

深層崩壊を引き起こした降雨の特徴

国土技術政策総合研究所 ○内田太郎・岡本 敦
中電技術コンサルタント株式会社 倉本和正

1. はじめに

深層崩壊は、崩壊土砂量も大きく、被害の程度も大きい。そのため、ハード対策と並んで、警戒避難体制の整備も重要となる。これまで、深層崩壊については、発生メカニズム（例えば、Chigira, 2009）や深層崩壊の発生場所を予測する手法に関する研究（例えば、内田ら、2007；Uchida et al., 2011）が行われてきた。今後、警戒避難体制を強化するためには、深層崩壊の発生場所のみならず、深層崩壊の発生時期に関する予測技術が重要となる。深層崩壊の誘因としては、地震や豪雨、重力性の変形があげられる。このうち、豪雨を誘因とする深層崩壊については、発生時期の予測にあたっては、どの程度の降雨規模で深層崩壊が発生するかを明らかにすることが鍵となる。これまで、八反地（2003）などいくつかの例外をのぞき、豪雨による深層崩壊を対象に、深層崩壊と降雨規模の関係を整理した研究は少ない。

そこで、本研究では、

① 深層崩壊の発生・非発生を評価・予測する上で有効な降雨指標は何か？

② ①で明らかになった降雨指標がどの程度の値になった場合、深層崩壊発生のおそれが高まるか？
について、近年の深層崩壊を事例に検討することを目的とした。

2. データと方法

2.1 対象とした深層崩壊

本研究では、土木研究所 火山・土石流チームによって整備された「過去の深層崩壊事例について」における深層崩壊事例を対象とした。「過去の深層崩壊事例について」は、発生日が概ね特定でき、崩壊土砂量が概ね 10 万 m^3 以上のもので、豪雨・融雪による深層崩壊を対象にデータベース化されたものである。本研究では、このうち、アメダスが整備された 1976 年以降の深層崩壊を対象とした。その上で、「過去の深層崩壊事例について」は 2010 年までを対象としているので、2011 年の分については、7 月の台風 6 号による高知県東部の災害と 9 月の台風 12 号による紀伊半島での災害を対象とした。台風 6 号による深層崩壊については、笹原ら（2011）を参考とし、台風 12 号に関しては国土技術政策総合研究所で実施した判読結果を基に、崩壊土砂量が概ね 10 万 m^3 以上と考えられる崩壊を対象とした。なお、判読、崩壊土砂量の推定の詳細については、森山ら（2011）を参考にされたい。以上の結果、対象とした深層崩壊の数は 133 となった。

2.2 深層崩壊発生時の降雨量の整理

降雨量については、各深層崩壊の発生日およびその前 3 日間の計 4 日間を解析の対象とした。その上で、対象期間中、連続 1 時間、3、6、12、24、48、72 時間（以下では、「雨量算出期間」と呼ぶ）の最大雨量について算出した。降雨量の算出には、各深層崩壊にもっとも近いアメダスの観測所における観測データを用いた。なお、1 つの降雨で同時に複数の深層崩壊が発生している場合は、できるだけ多くの深層崩壊が 1 つのアメダス観測点から概ね 20km の半径の内側に入るアメダス観測点を選び、分析を行った。2011 年台風 12 号のように、広域に深層崩壊を発生させた場合、複数のアメダス観測所のデータを用いることとした。また、1 つの深層崩壊が複数のアメダスデータで分析されることはないよう、複数のアメダス観測点から 20km 以内にある場合は、最近傍の観測点 1 つのデータのみを用いた。ここでは、2011 年台風 12 号のように複数の観測所のデータを用いた場合は観測所ごとに別の降雨として解析した。その結果、深層崩壊を引き起こした降雨のデータ数は 43 であった。43 降雨データのうち 13 降雨データでは複数の深層崩壊が発生しており、うち 6 降雨データが 2011 年の台風 12 号によるものである。また、43 降雨データのうち、11 降雨データは、融雪期にあたり、融雪の影響を受けていたと考えられる、

3. 結果と考察

図 1 に示したように、1 つのみの深層崩壊が発生した降雨データ（以下、「単発イベント」と呼ぶ）と複数の深層崩壊が発生し

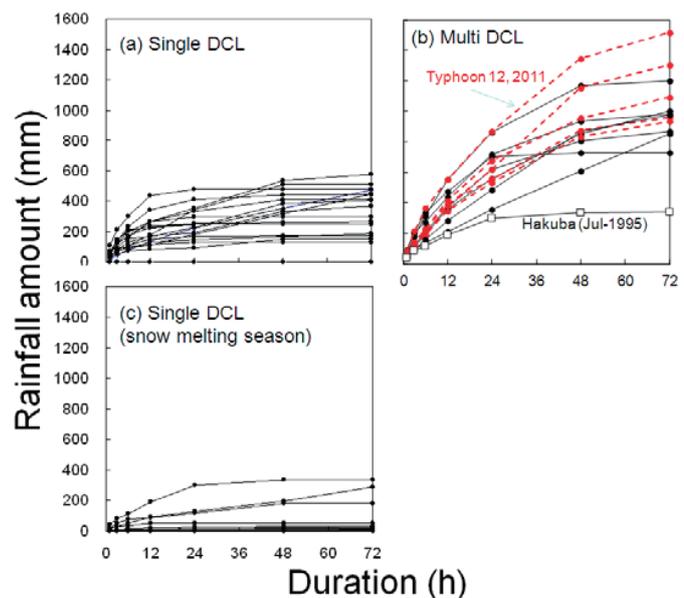


図1 深層崩壊を引き起こした降雨の雨量算出期間と最大降雨量の関係：(a)単発イベント（非融雪期）、(b)複数イベント、(c)単発イベント（融雪期）

た降雨データ（以下、「複数イベント」と呼ぶ）では、雨量算出期間が短時間（12時間以下）の場合明瞭な差が見られなかった。さらに、単発イベントの中には、全て雨量算出期間で最大降雨量がほぼ0mmのイベントもあった。特に、融雪の影響を受けていると考えられるイベントではその傾向が強かった。また、単発イベントの多くで、雨量算出期間が24時間以上長くなっても、雨量算出期間が24時間の時の最大降雨量と差が小さかった。このことは、単発イベントの降雨の継続時間が概ね1日程度であったことを示している。

一方、複数イベントでは、単発イベントで見られたような、雨量算出期間によらず、最大雨量が0に近いイベントはなかった。さらに、72時間まで雨量算出期間が長くなればなるほど、降雨量が増大するイベントが多かった。このことは、複数の深層崩壊を引き起こすイベントの多くが、2日以上降雨が継続していたと考えられる。

図2には、深層崩壊を引き起こした降雨について、雨量算出期間ごとに最大雨量の頻度分布を示した。この図からも、雨量算出期間が12時間以内の場合、融雪の影響がないと考えられる単発イベントと複数イベントの最大雨量は必ずしも明瞭に分離できない。しかし、雨量算出期間を48時間以上にした場合、1つの複数を除き、12の複数イベントの最大雨量は、単発イベントの最大雨量の最大値より大きく、極めて明瞭に分離でき、複数イベントの大半は48時間雨量で600mmを越えていた。なお、48時間雨量で600mmを越えていない1つの複数イベントは、1995年7月に黒部川流域における2つの深層崩壊を対象に「白馬」のアメダスデータを用いたものである。

4. まとめ

前節で見たように、深層崩壊は非常に小さい降雨でも生じることがある。さらに、融雪期には、小さい降雨で深層崩壊がしばしば生じることを示した。このことは、深層崩壊の一部は比較的短期間の降雨のみならず、長期間の降雨や地下水流動や長期的な重力性の変形を誘因として生じることに起因していると考えられる。これらのことから、融雪による影響をある程度評価できる可能性があるものの、全ての深層崩壊を降雨量を基準に発生を予測することは困難であることが考えられる。

一方で、前節の結果から、深層崩壊を複数引き起こすイベントは、降雨量によって、ある程度表現できる可能性が考えられる。このことは言い換えれば、融雪、長期間の降雨や地下水流動や長期的な重力性の変形は、深層崩壊発生の誘因とはなるものの、同時に複数の深層崩壊を引き起こすような深層崩壊の発生時期に重大な影響を及ぼすことはまれであることを示唆している。さらに前節の検討より、降雨が複数の深層崩壊を引き起こすかどうかは、連続48時間以上の長い期間の積算雨量を用いることにより、特徴付けられる可能性が示唆された。

【参考文献】八反地（2003）：砂防学会誌, Vol.55, No.6, pp. 74-77／笹原ほか（2011）：砂防学会誌, Vol.64, No.4, pp. 39-45／森山ほか（2011）：土木技術資料, Vol.53, No.12, pp. 4-7／内田ほか（2007）：土木技術資料, Vol.49, No.9, pp. 32-37／Chigira, M. (2009): Eng. Geol., Vol. 108, pp. 1-15／Uchida, T. et al. (2011): Int. J. Erosion Cont. Eng., Vol. 4, pp. 32-42.

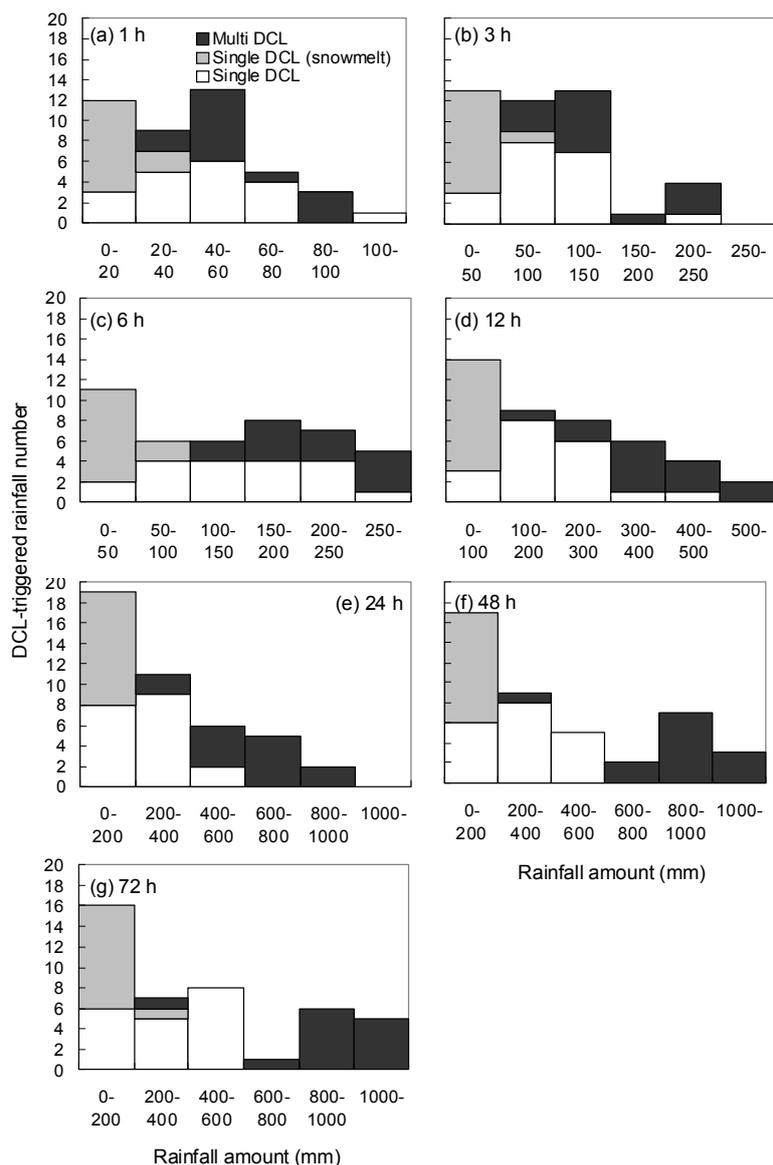


図2 深層崩壊を引き起こした降雨の雨量算出期間ごとの頻度分布