---------	---------

論文内容の要旨

森林に対する栄養塩や大気汚染物質などの化学物質の沈着経路は、降水の関与の有無によって湿性沈着と乾性沈着に大別される。湿性沈着は雨滴に溶存した化学物質が沈着する機構であり、乾性沈着は化学物質が粒子状物質や微量ガスの構成要素として地表に直接沈着する機構である。湿潤な我が国においても、年間の約9割の期間は無降水であり、乾性沈着の寄与は重要であるといえる。しかし、大気や沈着面、そして、化学物質そのものの物性に関する極めて多くの要因が複雑に関わりあう乾性沈着の測定は困難であり、ほとんど研究がなされてこなかった。そこで、森林に対する乾性沈着量と物質循環における重要性を明らかにするために、滋賀県南部に位置するヒノキ林小流域を対象に観測を行った。

その結果、乾性沈着は湿性沈着とほぼ同等量の化学物質を森林にもたらしていることが明らかとなった。すなわち、本研究において定量化した各イオン成分の乾性沈着量と湿性沈着量の年間値の比は、 Na^+ が1.1、 NH_4^+ が0.9、 K^+ が1.0、 Mg^{2+} が1.1、 Ca^{2+} が1.1、 H^+ が1.9、 Cl^- が1.6、 NO_3^- が1.5、 SO_4^{2-} が0.6、 HCO_3^- が1.0であった。ここで、各イオン成分の乾性沈着量を定量化するために、森林樹冠における物質収支に基づく降水要素の分別評価法、森林流域における物質収支に基づく流域物質収支法、大気-植物間のガス交換過程に基づくビッグリーフモデルを用いた。これらの3つの手法で推定した無機態硫黄の乾性沈着量を比較したところ、概ね同じオーダーの日沈着量が得られたが、ピーク時期や季節変化の傾向は一致しなかった。また、流域物質収支法は流出水量に左右されるという問題点が明らかとなった。

また、乾性沈着量を含む総沈着量を入力量とすると、森林生態系における物質収支の極性を逆転させる場合があることが明らかとなり、乾性沈着量が物質循環量として重要な役割を担っていることが確認された。また、無機態硫黄の乾性沈着において SO_2 ガスの寄与率は約65%と高く、微量ガスによる乾性沈着量が流域レベルの物質循環量として重要であることが明らかとなった。以上の結果より、森林生態系の物質収支やその根拠を明確にするためには、乾性沈着量を測定し、流入負荷量を明らかにしなければならないことを示した。

さらに、系外の化学物質を系内に取り込む主要な場である森林樹冠に着目し、粒子状物質と微量ガスの乾性沈着過程における樹冠の役割について考察を行った。その結果、樹冠は粒子状物質を林内に安定的に供給していることがわかった。また、樹冠における気孔を介した微量ガスの吸収が示唆された。そこで、気孔を介した微量ガスの吸収率を評価するために、大気-植物間のガス交換過程に基づく大気フラックスの推定手法であるビッグリーフモデルを SO_2 に適用し、樹冠における物質収支から SO_2 の吸収率を評価した。その結果、1999年には樹冠に乾性沈着した SO_2 の93%が吸収されるが、2000年と2001年には吸収はなかったとされる。このように、樹冠における SO_2 の吸収率は年によって異なっていた。これらの結果より、森林における微量ガスの乾性沈着量の推定法として、本研究で提示したビッグリーフモデルによる手法が有効であることを示した。

論文審査の結果の要旨

大気から森林生態系に入力される化学物質の沈着量を推定することは、物質循環を解明する上で基礎的な研究テーマであり、また、それに対する大気汚染の及ぼす影響を評価するのに必要であって、社会的にもきわめて重要な課題である。本研究は、雨滴に溶存して化学物質が入力する湿性沈着に比べて測定困難で知見が乏しかった乾性沈着量、すなわち粒子状物質や微量ガスの構成要素として沈着する化学物質の量を、森林における複数手法の適用によって推定したものであり、得られた成果は下記のようにまとめられる。

- 1) 森林に乾性沈着する各種化学物質量を定量的に推定するため、森林樹冠における物質収支に基づく降水要素の分別評価法、流域水文試験に基づく流域物質収支法、大気-植物間のガス交換量評価のために開発されたビッグリーフモデルに基づく大気フラックス推定手法を、対象とするイオンの形態や化学的性質に応じて選択して適用した。このような複数手法による同期間、同地点における乾性沈着量の推定は、我が国では初めての試みとして評価できる。
- 2) 推定された乾性沈着量は、湿性沈着量に匹敵する値になることが明らかになった。森林生態系の物質収支において、乾性沈着量を入力量として考慮に入れた場合、微量ガスによる乾性沈着経路が存在する Cl^- や SO_4^{2-} では収支がマイナスからプラスに逆転する結果が得られた。このような結果は、森林生態系における物質循環量としての乾性沈着量の重要さを示しており、これまで知られていた森林生態系における物質収支に対して著しい修正を与えるものとして意義がある。
- 3) 1) に示した3つの手法で無機態硫黄の乾性沈着量を推定した結果、おおむね同じオーダーの日沈着量が得られたが、ピーク時期や季節変化の傾向は一致しなかったこと、流域水文試験に基づく流域物質収支法が流出水量に左右されることがわかり、一般に困難とされる推定手法の実証的な比較による検討が行われた。
- 4) 粒子状物質と微量ガスの乾性沈着における森林樹冠の役割を検討したところ、樹冠は粒子状物質を林内に安定的に供給する働きを持つこと、微量ガス沈着においては、樹冠における気孔を介したガス吸収がみられることがわかった。
- 5) ビッグリーフモデルに基づく推定手法を SO_2 ガスの沈着量推定に適用した結果、沈着量におけるガスの寄与率が約65%と大きいこと、樹冠での SO_2 ガスの吸収量が年によって異なることがわかった。

以上のように、本論文は、乾性沈着量の物質循環における重要性を明らかにするとともに、微量ガスの沈着量推定に対する大気フラックス測定による手法の有効性を明らかにしたものであり、森林水文学、森林生態学における先駆的な成果として高く評価でき、広く大気環境科学に貢献するところも大きい。

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15年2月13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。