

論文審査の結果の要旨

申請者氏名 辻 英樹

農地の多面的機能の一つに洪水緩和機能がある。洪水緩和機能とは、大きな降雨を一時的に流域に貯留し、時間をかけて下流に流出させることにより流域からのピーク流出流量を低減させる機能である。これまで、農地の洪水緩和機能に関する研究は主に水田を対象として行われてきたが、我が国の農地面積の約 4 割を占める畑地の洪水緩和機能についての科学的実証的研究はこれまでに行われていなかった。特に我が国に多い台地畑流域は不飽和層が厚く、表層の浸透能が高い場合が多いため、台地畑は水田に比べて洪水緩和機能は大きいと予想される。

そこで本研究では千葉県銚子市にある流域面積 1.60 ha の台地畑流域を事例として、台地畑流域の降雨流出機構を解明し洪水緩和機能を定量的に評価したものである。

第 1 章では、既往の洪水緩和研究と台地畑の洪水緩和機能に関する仮説について述べた。

第 2 章では、現地における降雨量と流出流量の測定結果を示し、流域の降雨流出特性を明らかにした。測定の結果、降雨強度が 8 mm / 10 min を超えた時に降雨強度が流域の浸透能を超えて表面流出が生じたと推察され、降雨強度がこれを下回った場合は、ピーク降雨強度に対するピーク流出高の比は 8~46%に軽減されることを明らかにした。

第 3 章では、降雨量と流出流量の測定結果を基に、流域の流出特性を表すタンクモデルを作成し、流域流出が降雨強度と流域内貯水量の両方に依存することを示した。つぎにこのモデルを用いて、本流域の洪水緩和特性をピーク流量緩和時間 τ_{50} (50mm の瞬間降雨に対するピーク流出量増分の降雨量に対する比) によって定量評価した。ピーク降雨強度が流域の浸透能を超えない降雨に対しては、本流域における τ_{50} の値は 6.4 h となり、既往のタンクモデルが作られている水田流域の灌漑期($\tau_{50} = 5.1$ h) と樹園地流域($\tau_{50} = 4.5$ h)より大きく、非灌漑期の水田流域($\tau_{50} = 8.4$ h)や森林流域($\tau_{50} = 10.9$ h)より小さい結果になった。

第 4 章では地下水位分布と土壌水分量の実測結果と圃場の飽和透水係数分布と地表面の浸透能から、不飽和浸透流・水平地下水流の実態と流域の水文地質特性を明らかにした。この結果より、本流域では降雨のほとんどは地表面から地中に浸透して地下水を經由して流出すること、台地上部では降雨の不飽和土壌水としての貯留が大きいこと、台地下部では地下水位が地表面まで上昇して表面流出が発生することが明らかになった。

第 5 章では、不飽和鉛直浸透流と飽和地下水水平流の物理則に基づく数値計算モデルを構築し、流出流量変化・地下水位変化の実測と比較した。その結果、表面流出が生じない降雨イベントに対してはピーク流量をよく再現することができ、また、流域分水嶺付近の地下水位変化も概ね再現することができた。

第 6 章では、第 5 章で構築した数値計算モデルを用いて、流域のスケール・表層の浸透能・帯水層の飽和透水係数を変えてピーク流出流量を計算し、これらの地形・地質条件の影響を調べた。その結果、ピーク流出流量は地表面の浸透能の低下によって著しく上昇す

ることを示した。また、浸透能が十分に大きく、不飽和層が十分に厚ければ、流域スケールが大きいほど、または帯水層の飽和透水係数が小さいほど流域の洪水緩和機能は大きくなることを示した。

第7章では、現地測定と数値解析の結果に基づき、台地畑の洪水緩和機能についてのより一般的な考察を行った。

以上のように、本研究は台地畑流域の洪水緩和機能の大きさを対象流域における現地測定と流出モデルで評価するとともに、流れの物理モデルに基づく数値解析によって、台地の大きさ、地下水の深さ、帯水層の透水係数がピーク流出流量に与える影響を、一般的・定量的に明らかにし、流域水文学に新たな知見をもたらした。よって審査委員一同は本論文を博士（農学）の学位論文として価値あるものと認めた。