

気候変動が斜面崩壊に及ぼす影響についての検討

○佐藤忠道 (九州大学)

執印康裕 (九州大学)

1. はじめに

気候変動が斜面崩壊の素因および誘因に影響を及ぼすことは多くの既往研究によって指摘されている(たとえば, Crozier, M. J., 2010). ここで, 気候変動が斜面崩壊に及ぼす影響について誘因から検討した研究について概観すると主に, 1) 降雨そのものに着目する経験的モデルを用いた手法, 2) 先行降雨の影響を取り込んだ概念モデルを用いた手法, 3) 降雨浸透解析と斜面安定解析を組み合わせた物理モデルを用いた手法に大別され, いずれの手法においても気候モデルの予測結果を入力値とすることが一般的である. これらの中で物理モデルは, 素因に関するパラメータを取り込むことで, 降雨から斜面崩壊に至る過程を精緻に表現することが可能である. しかし, 数値計算にはモデルの精度に見合った素因のパラメータの取得が必須であり, 必要となるパラメータの多く, さらに空間的不均一性に起因する取得の困難さから広域への適用が困難であるため, 小渓流あるいは小流域といった比較的小さい空間スケールが検討の対象とされている. 他方, わが国においては, 土壤雨量指数が一律パラメータによって土砂災害警戒情報等の判断基準として全国的に運用されており, その実績からも有効性は明らかと言える. 土砂災害との関連性が高く, 広域性を備えた土壤雨量指数を用いることで, 気候変動が斜面崩壊に及ぼす影響について広域かつ同一基準で検討することができると考えられる. 本研究においては上記の点に着目し, 土壤雨量指数を用いて気候変動が斜面崩壊に及ぼす影響について極めて単純な検討を行ったのでここに報告する.

2. 手法

2.1 検討手順

本研究の検討手順を以下に示す.

【手順1】1時間雨量を6等分した10分間雨量を入力値とする土壤雨量指数および土砂災害指数の算出に用いる直列3段タンクモデルの各タンク貯留量を算出する. なお, 算出にあたっては, 降雨イベント毎に区切ることなく通年で計算している.

【手順2】手順1で算出した各要素に対して11年移動平均を算出する. 各要素間の比較を行うために, 算出した11年移動平均を期間内の順位に変換して規準化したものをトレンドとする.

【手順3】手順1で算出した各要素に対して極値解析によって確率年(再現期間)を算出する. なお, 確率

年の算出にあたっては, 1981年~2010年の固定された期間に対して一般化極値分布を適用し, L積率法によって全期間の確率年を算出している.

以上の手順によって得られた各要素のトレンドおよび確率年によって気候変動が斜面崩壊に及ぼす影響について検討した. 具体的には, トレンドを用いた各要素の変化傾向の把握, 斜面崩壊発生時の確率年と斜面崩壊発生以前の既往最大の確率年の比較を行う.

2.2 対象地および使用データ

対象地は, 長期降雨時系列データが利用可能かつ斜面崩壊の発生時刻が推定できる三重県宮川村とした. 同地域では, 2004年の台風21号と2011年の台風12号によって大規模な斜面崩壊が発生している. 2004年には, 深層崩壊も発生しているものの表層崩壊が卓越しているのに対し, 2011年は2004年と比較して規模の大きい深層崩壊が発生している.

使用データは, アメダス宮川の1978年から2019年までの41年間の時間雨量データである. ただし, 2004年の斜面崩壊発生時には, アメダス宮川は欠測となっているため, アメダス宮川の南東に位置する宮川ダムのデータで補完している.

3. 結果

図-1に土壤雨量指数トレンドおよび各タンク貯留量トレンドを示す. 図-1より, 土壤雨量指数トレンド

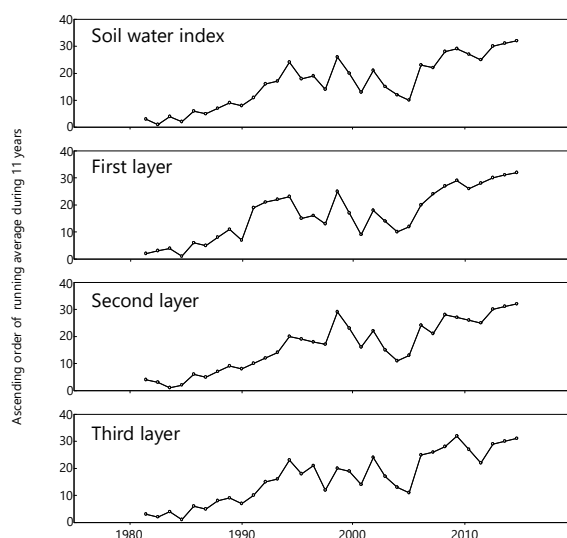


図-1 土壤雨量指数トレンドおよび各タンク貯留量トレンド

および全てのタンク貯留量トレンドが上昇傾向であることが確認される。

図-2 に 2004 年の崩壊発生時の土壌雨量指数の確率年の径時変化と各タンク貯留量の確率年の径時変化を示す。また、図中の破線は災害発生以前の既往最大確率年を、黒矢印は崩壊発生時の確率年を示している。図-2 より、2004 年の崩壊発生時は、土壌雨量指数の確率年および各タンク貯留量の確率年は既往最大確率年を下回っていることが確認される。しかし、1 段目のタンク貯留量の確率年は、既往最大の確率年とほとんど差がないこと、2、3 段目のタンクの貯留量の確率年は既往最大の確率年と大きな差があることから、2004 年の表層崩壊には 1 段目のタンク貯留量が関与していると考えられる。

図-3 に 2011 年の崩壊発生時の土壌雨量指数の確率年の径時変化と各タンク貯留量の確率年の径時変化を図-2 と同様の方式で示す。図-3 より、最初の斜面崩壊発生時は、土壌雨量指数、2 段目、3 段目のタンクの貯留量の確率年が既往最大の確率年を上回っていること、後の斜面崩壊発生時は、3 段目のタンク貯留量の確率年が既往最大の確率年を上回っていることが確認される。最初に発生した深層崩壊については、2 段目のタンクと 3 段目のタンクが既往最大値を上回っている時に発生しているが、深層崩壊発生時の確率年と既往最大の確率年の差を比較すると、2 段目のタンクでは 15.1 年、3 段目のタンクでは 229.1 年と 3 段目のタンクが既往最大値を大きく上回っていることから、2011 年の深層崩壊の発生には 3 段目のタンクが関与していると考えられる。

4. 考察

土壌雨量指数トレンドならびに各タンク貯留量トレンドを降雨から捉え直すと、降雨は土壌雨量指数、1 段目から 3 段目のタンク貯留量を上昇傾向にさせるよう変化していると言える。執印ら (2019) ならびに本研究で示されたように、表層崩壊発生に対しては、1 段目のタンク貯留量に、深層崩壊発生には、2 段目、3 段目のタンク貯留量に着目することが有効であることを踏まえると、1 段目のタンク貯留量トレンドは、表層崩壊発生時の潜在的な危険度を、2 段目、3 段目のタンク貯留量トレンドは深層崩壊発生時の潜在的な危険度を示すと考えられる。これは、深層崩壊の潜在的な危険度を示すことができない土壌雨量指数トレンドと異なる点である。

本研究で対象とした宮川村においては、土壌雨量指数トレンドおよび 1 段目から 3 段目のタンク貯留量トレンドは上昇傾向であり、表層崩壊および深層崩壊の潜在的な危険度が高まっていたと考えられ、そのような状況で 2004 年の表層崩壊と 2011 年の深層崩壊は発生した可能性が高いと言える。したがって、気候変動

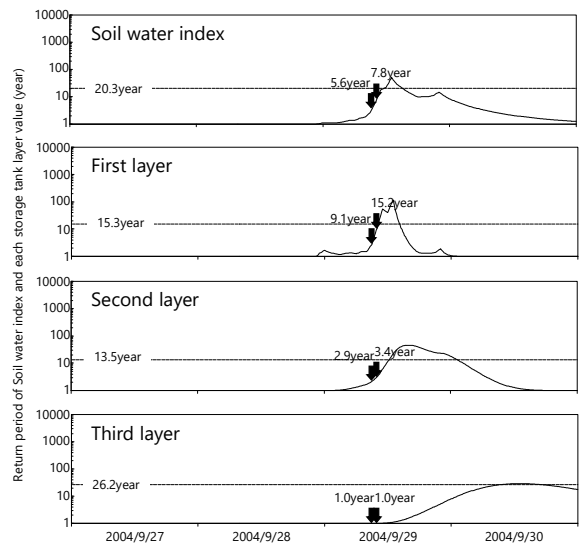


図-2 2004 年 9 月 27～30 日における土壌雨量指数の確率年の径時変化および各タンク貯留量の確率年の径時変化

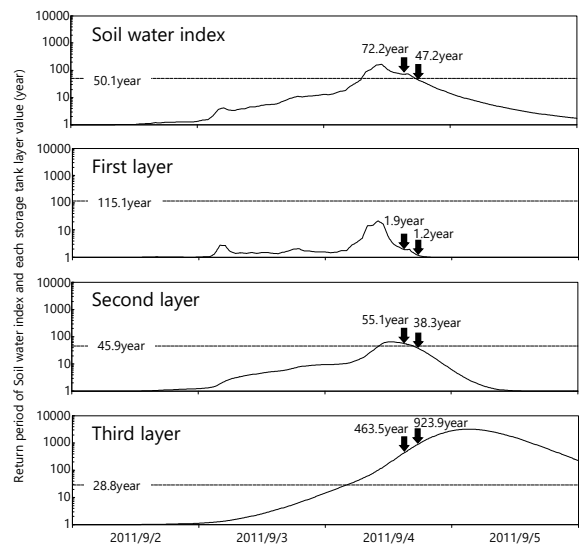


図-3 2011 年 9 月 2～5 日における土壌雨量指数の確率年の径時変化および各タンク貯留量の確率年の径時変化

に伴う降雨の変化は斜面崩壊の形態に影響を及ぼすことが示唆される。無論、本研究で示した結果は、限られた事例に基づいて得られたものであり、他の地域におけるさらなる検討が必要であるが、これについては今後の検討課題としたい。

引用文献

- Crozier, M. J. (2010) : Deciphering the effect of climate change on landslide activity: A review. *Geomorphology*, 124 (3-4), p. 260-267
- 執印康裕・堀田紀文・鈴木雅一 (2019) : 斜面崩壊発生時刻に影響を与える降雨条件の確率年を用いた評価について, 砂防学会誌, Vol. 72, No. 1, p. 3-11