

川はどこから始まるか？

森林の水土保全・防災機能の維持・増進技術の高度化

森林環境部 水資源保全研究室 坪山 良夫 竹内 美次（現水土保全科長）
村上 茂樹 志水 俊夫（現東北支所経営部長）

背景と目的

川の水量が季節や雨によって、大きく変わることは周知の事実であるが、それを正確に予測するには流域内の水移動についての科学的知識が必要になる。大きな河川も元をたどれば無数の溪流の集まりであり、溪流を遡れば、やがては谷頭斜面と呼ばれる凹地形に行き当たる。谷頭斜面は山と川の出会う場所であり、水や各種の物質が集まり、気候条件の変化や土地利用の改変など流域で起きるさまざまな変化の影響を最も敏感に受けやすい場所でもある。したがって、森林の多くが山岳地にある我が国では、このような場所における水や物質の動き方を解明し予測できるようにすることが、森林管理という点からも重要な課題となる。このような背景から、本課題は谷頭斜面における水の動きに焦点を当てた。

成 果

水戸森林管理署管内堂平国有林（茨城県常陸太田市）内の試験地において、谷頭斜面（HZ；0.25ha）、1次流域（HA；0.84ha）、そして、これらを含む観測流域全体（HB；2.48ha）の流出量を、降水量や谷頭斜面内の地下水位と共に観測した（図1）。その結果、谷頭斜面が流域全体の流出に寄与する程度は、まったく流出の生じない状態から、単位面積当たりでは流域内で最も多くの流出を生じる状態まで、流域全体の乾湿状況に応じて大きく変化することが明らかになった（図2）。さらに谷頭斜面からの流出が飛躍的に増加するのは、谷頭斜面の上部（上部谷頭凹地）と下部（流出口）を繋ぐような地下水分布が現れる時と一致することが判明した。

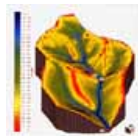


図1. 対象流域の地形、分水界、及び地形指数

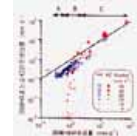


図2. 流域全体（HB）の日流出量に対する1次小流域（HA）と谷頭斜面（HZ）からの日流出量の関係。

$\ln(\alpha/\tan\beta)$ の分布。ここでは、 α は等高線1mあたりの集水面積（ m^2 ）、 $\tan\beta$ は勾配。

A：乾期，B：遷移期，C：湿潤期

▼：谷頭斜面（HZ）、1次小流域（HA）、流域全体（HB）の流出量測定地点

さらに、このような谷頭斜面の流出特性をより定量的に解析するため、TOPMODELと呼ばれる準分布型流出モデルを観測結果に適用した。図1に示すように、このモデルは、流域内の水分布や流れのパターンを、主に流域地形に関するパラメータから予測できるように作られており、モデルの名前は“地形”（topography）に由来している。モデルによる流域全体（HB）の流出の再現結果は良好であった（図3）。しかし、谷頭斜面（HZ）の流出については乾期の予測が実測と食い違っていた。これは、湿潤な時は水の駆動力として重力の影響が卓越し、それゆえに地形情報による予測がよい近似となるのに対して、乾燥している時には毛管張力など重力以外の影響も相対的に強くなることを示している。

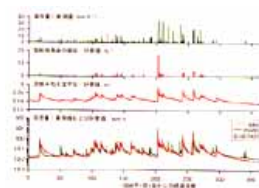


図3. 流域全体（HB）の流出量の再現結果

一年間の流量を30分間隔で計算し、24時間ごとに積算した値を表示している。

以上のように、降雨量の大きな時は日常は流出がごく少ない谷頭斜面から大量の流出があり、その値は地域因子を主なパラメータとするモデルと一致していた。しかし、流域内の水移動には地域因子以外にもいくつかの因子が作用しており、それらの因子を考慮して、より広範囲な状況に適用しうる予測法を作ることが今後の課題である。幾つもの力が作用しており、単一の因子（この場合は地形）だけから予測するのは不可能である。