

郡上土木管内現場視察 報告書

平成30年11月7日

平成30年度岐阜豪雨災害調査団

1.	調査概要	1
2.	調査結果	
2.1.	(一)ひるがの高原線	4
2.2.	(主)高鷲インター線 郡上市高鷲町大鷲	7
2.3.	(一)鮎立恩地線 郡上市高鷲町鮎立	10
2.4.	(国)156号線 郡上市高鷲町大鷲	12
2.5.	(国)156号線 郡上市白鳥町歩岐島	14
2.6.	(国)158号線 郡上市白鳥町向小駄良	17
2.7.	奥田洞	19
3.	豪雨災害への低減	20
4.	郡上土木管内現場視察のまとめ	20

1. 調査概要

1.1. 調査概要

本調査は、平成30年7月に岐阜県郡上市市内で発生した豪雨災害箇所を対象とした。今回の調査では、一般社団法人・地盤工学会中部支部、一般社団法人・地質調査業協会、公益社団法人土木学会東海支部、公益社団法人砂防学会から、表1.1に示す総勢15人のメンバーが参加した。今回の調査は、表1.2に示す行程で平成30年8月1日に岐阜県道路維持課・砂防課並びに、同郡上土木事務所の立合いのもとで調査が進められた。

調査箇所は、表1.2に示すように①(一)ひるがの高原線(郡上市高鷲町ひるがの)、②(主)高鷲インター線(郡上市高鷲町大鷲)、③(一)鮎立恩地線(郡上市高鷲町鮎立)、④(国)156号線(郡上市高鷲町大鷲)、⑤(国)156号線(郡上市白鳥町歩岐島)、⑥(国)158号線(郡上市白鳥町小駄良)、⑦奥田洞(郡上市大和町落部)の計7箇所であり、その調査位置と地質の概要を図1.1に示す。また、調査対象地域における被災前後の時間雨量及び実行雨量を図1.2に示す。図1.2より、当該地域では、7月4日から8日にかけて断続的に降雨が発生し、7月7日には日雨量350mmを超える豪雨が生じた。降雨の結果、地盤中には大量の浸透水が供給されたことが伺い知れる。

表1.1 調査メンバー

学 会	氏 名	所 属
地盤工学会中部支部	杉井 俊夫	中部大学都市建設工学科
地盤工学会中部支部	余川 弘至	中部大学都市建設工学科
地盤工学会中部支部	浅野 憲雄	中部大学都市建設工学科
地盤工学会中部支部	岡島 賢治	三重大学大学院生物資源学研究所
その他	権田 直己	小田鐵網(株)
その他	今井 義樹	小田鐵網(株)
土木学会中部支部	庄 建治朗	名古屋工業大学社会工学科環境都市分野
地質調査業協会	北尾 秀夫	(株)ダイヤコンサルタント
地質調査業協会	片岡 泰	(株)キンキ地質センター
地質調査業協会	由井 恒彦	松阪鑿泉(株)
地質調査業協会	石川 昌幹	東邦地水(株)
砂防学会東海支部	田中 隆文	名古屋大学大学院生命農学研究科
砂防学会東海支部	土屋 智	国土防災技術(株)
砂防学会東海支部	湯川 典子	アジア航測(株)
砂防学会東海支部	上葛 健太	いであ株式会社

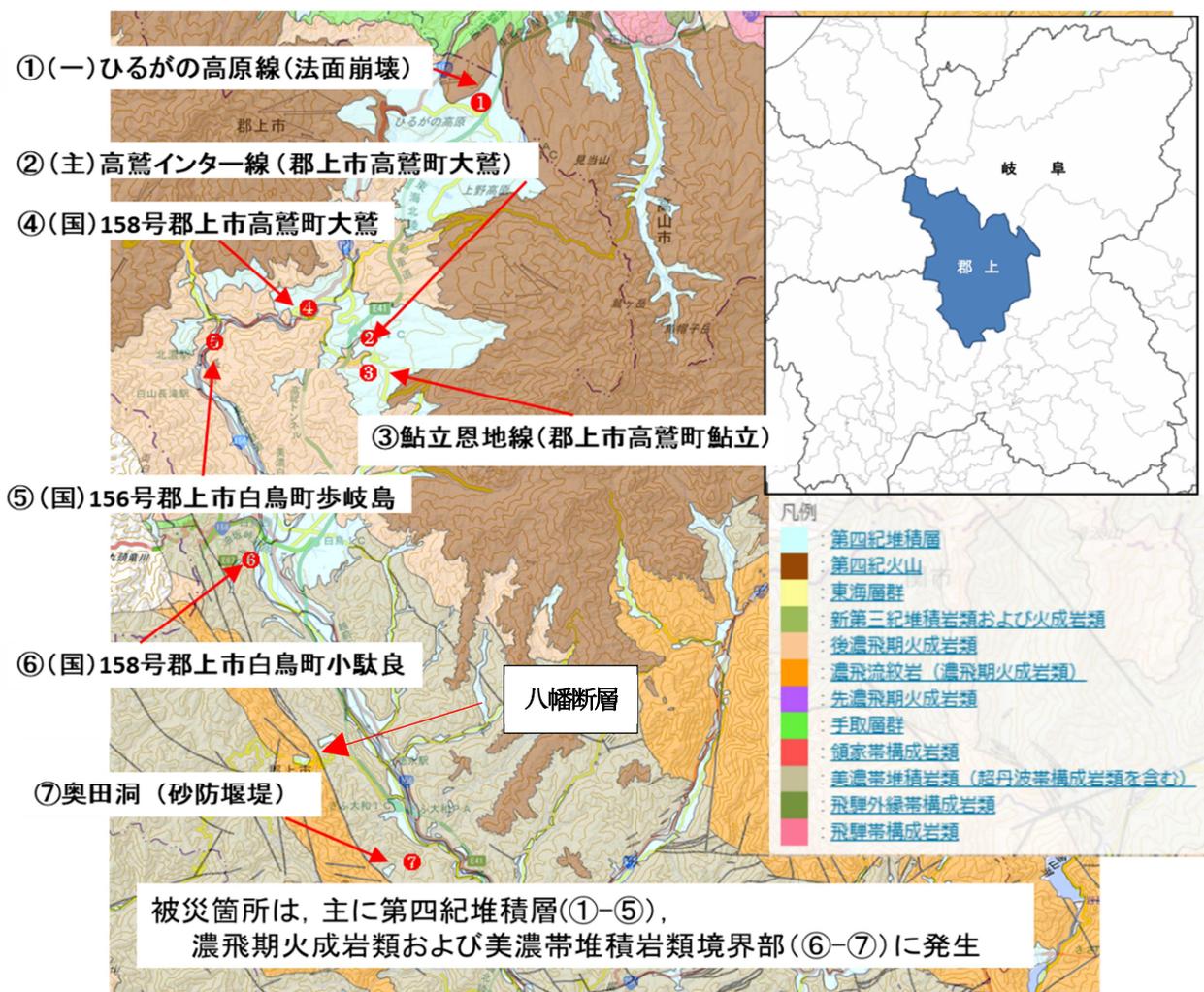


図1.1 調査位置と地質の概要

表1.2 現地調査行程

時刻	所用時間	調査箇所・概要
08:30		東海北陸道 ひるがのSA 集合
08:40	09:25	45分 ①(一)ひるがの高原線 盛土法面前壊
09:45	10:30	45分 ②高鷲インター線 盛土法面前壊
10:50	11:35	45分 ③(一)鮎立恩地線 山地斜面崩壊
11:55	12:40	45分 昼食
13:00	14:00	60分 ④(国)156号線 山留め壁はらみだし
14:15	15:15	60分 ⑤(国)156号線 段丘斜面崩壊
15:45	16:15	60分 ⑥(国)158号線 斜面崩壊土砂流出
16:45	17:45	60分 ⑦奥田洞 土石流・砂防堰堤
17:45		現地解散

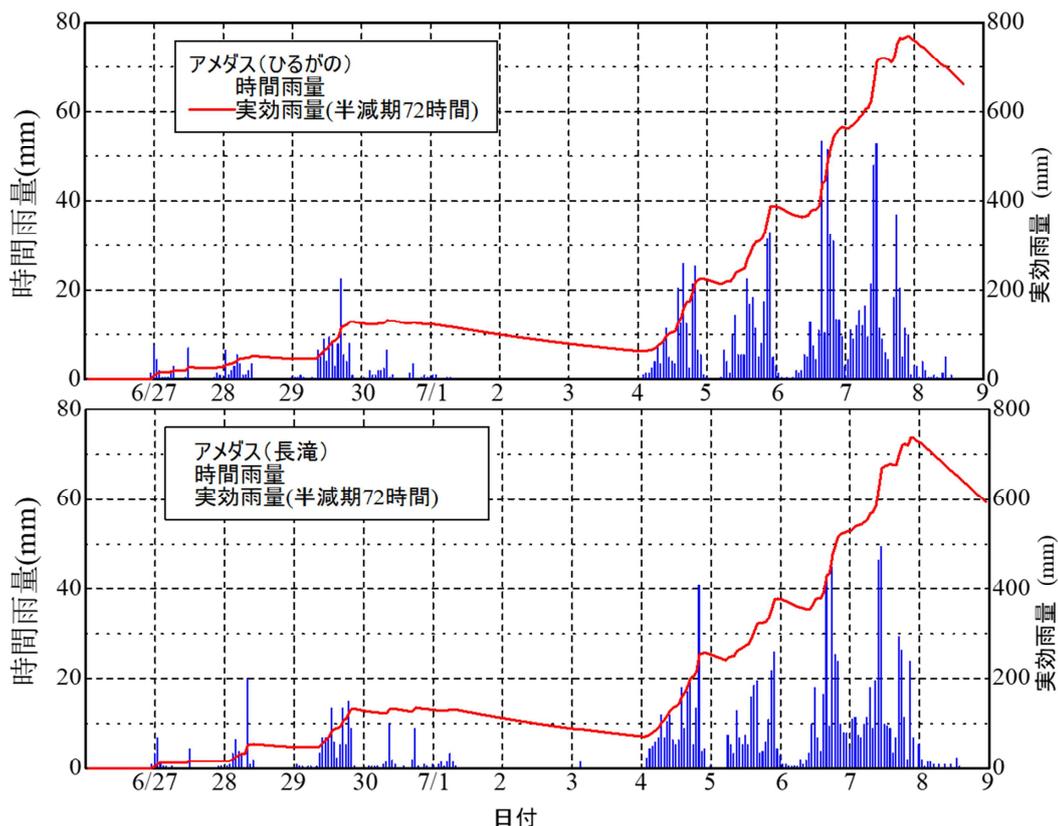


図 1.2 降水量と実行雨量

1.2. 被災地の地形・地質概要

調査対象地域は、岐阜県西北部の高峰である大日ヶ岳（標高 1709m）に源を発し、対象地域の北端部で南北に分流する「長良川」流域に属している。当該地域北部は、西方の大日ヶ岳東方の鷲ヶ岳（標高 1671m）を頂部とし、小起伏で徐々に南方に高度を下げ標高 850～950mを示す「ひるがの高原」が特徴的に広がる。当該地域は、第四紀の火山岩類によって形成された火山地形を示し、なだらかな斜面を長良川水系の河谷が下刻する（図 1.1 参照）。

当該地域南部は、中生代白亜紀の濃飛流紋岩類及び同等層と、中古生界の美濃帯を中心とした堆積岩類を基盤とし、その後の火山岩類とその二次的堆積物が覆う地質構造を示す山地・段丘が分布する。長良川水系の河谷は、当該地域の山地を下刻し比較的急峻な山地斜面を形成したほか、狭長な数段の河岸段丘を地域内に形成した。また、当該地域南西部には、当地方の主要な断層である「八幡断層」が分布し、基盤岩類を破碎している。

今回の豪雨では、新期の火山岩類分布域や段丘堆積物分布域の盛土や二次堆積物などに、崩壊が生じている。

2. 調査結果

2.1. (一)ひるがの高原線

被災地の地形および地質概要

調査地は、岐阜県北西部の高峰である大日ヶ岳と、その東部に位置する鷲ヶ岳に挟まれた高原状（標高 850m～950m を示す）の緩斜面部に位置している。周辺は、当該地域で分流し南流する長良川水系の河谷によって、高原状緩斜面が浸食され大小の支谷が分布している。調査地は、そのような支谷を埋め立てて構築された盛土部である。調査地周辺は、新生代第四紀に活動した大日ヶ岳・烏帽子岳火山岩類で覆われている（図 2.1）。調査地周辺は、同火山岩類の中でも、火砕流堆積物を主とした土砂層が広く分布し、耕作地として利用されている。調査地の土質は、火山灰質の細粒成分と多孔質の安山岩類主体の火山礫が混在する土性を有しているが、盛土材料も現地調達してあり同様な土性を有すると考えられる。

被災箇所は、県道 321 号ひるがの高原線と東海北陸自動車道 92.8 kp 付近にて交差する高架橋（板橋橋）の北西に位置する盛土法面で、県道と高速道路の両道路の盛土が接する区間である(図 2.2)。

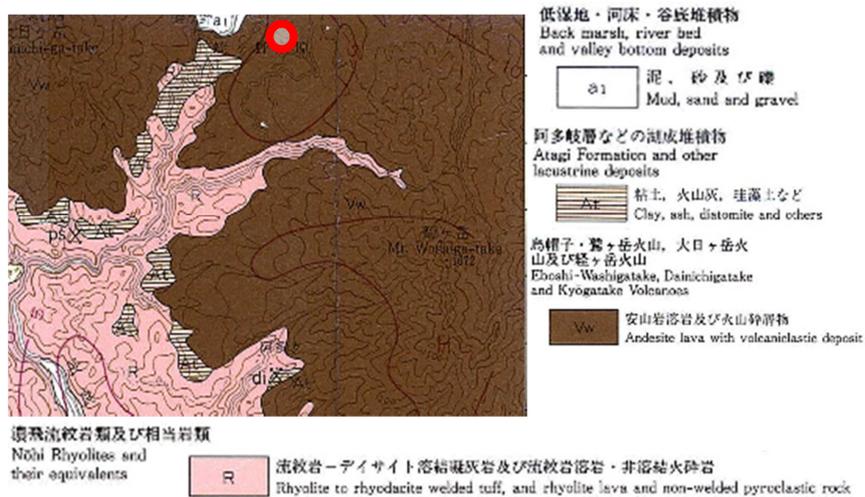


図 2.1 地質概要



図 2.2 位置図

被災状況

図 2.3 に被災状況を、図 2.4 に被災地の周辺状況を示す。図 2.5 に崩壊の誘因を説明する図を示す。

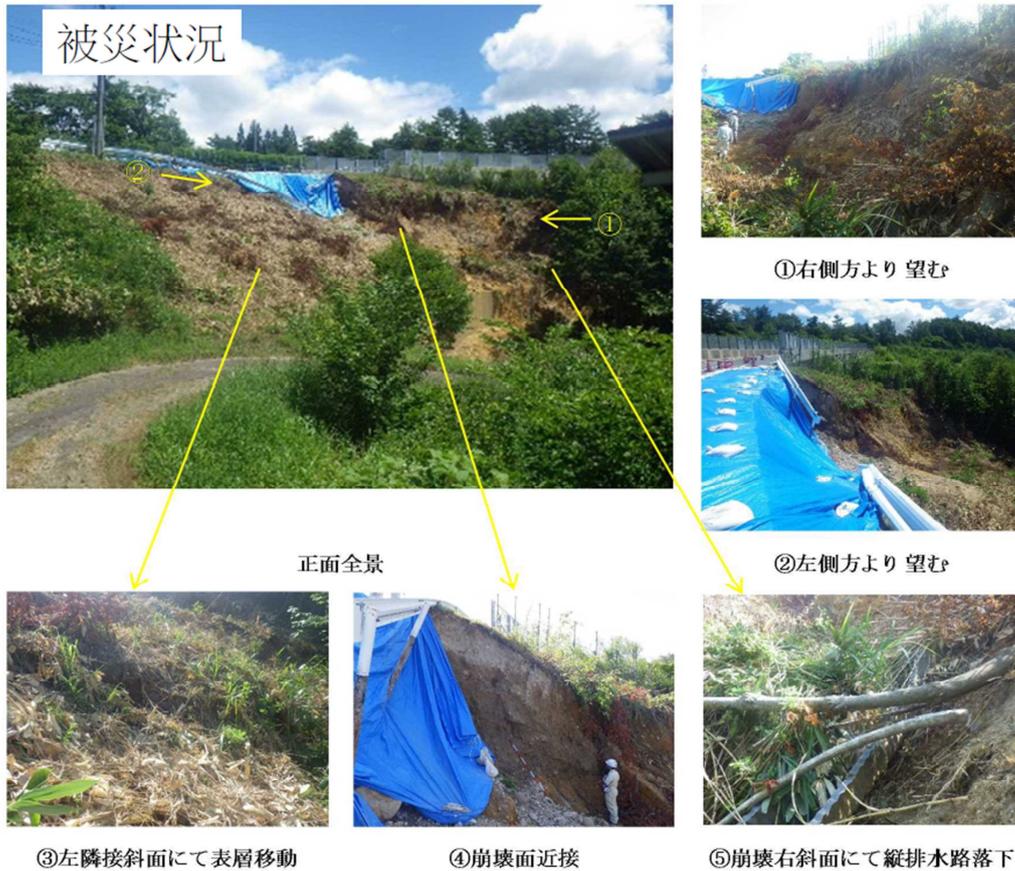


図 2.3 被害状況



図 2.4 周辺状況

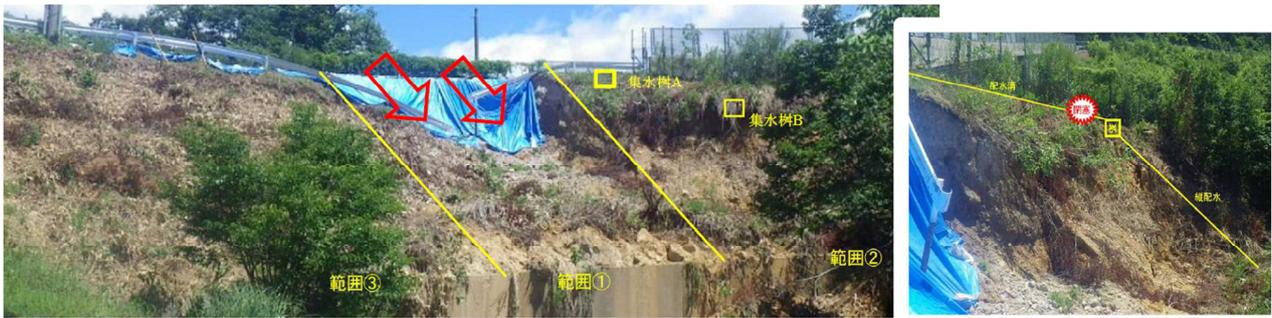


図 2.5 崩壊のメカニズム

本崩壊の素因・誘因に対する所見

調査地における崩壊の誘因は、豪雨による大量の表流水が板橋橋を流れて、盛土面を流下し、盛土表部を劣化させたものと考えられる。図 2.5 中の範囲①では、集水樹があったが、この範囲のみ L 型側溝がなく、大量の雨水が側溝のない道路傾斜から盛土法面に流れ崩壊したものと考えられる。図 2.5 中の範囲②で、①からの流下水に加えて集水樹 B 手前にて排水溝が閉塞、オーバーフローによる盛土内部への雨水浸透が生じていたことも影響している。図 2.5 中の範囲③では、ほとんどは範囲①に流れ込んだと考えられるが、その下方に位置する範囲③にも少なからず流入した。

復旧と今後の留意点

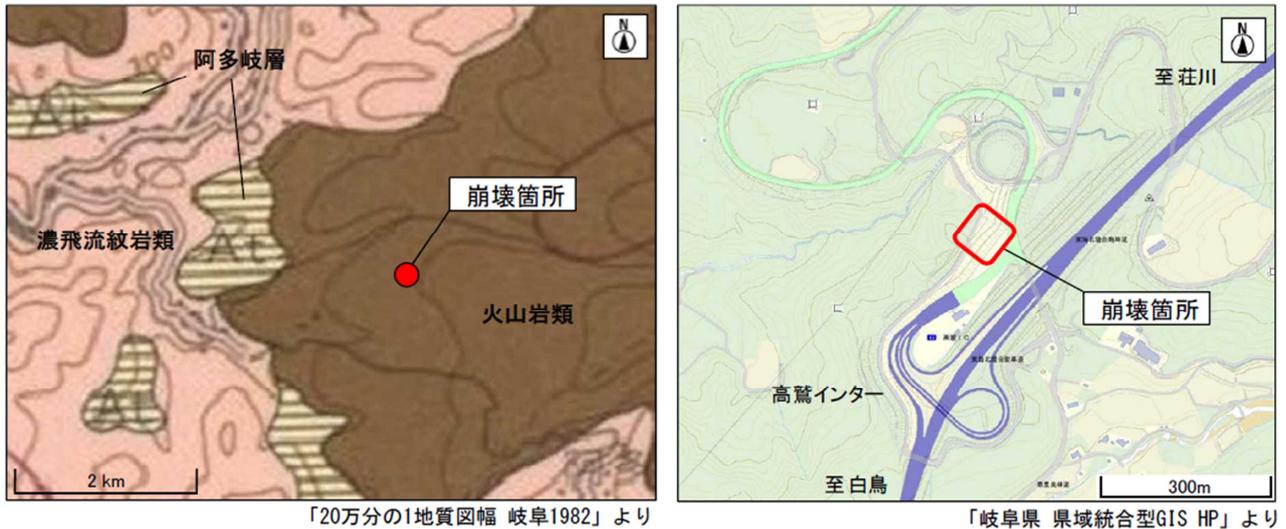
路面表流水の盛土内への流入を防ぐことが重要であり、道路際における L 型側溝やアスカーブ等の設置と、その高さ（推定水量）を考慮する。新旧盛土境の排水施設は、雨水等が集まりやすく構造上の弱点になるほか、場合によっては雨水浸透を助長させることも考えられる。よって、対策としては、盛土下部の排水や法面保護工の設置およびのり尻工の強度増加対策などの必要性を考慮する。

崩壊面左隣接範囲（図 2.5 中の範囲③）の変状も考慮し、復旧範囲の設定と排水計画を検討する。集水樹 A～盛土下水路の排水施設は、通常の維持管理が難しい（現在は、防獣柵を境に県側→高速側→県側へと変化している）。このため、排水路の経路変更も視野に入れた復旧計画が必要である。

2.2. (主)高鷲インター線 郡上市高鷲町大鷲

被災地の地形および地質概要

当該地は、濃飛流紋岩類(R)及び相当岩類を基盤とし、その上位を第三紀鮮新世～第四紀更新世の阿多岐層、第四紀更新世の鷲ヶ岳火山岩類・同火山砕屑物が被覆する地質構成をなす。本崩壊箇所は、これらの上部に盛土施工された法面に相当する。図2.6に地質概要を示す。



鳥帽子・鷲ヶ岳火山、大日ヶ岳火山及び経ヶ岳火山 Eboshi-Washigatake, Dainichigatake and Kyogatake Volcanoes	Vw	安山岩溶岩及び火山砕屑物 Andesite lava with volcanoclastic deposit
阿多岐層などの湖成堆積物 Atagi Formation and other lacustrine deposits	At	粘土、火山灰、珪藻土など Clay, ash, diatomite and others
濃飛流紋岩類及び相当岩類 Nohi Rhyolites and their equivalents	R	流紋岩-デイサイト溶結凝灰岩及び流紋岩溶岩・非溶結火砕岩 Rhyolite to rhyodacite welded tuff, and rhyolite lava and non-welded pyroclastic rock

図2.6 地質概要

被災状況

図2.7に被災状況を、図2.8に被災地の周辺の変状状況を、図2.9に崩壊地における状況を示す。

図2.7から、崩壊は盛土法面において発生していることが確認でき、崩壊頭部は法面頂部に相当し、幅40m程度に渡り高さ3～5m程度の明瞭な滑落崖を形成している。また、崩壊土砂はかなり広範囲に拡散・流動している。図2.8から、路面の状況として、本崩壊頭部滑落崖以奥のアスファルト面に亀裂が発生しており、その方向は、ほぼ滑落崖と平行に連続性良く走っている。また、亀裂の発生区間は、本崩壊区間におおむね整合する。開口幅は総じて数mm程度であった。同様に、対象区域より山地側の道路にも浸透水による、舗装面亀裂が認められ、山地からの地下水浸透方向が伺い知れる。湧水(流水)痕の状況滑落崖裾部からやや下あたりにおいて、数か所にて湧水または流水の痕跡を観察することができた。いずれも赤褐色に酸化しており、鉄分を多量に含有しているものと想定される。

図2.9の左図は高鷲インター建設前の地形図であるが、これを見ると崩壊地は浅い谷に挟まれた弱い尾根地形の末端部付近に位置する。これに基づけば、旧谷地形部を水みちとする地下水が直接影響した可能性は低い(ただし、過去の崩壊地や小尾根鞍部位置などから、山地内の弱線を通した浸透水の回り込みによる影響の可能性は否定できない)。

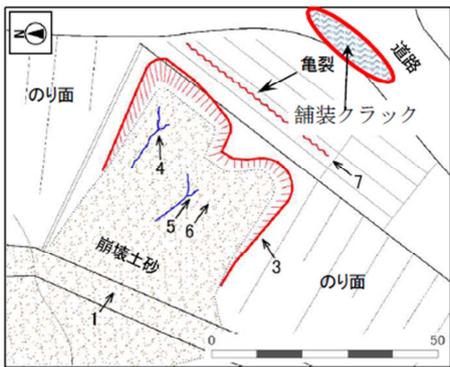


写真-3 崩壊地頭部滑落崖



写真-1 崩壊地全景



写真-2 崩壊前の盛土のり面

図 2.7 被害状況

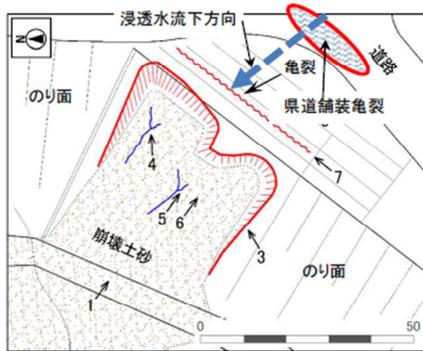


写真-7 崩壊箇所直上のアスファルト面に見られる亀裂



写真-8 崩壊箇所背後の県道アスファルト面に見られる亀裂



写真-4



写真-5



写真-6

図 2.8 周辺状況 変状



東海北陸自動車道及び高須インターチェンジ建設前の地形図 S=1:25,000
「2万5,000分の1 地形図(国土地理院図)」より



写真-8 崩壊前ののり尻状況

図 2.9 周辺状況

本崩壊の素因・誘因に対する所見

本崩壊は、湧水ならびに流水の痕跡が認められること、また崩壊土砂の状態ならびに流動状況より、本崩壊区間に多量の浅層地下水が供給されたことにより間隙水圧が上昇した。または含水過多となり法面が不安定化し発生したものと想定される。

本崩壊区間は法尻に擁壁が設置されていない区間と一致する。これより、道路を流下した多量の表流水に法尻が洗掘された可能性も考えられ、これも当該法面を不安定化させた一要因として挙げられる。

復旧と今後の留意点

調査地の被災原因は、豪雨による盛土法面の表流水や、背後地盤からの浸透水による盛土の安定が失われ被災した。調査地の復旧法としては、雨水・浸透水の侵入防止や排水対策を講じることが重要である。また、盛土腰積み壁などの「法尻保護対策」も有効と考えられる。調査地周辺では、同様な地形・地質特性が見受けられるため、同様な施設に対する点検等も必要である。

2.3. (一) 鮎立恩地線 郡上市高鷲町鮎立

被災地の地形および地質概要

当該地域の地質は下位より、濃飛流紋岩類(R)、阿多岐層などの湖成堆積物(At)、烏帽子-鷲ヶ岳火山岩類 (Vw)が分布するとされる。調査地点は、濃飛流紋岩類(R)を覆う烏帽子-鷲ヶ岳火山岩類 (Vw)分布域の西端部に位置している。図 2.10 に地質概要を示す。



(20万分の1地質図幅 岐阜1982 に加筆)

烏帽子・鷲ヶ岳火山、大日ヶ岳火山及び軽ヶ岳火山
Eboshi-Washigatake, Dainichigatake and Kyogatake Volcanoes

阿多岐層などの湖成堆積物
Atagi Formation and other lacustrine deposits

濃飛流紋岩類及び相当岩類
Nōhi Rhyolites and their equivalents

Vw 安山岩溶岩及び火山砕屑物
Andesite lava with volcanoclastic deposit
(更新世)

At 粘土、火山灰、珪藻土など
Clay, ash, diatomite and others
(鮮新世～更新世)

R 流紋岩-テイサイト溶結凝灰岩及び流紋岩溶岩・非溶結火砕岩
Rhyolite to rhyodacite welded tuff, and rhyolite lava and non-welded pyroclastic rock
(白亜紀)

図 2.10 地質概要

被災状況

図 2.11 に被害状況を示す。図 2.11 に示す通り、移動土塊上面は平らに近く、移動土塊は道路を超え、道路沿い河川が河道閉塞している。滑落崖上方斜面に表流水集中流下跡が見られた。なお滑落崖には濃飛流紋岩類と表層に厚さ 2~3m の崖錐性堆積物の土砂が見られる。



図 2.11 被害状況

本崩壊の素因・誘因に対する所見

素因は、当該地が古い移動地形で、斜面下方に低角度で堆積する崖錐性堆積物が存在するとともに、これに2方向から表流水が集中流下する地形状況にあったためと推察され、誘因としては、変状発生の7月6日前後には、観測史上上位の雨量が記録されたためと推察される。特に7月4日～6日の累積雨量の多さが崖錐性堆積物に変状を発生させた誘因と考えられる。

復旧と今後の留意点

すべり面がかなり低角度であるため、慎重な対策工法選定が望まれる。また被災地は、崩壊範囲が奥に長い長方形の形状を示しており、崩壊側面の安定についても考慮すべきであると考えられる。今回のすべり面は道路高付近にあると推定するが、当該斜面が古い移動地形を呈することから、より深いすべり面の有無に留意が必要である。崩壊滑落崖に観察される基盤岩類は、かなり風化した岩類であり軟質化しているため、対策工の検討には単純に力学的な短所だけでなく、基盤岩類の強度低下を来す「表流水」、「浸透水」、「融雪水」などにも配慮が必要と考えられる。

また、滑落崖の上方2方向に表流水集中流下箇所が存在するため、被災地内に流入する表流水の処理法についても検討する必要がある。

2.4. (国)156号線 郡上市高鷲町大鷲

被災地の地形および地質概要

当該地では、濃飛流紋岩類(R)が分布する。ただし、道路を挟んだ反対側の近接斜面では、阿多岐層などの湖底堆積物(At)が確認されたことから、当該地でも斜面上層に阿多岐層などの湖成堆積物(At)が分布している可能性がある。図2.12に地質概要を示す。



図2.12 地質概要

被災状況

図2.13に南側法面の、図2.14に北側法面の被災状況を示す。南側法面では、ブロック積擁壁の背面からの押し出しによる変位が確認される。また、上方斜面内には亀裂が確認される。これは、法面崩壊による変位と考えられる。北側法面では、明瞭な変位が確認される範囲よりも東側でもコンクリート擁壁内に亀裂を多数確認できる。また、東側のコンクリート擁壁とブロック積擁壁の境界付近でも亀裂を確認でき、上方斜面内には孔内傾斜計観測孔が確認されることから、斜面内に地すべりが位置していると予測される。

本崩壊の素因・誘因に対する所見

傾斜量図では、今回変位が確認された範囲およびその東側では地すべり地形が判読される。この地すべり地形の東端は亀裂の確認されたコンクリート擁壁の東端部とほぼ一致するため、コンクリート背面の斜面には地すべりが位置していると判断される。今回、明瞭な変位が確認された区間は、地すべりの西側側部が小規模ブロック化し、豪雨時に斜面内の間隙水圧が上昇したことにより滑動したと考えられる。

復旧と今後の留意点

今回、明瞭な変位が確認された範囲は地すべり西側の側部が小規模ブロック化して滑動した範囲と考えられ、変位が明瞭な範囲よりも東側のコンクリート擁壁にも亀裂が多数確認される。当区間では、調査時点においても湧水が確認されていることから、地盤内部の浸透水について検討し、排水処理等の対策を講じることが望ましい。今後、復旧に関して、土塊のすべり力を低減し、土中水の排水を促進することが望ましい。

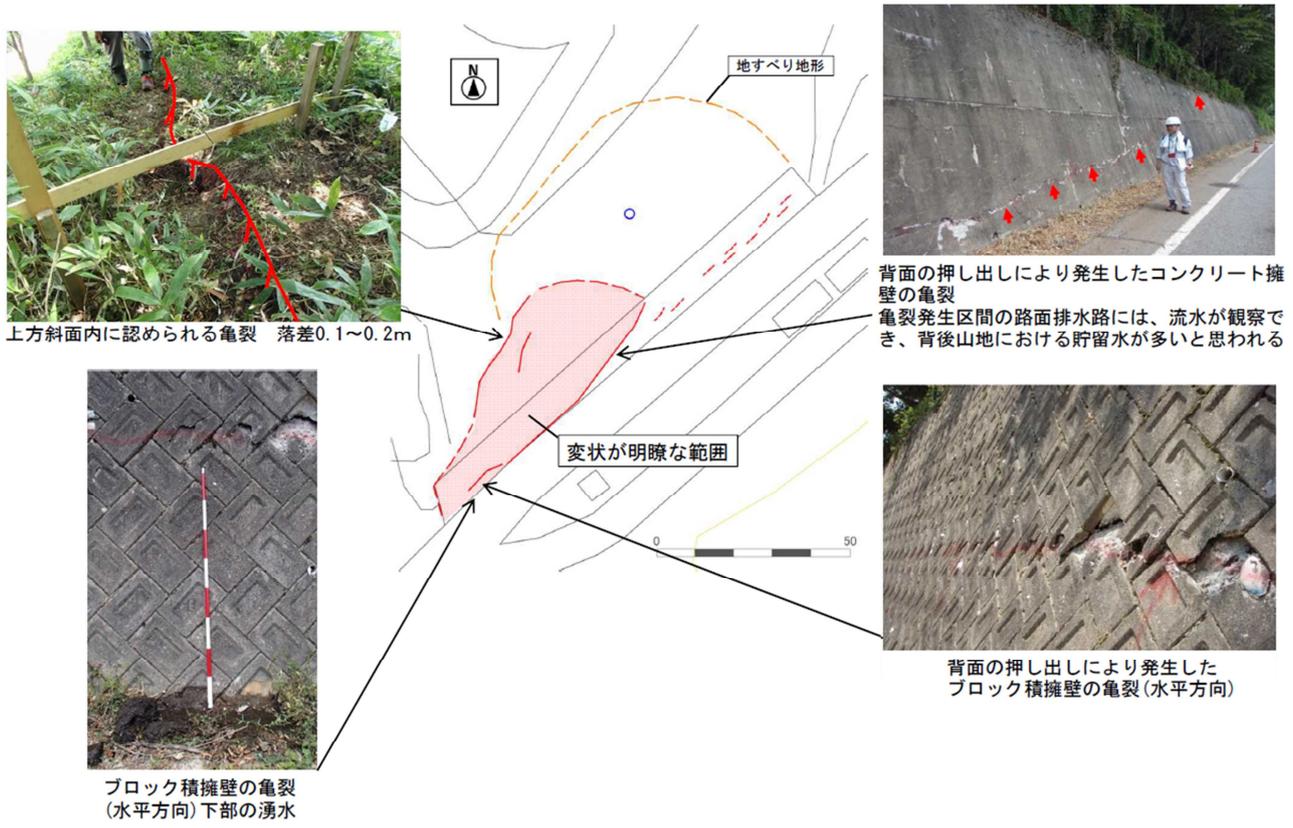


図 2.13 被害状況 南側法面

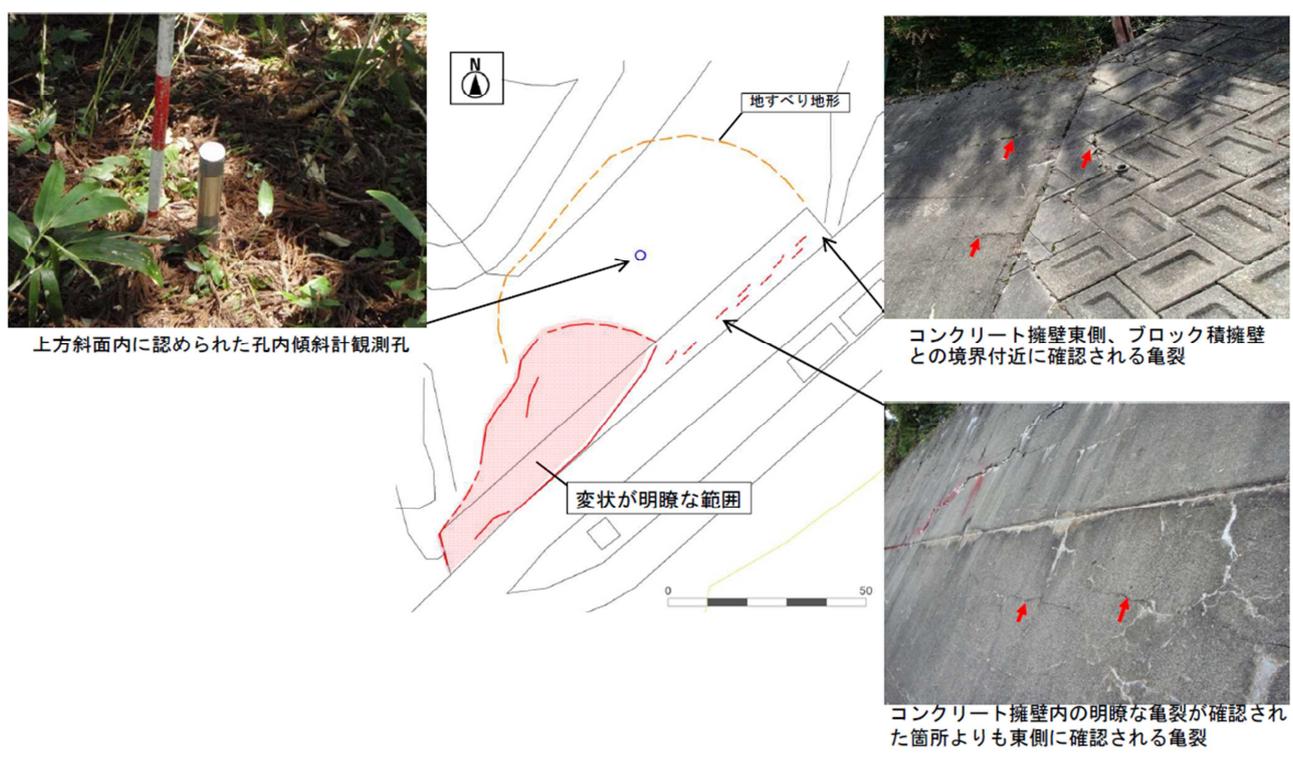
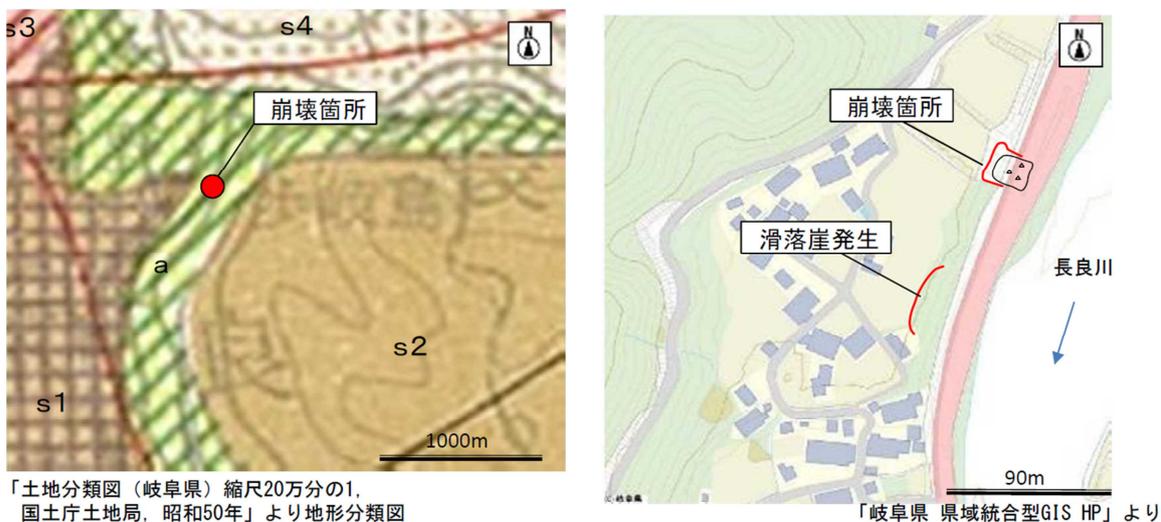


図 2.14 被害状況 北側法面

2.5. (国)156号線 郡上市白鳥町歩岐島

被災地の地形および地質概要

被災地は、郡上市白鳥町歩岐島の一般国道156号の下り線山留め側であり、国道は長良川沿いに建設されている。地形分類図によると長良川沿いは砂礫台地段丘（中位面）に分類される。この段丘面は長良川の浸食、堆積活動で形成されたものであり、河成の礫（砂や泥を含む）を主体とする段丘堆積物が分布する。また、段丘堆積物の下位や背後の平坦面には、火山灰性の固結土砂層の存在も確認されており被災箇所浸透水が集中する地盤特性を有している。当該箇所は、一般国道156号の下り線側法面であり、約130mに渡る区間で変状が認められる。主な変状は、終点側の幅約15mの斜面崩壊と起点側の幅40mの滑落崖である。いずれも、段丘崖と言うべき法面内に位置している。図2.15に地質概要図を、図2.16に調査地の概要図を示す。



- 山地・火山地
 s1 : 大起伏山地 s3 : 中起伏火山地
 s2 : 小起伏山地 s4 : 火山山麓地
- 台地・段丘
 a : 砂礫台地段丘(中位面)

図2.15 地質概要

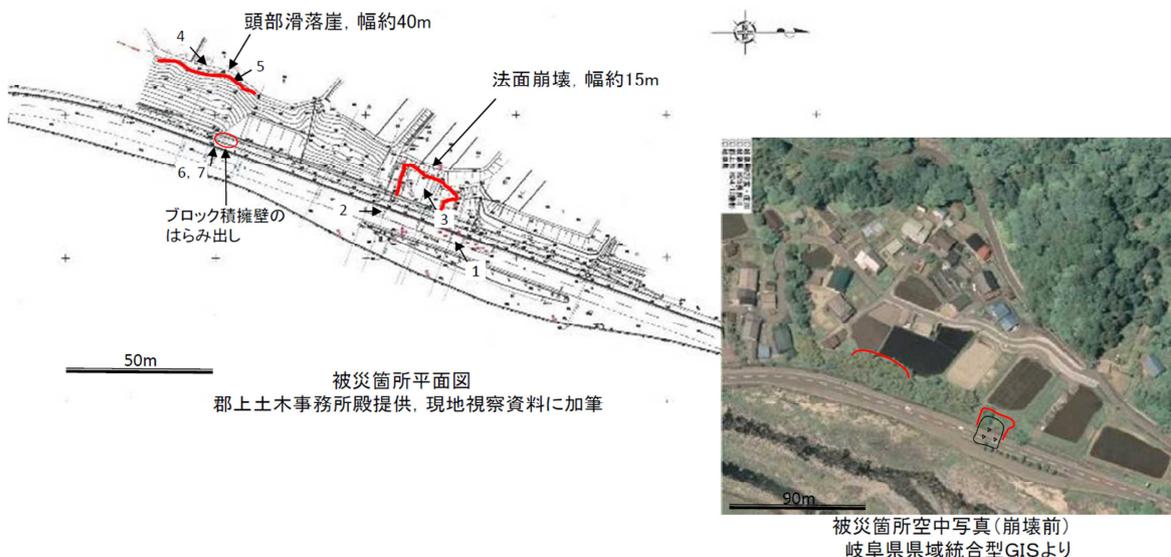


図2.16 調査地概要

被災状況

図 2.16 および図 2.17 に被害の様子を示す。北側法面の崩壊頭部は法面頂部に位置し、下部の擁壁を損壊・転倒させて、その上に崩壊土砂が載る。崩壊地を構成する地層は段丘堆積物であり、崩壊跡地からは砂層、礫層、シルト層が確認された。斜面崩壊箇所の南側では、法肩に幅 40m の滑落崖が出現したが崩壊には至っていない。法面下部にはブロック積擁壁、及び井桁擁壁が施工されており、ブロック積擁壁にははらみ出しが認められた。

本崩壊の素因・誘因に対する所見

崩壊箇所は段丘崖に位置しており、地盤は透水性の高い砂層や礫層で構成される。また、段丘面上は水田等に利用されており、水田周辺から地下水が涵養されていると考えられる。崩壊の誘因は、著しい豪雨によって地下水が涵養されて間隙水圧が上昇したことが考えられる。なお、法面の崩壊箇所はブロック積擁壁が施工されている。高透水地盤に加えて、異常な豪雨により地下水の排出が追いつかず、間隙水圧の上昇を許してしまった可能性が考えられる。

復旧と今後の留意点

調査地では、土砂層を主体とした段丘崖で、背後地盤も透水性が良いことが崩壊の一因である。このため、復旧では雨水・浸透水を適切に排水できる対策を講じることが必要である。また、既存斜面が崩壊等によって緩められているため、すべり力を低減することも踏まえ、安定勾配での切土を考慮すべきと考えられる。

当該地域の長良川水系の河谷は、大小の河岸段丘を流域に点在させており、今回の豪雨のような状況では、同様な地形・地質条件で災害が発生する危険性があるので危険箇所の把握が必要となると考えられる。



写真1 崩壊状況
ブロック積擁壁が損壊

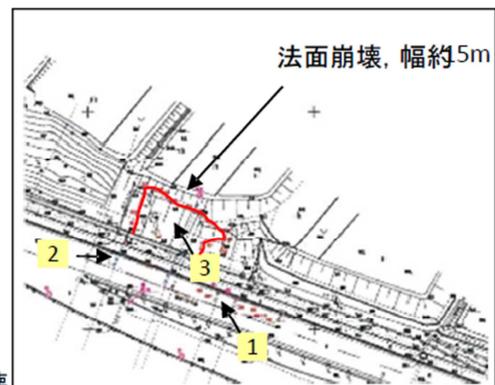


写真2 崩壊状況



写真3 崩壊地を構成する地層

図 2.16 被害状況 北側法面



写真4 頭部滑落崖状況
法面直下に滑落崖が存在し、伸縮計が設置されている
背面は水田となっている



写真5 頭部滑落崖状況
写真4伸縮計の設置状況



写真6 擁壁のはらみ出し
滑落崖下部の擁壁にはらみ出し等の変状が
認められた



写真7 擁壁のはらみ出し
写真6の拡大状況

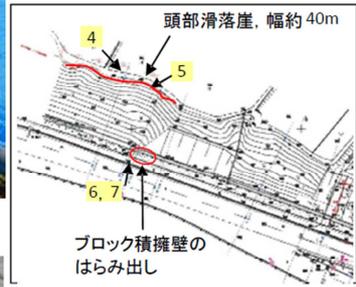


図 2.17 被害状況 南側法面

2.6. (国)158号線 郡上市白鳥町向小駄良

被災地の地形および地質概要

調査地は、中生代の堆積岩類である美濃帯と、それを覆う中生代白亜紀の濃飛流紋岩類同等層からなる山地内を流下している長良川水系の支川内に位置している。調査地周辺には、八幡断層と称せられる活断層が北北西～南南東方向に存在し、調査周辺の基盤岩類を破碎している。このため、調査地周辺では、樹枝状の河谷が観察され、現在も浸食過程にあり、小規模な斜面崩壊が多発している地域と考えられる。また、上流に位置している道路上を流れる表流水の影響について確認を行うことが重要であり、対策工を検討するにあたっては、溪流内の不安定土砂（想定される流出土砂）および流木量の確認が重要であると考えられる。図2.18に地質概要図を示す。

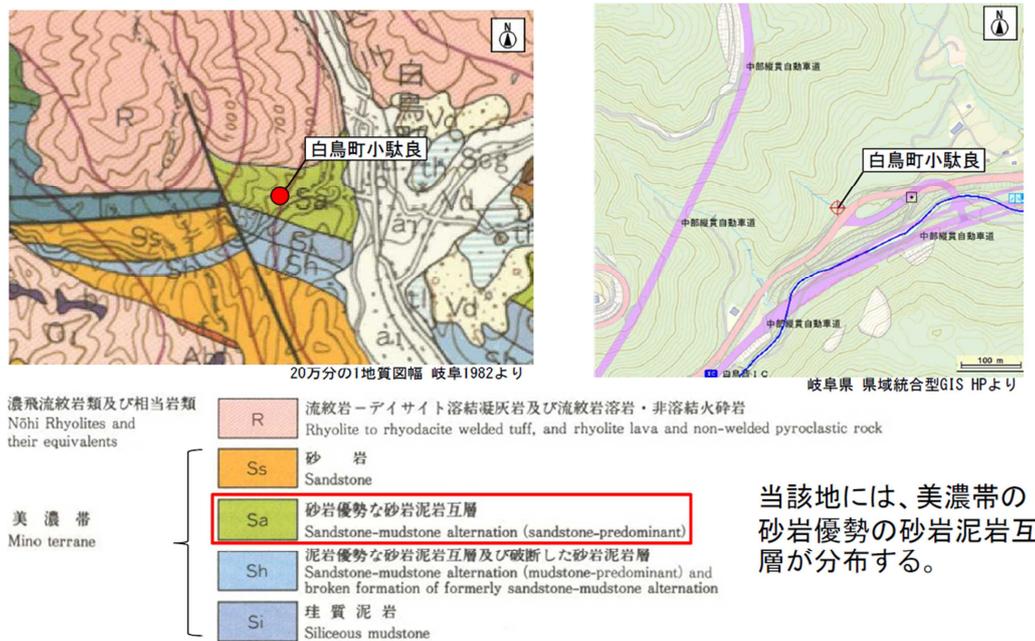


図2.18 地質概要

被災状況

図2.19に発生時の様子を、図2.20および図2.21に調査時の状況を示す。溪流の殆どの区間が溪床勾配15°以上の土石流発生区間に該当する可能性があり、周辺地盤が破碎された堆積岩類や風化に弱い火山岩類であることから、過去にも小規模な斜面崩壊が発生し崩土を支谷に供給していたと想定される。このような河谷特性を有する調査地で、記録的な豪雨が作用し、溪床部の写真からも伺えるように谷底堆積土砂層の浸食・流出と、一部小規模な斜面崩壊土砂が国道に流出したと考えられる。このことから、今後の山地崩壊による土砂流出も考えられる。



図2.19 発生時の状況



図 2.20 調査時の状況

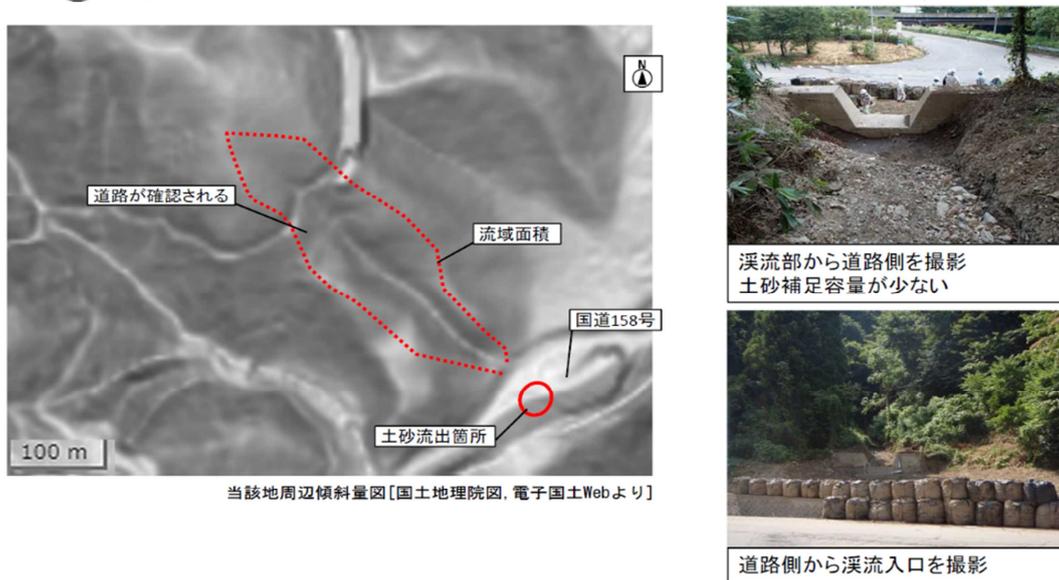


図 2.21 周辺地形と調査時の堰堤の状況

復旧と今後の留意点

調査地の山地特性として、小規模な斜面崩壊発生や溪床土砂の流出が考えられるため、広範囲な対策を講じるには情報不足といえる。よって、緊急的な対応として、現道部への土砂流出防止対策が必要となると考えられる。また、災害を防止するためにも、現溪床部の土砂堆積状況を把握しておく必要がある。

2.7. 奥田洞

被災地の地形および地質概要

図 2.22 に地形状況図を示す。現地は、当該地域において有数の活断層である「八幡断層」が北北西～南南東走向に山地を破碎している。このため、当該地域では小規模な崩壊が多発している地域と言える。現地の地質は、図 2.22 に示すように、美濃帯と総称される堆積岩帯を基盤としている。現地では、山地内で発生した崩壊土砂を砂防堰堤が効果的に災害防止の役割を果たした。八幡断層に直交するような河谷が多く、谷頭部などで斜面崩壊が発生すると、集落等に土砂災害を及ぼす状況である。このため、今後も効率的な砂防計画が望まれる。



図 2.22 地質概要

被害状況

図 2.23 に崩壊状況を示す。大規模な土石流が発生したが、砂防堰堤が整備されており土砂及び流木を捕捉し、下流地区への被害を未然に防止し効果を発揮した。



図 2.23 被害状況

本崩壊の素因・誘因に対する所見

八幡断層に直交するような河谷が多く、谷頭部などで斜面崩壊が発生していると考えられ、今回は大雨によりその堆積土砂が土石流となって流下したものと推察される。

復旧と今後の留意点

今回は、山地内で発生した崩壊土砂を砂防堰堤が効果的に災害防止の役割を果たした。しかし、八幡断層に直交するような河谷が多く、谷頭部などで斜面崩壊が発生すると、集落等に土砂災害を及ぼす状況である。このため、今後も効率的な砂防計画が望まれる。

3. 豪雨災害への低減

今回の豪雨災害では、大小の斜面・法面崩壊や、河谷から道路・住宅地域への土砂流出が見受けられた。調査地は、岐阜県北西部域の山地を主体とする。この地域は、八幡断層に代表される断層活動や第三紀以降の火山活動に加えて、地盤隆起域でもあるため河谷の浸食による急勾配の斜面が多く分布している。このような地域では、道路・河川・住宅地などが斜面に近接しているため、いつ何時豪雨災害を受けるかも知れないリスクを秘めているが、今回の豪雨に際しても地元住民理解や過去の施設管理者等の努力もあり、人災には至っていない。

しかし、当該地域の地盤特性や施設の老朽化などから見て、土砂災害が発生する危険性は捨てきれない。よって、ハザードマップなどを利用した災害リスクについて住民に周知することも必要となるかもしれない。

4. 郡上土木管内現場視察のまとめ

岐阜県道路維持課・砂防課並びに、同郡上土木事務所の方のご協力で1日の間に短い時間であったが7か所の現場を視察させていただき、調査結果を報告させていただいた。以下に、今回の調査地点の特徴をまとめる。

特徴として第一に、今回の被災箇所については、過去に周辺を含めた変状等があった箇所が多く含まれていたことである。②高鷲インター線では、以前より県道45号のアスファルト舗装の集中した亀裂が目立つ箇所、④郡上高鷲町大鷲では、隣の擁壁が過去に被災を受けてL字擁壁と間知ブロック擁壁とが並ぶ場所である。また、⑤郡上市白鳥町歩岐島では、崩壊箇所の横の法面下部には井桁擁壁が設置され法面保護工の構造が異なっていることから、何らかの被災が過去にもあったものと考えられる。さらに、⑦奥田洞に関しては、小規模な崩壊が多発している地域であった。いずれにせよ、災害発生の結果からの関係であるが、今後、平常時の変状や過去に被災・変状が起こった周辺における点検も重要となると考えられる。

第二に、集水地形における道路等の構造物が経験降雨以上の降水量に対して集水箇所となる危険性の示唆である。①ひるがの高原線では、1000mmを越える降水量を想定されていなく、道路高架橋からの取り付け道路、さらに曲線化による路面からの雨水の流出浸透、③鮎立恩地線の集水地形における法面崩壊は、これまでの降水量では予測できなかった点でもある。集水地形においては土木構造物の周辺が今回のような経験降雨以上の降水量になると集水箇所となる危険性を考えておく必要がある事例と考えられた。

以上が、本調査地域での特徴であり、今後の調査及び対策として注意していくヒントとなる。

今回の6月末から7月初めまでに、1,000mmを越える降水量による被害としては、降水量から見ても他県に比べて非常に少なかったといえる。これは、岐阜県が過去の飛騨川バス転落事故、東海豪雨等を受け、構造物の管理者、専門技術者および住民の方の災害に対する意識が高く、災害予防に力を入れてきた結果であるといえよう。今回の調査を終えて、この教訓を他県にも広げていくことが、災害に強い国づくりに繋がるものと考えを共有する機会となった。

1. はじめに

岐阜県中濃地域から飛騨地域にかけては、2018年7月4日零時過ぎから8日の午前にかけて梅雨前線の活発化に伴う断続的な強雨に見舞われた。郡上市大和町奥田洞谷（図-1）においては、2018年7月8日未明に溪流源頭部の森林斜面でやや大きな山腹崩壊が発生し、その一部約5,000m³の崩土が溪流を下った（土石流状態の流下が想定されるが、確証には至らないので、「土石流」は使用しない）。奥田洞谷の出口には砂防堰堤、その下流には溪流保全工が設置されており（図-1, 2）、流下したほとんどの崩土はこれら砂防施設で捕捉された。これにより、奥田洞谷下流の集落における土砂災害は発生しなかった。

(公社) 砂防学会東海支部では、2018年7月上旬の大雨で岐阜県郡上土木管内奥田洞谷において発生した山腹崩壊に伴う崩土流出と砂防施設の効果等を明らかにするため、岐阜県砂防課とともに8月1日と31日に現地調査を行った。以下にその概要を報告する。

2. 大和町奥田洞谷流域と砂防施設の役割

2.1 概要

奥田洞谷流域は、砂防堰堤を谷出口として標高320mから最高地点の標高558mの区間にある（図-1）。砂防堰堤から最高地点までの平均傾斜は約26°で山腹は急斜面を呈する。崩壊は標高460m～510mの間で発生し、崩土は標高410m付近までに残存している。崩土が分布する斜面勾配は、約30～40°と急勾配であり、最上部にある滑落崖はこれよりさらに急である。

流域の地質は、中生代前期ジュラ紀から中期ジュラ紀に形成された付加体で砂岩泥岩互層からなる（産総研, 2013）。渓床部は、亀裂に富んだ硬質な砂岩、泥岩が渓床から2m程の高さまで露出しており、崩土が流下時に両岸表土を剝した様相が伺える。谷出口には高さ10m、幅45mの奥田洞谷砂防堰堤（昭和50年9月竣工）があり、その50m下流には高さ1.5m、幅3mの断面を有する溪流保全工が約120m長で設置されている。

源頭部の山腹崩壊から流下した崩土の約5,000m³が砂防堰堤に到達した。このうち、砂防堰堤に約4,000m³が捕捉され（図-2）、約1,000m³が堰堤水通しを通過した。通過後約700m³は砂防堰堤と溪流保全工の間に堆積し、残り約300m³が溪流保全工に入り、下流端の合流点付近に堆積した。これにより、流下した土砂のほとんどが砂防施設内で処理され、集落域には及ばなかった。なお、近隣住民からの聞き取りによれば、山腹崩壊に伴う崩土の流下は7月8日午前2～3時に起きたとされる。奥田洞谷は、砂防堰堤を谷出口としてその下流が土砂災害警戒区域（土石流）に指定されており、土砂流出当時、周辺住民の多くは、避難場所である洞口公民館に避難していた。

2.2 源流部の山腹崩壊

岐阜県（2013年）が取得したLP画像から作成した地形図（図-3）により、山腹崩壊地の周辺地形を見ると、この崩壊の両側に幅40～50mの旧崩壊地形が2箇所存在することがわかる。今回の山腹崩壊は、下方から見て左側の旧崩壊地の拡大のように見受けられる。また、2つの旧崩壊地も含め標高470～510m間で発生していることから、崩壊地の上流部には、崩壊を生じやすい水文地質構造の存在が想定される。

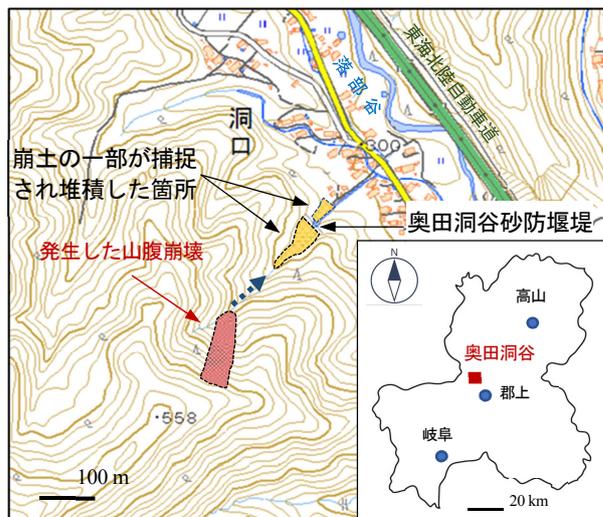


図-1 郡上市奥田洞谷における山腹崩壊と砂防施設（国土地理院発行1/2.5万地形図に加筆）

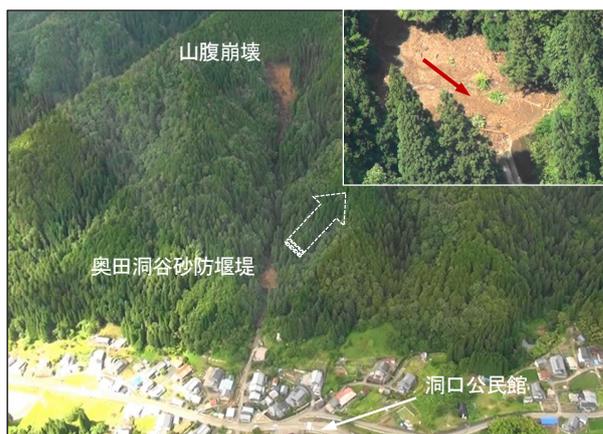


図-2 奥田洞谷の災害直後の斜め写真（岐阜県砂防課撮影に加筆）

現地調査で得た崩壊地形を図-3に反映すると、山腹崩壊は奥田洞谷源頭部の標高460~510mのスギ・ヒノキ混交林で発生し、崩壊は標高500mから下流約130mに分布することがわかる。滑落崖は15~20mの高さを有し、直下から見るとその左側は亀裂に富むもののマッシュな岩盤性状であるが、右側は強風化した土層状況を呈している。このため、滑落崖下方の左側には20~30cmの石礫・岩塊が多く分布するが1m程度の巨礫も幾つか散在する。右側の地表は、ほとんどが20cm以下の細かいもので概ね土砂状に近いものが存在している。

崩土が分布する標高440mから下方の溪床にかけては、崩壊に伴うスギ・ヒノキの倒木が折り重なっているが、密集するほど多くはない。平成24年12月に撮影された空中写真(岐阜県, 2018)によれば、崩壊前にスギ・ヒノキ林が存立していたのは滑落崖付近であり、その下流側は植林されていなかったようである。

山腹崩壊の規模は、図-3の平面図から幅40m、崩壊した長さは滑落崖の頭部から約100mと評価される。また、崩壊地の周辺状況や滑落崖の高さから平均厚さは5mと見積もれるので、崩壊土量は約20,000m³と計算される。崩壊に伴い溪流を流下した土砂量は砂防堰堤と溪流保全工で5,000m³とされるので、崩壊地には約15,000m³が残留していることになる。

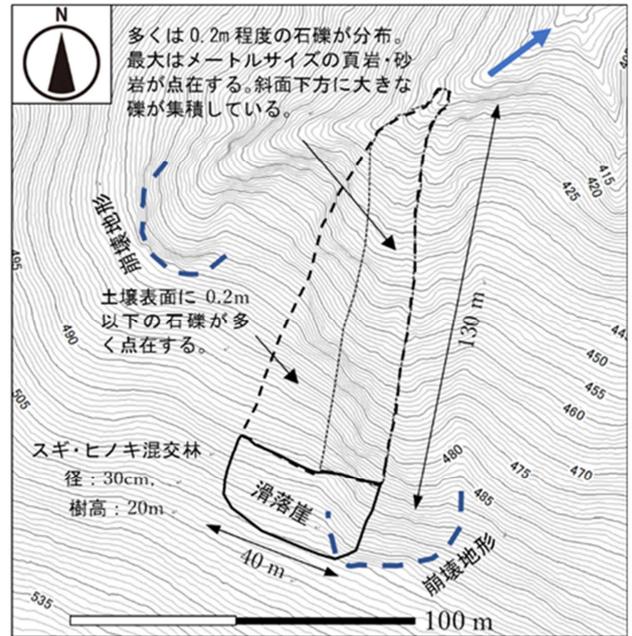


図-3 奥田洞谷源頭部で発生した山腹崩壊（地形図は岐阜県林政部が取得したLPデータを使用し作成）

3. 崩壊誘因である降雨状況

奥田洞谷の近隣における降雨記録は、気象庁アメダス八幡のほか、国交省水管理・国土保全局が所管する白鳥と八幡における記録がある（国交省, 2015）。ここでは、観測所2箇所における降雨記録が利用できる国交省管理の白鳥と八幡の雨量データを利用する。なお、奥田洞谷は白鳥観測所から南南東約7.5km、八幡観測所から北北西約7kmとほぼ同じ距離にある。

図-4には、今回の土砂災害の誘因となった降雨が始まった7月4日1時から同月8日24時までの期間において、両観測所で記録された時間雨量と累積雨量を対比して示す。降雨時間は、両観測所とも途中1~3時間の無降雨時間を含むが、白鳥の降雨時間は7月4日2時から8日14時までの109時間、八幡は7月4日1時から8日13時までの同じ109時間である。しかし、時間雨量は両観測所で大きな違いがあり、白鳥では7月4日の午後約30mm/hの降雨があるが、八幡では同時期10mm/hにも達していない。同様に7月6日の午後、白鳥で40~50mm/hの降雨が観測されているが、八幡では10mm/h前後の降雨量である。このため累積雨量も大きく異なり、白鳥では946mmであるが、八幡は727mmと白鳥の3/4程度である。

時間雨量をみると、白鳥では突発的に強雨が観測されているが、八幡では緩慢な増減を示している。白鳥では7月6日に40mm/hを超す強雨が2時間続き、7日18時にも同様の強雨があった。八幡では7月5日深夜と7日深夜から8日夜半に30mm/hに近い強雨があった。最大時間雨量は、白鳥で47mm/h（7月6日17時）、八幡で28mm/h（7月8日1時）を観測した。また、八幡では7日深夜から8日にかけて30mm/hに近い強雨を2回観測しており、この時間帯の強雨が、奥田洞谷と井原洞の山腹崩壊の発生に関与した可能性がある。

時間雨量をみると、白鳥では突発的に強雨が観測されているが、八幡では緩慢な増減を示している。白鳥では7月6日に40mm/hを超す強雨が2時間続き、7日18時にも同様の強雨があった。八幡では7月5日深夜と7日深夜から8日夜半に30mm/hに近い強雨があった。最大時間雨量は、白鳥で47mm/h（7月6日17時）、八幡で28mm/h（7月8日1時）を観測した。また、八幡では7日深夜から8日にかけて30mm/hに近い強雨を2回観測しており、この時間帯の強雨が、奥田洞谷と井原洞の山腹崩壊の発生に関与した可能性がある。

図-5には、八幡における41年間の時間雨量記録をもとに、一連の降雨イベント（無降雨6時間を別降雨イベントとする）について、累積雨量と継続時間を求め対比した。対象期間中の降雨イベント数は4729回で、年間平均115回の降雨があった。図-5によれば、累積雨量400mm以上、継続時間100時間を超える範囲に、データが密集する集団から外れた特異的な4個（図-7破線内）がプロットされている。今回の豪雨の累積雨量727mmは、これらの特異的な4個よりも遥かに大きく、更に突出した大きさであることがわかる。また、降雨継続時間の109時間は、2017年までの観測期間41年間で2番目の大きさであった。

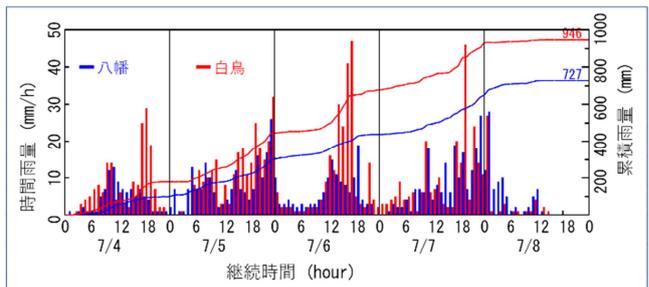


図-4 白鳥観測所と八幡観測所における降雨記録（国交省水文水質データベース）

図-6には八幡観測所の雨量データを用い、土砂災害警戒情報に用いる3段タンクモデルにより土壌雨量指数(気象庁, 2005)を求め、スネーク曲線とともに降雨状況の推移を示した。土壌雨量指数は7日夜半から200mmを超え、8日1時に最大の236mmに達している。奥田洞谷の山腹崩壊は8日2~3時の発生とされている。図-8に示すスネーク曲線は8日1時に最大値を示しているため、崩壊が起きた時刻を概ね裏付けたものといえる。

八幡における雨量データを用い、年最大累積雨量の分布が対数正規分布に従うとして年超過確率を求めると、今回の累積雨量727mmの超過確率は約850年となった。また、図-5に示す4個の特異な累積雨量の年超過確率は、大きさ順に46年(488mm, 1998年), 37年(477mm, 1981年), 32年(459mm, 1999年), 15年(399mm, 2014年)であった。

同様に、降雨継続時間について年超過確率を求めると、62年(118時間, 1998年)が最も大きく、次いで今回の33年(109時間, 2018年), 31年(108時間, 2014年)となる。このように、今回降雨による累積雨量は過去において類をみないもので、降雨継続時間も33年で観測史上2番目の長さであった。

4. おわりに

2018年(平成30)6月下旬から7月上旬の大雨により、郡上市大和町奥田洞谷の源頭部で崩壊土量約20,000m³の山腹崩壊が発生した。崩壊地は急峻で末端の崩土約5,000m³が溪流を流下したが、谷出口に設置された砂防堰堤で約4,000m³が捕捉され、溢れた1,000m³が砂防堰堤とその下流の溪流保全工との接続区間に堆積した。これにより、崩壊に伴い流下した崩土は、砂防施設で安全に処理された。

山腹崩壊の誘因となった降雨は、八幡観測所で累積雨量727mmを記録し、年超過確率は約850年を示した。また、降雨継続時間は109時間であり、1977年の観測以来2番目の長さであった。したがって、極めて稀な累積雨量を有する降雨であり、その継続時間も長かったといえる。

今回の降雨により、道路法面では変状や崩落、森林地帯では山腹崩壊や土砂流出が生じたが、土砂災害による人的犠牲は発生しなかった。これまで経験したことが無い多量の降雨であったものの、山地における山腹崩壊の発生は少なく、また崩壊に伴う崩土の流下があっても対策工で制御された箇所があった。岐阜県などによる防災対策事業が効果を発揮したと判断される。
謝辞

現地調査には、三重大学生物資源学部沼本准教授をはじめ、国土防災技術(株)静岡支店、アジア航測(株)名古屋支店、イデア(株)名古屋支店から参加いただき、地盤工学会中部支部の主導の下、岐阜県砂防課、岐阜県林政部の支援を受けて無事遂行することができました。

引用文献

国交省(2015) 水文水質データベース(www1.river.go.jp).

気象庁(2005) 土壌雨量指数 (<https://www.jma.go.jp/jma/kishou/known/bosai/dojoshisu.html>)

岐阜県(2018) 岐阜県域統合型WebGIS (<https://gis-gifu.jp/gifu/maps.action?md=birdseye>).

産業技術総合研究所地質調査総合センター, 2013, 地質図 Navi(<https://gbank.gsj.jp/geonavi/>).

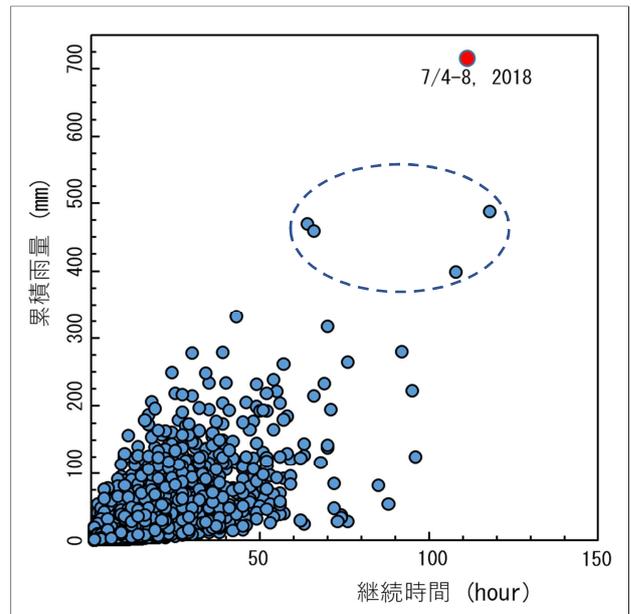


図-5 八幡観測所降雨データ(1977-2017年)を用いた累積雨量と継続時間の対比(国交省水文水質データベース)

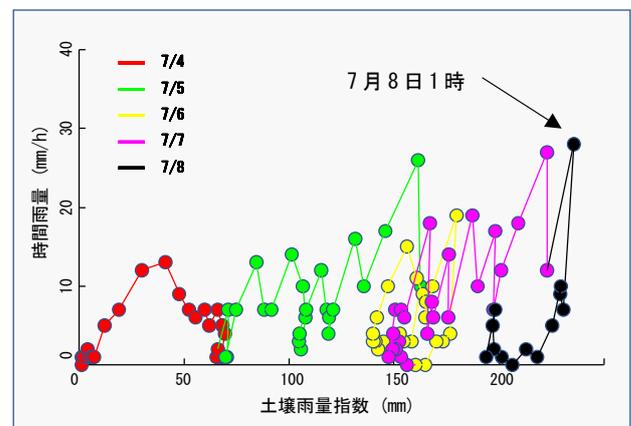


図-6 土壌雨量指数の変化とスネーク曲線(八幡観測所データ, 国交省水文水質データベース)