

鶴岡市, 西目崩壊地の破壊-崩壊過程と水文誘因

○林 拙郎(静岡大防災総合センター(客員))

1. はじめに

2022年12月31日01時に山形県鶴岡市西目の丘陵性の孤立した小山において崩壊土砂量15万 m^3 の土砂災害が発生した。この小山の脚部は土砂採取のため1974~1982年にかけて掘削がなされ、緩傾斜の平地が形成され、その後に宅地が造成された。形成された崖状斜面の高さは約25m程度で、この崖状斜面が12月末に崩壊したのである。斜面崩壊により家屋十数棟が倒壊し、2名の人命が失われた(図-1参照)。

筆者は、過去の小山脚部の切土ということと、2022年12月の降水量が例年より多かったという指摘に基づき、これまでの崩壊の時間的経過モデルと水文的誘因から崩壊現象の発生要因を考察する。

2. 検討方法

2022年12月末のそれ程大雨の時期でもないこの時期になぜこの斜面が崩壊のか。これを検討するには崩壊現象のこれまでの知識・知見を総合的に動員して考察する必要がある。まず、素因として地質地盤の脆弱性と降水の小山内部への貯留化を促す地盤構成が上げられる。誘因の総合的検討には、

- 1) 切土による安全率低下と崩壊の時間的経過、
- 2) 降水・積雪の影響、
- 3) 破壊発生日と崩壊発生日
- 4) 小山内部の水貯留量の検討

が考えられる。以下、順に説明する。

2.1 切土による崩壊事例と崩壊過程

切土によりすべりが始まり、崩壊した事例は、1972年12月の福井県安居山の崩壊や1990年5月に発生した宮崎県日向土木事務所管内の国道327号の崩壊などの事例がある。図-2上は崩壊後の写真であり、下のグラフは縦軸が移動速度 v の逆数であり、右軸は対数表示、左軸は普通目盛りで、横軸 t は時間(時刻)である。この図の上の直線は、破壊過程を表し、その後、下方に向かう曲線で急降下する領域は崩壊過程を表している。この場合、破壊開始から崩壊まで1ヶ月程度要し、先の安居山の場合には、約40日を費やしている。

崩壊までの時間的経過には次のような傾向がある。

- 1) 外力が大きければ、早く崩壊
- 2) 斜面の規模が小さくても、早く崩壊
- 3) 切土の規模が大きければ、早く崩壊

これまでの斎藤・上沢(1966)の報告や他の事例を参考にすると、今回の事例は、直高約25mの中規模な斜面であることから、限界に到達してから崩壊までの期間は1週間程度と考えられる。

2.2 現地の状況

崩壊現場の西目崩壊地は日本海の海岸から2.7km内陸側丘陵地の東端にある。ここから海岸丘陵地に沿っ



図-1 西目崩壊地の全景(2022年12月31日撮影, 山形県県土整備部提供)

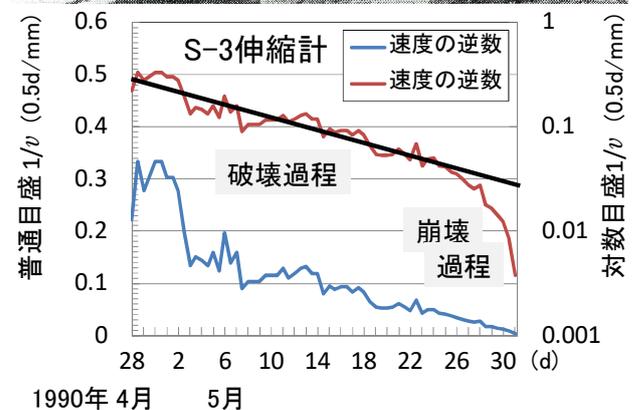


図-2 切土により崩壊した道路法面の事例(宮崎県, 国道327号)

て4.8km北東に最直近の山形県大山観測所がある。気象庁鶴岡は東側に9.7kmの内陸側にある。

現地の2022年の月別降水状況は、8月、12月が豊水月で

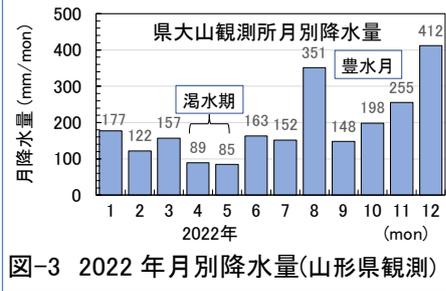


図-3 2022年 月別降水量(山形県観測)

渇水期が4月、5月である(図-3)。昨年12月の降水量が例年より多かった、という報道があり、アメダス鶴岡の12月降水量の年変動(1976年~2022年)を図-4に示す。昨年12月の降水量501mmが第1位で、第2位が1980年の443mmで、第3位が2016年の415.5mmとなっている。全体のトレンドをみると、増加傾向にあり、2022年を除いた平均値が267.6mmで、昨年の12月降水量は平均値の1.9倍となっている。

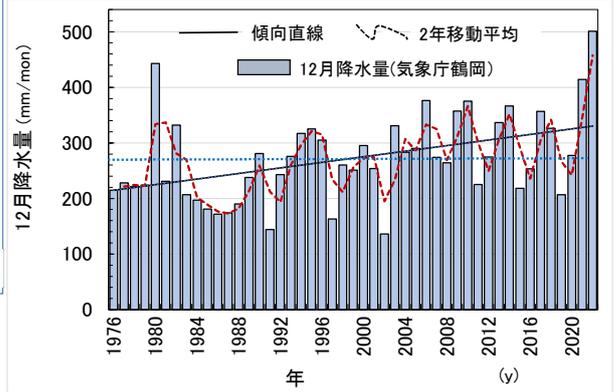


図-4 12月降水量の年変動(アメダス鶴岡)

3. 実効雨量法による水貯留量の分析

これまでの検討より、現場は切土斜面であり不安定化要因である斜面内部の水貯留量が限界に到達する日を推定する。図-5を参照すると、12月4日、7日に50、36mmの降水があるが、この日に限界に達したとすると、崩壊発生までの期間が長すぎる。斜面規模より1週間程度のすべり崩壊期間を考慮すると、12月23日、24日に同じ降水量25mmがあり、22日の19mmを考慮すると、24日が限界値に到達したとみられる。24日の積雪量20cmもこれを裏付けている。

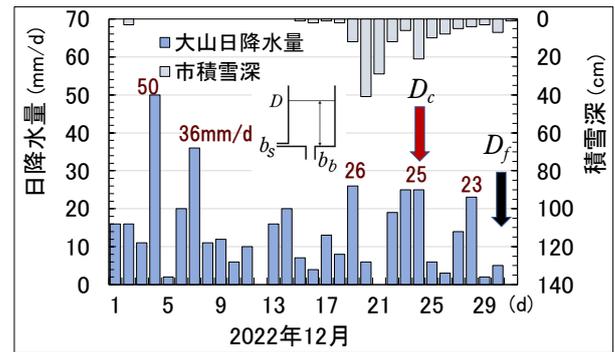


図-5 破壊限界日と崩壊日 D_c , D_f の設定

こうして、実効雨量式： $D_i = R_i + aD_{i-1}$
 D_i : 水貯留量(実効雨量), R_i : 日降水量
 i : 日数(d), a : 逓減係数(林, 2021)

より12月24日にピークをもつ逓減係数と水貯留量を求めると次式が得られる。

$$a = 0.96, D_c = 303\text{mm}$$

図-6に水貯留量の経過を示す。図では、11月が200mm以下であり、12月に入り増加し、24日にピークに達している。

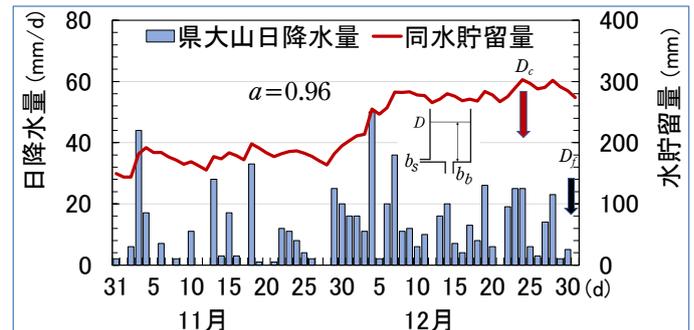


図-6 12月の水貯留量の増加(24日に限界値 D_c)

次に、8月の豊水月の水貯留量が12月のピークを超えていないか検証を行ったものが図-7である。8月3日に85mmの降水があるが、水貯留量は最高でも260mm以下である。

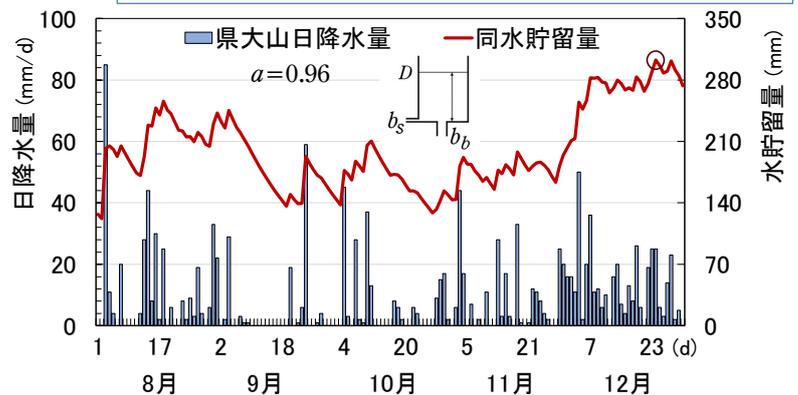


図-7 8月からの日降水量に対する水貯留量の確認

謝辞:降水データおよびドローン写真は山形県県土整備部より提供頂きました。降雪関係データは鶴岡市建設部より提供頂きました。ここに記してお礼申し上げます。

引用文献:諏訪浩・平野・奥西(1991):九州四万十……, 京大防災研報, 34(B1), 139-151. 斎藤迫孝・上沢(1966):斜面崩壊時期の予知, 地すべり, 2(2), 7-12. 林拙郎(2021):土砂災害の発生構造, 技報堂出版, 288p.