

論文審査の結果の要旨

申請者氏名 坪山 良夫

本研究では、山地流域を構成する主要な地形要素である側斜面と谷頭斜面を中心に、量水的手法とトレーサ法を併用して、雨水流出経路の時間的・空間的変動特性を明らかにすることを目的とした。山地流域における水の移動は、溪流や下流河川の流況はもとより、土砂の生産と輸送、酸性降下物や栄養塩類の溶出など、流域で起きる各種の物質循環を司る基本的な営力であり、水移動経路の変動特性を理解することは、流域管理のような実用的な視点からも重要な課題だからである。

第 1 章では、まず日本における山地流域の自然・社会地理学的な位置付けを示し、次に山地流域の水文研究の経緯を、流出発生、0 次谷、地中流、そしてモデリングという視点から整理し、現時点における問題と本研究の目的を説明した。

第 2 章では、本研究の調査対象地の位置、気候、地形、地質、土壌、そして森林についての一般的諸元を説明した。

第 3 章では、側斜面基部の表層土壌中における水移動過程を詳細な現地調査・観測に基づいて解析した。河道沿いに九つの土壌断面を掘削し、層位、表層土壌深およびマクロポアの直径、方向、連続性、成因などを記載した後、土壌断面の一箇所において斜面流出の連続測定がなされた。この断面は、火山灰を母材とする鉱物質土壌層 (B 層) および有機質土壌層 (0+A 層) からなる幅 1.2 m、平均土壌深 0.35 m の土層で、断面には 16 個のマクロポアが認められ、その直径は 0.3-3.0 cm であった。これら 16 個のマクロポアを四つのグループに分け、土壌断面全体を五つの部分に分離して流出量を計測し、この土壌断面においては土壌マトリクスからの流出が断面全体の流出の大部分を占めていること、土壌中のマクロポアが雨水の伝達経路として機能する程度は先行水分状態によって大きく変化することを明らかにした。

また、表層土壌中における水移動の実態をさらに具体的に調べるため、同斜面に対してはじめに一定強度で散水し断面からの流出が定常状態に達した後、塩化ナトリウム水溶液を散水し、同一強度で断面流出水の塩素イオン濃度が一定に近くなるまで散水を続けるトレーサ実験が行われた。先行水分条件の異なる複数の状況で行われた実験結果を移流拡散方程式を用いて解析し、1) 先行水分条件や散水強度の違いによらず、土壌断面全体のブレイクスルー・カーブについて計算されたポア・ボリウムはほぼ一定である、2) その値はテンシオメータ法から推定された含水量の半分以下である、3) 有機質土壌層とマクロポアのポア・ボリウムは、散水強度よりもむしろ先行水分条件に対応して増減する、などの結果を得ている。これらは、最終的にマクロポアから流出する水の通過する空間が、水分状態に応じて大きく変動することを示し、それは個々のマクロポアと相互に作用する周辺土壌層の拡大と、その結果生じるマクロポア網の斜面方向への伸長によることを考察し

ている。

第 4 章では、流域流出に対する谷頭斜面の寄与と、それに関わる谷頭斜面内部の水移動過程について解析している。谷頭斜面出口（集水面積 0.25 ha）と隣接する一次流域（0.84 ha）、そして両者を含む全流域（2.48 ha）の三つの集水域を対象に流量を連続観測し、谷頭斜面は、全流域の流出に対して、1) まったく寄与しない状態、2) 一次流域より小さな範囲で寄与率が大きく変化する状態、3) 一次流域と同等かそれ以上に寄与する状態の三段階があり、本研究の対象地では、この三段階は全流域の日流出量が概ね 1) 0.5 mm d⁻¹ 未満、2) 0.5 mm d⁻¹ 以上 5 mm d⁻¹ 未満、そして、3) 5 mm d⁻¹ 以上の場合に対応していることを示した。谷頭斜面主軸沿い基盤上の間隙水圧分布の観測結果との対比から、基盤上の一時帯水層が谷頭斜面の基部にしか発生しない時はわずかな流出しか起きない一方、単位面積あたりで一次流域に匹敵するような大量の流出は、谷頭斜面の出口から上部谷頭凹地まで連続して一時帯水層が発生した時に起きることが明らかになった。また、大規模出水時に上部谷頭凹地で起きる間隙水圧の急上昇が、雨水の降下浸透だけによるものではなく、基盤地形の影響を受けた地中水の集中流によるものであることを示した。

第 5 章では本研究の総括である。流出寄与域の変動を種々のスケールで機能する潜在的な水移動経路と関連づけ、実際に水みちが形成されるための水分条件やメカニズムを、実証データとともに解析した本研究は、山地流域の水移動現象の理解を深めるばかりではなく、分布型流域水文モデルの検証・改良を通じて、源流域の管理手法の向上にも寄与する成果といえる。

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。