

山地集水域での水分貯留の長期変化特性

岐阜大学大学院 学生会員 ○河野晃三 Fereshteh Ghiami-Shomami

岐阜大学 Leonardo 范顔楊

岐阜大学 正会員 篠田成郎

1. 研究の背景と目的

近年、気候変動などにより降水現象の極端化により洪水リスクや渇水リスクの危険性が高まっている。山地森林集水域には、豪雨時に洪水のピーク流量減少による流出を遅らせる機能や、無降雨時に河川の流量を維持する水分貯留機能が備わっていると言われている。山地集水域において水分保持機能を評価する方法としては、土壌中の孔隙を解析した保水容量による方法、保留量曲線や流出モデルを用いた降雨流出の解析、流況曲線による解析などがある¹⁾。山地集水域における水分貯留特性には短期的な貯留特性と長期的な貯留特性があるが、地球温暖化などに伴う長期的な変化特性を調べることも重要であると考える。そこで本研究の目的は現地観測で得られた水文データから得られたシミュレーションデータを基に山地森林域での水分貯留の長期変化特性を検討することとする。

2. 解析対象とする水文時系列データ

本研究では、岐阜県山県市の長良川支流武儀川上流の円原川上流森林域を解析対象とする。円原川上流森林域は三尾谷と納谷に大きく分かれており、隣り合う集水域にも関わらず流出特性が異なることが既往研究²⁾で明らかになっている。そこで、地質構造の違いに留意して、各集水域を上流側と下流側に分けて解析を行った。著者らは2013年10月7日から現在にかけて降水量、気温、各集水域の最下流集水点における河川水位を10分毎に連続観測している。水位データは現地観測で得られた水位流量曲線を用いて流量データに変換される。蒸発散量に関しては近隣のAMeDAS観測点の気象・水文データを用いPenman-Monteith式によって推定した。

得られた降水量データや推定された蒸発散量を貯留関数法に基づくコンパートメント型流出モデルに適用して、各集水域における降雨流出過程をシミュレートした。解析対象期間は2013年10月から2017年12月の約4年間とし、この期間内の流出モデルパラメータは時間的に一定として同定した。現地観測で得られた降水量 p_{obs} 、流出高 h_{obs} 、推定された蒸発散量 e_{est} 、シミュレーションによって得られた流出高 h_{sim} について、納谷上流集水域(NU)を例として図-1に示す。

3. 貯水高の推定

水分の長期的な貯留特性を調べるため、次式で定義される各水文量の累積の値を調べた。

$$\begin{aligned} P(t) &= \int_0^t p(t) dt, \\ E(t) &= \int_0^t e(t) dt, \\ H(t) &= \int_0^t h(t) dt \cdots \cdots (1) \end{aligned}$$

図-2は納谷上流集水域を例として観測開始時から

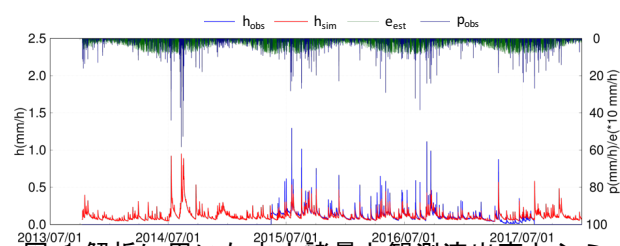


図-1 解析に用いた水文諸量と観測流出高とシミュレーション流出高との比較(納谷上流 NU)

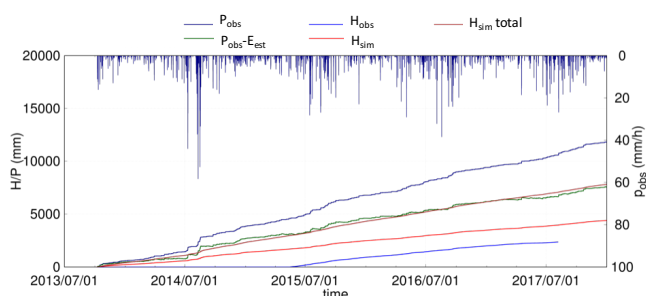


図-2 各水文諸量の累積値(納谷上流 NU)

2017年12月31日までの累積値を示したものである。累積蒸発散量 $E(t)$ は累積降水量 $P(t)$ の3割以上を占めており、長期的な水収支の解析においては無視できないと考えられる。ある時間 t における山地集水域内での水分貯留高 $S(t)$ は、時間 t 以前の長期間に及ぶ水収支の結果として生まれるため、降水量 $P(t)$ 、蒸発散量 $E(t)$ および貯留高 $H(t)$ の収支として次式が成り立つ。

$$S(t) = S_0 + P(t) - E(t) - H(t) \cdots (2)$$

ここに S_0 ：時間 $t = 0$ における初期貯留高である。流出高に関してはシミュレーションによって得られた値を用い、河川に流れる流量だけでなく地下に浸透し河川に流出しないと考えられる成分も考慮した。貯留高 $S(t)$ の変動幅は貯留可能容量に対応すると考えられる。また、 $S(t)$ の時間変化は、降水量や蒸発散量の履歴に依存するため、降水極端化や気温上昇のある期間内の履歴情報を反映しているとも予想される。そこで、次項では、貯留高 $S(t)$ の長期変化について考察してみる。

4. 貯水高の長期変化特性

観測降水量 $p_{obs}(t)$ と式(2)により求められる貯水高 $S(t)$ を図-3に示す。また、図中には、 $p_{obs}(t)$ と $S(t)$ の長期的な変動特性を調べるために、1年間および3ヶ月間の移動平均も併せて示してある。なお、解析した全期間の平均値を鉛直軸の0に合わせてある。納谷上流集水域(NU)と三尾谷上流集水域(MU)では $S(t)$ の変化が酷似しているのに対して、納谷下流集水域(ND)においては $S(t)$ の変化量が他と比べ小さい。このことから納谷集水域では上流と下流とで貯留の特

性が異なり、さらに下流の方が貯水能力が低いということが示唆される。

一方、1年間の移動平均に着目すると、降水量は夏季に大きく冬期に小さくなる傾向が顕著に見られ、年間降水量が大きく変化しているのに対し、 $S(t)$ の変化は全ての集水域において非常に緩慢である。ただし、長いスパンで見ると、 $S(t)$ は年間降水量の変化と似た傾向を示しており、降水の影響も少なからず存在することが分かる。3ヶ月間の移動平均について調べると、降水量が大きい夏季に $S(t)$ が上昇しているが、その後冬期にかけて緩やかに上昇し、やがて減少していく傾向が全集水域で見られる。これは3ヶ月毎の降水量の変動とは明らかに変化の特徴や周期が異なり、 $S(t)$ の変化特性は降水量以外の因子とも関係していることが示唆される。

今後はより長い期間における貯水高の長期変化特性を調べるとともに、周波数解析などを用いて降水以外で貯留特性に影響を与える因子について調べていきたい。また、今回の解析では納谷上流集水域と三尾谷上流集水域の違いについて明らかにすることができなかったため、より解析を進めることによって各集水域が持つ貯留特性の違いを明らかにしていきたいと考えている。

参考文献

- 1) 藤枝基久：森林流域の保水容量と流域貯留量，森林総合研究所研究報告 6(2)，101-110，2007。
- 2) 古田雄基：隣接する二つの山地森林集水域における降雨流出特性の比較，平成27年度岐阜大学工学部社会基盤工学科卒業論文，2016。

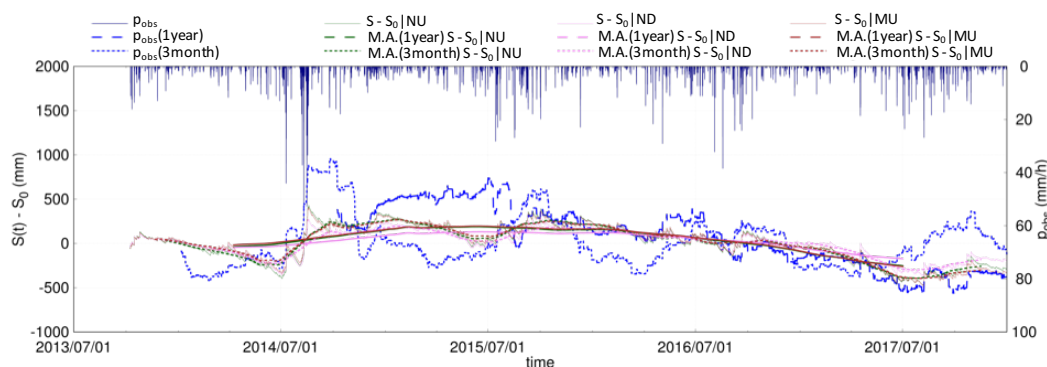


図-3 降水量および貯留高とそれぞれの年間・3ヶ月間の変動