

[別紙 2]

論文審査の結果の要旨

申請者氏名 小林 政広

本研究は、森林の水源かん養機能の発揮に関わる土壌の働きに、土壌が水をはじく性質、すなわち「撥水性」が及ぼす影響を解明するために、林地斜面における撥水性発現の実態と発現機構、斜面土層表層部における水の移動と貯留に及ぼす撥水性の影響を明らかにするものである。

第 1 章では、土壌の撥水性に関する既往の知見を整理し、山腹斜面に分布する森林土壌中の水移動を解明する上でさらに明らかにすべき点を挙げ、これらを本研究の目的として提示している。

第 2 章では、本研究における実験と観測、および試料採取を実施した 4 つの試験地（千代田試験地、鹿北試験地の源頭部小流域、加波山試験地、常陸太田試験地の源頭部小流域）について述べている。

第 3 章では、千代田試験地の 6 つの樹木植栽地の土壌、加波山試験地のヒノキ林と広葉樹林の土壌について、風乾状態まで乾燥したときに現れる撥水性（以下、潜在的な撥水性）を比較している。現地における土壌水分で実際に発現している撥水性（以下、実際の撥水性）は、土壌が乾燥している場所で強く、湿っている場所で弱い傾向があり、水分依存性が認められた。潜在的な撥水性は、土壌の全炭素含有率（以下、TC）が高い場所ほど強く、同じ TC ではヒノキ林の土壌の方が広葉樹林の土壌より潜在的な撥水性が強いが、TC のみで潜在的な撥水性の強度を十分に説明することはできない。また、鹿北試験地の源頭部小流域、加波山試験地の山腹斜面における測定結果から、従来から撥水性土壌の分布が知られていた尾根部に限らず、谷底面近傍を除くほぼ全ての斜面位置で、強い潜在的な撥水性が認められること、乾燥時には斜面または流域の広い範囲で強い実際の撥水性が発現することを明らかにした。

第 4 章では、潜在的な撥水性と土壌団粒外表面の化学組成の関係について述べた。代表的な表面化学分析手法である XPS（X線光電子分光法）を用い、土壌団粒外表面の化学組成をほぼ非破壊で測定した。土壌有機物は土壌団粒の内部より外表面に多い傾向にあり、外表面における炭素の存在比は必ずしも TC に比例しないこと、ヒノキ影響下の撥水性の強い土壌の団粒外表面には、酸素や窒素のような電気陰性度の大きい元素と結合していない炭素成分がより多く存在することが明らかになった。このような炭素成分は、ワックスや樹脂等に卓越する無極性構造中の炭素と考えられ、土壌の潜在的な撥水性の強度は土壌団粒外表面におけるこの炭素成分と酸素の存在比で説明できる。

第 5 章では、実際の撥水性の水分依存性について述べた。鹿北試験地の土壌試料の撥水

性は、体積含水率（以下、 θ ）約 $0.29 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$ 、マトリックポテンシャル（以下、 ϕ ）約-35 kPa 付近で発現し、対象土壌の撥水性が現地で春から秋に頻繁に生じるような乾燥程度で現れることが明らかになった。

第 6 章では、常陸太田試験地内の尾根部で非かく乱採取した撥水性土壌を対象に、吸・排水実験と薄型浸透槽に充填された細粒のガラスビーズ中に粗粒のガラスビーズよりなる疑似マクロポアを設け、飽和、不飽和の条件下で色素を含んだ水の移動を観察する実験について、撥水性がある媒体での不飽和浸透過程では、大小の孔隙に水が入る順番が親水性の土壌の場合とは逆になる。マクロポアに富む森林土壌が撥水性を現した場合、不飽和の土層中でマクロポアが選択的水移動経路として機能することが示唆された。

第 7 章では、乾燥時に強い撥水性を現す加波山試験地のヒノキ林の試験プロットにおいて、色素トレーサーを含む水を人工降雨として散布した際の水移動経路を観察した。土壌断面観察での染色されない部分を多量に残した不連続かつ不均一な分布は、供給された水は選択流の形で土層深部に移動を示すものである。観察された地表流と選択流は、撥水性の関与により生じたことが明らかになった。

第 8 章では、鹿北試験地の谷壁斜面に設定した試験プロットにおいて、色素トレーサーを含む人工降雨を散布し、土層中の水移動経路を観察した。乾燥時の降雨イベントにおいては、乾燥時に土層の雨水貯留能力が一時的に低下していた。乾燥時に水貯留量の増加が抑えられるのは、撥水性によりマクロポアを経路とする選択流が生じ、マクロポアから離れた部分のマトリックス孔隙が雨水の移動と貯留に関与できなくなるためと解析された。

9 章では以上の新たな知見により、これまで限られた場所の特殊な性質と見なされていたために森林土壌中の水移動の解析では考慮されなかった撥水性が、林地斜面の広い範囲で水の移動と貯留に大きな影響を及ぼし得る要因であることをはじめとするが総括がなされた。

以上のように、本研究は学術上のみならず応用上も価値が高い。よって審査委員一同は、本論文が博士（農学）の学位を授与するにふさわしいと判断した。