

分布型流出モデルを用いた山地ゼロ次谷での地中内水分量変化特性の検討

岐阜大学工学部 学生員 ○大橋 魁

岐阜大学工学部 西村 翼

岐阜大学工学部 正会員 篠田成郎

1. はじめに

近年、温暖化の影響に伴う降雨の極端化による山地斜面の崩壊現象が多発している。平成30年7月豪雨では岐阜県内の山地森林においてゼロ次谷と呼ばれる谷頭での崩壊が多数確認されている。ゼロ次谷での崩壊の様子を図-1に示す。ゼロ次谷とは斜面の水を集め1次谷集水域の地表流路に排水する斜面システムとして機能する伏流域であり、表層崩壊はゼロ次谷流域を単位として発生する¹⁾とされている。このため、降雨に伴いゼロ次谷直上近傍斜面内での地中内水分量が急激に大きくなると予想される。本研究では、実際にはどのような地形特性の斜面で急激な水分上昇が生じているのかを分布型コンパートメント流出モデルによる数値実験を通じて調べることで、地中内水分量変化特性の検討を行う。



図-1 岐阜県高山市清見町夏厩での崩壊の様子

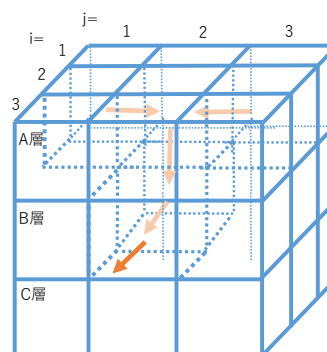


図-2 モデルにおける水分移動の例

2. 分布型コンパートメント流出モデルの概要

本研究の数値実験には地中内の水分移動と流出現象を表現するために、Matsuiらのモデル²⁾を簡略化した分布型コンパートメント流出モデル³⁾を適用する。図-2に示すように、モデルの平面分割を3×3の合計9メッシュとし、2mメッシュを用いる。それぞれのメッシュを鉛直方向に表層土壌であるA層、無機質土壌であるB層、および基岩層であるC層の3つの層に分けて、鉛直方向・水平方向それぞれの関係から各メッシュの各層ごとの水収支式を用いて、地中内水分量を求める。モデルを狭い範囲で適用するため各層の間隙率や流出係数などのパラメータは全てのメッシュにおいて同一の値とし、既往研究³⁾に準拠した値を用いる。山地ゼロ次谷を対象とした本数値実験におけるモデル斜面、落水線、および勾配に関する条件とケース番号を図-3に示す。メッシュ番号 $(i,j)=(3,1)$ 、 $(3,3)$ は流域外とする。地表面の勾配 I_S とC層の勾配 I_C を一定とし、 $(i,j)=(1,2)$,

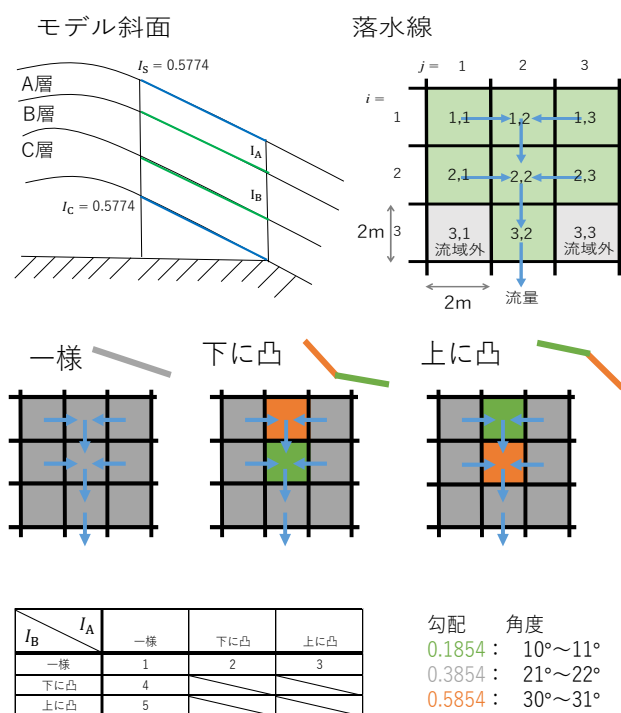


図-3 山地ゼロ次谷を対象とした本数値実験におけるモデル斜面、落水線、および勾配に関する条件とケース番号

(2,2)のメッシュにおける A 層, B 層の勾配を変化させて検討する. 勾配を変化させることで一様, 下に凸, 上に凸の 3 つのパターンを作り, 図-3 の左下の表のように 5 ケースのシミュレーションを行った. 計算期間は 2 週間とし, 降水を 1 時間降水量で開始から 4 時間後に 20mm のみ与え, 他の時間には降水がなかったこととする. 蒸発散は 0mm で統一し, 考慮しないこととする. 次項ではケースごとの地中内水分量変化の結果を示し, 勾配の違いによる地中内水分量変化特性について考察する.

3. 分布型コンパートメント流出モデルによる地中内水分変化量の時間変化特性

地中内水分量変化が初期水位に左右されないように各層の初期水位を定常状態にしてからシミュレーションを行う. 定常状態となるような初期水位の与え方として, モデル斜面に一定量の降水を与え続け, 全メッシュの各層が 1 つ前のタイムステップから現在のタイムステップにかけての地中内水分量の変化率が 0.025% 以内となった時を定常状態とする. 全てのケースで定常状態となった初期水位を用いてシミュレーションを行った時に最も水が集中すると考えられる中央の $(i,j)=(2,2)$ のメッシュにおけるケースごとの地中内水分量変化の結果について図-4 に示す. 図-4 の結果は降水時の地中内水分量でその他の時間における地中内水分量を割り, 降水時を基準とした変化率を表している.

図-4 の結果より A と B どちらの層においても上に凸のパターンにおいて変化率が最も高くなっている. 豪雨時には最も崩壊が起こりやすいと言える. また, A 層と B 層での変化率を比較すると A 層の方が B 層よりも高いことがわかる. とくに, A 層において勾配の違いにより, 変化率に約 20 倍の差があり, 地中内の状態が地中内水分量に及ぼす影響はとても大きいことがわかる. そのため, 同じゼロ次谷においても崩壊の起こりやすさは異なることが示唆された.

4. おわりに

以上より, 地中内の状態を把握することは非常に重要になる. しかし, 地表面の状態から地中内の状

態をつかむことは困難である. そこで, 地形や地質・土壌の分布図から地中内の状態を推測することができれば崩壊の起こりやすさを評価できるようになると考える. また, 地中内の状態の予測に応じた適切な森林管理を行うことで未然に崩壊を防止することにも応用できると期待される.

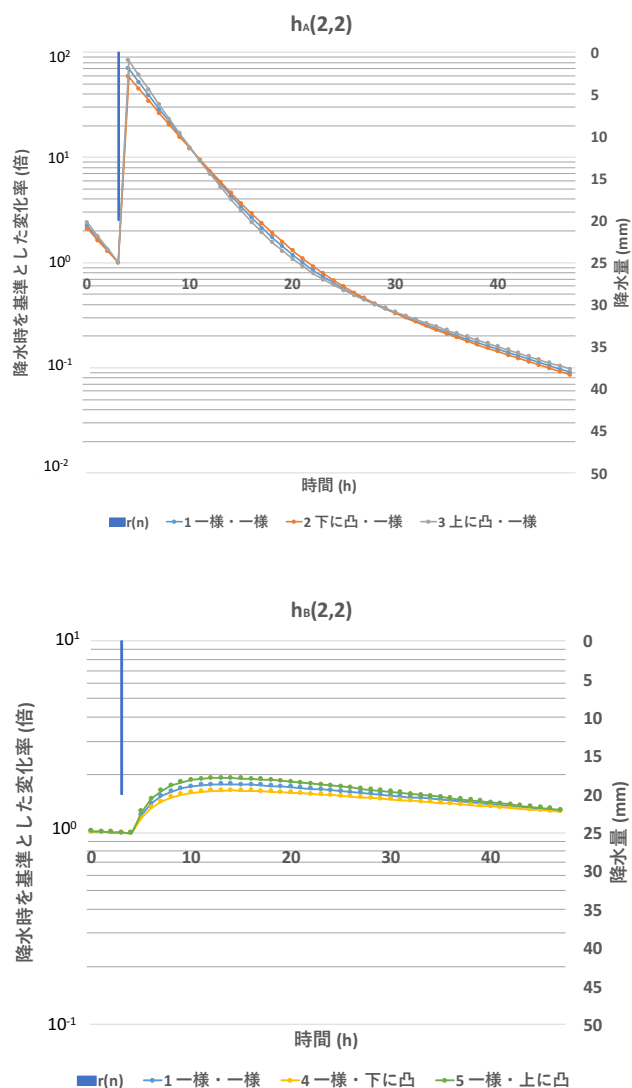


図-4 メッシュ番号(2,2)における A 層および B 層での地中内水分量の変化

参考文献

- 1) 塚本良則：森林・水・土の保全湿潤変動帯の水文地形学, 朝倉書店, 1998.
- 2) Y. Matsui, et al.: Predicting pesticide concentrations in river water with a hydrologically calibrated basin-scale runoff model, Water Science and Technology, 45(9), 141-148, 2002.
- 3) 河寄晃三：山地森林集水域における水分保持能力の評価, 平成 31 年度岐阜大学大学院修士論文, 2019.