

# 地質学

## ハンドブック

普及版

産業技術総合研究所 地質調査総合センター  
Geological Survey of Japan / AIST

加藤 碩一・脇田 浩二

【総編集】

今井 登・遠藤 祐二・村上 裕

【編集】

高知県立図書館



1106601741

明倉書店



作業を含んでいる。火山防砂では、約30の火山について調査検討が行われている。  
(須藤 茂)

## 文 献

- 気象庁(1995): 火山噴火予知連絡会20年の歩み。大蔵省印刷局, 454 p.  
 気象庁(1996): 日本語火山総覧(第2版)。大蔵省印刷局, 500 p.  
 国土庁防災局(1992): 火山噴火災害危険区域予備図作成指針, 国土庁, 153 p.  
 長崎県(1998): 雲仙・普賢岳噴火災害誌, 長崎県, 514 p.  
 Newhall, C. G. and Punongbayan, R. S. (1996): *Fire and Mud: Eruptions and Lahars on Mount Pinatubo, Philippines*. Philippine Institute of Volcanology and Seismology and University of Washington Press, p. 1126.  
 Simkin, T. and Siebert, L. (1994): *Volcanoes of the World, 2nd edition*. Geoscience Press, Inc., 549 p.  
 防災予防調査会(1973): 復刻版日本噴火史(日本噴火史 上編, F編, 防災予防調査会報告第86号, 87号(1918)), 巻書房, 352 p.  
 Smithsonian Institution Scientific Event Alert Network(1989): *Global Volcanism 1975-1985*, 605 p.  
 須藤 茂(1998): わが国の火山ガスの実態及び火山ガス事故の状況調査報告, 地質調査所研究資料集, 328, 344 p.  
 東京都(1988): 昭和61年(1986年)伊豆大島噴火災害活動誌, 東京都, 1177 p.  
 宇生忠義編(1997): 火山噴火と災害, 東京大学出版会, 219 p.

## ●8.4 土砂災害

### 8.4.1 土砂災害の概要

地すべり、崩壊に代表される物質の斜面移動、すなわちマスマーブメントは、重要な地形形成のプロセスである。このうち、規模が大きく、なおかつ移動速度の大きいマスマーブメントは、ときとして大きな災害を引き起こす。そのような土砂災害を最小限に食い止めるためには、マスマーブメントの様式やメカニズムを十分に理解しておく必要がある。ここでは地すべり・崩壊・岩盤崩落・土石流という代表的な4つのタイプのマスマーブメントについてそれぞれの特徴を簡単に説明する。

#### a. 地すべり

地すべりとは、斜面構成物質がある程度塊状を保ちながら、すべり面上を比較的緩慢に下方へ移動する現象をいう。一般的な地すべりの変形構造を図8.4に示す。この図のように、地すべりは円弧状のすべり面をもつことが多い。地すべりは、このすべり面上を土塊が下方へ移動することにより発生する。地すべり土塊の移動に伴い、すべり面上の上端付近には急傾斜の滑落崖が形成される。また、回転移動した土塊は緩斜面を形成する。この滑落崖および緩斜面は空中写真あるいは地形図上でも認識しやすく、地すべり地形判読の際の重要な手がかりとなる。このほか、移動した地すべり土塊の上端付近には引張り応力により凹状地が形成される。一方、土塊の下端付近には、土塊の圧縮により、高まり(リッジ)が形成される。また、土塊はさらに押し出され、大きく移動することがある。この場合、土塊がもともと存在していた部分を削剥域、押し出された部

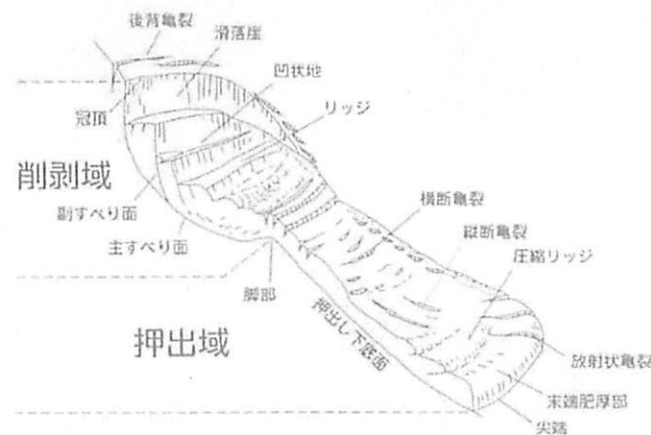


図8.4 地すべりによる変形構造の模式図(大八木, 1982を簡略化)

分を押し出域という。以上のような一連の形成過程のもとで形成された地すべり地形は単位地すべり地形と呼ばれる。実際には、大きな地すべり地は、いくつかの単位地すべり地形の複合からなることが多い。

わが国では、地すべり地はいたるところにみられるが、ある特定の地域では地すべり地が密集することが知られている。このような箇所は地すべり地帯と呼ばれ、東北・北陸地方の日本海側、四国地方中央部などがそれに相当する。また、これらの地すべり地帯は特定の地層の分布と一致することが古くから指摘されている。特定の地層とは、例えば第三系堆積岩類や変成岩類である。第三系堆積岩類の分布地域内では、泥岩分布地域、あるいは砂岩・泥岩互層分布地域に地すべりが多いようである。地すべり地帯のうち、東北・北陸地方の日本海側が第三系堆積岩類の分布する地域に相当する。一方、変成岩類の分布地域は片理の発達した片岩の分布地域が主で、四国中央部などがそれに相当する。このほか破砕帯や蛇紋岩の分布地域などにも地すべり地が多くみられる。温泉水による変質など、火山活動の活発な地域においても地すべりは頻繁にみられる。

地すべりの発生は地質構造にも支配されている。一般に斜面の傾斜方向と地層の傾斜方向がほぼ一致する関係にあることを流れ盤、斜面の傾斜方向と地層の傾斜方向が直交する関係にあることを受け盤と呼ぶ(図8.5)。このうち流れ盤では地層の傾斜方向に



図8.5 流れ盤・受け盤



図8.6 キャップロック

沿った地すべりが発生しやすく、ときとして大規模な地すべりに移行する。また地層が褶曲している場合は、背斜軸付近で地層が破碎され、それが崩線となり地すべりを発生させていることが多い。

一方、火山岩類や凝灰岩などが、泥岩などの風化されやすい岩石を被覆している箇所では、岩相境界付近をすべり面として被覆する側の岩盤が地すべりを起こしやすい。この場合、被覆する側の岩盤をキャップロック（図8.6）といい、このような地すべりをキャップロック型地すべりと呼ぶ。また近年、谷を埋土して宅地を造成した箇所、豪雨や地震をきっかけとし、埋土部分が地すべりを起こす例が多く報告されている。

### b. 崩壊

崩壊とは、斜面構成物質が破壊されながら下方へ急速に移動する現象を指す。物質の移動は流動・転動・躍動の様式によりきわめて迅速に行われるため、ときとして大きな災害を引き起こす。崩壊した土砂が多量の水と混合して土石流に移行する場合も少なくない（図8.7）。また崩壊は、その深度により、表層崩壊、深層崩壊に区分される。このうち表層崩壊は土壌や堆積物、あるいは表層の風化部分の崩壊であり、豪雨などをきっかけとして、頻繁に山地斜面に発生する。一方、深層崩壊は山体にまで及ぶ崩壊であり、節理や亀裂が著しく発達したり、深層風化を被っているような岩盤でよく発生する。

移動速度が大きく、崩壊土量が数十万 $m^3$ を越すような特に規模の大きいマスムーブメントは、大規模崩壊と呼んで区別することが多い。大規模崩壊は、火山岩類の分布地域や、隆起速度が早く河川の下刻の著しい地域に多く発生する。そのような地域では馬蹄型をした崩壊跡がしばしば確認される。また、後線が丸みを帯びたり、後線付近に線状凹地、小崖地形などがみられることがある。これらの地形の形成が後に大規模崩壊に移行することがあると考えられている。

図8.7 出水市土石流災害の概要図（中澤，1997）

1997年7月10日、鹿児島県出水市で、亀裂の多い深層風化を被った安山岩の斜面が崩壊した。崩壊した土砂は土石流へ移行し、下流の集落に大きな被害をもたらした。



### c. 崩落

崩落とは、急崖を構成する物質が分離して落下する現象を指す。崩落する物質の大きさはさまざまであるが、大きなものでは大災害を招くことになる。崩落の多くは岩盤の節理や亀裂の発達により発生すると考えられている。このような節理や亀裂は、風化や凍結、地下水の影響により拡大され崩落に至るとされる。

### d. 土石流

土石流は、土砂や岩屑が多量の水とともに溪流を高速で流下する現象であり、崩壊した土砂が噴出水とともに流下したり、渓流水と混合することなどによって発生する（図8.7参照）。また、地すべり土塊や崩壊土砂が溪流をいったんせき止め、それが決壊することによって発生することもある。土石流は、移動の過程で、河床土の不安定な土砂を取り込み、流路沿いを激しく侵食することにより、雪だるま式に体積を増大させるのが普通である。これにより土石流はさらに高速化し、破壊力も増加すると考えられている。また、土石流は河床勾配がおおよそ $10^\circ$ 以下で堆積を始めるといわれる。よって、山間の溪流を流下した土石流は、谷の出口から下流側で氾濫・堆積することが多く、そこにはしばしば土石流扇状地が形成される。〔中澤 努〕

### 8.4.2 斜面崩壊・土石流の調査事例

土石流災害の発生要因に関する総合的調査として、1997年7月10日に発生した鹿児島県出水市針原地区における斜面崩壊・土石流の調査事例について、遠藤ほか（1999）、牧野・遠藤（1999）をもとに紹介する。詳しくはこれらの文献を参照されたい。

この災害では、崩壊土量15万 $m^3$ に達する大規模な斜面崩壊が発生し、その土砂が土石流として下流の人家を襲い、21名の尊い人命が失われた。調査の主要な目的は、崩壊深度が深いこと、および多量に水を含み、崩壊土砂が土石流に連続的に移行した地質および水文環境の要因究明である。

#### a. 調査内容と結果

崩壊源付近およびその周辺地域について、1露頭地質調査、2重力探査、および水文環境調査として3河川の流量、4水温、pH、電気伝導率など、5水質分析・年代測定などを実施した。水文環境の調査は、災害発生直後とともに、9月および比較的降雨の少ない1月にも実施している。各調査の内容と結果は次の通りである。

##### (1) 露頭調査

踏査による露頭地質調査を、崩壊源とその周辺地域で実施した。岩種および堆積構造などに加え、今回の災害発生と密接に関係すると考えられる風化の様式・程度の違いに着目して地質区分を行い、地表地質について取りまとめた。

この調査結果の概要図を図8.8に示す。本地域の丘陵には矢筈岳火山岩類（山本，1960）が分布し、安山岩と凝灰角礫岩でもおもに構成される。今回の斜面崩壊は、図8.8の「崩壊源付近の玉葱状風化安山岩岩体」の境界部から玉葱状風化安山岩の部分にかけて発生している。崩壊源に露出した地層は、崩壊崖の南側部分では、中下部が全体風化安山岩