

# 神戸層群凝灰岩地すべりのタイプ区分と実例

## Examples and Classifications of tuff landslides in the Kobe Group, Southwest Japan

\*加藤靖郎(川崎地質(株))・横山俊治(高知大・理学部)  
Yasuo KATOH(Kawasaki Geological Engineering Co., Ltd. )  
Shunji YOKOYAMA(Kochi Univ.),

キーワード : 神戸層群, 凝灰岩, 地すべり, スランプ, 層面すべり, 覆瓦重複すべり, キャップロック, 流動  
Keywords : Kobe Group, tuff, landslide, slump, bedding slide, imbricate multiple slide movement, caprock, flow

### 1. はじめに

神戸層群の地すべりは大半が凝灰岩と何らかの関係をもち、凝灰岩自体の岩相・岩質や層厚、他の地層との組合せ、断層の有無や配置などによって多様な形態の地すべりが発生している。おもに流れ盤の地すべりに特徴があり、これまで横山ほか(2000)や加藤(2002)でタイプ区分を試みている。地すべりの形態から見られる特徴を区分して整理することは、地すべり現象の本質を理解する手助けとなるとともに、効果的な対策工を検討する上でも重要なこととなる。

### 2. タイプ区分

主に加藤(2002)に従って、流れ盤斜面における地すべりの主立ったタイプを以下のように区分する。一方で、各タイプの組み合わせた複合地すべりもみられる。

- スランプ型すべり
- 層面すべり
- 覆瓦重複すべり
- キャップロック型すべり
- 流動型すべり

#### スランプ型すべり

ある程度の厚さをもつ軟質化した凝灰岩層や、地すべり変動によって破壊・軟質化した地すべり移動体の二次すべりとして発生する。流れ盤

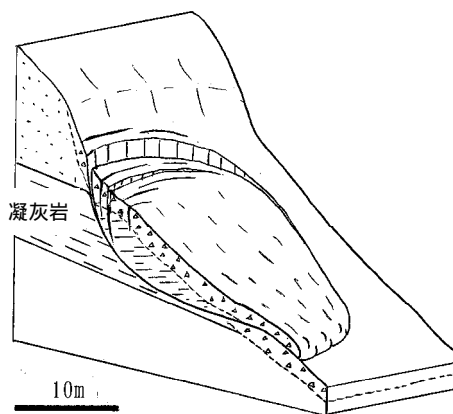


図-1 スランプ型すべりの模式図

斜面で発生することから、スランプと層面すべりからなる複合地すべりであることも多い。層面すべりに

相当する部分では、すべり面は軟質凝灰岩層中に形成されている。地すべり地で繰り返し起きる地すべりもこの型が多い。

このタイプで最も有名な地すべりが北畑地すべりである(藤田, 2000)。昭和58年4月に発生したこの地すべりは北畑凝灰岩部層中にすべり面をもち、近年の神戸層群の地すべりとしては珍しく、人為的な行為を全く受けることなく突然活動が始まった。発生域の運動様式はスランプ型であるが、毎分数mに及ぶ移動速度で移動し、脚部より下流側に最大40m近い移動量を示す押し出し域を形成した。変動の特徴から押し出し域の運動様式は流動型地すべりの様相を呈しているものと考えられる。

### 層面すべり

硬質岩層に挟在する薄い軟質凝灰岩層中にすべり面をもつ地すべりで、流れ盤斜面で発生する。典型的な層面すべりでは、すべり面は軟質凝灰岩の広がり完全に規制され、硬質岩層との境界面（層理面）に沿っている。しばしば明瞭な鏡肌を伴ったすべり面をなす。一方で、すべり層をなす軟質凝灰岩が塑性変形して地すべり移動体中のガルに貫入している例（村井ほか、2003）もあり、薄い軟質凝灰岩中でもすべりに伴う塑性変形も起こしている。地すべり移動体の主体は風化岩であることも硬質な新鮮岩であることもあるが、すべり面が軟質凝灰岩層の低い強度と、堆積構造の規制を受けていることが特徴であり、また上載層との高い延性度較差も素因としてはたらいっていると考えられる。このタイプは切土造成時に発生しやすく、掘削土量が多いと、新鮮岩であっても安心できない。

図-2の例も、切土法面がほぼ仕上がった段階で発生した地すべりである。計画高まで切土した段階でちょうど法尻に軟質凝灰岩層が現れ、移動土塊の形状をほとんど崩すことなく、緩慢に層理面の傾斜方向に向かって移動した。その後も移動体の形状は大きく変形することはなく、目立った変形は未固結礫層が載っていた頭部での引張クラック形成であった。すべり面はごく薄い凝灰岩中に、明瞭な鏡肌をもって発達していた。

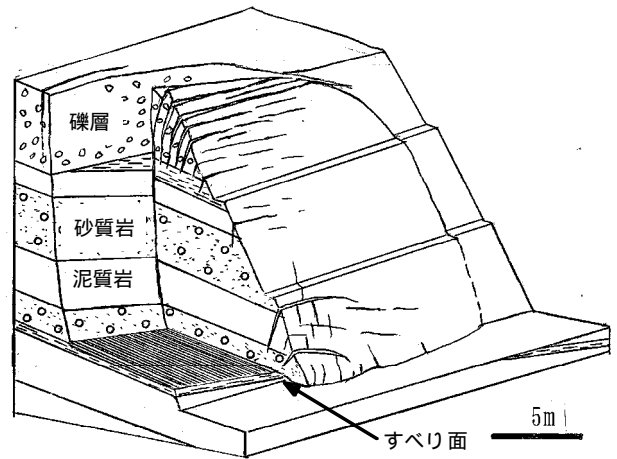


図-2 層面すべりの例

層面すべりを起こす凝灰岩の層準は、軟質であればどの層準でも起こるわけでない。例えば図-3に示す豊岡北地すべりでは、豊岡凝灰岩部層をすべり面とした地すべりが発生しているが、5つに区分されている凝灰岩の岩相（秋山・東、1999）の最下位層の岩相1と上位にある岩相4にすべり面が形成されている（村井・横山：2003）岩相1は豊岡北地すべりの輪郭を形作る、非常に規模の大きい地すべりブロックを形成しており、上位に位置する岩相4は、岩相1の形成した地すべり範囲の中で、より規模の小さな地すべりを多数発生させている。岩相4で生じる地すべりは覆瓦重複すべり（このタイプの地すべり）様のすべりも呈しており、硬軟互層状態を呈することや、硬質岩を上載していることなどが、すべり形態の違いをうんでいると考えられる。

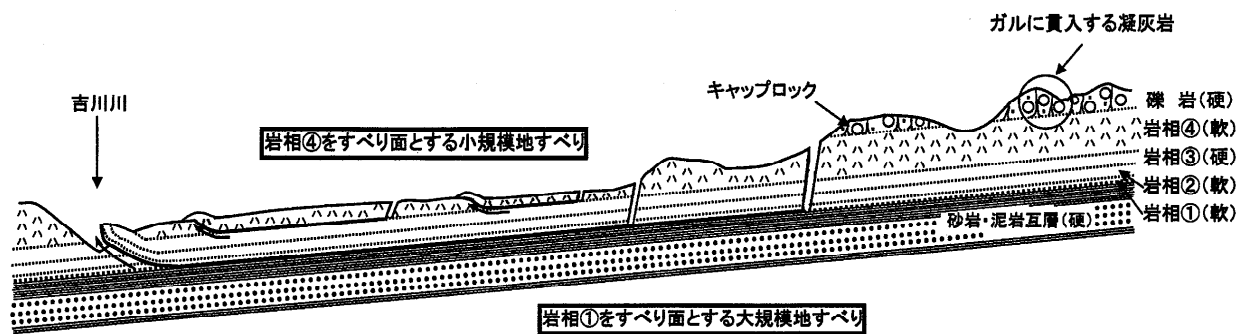


図-3 豊岡北地すべり断面図（村井・横山：2003）

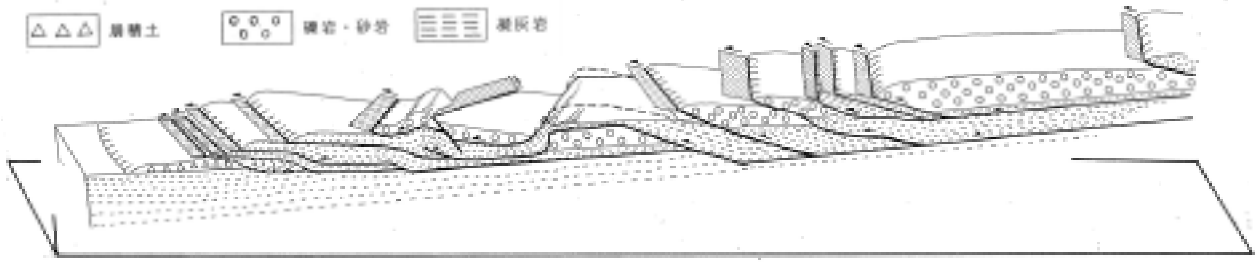


図-4 覆瓦重複すべりの模式図

#### 覆瓦重複すべり

金会地すべりを典型として、豊岡北地すべりなども認められる。豊岡凝灰岩部層分布域に典型的に発達する地すべりで、末端部では地すべり移動体はその軟質凝灰岩層を滑剤として山側に傾斜したすべり面を形成しながら、地表に向かって乗り上げる。このタイプの地すべりではこのような変動をくり返し、その結果屋根瓦を重ねたような構造（覆瓦構造）が形成されている（図-4）。地すべりの運動様式からいうと、Varnes(1978)の重複地すべりに相当するので、加藤・横山(1992)は覆瓦重複すべりと命名した。このタイプの典型が金会地すべりであり、非変動域の層理面はN50～70°E, 0～20°Sで、大局的には流れ盤構造（平均ENE, 7～8°S）をなすのに対して、覆瓦重複すべりが起きているところでは、多数重複する軟質凝灰岩層の層理面がENE～WNWの北傾斜になっている。そこでの典型的な構造はflat-ramp-flat構造で、軟質凝灰岩層をすべり面とする地層が斜めに切り上がり（ramp構造）、さらにルーフスラストを形成しながら粗粒砂岩～礫岩層の上面を移動している。硬質凝灰岩層と軟質凝灰岩層との細互層部では、rampの下底での引きずり褶曲や、シェブロン褶曲などの褶曲構造を形成している。

#### キャップロック型すべり

神戸層群のキャップロック構造は下位の軟質凝灰岩層を含む凝灰岩層と上位に分布する厚い塊状の砂岩（礫岩）層（キャップロック）がつくる構造である。一般に、地すべりにおけるキ

ャップロック構造の意義はキャップロック中に発達するクラックのもつ地下水涵養能力にあると考えられてきた。しかし、ここでキャップロック型地すべりを神戸層群の地すべりの典型的なタイプとして取りあげたのは、キャップロックの荷重による下位層の塑性変形に注目してのことである。すなわち、キャップロック型地すべりでは、キャップロックと下位層との相互作用で、砂岩層（キャップロック）では、縦クラックの形成、そのクラックの開口（ガルの形成）と砂岩層のブロック化、砂岩ブロックの沈降という一連の変動が起こり、それに伴って下位の軟質凝灰岩層では、ガル中への貫入、キャップロック前面への絞り出しなどが起こる。

このような変動の例として、ラテラルスプレッドとよばれる斜面変動がある（加藤，2000など）。

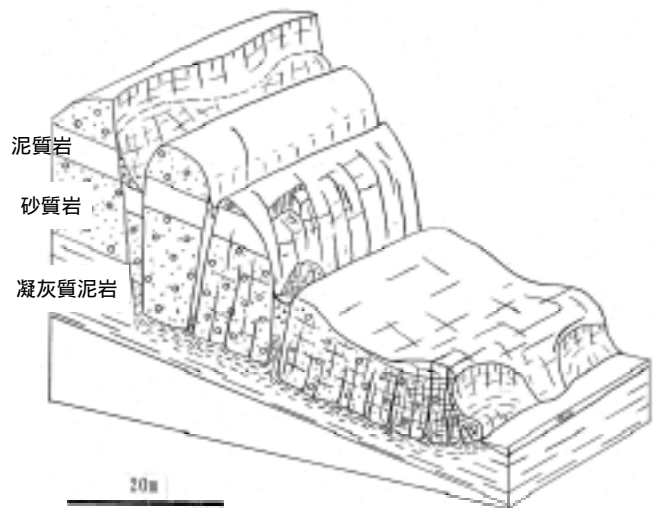


図-5 キャップロック型地すべりの例として、西畑ラテラルスプレッドの概要図

### 流動型すべり

このタイプは、放置された切土面に露出した軟質凝灰岩層や、モンモリロナイトを多く含む破碎・軟質化の著しい地すべり移動体などで発生しやすい。その特徴は移動体の変動前の形態を完全に失って形態を保たずに斜面を流れ下る

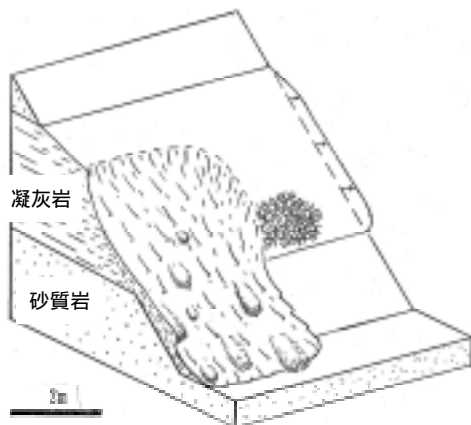


図-6 流動型すべりの模式図

ところにある。なかには表層部から順次どろどろに溶けだしたような状態を呈して斜面下を流下するものもある。一般には移動層厚が非常に薄くて規模も小さい。

### 3. タイプ区分の意義と活用

神戸層群の凝灰岩地すべりは、地質構造や凝灰岩の物性に支配されていることが比較的多い地すべりといえる。そのため、地質構造などの情報がわかっているならば、どのような地すべりが発生しやすいのかの予測も可能であるし、反対に、起こってしまった地すべりに対して、地すべりの形態や周囲の地形地質情報から、地質構造などを推定することも不可能ではないと考えられる。そうであれば、地すべり機構の解明に近づくとともに、効率的な対策工を検討することができると考えられる。

しかし、そのために必要な情報は凝灰岩の岩

相、風化度、粘土鉱物の種類や含有量、地下水環境など、総合的な地質情報である。神戸層群研究委員会の成果が積み重ねられることによって、タイプ区分もより進展することとなる。

#### <引用文献>

秋山晋二・東一樹(1999):神戸層群上久米凝灰岩層の岩相による地すべり内部構造の判別について。第38回地すべり学会研究発表講演集, pp.435-438.

藤田 崇, 2000, 神戸層群で発生した1983年北畑地すべりの運動像。第39回地すべり学会研究発表講演集, pp.399-402.

加藤靖郎(2000):神戸層群西畑ラテラルスプレッドの内部構造。第39回地すべり学会研究発表講演集, pp.395-398.

加藤靖郎(2002):古第三系神戸層群。地すべりと地質学, pp.160-167

加藤靖郎・横山俊治(1992):覆瓦重複すべりの構造:神戸層群金会地すべりを例として。第31回地すべり学会研究発表講演集, pp.91-94

村井政徳・横山俊治(2003):神戸層群凝灰岩地すべりの構造:豊岡北の例。日本応用地質学会平成15年度研究発表会講演論文集, pp.303-306.

村井政徳・加藤靖郎・横山俊治(2003):古第三系神戸層群内の地すべりにおける凝灰岩の貫入現象。日本応用地質学会中国四国支部平成15年度研究発表会発表論文集, pp.81-86.

横山俊治・加藤靖郎・秋山晋二(2000):神戸層群の凝灰岩の岩相・構造に規制された地すべりのタイプ。第39回地すべり学会研究発表講演集, pp.391-394.

Varnes, D. J., 1978, Slope Movements Types and Processes. Landslides Analysis and Control, T.R.B., Spec.Rep., No.176, pp.11-33.