東北地方の高速道路切土斜面に被害をもたらした降雨パターンの分析

東北大学　学生会員　○芳賀奈津美　正会員　金鍾官　正会員　河井正　フェロー会員　風間基樹
東日本高速道路株式会社　正会員　長尾和之　法人会員　高橋卓也
株式会社ネクスコ・エンジニアリング東北　正会員　澤野幸輝

1. はじめに

高速道路切土盛土斜面では豪雨に対する維持管理が課題となっている．降雨による切土盛土斜面の被害を防ぐためには，地質・地形・供用年数等の素因と，降雨量・降雨強度等の誘因に基づく危険度評価が求められる．しかし，未だにその危険度評価方法は明確になっていない．そこで本研究では斜面崩壊の大きな誘因の 1 つと考えられる降雨パターンに着目し，東北地方の高速道路切土斜面で過去に崩壊した事例を分析し，降雨パターンと切土斜面被害発生との関係について考察する．

2. 被害発生の分析方法

東北地方の高速道路斜面が崩壊した事例は，盛土斜面では 1993 年 8 月 27 日から 2011 年 6 月 24 日の間に 83 件，切土斜面では 1993 年 2 月 7 日から 2010 年 7 月 30 日の間に 85 件であった．切土の被害は道路を通行する車両が直接的に発見することが多く，被災時刻と発見時刻の時間差が小さい．一方で盛土の被害は通行車両から直接発見できないことが多いため，被災時刻と発見時刻が一致しない可能性が高い．このため本研究では対象を切土斜面に絞って分析を行った．また図 1 に示すように，全 85 件の切土斜面崩壊事例の内，被害の発災時期は 7 月に 25 件，8 月に 29 件，9 月に 22 件と夏季に集中しており，融雪等の降雨以外の季節的影響は少ないと言える．このことから 1998 年 8 月に発生した台風 4 号と 2002 年 6 月に発生した台風 6 号の際に崩壊したとみられる 24 事例(12 事例ずつ)を対象に分析した．2002 年の台風 6 号で被災した 12 地点のうち 3 地点では被災斜面の緯度経度が特定できなかったため，実際に分析に用いたのは 9 地点である． 対象斜面の雨量データは，斜面を囲う直近 3 ヵ所の気象庁アメダス観測所における時間雨量を線形補間して用いた．この推定時間雨量から，現在高速道路の通行規制等の基準として用いられている時間雨量 0mm（無降雨）が 6 時間続いた時点を区切りとする条件，または比較のために無降雨が 12 時間連続した時点を区切りとする条件で，降雨イベントを取り出した．はじめに崩壊発見日時から過去 5 年間において，被災発見日時を含む降雨イベントとそれを除いた累積雨量が Top3 の降雨イベントを比較した．次に抽出する範囲を供用開始から 2016 年末までに広げ，累積雨量が 100mm を超える降雨イベントすべてを比較した．

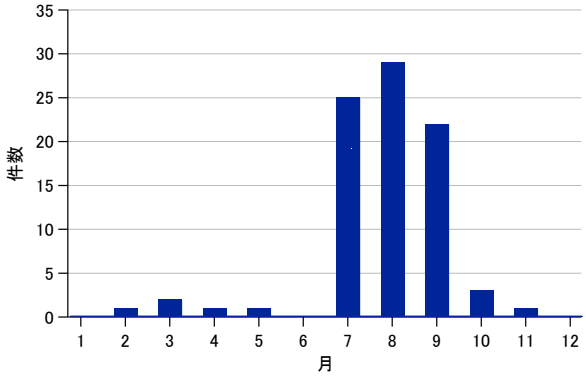

図 1　切土斜面被害発災時期分布

3. 分析結果

(1) 1998 年台風 4 号

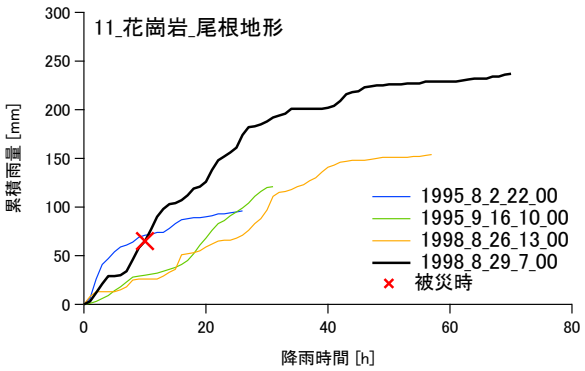

図 2　地点 11_6 時間区切りの時間累積

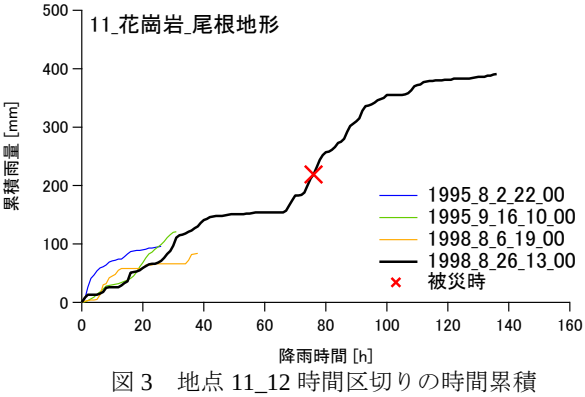

図 3　地点 11_12 時間区切りの時間累積

1998 年 8 月に発生した台風 4 号の影響で，福島県内において 12 ヵ所の切土斜面崩壊の被害があ

キーワード　降雨災害，切土斜面，累積雨量
連絡先　〒980-0845 宮城県仙台市青葉区荒巻青葉 6-6-06　東北大学　人間・環境系教育研究棟　地盤工学研究室
TEL 022 - 795 - 7437

った．図 2 は降雨イベントの区切りを 6 時間連続無降雨としたときの降り始めからの雨量曲線を表しており，被災発見時の累積雨量が過去 5 年間の最大累積雨量を下回る結果の例を示している(12 件中 3 件)．詳しく見ると 1998 年の台風 4 号の影響とみられる 1998 年 8 月 26 日から同月 31 去 5 年間の履歴最大値となった．このことからイベントの区切りを 6 時間連続無降雨とする評価は不適当であると判断し，以後 12 時間連続無降雨を降雨イベントの区切りとして分析を進めた．

(2)　2002 年台風 6 号

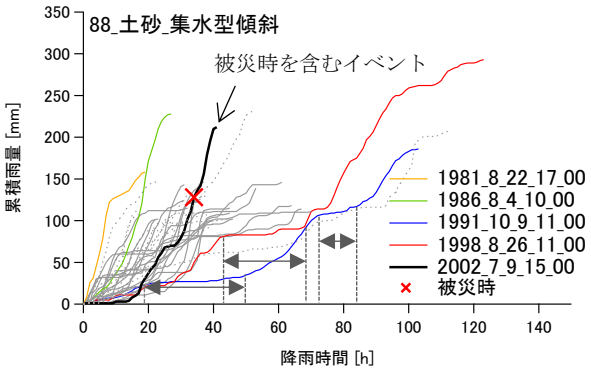

図 4　2002 年台風 6 号代表地点時間累積

2002 年 6 月に発生した台風 6 号の影響を受け，12 ヵ所の切土斜面で被害が発生した．図 4 はその一例で被災地点の供用開始から 2016 年末まで間に発生した累積 100mm を超す降雨イベントの時間 - 累積雨量を表している．供用開始から被災時を含むイベントが発生するまでの期間の降雨イベントを実線で，被災後に発生した降雨イベントを破線で描いた．結果を見ると過去に経験した最大累積雨量よりも少ない雨量で崩壊しており，崩壊に至るための明確な境界は見られなかった(12 ヵ所中 7 ヵ所)．

このような結果となった原因として，1991 年 10 月 9 日降り始めの降雨イベントでは降雨時間 19h~49h の 31 時間で時間雨量の合計が 11mm，73h~84h の 12 時間の時間雨量合計が 11mm と小さく，この間の平均時間雨量は 1mm 未満であった．これは降雨イベントの区切りと設定した 12 時間以上連続無降雨と近い状況であり，実質的にはこれらの時間の前後で別の降雨イベントと区別できると考えられる．1998 年 8 月 26 日降り始めのイベントにおいても降雨時間 43h~67h の 25 時間で合計雨量が 11mm 程度と同様の傾向が見られた．一方，1981 年 8 月 22 日や 1986 年 8 月 4 日降り始めのイベントのような一貫してグラフの傾きが大きいイベントで崩壊に至らなかった理由としては，供用年数が小さく切土斜面の劣化が進んでいなかったために，被災時よりも斜面本体が高い強度を有していたことが考えられる．

線形補間した雨量データが対象斜面の実際に経験する降雨の特徴を正確に反映できていない可能性も考えられることから，線形補間の前後の雨量データを比較することにより，データのばらつきを確認することとした．図 5 は 1998 年 8 月 26 日 11 時からの降雨イベントについて，線形補間した時間雨量を用いた累積雨量と線形補間前の 3 つのアメダス観測所における累積雨量をそれぞれ示している．このイベントにおける線形補間後の最終累積値は 293mm であった．アメダス福島観測所の累積雨量が最大値の 333mm となり，線形補間後の累積値と比較すると 40mm(14%)上回った．またアメダス茂庭観測所における累積雨量が最小で 259mm であり，線形補間後の累積値との差は-34mm(-12%)となった．このことから，線形補間による被災地点の推定累積雨量には最大 15%程度の差が生じると言える．

以上の結果から 3 つの観測所の時間雨量データのばらつきが確認でき，これは時間雨量を線形補間した値が実際の対象斜面の時間雨量とは大きく異なる可能性があることを示している．原因としては，雨雲の移動時間のために各アメダス観測所における雨量データの変動にタイムラグが生じていること，20km 程度ごと離れて位置するアメダス観測所の雨量データでは局地的な降雨を捉えるのが難しいことなどが挙げられる．

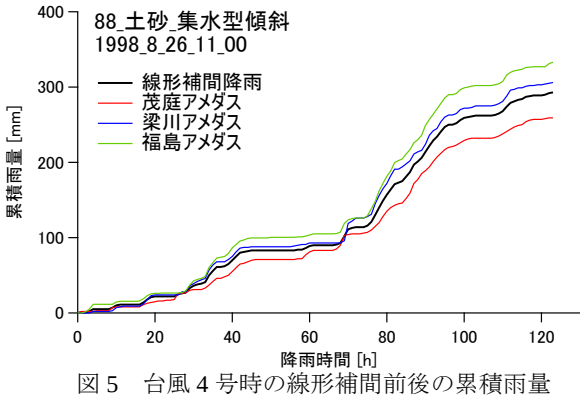

図 5　台風 4 号時の線形補間前後の累積雨量

4. 結論

1) 東北地方の切土斜面被災時期は夏季に集中しており，融雪等の降雨以外の季節的影響は少ない．
2) 降雨イベントの区切りは無降雨が 6 時間続いた時よりも 12 時間の方が適当と考えられる．
3) 被害地点の雨量データの評価として近隣のアメダスデータを線形補間して推定した時間雨量には最大 150%程度の差が生じた．

参考文献

1) 国土交通省気象庁，各種データ・資料，www.jma.go.jp/jma/menu/menureport.html
2) 鈴木博人，大島竜二：雨量計で観測される降雨量と災害の発生地点の降雨量の際に関する考察，自然災害科学，Vol.33，特別号，101-113，2014