

P-11. 第三系神戸層群の風化と削剝に関する規制要素

Control Factors for Weathering and Denudation of the Kobe Group, Hyogo Prefecture

○廣田清治（愛媛大学）・村井政徳（高知大学）

Kiyoharu Hirota (Ehime University), Masanori Murai (Kochi University)

1. はじめに

神戸層群分布域では、掘削によって切土斜面に現れた地質は急速に劣化し、数年以内で地表面は削剝されてリルが刻まれる。そして、その侵食によって流出した土砂で圃場の側溝や水田が埋められた結果、生活に支障をきたしている。

本研究では、切土工を行うことにより地表面に現れた神戸層群がどのような風化プロセスでどのように劣化し、リルが刻まれていく機構を明らかにする目的で、法面の観察を基本として継続研究を行っている¹⁾。

今回、切土後の神戸層群が風化、削剝を規制される要素として取り上げた岩相規制と地質構造規制について考察する。

研究対象地である兵庫県吉川町、三木市、神戸市北区一帯の三田盆地には神戸層群が分布しており、酒米「山田錦」の高生産地であり、近年、大規模な圃場整備が進められ新たな切土斜面が多数出現している。また、同地域は宅地開発や道路建設などの大規模開発が進み、切土斜面の箇所数は増加しつつある。このような切土斜面の長期安定性を図る上で、地すべりの主要因となっている凝灰岩をはじめとする神戸層群の風化・削剝形態を記載し、それら現象の原因を解明することは重要である。

2. 目的及び調査地

2.1 目的

神戸層群の切土後における風化・削剝のプロセスを解明すること。今回はこのプロセスの素因となる規制要素について明らかにする。

2.2 調査地

調査対象地は、兵庫県神戸市北区大沢町日西原の農道の切土斜面である(図1、図2参照)。この斜面は切土後10数年経過しており、1:0.8~1:1.0勾配で切り取りされている。当該斜面の斜面長は10~18mで、鉛直高は10m前後である。斜面の地質は下位より礫岩、砂岩、粗粒凝灰岩、(軟質粘土化した)細粒凝灰岩および礫岩から構成される。

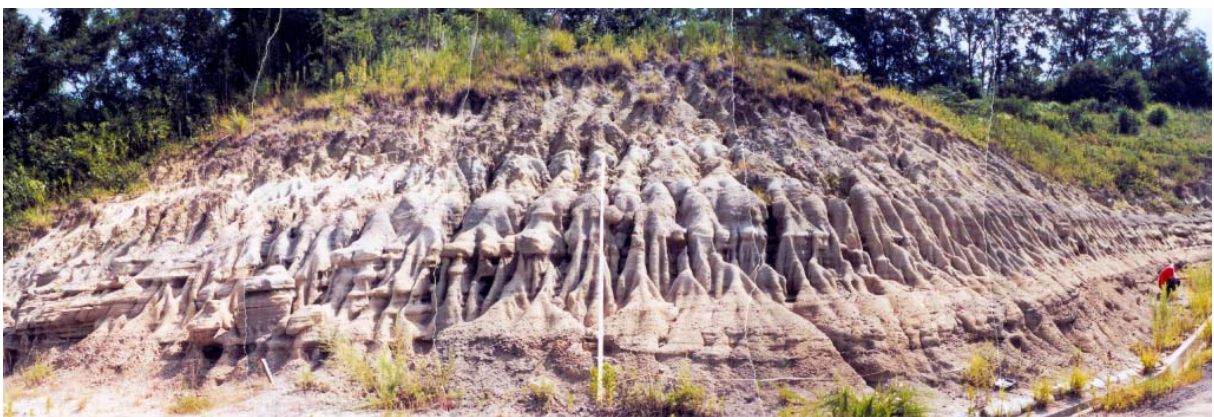


図1 神戸市日西原の切土法面の状況

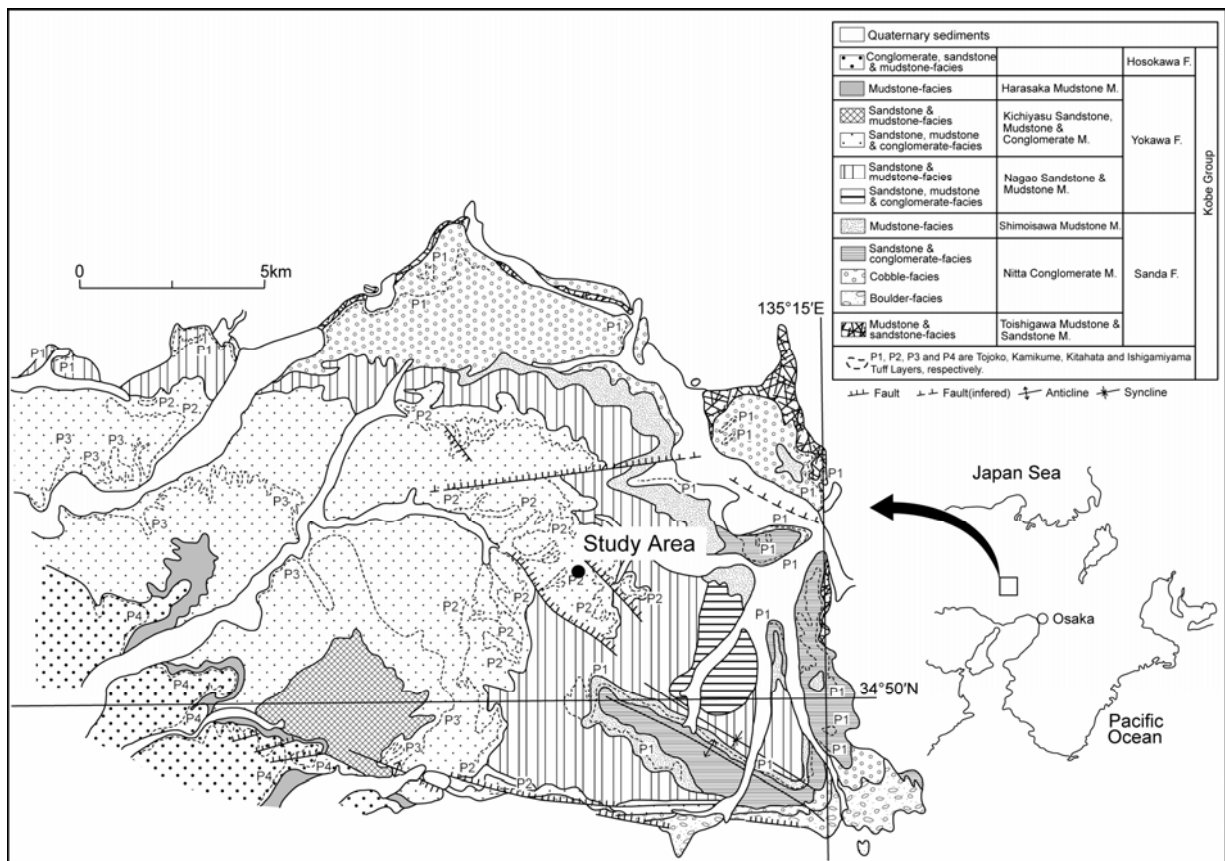


図2 調査地を含む地域地質図²⁾

3. 方法

切土法面の観察および原位置試験（中山式土壌硬度計計測：凝灰岩層、シュミットロックハンマ打診：砂岩、礫岩層）、室内土質試験（土粒子試験、液性限界試験、塑性限界試験）。

4. 結果

風化、削剥作用に伴う形態区分を岩相毎に行う。

当該調査地では、分布する地質を大きく凝灰質な岩相（軟質粘土化凝灰岩、粗粒凝灰岩）と非凝灰質な岩相（砂岩、礫岩）とに分けることができ、それぞれの岩相（地質）で風化、削剥に伴う表面形態が異なる（図3）。

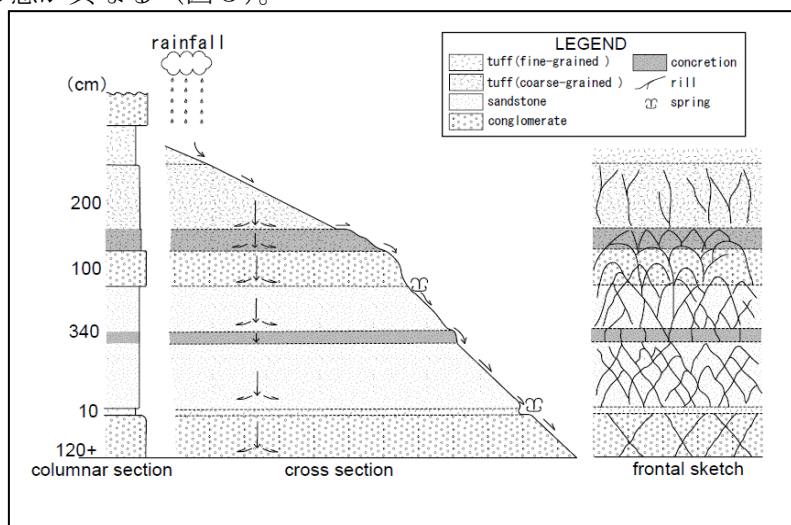


図3 地質構造規制と岩相規制の組合せパターンの区別（断面）

地層は下位から次のように区分できる。各層に記した一軸圧縮強度は換算値である。

<礫岩層>

礫岩は細礫～中礫サイズで亜円～円礫岩からなる。岩相は2つに分けることができ、下部は塊状であるが、凝灰質物質のボールあるいはレンズを含む。上部は中礫の葉理が認められる場所と部分的に逆級化する場所がある。上部層はレンズ状に堆積している。上位地層の砂岩層境界に凝灰岩を部分的に挟在する。

亀裂に沿ってリルが生じる。面状侵食は顕著ではないが、礫岩の基質を洗い流している。風化・削剥の規制要素として地質構造規制を強く被る。一軸圧縮強度は5.9～10.7MPa。

<砂岩層>

淘汰の良い中～粗粒砂からなる砂岩である。コンクリーション層準で2つの岩相に分けられる。下部は平行葉理が見られる砂岩で、その上部は斜交葉理が見られる砂岩である。

上部砂岩は堆積構造に沿ったリルを形成する。下部砂岩は、比較的厚い風化部ではガリ侵食を、比較的新鮮な部分では葉理境界に沿ったリル侵食を示す。葉理の走向・傾斜はN66E・3Nで切土法面に対して左下がり（西傾斜）でやや受け盤となる。このためガリ間の突出した（削剥量の少ない）部分では右側（東側）に膨らんだ形態を示す。

礫岩ほどでもないが、固結度が高いため礫岩同様に地質構造規制を被る。

一軸圧縮強度は5.8～39.1MPa。

<礫岩層>

風化が進みややルーズな亜円～円礫サイズの中礫からなる礫岩である。最下部にコンクリーションを形成している箇所がある。凝灰質物質のパッチを挟む。

基本的にリル、ガリ侵食を被る。下位の地層の砂岩層との境界では、侵食作用の進行は早く、小さな洞を形成する。一軸圧縮強度は6.2～6.9MPa。

<凝灰岩層>

凝灰岩は、軟質粘土化した細粒凝灰岩（上部）と粗粒凝灰岩（下部）との2つに岩相区分できる。粗粒凝灰岩の下位には降下火山灰からなる凝灰岩層を挟む（層厚5cm程度）。

土質試験の結果、各凝灰岩は粒度分布において軟質化した細粒凝灰岩と粗粒凝灰岩とで明確な範囲が区分できる（図4及び図5参照）。軟質化した細粒凝灰岩ではフルイ径0.075mm以下の細粒分が75%以上あり、粗粒凝灰岩では50%以下である。

コンシステンシー特性についても両者の凝灰岩で明確に分けることができる（図4）。

一軸圧縮強度は、粗粒凝灰岩で2.4～12.5MPa、細粒凝灰岩で0.4～1.3MPa。

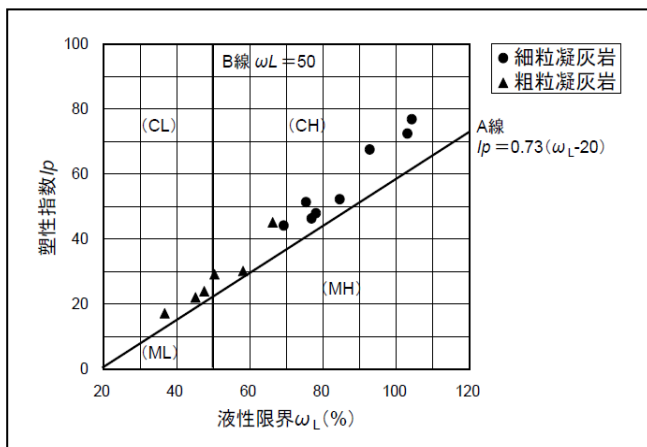


図4 凝灰岩のコンシステンシー特性

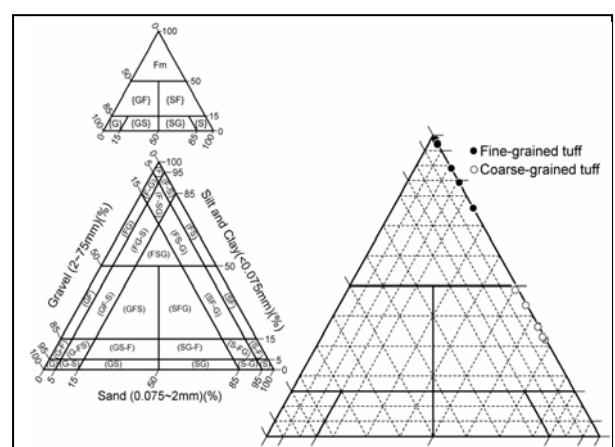


図5 凝灰岩の粒度分布

<含礫砂岩層>

中礫を含む中～粗粒砂岩である。切土法面の最上部で切土され平坦な地形となっている。

5. 考察

神戸層群の風化、削剥のプロセスを考える上で、前出の現地で観察した結果、風化、削剥による切土斜面の形態形成を規制する要素として次の2要素を挙げる。

①地質構造規制

地質学的な不連続面である断層、節理、亀裂等の割れ目、および堆積構造に沿って水が流れることによる風化、削剥の規制。

砂岩、礫岩のように粒径の大きく、風化を被っても土質強度（岩盤強度）の高い地質は地質構造規制の制約により削剥されやすい。上述した砂岩層下部では風化が進むとリル、ガリ侵食を伴って削剥が進行するが、強風化部の削剥が緩慢となると地質構造の規制を受けた削剥が生じる。

②岩相規制

地質を構成している岩相—主に硬軟の差による風化、削剥の規制。これは、粒径の小さい地質（ここでは、細粒凝灰岩）が優先的に被っている。当該地の凝灰岩は、地質構造規制による削剥に先行して岩相規制による削剥が生じる。原因として、粒径が小さく比表面積が大きいため化学的風化が進行すること、土質強度が他の地質と比べて小さいことが考えられる。

これら二つの風化、削剥規制要素は、互いに関わりながら斜面の風化、削剥を促進しているが、岩相によって規制要素の主従が異なってくる。すなわち、地質構造規制による侵食、削剥は砂岩層、礫岩層のように比較的硬い岩相に優先的に、岩相規制による侵食、削剥は、風化し軟化しやすい凝灰質層の岩相に優先的に見られる。

凝灰岩層が分布する法面上部にある層準の削剥形態は、平行な溝状～樹枝状のリルを特徴とした侵食形態で、斜面勾配は切土直後に比べ著しく緩傾斜になっている。さらに、ガリは深度 60cm 程度で 40° 前後の傾斜を呈し、比較的地質（土層）が硬くなると側方侵食が進み部分的な陥没が見られる。ガリの間隔は 1 m 程度である。

これらリル、ガリ侵食は下位の礫岩の境界まで進み、下方へは亀裂、層理面、葉理面にそって侵食が行われる。凝灰岩分布域では、斜面形状から判るように、斜面侵食の発生初期段階にみられる面状侵食の性質（受食性）を強く受けている。これは凝灰岩の物性が大きく関与しているためで、凝灰岩層の削剥は岩相規制を強く受けていると考える。

それに対し、砂岩層や礫岩層のように中硬岩が分布する層準では、凝灰岩層が分布する層準でみられるような面状侵食はほとんどなく斜面勾配も急傾斜である。しかしながら、砂岩層で風化の厚い層準では樹枝状にリルが発達している。リルの形態は一見不規則に発達しているように見えるが、リルは微小な割れ目に沿って発達している。礫岩層においても砂岩層に比べ頻度は少ないものの、割れ目に沿ってリルが発達している。このことから、砂岩層や礫岩層が分布する部分の削剥には割れ目が深く関係しており、主として地質構造に規制された削剥が進行していると考ええる。また、砂岩中のコンクリーションを挟む層準では、一旦侵食能が低下するが、そのことがかえって下位の岩相（同様のコンクリーションを生じない砂岩）を深くえぐる形で削剥を起こしている。

また、詳細に観察すると岩相（単層、葉層）毎に堆積構造の影響を被った侵食地形（形態）が形成されている。コンクリーションの下面、硬質な地層中でも軟質な物質（凝灰岩レンズ、マッドボール等）のある箇所では選択的に侵食が進行し、コンクリーションのある層準は庇を形成し、マッドボールのある箇所では洞を生じる。岩相毎の風化・削剥の詳細な観察、岩相の組合せの違いによる風化・侵食プロセスは、単純に単層毎の硬軟の差だけでなく単層内の堆積構造も影響している。今後、継続して研究する。

参考文献

- 1) 廣田清治・村井政徳（2005）：神戸層群の風化と削剥に関する規制要素の一考察．日本地質学会第 112 年学術大会．講演要旨,191.
- 2) 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.