

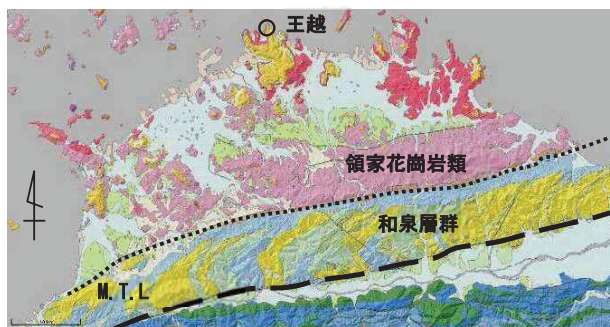
○山本和彦 〈株ナイバ〉
露口耕司 〈株四電技術コンサルタント〉
長田朋大、石井秀明、菅 秀哉 〈株ナイバ〉

平成 30 年 7 月の西日本豪雨災害では、香川県の 57 カ所¹⁾で崖崩れを中心とする土砂災害が発生し、この内、数件は地すべり災害であった。ここでは坂出市王越町で発生した比較的珍しい花崗岩地帯でマサ化した風化土の地すべりについて紹介する(図-1)。

通常、地すべりのボーリング調査では地すべり粘土を観察するために、オールコアボーリングを実施する。本現場ではマサ化した土塊中に粘土が確認されなかったことから、締まり具合を示すN値と孔内傾斜計の観測結果からすべり面を決定した。

調査地の坂出市王越地区は、図-2 のように溶岩台地の五色台から北へ延びる半島部の付け根に位置し、傾斜 30～40 度の海岸斜面となっている。図-3 の地質断面図に示すように、基盤岩の花崗岩とその上位に讃岐層群（安山岩等の火山岩）の分布する地域である（図-3）。

平成 30 年 7 月 5 日～7 月 7 日にかけて王越地区では連続降雨 346mm, 最大時間雨量 22mm を記録し、香川県によるパトロール点検中に路面に段差を伴う亀裂が確認された(写真-1)。道路から下部のブロックの規模は概ね、幅 90m、長さ 40mであった。背後斜面にも上部ブロックが想定されるが、動態状況は不明である(図-4)。



<https://gbank.gs.j.jp/geonavi/geonavi.php>

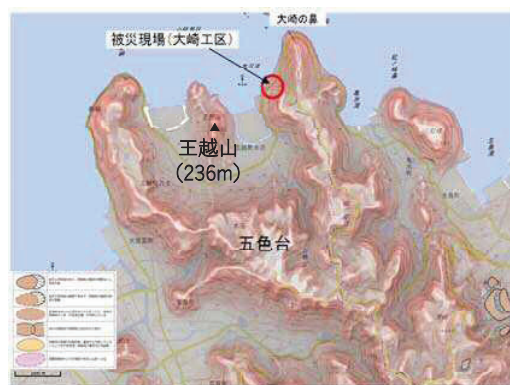


図-2 調査地付近の赤色立体図
(防災科研の地すべり分布図を使用)

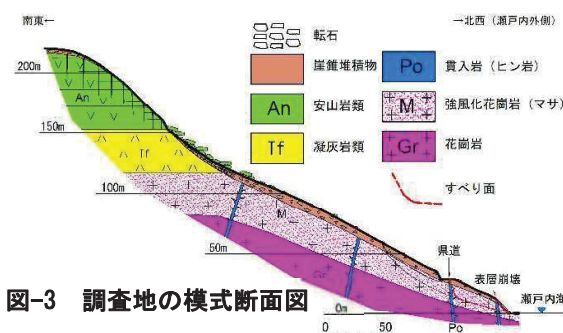


図-3 調査地の模式断面図



写真-1 路面に段差を伴う亀裂



图-4 踏查平面图

3. N値によるすべり面の想定

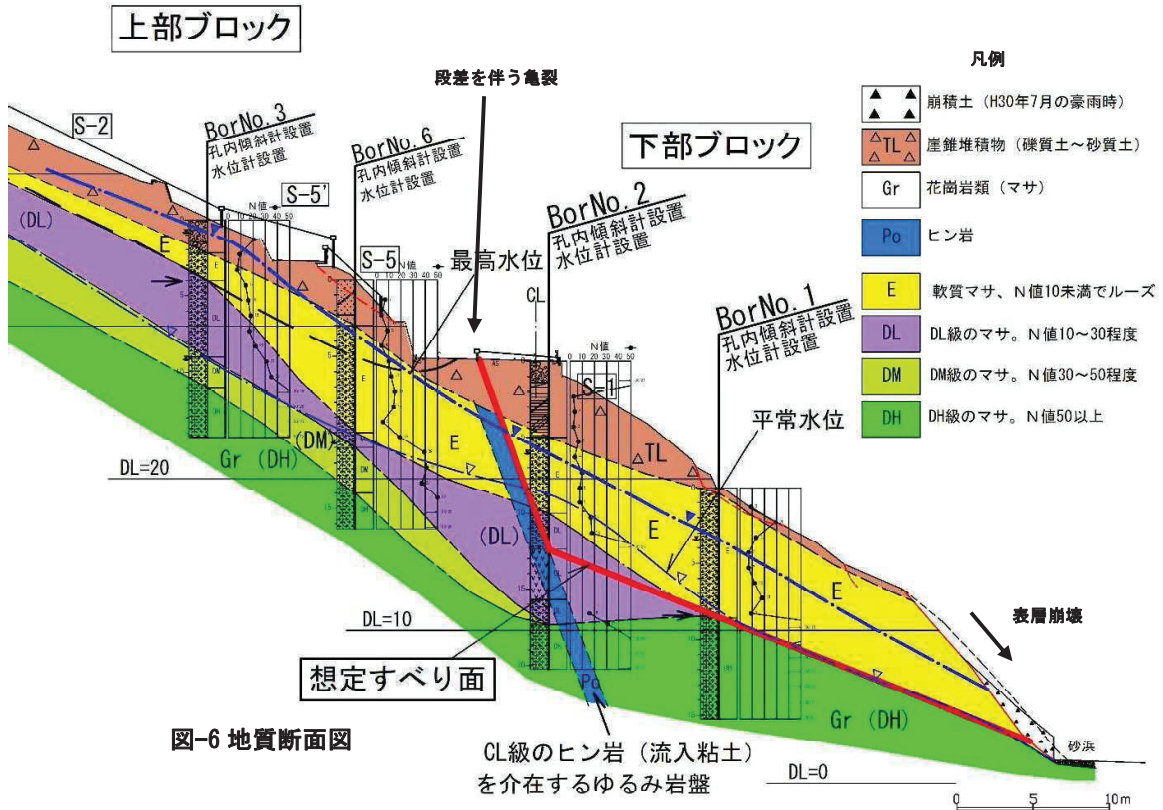
地すべり調査では、通常、地すべり粘土を確認するために、図-5(a)のように最初に孔径 86mm のオールコアボーリングを行う事例が多い。当現場では図-5(b)のように最初に孔径 86mm のボーリングで標準貫入試験併用を実施して孔内傾斜計を設置し、その横で孔径 66mm のオールコアボーリングで掘進し、地下水観測孔を仕上げた。

当現場では花崗岩の厚い風化核が形成され、崖錐堆積物の下位は厚さ 20m 以上に渡って砂質土状～砂礫状のマサとなっていた。ボーリングコアでは地すべり粘土層が確認されず、更に岩組織を明瞭に残していることから、コアから移動土塊と不動層の区分が困難であった。このため締めり具合からマサを次の 4 層に区分した。

(E 級)：軟質マサ、N 値 10 未満
(DL 級)：N 値 10～30 程度

(DM 級)：N 値 30～50 程度
(DH 級)：N 値 50 以上

ボーリング調査の段階では、下部ブロックのすべり面は、厚さ 10m 程度の E 級と DH 級の境界、頭部については貫入岩とマサの境界に想定した (図-6)。



4. 孔内傾斜計によるすべり面の想定

下部ブロックに設置した 2 か所の孔内傾斜計の累積変動図と区間変位図を図-7 と図-8 に示す。ブロックの中央に位置する No. 1 孔では、深度 6～11m 区間に海側へ歪曲する変位がみられた。頭部の No. 2 孔では、地表～18m にかけて孔全体が折れ曲がるように海側へ傾倒する変位が現れ

た。いずれにもせん断変位が認められなかったので、各 0.5mの区間変位量に着目して、区間変位量の大きい個所と締まりの異なるマサの境界を考慮し、以下のようにすべり面を決定した。

想定すべり面：No. 1 8.6m (E級とDH級の境界)

No. 2 12.4m (DL級とCL級ヒン岩の境界)

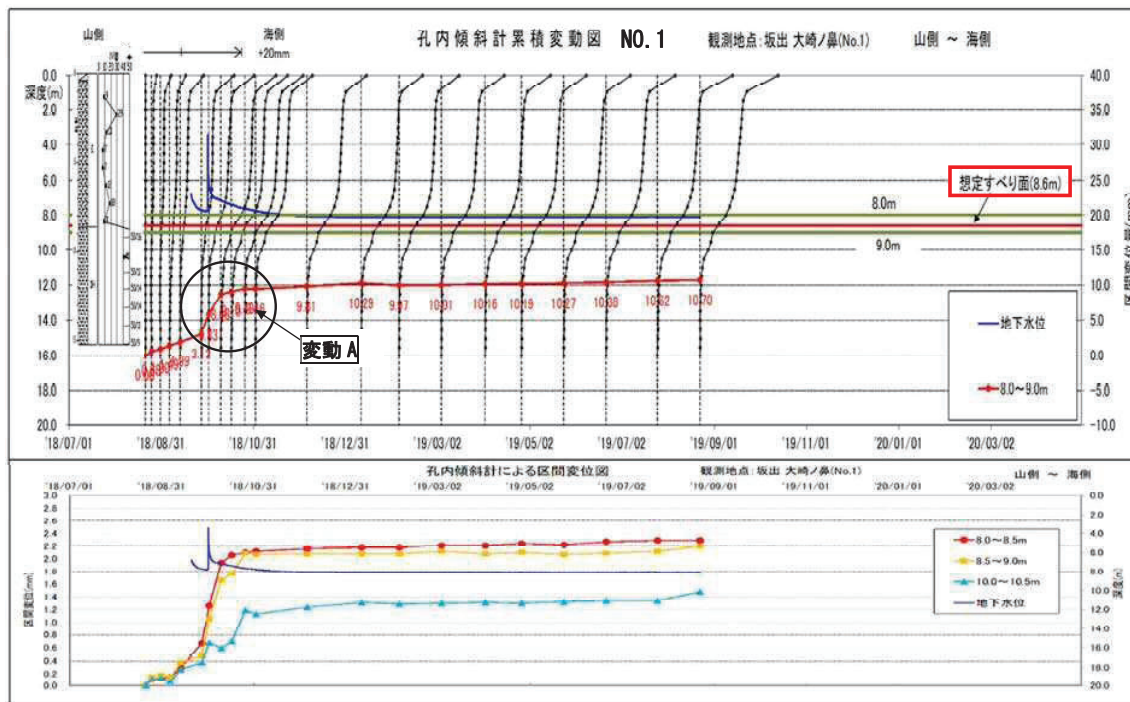


図-7 孔内傾斜計の累積図と区間変位図 (No. 1 : 中央部)

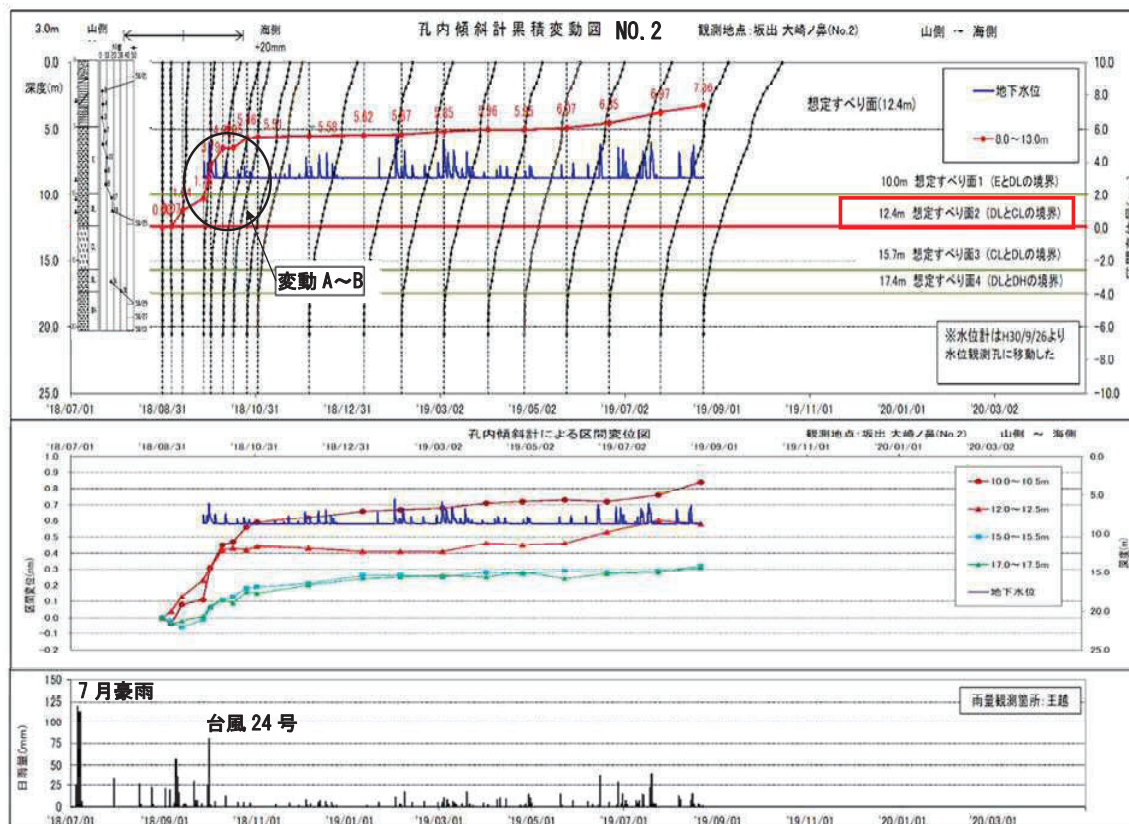


図-8 孔内傾斜計の累積図と区間変位図 (No. 2 : 頭部)

5. 花崗岩地すべりの発生機構

花崗岩地帯に地すべりが少ない理由としては、花崗岩は粗粒で等方均質な岩盤であり、堆積岩や変成岩のように地質的不連続面が少なく、また、風化したマサは粘土になりにくく、砂質土化することに起因している（図-9）。

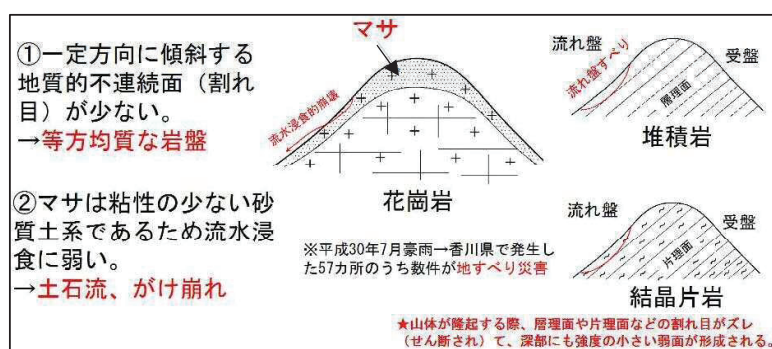


図-9 花崗岩地帯に地すべりが少ない理由

香川県の場合は、花崗岩の山塊群の上位に讃岐層群の分布するキャップロック構造であり、図-10 に示す地すべりの発生機構が推察される。

①～③：風化殻の形成～浸食～讃岐層群の堆積

約1億年をかけて花崗岩は地表に露出し、厚いマサが形成された。その後、約1400万年前の瀬戸内火山活動によって安山岩や凝灰岩等の讃岐層群がマサを被覆した²⁾。

④：山体の隆起・浸食

隆起・浸食の過程で重力によってルーズなマサは下方へ移動し、表層部に厚いクリープマサ（E級）が形成される。その上位に讃岐層群起源の崖錐堆積物が堆積した。クリープマサと締まりの良いマサとの境界、マサと崖錐堆積物との地質境界が形成された。

⑤：地すべり発生機構

割れ目の発達する安山岩は雨水を貯留し、埋没あるいは谷地形に沿って地下水が供給（涵養）されている。このような山腹斜面で切土やトンネル施工を行うと、斜面の安定が損なわれ、豪雨等を誘因として地すべりが発生する。

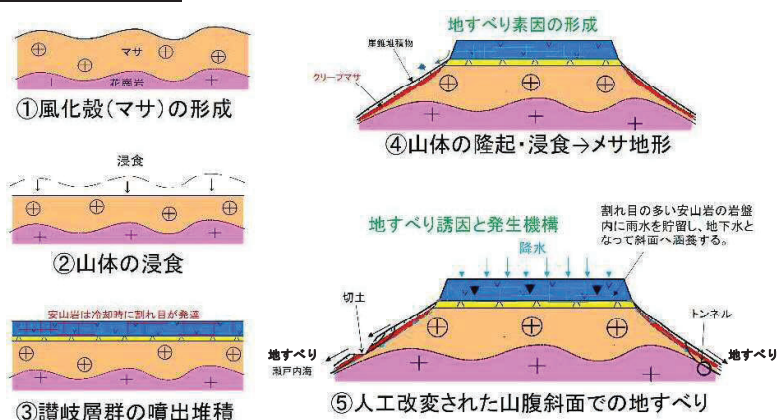


図-10 花崗岩地帯の地すべり発生機構

6. 最後に

四国の中で香川県は、地すべりを含め土砂災害は極めて少ない。しかし、キャップロック構造の屋島や五色台など山塊群では、がけ崩れや土石流の他、人工改変された斜面では地すべりについても注意が必要である。この他、花崗岩の地すべりは、長尾断層近傍の熱水変質に起因した事例³⁾、他県では粘土細脈に起因した事例報告⁴⁾がある。

最後に、本論文の執筆に際し快諾をいただきました香川県中讃土木事務所の皆様に対し、御礼申し上げます。

1) 香川県のホームページ「気象情報及び水防状況（香川県河川砂防課）平成30年7月5日からの梅雨前線による大雨（第八十七報）」

2) アーバンクボタ No.28 MARCH 1989 P-56

3) 山本他、熱水変質による風化岩すべりの事例 地盤工学会四国支部発表会 2005 年

4) 黒森伸夫、山腹崩壊が原因で発生した風化花崗岩（マサ）の地すべり対策事例 全地連「技術フォーラム2005」仙台