

斜面湧水量の観測から示唆される、土壌雨量指数よりも長期の貯留量変動への着目

○名古屋大学・減災連携研究センター

田中隆文

名古屋大学・大学院生命農学

五味高志・小谷亜由美

中部電力・電力技術研究所

中瀬 孝・津田その子・根津 涼

名古屋大学・大学院生命農学

猪越翔大・新美英介・鯉江知樹

1. はじめに

土砂災害警戒情報をさらに避難に結び付けていくためには空振りの低減が重要となる。この指標の計算には長期降雨指標としてIshihara & Kobatake (1979) のモデルが使われているがそれは水文学的には“短期”の現象を表現するために開発されたものであった。水文学的な意味での“長期”の斜面水文現象についての理解を深める必要がある。

長良川の支流の亀尾島川の源流域に位置する中部電力社有林「内ヶ谷山林」(岐阜県郡上市, 流域面積 1,100ha) は長大な森林斜面を有し豊かな森林が広がる。中部電力株式会社と名古屋大学は、この森林流域の流出特性の研究を進めてきた。この「内ヶ谷山林」内の、3000平米に満たない斜面からの湧水が、月単位の長期の変動を示すことが実測された。この湧水量を3段タンクモデルで表現するためには、土壌雨量指数よりも長期の変動を表すパラメータ値が必用であった。

「内ヶ谷山林」の山麓には、2018年の西日本豪雨で土石流の発生した奥田洞流域(田中ら, 2019)がある。水文学的な意味での“長期”の斜面水文現象に着目するため、上記のタンクモデルパラメータ値を用い2013~2019年の7年間の奥田洞谷附近の斜面貯留量を計算し、同地の同期間における土砂災害警戒情報発表履歴と比較した。

2. 湧水の観測方法とその特徴

2.1 湧水量の観測

当該の湧水は2022年の6月に山腹上部の林道沿いの平滑斜面のパイプから水が湧いているのを確認し、同年6月24日に写真1のように雨樋で0.5インチパーシャルフリュームに導き、フリューム内の水位を記録し流量に変換した。湧水は同年11月に一旦は途絶えたが、同年11月19日に復活し、11月末には8月期に示した流量の値に回復した。湧水の集水面積を地表の地形から大きめに見積もると2800平方メートルの値を得た(図1)。図2の水高表示はこの集水面積を用いている。2023年も湧水量の長期の変動が観測された。雨量データは、郡上市白鳥町の長滝のアメダスデータを標高および積雪融雪の補正を施したものをを用いた。

2.2 湧水量のタンクモデルによる表現

現行の土壌雨量指数の計算に採用されているIshihara & Kobatake (1979) に倣い3段タンクモデルを用いた。蒸発散量はGoogle Earth Engineの8日間コンポジットデータを

用いた。湧水の長期の変動を再現するためにはタンク3段めのパラメータ値を変更する必要がある。

3. タンクモデルの同定結果

土壌雨量指数ではIshihara & Kobatake (1979) が示した地質ごとの5通りの事例のうち花崗岩についてのパラメータの値(図3左図)が採用されているが、本研究で同定されたタンクモデルで計算される長期流出特性は、Ishihara & Kobatake (1979) が提示した5通りのいずれの場合とも異なる結果となった。パラメータの同定結果を図3右図に示す。3段めタンクの底部からの流出を2オーダー減らし、3段めタンクの側方の水孔の高さを一桁高くした。タンクの容量に上限は設定していない。計算された3段めタンクの水位は日量200mmを超えることもあった(図4)。

観測流域「内ヶ谷山林」では河川流量および溪流流量がRRIモデル(佐山・石見,2014)で再現できる。同モデルで用いた30mDEM上で集水面積が1ha以上あるメッシュを河川メッシュと分類した。河川メッシュに接するムーア近傍1のメッシュを近傍距離1斜面として分類し、近傍距離n斜面に接する未分類メッシュを近傍(n+1)距離斜面として分類した。同モデルで計算された各近傍距離斜面の貯留量とタンクモデルの貯留量の関係は、近傍距離1斜面の貯留量との関係が直線性が強く、近傍距離5および近傍距離6の斜面貯留量については直線関係は弱い(図5)。

4. 長期の貯留量の変動と山麓の土砂災害危険度との関連について

2018年(平成30)6月下旬から7月上旬の西日本豪雨の際に、郡上市大和町奥田洞谷の源頭部で崩壊土量約20,000m³の山腹崩壊が発生し、砂防堰堤とその下流の溪流保全工との接続区間に堆積した(田中ら, 2019)。上記の同定されたタンクモデルを用いて2013~2019年の7年間の奥田洞谷附近の斜面内の貯留量を計算し、土砂災害警戒情報発表履歴と比較した(図6)。雨量データは八幡のアメダスを用いた。土砂災害警戒情報の過去の発表履歴は「土砂災害警戒情報データベース<http://agora.ex.nii.ac.jp/cps/weather/mudslides/>を用いた。図の横軸近くの位置の3箇所▲記号をつけているが、これは郡上市に土砂災害警戒情報が発令されたタイミングを示している。奥田洞谷で土石流災害が発生した際(2000日め付近)は、空振りだった他の2回と比較タンクモデルの水位が高い値を示した。



写真1 湧水観測のパーシャルフリューム

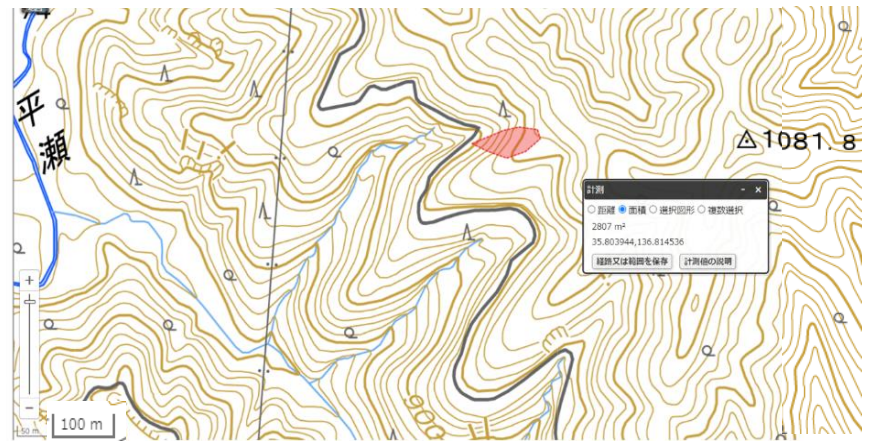


図1 大きめに見積もった場合の湧水の集水域(朱色部分)

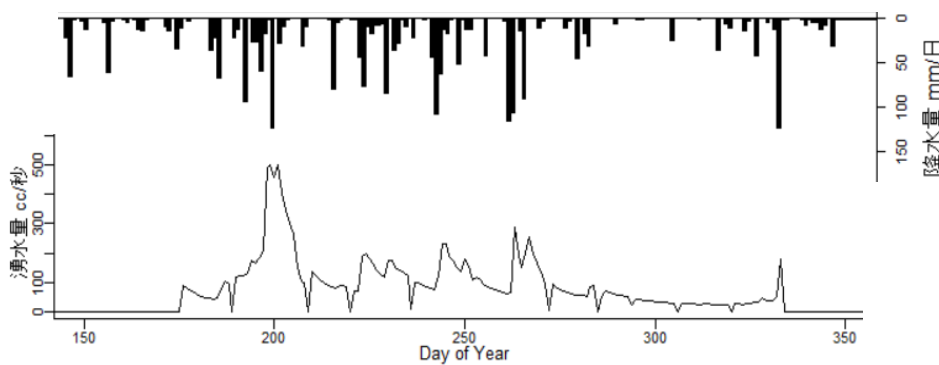


図2 観測された湧水量の変動 (2022年6月～11月)

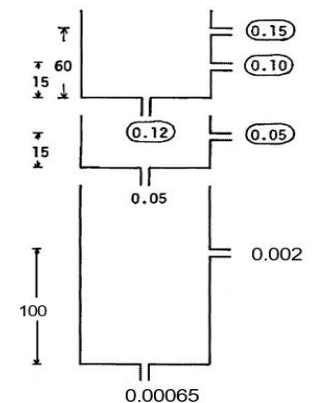


図3 タンクモデルのパラメーター

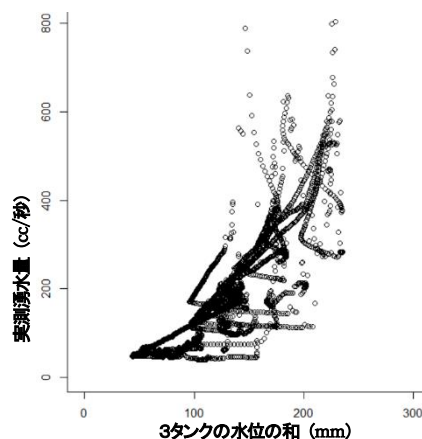


図4 タンクモデルの水位と実測湧水量の関係

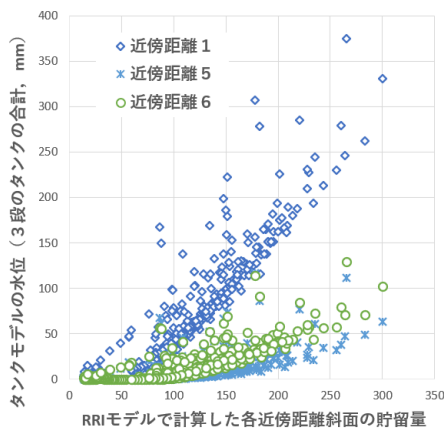


図5 RRIモデルで計算された近傍距離1, 5, 6の各斜面の貯留量とタンクモデルの水位の関係

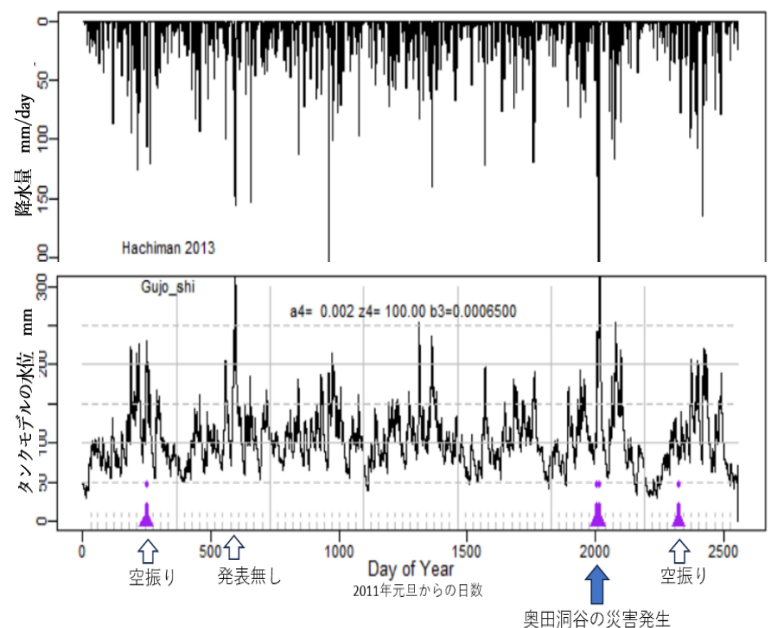


図6 奥田洞谷へのタンクモデルの適用(2013～2019年)

引用文献

- Ishihara, Y. and Kobatake, S. (1979) Runoff Model for Flood Forecasting. Bull.D.P.R.I., Kyoto Univ.. 29: 27-43
- 佐山敬洋, 石見洋一 (2014): 降雨流出氾濫(RRI)モデルの開発と応用, 土木技術資料 56-6, pp18-21
- 田中隆文, 土屋 智, 湯川典子, 古田 清, 中澤 耕司 (2019) 「2018年(平成30)7月の長雨により岐阜県郡上市で発生した山腹崩壊と崩土の流出」 砂防学会誌. 9(3):149-151