

土壌水文学に基づく水資源を活用した農山村の水環境の創造

地域環境科学科 講師

木原 康孝

目的

アジアモンスーン地帯に属する日本の農山村は豊富な水資源を有している。しかしながら、これらの水資源の多くは有効的に活用されていないのが現状である。有効活用するためには、まず、水の水資源量を定量的に把握する必要がある。地域に水は降雨としてもたらされ、土壌中に浸潤し、土壌内を浸透して地下水となり、河川へと流出していく。これらの水循環も含めた水の水資源量の正確な把握には長期間の観測が必要不可欠である。そこで、現在、長期の観測を行っている島根大学三瓶演習林の山地小流域の研究を進展させ、水環境モデルを構築し、農山村の水環境の創造に資することを目的とした。また、近年の地球温暖化等により洪水や渇水などの各種の異常気象が発生し、人々の生活が脅かされてきている。如何なる社会もその基盤は安全で、安心できる生活であり、特に農山村地域では土壌および水の水環境が安全・安心に直結していると考えられる。それらの水環境を視覚的にわかりやすく表現する技術が求められており、地理情報システム (GIS) を用いて、効果的に水環境を表現する技術を開発することも目的とした。

研究成果

島根大学の三瓶演習林 (約 6ha) を対象流域として、流域の下流に位置する斜面の上部・中部・下部の 3 か所で土壌のサンプリングを行った。斜面の各部において表層からそれぞれ深さ 5, 15, 25, 35, 50, 70cm の土壌を採取して持ち帰り、含水比 (土壌水分量)、土壌水の電気伝導度、水溶性陽イオン、交換性陽イオンを測定した。また、流域の最下端で流量を測定し、その近傍で雨量も計測した。斜面上部の含水比は 25~55%、中部は 30~100%、下部で 40~100%の間で変化した。上部・中部・下部とも、最も高い含水比を示したのは土壌表層であった。このことから、土壌表層が降雨の影響を強く受けていることがわかる。水循環も含めた水環境の把握のための第一歩として、その流域に降った雨がどの程度の時間を要して土壌内を浸透していくのかを検討した。サンプリングを行った日よりも 1, 3, 7, 14, 30, 60, 120 日過去に遡った 7 種類の積算雨量を求め、各期間内の総降雨量を先行降雨量とした。そして、先行降雨量と含水比の関係を調べた。先行降雨量は、1 日で 0~60mm, 30 日で 0~600mm, 120 日で 200~1200mm となった。上部の深さ 50, 70cm の含水比と先行降雨量の間を見ても、先行期間 7 日, 14 日の場合に両者が正の相関を示したのに対し、30 日には相関がほとんどなくなり、60 日, 120 日になると負の相関に変わった。つまり、先行期間が 30 日を超えると、先行降雨量が大きいほど含水比が小さくなる傾向がでた。この結果から、斜面上部、深さ 50~70cm における土壌水は、2 週間程度前からの降雨が浸透により到達したものであると考えられる。つまり、2 週間分の降雨量が大きいほど土壌に浸透して深さ 50~70cm に到達する水分が多くなり、含水比が大きくなると考えられる。先行期間が長くなると負の相関を示すのは、降雨強度が大きいなどの理由によって深さ 50~70cm に浸透しない降雨の割合が増えるためであると考えられる。また、土壌中の水分がどの程度の時間をかけて河川に流れ込むのかについても、土壌水分量と観測した流量の関係をj用いて同様に検討した。約 2 週間後が最も相関が高く、この程度の期間をかけて水は河川に流出していることがわかった。まとめると、雨の続いた期間、強さによって変化するが、雨水は 2 週間程度をかけて土壌深部に侵入し、それからさらに 2 週間程度かけて河川に流出すると

いうパターンであった。なお、これらの解析は地理情報システム（GIS）を用いて表現した。このように本対象流域では多くのデータが蓄積してきているが、より精密に土壌中の水の動態を解明するため、現地土壌の構造を保持したカラムを用いて実験を行った。内径 15cm、高さ 60cm のカラムを用いて、表層から 60cm の土壌をサンプリングし、実験室に持ち帰った。そして 1 時間に 100, 50, 20, 10mm の人工降雨を降らせ、流出してきた水をカラムの下に設置したビーカーで時間ごとに回収した。流出速度の経時変化、流出開始時間、流出量、電気伝導度を計測し、土壌中での流れのメカニズムについて検討した。100mm の降雨では、水を流し始めて 23 分後に 60cm のカラム下端から流出し、最終的には流入量の 80% が流出した。50mm では、50 分後に 60% 流出した。20mm では、80 分後に 50% 流出した。10mm は雨量が少ないため水が流出することはなかった。流出速度の経時変化は時間が経過するごとに減少していった。また、電気伝導度は、どの雨量に関しても、最初に流出した数値が高く、一度数値は低くなり、その後は時間が経過するごとに数値が高くなっていく傾向を示した。初期の電気伝導度の数値が高いのは、土壌中に保持されていた水がイオン交換を行い、それが流出し、また、拡散されているため、高い数値となる。次に一度低くなるのは、イオン交換を行っている土壌に保持されていた水が減少し、そして、流出するスピードも速くなるため、拡散が少なくなり、数値は低くなる。その後に数値が上昇していくのは、表面からの流入がなくなり、水が土壌中を流出するまでに時間を要するため、保持されている水と土壌中を流れる水が拡散を多く行い、時間が経過するごとに数値が高くなっていくためであると考えられる。

社会への貢献

山地小流域に降った降水と土壌水分量との関係、さらにはその土壌水分量と河川の流量との関係を整理した。また、実際の土壌カラムを用いてどのくらいの雨でどの程度の水が流出するかを実験室で精密に測定した。地域に降った雨がどの程度の時間をかけて土壌中を浸透し、河川に流出していくかは地域の安全と安心に直結するテーマであり、今回の成果はその安全・安心のための基礎データとなると考えられる。また、各種の地理情報システムによる水環境を表現する地図を各種作成することができた。これもよりわかりやすく水環境を人々に理解してもらうための強力なツールとなることが期待できる。

次年度に向けた検討状況

島根大学の三瓶演習林を対象流域として降雨と土壌水分量、土壌水分量と流量の関係を推定することができた。しかしながら、土壌水分量は月に 1 回程度の土壌サンプリングにより値を得ていたため、データ数が少なく、また、晴天時のデータが多くなるという傾向があったが、土壌水分量をリアルタイムで観測できる TDR 土壌水分計を整備できたことにより、天候に関係なくデータを得ることができ、また、一日の値の変化、あるいは雨が浸潤していく様子も測定できるシステムを構築することが可能になった。これにより、飛躍的にデータ量が増大し、また、データ自体の精度も向上すると考えられる。これらのデータを活用して、土壌水分量と降雨の関係、土壌水分量と流量の関係などの水環境を再現できる精度の良いモデルが構築することが期待できる。また、神戸川流域の地理情報システム（GIS）の流域地図なども整備できてきており、山地小流域である本流域のみならず、より広い流域に適用する準備が整いつつある。それにより、一層多くの人々の生活を守る基盤が整備されていくと考えられる。

学会発表等

1. 武田育郎・宗村広昭・佐藤裕和・野中資博・長束 勇・石井将幸・木原康孝・深田耕太郎：人口減少社会における水環境の創造，飯南第 1 回報告会（中山間フェア in い〜なん）