

# 深層崩壊に起因する天然ダム等異常土砂災害対策に関する研究

研究予算：運営費交付金（一般勘定）

研究期間：平 20～平 23

担当チーム：火山・土石流チーム

研究担当者：石塚忠範、内田太郎、  
武澤永純、清水武志

## 【要旨】

国土交通省では当チームの研究成果に基づき作成された全国深層崩壊推定頻度マップを公表している。一方、国土交通省各地方整備局では、当チームで作成した「深層崩壊の恐れのある溪流抽出マニュアル」を用いて、同マップで頻度が高いとされた地域を中心に、溪流単位での危険度の調査を実施している。その調査で得られた深層崩壊跡地、地質構造・微地形要素の情報を分析した結果、深層崩壊発生頻度マップで見られた傾向と概ね調和的な結果が得られた。また、地質構造・微地形要素の中でも、斜面の変形状態を反映していると考えられる要素を用いることで、深層崩壊の発生頻度をより評価できることがわかった。

キーワード：深層崩壊、地質構造・微地形要素、地質区分、深層崩壊発生頻度マップ

## 1. はじめに

斜面崩壊に起因する土砂災害の中でも、その規模の大きさや被害の甚大さなどから、斜面を構成する基盤岩中から大きく崩壊する深層崩壊が注目されるようになってきた<sup>例えば1, 2)</sup>。火山・土石流チームでは、以前からこの現象に着目し、崩壊土砂量、平均崩壊深が概ね 10 万 m<sup>3</sup>、5m 以上の明治時代以降の 122 事例を既往文献から収集し、第四紀隆起量や地質区分などから、深層崩壊発生の危険度を全国 4 区分に分類する評価手法を提案した<sup>3)</sup>。この結果を活用して、全国を対象とした深層崩壊推定頻度マップ<sup>4)</sup>が国土交通省砂防部監修のもとに作成され、一般への公表に供されている。また、これと並行して、溪流単位における深層崩壊発生の危険度評価を目的として、「深層崩壊の発生の恐れのある溪流抽出マニュアル（案）」（以下、「マニュアル」<sup>5)</sup>）を作成した。

ここで、深層崩壊推定頻度マップでは、発生頻度を表わす区分が全国で 4 区分と大きくくりであることや、既往事例の収集範囲が限定されていることなどから、各区分の中で、例えば地質区分による深層崩壊発生頻度に違いが見られるかなどは明らかになっていない。また、「マニュアル」では深層崩壊の発生を評価するために、空中写真判読から深層崩壊跡地や様々な地質構造・微地形要素を抽出することになっているが、深層崩壊の発生を最適に評価できる地質構造・微地形要素は調査対象毎に設定することになっており、統一的な観点を示すまでには至ってい

ないのが現状である。これらは、今後の深層崩壊発生危険度の詳細な評価や対策計画立案の基礎資料になりうる情報と考えられる。

本研究では、全国マップで危険度が高いとされた地域を中心に実施された全国 47 流域・地区のデータを用いて、深層崩壊発生地域の実態解明を目的として、地質区分毎の崩壊跡地と地質構造・微地形要素の分析を行った。

## 2. 対象データ

研究対象地域は、推定頻度マップで危険度が高いとされた全国 47 流域・地区であり、総面積は約 32,000km<sup>2</sup>である（**図-1** 参照）。この地域では空中写真判読により、10,230 箇所の深層崩壊跡地（崩壊面積 1ha 以上で崩壊地のすべり面がスプーン上にえぐられている跡地）を確認している。また、リニアメント・山頂緩斜面・線状凹地・岩盤クリープ・地すべり地形・円弧状クラックの計 6 つの地質構造・微地形要素（**図-2** 参照）が判読されている。さらに、活断層詳細デジタルマップ<sup>6)</sup>によって抽出された活断層を加えて、計 7 つの地質構造・微地形要素を本研究で用いた。

地質分布の解析には、「100 万の 1 日本地質図第 3 版 CD-ROM 第 2 版（独立行政法人 産業技術総合研究所 地質調査総合センター発行）」<sup>7)</sup>を用いた。本研究では、地質年代区分、岩種区分、地質体区分の観点から、165 種類に分類されている地質を**表-1**に

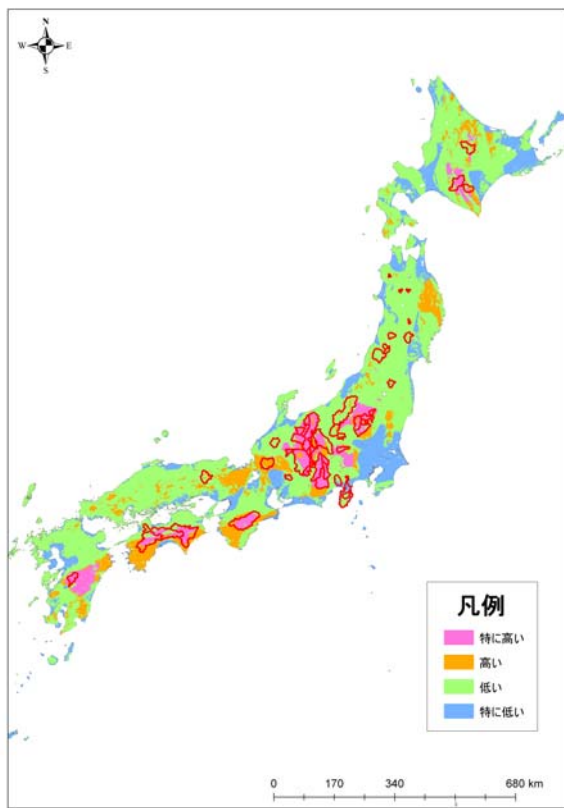


図-1 対象地域  
(基図は深層崩壊推定頻度マップ<sup>4)</sup>  
赤線が研究対象地域)

表-1 用いた地質区分

No.	地質年代	岩種	地質体
1	第四系	堆積岩	付加体以外
2		火山岩	付加体以外
3	第三系	堆積岩	付加体以外
4			付加体
5		火山岩	付加体以外
6			付加体
7	深成岩・火山岩	付加体以外	
8	中・古生代	堆積岩	付加体以外
9			付加体
10		火山岩	付加体以外
11			付加体
12	深成岩・火山岩	付加体以外	

示す 12 種類に再区分した。

### 3. 結果

#### 3.1 地質区分による深層崩壊の発生実態

図-3、図-4に地質区分ごとの深層崩壊数、深層崩壊面積を示す。図-3より崩壊地数で見ると、岩種別では堆積岩がやや多く、地質年代別では第四紀が少なく、中・古生代が多い。また、地質体別では非付

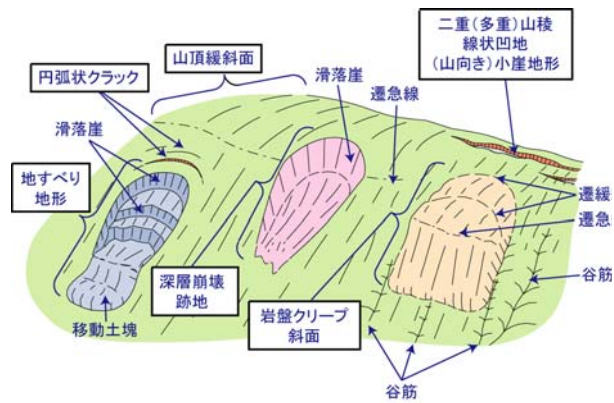


図-2 微地形要素の概念図

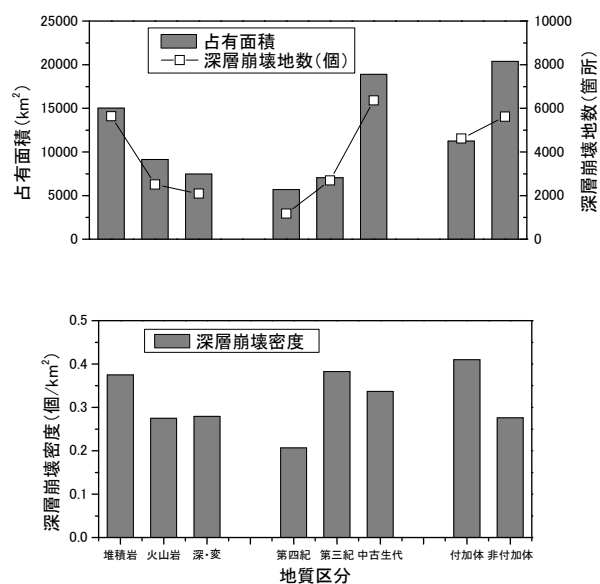


図-3 地質区分別深層崩壊地数、崩壊密度

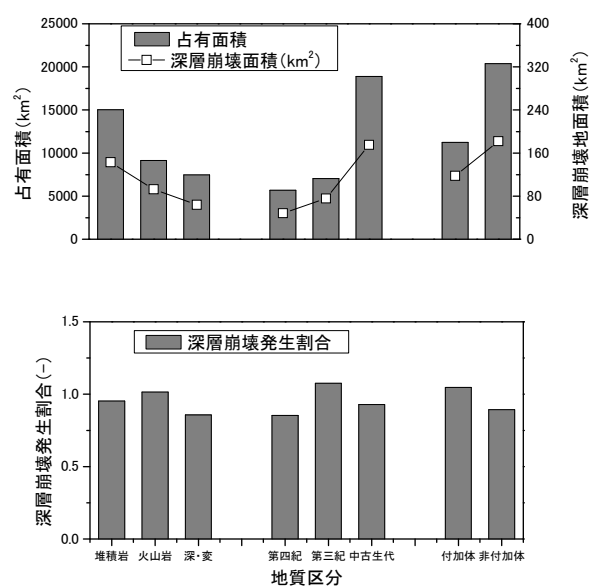


図-4 地質区分別深層崩壊面積、崩壊密度

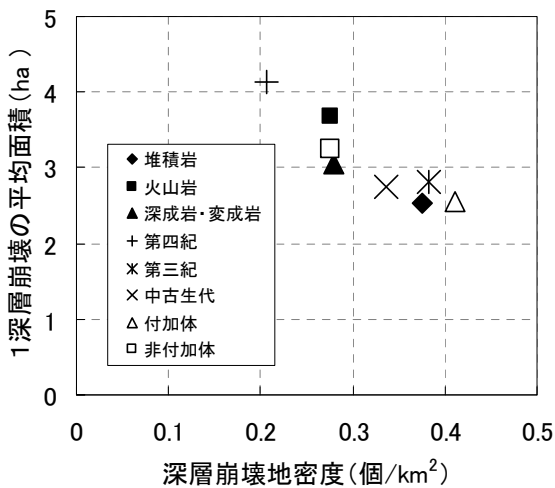


図-5 地質区分毎の深層崩壊の平均面積に対する深層崩壊密度

加体のものが付加体より多い傾向が見られる。一方、図-4より崩壊地面積では、岩種は全体の占有面積と同一の関係にあり、地質年代ではやはり第四紀が小さく、中・古生代の面積が大きい。また、地質体では非付加体のものが付加体に比べて大きい結果となっている。地質区分ごとの崩壊数、崩壊面積の大小関係と、地質区分ごとの占有面積の大小関係は比較的同様の傾向を示しており、崩壊発生数、崩壊面積ともに、深層崩壊推定頻度マップで見られた傾向と概ね調和的な結果となっている。ただし、崩壊発生数と比較して、崩壊面積では、地質区分による差が明瞭とはなっていない。

### 3. 2 地質区分における深層崩壊発生頻度と規模

図-5に地質区分毎の深層崩壊の平均面積に対する深層崩壊密度を示す。崩壊発生密度が大きいほど、深層崩壊の平均の崩壊面積は小さくなる傾向が見られる。全国的に見て深層崩壊が頻発している地質区分では、発生規模は比較的小さく、深層崩壊が希に発生する地質区分では、発生規模は比較的大きくなっているものと考えられる。

### 3. 3 地質構造・微地形と深層崩壊

「マニュアル」では評価指標として、近傍での①深層崩壊発生実績、②地質構造・微地形要素、③地形量の3つを用いている。このうち、地質構造・微地形要素とは、深層崩壊と関係が高いと考えられる地質構造、微地形であり、深層崩壊跡地との位置関係を解析し、検討対象の地域毎に1つないし2つの地質構造、微地形を抽出することとしている。なお、

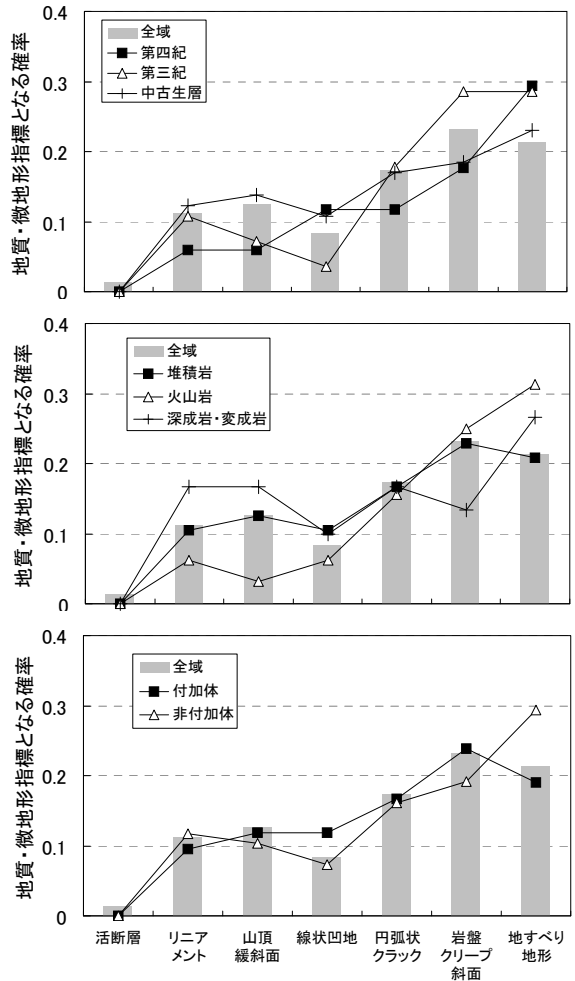


図-6 各微地形・地質構造の選定比率（上：地質年代、中：岩質、下：地質体）

表-2 各要素の計算結果

区分	要素	要素が選定される比率	
		①地表面形状要素	②斜面変状要素
-	全体	0.32	0.62
地質年代	第四系	0.24	0.59
	第三系	0.21	0.75
	中・古生代	0.37	0.58
岩種	堆積岩	0.33	0.60
	火山岩	0.16	0.72
	深成岩・変成岩	0.43	0.57
地質体	付加体	0.33	0.60
	非付加体	0.29	0.65

1つの対象地域は地質・気候条件が概ね等しいと扱える範囲としている。

全国的に見て抽出される頻度が多い地質構造・微地形要素は、深層崩壊の発生をより適切に評価している要素となっている可能性が考えられる。そこで、**図-6**に地質年代、岩質、地質体ごとに、各要素が選定された比率を整理した結果を示す。地質年代、岩質、地質体の3つに共通している傾向としては、活断層が最も比率が低く、地すべり地形が最も高い。また、リニアメント・山頂緩斜面・線状凹地の地質構造と地表面形状に係わる要素（以下、地表面形状要素と表記）の比率が低く、岩盤クリープ、地すべり地形、円弧状クラックの斜面の変形状態を反映していると考えられる要素（以下、斜面変状要素と表記）が高い傾向となっている。

そこで、地表面形状要素の比率と斜面変状要素の比率を計算した結果を**表-2**に示す。これより、全ての地質区分において、斜面変状要素が選定される比率が、地表面形状要素が選定される比率を上回っていることがわかる。これより、斜面の変形状態を反映していると考えられる地質構造・微地形指標は、深層崩壊の発生する恐れのある溪流を抽出する際に有効であると考えられる。

地質区分ごとに比較すると、地表面形状要素において、全体に対して高い比率を示す地質年代は中・古生代であり、斜面形状要素では第三系である。岩種では地表面形状要素では、深成岩・変成岩であり、斜面形状要素では火山岩である。地質体では、地表面形状要素では付加体であり、斜面形状要素では非付加体である。

以上より、地質区分において、地表面形状要素や斜面変状要素が深層崩壊の発生評価に与える影響は各地質区分、各要素によって異なることがわかった。地質構造・微地形要素を抽出する際には、これらを勘案することで、深層崩壊の発生危険度評価がより合理的になるものと考えられる。

#### 4. まとめ

深層崩壊に関して、「マニュアル」に基づく溪流単位の危険度調査で得られた深層崩壊跡地や地質構造・微地形要素の判読結果を用いて、地質区分ごとの分析を行ったところ、次のことが分かった。

(1) 事例調査から得られた地質年代別、地質体別の発生危険度は、今回行った空中写真に基づく溪流単位での調査においても、概ね同様の結果が得られた。しかし、地質区分による差は明瞭でない傾向が見られた。

(2) 深層崩壊が頻発している地質区分では、発生規模は比較的小さく、深層崩壊が希に発生する地質区分では、発生規模は比較的大きくなると考えられる。

(3) 深層崩壊の発生に関わる地質・微地形指標としては、斜面の変形の程度を表していると考えられる岩盤クリープ、地すべり、円弧状クラックが選定される比率が高かった。

(4) 地質区分において、地表面形状要素や斜面変状要素が深層崩壊の発生評価に与える影響は各地質区分、各要素によって異なる。

斜面が崩壊や地すべりに至る過程においては、重力による変形作用や雨水浸透等に伴う風化作用が密接に関連しているものと考えられるが、これらの作用の組み合わせ・程度などによって、表層崩壊、深層崩壊、地すべり、あるいはそれらの境界的な現象へと分かれていくことが推測される。今後、こうした斜面の変形・風化作用と深層崩壊をはじめとする斜面災害の発生機構の関係について、さらなる検討を進めていきたい。

#### 参考文献

- 1) 瀧口茂隆：国土交通大臣が深層崩壊による土砂災害被災地を視察、砂防と治水、Vol.43、No.4、p.47-48、2010。
- 2) (社)全国治水砂防協会：2010日・台砂防共同研究会「深層崩壊の実態と調査研究の課題」が開催される、砂防と治水、Vol.43、No.6、p.133-134、2011。
- 3) 田村圭司、内田太郎、鈴木隆司、寺田秀樹、栗原淳一：深層崩壊の発生の恐れのある溪流抽出マニュアル(案)、土木研究所資料、No.4115、2008。
- 4) 独立行政法人土木研究所土砂管理研究グループ火山・土石流チーム：[http://www.pwri.go.jp/team/volcano/deep\\_seated\\_landslides/press\\_release\\_20100811/press\\_release\\_20-100811.htm](http://www.pwri.go.jp/team/volcano/deep_seated_landslides/press_release_20100811/press_release_20-100811.htm)。
- 5) 内田太郎、鈴木隆司、田村圭司：地質及び隆起量に基づく深層崩壊発生危険地域の抽出、土木技術資料、Vol.49、No.9、p.32-37、2007。
- 6) 中田高、今泉俊文：活断層詳細デジタルマップ、東京大学出版会、2002。
- 7) (独)産業技術総合研究所 地質調査総合センター：「100万分の1日本地質図 第3版 CD-ROM第2版」、2003。

RESEARCH ON COUNTERMEASURES FOR EXTRAORDINARY LANDSLIDE DISASTER SUCH AS  
LANDSLIDE DAM INDUCED BY A DEEP-SEATED LANDSLIDE

**Budget:** Grants for operating expenses, General account

**Research Period:** FY2009-2012

**Research Team:** Volcano and Debris Flow Team

**Author:** Tadanori ISHIDUKA, Taro UCHIDA,  
Nagazumi TAKEZAWA, Takeshi SHIMIZU

【英文要旨】

The Sabo Department of MLIT and PWRI have officially announced the publication of “deep catastrophic landslide frequency map of Japan”. After this, The Sabo Department of MLIT was start investigating deep catastrophic landslide susceptibilities based on this map. Therefore, data on the location of many deep catastrophic landslide scars and presence of faults or landforms due to long-lasting mass movements were obtained.

We examined the location in which deep catastrophic landslide scar and presence of faults or landforms due to long-lasting mass movements were distributed. At result, it was clarified relationship between the frequency of deep catastrophic landslide scar and rock uplift amount from the beginning of the Quaternary and bedrock geology. Also, it could find that the presence of faults or landforms due to long-lasting mass movements was influenced by occurrence of deep catastrophic landslides.

【英文キーワード】 Deep catastrophic landslide frequency map of Japan, Deep catastrophic landslide scar, Presence of faults or landforms due to long-lasting mass movements,