

## 近年の深層崩壊と降雨の関係

極端現象分科会（○原 義文、内田太郎、石塚忠範、久保田哲也、地頭菌隆、権田 豊、柏原佳明、森島成昭、西真佐人）

### 1. はじめに

記録的な総雨量と降雨強度を伴うような大雨に見舞われると、ひとつの土砂移動現象ではなく、様々な土砂移動現象が連続的に生起することがある。例えば、表層崩壊の発生→多発、土石流の発生→多発、崩壊土砂・土石流の規模・到達範囲の拡大、天然ダムの形成→決壊→大規模な土石流発生など、さまざまな現象が連続的に、同時多発的に起こる場合がある。また、このような大雨に見舞われた場合、しばしば深層崩壊が発生する。深層崩壊の発生は、土石流や天然ダムを形成し、周辺地域に甚大な被害を及ぼす。極端現象分科会ではこのような現象を対象とした。

### 2. 既往文献の整理

本分科会では、記録的な豪雨によって発生する特徴的な土砂移動現象と考えられる深層崩壊に関する既往文献を整理した。その結果、

① 深層崩壊時の降雨状況と深層崩壊地およびその周辺の地質状況から、深層崩壊発生時の発生機構（地下水の状況など）を推定したもの

② 深層崩壊の誘因となる可能性の高い岩盤中の地下水の挙動を観測したものが多く、個別の事例研究または水文観測に基づく研究が大半であった。逆に、深層崩壊と降雨波形の関係を分析し、深層崩壊の規模や数に及ぼす降雨の影響を検討した研究例は少ない。そこで、以下では、深層崩壊に関して、多くの事例を集め、深層崩壊の発生状況について整理を行ったので報告する。

### 3. 近年の深層崩壊の発生状況

2004年の台風10号による徳島県那賀川流域における土砂災害や2005年の台風14号による宮崎県を中心とする土砂災害など、総降水量で1000mmを越えるような極めて規模の大きい豪雨により、同時に複数の深層崩壊が発生する事例が見られた。また、鈴木（2009）は「1990年代に入ると砂防関係の研究者の間で、（中略）、「深層崩壊が目立つようになってきた」などと語られるようになっていった。」としている。

#### 3.1 深層崩壊の発生件数

そこで、近年の深層崩壊の発生状況について詳しく見てみることにした。内田ら（2007）では、「表土層だけでなく、深層の地盤までもが崩壊土塊になる現象」を深層崩壊とし、平均崩壊深が概ね5m以上かつ崩壊土砂量が概ね10万 $m^3$ 以上の崩壊を深層崩壊とみなし、明治期（1868年）以降に降雨あるいは融雪により発生した深層崩壊について情報を収集した。その上で、既往文献中に発生場所、発生年月日が概ね記されているものとして、122事例を抽出した。この122事例の発生年を整理したものが図-1である。深層崩壊の発生事例は、従来統一的な調査により、収集分析されてきていないため、この122事例についても精査が必要であり、近年と明治初期が同じ精度であるとは考えにくく、近年の方が、より多くの事例が集めやすい（頻度が高くなりがち）傾向にあると考えるべきである。

図-1によると、少なくともここ10数年は毎年のように降雨・融雪による深層崩壊が発生しており、鈴木（2009）などが指摘した1990年代以降「深層崩壊が目立つようになってきた」という指

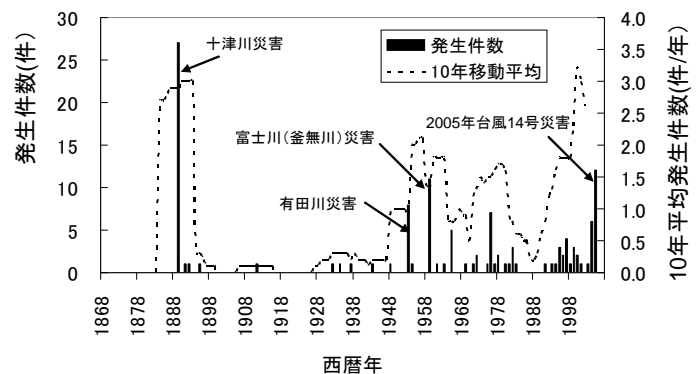


図-1 崩壊土砂量10万 $m^3$ 以上の深層崩壊発生件数の変遷（内田ら（2007）より作成）

摘と矛盾しない。また、比較的データの信頼性が高いと思われる最近の時期（1970年代後半以降）だけを見ると10年間の移動平均で深層崩壊の発生頻度は概ね増加傾向にある（図-1）。さらに、図-2に示したように、深層崩壊の発生件数は、1978～1987年は年平均0.8件、1988～1997年は1.2件、1998～2007年は2.6件と降雨強度50mm/hを超える回数、土砂災害全体の発生件数と調和するように増大している。

### 3.2 深層崩壊の発生時の降雨状況

次に近年発生した深層崩壊について、概ね発生時刻がわかっているものに関して、深層崩壊発生までの積算雨量と深層崩壊発生時の降雨強度の関係を分析した。結果を図-3に示す。事例が少なく、事例が九州・四国に偏っているため、はっきりとしたことはいえないが、近年発生した深層崩壊の多くは、発生時点の降り始めからの雨量が400mmを超えていたことが多かった、さらに、深層崩壊発生時の雨の強さがゼロに近い事例も見られ、2005年宮崎県耳川における深層崩壊のように、雨がほとんどやんでからおこった深層崩壊もあった。一方、2003年水俣市集川、2004年三重県旧宮川村春日谷の事例のように、大規模な降雨のピークに遅れることなく発生した事例もある。

これまで、間隙水圧の上昇をコントロールする要因としては、深さ方向の急激な透水性の低下（例えば、水俣市集川（千木良，2006））、平面方向に地下水が集中する経路（例えば、針原川（地頭藪ら，2004））が考えられている。

### 4. まとめ

降雨強度、総降雨量のいずれもが大きい降雨が近年、国内外で頻発した。結果的に極端に規模の大きな降雨による土砂災害の実態に関する情報が蓄積されつつある。これにより、極端に規模の大きな降雨時には、表層崩壊のみならず、深層崩壊が起きることがわかってきた。

一方で、深層崩壊と降雨の関係を複数の深層崩壊に対して検討した事例は非常に限られていた。これに対して、本分科会では、過去の深層崩壊の事例を収集し、深層崩壊の発生数の変化、深層崩壊と降雨の関係について整理を行った。最後に、今後研究が必要なテーマについて整理をする。

- ・降雨のパターンが崩壊の形態、規模、数、場所に及ぼす影響に関する研究
- ・深層崩壊の規模や数に及ぼす降雨の影響に関する研究
- ・地質などによる深層崩壊と深層崩壊を引き起こす降雨の関係の類型化（強く短い降雨で深層崩壊の発生しやすい地質、比較的弱くて長く継続する降雨で深層崩壊の発生しやすい地質など）

これらは、実態の分析、水文観測、数値実験を適切に組み合わせていくことが重要であると考えられる。その上で、降雨規模の増大に備えた深層崩壊・天然ダムに対する施設整備のあり方（場合によっては新たな対策手法の構築）、警戒避難支援手法・危機管理手法の高度化を進めていく必要があると考えられる。

【参考文献】鈴木（1990）SABO, 100, 2-7；内田ら（2007）土木技術資料 49(9), 32-37；地頭藪ら（2004）砂防学会誌, 56(5), 15-26；千木良（2006）土木学会論文集 C, 62(4), 722-735

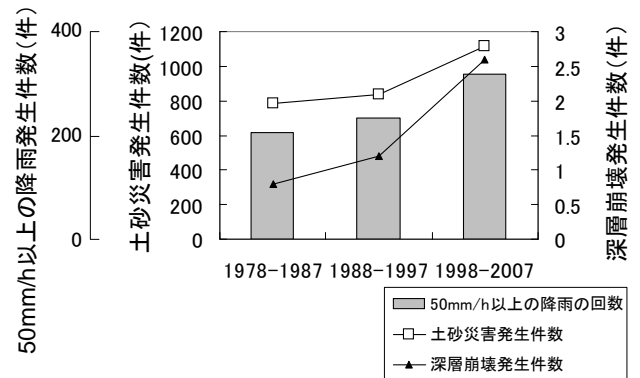


図-2 10年ごとの50mm/hを超える降雨の発生件数、土砂災害の発生件数（社会資本整備審議会「水災害分野における地球温暖化に伴う気候変化への適応策のあり方について（答申）および参考資料」を基に作成）と崩壊土砂量10万m<sup>3</sup>以上の深層崩壊の発生件数（内田ら（2007）より作成）

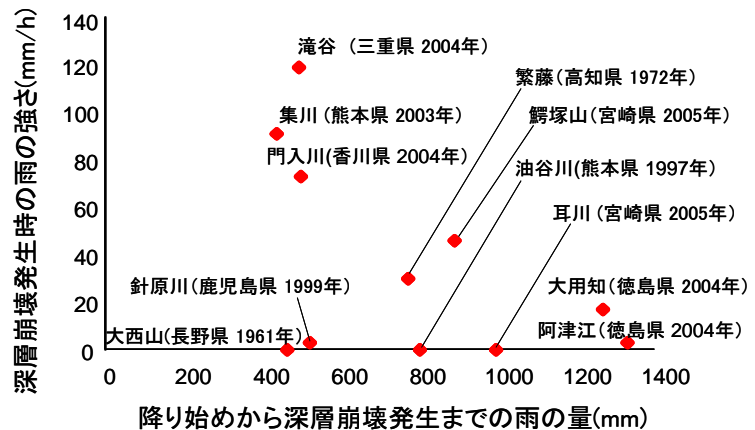


図-3 降り始めから深層崩壊発生までの雨量と深層崩壊発生時の雨の強さの関係