

平成 30 年 9 月 4 日

斜面災害調査箇所報告

公益社団法人地盤工学会関西支部 平成 30 年 7 月豪雨災害調査団
団長 芥川 真一

1. 概要

平成 30 年 7 月豪雨によって被災した箇所を 7 月 14 日から 8 月 5 日にかけて実施した調査について速報として整理したものである。調査場所は、兵庫県神戸市、宍粟市、猪名川町、和歌山県和歌山市である。

2. 調査箇所・調査日・調査員

- ・ 調査箇所：兵庫県宍粟市周辺
- ・ 調査日：平成 30 年 7 月 14 日
- ・ 調査員：神戸大学 芥川、京都大学 北岡、京都大学防災研究所 王、中央復建コンサルタンツ 金村、ダイヤコンサルタント 鏡原

- ・ 調査箇所：兵庫県神戸市西区周辺
- ・ 調査日：平成 30 年 7 月 14 日
- ・ 調査員：神戸高専 鳥居、野並、宇野

- ・ 調査箇所：兵庫県神戸市北区周辺
- ・ 調査日：平成 30 年 7 月 15 日
- ・ 調査員：神戸高専 鳥居、野並、サンコーコンサルタント 辻野、鴻池組 山口
神戸大学 芥川、京都大学 北岡
大阪産業大学 小田、京都大学防災研究所 王、戸田建設 柴田、基礎地盤コンサルツ 永川、防災科学研究所 檀上

- ・ 調査箇所：和歌山県和歌山市周辺
- ・ 調査日：平成 30 年 8 月 4 日
- ・ 調査員：和歌山大学 後、田内、タニガキ建工 谷垣

- ・ 調査箇所：兵庫県神戸市須磨区・長田区周辺
- ・ 調査日：平成 30 年 8 月 5 日

- ・ 調査員：神戸高専 鳥居、野並、鴻池組 山口、日建設計シビル 片山
神戸大学 片岡、京都大学 北岡、サンコーコンサルタント 赤嶺、日鐵
住金建材 岩佐
大阪産業大学 小田、戸田建設 柴田、基礎地盤コンサルツ 永川
- ・ 調査箇所：兵庫県川辺郡猪名川町周辺
- ・ 調査日：平成 30 年 8 月 5 日
- ・ 調査員：神戸大学 芥川、アサノ大成基礎エンジニアリング 佐藤、環境総合テク
ノス 高橋、ダイヤコンサルタント 鏡原

3. 災害調査箇所報告書構成

災害調査報告書の構成は、以下の通りである。調査箇所の詳細は、以下を参照されたい。

- 斜面災害調査箇所報告
- 宍粟市現地調査結果速報（芥川班）
- 宍粟市一宮町公文地区の斜面崩壊に対する現地調査結果（速報）
- H30 年豪雨災害 神戸市西区学園都市周辺 2018/7/14 現地踏査速報
- H30 年豪雨災害 神戸市北区 2018/7/15 現地踏査速報
- 神戸市北区現地調査結果速報（芥川班）
- 神戸市北区の土砂災害について（速報）
- H30 年豪雨災害 神戸市須磨区 2018/8/5 現地踏査速報
- 平成 30 年 7 月豪雨に関する神戸地区災害調査報告書
- 平成 30 年 7 月豪雨に関する猪名川町災害調査報告書
- 平成 30 年 7 月豪雨により発生した和歌山市での土砂災害

宍粟市現地調査結果速報（芥川班）

1. 概要

宍粟市一宮町周辺の崩壊箇所について、平成 30 年 7 月 14 日に現地概査を行った。調査者は、神戸大 芥川教授、鏡原である。

全体の調査ルートを下図示す。調査ポイント（157、158、159）では崩壊などが確認できたが、それ以外の目立った変状は確認されなかった。



図 1 現地踏査ルート（赤線が調査ルートを示す）と代表的な調査箇所番号

2. ポイント番号 157 の崩壊箇所の概要

調査箇所は図 2 に示す箇所である。斜面は北西向き自然斜面である。斜面下部には人家が 1 件ある。地質は、5 万分 1 地質図、大屋市場 (1954) によると斜面は L (流紋岩)、G0 (花崗岩、花崗閃緑岩、石英閃緑岩) が分布しているとされている (図 3)。また、図 4 に防災科学技術研究所の地すべり地形分布図によると当該箇所は地すべり地形として判読されていない。なお、崩壊地のさらに詳しい調査結果について、京大 王准教授、北岡助教、中央復建 C 金村氏の調査チームの報告 (速報) を参照。

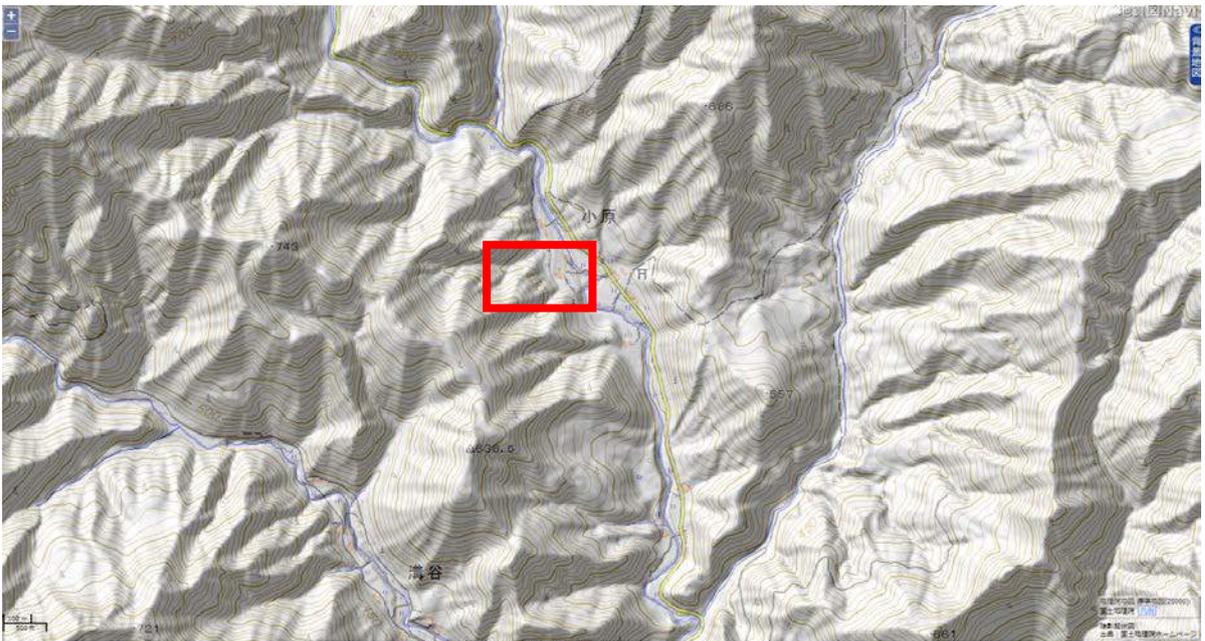


図 2 157 : 調査地周辺の地形 (地質ナビより)



図 3 157 : 調査地周辺の地形 (地質ナビより)

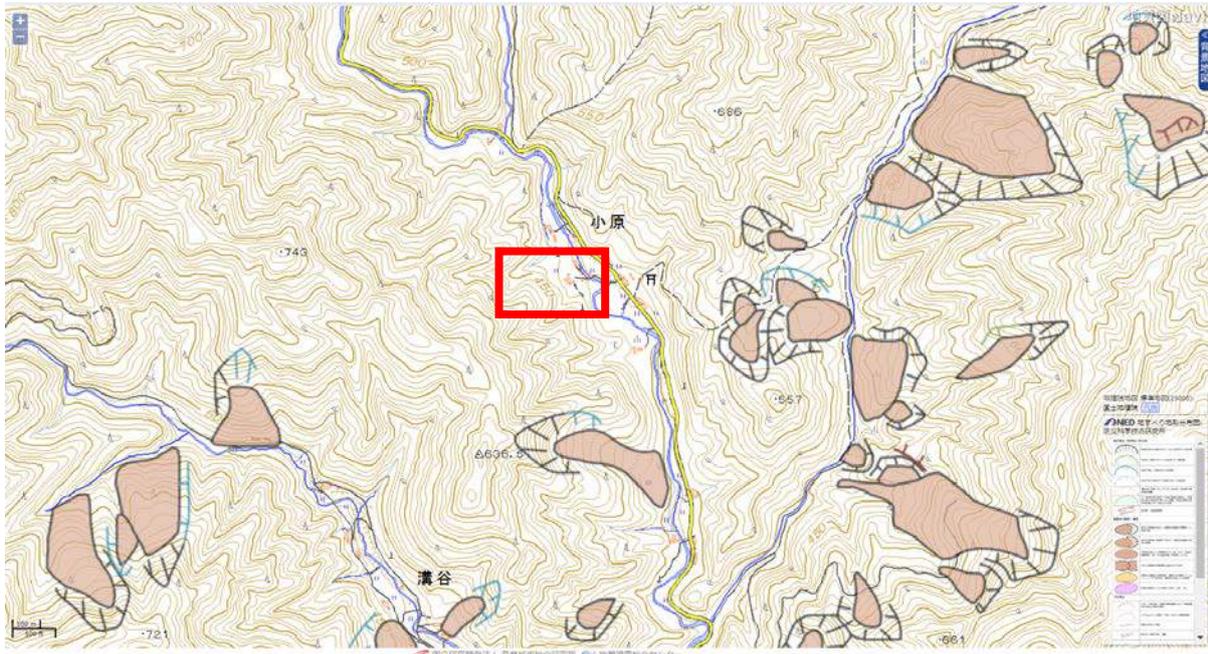


図 4 地すべり地形分布図（地質ナビより）

崩壊地の状況を図 5 に示した。図 5 から崩壊土砂が流下して堆積している状況が確認できる。崩壊地の左側には湧水が認められ、周辺より深く削れている。一方、斜面中央から右にかけては、崩土と思われる土塊が分布している。

今後の降雨や地震による崩土の再移動を防ぐため、対策工の整備が必要である。



図 5 崩壊地全景

3. ポイント番号 158 の崩壊箇所の概要

調査箇所は図 6 に示す箇所である。斜面は北西向き自然斜面である。斜面下部には阿舎利川が流れている。地質は、5 万分 1 地質図、大屋市場（1954）によると斜面は Di（輝緑岩質岩石）、pa（明延層：千枚岩質粘板岩、粘板岩、砂岩、礫岩、石灰岩）が分布しているとされている（図 7）。また、図 8 に示す防災科学技術研究所の地すべり地形分布図によると当該箇所は地すべり地形として判読されている。



図 6 158：調査地周辺の地形（地質ナビより）



図 7 158 : 調査地周辺の地形 (地質ナビより)

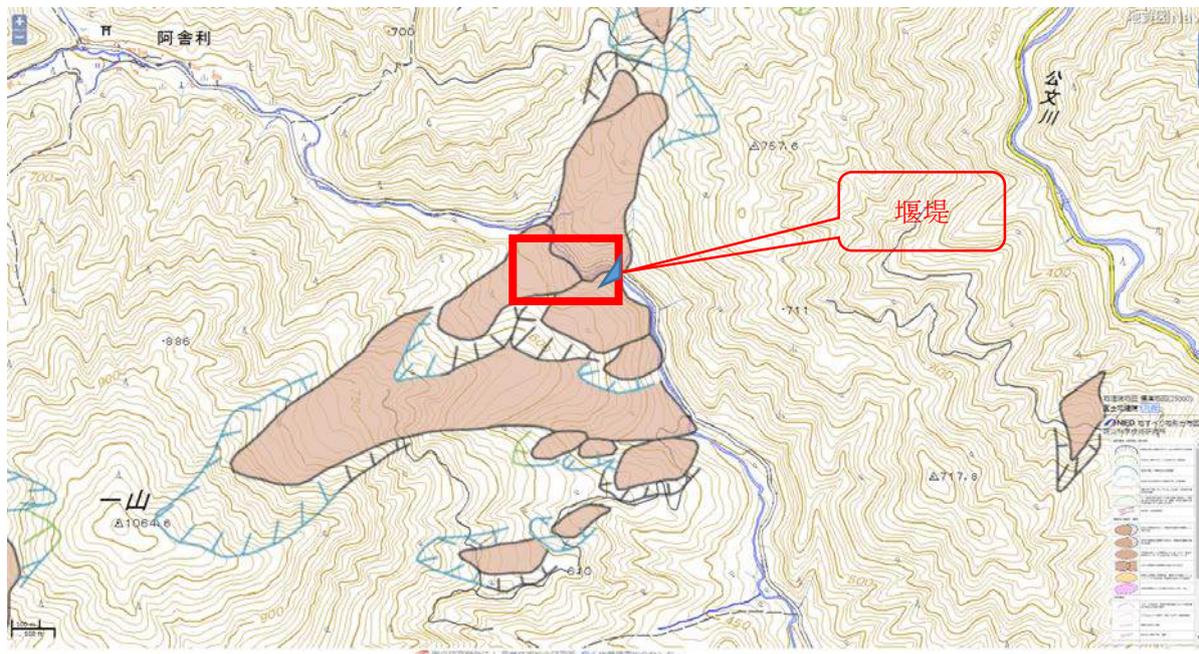


図 8 地すべり地形分布図 (地質ナビより)

土砂流出箇所の状況を図 9 から図 10 に示した。図 9 から崩壊土砂が流下して河川内に堆積している状況が確認できる。崩壊地の左側には湧水が認められ、周辺より深く削れている。また、崩壊地の下流には、図 10 に示すような堰堤が設置されており、今回の崩壊土砂をある程度捕捉できるものと思われる。



図 9 全景



図 10 堰堤の状況

4. ポイント番号 159 の崩壊箇所の概要

調査箇所は図 11 に示す箇所である。崩壊土砂が流出している箇所で、流出した土砂等によって、下流の高野集落の人家や橋梁などに被害を及ぼしていた。地質は、5 万分 1 地質図、大屋市場（1954）によると斜面は Di（輝緑岩質岩石）、pa（明延層：千枚岩質粘板岩、粘板岩、砂岩、礫岩、石灰岩）が分布しているとされている（図 12）。また、図 13 の防災科学技術研究所の地すべり地形分布図によると当該箇所は地すべり地形として判読されていない。



図 11 159：調査地周辺の地形（地質ナビより）

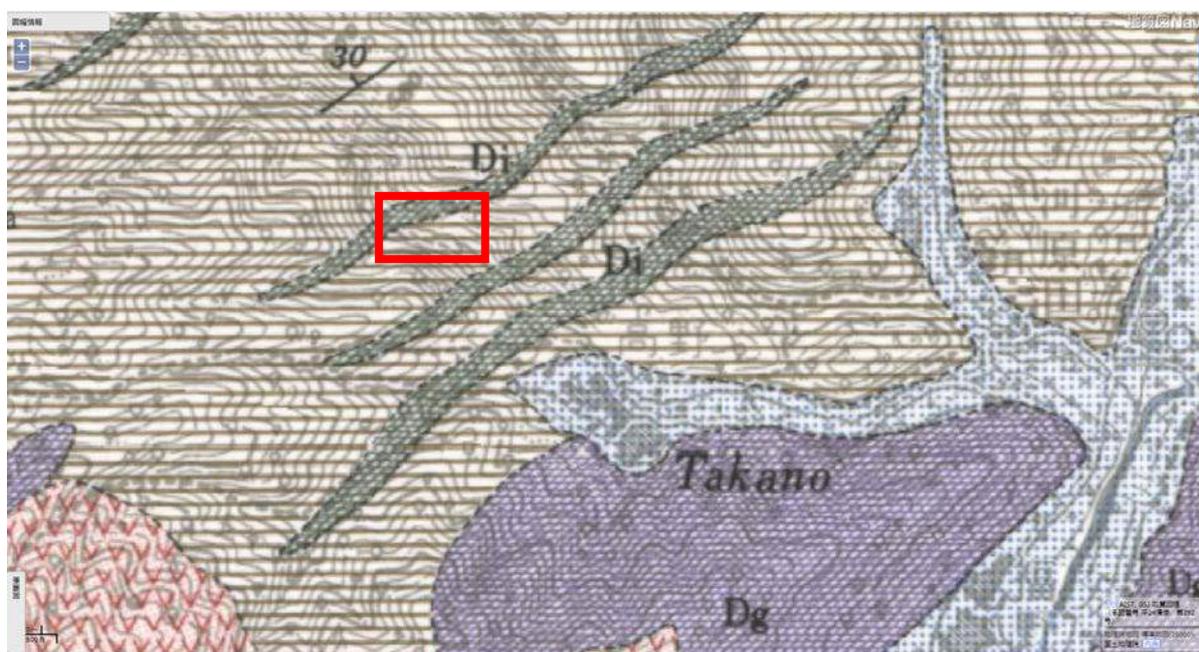


図 12 159：調査地周辺の地形（地質ナビより）

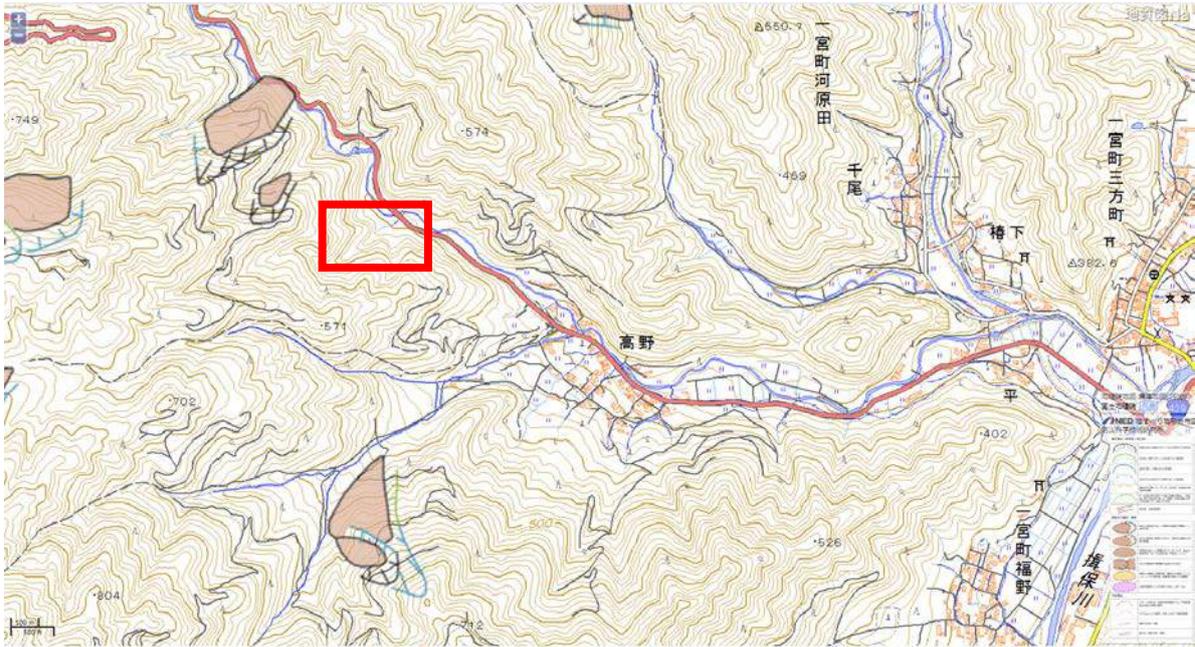


図 13 地すべり地形分布図（地質ナビより）

崩壊地の状況を図 14 から図 17 に示した。図 14 から崩壊土砂が流下し、対岸斜面にあたり（図 15）、さらに対岸の擁壁部にぶつかり（図 16）ながら下流に流下している状況が確認できる。この衝撃力により、擁壁上部の落石防護柵が斜面側に曲がっている。また、地点 A では、土砂や流木の影響で河川断面が縮小し、道路や橋梁や人家へ土砂や流木が流れ込んでいた（図 17）。今後、本溪流からの土砂流出による被害低減を行うために、下流側で待受構造の砂防堰堤、治山ダムの整備が必要である。



図 14 河川合流箇所から望んだ全景



図 15 土石流発生斜面の対岸の状況



図 16 土石流発生斜面の下流の状況



図 17 下流部の状況 (河川屈曲、合流箇所)

5. その他

土砂を受け止めていた対策工事例をいくつか確認した（図 18 参照）。また、2009（平成 21）年に多く崩壊が発生した 2004（平成 16）年の台風による強風で倒れた風倒木跡地においては、今回の降雨による新しい崩壊地は確認できなかった（図 19 参照）。



道路側の状況



擁壁背後の状況

図 18 土砂を受け止めていた対策工事例

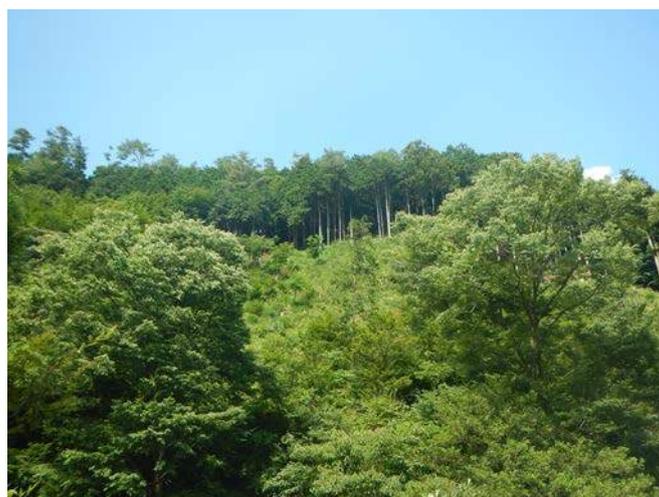


図 19 過去の風倒木跡地の状況

平成 30 年 7 月 21 日

宍粟市一宮町公文地区の斜面崩壊に対する現地調査結果（速報）

平成 30 年 7 月の豪雨によって、宍粟市一宮町公文地区において、斜面崩壊が発生した（写真 1，図 1）。平成 30 年 7 月 14 日に、地盤工学会関西支部の調査団は、この斜面災害に対して、現地調査を実施したので、その結果を報告する。なお、詳細な調査は継続中であるため、本報告は暫定版であり、今後、内容が一部変更される可能性がある。

宍粟市一宮町公文地区の斜面崩壊の正確な発生時刻は不明であるが、地元住民の証言によると、7 月 7 日の早朝に発生したと推測される。



図 1：斜面崩壊の発生場所



写真 1：宍粟市一宮町公文地区の斜面崩壊（2018 年 7 月 14 日撮影）

1. 地質・地形

図 1 は国土地理院による当地区の地形図である。今回の斜面崩壊の源頭部および崩土の堆積範囲を、図中に赤線で示す。この崩壊は、二つの谷に挟まれている斜面において発生した。崩壊の滑落崖は約 480m の等高線附近に位置し、崩壊土砂の末端は 410m の等高線附近に達し、斜面下部にある民家や田畑が被災した。レーザー距離計で求めた斜面崩壊の比高は約 72m である。崩壊の滑落崖から末端までの距離（約 160 m）から計算すると、崩壊の見掛け摩擦角度（ $\arctan(70/160)$ ）は約 23.6 度となる。

崩壊斜面の脚部附近の幅は約 46m で、中腹付近の幅は約 57m であった。また、崩壊斜面の右側の側面から崩壊土砂の土層厚は 5~7m、崩壊源頭部の斜面長は約 60 m 程度であった。したがって、移動土層は約 3 万立米弱と推測される。

産業総合技術研究所の地質図 Navi によると、斜面崩壊が発生した地域には古生代ペルム紀の花崗閃緑岩が分布している。崩壊の源頭部には、大量の崩壊土砂が堆積しており（写真 2）。その中に、~10cm ぐらいの礫が散見されるが、殆どは、完全に風化してできた真砂土である（写真 3）。また、崩壊斜面の中腹付近から湧水が確認され、崩壊地底面の両側から流下している。崩壊土塊の下位にある堅固な花崗岩が露出している（写真 3）。源頭部には風化岩が露出して、傾斜が 40 度となる（写真 4）。滑落崖の背後斜面においては、斜面崩壊に伴うクラックなどの形成は認められなかったが、急斜面の形成により、背後斜面の安定性が低下しているものと思われる。今後の豪雨や地震による二次災害の発生危険度が高いことが想定されるので、早急な調査および対策が望まれる。

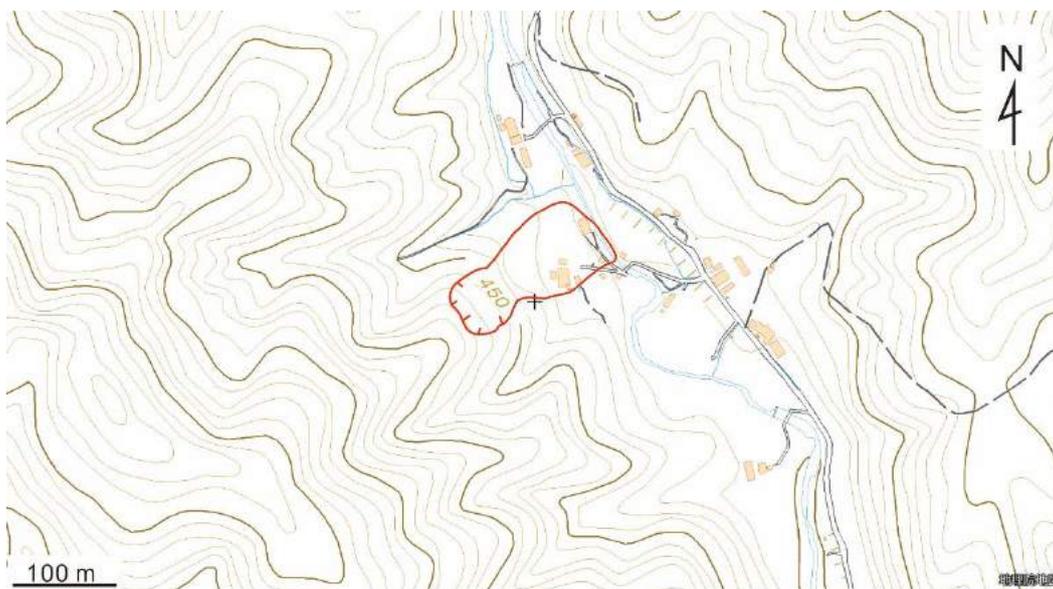


図-1：斜面崩壊地および周辺地形図。赤線：斜面崩壊および崩土堆積区域（国土地理院電子国土 Web に加筆）。

2. 斜面崩壊発生・運動

2015年4月2日のGoogle earth 写真によると、枝葉の成長前の時期になるために、地表状況が明瞭に伺えることができる(写真5)。この写真より、赤い矢印で示す箇所は、今回発生した斜面崩壊の滑落崖の位置になる。これらの矢印で示す箇所の周辺は、凹地地形を呈しており、一方、下部は、二つの沢地形が認められる。すなわち、斜面崩壊が発生する前の長い間にこの斜面では、クリープ的な変形が発生しており、斜面が不安定状態であったことが想定される。このような状況より、今回の豪雨によって大量の地下水が流入することによって崩壊が発生したことが予想される。また、斜面崩壊が発生した後に、飽和土層において、崩土の運動に伴って、更なる高い水圧が発生し、崩壊土砂を流動化させたと考えられる。以上により、崩壊土砂が斜面の真下にある緩い斜面や畑を流下し、住宅を潰した後に、広い範囲で堆積物を広げたものと推察される。



写真2：源頭部に堆積している崩土

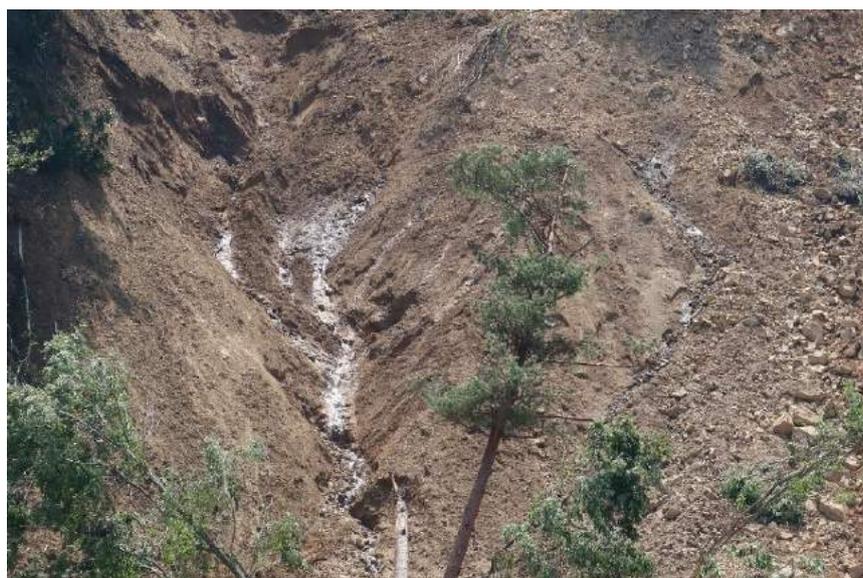


写真3：露出した花崗岩および崩土の様子

写真6には、斜面崩壊地周辺の様子を示す。図1と写真6から、崩壊斜面に隣接する南側の斜面においては、過去に大きな斜面崩壊が発生したことが推測される。丘陵地や山地の扇状地において、古くから存在している集落では、住宅を建設する時には、一般的（経験的）にできるだけ土石流災害の恐れがある溪流の出口を避けて計画されていると推測されるが、今回の土砂災害は、山地における住宅の建設場所の選定に対しては新たな問題を提起したと考えている。今後、周辺地域においては、同様な不安定斜面の有無に関する早急な調査が望まれる。



写真4：源頭部に露出した風化花崗岩



写真5：斜面崩壊発生前の斜面状況（2015年4月2日）（Google earth より）



写真6：斜面崩壊発生前の周辺斜面状況（2015年4月2日）（Google earth より）

謝辞

本災害により犠牲となった方々のご冥福をお祈りするとともに、被害を受けられた皆様にお見舞い申し上げます。そして、一日も早い復興をお祈りいたします。また、斜面崩壊地域の土地利用や地形特徴などについて、富山県立大学の古谷元准教授に議論を頂きました。記して感謝いたします。

注：

調査団団員：

神戸大学：芥川真一 教授

株式会社ダイヤコンサルタント：鏡原聖史 様

中央復建コンサルタント株式会社：金村和生 様

京都大学大学院工学研究科：北岡貴文 助教

京都大学防災研究所：王 功輝

（文責：京都大学防災研究所・王功輝）

H30年豪雨災害 神戸市西区学園都市周辺 2018/7/14 現地調査速報

調査者：鳥居，野並，宇野（神戸市立工業高等専門学校）

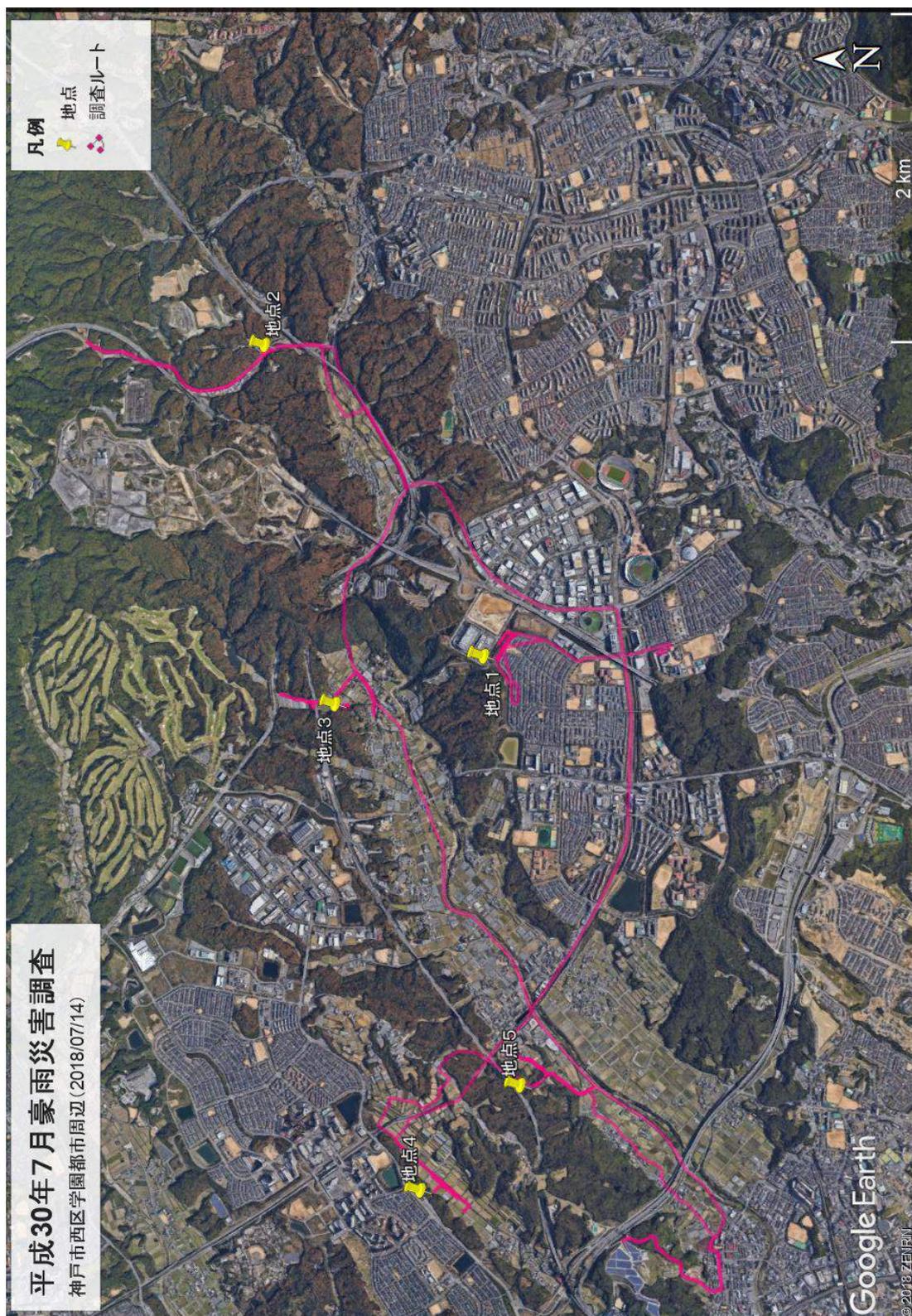


図-1 調査経路

地点1：西区学園東町

<位置図>



<被災状況>

学園東町の外周道路および歩道北側ののり面が、幅 12m にわたって崩壊し、道路を覆ったため、通行止め処置がなされた箇所である。崩壊高さは約 9m（小段 2 段分）、崩壊層厚は最大およそ 2m 程度である。現地調査時は応急復旧工事実施中であり、路面の土砂は撤去されていた。

のり面表層は、表層安定のための軽量法砕工が施されていたが、崩壊箇所の法砕は破損していた。

崩壊のり面は勾配 1:1.8 の盛土のり面であり、盛土材は現地発生土と考えられる神戸層群の砂岩～シルト岩を母岩とする材料が用いられている。竣工時の盛土材の状況は不明であるが、崩壊時はスレーキングによる細粒化により、礫径(2mm～)を有する盛土材はほとんど見られなかった。

被災箇所上部ののり面小段の排水路は落ち葉の堆積や樹木の繁茂がみられ、所定の機能を発揮する状況になかったとみられる。また、縦排水のための暗渠管が設置されていたようであり、応急復旧対策のメニューに、再設置が予定されている。

<想定される被災原因>

崩壊土砂は土砂化しており、竣工時よりもスレーキングが進んでいることを伺わせるものであった。このため、盛土のり面部は切土のり面部と比べて竣工時より若干沈下していたと考えられる。また、縦排水工が設置されていたことから、小段の縦断勾配は崩壊部に向かって傾斜していたと想定される。このため、崩壊箇所には表層水が集まる地形となっていたと考えられる。一方、排水工を通じて当箇所集まった表層水は排水工の機能不全によりり面に溢水し、崩壊箇所には雨水の直接浸透以上の浸透量があったものと考えられる。このため、未崩壊箇所と比べて表層に飽和度の高い層が発生し、サクシオン低下による粘着力の低下により表層崩壊をもたらした。

なお、地下排水工の存在は確認できなかったが、基礎地盤からの地下水上昇の影響は不明であった。ただし、盛土が比較的小規模であること、崩壊層厚が一般的な表層崩壊の範囲に入る程度のものであった。



写真-1.1 崩壊箇所を上部より望む



写真-1.2 下方より崩壊箇所を望む



写真-1.3 崩壊箇所頭部の水路の状況



写真-1.4 崩壊した軽量法柱



写真-1.5 崩壊箇所頭部の水路の状況

地点 2：西区伊川谷町布施畑

<位置図>



<被災状況>

県道 22 号沿いの切土のり面が幅約 20m、高さ 6m にわたって崩壊した。現地調査時はのり面にブルーシートが被せられ、大型土のうを 2 段積んで応急復旧がなされていた。崩壊箇所は歩道沿いに落石防止柵が設置されていたが、今回の崩壊により破損したようで撤去されていた。崩壊土層厚は 1m 未満であり、未崩壊箇所ののり面は神戸層群砂岩が露出していた。

<想定される被災原因>

切土によってのり面表層の風化がもたらされていたところに、降雨浸透による有効応力の低下によって崩壊したものと考えられる。また、未崩壊箇所には笹が繁茂しているが、未崩壊箇所は当箇所の一般的な樹木植生であった。このことと今回の崩壊発生との因果関係は不明であるが、笹類の根系が表層の緊迫効果に与える影響を踏まえた評価が望まれる。



写真-2.1 崩壊箇所全景



写真-2.2 崩壊箇所の地山の状況



写真-2.3 崩壊箇所の養生状況

地点3：西区伊川谷太山寺

<位置図>



<被災状況>

伊川の支川と丘陵部の法裾の間に設置された里道に設置された擁壁が延長約10mにわたり崩壊したものである。応急処置として崩壊箇所にブルーシートが被せられ、車両通行止め処置が行われている。被災前の擁壁の構造は不明であるが、空石積み擁壁が施工されていたと考えられる。また、崩壊箇所背面におよそ8m四方の湿潤化した平地となっており、背面は集水地形となっていることが確認された。

<想定される被災原因>

路面をオーバーフローした水が擁壁基礎を洗堀し、崩壊に至ったものと考えられる。



写真-3.1 上流側より崩壊箇所を望む



写真-3.2 下流側より崩壊箇所を望む



写真-3.3 崩壊箇所全景



写真-3.4 崩壊箇所背面の状況



写真-3.5 崩壊箇所下流の状況

地点4：西区伊川谷町伊吹

<位置図>



<被災状況>

大阪層群の段丘崖が延長 15m、高さ最大 8m の範囲で表層崩壊したものである。農地と段丘崖法尻に落石防護柵が設置されていたため崩壊箇所での踏査ができなかったが、目測で確認する限り崩壊土層厚は薄く、1m 以下であった。崩壊箇所の植生は未崩壊箇所と比べて局所的にタケが優勢であった。また、一部に裸地があった可能性も否定できない（Google Earth で確認すると既崩壊地が拡大したものであった）。

なお、落石防護柵により崩壊土は農地外に留まり、倒壊した植生のみが農地に達しており、対策工の効果が確認できた。

<想定される被災原因>

降雨浸透による表層の有効応力の低下によって崩壊したものと考えられる。大阪層群は地層傾斜がほとんど見られないため、未崩壊箇所と崩壊箇所の地山の地層条件はほとんど変わらない。したがって崩壊箇所と未崩壊箇所の違いは植生の違いによる浸透能およびせん断力の違い、すなわちタケ類の土壤緊縛力の特性が崩壊発生に影響を与えている可能性がある。加えて地表勾配の違いが挙げられるが、被災箇所とその近傍の地表勾配については未評価であり、影響は不明である。



写真-4.1 崩壊箇所全景



写真-4.2 落石防護柵の状況



写真-4.3 崩壊箇所表層の状況

地点5：西区伊川谷町伊吹

<位置図>



<被災状況>

大阪層群の段丘崖が延長 5m、高さ最大 6m の範囲で表層崩壊したものである。崩壊土層厚は薄く、最大でも 50cm 程度とみられる。落石防護柵により崩壊土は大部分が道路外に留まっていた。崩壊土には植生がほとんど見られなかったことから、崩壊地はもともと裸地であった可能性が高い（Google Earth で確認すると裸地の可能性が高い）。また、中央部分には不安定土塊が残っている。

<想定される被災原因>

崩壊地内部には水が浸み出している箇所が見られ、透水性の悪い粘土層上部に風化層が降雨浸透による有効応力の低下によって崩壊したものと考えられる。裸地であったことから植生による雨水浸透の抑制作用が発揮されなかったため、崩壊につながったと考えられる。



写真-5.1 崩壊箇所全景



写真-5.2 崩壊箇所近景



写真-5.3 水の浸み出し

H30年豪雨災害 神戸市北区 2018/7/15 現地調査速報

調査者：鳥居，野並，(神戸市立工業高等専門学校)，辻野 (サンコーコンサルタント)，山口 (鴻池組)



図-1 調査経路

地点 1：北区長尾町上津 1

<位置図>



<被災状況>

市道に面した自然のり面が幅 15m、高さ 10m にわたり崩壊し、道路を覆ったため、通行止め処置がなされた箇所である。崩壊土の層厚はおよそ 1m 程度であり、表層地質は神戸層群（吉川累層）砂岩泥岩の風化層が主体であった。崩壊箇所頭部の地層を確認したところ、表層は上部から神戸層群風化層～神戸層群風化岩（すべり面下部の地層）であり、崖錐は含まれていなかった。崩壊土砂は、落石防護工がなされていない箇所において、市道を超えて反対側の斜面にまで流出しており、相当に水分を含んだ状態であったと推測される。現地調査時は応急処置により大型土のうが積まれ、通行止めは解除されていた。

<想定される被災原因>

神戸層群風化層と、比較的強度が大きく透水性の悪い神戸層群風化岩との境界をすべり面として、風化層が降雨浸透による有効応力の低下によって崩壊したものと考えられる。崩壊箇所上部の地形を確認したところ、穏やかな谷形となっており、集水地形であることが確認できた。したがって、降雨量以上の水の供給があった可能性がある。このことが、当箇所が崩壊した主因と考えられる。なお、崩壊箇所に露頭した神戸層群は風化が進んでおり、層理面の確認はできなかった。このため、層理面もしくは節理面に沿ったすべりかどうかの判断はつかなかった（なお、近傍の神戸層群の地層面は概ね南北走向で、西へ数度で傾斜しており、地層面は崩壊斜面に対し、流れ盤となっている可能性がある）。



写真-1.1 下方より崩壊箇所を望む



写真-1.2 上方より崩壊箇所を望む



写真-1.3 下崩壊箇所頭部の状況



写真-1.4 崩壊箇所の神戸層群露頭



写真-1.5 市道より流出した崩壊土砂



写真-1.6 崩壊箇所頭部の状況

地点2：北区長尾町上津2

<位置図>



<被災状況>

長尾川右岸に面した自然斜面が幅 10m 程度、高さ 5m 程度崩壊し、土砂が長尾川に流入して埋没させたものである。崩壊箇所の地山は神戸層群（吉川累層砂岩泥岩層）が露出していた。崩壊土砂は神戸層群の風化層が主体とみられるが、崖錐層が含まれるかどうかは不明である。なお、崩壊箇所護岸の変状は崩壊土砂が覆っていたため不明である。調査時点でも崩壊土砂は残置しており、水深 1m 程度で長尾川を堰止めていた。また、ブロック積み擁壁からは、調査時点でも水が湧出しており、地盤内には依然として水分が残っているものと思われる。

<想定される被災原因>

神戸層群風化層が降雨浸透による有効応力の低下によって崩壊したものと考えられる。



写真-2.1 崩壊土砂による長尾川埋没状況



写真-2.2 崩壊土砂の状況



写真-2.3 崩壊土砂による長尾川堰止状況



写真-2.4 湧水状況

地点3：北区赤松台1丁目

<位置図>



<被災状況>

県道17号西脇三田線に面した民地のり面が幅18m、高さ10m(小段2段分)にわたって崩壊したものである。当該地の基礎地盤には神戸層群(吉川累層砂岩泥岩層)が分布しており、地層面はほぼ南北走向で、西に数度で傾斜している。崩壊土砂は道路を挟んだ耕作地にまで及んでおり、相当に水分を含んだ状態であったと推測される。崩壊箇所はブルーシートで養生していたため表層地質の詳細は不明であったが、崩壊土砂は細粒化しており、盛土であった可能性が高い。崩壊土砂は法尻付近に設置されていたフェンスを押し倒しているが、看板は大きな変状もなく、土砂を留めている。また、法尻のブロック積擁壁の変状も見られない。未崩壊箇所の表層排水工は概ね健全であったが、崩壊箇所近傍は一部変状が見られた。

<想定される被災原因>

崩壊土砂は土砂化しており、竣工時よりもスレーキングが進んでいることを伺わせるものであった。強度低下を生じたところに降雨浸透によって飽和度の高い層が発生し、サクシオン低下による粘着力の低下により表層崩壊をもたらしたものと考えられる。なお、排水工の機能不全によって崩壊箇所に降雨以

上の浸透量をもたらしていた可能性もあるが、現地調査時には確認ができなかった。



写真-3.1 崩壊箇所と土砂流出範囲の状況



写真-3.2 崩壊箇所頭部からの全景



写真-3.3 崩壊箇所全景



写真-3.4 看板による土砂堰止め状況



写真-3.5 排水工の変状状況



写真-3.6 崩壊箇所の状況

地点4：北区大沢町日西原1

<位置図>



<被災状況>

道路盛土のり面および圃場整備によるのり面が幅5m程度、厚さ1m程度で崩壊しているものである。道路法面の崩壊箇所は調査時には土砂が撤去され、通行可能な状態となっていた。露頭した地層に表層地質の神戸層群が認められなかったことから、盛土部が崩壊した可能性が高い。

<想定される被災原因>

崩壊面には、水穴も見られ、上部の耕作面から多量の水が浸透し、高い水圧が生じた結果、表層部が崩壊したものと考えられる。



写真-4.1 道路盛土のり面の崩壊状況



写真-4.2 水穴の様子



写真-4.3 圃場整備によるのり面崩壊状況

地点5：北区大沢町日西原2

<位置図>



<被災状況>

道路に面した民地ののり面が幅 5m 程度、厚さ 1m 程度で崩壊しているものである。ブロック積み擁壁が一段低くなっている箇所での局所的な崩壊であり、盛土が崩壊した可能性が高い。

<想定される被災原因>

降雨浸透によって飽和度の高い層が発生し、サクシヨン低下による粘着力の低下により表層崩壊をもたらしたものと考えられる。



写真-5.1 上方より崩壊箇所を望む



写真-5.2 崩壊箇所全景

地点 6 : 北区大沢町日西原 3

<位置図>



<被災状況>

延長 10m, 高さ 1.5m, 天端 2.0m のため池堤体が崩壊し、土砂と水を流出させたものである。ただし、流出土砂は耕作放棄地および里道を埋没する程度に収まっていた。

ため池の規模はおよそ 20m×15m であり、道路面から高さ約 10m のところに位置している。道路とため池を挟んだ箇所に 20m×10m 程度の耕作放棄地が高さ 5m ののり面を挟んで 2 面存在しており、上段のものは流出土砂で覆われていたが、下段に目立った土砂の堆積はなかった。また、下段耕作放棄地を挟んだのり面はササ類が繁茂していたが、下流側に向かって倒伏していた。

堤体の土質は神戸層群砂岩の風化土が用いられている。袖部に残置した堤体は比較的良好に締まっていたことから、堤体の強度に大きな問題はなかったものと考えられる。また、基礎地盤に神戸層群（吉川累層）の砂岩泥岩および礫岩が分布していることを確認した。

<想定される被災原因>

ため池堤体が、越流もしくは浸透破壊によって破堤したものと考えられる。どちらが主原因となって崩壊したかは不明であった。なお、崩壊箇所上流の長池は改修が行われており、変状は見られなかった。一方、崩壊したため池の受益範囲にある耕作地は耕作放棄されており、ため池の維持管理が適切に行われていなかった可能性もある。

崩壊土砂は下流の水田まで到達しなかった理由として、①耕作放棄地が堤体下部に3段にわたって存在し、その箇所を流下するたびに流出土砂の移動エネルギーが減衰したことと、②崩壊した堤体規模がそれほど大きくなかったこと、が挙げられる。また、浸食作用に抵抗性の高いササがのり面に繁茂しており、流出土砂および流水がのり面を浸食しなかったことも、被害が大きくならなかった一因と考えられる。



写真-6.1 崩壊土砂の流出状況



写真-6.2 ため池堤体崩壊箇所と崩壊土砂の流出状況



写真-6.3 崩壊したため池の全景



写真-6.4 下方より流出跡を望む



写真-6.5 崩壊箇所直下の耕作放棄地の状況



写真-6.6 崩壊箇所直下の耕作放棄地の状況



写真-6.7 崩壊した堤体直下の露頭



写真-6.8 堤体崩壊箇所の左岸側の状況



写真-6.9 堤体崩壊箇所の右岸側の状況



写真・6.10 崩壊箇所上流のため池（被災せず）

地点 7：北区大沢町神付 1

<位置図>



<被災状況>

民家背面の自然斜面が表層崩壊（高さ 12m 程度）を生じたものである。現地踏査は近距離からの目視が中心であり、崩壊規模や民家への影響、集水地形であるかどうかの確認が十分に確認できなかった。崩壊土砂は植生のタケ類と一体化しており、比較的流出範囲は抑えられていた。崩壊土は神戸層群（吉川累層の）砂岩泥岩の風化層である。また、崩土の中には直径 50cm 程度の砂岩岩塊が含まれていた。

<想定される被災原因>

降雨浸透による有効応力の低下によってのり面が崩壊したものと考えられる。



写真-7.1 崩壊箇所の全景



写真-7.2 崩壊源の状況



写真-7.3 崩土の堆積状況



写真-7.4 崩土の堆積状況

地点 8 : 北区大沢町神付 2

<位置図>



<被災状況>

加古川水系美囊川の護岸が被災したものである。当箇所の美囊川は掘込河道となっており，耕作地を保全するため左岸側のみにブロック積護岸が築かれ，右岸側は天然河岸となっている。護岸の被災形態は前面に倒れこむモードで崩壊しているものと，法線を変えないまま背面土が浸食されて流失しているものがみられる。河道は崩壊土砂により閉塞されており，上流側は最大水深 1.5m 程度で湛水している。

<想定される被災原因>

被災した護岸は斜面崩壊に伴う河川閉塞により河川水が溢水し，護岸背面に回り込むことにより耕作地を浸食して崩壊に至ったと考えられる。斜面崩壊の原因は，河川水により法先が侵食され，のり面表層が不安定化した可能性と，雨水が表層崩壊に浸透することにより有効応力が減少して，崩壊に至った可能性とが挙げられる。現地踏査時点では判断がつかなかった。



写真-8.1 下流より崩壊箇所を望む



写真-8.2 前面に倒壊した被災護岸の状況



写真-8.3 耕作地の浸食状況



写真-8.4 背面土が侵食された護岸状況



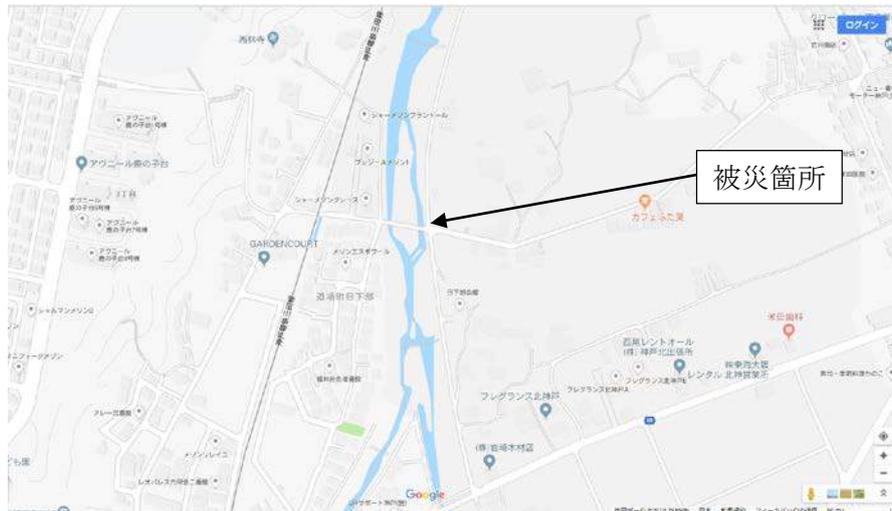
写真-8.5 被災箇所上流の湛水状況



写真-8.6 上流より被災耕作地を望む

地点 9：北区道場町日下部

<位置図>



<被災状況>

武庫川水系有野川にかかる廣瀬橋右岸側の条件護岸が被災したものである。被災した護岸は隔壁によって未崩壊擁壁と構造的に切り離されているため、被災したのは条件護岸の範囲（橋梁より 10m）のみであった。被災護岸、残置護岸共にブロック積擁壁であるが、ブロックの形状は異なっており、別時期に設置されたものと考えられる。被災した護岸は擁壁基礎が洗堀されることにより、基礎部が前面に移動するようなモードで崩壊している。崩壊は堤防天端にまで達し、市道と兼用されている管理用道路の舗装法肩が損傷していた。洪水時の痕跡からは護岸天端まで河川水は上昇していない様子であった。

橋台にはクラック、傾斜等の変状は認められず、上部工にも変状は見られなかった。

<想定される被災原因>

上記のように、基礎洗堀によって護岸が崩壊したものと考えられる。上流側の護岸は根固め工が設置されていたため、被災を免れている。橋脚は河道内に 1 つだけであり、構造令で定められた設置基準から大きく逸脱していないと思われるため、護岸周辺に局所流が発生した可能性は低いと思われる。このため、護岸の根入れ深さが不足していたことが被災の主原因である可能性が高い。

当橋梁は有野川と支川の八多川が合流する 150m 下流に位置する。八田川が左岸から合流する影響もあってか、右岸側に滯筋が発達している。このことが、左岸側で崩壊を生じなかった主因と考えられる。



写真-9.1 上流より崩壊箇所を望む



写真-9.2 下流より崩壊箇所を望む

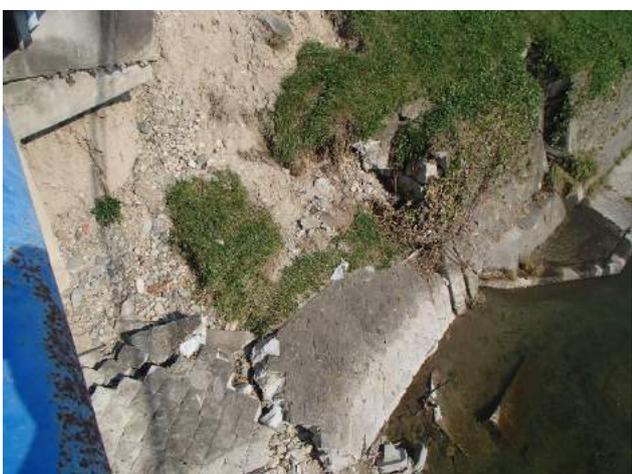


写真-9.3 広瀬橋より崩壊箇所上流を望む



写真-9.4 広瀬橋より崩壊箇所下流を望む



写真-9.5 対岸より変状箇所を望む



写真-9.6 上流側護岸と根固め工



写真-9.7 広瀬橋より上流を望む



写真-9.8 広瀬橋より下流を望む

神戸市北区現地調査結果速報（芥川班）

1. 概要

神戸市北区の崩壊箇所について、平成 30 年 7 月 15 日に現地概査を行った。調査者は、神戸大 芥川教授、京大 北岡助教、鈴木記者（朝日新聞）、鏡原である。

全体の調査ルートを下図示す。調査ポイントでは崩壊などが確認できたが、それ以外の目立った変状は確認されなかった。なお、本報告では、特徴的な箇所（ポイント番号 161、170、172）について報告する。



図 1 現地踏査ルート（赤線が調査ルートを示す）と代表的な調査箇所番号

2. ポイント番号 161 の崩壊箇所の概要

調査箇所は図 2 に示す箇所である。斜面は切土ならびに自然斜面であり、斜面上部には学校、斜面下部には公園と住宅、さらに公園より一段下に道路と住宅がある。地質は、5 万分 1 地質図、神戸（1983）によると斜面は Rg（六甲花崗岩：黒雲母花崗岩）が分布しているとされている（図 3）。また、図 4 の古地図に比較によると当該箇所は造成時に全体的に切土されているが、僅かな谷地形の箇所では盛土した可能性もある。

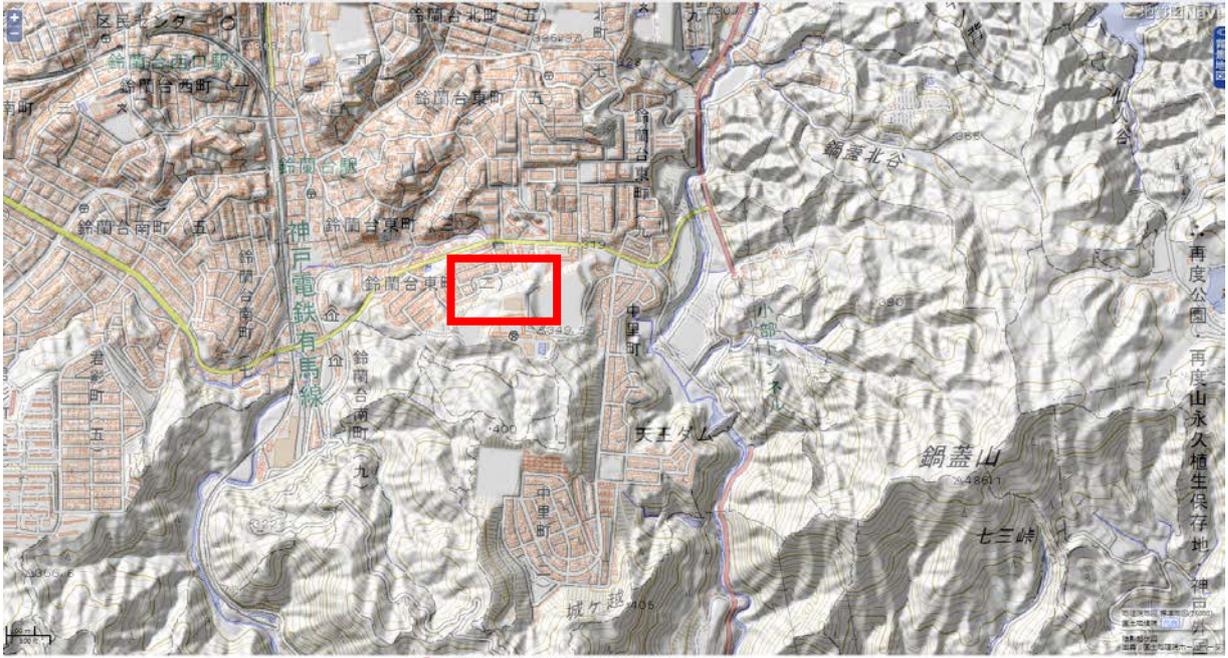


図 2 161：調査地周辺の地形（地質ナビより）

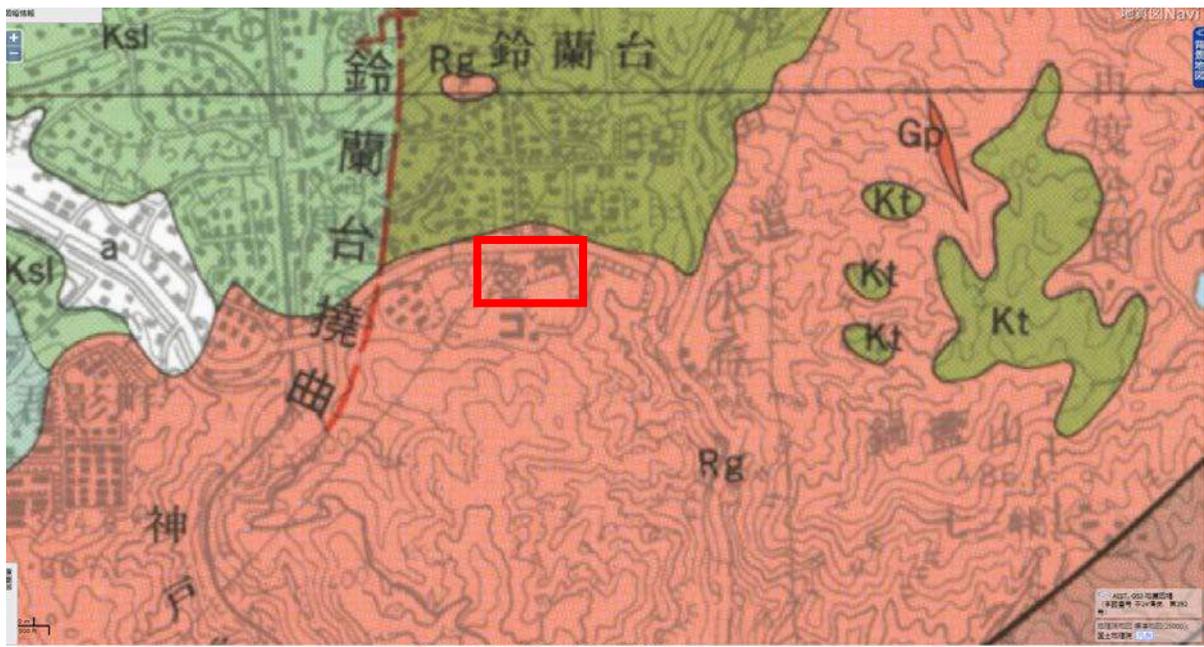


図 3 161：調査地周辺の地形（地質ナビより）

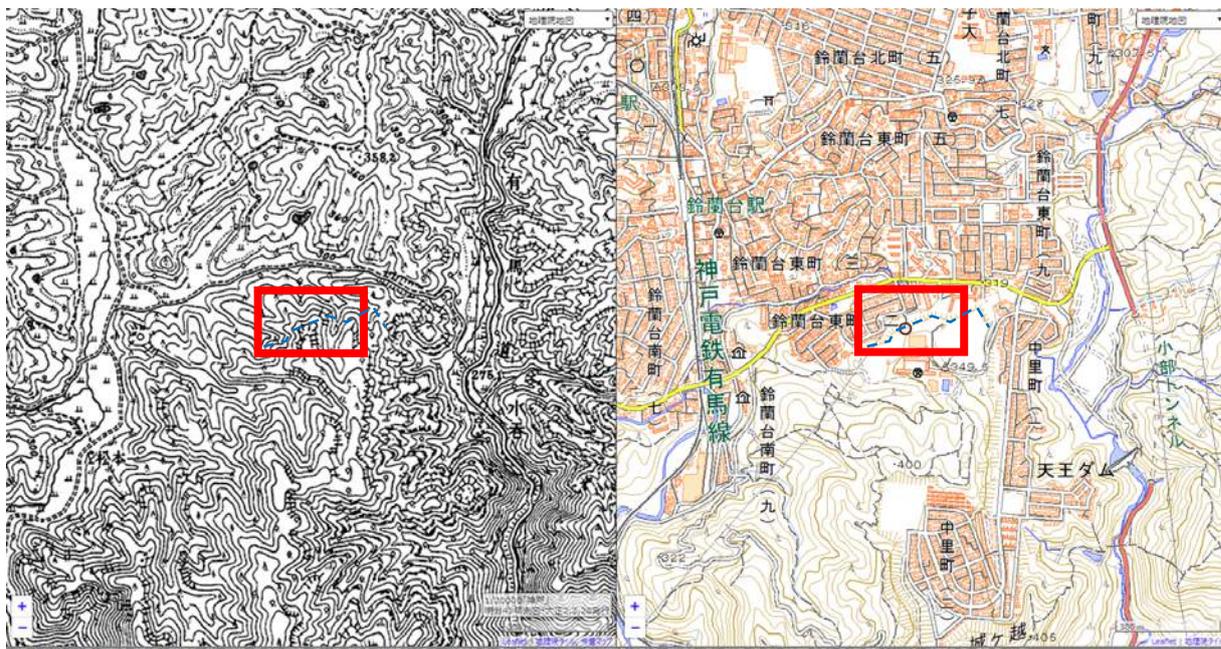


図 4 古地図との比較（時系列地形図閲覧サイト「今昔マップ on the web」より）

崩壊地の状況を図 5 から図 7 に示した。図 5 から斜面上部が崩壊し、下部に流下している状況が確認できる。崩壊した大部分の土砂は公園に堆積し、一部の土砂が公園下に流出している。図 6 より、最下段のり面にはのり面保護工やブロック積み擁壁の上に落石防護柵 H-1.0m が設置されていた。のり面保護工やブロック積み擁壁には大きな変状は認められないが、落石防護柵は、崩壊土砂の衝撃が大きく、土砂を受け止めることはできずにワイヤーは破断しないまま落下している（図 7）。このことから、現在、ブルーシートが施されている 2 段目より上の自然斜面やのり面が崩壊したものと推察される。



図 5 崩壊地全景



図 6 ブロック積擁壁ならびに落石防護柵の状況



図 7 落石防護柵の損傷状況

推定される崩壊メカニズムは、自然斜面表層や 2 段目のり面の表層が降雨浸透による有効応力の低下によって崩壊したものと考えられる。なお、斜面上部の平坦地からのり面に表面流が流入した可能性もあるが、学校側の排水経路の調査や崩壊地の土質材料などの確認を実施していないため、今後、さらに調査を行う必要がある。

3. ポイント番号 170 の崩壊箇所の概要

調査箇所は図 8 に示す箇所である。斜面は切土で、土砂流出した箇所は、切土の西側にある沢である。斜面下部には公園となっている。地質は、5 万分 1 地質図、神戸（1983）によると斜面は T（丹波層群：粘板岩・頁岩及びチャート）が分布しているとされている（図 9）。また、図 10 の古地図に比較によると当該箇所は造成時に尾根部を切土した箇所であり、溪流の出口に位置している。ただし、切土の影響で谷出口の流域が僅かに減少している。



図 8 170：調査地周辺の地形（地質ナビより）

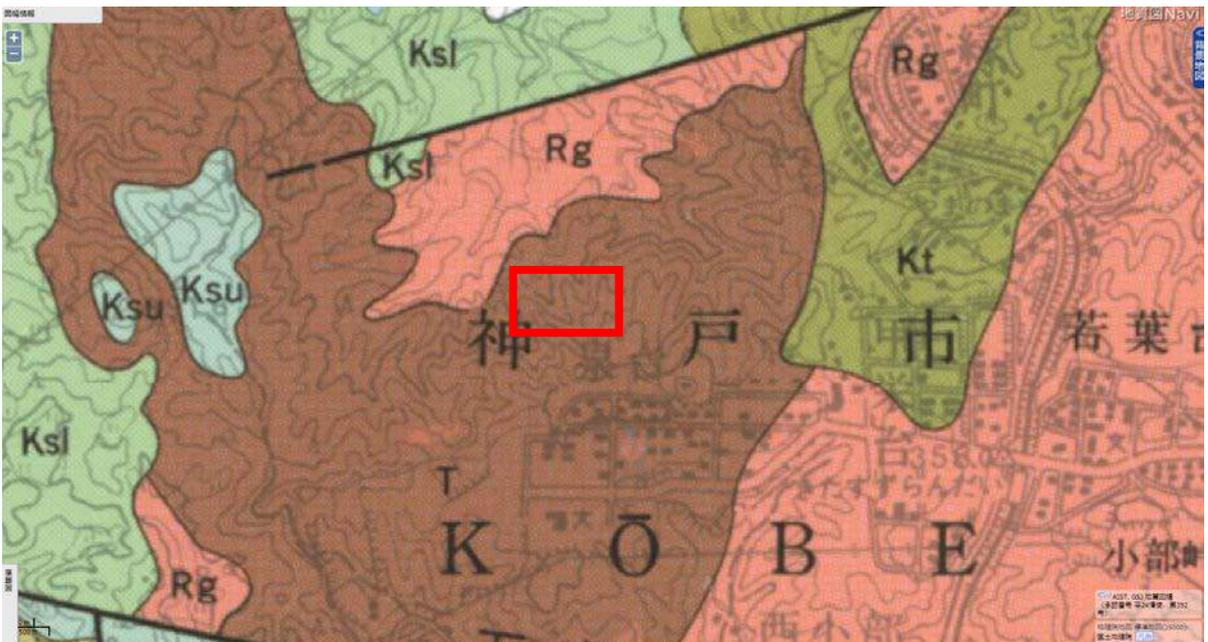


図 9 170：調査地周辺の地形（地質ナビより）

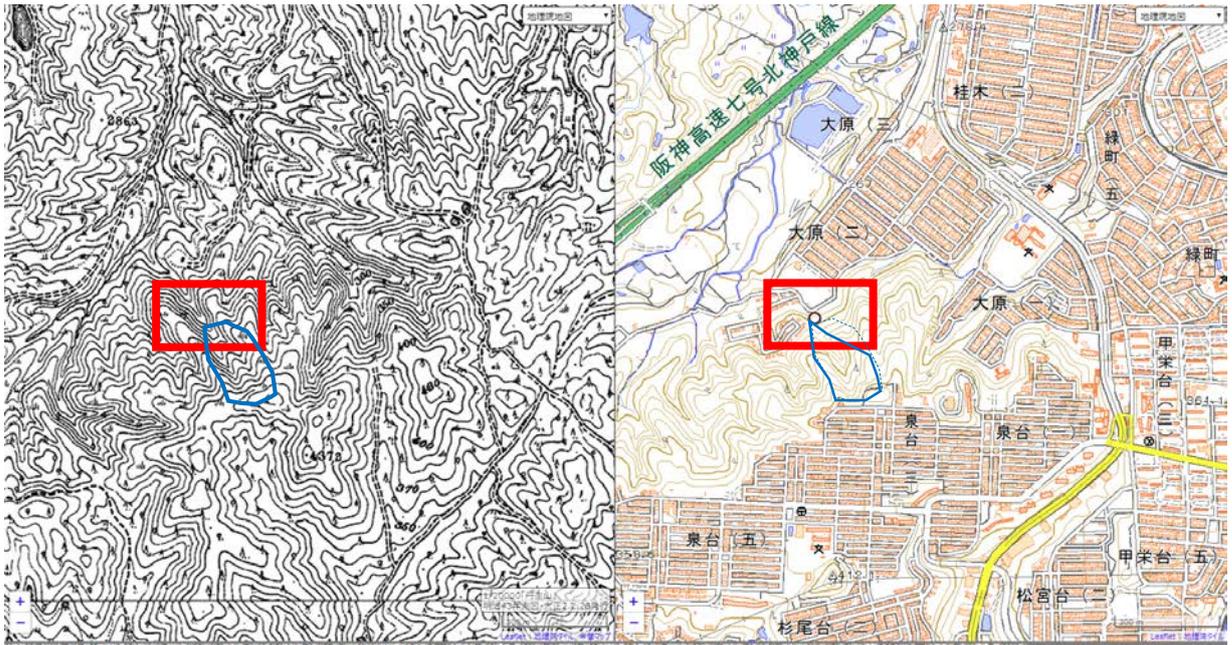


図 10 古地図との比較（時系列地形図閲覧サイト「今昔マップ on the web」より）

土砂流出箇所の状況を図 11 から図 12 に示した。図 11 から斜面向かって左側から土砂が流出している状況が確認できる。斜面向かって右側のブロック積みの背後には水路（0.45 m×0.45m程度）が整備されている。図 12 より、土砂を含む沢からの水が、水路に流れず、直進し、道路部に流出したと考えられる。最下段のブロック積みには大きな変状は認められない。



図 11 全景と土砂流出箇所の拡大



図 12 土砂流出箇所

当該箇所は、通常の降雨では、計画された水路によって下流へ流下させられるが、今回の降雨では、勢いよく土砂も一緒に流下してきたことから、水路では流すことができず、そのまま、道路部に流出したものと考えられる。当該箇所の直近には人家等なく、被害は出ていないが、造成時には、切土に近接する流域を持った谷がある場合、異常時の流出対策を考えておく必要があると言える。

4. ポイント番号 172 の崩壊箇所の概要

調査箇所は図 13 に示す箇所である。斜面は切土ならびに自然斜面であり、斜面上部には学校、斜面下部には公園と住宅、さらに公園より一段下に道路と住宅がある。地質は、5 万分 1 地質図、神戸（1983）によると斜面は Ksu（神戸層群白川累層下部：砂岩・泥岩・礫岩および凝灰岩）が分布しているとされている（図 14）。また、図 15 の古地図に比較によると当該箇所は道路が整備される程度でほとんど地形改変されていない。



図 13 172：調査地周辺の地形（地質ナビより）

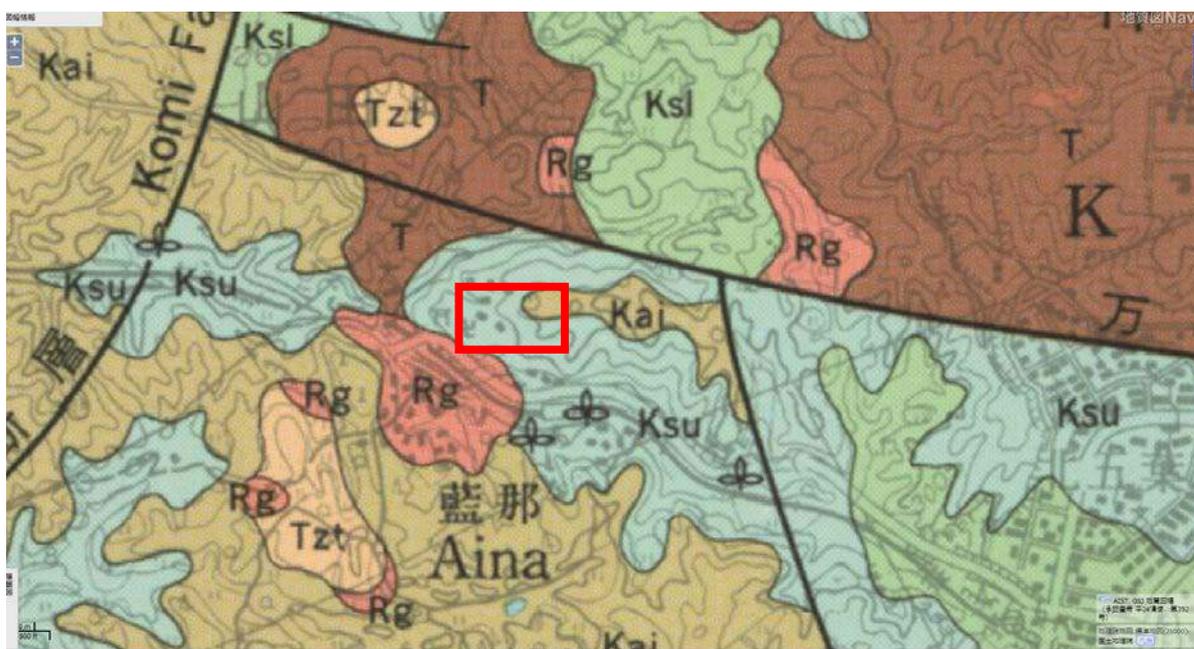


図 14 172：調査地周辺の地形（地質ナビより）

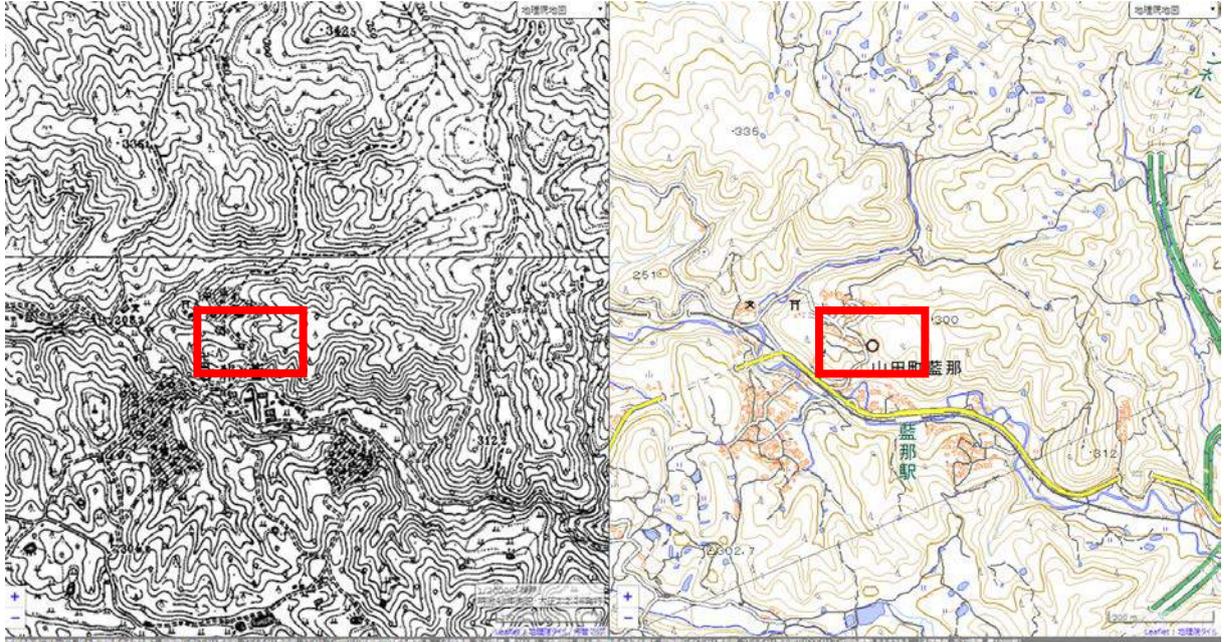


図 15 古地図との比較（時系列地形図閲覧サイト「今昔マップ on the web」より）

崩壊地の状況を図 16 から図 18 に示した。図 16 から斜面上部が崩壊し、下部に流下している状況を確認できる。崩壊は神戸層群の強風化層が崩壊して、その崩壊土砂が道路を塞いでいる。この崩壊箇所のすぐ直近では急傾斜地崩壊対策が施工されており、人家周辺での土砂災害は認められない（図 17、図 18）。このことから、周辺で崩壊するような降雨でも対策工は効果を発揮したものと考えられる。



図 16 崩壊地全景

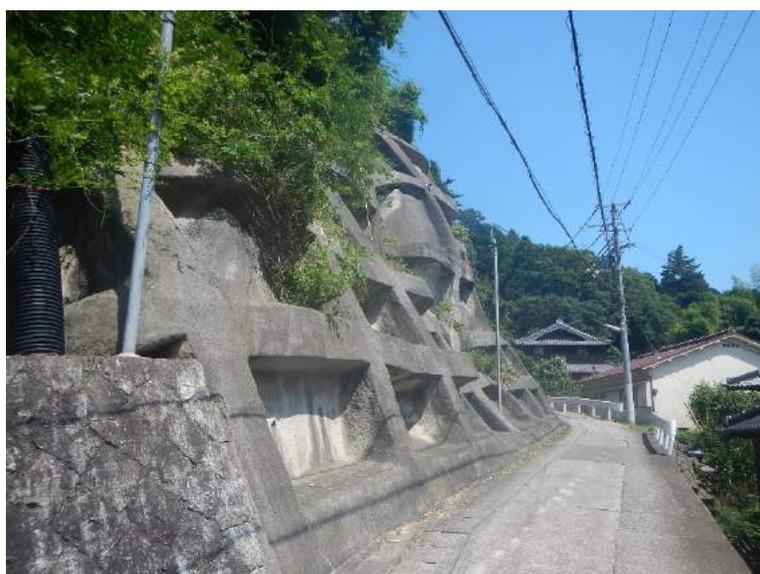


図 17 急傾斜地崩壊対策工（法枠と鉄筋挿入工）の状況



図 18 急傾斜地崩壊対策工（覆式落石防護網）の状況

推定される崩壊メカニズムは、小規模な谷地形を呈した表層と神戸層群の強風化砂岩が降雨浸透による有効応力の低下によって崩壊したものと考えられる。

当該箇所は、周辺の急傾斜地崩壊防止対策が整備されていたことによって、人家などに被害が発生していない箇所であると言える。

2018年7月22日

神戸市北区の土砂災害について（速報）

平成30年7月の豪雨によって、神戸市周辺において、数多くの土砂災害が発生し、地域に大きな損害をもたらした。平成30年7月15日に、地盤工学会関西支部の調査団は、この斜面災害に対して、現地調査を実施したので、その結果をとりまとめる。当日には9箇所を調査したが、その中の2箇所においては、大きな災害がなかったため、その紹介を省略する。詳細な調査は継続中であるため、本報告は暫定版であり、今後、内容が一部変更される可能性がある。また、報告には、調査順の通りに災害の箇所および様子を簡潔に記述する。写真1にはその箇所をしめす。

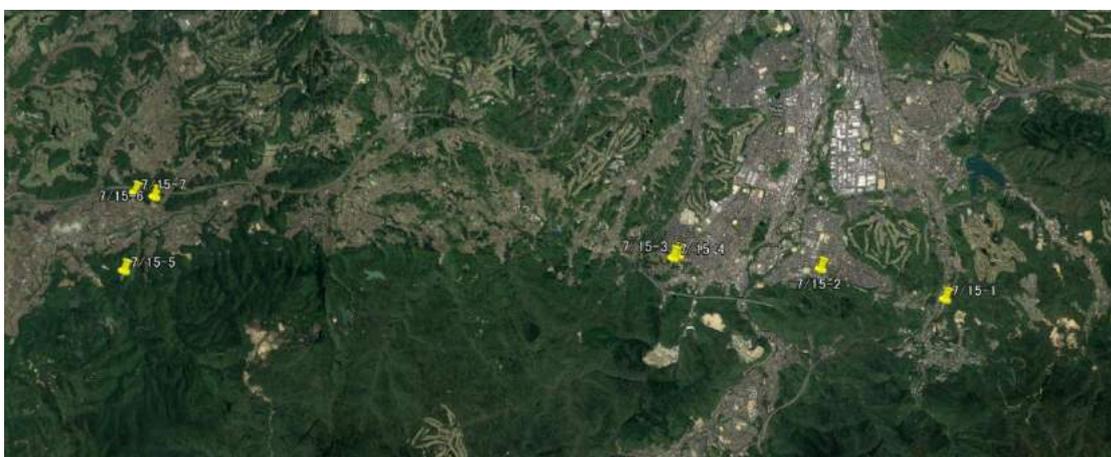


写真1：神戸市北区において調査した災害箇所（7/15-1～7/15-7）（google earth 画像 @2018/4/20）

① 神戸市北区有馬町の土石流災害（N34° 48'13.2"; E135° 14'59.3"）（7/15-1 @写真1）

土石流の発生場所は、写真①-1と図①-1に示す。沢から出てきた土砂は、クリニック施設の裏側に約1m深で堆積した（写真①-2）。幸いには人的被害がなかったが、診療所の裏の壁面が大量の土砂で埋まり、院内も冠水した。

今回の土石流が発生した沢には、昭和36にも大きな土砂災害が発生し、下流に大きな被害をたらした。そのため、沢に二基の砂防ダムが設置されたと伺える。しかし、現地調査時の状況を見ると、砂防ダムの貯砂池はすでに満杯となっており、その上に植生が茂っていたことが推察される（写真①-3と写真①-4）。こういった状態となった砂防ダムは、移動土砂のエネルギーをより多く消耗し、その破壊力を低下させることには一定の効果があると思われるが、移動土砂を完全に止めることができなかった。もし砂防ダムに堆積した土砂がなかったら、今回の土石流で移動した土砂を完全に止めた可能性が高いと推測される。



写真①-1：土石流が発生した沢 (google earth 画像@2018/4/20). 矢印：流下方向



図①-1：土石流発生した場所 (赤線で表示した沢) および周辺の地形図



写真①-2：施設の裏側に堆積した土砂および流木



写真①-3：沢の出口付近で設置された砂防ダムおよび貯砂池における土砂堆積状況



写真①-4：沢の中腹に設置された砂防ダムおよび土砂堆積状況

② 新設された砂防ダム (N34° 48'28.8"; E135° 13'41.4") (7/15-2 @写真1)

写真②-1には、北区有野台地区において建設された砂防ダムを示す。砂防ダムの設置場所付近の状況は、図②-1に示す。沢の上流側において、崩壊や土石流の発生状況を確認していないが、下流側からみた限りは、土石流の痕跡はなかった。また、Google Earth 画像から、沢には三基のダムが設置されていることがわかる (写真②-2)。



写真②-1：北区有野台地区において建設された砂防ダム。今回の豪雨による土砂災害の痕跡が見られなかった。



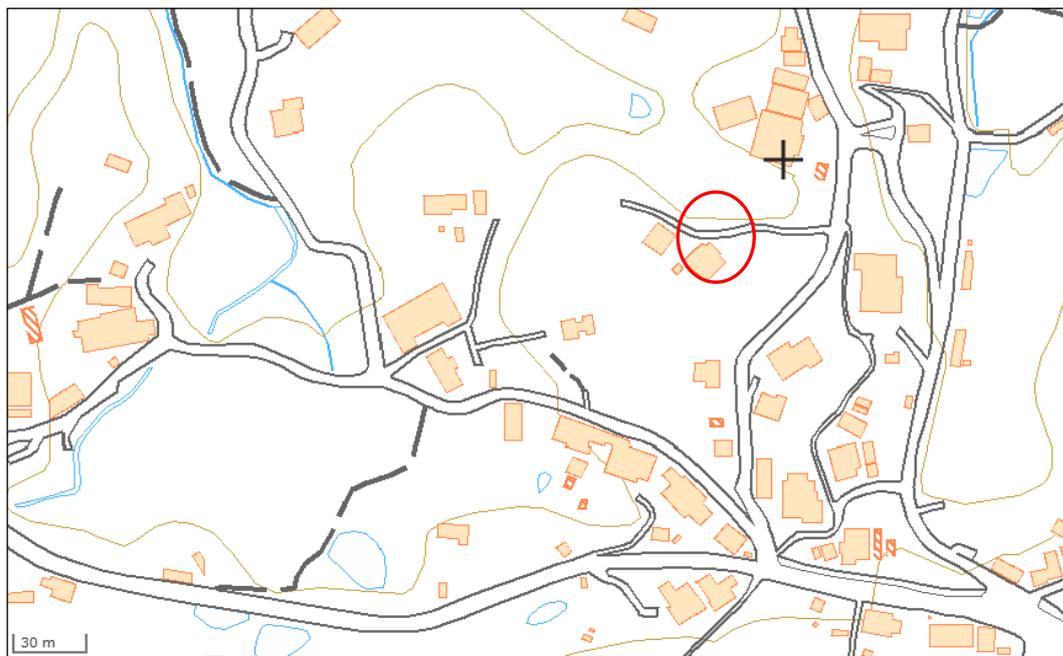
図②-1：建設された砂防ダムの周辺の地形



写真②-2：沢に建設された三基の砂防ダム（Google Earth より）

③ 路肩の崩壊 (N34° 48'36.2"; E135° 12'13.9") (7/15-3 @写真1)

神戸市北区八多町柳谷地区において発生した道路の路肩崩壊である。図③-1には、崩壊の発生場所をしめす。道路の路肩斜面に設置された電柱が崩土とともに移動した写真③-1。原因としては、大雨による地下水の上昇が考えられるが、この場所においては、集中的な排水による路肩での浸食もあったと推測される (写真③-2)。



図③-1：崩壊の場所



写真③-1：崩壊した斜面および倒れた電柱

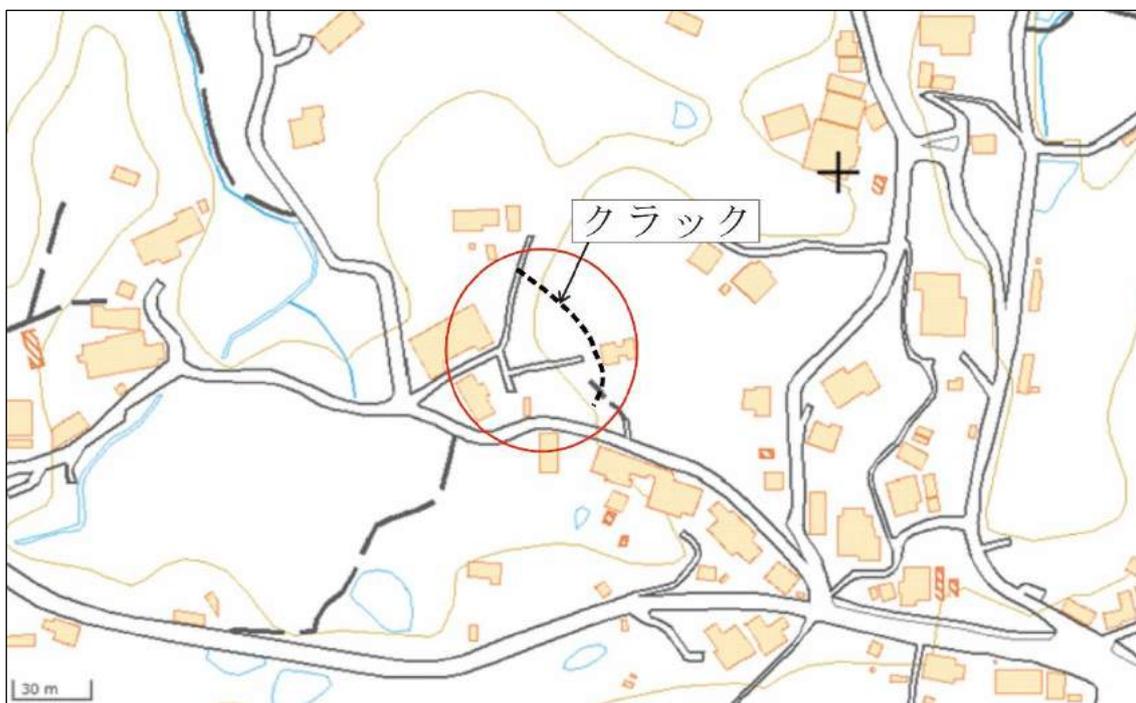


写真③-2：崩壊した斜面および倒れた電柱

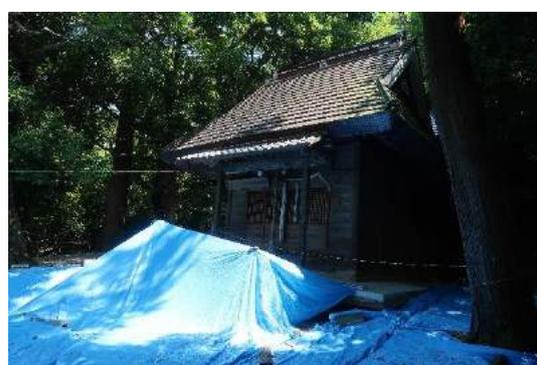
④ 神戸市北区八多町柳谷八王子神社附近における地すべり (N34° 48'34.5"; E135° 12'8.2") (7/15-4 @写真1)

地すべりによって、神社本殿前のグラウンドにおいて多数の開口クラックが形成された(図④-1)。降水浸透を防ぐためには、これらのクラックはブルーシートで覆われている(写真④-1)。クラックは神社の敷地に広く分布している(写真④-2)。また、地すべり変動によって、神社入り口の階段が全体として隆起している(写真④-3)。局所的には、排水溝のコンクリートブロックや敷石が大きく回転し、階段が完全に破壊された(写真④-4)。

地元の方に話を聞いた結果、数年前の豪雨により、この場所において地すべりも発生したことが分かった。また、対策工事も実際されたということです。



図④-1：神戸市北区八多町柳谷八王子神社附近における地すべりの発生場。点線：斜面において発生したクラック



写真④-1：本殿前のグラウンドのクラックを覆うブルーシート



写真④- 2 : 神社の敷地に形成された滑落崖



写真④- 3 : 地すべり変動により隆起した階段



写真④- 4 : 大きく変形・損傷した階段

⑤ 道路の法面における崩壊 (N34° 48' 28.4"; E135° 6' 21.5") (7/15-5 @写真1)

盛土で増設された所において、路肩が崩壊した(写真⑤-1)。論面から集まった大量の水が道路の脇を越流し、路肩において浸食破壊が発生したと推察される。



写真⑤-1：崩壊した路肩

⑥ 田圃の畦における地すべり (N34° 49' 7.5"; E135° 6' 39.7") (7/15-6 @写真1)

淡河町萩原地区の田圃の畦において発生した浅い地すべりである。水田からの越流があったかもしれないが、畦内における水圧の上昇により斜面が不安定化し、地すべりが発生したと考えられる。移動した土砂は大きく二つのブロックとして分けられる。滑落崖の形状より、回転型地すべりが発生したと考えられる。畦の傾斜は約36°である。



写真⑥-1：畦において発生した地すべり

⑦ 田圃の畦における地すべり (N34° 49' 8.9"; E135° 6' 27.3") (7/15-7 @写真1)

写真⑦-1には、淡河町萩原地区の田圃の畦において発生した地すべりを示す。写真⑥-1に示す地すべりより、規模が大きい。また、移動した土砂が、ほぼ攪乱されず、下方の田圃に堆積した。斜面傾斜は約40°になる。



写真⑦-1：田圃の畦において発生した地すべり

注：

調査団員：5人

大阪産業大学：小田和広 教授

戸田建設株式会社：柴田 靖 様

基礎地盤コンサルタンツ株式会社：永川勝久 様

防災科学技術研究所：壇上 徹 研究員

京都大学防災研究所：王 功輝

(文責：京都大学防災研究所・王 功輝)

H30年豪雨災害 神戸市垂水区・須磨区 2018/8/5 現地調査速報

調査者：鳥居，野並，(神戸市立工業高等専門学校)，山口(鴻池組)，片山(日建設計シビル)



図-1 調査経路

地点 1：垂水区塩屋町 2 丁目

<位置図>



<被災状況>

のり面が幅 8m、高さ 20m にわたり崩壊し、私道（階段）に沿って土砂が流出し、山陽電鉄本線の線路にまで達した箇所である。崩壊土砂はフェンスを破壊し、私道を乗り越えて崩壊箇所頭部より約 30m 下の民家にまで到達した。民家は損壊し、現地調査時点においても立入り禁止処置となっている。なお、住人は事前に避難していたため、無事であった。報道によれば、7 月 6 日午後 2 時 20 分ころに崩壊が発生したようで、土砂が山陽電鉄本線の線路を塞ぎ、その影響で山陽電鉄本線は 8 日午後 0 時半まで運行休止となった。また、崩壊箇所の下部ののり面はコンクリート枠工による対策が行われており、土砂で覆われていたため十分な確認はできなかったものの、目立った損壊は見られなかった。

崩壊土の層厚は不明であるが、未崩壊部との地形の比較から平均すると 1.0～1.5m 程度と推測される。表層地質は花崗岩類となっており、崩壊土砂は比較的淘汰の進んだまさ土であった。崩壊箇所はこの土質で覆われていたと考えられる。報道写真によると崩壊土砂は相当に水分を含んだ状態であり、泥水化していたと推測される。現地調査時は応急処置により私道の土砂が撤去され土のうに積み込まれ、崩壊部はブルーシートで養生されていた。民家を覆っていた土砂も撤去されていたが、一部は残置されていた。なお、崩壊箇所頭部に仮設用モノレールが設置されていた。

<想定される被災原因>

崩壊箇所頭部は平場が設けられているが、道路排水工はこの平場に直接排水する構造となっていた。このため、降雨以上の水が崩壊箇所頭部に集まり、浸透による有効応力の低下や表層侵食を招き、崩壊に至ったものと考えられる。堅排水工が設置されていた可能性もあるが、現地踏査時は確認できなかった。仮にあったとしても、十分に機能しなかったものと想定される。また、崩壊土砂は飽和化による強度低下を招きやすく、浸食作用を受けやすい風化花崗岩（まさ土）であり、粒度特性から相当に風化が進んでいたと推測されることも、被害を招いた素因として指摘される。



写真-1.1 崩壊土砂到達箇所状況(山陽電鉄)



写真-1.2 私道の土砂撤去状況



写真-1.3 民家の被災状況



写真-1.4 崩壊箇所下端の状況



写真-1.5 私道のフェンス破損状況



写真-1.6 崩壊箇所下部の対策工の状況



写真-1.7 崩壊箇所頭部の状況



写真-1.8 道路排水工の流末状況



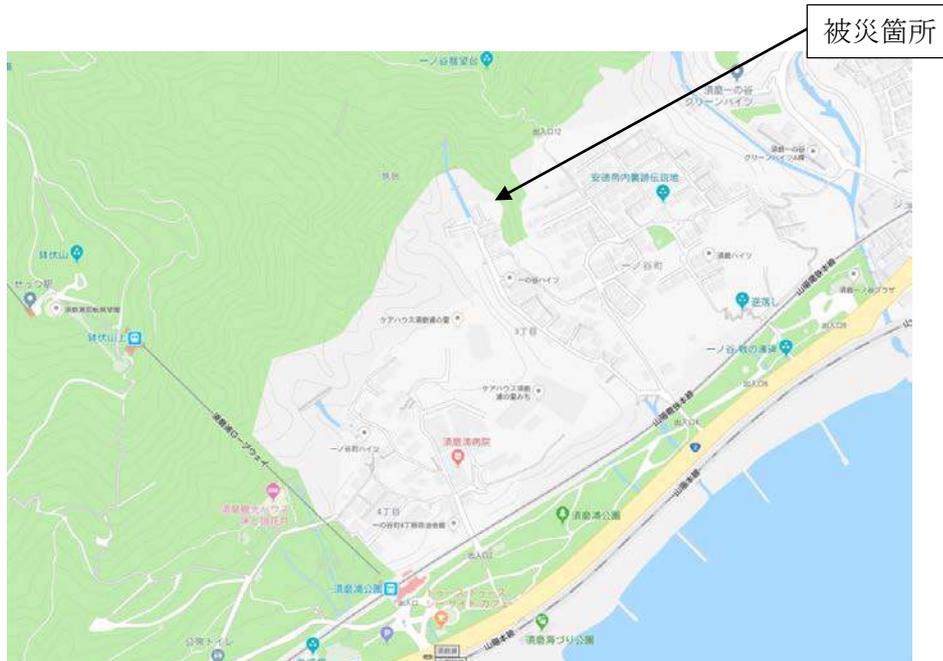
写真-1.9 崩壊箇所頭部の平場(西側より)



写真-1.10 崩壊箇所頭部の平場(東側より)

地点 2：神戸市須磨区一ノ谷町 3 丁目

<位置図>



<被災状況>

急傾斜地対策工が施工されているのり面が幅約 30m、高さ約 30m にわたり崩壊し、待受け式擁壁天端の落石防護柵に倒木および崩落土砂が衝突、堆積し、落石防護柵が損傷した箇所である。倒木および崩落土砂は落石防護柵を越えて擁壁前面に到達していないが、落石防護柵の支柱の一部は座屈を生じている。また、擁壁背面のポケット部分は崩落土砂が堆積するとともに、滞水している状態である。現地において明確な湧水が確認されないこと、擁壁の水抜き孔からの水の流出が確認されないことから、当該土砂に含まれる細粒分が多いため、崩壊発生時の水が浸透せず滞水しているものと推定される。

崩壊が発生した斜面（以後「崩壊斜面」と称す）の南側に隣接する斜面（以後「隣接斜面」と称す）にはアンカー併用現場打ち法枠工が施工されており、当該対策工には変状は確認されなかった。崩壊斜面は、隣接斜面と異なり法枠工等の法面工は施工されていない。この対策工種の相違は、対象斜面の設計条件の相違と考えられるが、崩壊斜面下方直前面には民家はなく、隣接斜面の下方直前面には民家が存在することも関係しているものと推察される。

崩壊箇所北側の近傍には北東－南西方向に分布する北西側隆起の逆断層である須磨断層が存在するが、崩壊箇所において明確な断層露頭は確認できなかった。崩壊面には未固結層が露頭しており、ほぼ水平な堆積面が確認できたことから、崩壊土は大阪層群～段丘層からなる段丘堆積物と推測される。なお、崩壊箇所向かいの民家にお住いの住人の話では、崩壊面は以前は植生で覆われていたとのことであった。

現地踏査時点では損傷を受けた落石防護柵の補修等の復旧対応は未着手と考えられる。

<想定される被災原因>

崩壊斜面頂部背後地の現地踏査を実施した結果、頂部に石積擁壁とコンクリート壁からなる側溝が敷設されていた形跡を確認した。また、当該側溝は滑落崖部において寸断されていた。また崩壊斜面の崩壊深さは 1～1.5m 程度の表層崩壊と考えられ、斜面下方の待受け式擁壁背面のポケットと落石防護柵によ

って崩落土砂が抑止された程度の崩落土量であった。これらの現状より、崩落斜面頂部の既設側溝に当初より損傷や不適切な勾配となっている箇所が存在し、その場所からの漏水、越流等により斜面頂部に雨水が浸透し、斜面表層の土砂の有効応力の低下や表層侵食が進行した結果、当該箇所を起点とする崩壊が発生したものと考えられる。

なお、被災状況の項においても述べた通り、現状においては待受け式擁壁背面のポケットに土砂が堆積していることに加え、背面土砂の排水が機能していない状況が確認されるため、落石防護柵の補修と共に擁壁背面の土砂の除去、裏込部の排水機能の確認、復旧を早急を実施する必要があるものと考えられる。



写真-2.1 崩壊斜面全体の遠景



写真-2.2 崩壊斜面(左側)の状況



写真-2.3 崩壊斜面(右側)の状況



写真-2.4 落石防護柵の損傷状況



写真-2.5 待受け式擁壁背面の状況



写真-2.6 崩壊斜面滑落崖の状況



写真-2.7 崩壊斜面頂部の既設側溝

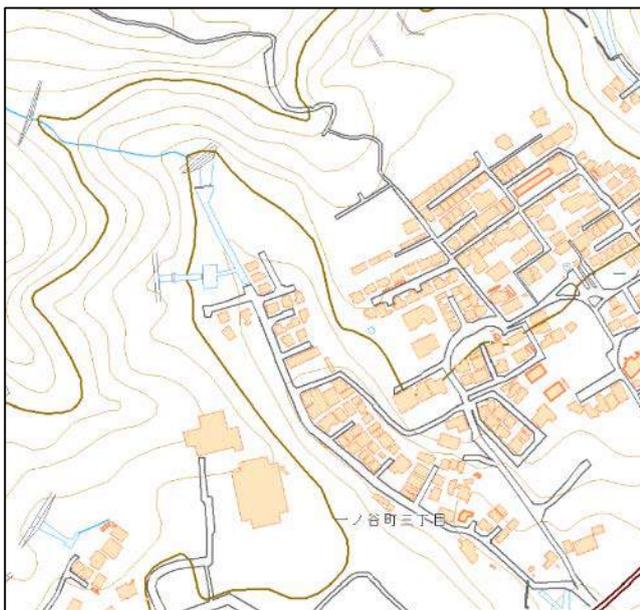
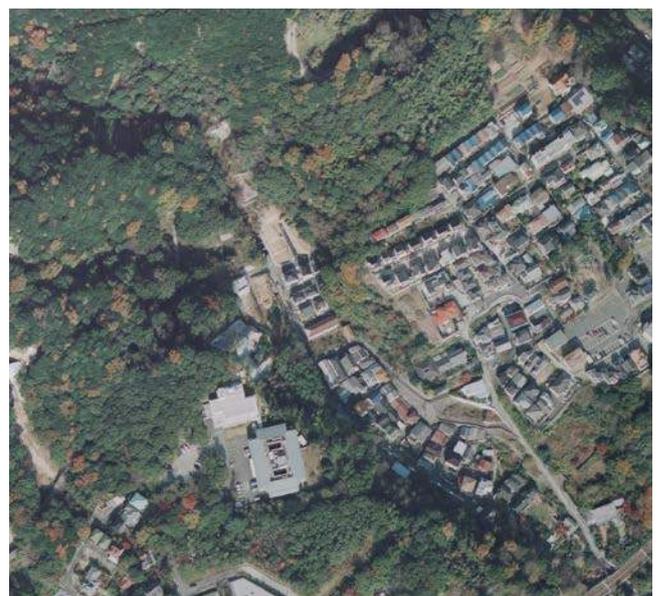


図-2.1 調査対象地周辺の国土地理院地図と同空中写真





【崩壊発生機構の推定】

- ①谷側が石積，山側がコンクリート壁の既設側溝が設置されていた
- ②今回の豪雨により当該部分において漏水，越流等の排水不良が発生（従前より継続的に発生していた可能性も否定できない）
- ③上記②箇所を滑落崖とする斜面崩壊が発生し，当該石積み，コンクリート側溝壁と共に斜面下方に崩落

図-2.2 崩落原因の推定内容概説

平成 30 年 7 月豪雨に関する神戸地区災害調査 報告書

1. 調査概要

1.1 調査日：平成 30 年 8 月 5 日（日）

1.2 調査者：片岡沙都紀（神戸大学），北岡貴文（京都大学），
赤嶺辰之介（サンコーコンサルタント），岩佐直人（日鐵住金建材）

1.3 調査箇所：神戸市長田区（宮丘町，西山町，上池田）および須磨区（妙法寺字アチ口，高尾台，天井川）における各崩壊箇所（図-1 参照，図-2 に当該地における地質状況を示す。）



図-1 調査箇所（図中に示す 6 か所で実施）

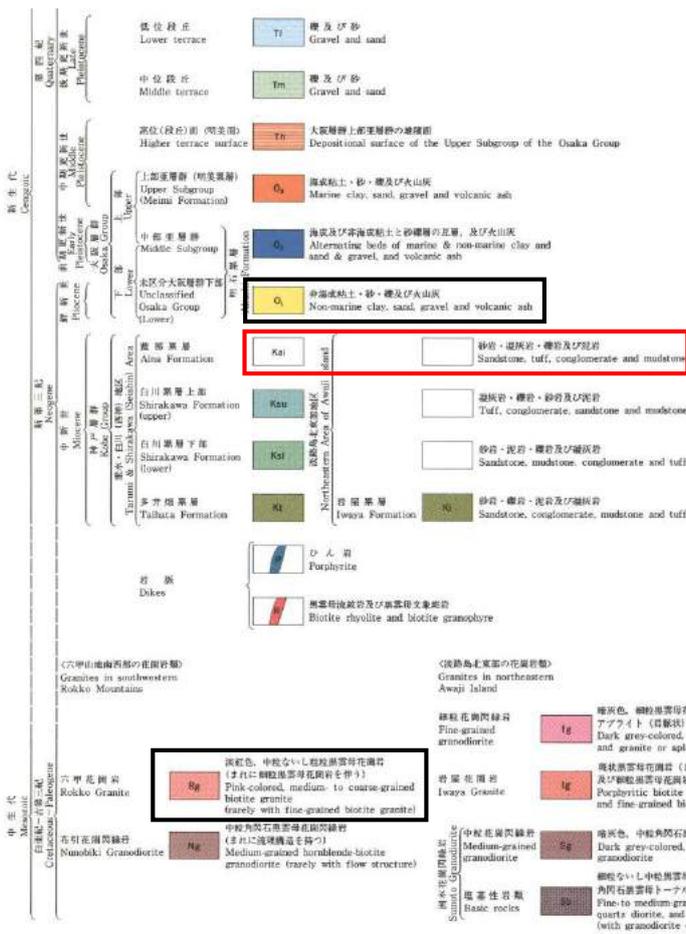
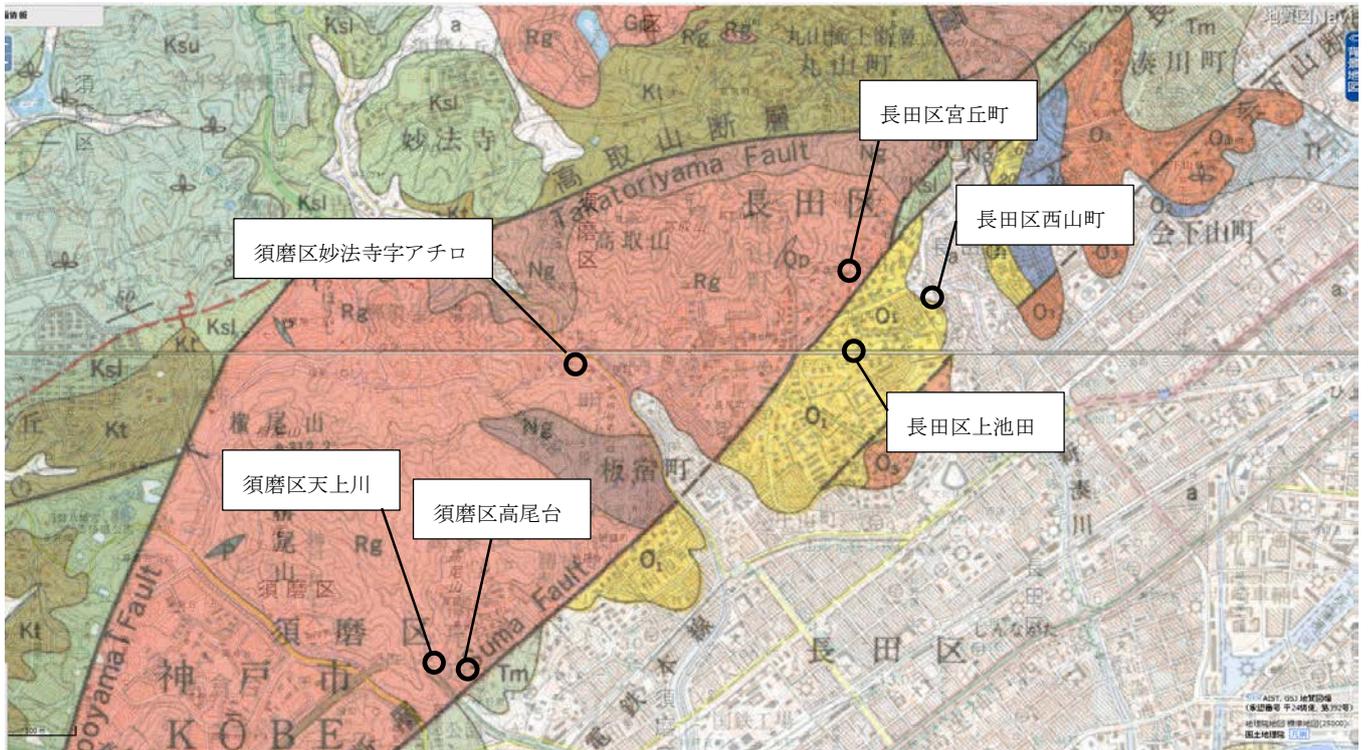


図-2 地質図分布 (長田区西山町は「神戸層群 (藍那累層) と大阪層群 (明石累層) との境」, 上池田は「大阪層群 (明石累層)」, その他の地域は「六甲花崗岩」に属していることが確認できる)

2. 各地域における調査結果および被災原因に関して

①長田区宮丘町

1922年ごろの古地図によると、当該地はもともと沢地形を有している箇所である。1960年代より住宅が進んだ地域であり、現在に至っている（図-3参照）。

図-4に被災状況を示す。当該箇所は、平均勾配20~25°の南向き斜面で斜面上部は駐車場（盛土）となっている。駐車場下方斜面は所々に小規模な緩斜面を伴い、やや起伏に富んでいる（等高線不整）。斜面表層には礫質土~粘性土質の崖錐堆積物が分布している。地元住民によると当該斜面はかつて竹林で、その後イチジク畑として利用されていたとされ、表層部は比較的含水量の多い地盤であると推定される。なお、当該箇所は土砂災害危険区域には未指定の箇所である。

駐車場南西部の2本の桜付近が陥没（最大約40cm）しており、擁壁がはらみ出していることから、駐車場内の雨水が表面流となって擁壁天端から流出し、基礎部を侵食した可能性が高い。なお、地元住民の話によると、当該駐車場は数年前にも同様の沈下が発生し、ブルーシート手前側（駐車場被災箇所の写真参照）のみ鉄筋を入れる等の補修をしたとのことであった。擁壁下の斜面内には高さ約1m程度の崩落崖が3か所確認できている。亀裂に対し横断する根系に強い引張力が作用している箇所もある。当該箇所に関しては、今後も詳細な調査が必要である。



図-3 古地図での当該地形の把握

1) 駐車場被災箇所の全景



2) 擁壁の状況



排水パイプ内には土砂が詰まっている。なお、排水口からの水の流跡を確認した。

擁壁下部の基礎部分が空洞化しており、周辺には地盤の侵食跡を確認した。これより、降雨時に地下水の流出があったことが推定される。

擁壁下部の基礎付近に見られた粘土。高含水比状態である。

3) 斜面内での崩壊状況



擁壁直下の斜面に見られる段差クラック。擁壁部のクラックと連続している可能性が高い。

斜面下方に見られる段差クラック。斜面と平行して連続的に分布。一部、根が緊張している箇所も確認（○の箇所）。



斜面下部（遷緩線付近）における圧縮変位を示唆する土砂の押し出し（隆起し、植生が前面に転倒）を確認。



斜面の段差クラック近傍に、倒木の後を確認。

図-4 当該箇所の被災状況

②長田区西山町

被災箇所は、神戸学院大学の石積み擁壁であり、土砂災害警戒区域に指定されている。図-5 に被災前後の状況を示す（被災前の航空写真は Google Earth より抜粋）。地盤は風化花崗岩である。

崩壊箇所は、擁壁上部の道路が曲がっている箇所の直下であったため、学校敷地内のスロープを流下する表流水やスロープ沿いの側溝から溢水した水（側溝通水量を上回る降雨流出量、側溝の屈曲、目詰まり等の可能性）が擁壁背後から流入したことにより崩壊が生じた可能性が高い。排水パイプが少ないことも崩壊の要因となった可能性が考えられる。

崩壊前の様子（○で囲んだ箇所が崩壊箇所）



※「Google Earth」より抜粋



斜面を泥土が
流れた後を確認
（○の箇所）

図-5 当該箇所の被災状況

③長田区上池田

被災箇所は都市内であり、丘陵部の自然斜面の崩壊である。現地踏査の段階ではやや谷地形となっていることを確認しており、1892～1910年ごろの古地図を見ると地名の通り、当該箇所はもともと池が点在していた地域であること、今回被災した箇所（図-6中、○で示す箇所）も池縁である可能性が高いことが確認できた。斜面内の地質は大阪層群の砂質土～礫質土である。

図-7に被災状況を示すが、擁壁には水抜き孔があるものの、側溝等の排水設備が存在しないようである。したがって、豪雨時に水抜き孔から流出した排水が斜面内に流入した可能性が考えられる。また、斜面下の新築民家の2階屋根が破損していることから、崩壊時になんらかの物体が当たったものと思われる。斜面崩壊に伴いフェンスが撤去されているが、どの程度効果があったか検証が望まれる。



図-6 古地図での当該地形の把握



崩壊斜面の全景。

擁壁の状況。擁壁自体には水抜き孔があるが、土砂で完全に埋まっていること（写真中○の箇所）、道路沿いに側溝等の排水設備がないことなどから、降雨時には路面に排水が流出する状況となっていることが伺える。

図-7 当該箇所の被災状況

④須磨区妙法寺字アチロ

被災箇所は谷地形であり、後背斜面がある程度の集水範囲を有することが伺える（図-8 参照）。谷沿いには表流水はなく、排水施設も認められない。被災箇所は集水範囲の末端に位置しており、地形上、地下水が集水しやすい条件にあったものと考えられる。

図-9 に被災状況を示す。住宅のブロック擁壁が崩壊しており、ブロック擁壁自体は一体化した状態でくの字状に崩壊していた。上記に示す集水地形を考慮すると、大量の降雨が地面に浸透せず表面を流下して、崩壊した民家の庭から地盤内に浸透した可能性が考えられる。なお、住民の話によると、普段は道路両側の排水路から水が流れるが、当日は山から下部方向に向かって右側（沢部側・ブロック擁壁崩壊側）の水が大量に流下していたとのことであった。なお、付近は昭和 30 年代に築造された文化住宅が沢部出口に築造された地域である。

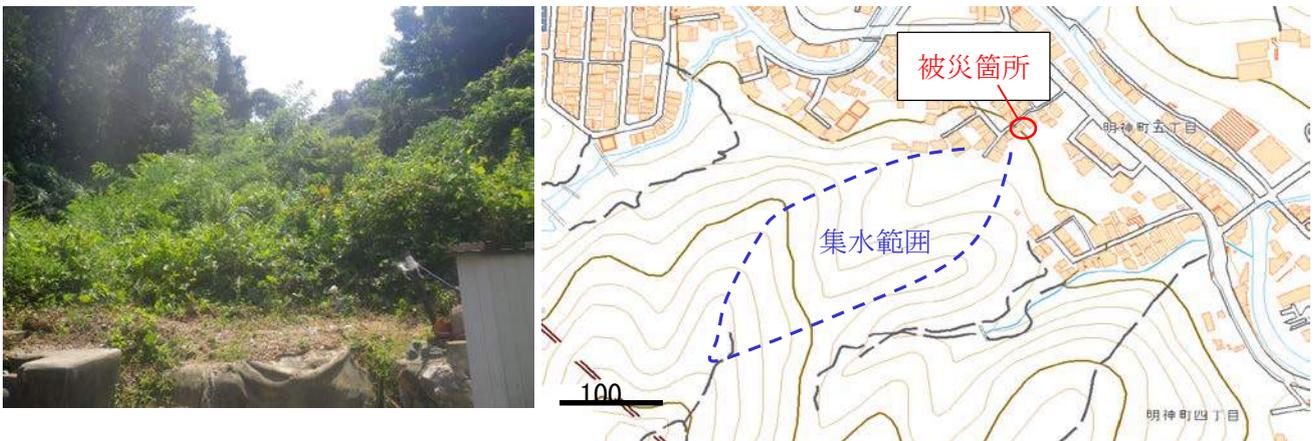


図-8 崩壊地背後の斜面（左）と当該地形図（右）



被災したブロック擁壁。崩壊下部の民家を直撃し、家壁が崩壊。

山間部からの水は通常、左右の側溝から下流部に流れるが、豪雨時は右側の側溝からしか水が流れていなかったとのこと。

被災箇所側に設置されている側溝を流下する水が、被災箇所近傍において家屋側に流入していることを確認（破線）。

図-9 当該箇所の被災状況

⑤須磨区高尾台

図-10 に被災状況を示す。崩壊幅は約 30m、崩壊深度は約 1m 程度であり、石張り工がされた箇所が崩壊していたが、崩壊土砂は落石防護柵により捕捉されており、下部民家には被害はなかった。崩壊斜面上部は、高さ 1~3m の滑落崖が多数あり、非常に不安定な斜面である。

当該地における崩壊前の状況を Google Earth で確認すると (図-11 参照)、石張り工自体は斜面中腹まで存在していたことが伺える。したがって、当該斜面の崩壊は、降雨が地盤に浸透せず石張り表面を流下した水が、亀裂や隙間から地盤内に浸透し、間隙水圧が上昇したことが一因となっている可能性が考えられる。



崩壊地の全景。

法面上部の状況。排水路の破損や土砂や落ち葉による閉塞などがみられ、降雨時に排水機能を果たしていないことが想定される。崩壊面は風化花崗岩が露出。



法面上部の自然斜面の状況。写真左では、滑落崖が連続して分布しており、植生状況から古い時期の崩壊があったことが伺える。写真右は、写真左よりもさらに上部に確認できた滑落崖であり、H=3~4m と比較的規模が大きいことが伺える。

図-10 当該箇所の被災状況



図-11 崩壊前の斜面の様子 (Google Earth より抜粋、石張り工が中腹までなされている)

⑥須磨区天井川公園

当該箇所はホタルの里として、市民の憩いの場となっている場所である。図-12にあるように、天井川右岸の崩壊がみられ、対岸まで土砂が流入している様子が伺える。

図-13 に崩壊部の様子を示す。風化花崗岩からなる斜面が崩壊し、崩壊土砂が流出している。なお、露頭上部には V 字状の侵食跡が見られ、これよりも上方から土砂水が流下し、河川に流れ込んだと推定される。



図-12 土砂流出の状況



図-13 崩壊・土砂流出箇所の状況

3. 当該調査結果からみる行政への提言

以下に、今回の調査で得られた結果からみられる今後の対策についての提言を示す。

- ・擁壁崩壊箇所では、その多くが設置されている排水施設が今回発生した降水量が想定されておらず、排水処理が十分に機能されなかったことが一因となって崩壊に至ったものが多く存在していた。したがって、周辺状況を十分考慮した上で、必要な排水施設を施すことが重要であると思われる。
- ・長田区上池田地域のように、急傾斜地等には該当せず、警戒区域外となっている箇所でも被災している地域が特に都市部に多く存在している。したがって、都市部の高低差が大きい箇所の宅地擁壁構造物（特に排水工状況）や残存自然斜面箇所について今一度調査を行って上で、危険箇所の早期予防対策が必要であると思われる。
- ・須磨区妙法寺地域でのブロック塀の崩壊は、その背面にある集水地形からの水の排水が十分になされていなかったことが一因となっていたことから、旧地形とその土地利用の変遷を十分に考慮した上で、対策を行うことが必要であると思われる。

上記結果から、地盤工学的な観点として局所的高強度降雨を考慮した構造物挙動の性能評価の必要性や地盤の流動化を考慮した斜面崩壊時影響範囲推定の必要性について提言するものである。一方で、今回の調査結果だけで崩壊原因を断言するには不十分な箇所もあり、今後もより詳細な調査が必要である。

平成 30 年 7 月豪雨に関する猪名川町災害調査 報告書

1. 調査概要

1.1 調査目的

平成 30 年 7 月豪雨によって、猪名川町で発生した被害状況を把握するために実施した。

1.2 調査日：平成 30 年 8 月 5 日（日）

1.3 調査者：

芥川真一（神戸大学）

佐藤毅（株式会社アサノ大成基礎エンジニアリング）

高橋厚志（㈱環境総合テクノス）

鏡原聖史（ダイヤコンサルタント）

1.4 調査箇所：兵庫県猪名川町における各崩壊箇所（図 1 参照）



図 1 調査箇所（図中に示す箇所を実施）

2. 各場所における調査結果および被災原因に関して

2.1 地点番号 177 (肝川地区)

地形、地質状況を図 2、図 3 に示し、崩壊発生箇所を示した。崩壊箇所は肝川の左岸で人家への進入路斜面である。また地質は、Mm：付加体で箕面コンプレックス、頁岩、層状頁岩を伴うとなっている。



図 2 地形図 (地質ナビより)

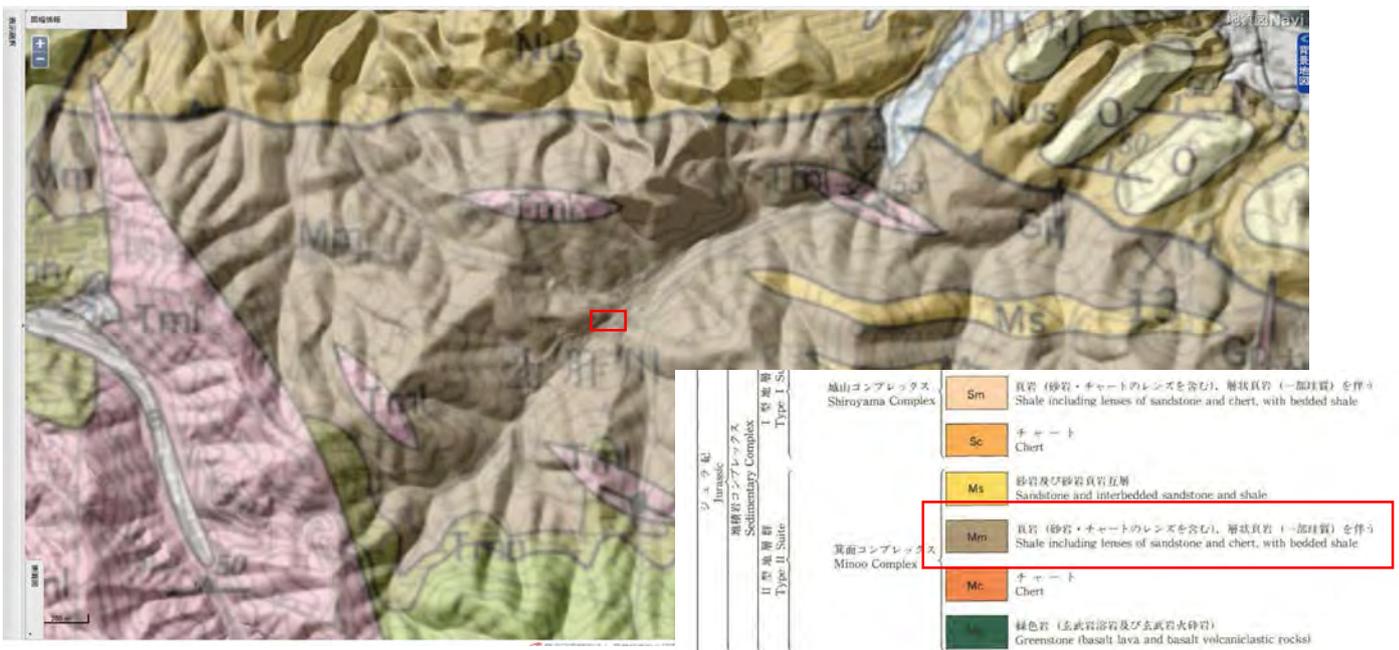


図 3 地質図 (地質ナビより)



図 4 調査箇所全景

当該箇所では、図 4 に示すように切土のり面で 3 箇所崩壊が発生している。ただ、工事用の測点や丁張が行われていることから、今回の豪雨による崩壊ではないと推察される。

2.2 地点番号 178 (肝川地区)

地形、地質状況を図 5、図 6 に示し、崩壊発生箇所を示した。崩壊箇所は肝川の左岸で人家背後の斜面である。平坦地があることから、人工改変地である可能性がある。地質は、Ym：山下層、層状頁岩となっている。また、当該箇所は、土砂災害警戒区域に指定されていない(図 7)。



図 5 地形図 (地質ナビより)

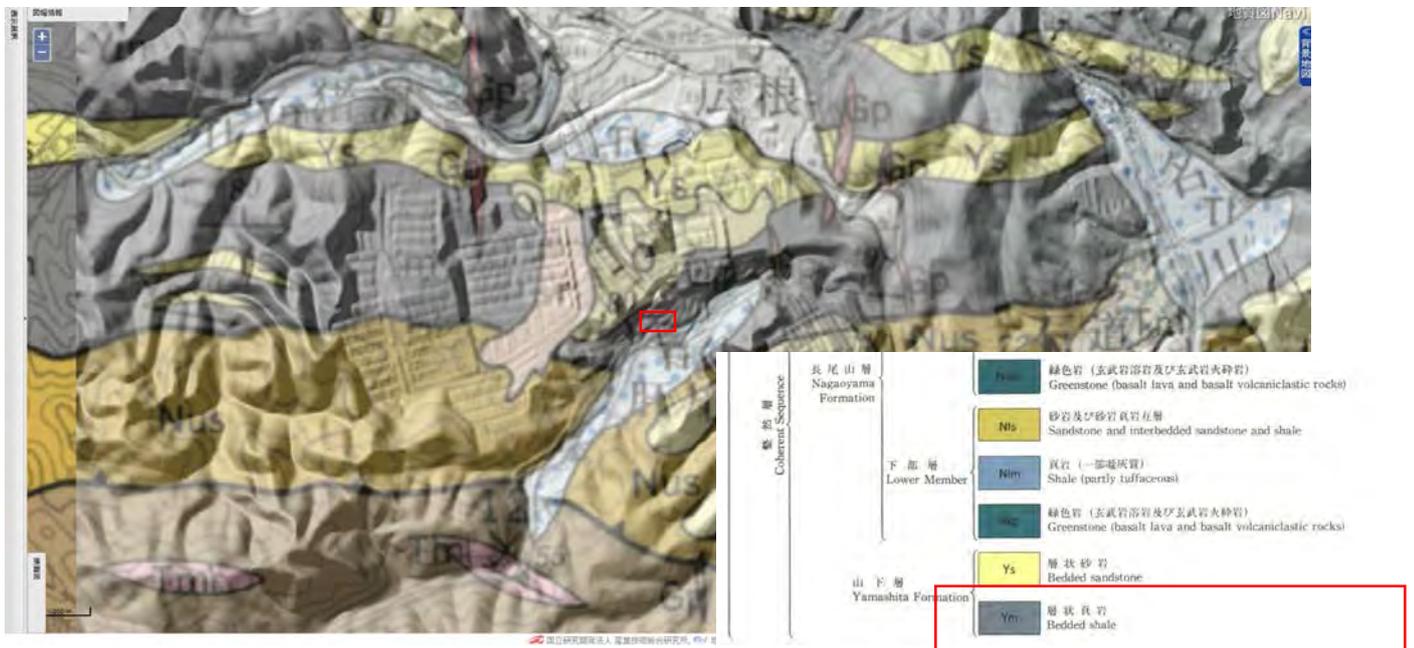


図 6 地質図 (地質ナビより)



図 9 崩壊箇所を平坦地から望む

当該箇所では、図 8、図 9 に示すように人家裏の斜面が石積みごと崩壊している。石積みの石が人家に到達している。すでに重機によって崩壊直後の状況から改変が行われているため、正確なことは不明であるが、人家側に石積みの石やコンクリート片が多く認められる。一方、土砂はそれほど多くない。このことから、石積みが不安定化し崩落したものと推察される。

2.3 地点番号 179 (西畦野地区)

地形、地質状況を図 10、図 11 に示し、崩壊発生箇所を示した。崩壊箇所は道路の切土斜面である。切土面の上部に緩斜面があり、更に奥の溜池に続く道がある。地質は、Nus: 長尾山層、砂岩および砂岩頁岩互層となっている。

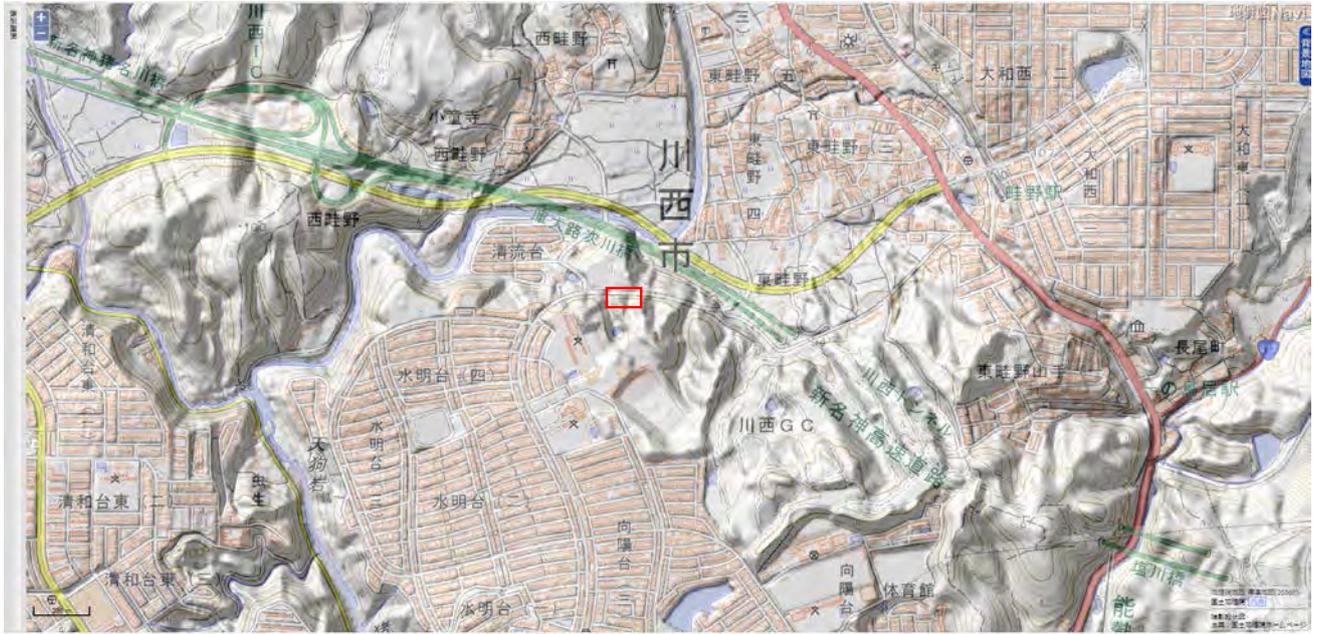


図 10 地形図 (地質ナビより)

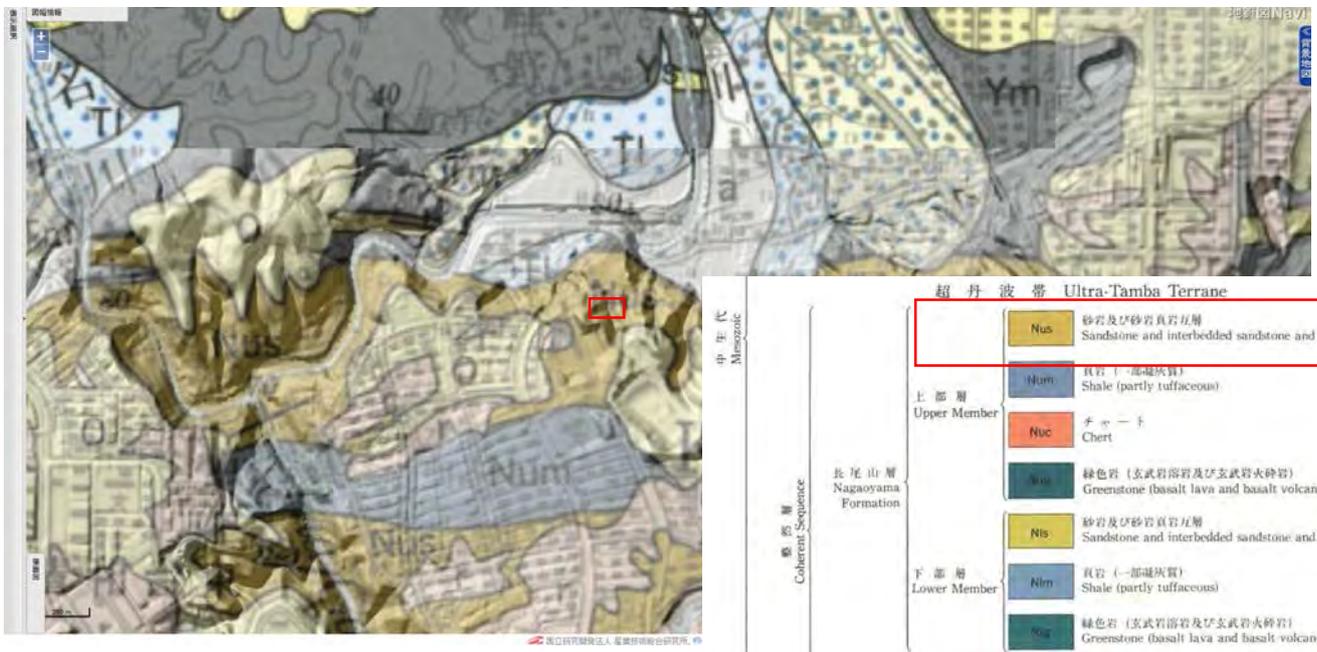


図 11 地質図 (地質ナビより)



図 12 調査箇所（崩壊前）googlemap より



図 13 調査箇所（崩壊後）



図 14 背後の道と崩壊土の中で確認されたマスと暗渠排水管

当該箇所では、図 12 に示すように崩壊前の写真から切土と切土の間に残されたのり面の処理を大型土のうで 10 段積まれた箇所が、図 13 に示すように今回の豪雨によって崩壊している。背後の道路（図 14）から表面流が流れた形跡が認められる。また、排水管が損傷している（図 14）。

当該箇所は、工事途中の盛土箇所である今回の豪雨による背後からの表面流の流入や雨水の浸透によって、大型土のうでは耐えられない水圧が作用して崩壊したものと推察される。なお、破損したマスと暗渠排水管が、この崩壊にどのように寄与したかは不明である。

2.4 地点番号 180 (新光風台地区)

地形、地質状況を図 15、図 16 に示し、崩壊発生箇所を示した。崩壊箇所は道路の切土斜面である。切土面の上部に緩斜面があり、更に奥の溜池に続く道がある。地質は、N1m：長尾山層下部層、頁岩（一部凝灰質）になっている。

また、当該箇所は、図 17 に示すように谷地形を埋立て盛土した箇所である。



図 15 地形図 (地質ナビより)

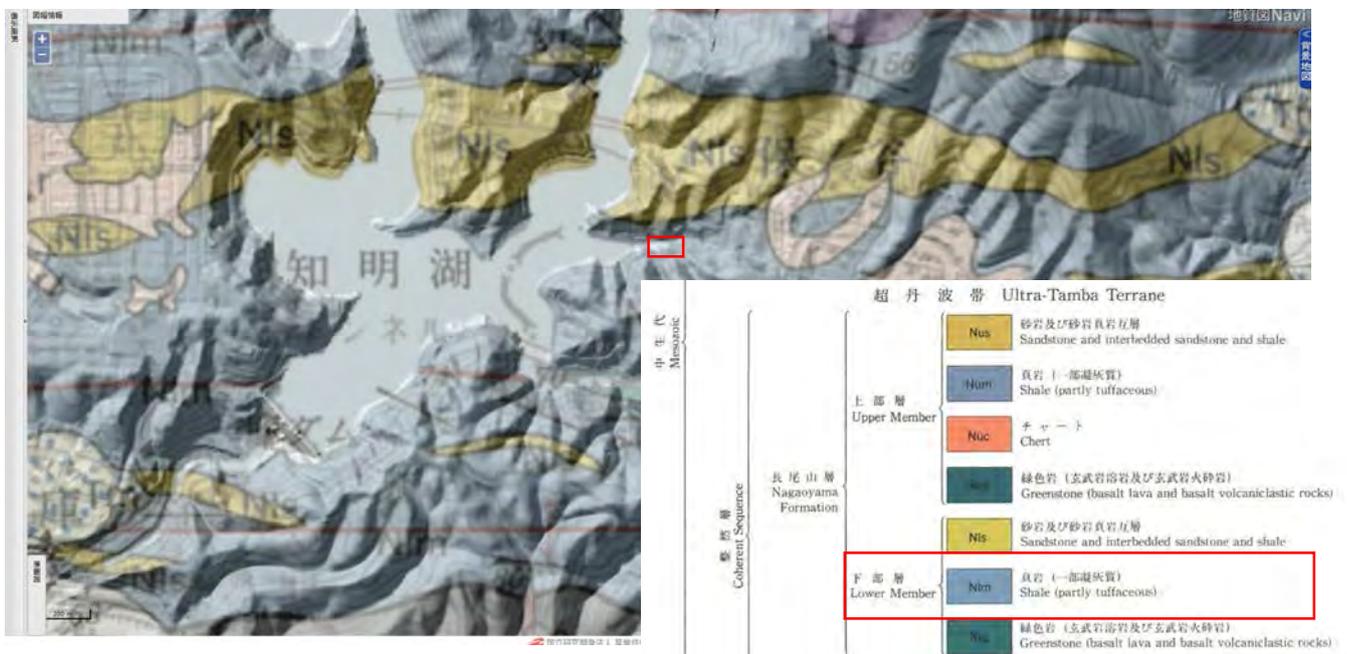


図 16 地質図 (地質ナビより)



図 17 古地図との比較 (古今マップ on the web より)



図 18 補強土壁の損傷状況



拡大



図 19 調査地遠景と横断排水路の状況

当該箇所は、図 18 に示すように谷を盛土した箇所で、橋台擦付部に設置された補強土壁の背面土砂が流出し、道路下部が空洞化していた。補強土の背面（道路沿い）に流出先の不明なコルゲートパイプが確認でき、コルゲートパイプ（図 18②側）下流の土砂が多く流出し、補強材が緩んでいる状況が確認できる。一方、反対側（図 18①側）は背面土砂の流出が少なく、補強材にテンションがかかっている状況が確認できる。このことから、コルゲートパイプから水や背後地のから浸透した水によって補強土壁背面の土砂が流出し、道路盤に変状をきたしたものと推察される。

なお、図 19 に示すように、谷部にはコンクリートの擁壁構造が確認でき、排水路が設置されている。ただし、遠方であるためコンクリート擁壁の変状や排水機能が保たれているかなどは不明である。

2.5 地点番号 181 (知明湖)

地形、地質状況を図 20、図 21 に示し、崩壊発生箇所を示した。崩壊箇所は知明湖の左岸の斜面で下部は道路、上部はゴルフ場となっていることから、一部人工改変された箇所であると推察する。地質は、複雑で D：細粒単斜輝石含有角閃石トータル岩及び石英閃緑岩、Nus：長尾山層、上部層、砂岩及び砂岩頁岩互層、Nlm：長尾山層、下部層、頁岩（一部凝灰質）となっている。



図 20 地形図 (地質ナビより)

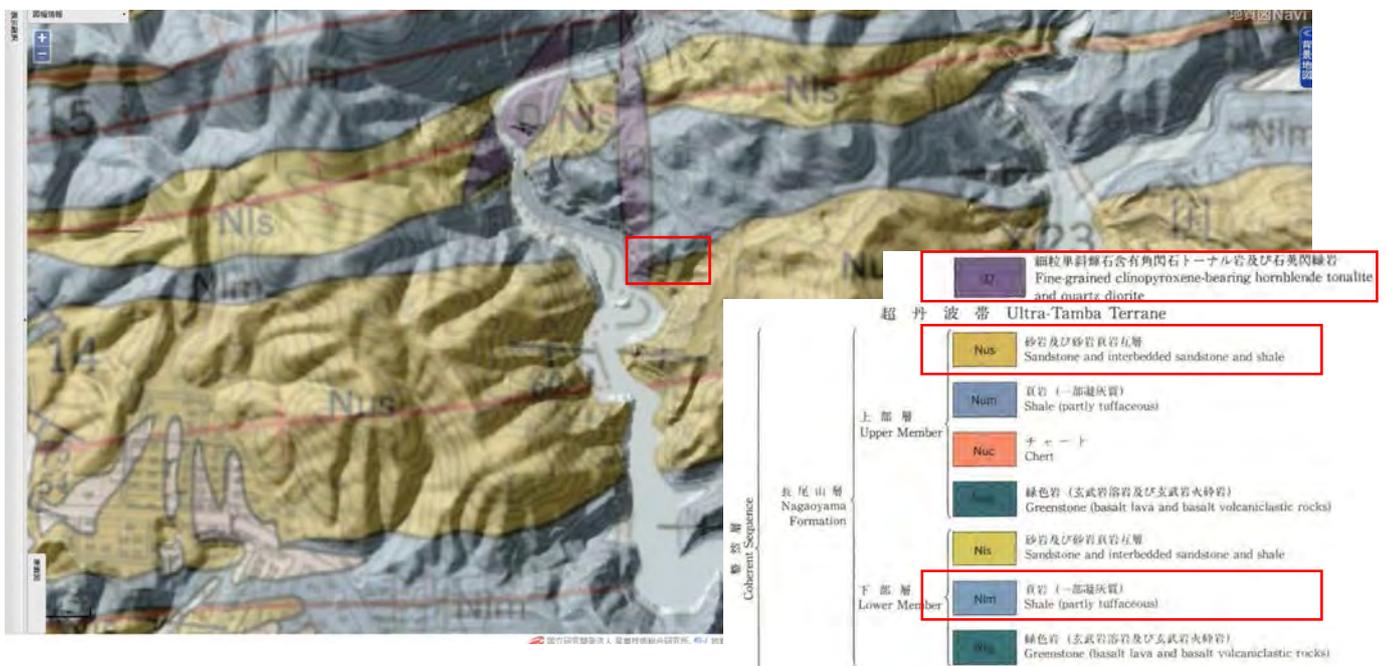


図 21 地質図 (地質ナビより)



図 22 調査箇所全景

当該箇所では、図 22 に示すようにゴルフ場直下の斜面が崩壊している。拡大写真に示すように崩壊箇所に暗渠管やマンホールが確認できることから、谷を盛土した箇所が崩壊したものと推察できる。暗渠工の流末構造が明らかでないことから、この崩壊に排水路がどのように影響したか不明である。

2.6 地点番号 182, 183 (柏原地区)

地形, 地質状況を図 23, 図 24 に示し, 崩壊発生箇所を示した. 崩壊箇所 (182) は道路沿いの切盛のり面, 崩壊箇所 (183) は人工改変地 (切土のり面) である. 地質は, 崩壊箇所 (182) が t: 崖錐堆積物, 礫, 砂および泥, 崩壊箇所 (183) が Sat: 佐曾利凝灰角礫岩, 黒雲母流紋岩溶結火山礫凝灰岩及び凝灰角礫岩 (部分的に角閃石を含む) となっている. 当該箇所は, 柏原の棚田として有名である. この地形は, 図 25 に示すように地すべりによって形成されていると考えられる.

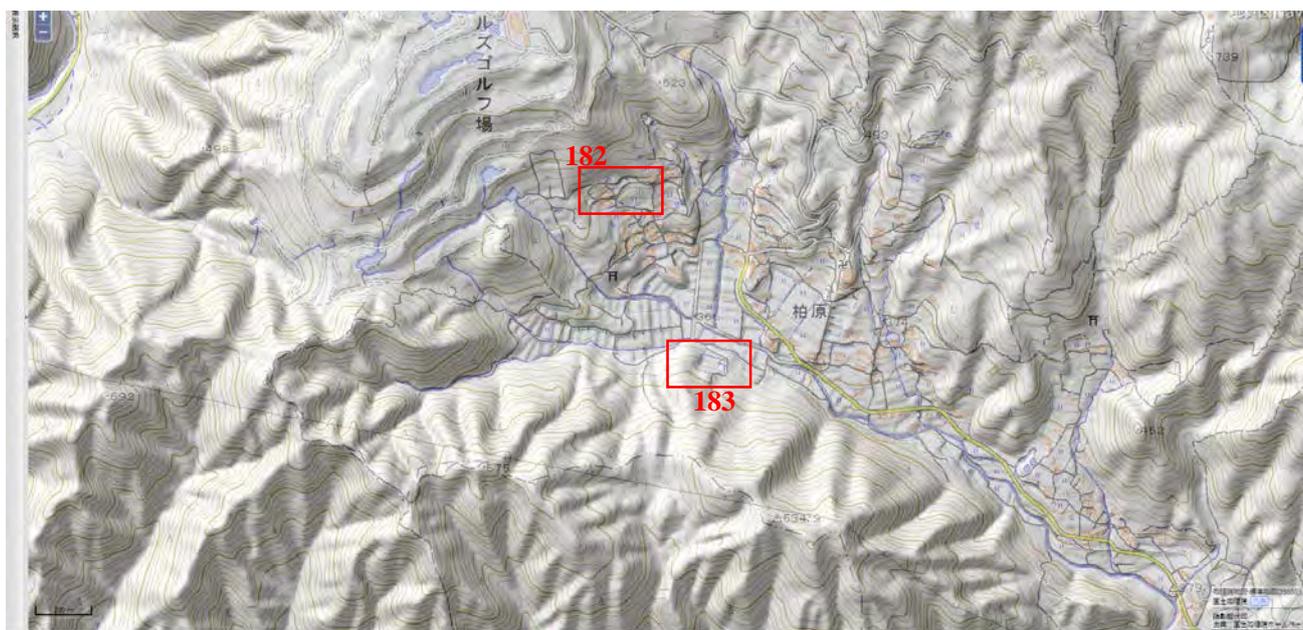


図 23 地形図 (地質ナビより)



図 24 地質図 (地質ナビより)

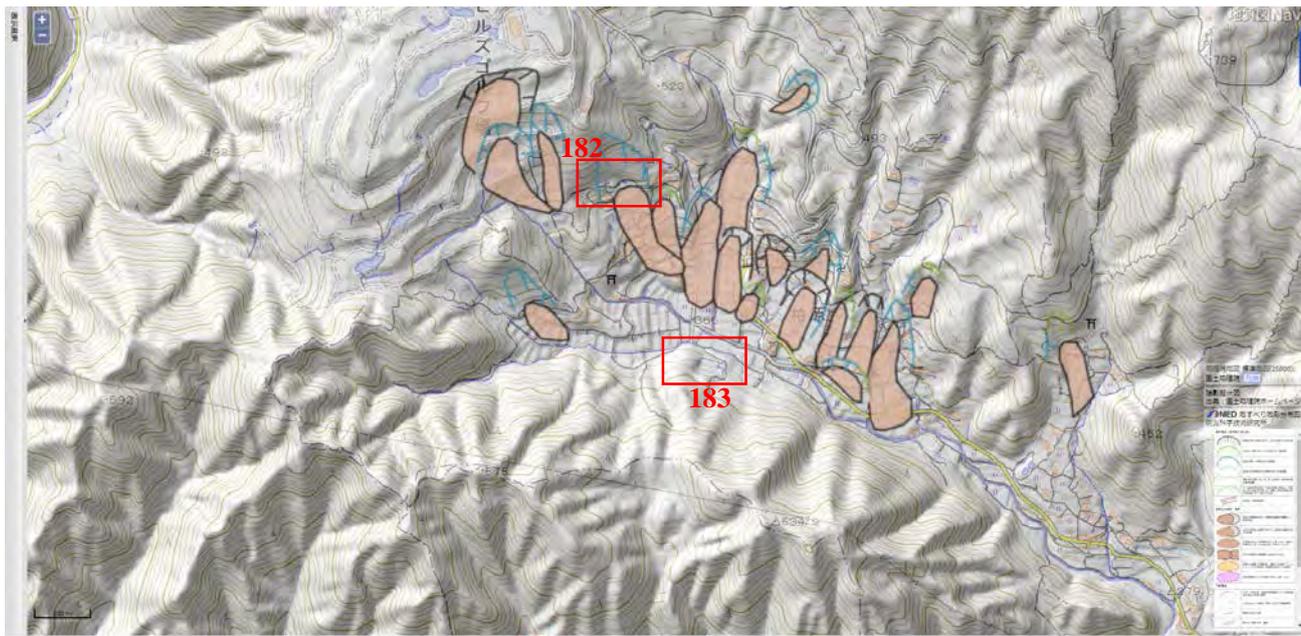


図 25 地すべり地形分布（地質ナビより）



図 26 調査箇所の全景（崩壊地 182）

崩壊箇所（182）は、図 26 に示すようにブロック積み施工箇所である。周辺の住民に確認したところ、今回の豪雨で崩落したものではなく、平成 29 年 10 月 22 日から 23 日に来襲した台風 21 号による崩壊であるとのことであった。なお、今回の降雨で変状などは確認できなかった。



図 27 調査箇所の全景（崩壊地 183）と滑落崖の状況

崩壊箇所（183）は、図 27 に示すように人工改変したのり面で地すべり的な土塊の移動が認められる。ただ、のり面右側に草が繁茂した押え盛土と思われる盛土があることから、変状は以前発生したものと推察される。ただし、滑落崖の状況を見ると、新しい土砂が崩落していることから、今回の降雨によって、変状が進行したものと考えられる。

周辺では、小規模（幅）であるが盛土斜面で崩壊が発生していた（図 28 参照）。地元の方の話では、人家近くで規模は小さいが崩壊が多数あったとのことである。



図 28 183 地点周辺での崩壊状況

2.7 地点番号 184, 185, 186 (仁頂寺地区)

地形、地質状況を図 29、図 30 に示し、崩壊発生箇所を示した。崩壊箇所は寺、人家裏の斜面の崩壊である。地質は、Sat: 佐曾利凝灰角礫岩、黒雲母流紋岩溶結火山礫凝灰岩及び凝灰角礫岩 (部分的に角閃石を含む) となっている。当該箇所は、図 31 に示すようにお寺の裏以外は警戒区域に設定されている。

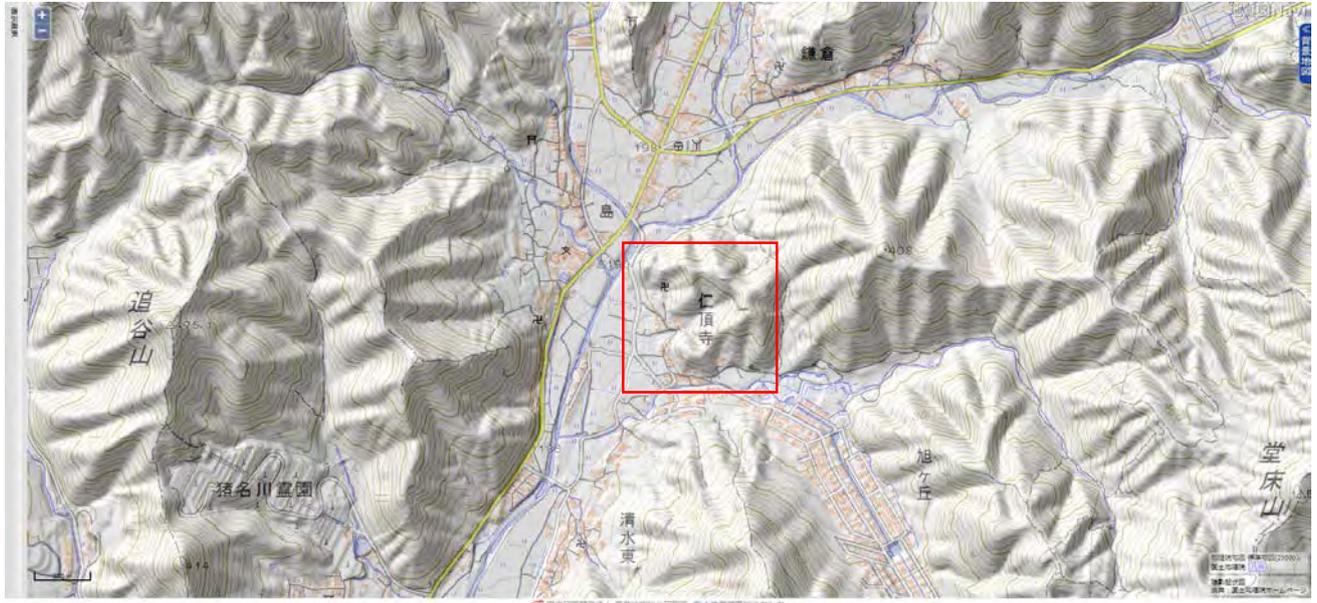


図 29 地形図 (地質ナビより)



図 30 地質図 (地質ナビより)

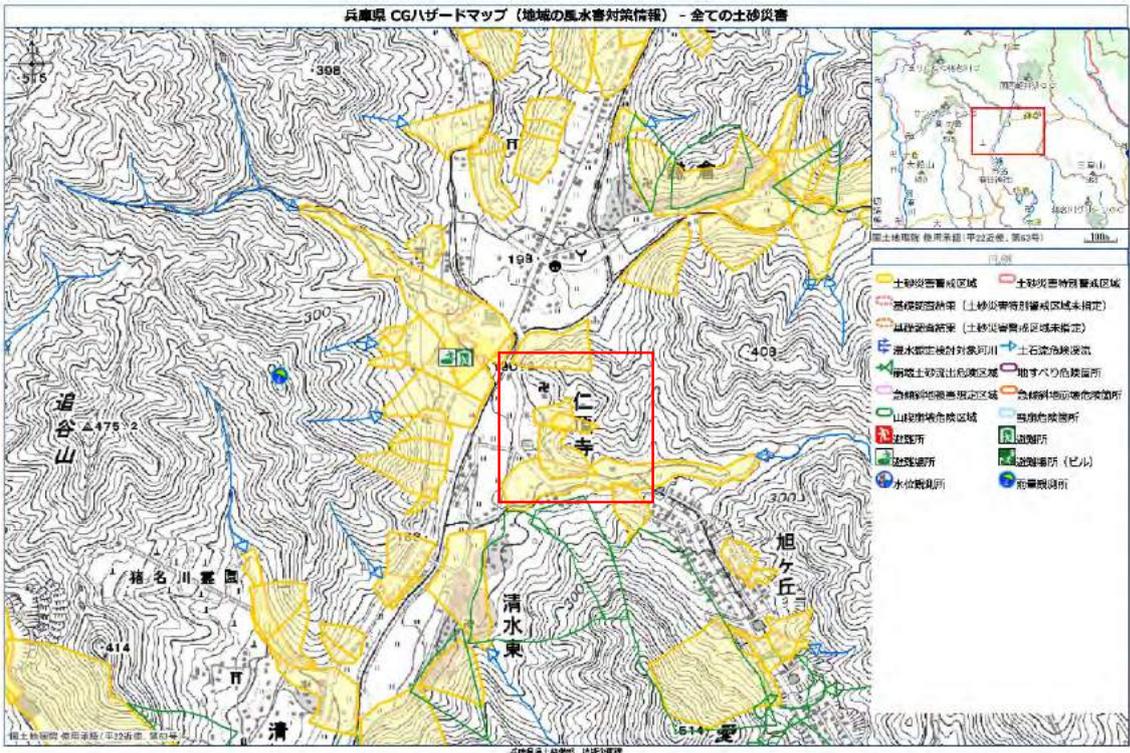


図 31 土砂災害警戒区域 (兵庫県 CG ハザードマップより)



図 32 調査箇所の全景 (184)



図 33 調査箇所の全景 (崩壊地 185)

図 32 に示すように当該箇所では小規模（幅 3m 程度）ではあるが人家裏および周辺に表層崩壊が複数確認できる。

崩壊箇所（185）は、図 33 に示すようにお寺の背後斜面で、草地となっているが人工的な遷急線があることから、宅地を広げるために切土した箇所で、のり面が崩壊している。尾根形状の地形を呈しており、湧水も認められないことから、地形的に雨水を集水、地下水位が上昇して不安定化したとは考えにくいため、降雨による風化した急傾斜な地盤の自重が増加、さらに地盤の強度が低下したことによって崩落したと考えられる。



図 34 調査箇所の全景（崩壊地 186）

崩壊箇所（186）は、図 34 に示すように凸斜面の崩壊である。崩壊高さ 15m 程度あり、人家にも近いが、崩壊土砂量が少なかったことが幸いして人家は倒壊していないものと考えられる。

2.7 地点番号 187-191 (三草山地区)

地形、地質状況を図 35、図 36 に示し、崩壊発生箇所を示した。当該箇所は自然斜面の崩壊である。地質は、上部が Dm：三草山複合花崗岩体 中粒-粗粒黒雲母角閃石含有斜方輝石単斜輝石石英閃緑岩および石英斑れい岩、下部が Mm：丹波帯、箕面コンプレックス、頁岩（砂岩・チャートのレンズを含む）、層状頁岩（一部珪質）を伴うとなっている。当該箇所は、図 37 に示すように地すべり地形が判読されている。

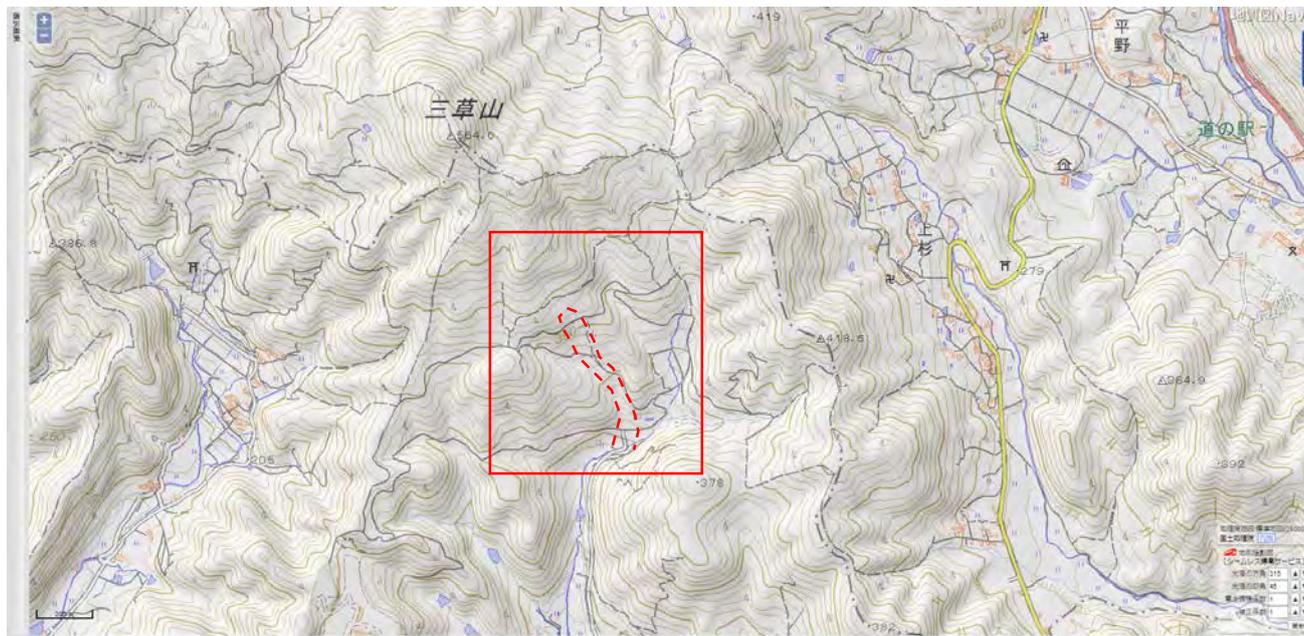


図 35 地形図（地質ナビより）

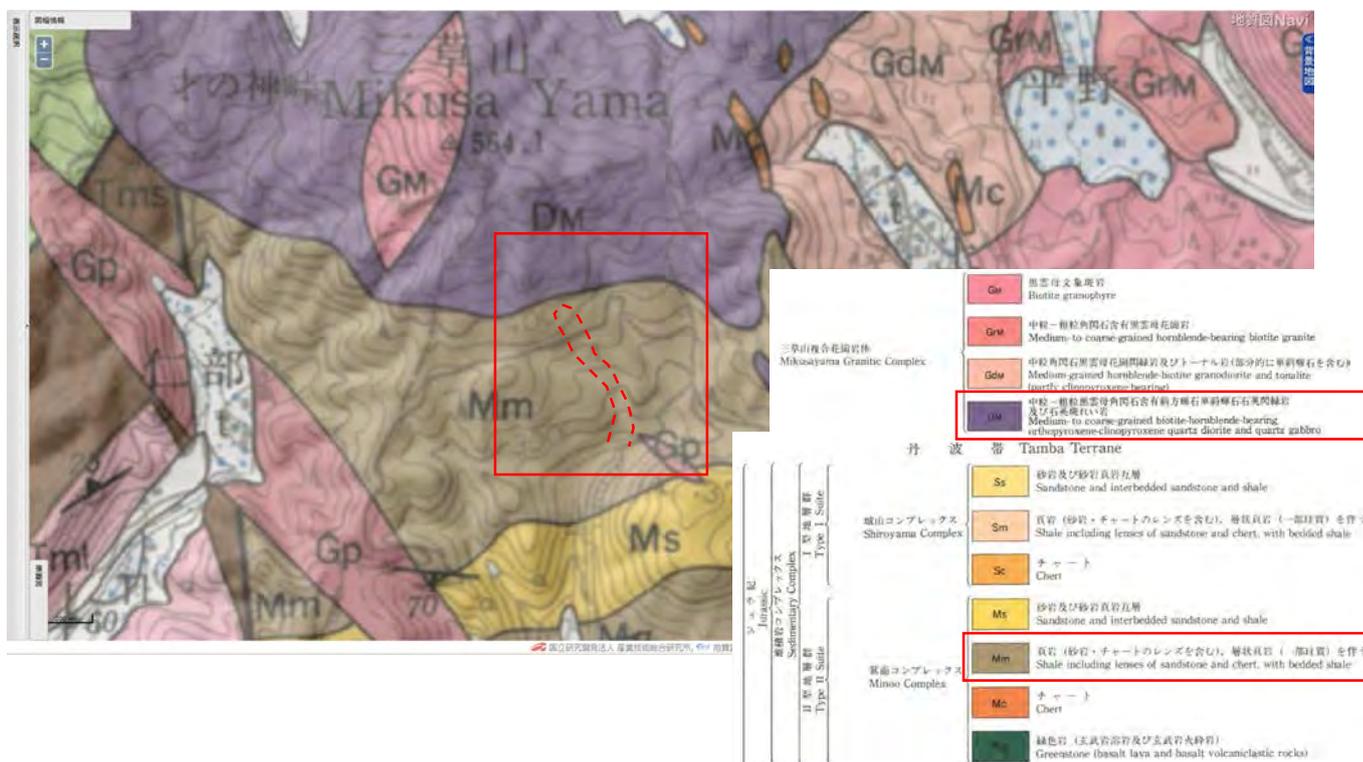


図 36 地質図（地質ナビより）

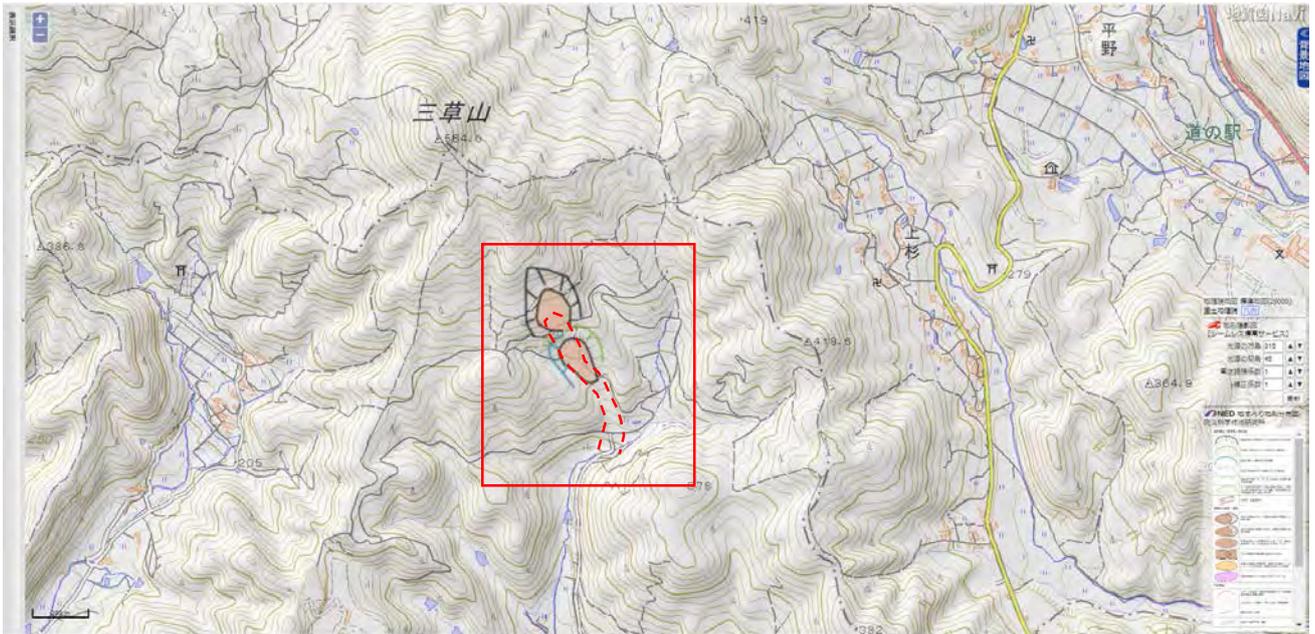


図 37 地すべり地形分布 (地質ナビより)



図 38 調査箇所の全景 (188)



図 39 斜面下部から中部の状況 (190)



図 40 上部の状況（崩壊地 191）

当該地の崩壊は、幅 60m、長さ 500m 程度と長距離流動しており、図 38 に示すように遠方からでも崩壊している状況が確認できる。崩壊地下部では、溪流沿いに流下方向が変わったため、立木に流木が引っ掛かっている状況が確認できる（図 39 左）。堆積している土砂は砂がほとんどで水分を多く含んでおり、足が取られやすい状況であった。また、中部では、亀裂の多い頁岩の露頭が確認でき、沢には流水が確認できる（図 39 右）。下部、中部は比較的傾斜が急であるが、上部に出ると緩斜面が続いており、崩壊地が確認できた。全体的に 0.5m 程度の厚さの土砂が堆積している状況が確認でき、胸高直径 20cm 程度の樹木は立ったままで、灌木は下流に流下している（図 40）。

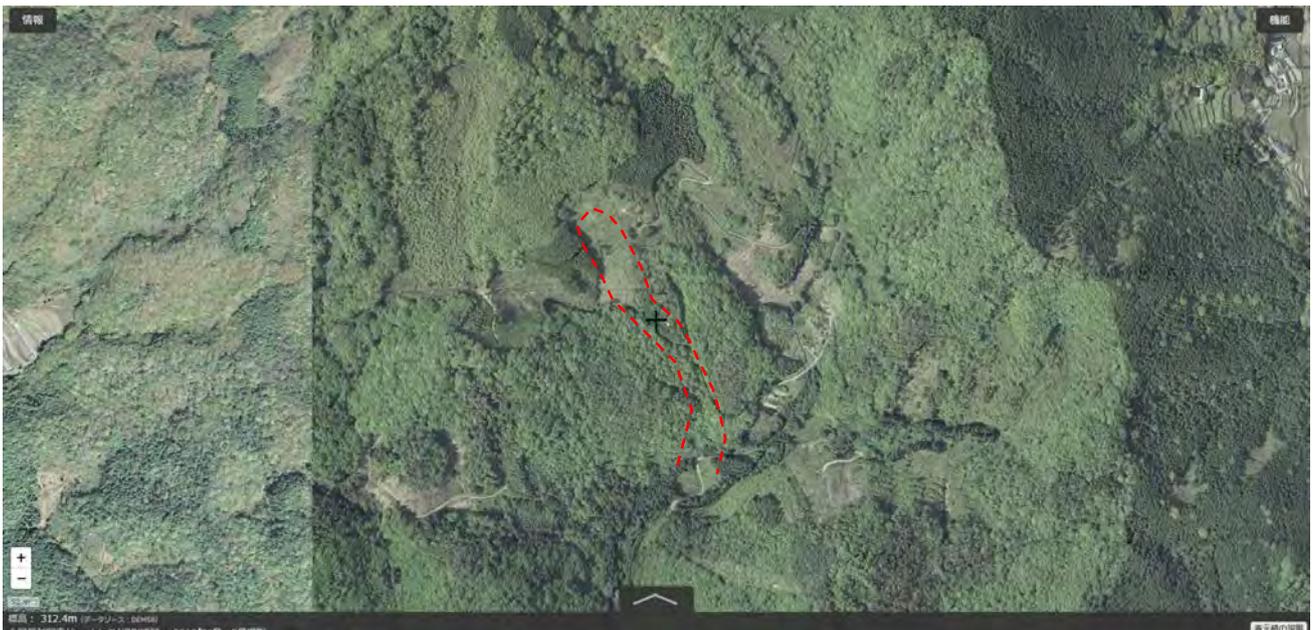


図 41 空中写真（地理院地図より）

図 41 を確認すると崩壊箇所は，周辺と比較すると樹木が少ない状況であることがわかる．

このことから過去に崩壊した箇所（地すべり地形として判読されている）で，樹木が少ない当該斜面では樹木根系の崩壊防止効果が小さく，豪雨により再移動し，長距離流動したものと考えられる．

3. 当該調査結果からみる行政への提言

累積雨量（アメダス三田観測所：384.5mm（7月5日00時～8日18時））が非常に多かった今回の降雨によって、大部分の自然斜面や道路沿いの切土や盛土斜面では大きな変状は確認できなかったが、一部、石積みや排水経路に問題がある箇所、過去の崩壊地（地すべり地形）の箇所で崩壊が発生していた。

以下に、今回の調査で得られた特徴的な結果を以下に列挙する。

- ・ 災害は、猪名川町域の広域で発生していた。
- ・ 盛土、切土、石積み擁壁、補強土壁など人工構造物の被害が多い。
- ・ 人家裏の崩壊の規模は幅5m以内で比較的小規模なものが多い。人家裏のため、車上からの調査では確認できなかった崩壊が多数ある。
- ・ 警戒区域に設定されていない箇所で被害が発生していた。
- ・ 地すべり地形と判読されている箇所が崩壊し、長距離流動していた。

以上から、行政への提言として、

累積雨量が多くなる気象の場合、通常的设计で想定されている排水能力を上回る出水となり、想定していない事象が発生しやすくなる。人家の排水経路は複雑であるため、思わぬところで崩壊が発生することがある。このことを勘案して、気象予報をもとに避難しやすい時間に早めに避難してもらうなどの工夫が必要である。

猪名川町は、東西8km、南北18kmで、山地に囲まれている。また地質的にも非常に複雑であることもあり、山地や谷ごとで状況が異なることも想定される。

今回の調査では、民家背後の斜面崩壊は比較的小規模であった。しかしながら、規模によっては、住民の人命に関わる可能性も否定できない。このことから、地域での降雨、土砂災害の危険を観測、監視する方法も併せて防災に取り組むことを提言したい。このような地域的に限定した観測・監視によって住民自らが危険度を知ることができ、行政からの避難情報に加えて自助や共助による防災に役立てることができると考える。

以上

【案件】

平成30年7月の豪雨により発生した和歌山市での土砂災害

【趣旨】

「平成30年7月豪雨」は、西日本を中心にして極めて広域で甚大被害を発生させ、歴史的な大水害をもたらした。和歌山県内では大きな被害には至らなかったが、この歴史的広域災害の一部として位置づけて、現地調査・資料収集により災害の記録を残しておくことを目指す。

【調査員】

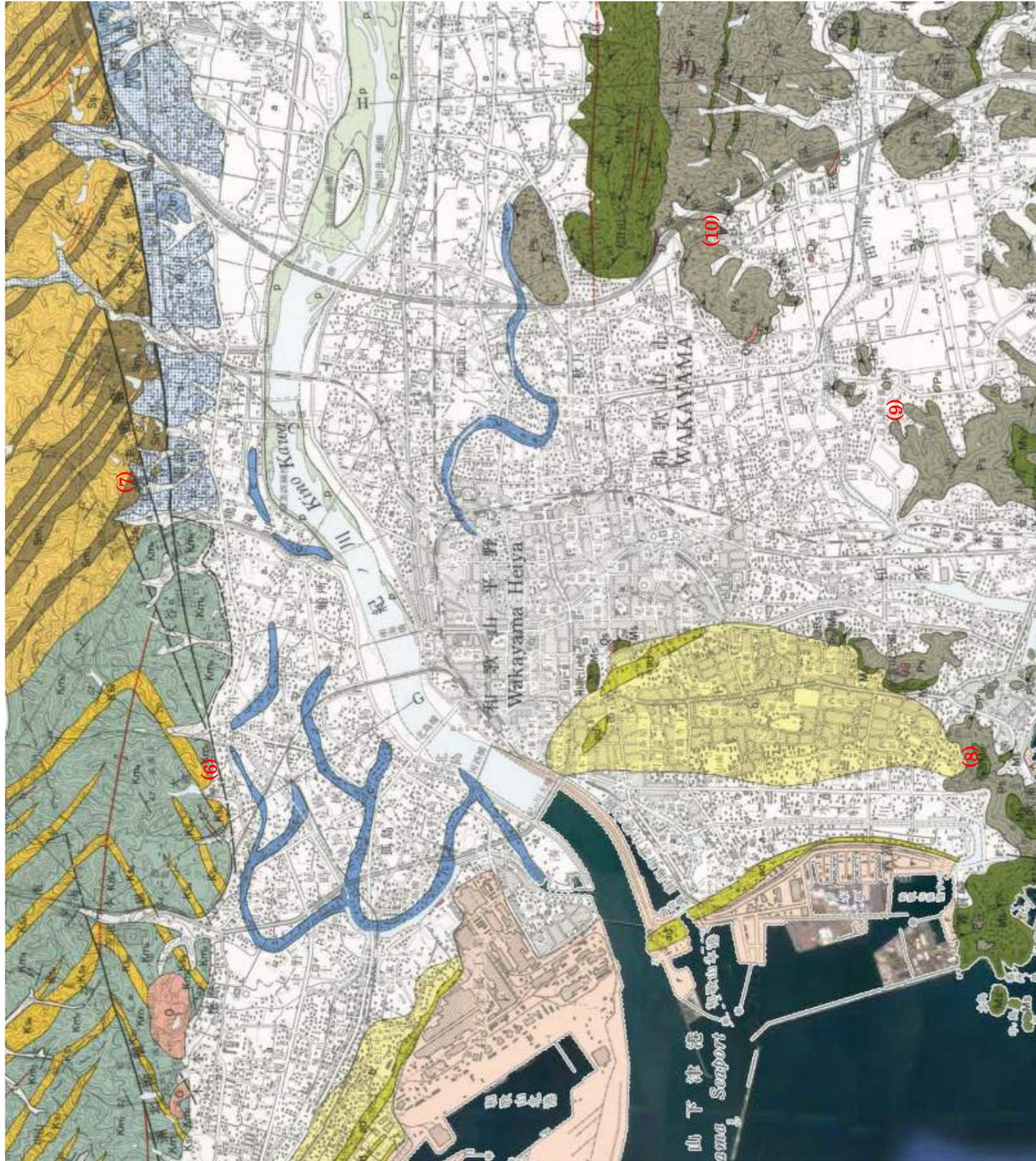
地盤工学会関西支部	1名	谷垣勝久（タニガキ建工）
和歌山大学	2名	田内裕人（システム工学部） 後誠介（災害科学教育研究センター）

【調査日時】

平成30年8月4日（土）8:00～18:00

【調査行程】

8:00：JR 和歌山駅【合流・出発】
8:30：(1) 向ノ丁：切土法面の表層崩壊
9:00：(2) 阿弥陀寺谷：崩積土の表層崩壊・土石流
10:00：(3) サニータウンへのルート上①：土石流の末端部
10:10：(4) サニータウンへのルート上②：古い切土法面の表層崩壊
10:20：(5) サニータウン入口道路：谷埋め盛土の大崩壊
11:20：(6) 栄谷・愛宕山南斜面（寺院の裏山）：崩積土の崩壊・土石流
12:30：ガスト【昼食】
13:50：(7) 園部・有功の宅地造成地：切土法面の表層崩壊
15:00：(8) 関戸・和歌浦北側斜面の宅地造成地横：不法投棄場上部の崩壊・土石流
17:00：(9) 坂田・宅地造成地：切土法面の表層崩壊
17:40：(10) 寺内・工場用造成地：切土法面の表層崩壊
18:00：JR 和歌山駅【解散】



1. 和泉層群南西部(泥岩優勢の砂岩泥岩互層, 流れ盤) : 鉢巻山周辺

(1) 向ノ丁, (2) 阿弥陀寺谷, (3) サニータウンへのルート上①, (4) サニータウンへのルート上②, (5) サニータウン入口道路

2. 中央構造線および派生断層沿いの和泉層群

(6) 栄谷・愛宕山南斜面 (寺院の裏山), (7) 園部・有功の宅地造成地

3. 三波川結晶変成岩類(泥質片岩, 流れ盤)

(8) 関戸・和歌浦北側斜面の宅地造成地横, (9) 坂田・宅地造成地, (10) 寺内・工場用造成地



1. 和泉層群南西部(泥岩優勢の砂岩互層, 流れ盤): 鉢巻山周辺

(1) 向ノ丁: 切土法面の表層崩壊

「(1) 向ノ丁」では、切土された空き地の法面で表層崩壊が発生した。崩壊した面は節理の発達した泥岩優勢の砂岩互層（和泉層群，層理面：N45E45S，節理面：未計測「南北性と東西性」）である。この崩壊した切土法面は、過去にも崩壊したようので比較的新しいラスが施工されている。北側には堤川が西に流れ、北は沖積層となる。



(2) 阿弥陀寺谷: 崩積土の表層崩壊・土石流

「(2) 阿弥陀寺谷」では、泥岩優勢の砂岩互層に由来する崩積土の表層崩壊と土石流が発生した。発生した土石流は民家（空き家）の横を流下した。上流では極めて表層の小崩壊が3ヶ所で確認された。この表層崩壊と土石流は過去にも発生しており、土留工やかご砕工などの対策工も見られる。



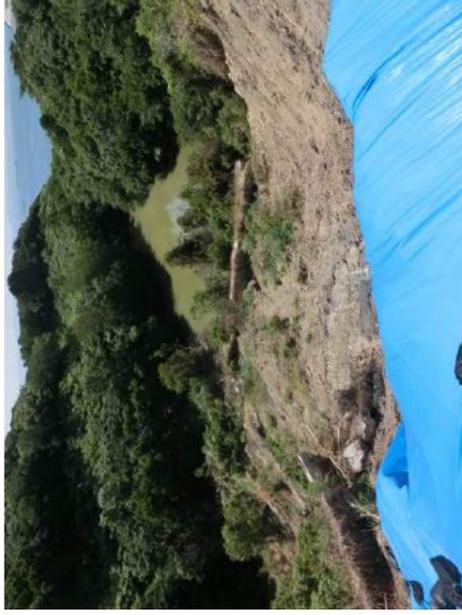
(3) サニータウンへのルート上①：土石流の末端部

「(3) サニータウンへのルート上①」では、土石流が発生した。土石流の末端部の痕跡のみを撮影。



(5) サニータウン入口道路：谷埋め盛土の大崩壊

「(5) サニータウン入口道路」では、谷埋め盛土で大崩壊が発生している。



(4) サニータウンへのルート上②：古い切土法面の表層崩壊

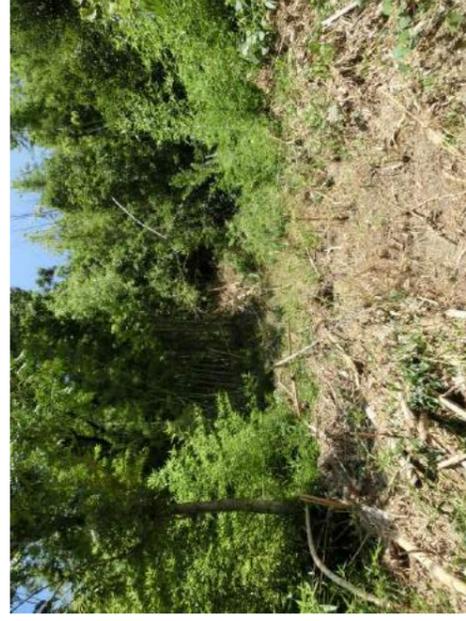
「(4) サニータウンへのルート上②」では、古い切土された空き地の法面で小さな表層崩壊が発生した。崩壊した面は、泥岩優勢の砂岩泥岩互層の脆弱化した風化帯である。



2. 中央構造線および派生断層沿いの和泉層群

(6) 栄谷・愛宕山南斜面（寺院の裏山）：崩積土の崩壊・土石流

「(6) 栄谷・愛宕山南斜面(寺院の裏山)」では、裏山の崩積土の崩壊と土石流が発生した。人為的に利用されていた棚状地形が放置されている。これに伴う小崩壊跡があり、今後崩壊につながるリスクがある。



(7) 園部・有功の宅地造成地：切土法面の表層崩壊

「(7) 園部・有功の宅地造成地」では、裏山の切土法面で表層崩壊が発生した。崩壊した面は、節理の発達した泥岩優勢の砂岩泥岩互層（層理面：N60W45N, 節理面：N20E90・N35W75N「崩壊面に平行と直行」）。また、ひとつ西側にある小尾根の東側斜面にも、同方向への徐動性の動きが認められた。



3. 三波川結晶変成岩類(泥質片岩, 流れ盤)



(8) 関戸・和歌浦北側斜面の宅地造成地横：崩壊・土石流

「(8) 関戸・和歌浦北側斜面の宅地造成地横」では、不法投棄箇所の上で崩壊・土石流が発生した。崩壊した面は、泥質片岩の風化帯 (片理面：N80E15N (1段目), N50W40N (2段目)) で、泥質片岩の片理面は概ね流れ盤で畷っている。路面から流下した水が引き金で1段目が崩壊、これが2段目の崩壊を誘発した可能性が指摘される。なお、この付近の宅地造成地には、徐動性の動きが認められた。



(9) 坂田・宅地造成地：切土法面の表層崩壊

「(9) 坂田・宅地造成地」では、宅地裏山の切土法面で表層崩壊が発生した。崩壊した面は泥質片岩の流れ盤で、基盤は浅いと推察される。崩土から砂質片岩や苦鉄質片岩も分布すると推察される。



(10) 寺内・工場用造成地：切土法面の表層崩壊

「(10) 寺内・工場用造成地」では、工場裏山の切土法面で表層崩壊が発生した。崩壊した面は、点紋帯の泥質片岩で片理面は東西性の走向で高角に立つ。なお、この付近は点紋帯と無点紋帯の境界近くであり、断層の近傍である可能性がある。



4. 現地調査の考察

風化帯の表層崩壊であったが、岩相や構造上の要因との関連性が推察されるとともに、多くの災害地で人間による土地改変との関連性が認められた。このような土砂災害地の周辺では、今後の生活インフラの老朽化に伴って、土砂災害のリスクが高まると推察される。