

## 改良型 HCYC モデルを用いた山地源流域における降雨流出特性の解明

京都大学大学院農学研究科 ○稲岡諄、小杉賢一朗、正岡直也  
 沖縄大学経法商学部 糸数哲  
 京都大学大学院農学研究科 中村公人  
 立命館大学理工学部 藤本将光

## 1. 背景・目的

降雨流出特性には地形や地質など様々な要因が影響する(e.g., Tani *et al.*, 2012)。従来、降雨流出特性に対する地質の影響は地質別に整理して考察されてきたため、同一地質の流域における流出特性の違いはあまり検討されてこなかった。また、その違いを水文モデルで扱うとパラメータの違いとなるが、水文モデルの計算に対する地質の影響も明らかにされていない。本研究は①異なる地質の流域における流量観測データから地質や地質構造の違いが降雨流出特性に与える影響を解明し、②基岩浸透を考慮した改良型 HCYC モデル(Wakahara *et al.*, 2012)を用いてその計算に地形や地質が与える影響を明らかにすることを目的とした。

## 2. 方法

堆積岩山地と花崗岩山地に位置する2試験地(計19流域)で約3年間流量観測を行った。また、各試験地で林外雨量を観測した。得られたデータを基に地質別・流域別に①イベント降水量と直接流出量の関係②比流量と逡減波形の関係をそれぞれ調べ、地質や流域による降雨流出特性の違いを解明した。

次に、観測ハイドログラフを基に最小二乗法により改良型 HCYC モデルを流域ごとに最適化した。得られたパラメータから復帰流の発生確率として計算され、流出寄与域面積率に相当する  $m$  パラメータと土層内貯留量の関係を整理し、観測データの解析結果と比較した。また、HCYC モデルのパラメータと平均斜面勾配や地質との関係を調べ、パラメータに大きな影響を与えているのはいずれであるのかを明らかにした。

## 3. 結果と考察

直接流出量が多くなる流域はイベントの規模によって異なり、降水量が25 mmより少ない場合は花崗岩流域で、降水量が30 mmより多い場合は堆積岩流域でそれぞれ直接流出量が多くなる傾向が見られた(図1)。また、逡減傾向は堆積岩流域で花崗岩流域よりも急であることがわかった。これらの傾向は先行研究の報告(e.g., Katsuyama *et al.*, 2008; Onda *et al.*, 2006)と一致し、一部の層で基岩が顕著に風化する堆積岩流域では風化基岩層が急速な排水を可能にする反面、比較的均一に風化が進む花崗岩流域では風化基岩層が大量の地下水涵養を可能にしていると考えられた。

一方で、地質別の典型的な流出特性とは異なる、独特な流出特性を示す流域の存在も判明した。小規模降雨でも直接流出が発生しやすい流域では基底流が多かった。これは堆積岩層理面の走向・傾斜や花崗岩の節理といった地質構造の影響で集中した山体地下水が湧出し、直接流出の寄与域となる飽和帯を広く保持して

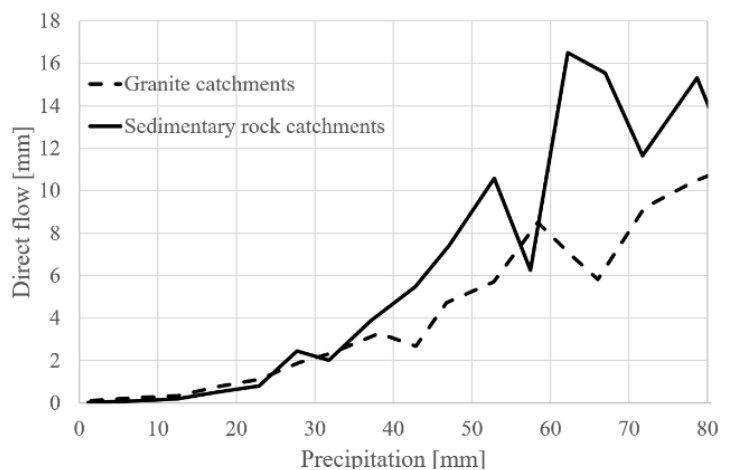


図1 直接流出量の解析結果。地質別の平均を示す。

いるためと推察された。他にも典型的な流出特性と若干異なる流出特性を持つ流域もあり、それらは河道の発達度合いや地質構造の影響があると考えられた。

改良型 HYCY モデルは全 19 流域の流出を良好に再現した。土層内貯留量を表すタンク II の水の量が計算期間中最大となったとき、 $m$  は堆積岩流域では 1 に近いのに対し、花崗岩流域では 0.3-0.4 程度に留まった (図 2)。 $m$  が大きくなるほど直接流出量は増加すると考えられ、観測結果の解析 (図 1) と調和的な地質の影響が見られた。また、各パラメータと平均斜面勾配に若干相関が見られるものもあったが、その相関は地質別に見た場合、有意なものではなかった。従って、各パラメータに平均斜面勾配が与える影響は少ないと考えた。一方、地質別に各パラメータの値の分布をみると復帰流タンクおよび土壌深層タンクの流出を決めるパラメータ  $K_h$ ,  $K_b$  や  $m$  では分布が異なり、復帰流や基底流、基岩への浸透に関して地質の影響があるとわかった。これらのパラメータやそれによって計算される復帰流や基底流、流域間を移動する山体地下水に具体的にどのような形で地質が影響を与えているのかを解明することが今後の課題となると考えられる。

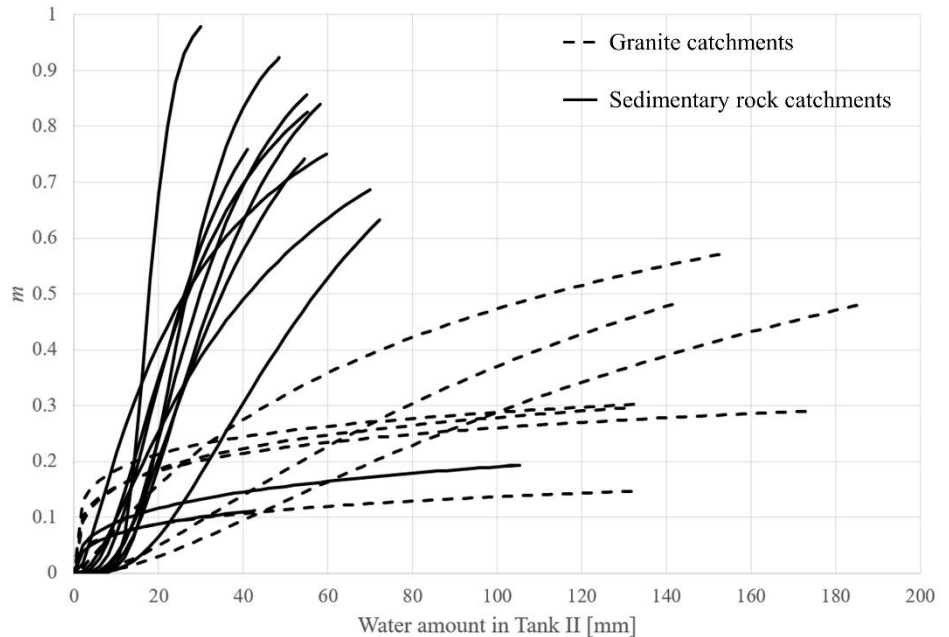


図 2 土層内貯留量と  $m$  パラメータの関係。

## 謝辞

使用した地形図は国土交通省に提供いただきました。また、本研究は JST CREST、科研費 (20H00434) 及び 2021 年度砂防学会若手研究助成 (代表: 稲岡諄) を利用して行われました。ここに記して感謝いたします。

## 参考文献

- Katsuyama M, Fukushima K, Tokuchi N. 2008. Comparison of rainfall-runoff characteristics in forested catchments underlain by granitic and sedimentary rock with various forest age. *Hydrological Research Letters* 2 pp.14-17. DOI: 10.3178/HRL.2.14.
- Onda Y, Tsujimura M, Fujihara J, Ito J. 2006. Runoff generation mechanisms in high-relief mountainous watersheds with different underlying geology. *Journal of hydrology* 331 pp.659-673. DOI: 10.1016/j.jhydrol.2006.06.009.
- Tani M, Fujimoto M, Katsuyama M, Kojima N, Hosoda I, Kosugi K, ... Nakamura S. 2012. Predicting the dependencies of rainfall-runoff responses on human forest disturbances with soil loss based on the runoff mechanisms in granite and sedimentary rock mountains. *Hydrological Processes* 26 pp.809-826.
- Wakahara T, Shiraki K, & Suzuki M. 2012. comparison of runoff characteristics of two adjacent basins in a tropical rainforest using a modified hydrologic cycle model with outflow. *Hydrological Processes* 28 pp.509-520. DOI: 10.1002/hyp.9602.