

A3 分布型流出モデルを用いた

紀伊半島大水害における深層崩壊発生条件の推定

Estimation for the Occurrence Condition of Deep-seated Landslides using a Cell-based Distributed Runoff Model

: A case of Flood and Sediment Disaster in Kii Peninsula by Typhoon Talas

地球循環共生工学領域 08E12004 石井宏和 (Hirokazu ISHII)

Abstract: Deep-seated landslide are serious problem in Kii peninsula. In the event of “Flood and sediment disaster in Kii Peninsula by Typhoon Talas”, deep-seated landslides occurred in over 50 points. It is necessary to develop a new index for predicting landslides because landslides had actually occurred in not only anticipated but also unanticipated areas in Kii Peninsula. Therefore, I propose a new index for estimating occurrence condition of deep-seated landslides; “saturation time” defined as the duration of moisture saturation in surface soil on landslides points.

Keywords: deep-seated landslides, cell-based distributed runoff model, saturation time

1. はじめに

2011年に発生した紀伊半島大水害で多くの土砂災害が発生したが、国土交通省が発表している¹⁾「深層崩壊溪流（小流域）レベル評価」で発生する危険が「相対的に低い」「やや低い」と予測された地域で15件が発生しており¹⁾、新たな深層崩壊の予測方法の開発が求められている。これまでに、深層崩壊発生の主因は長時間の連続降雨であることから¹⁾、「四万十帯」では累積雨量が700 mmを超えた地点で発生すること²⁾が明らかにされているが、累積雨量のみの予測に加えて、国土交通省が指摘する地質や地形条件の影響¹⁾を評価可能なモデルを開発し、予測制度を向上させる必要がある。そこで本研究では、降雨が表土層に流入し、表土層が飽和した後に深層へと水が流入し、すべり面へ浸透することで深層崩壊が発生するというプロセスを想定し、深層崩壊発生条件を推定することを目的とする。

2. 分析方法

2. 1 分布型流出モデルによる深層崩壊発生地点における表土層の水の飽和度の算出

基盤地図情報（数値標高モデル）10 m メッシュを基として、10 m セルごとに流量流出計算を行い、飽和度の分布を算出可能である立川ら(2004)³⁾の分布型流出モデルを用いて、深層崩壊発生地点での表土層中の水の飽和度の分布を求めた。このとき、対象降雨には2011年8月17日から9月10日の1時間ごとの気象庁提供 1 km メッシュ解析雨量データ、分布型流出モデルのパラメータには立川ら (2013)⁴⁾が熊野川流域で発生した過去の洪水を対象として求めたパラメータを用いた。

2. 2 深層崩壊発生地点別の飽和開始から深層崩壊発生までの時間の算出

先行研究で発生時間が特定されている13箇所の深層崩壊イベントについて²⁾、航空写真から深層崩壊が発生した領域を同定した後、深層崩壊が発生した領域に含まれるセル集合を特定した。そのセル集合のうち、崩壊斜面の上部で最も早く飽和に到達したセルを、そのイベントでの深層崩壊発生セルと設定し、そのセルでの飽和開始から深層崩壊発生までの時間を飽和時間として求めた。

2. 3 飽和時間指標と累積雨量指標で深層崩壊発生条件として用いる場合の妥当性の比較

算出された飽和時間から想定した深層崩壊発生プロセスの検証を行った。また、各深層崩壊発生セルでの飽和時間のから深層崩壊発生条件の指標としての妥当性を検証した。その後、先行研究で述べられた700 mm以上の累積雨量で深層崩壊が発生するという条件が指標として用いられるか検証し、飽和時間を用いた指標と累積雨量を用いた指標の深層崩壊発生条件としての妥当性を考察した。

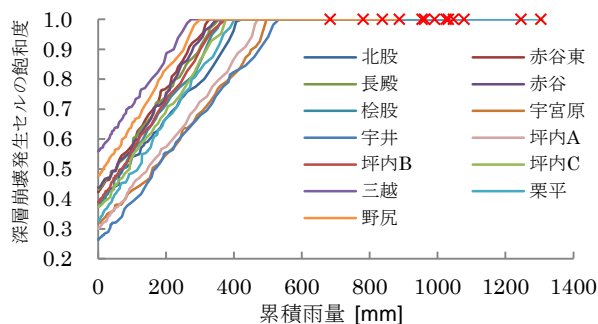


図 1 深層崩壊発生までの累積雨量と飽和度変化の比較

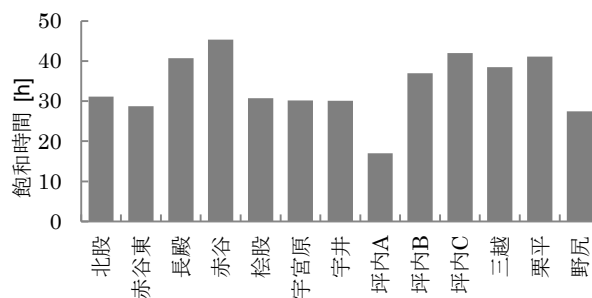


図 2 各深層崩壊発生セルの飽和時間

3. 結果・考察

図 1 に深層崩壊発生までの累積雨量と飽和度変化の比較を示す。どの崩壊地でも累積雨量の増加と飽和度の増加は同一の比で表されることが分かった。また、最も早く飽和に到達した地点では累積雨量が 300 mm であった。どの深層崩壊発生セルでも飽和到達から飽和状態が継続し、深層崩壊が発生したことがわかった。

図 2 には各深層崩壊発生セルの飽和時間を示す。坪内 A 地点を除く他の場所では 28 時間を越えた時点で深層崩壊が発生し始めていることが分かった。累積雨量変化と深層崩壊発生について図 3 に示す。深層崩壊は発生規模の小さい坪内 A 以外の全ての地点で、累積雨量が 700 mm 以上で深層崩壊が発生した。これは先行研究で報告された 700mm 以上で深層崩壊が発生したという知見²⁾と一致した。したがって、累積雨量を指標として用いる場合、深層崩壊発生条件として、例えば 500 mm 以上の累積雨量が予測される場合に避難勧告を出すなど閾値の設定が可能であると考えられる。また、図 3 から、深層崩壊の発生は強降雨の継続中のみでなく、降雨強度の減少後にも 7 か所で発生したため、強降雨の継続よりも長時間の連続降雨が深層崩壊発生に影響するという知見¹⁾と一致した。ただし、累積雨量のみでは、表土層での流量流出計算のプロセスを考えていないため、降雨の集積による影響が考慮できない。飽和時間を指標とした場合、表土層が飽和に到達するセルが存在する、かつ飽和が継続する地点で深層崩壊が発生したと判明したため、例えば気象庁の降水短時間予報を本モデルに入力することで飽和度分布予測を得ることで、15 時間以上飽和したセルが危険など、累積雨量と同様に飽和時間を用いて閾値の設定を行える可能性がある。

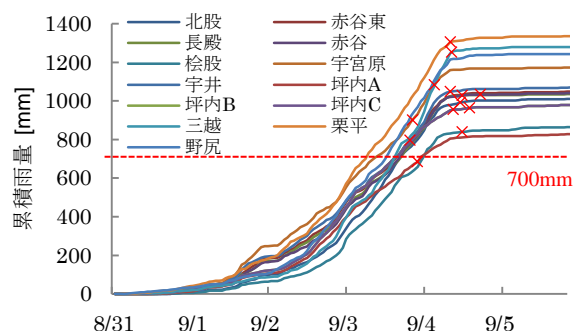


図 3 累積雨量の時間変化と深層崩壊発生の比較

4. 今後の課題

今回は深層崩壊が発生した地域の飽和度しか求めていない。このため、今後は深層崩壊非発生の斜面で飽和時間を解析し、発生地と非発生地の地形条件の違いを求め、飽和時間を予測精度の高い指標として用いられるかを検討する。

参考文献

- 1) 国土交通省国土技術政策総合研究所：深層崩壊～その実態と対応～、<<http://www.nilim.go.jp/lab/bcg/siryoutnn/tnn0699pdf/ks069912.pdf>>(2016.1.19 参照)
- 2) 千木良雅弘ら：2011 年台風 12 号による深層崩壊、京都大学防災研究所年報、第 55 号 A, 2014.
- 3) 立川康人ら：飽和不飽和流れの機構を導入した量積関係式の開発、水工学論文集, vol. 48, pp. 7-12, 2004.
- 4) 立川康人ら：2011 年熊野川大洪水の再現計算からみた実時間河川水位予測の精度向上への課題、河川技術論文集, 第 19 巻, pp.2-234, 2013.