

# P4. 神戸層群凝灰岩層で発生したスプレッドの運動特性 Movement characterization of Spread occurred in tuff beds of the Kobe Group

○齋藤華苗 (高知大・理), 村井政徳 (高知大院・黒潮圏海洋), 横山俊治 (高知大・理),  
廣田清治 (愛媛大院・理工), 吉崎芳男 (日本基礎技術株)

○Kanae Saito (Kochi Univ.), Masanori Murai (Kochi Univ.), Shunji Yokoyama (Kochi Univ.),  
Kiyoharu Hirota (Ehime Univ.), Yoshio Yoshizaki (Japan Foundation Engineering Co.,Ltd)

## 1. はじめに

六甲山地の北側に広がる三田盆地周辺の丘陵地には古第三系後期始新世～前期漸新世の神戸層群が分布する<sup>1)</sup> (図-1)。神戸層群は湖成～河川成の碎屑岩とそれに挟在する凝灰岩からなる。神戸層群の地すべりは凝灰岩が地すべりの素因となって発生するものが大部分であり、地すべりの運動様式は凝灰岩の岩相や地質構造によって多様である。

神戸層群凝灰岩地すべりに特徴的な地すべり運動様式としてスプレッド(ラテラルスプレッド)がある。スプレッドは、厚みをもったすべり層中に分離した地すべり移動体が沈み込み、それによってすべり層を押しつけながら斜面下方に移動していく地すべり運動である。これまで神戸層群におけるスプレッドの事例は、加藤ほか<sup>2)</sup>の西畑地区や村井・横山<sup>3)</sup>の豊岡北地区で報告されている。

本論では、市原地区において発生したスプレッドの特徴を示す地すべりについて、地すべりブロック内にみられるクラックの分布、タケの傾動方向、クラックを跨いで緊張した樹根の引張方向について解析し、地すべりの運動特性を考察した。

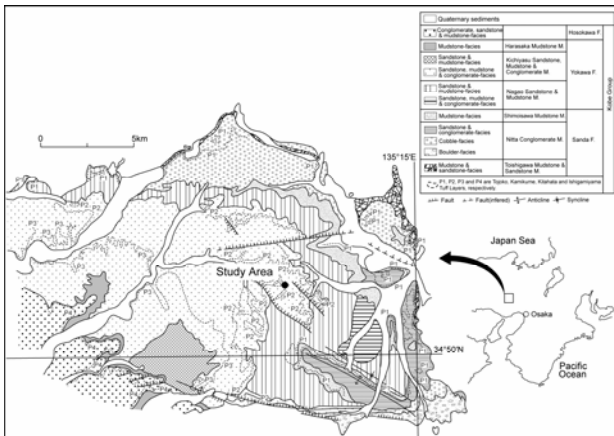


図-1 三田盆地の地質図<sup>1)</sup>

## 2. 調査地の概要

調査地域は、三田盆地のほぼ中央部の神戸市北区大沢町市原地区である。今回調査対象としているのは、幅約70m、長さ約200mの活動停止中である中規模地すべりの頭部に当たる部分で、近年再滑動した部分である (図-2)。

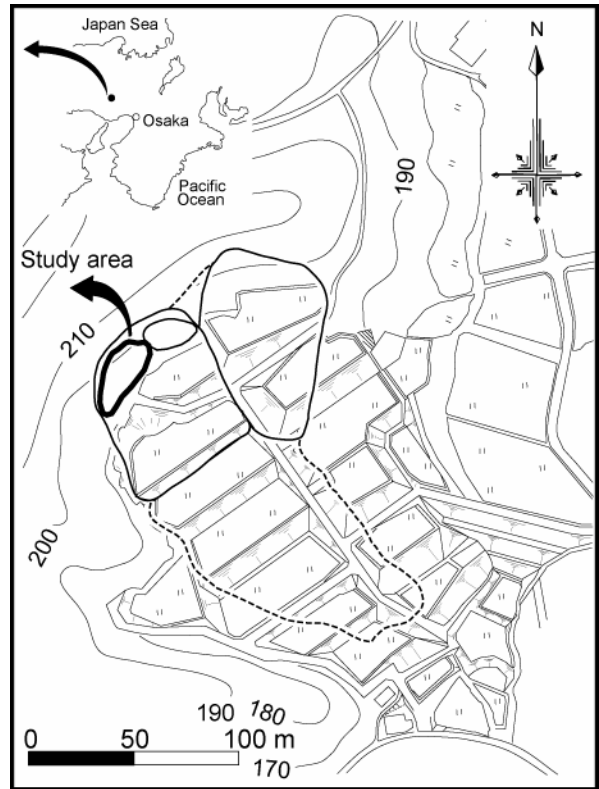


図-2 調査位置図 (太実線で囲んだ範囲が今回調査対象としている地すべりである)

今回調査対象としている地すべりの規模は幅約32m、長さは約24mであり、北東-南西方向に長い楕円形を呈する。地すべり移動体背後の斜面は高さ約6mで急崖をなして、現在活動停止中の中規模地すべりの滑落崖に相当する。

再滑動した地すべりの頭部には落差60cm～80cmの段差を生じているほか、幅50cm程度の開口クラックが形成されている。この段差や開口クラックには、クラックを跨いでまるで弦を張りつめたように緊張した樹根がみられる。このような樹根は地すべり変動によって地表に変状が現れた結果、緊張したと考えられる<sup>4)</sup>。しかも緊張した樹根が存在するということは、段差や開口クラックは比較的最近に形成されたことを示唆している。

### 3. 調査地の地質

地すべり移動体周辺には、上位に礫岩層、下位に粘土化した軟質な凝灰岩層が分布していて、いわゆる‘キャップブロック構造’をなしている。走向はほぼ東西方向で、南に3~6° 傾斜している(図-3)。礫岩層と凝灰岩層との境界は、移動体背後の崖で標高にして195~198mの範囲で確認することができる。しかし、地すべり移動体内では、礫岩層と凝灰岩層との境界よりも標高が低く、層序的に凝灰岩層が分布するはずの位置にも礫岩層が分布している。

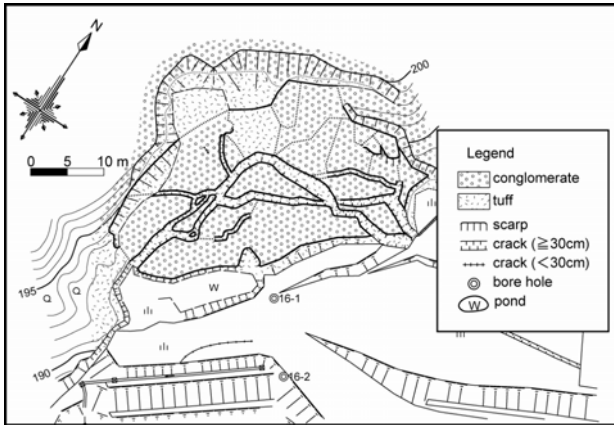


図-3 調査地周辺の地質図

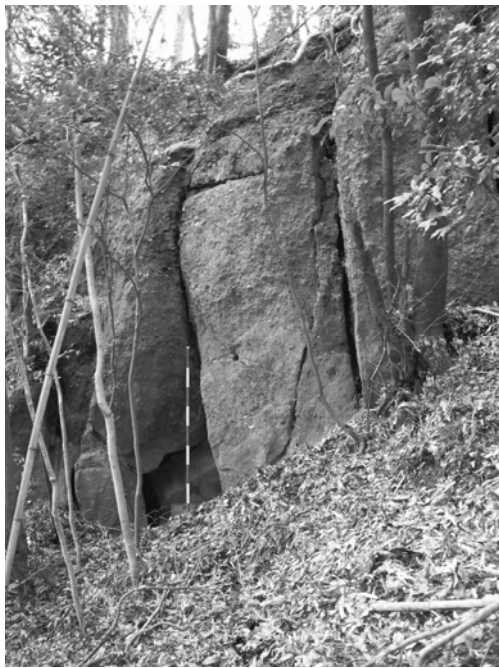


写真-1 滑落崖に分布する礫岩層

地すべり移動体内には、多くの開口クラックが発達している。そのクラックの側面には礫岩が露出しているのに対し、クラックの底面にみられる地質は軟質粘土化した凝灰岩層である。このことから、地すべり移動体内には、軟質粘土化した凝灰岩層中に過去の地すべり運動によって斜面上方から分離・移動・ブロック化した礫岩が沈み込むよ

うに分布していると考えられる。移動体背後の崖の直下には、節理面に沿って1辺の長さが2~4mの立方体状に分離・ブロック化した礫岩が分布しており、おそらく移動体内に沈み込んでいる礫岩の大きさもその程度であると考えられる。

### 4. 地すべり移動体内のブロック区分

地すべり移動体内には、開口幅30~200cmの3つの大きなクラック(F1~F3)が走っている(図-4)。それぞれのクラックの方向は、F1~F3の順にN15° E, N65° E, N85° Eである。また、移動体内には開口幅0cm未満のクラックが多数存在し、これらはF1~F3のいずれかとほぼ同じ方向に伸びている。

地すべり移動体は、上述のクラックによって分断されてブロック化している。分断されたブロックは、滑落崖とF1, F3に挟まれた範囲をAブロック、F1~F3の亀裂に囲まれた範囲をBブロック、F1とF3に挟まれ、F2より谷側の範囲をCブロック、と大きくは3つのブロックに区分することができる。それぞれのブロックはさらに、開口幅の小さなクラックや移動体内に繁茂するタケの傾動パターンからみて、いくつかのサブブロックに区分することができる。

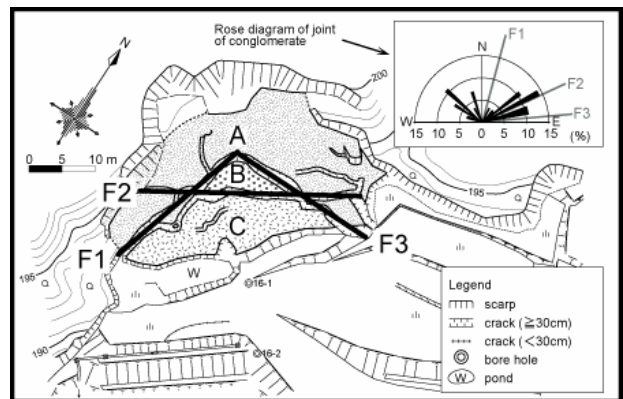


図-4 地すべり移動体にみられるクラックとブロックの分布状況

ここで、今回ブロック区分をするに当たって採用した樹木センサーであるタケの傾動方向について説明する。

タケは他の樹木に比べて成長速度が早く、しかも天頂に向かってまっすぐ成長する性質がある。また、他の樹木と違って、幹曲がりしないのもタケ特有の特徴である。したがって、タケが生育している地盤が不動であるならば、タケは傾斜することなく直立しているはずである。しかし、地すべり移動体内では、ほとんどのタケが傾いていた(写真-2)。このタケの傾きは、ごく最近の移動体表層部の変動を敏感に反映していると考えられる。したがって、タケの傾動方向および傾斜角から地すべりブロックの運動方向、運動の度合いを推定できると考え、地すべり変動の樹

木センサーとして用いた。



写真-2 地すべり移動体内のタケの傾動状況

今回の調査では、地すべり移動体内に繁茂する 210 本のタケの傾動方向と傾斜角を計測し、地形図上にプロットした。タケの傾動方向は地層の線構造を測定する方法と同様に、クリノコンパスを用いて測定した(写真-3)。その結果、A ブロックに生育するタケは山側に向かって傾動、B ブロックに生育するタケは傾動することなくほぼ直立、C ブロックに生育するタケは谷側に向かって傾動しているということが明らかとなった。

さらに、各ブロックは開口幅の小さなクラックによって分断されるほか、地表部には現れていない潜在的なクラックによっても分断されている可能性がある。地表部でクラックを検出できない場合でも、ブロック内に生えるタケの傾動方向はある領域ごとに一定の方向を示している、そのまとまりがそれぞれ異なった方向を示すことから、異なる傾動方向を示すタケのまとまりの境界には、潜在的なクラックがあると考えられる。



写真-3 タケの傾動方向を測定している様子

以上に示したような地表部の変状やタケの傾動方向から判断して、A ブロックは 16 個のサブブロックに、C ブロックは 2 個のサブブロックに区分することができた(図-5)。

A ブロック西部の A-a~d ブロックでは NW50~70° 方向に、A ブロック中央部の A-e~i ブロックでは NW20~35° 方向に、A ブロック東部の A-l~p ブロックでは NE5° と NW15° のふたつの方向に、タケは傾動している。これらの異なるタケの傾動方向は、各ブロックにおける斜面の最大傾斜方向とほぼ一致している。

C ブロックでは、開口クラックの存在により 2 つのサブブロックに区分しているが、C-a ブロックにはタケが生えていない。しかし、C-a ブロックの周囲のクラックには緊張した樹根がみられ、その引張方向は SE20~30° であった。C-b ブロックのタケの傾動方向は SE25° であり、C-a ブロック周囲のクラックにみられる樹根の引張方向とは調和的であった。また、C-b ブロックのタケの傾動方向は A ブロック中央部のタケの傾動方向と方向的には同方向(NW-SE25°)である。

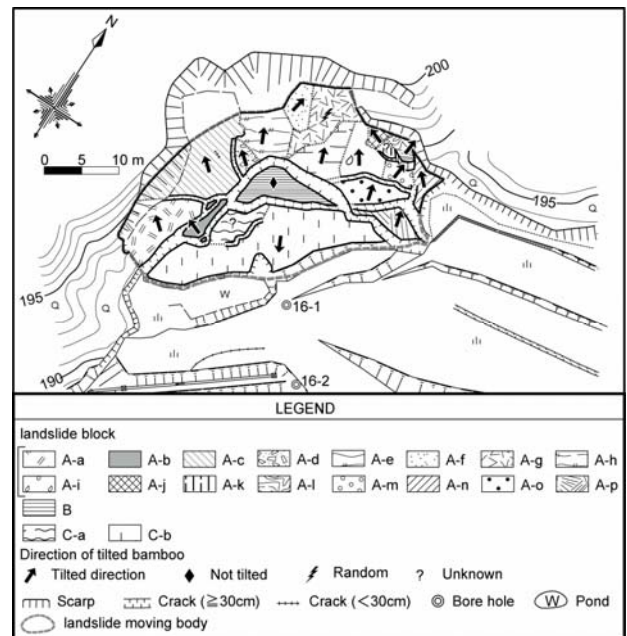


図-5 地すべり移動体のブロック区分図

## 5. 地すべり移動体の運動特性

A ブロックでは、タケの先端は山側に向かって傾動している。これは、A ブロックの地盤は山側が沈降し、谷側が隆起していることを表している。したがって、A ブロックの地すべり移動体は谷側に向かって回転するような運動をしていると考えられる。

それに対し C ブロックでは、タケの先端が谷側に向かって傾動している。これは A ブロックとは逆で、C ブロックの地盤は山側が隆起し、谷側が沈降していることを表している。C ブロックの移動体は谷側に向かって押し出され、転倒するような運動をしていると考えられる。実際、地すべり末端の竹林と圃場の境界部の畦畔では、写真-4 に示すように、凝灰岩層の押し出しが認められる。この押し出しは、明瞭なすべり面に沿って変形しているものでは

なく、ある程度の厚みを持った領域が変形しており、すべり面深度は浅いと考えられる。

AブロックとCブロックに囲まれたBブロックでは、タケは直立したままである。このことだけに注目すると、Bブロックは不動地であると考えることができる。しかし、Bブロックを取り囲むF1～F3の開口クラックには、クラックを跨ぐように緊張した樹根が認められることから、クラックを挟む地盤は分離・移動しつつあることを示唆している。したがって、Bブロックの地すべり移動体は、回転運動や転倒運動をすることなく、そのままの姿勢を保ったままの状態と並進運動していると考えられる。

このように、地すべり移動体はひとつのまとまった塊りとして一方向にのみ移動するのではなく、大小さまざまなクラックによって分断されたブロックがそれぞれ異なった移動方向を示し、回転や転倒などをともなった運動をしていると考えられる(図-6)。



写真-4 地すべり末端部の軟質凝灰岩層の押し出し状況

ではなく、ある程度の厚みを伴った層が塑性的な動きをしていて、これにより上位の礫岩層は高角度の節理面に沿って分離、ブロック化し、礫岩は荷重の偏圧を伴って軟質な凝灰岩層中に傾動・沈降していると考えられる。

今後は、すべり層となる軟質粘土化凝灰岩層の物性や力学的・鉱物学的性質についても明らかとし、本地すべりの詳細な機構解析を進めていく予定である。

#### 引用文献

- 1) 尾崎正紀・松浦浩久(1988): 三田地域の地質. 地域地質研究報告(5万分の1地質図幅), 地質調査所, 89p.
- 2) 加藤靖郎・三好正夫・東一樹(1999): 第三系神戸層群の lateral spreads. 第38回日本地すべり学会研究発表会講演集, pp.431-434.
- 3) 村井政徳・横山俊治(2003): 神戸層群凝灰岩地すべりの構造: 豊岡北地すべりの例. 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.
- 4) 横山賢治・横山俊治(2004): 異常現象を示す樹木をセンサーとする地すべり性開口クラックの検出と解析. 地すべり, Vol.41, pp.217-224.

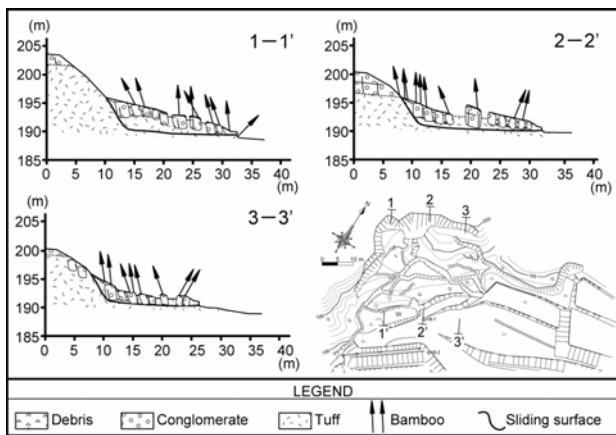


図-6 地質断面図

## 6. まとめ

市原地区で発生した地すべりは、凝灰岩層中に沈み込んだ礫岩ブロックが凝灰岩の塑性流動によって移動しており、スプレッドの運動様式と一致する。

軟質粘土化凝灰岩は明瞭なせん断面に沿って滑動するの