

平成29年7月九州北部豪雨地盤災害

斜面崩壊G

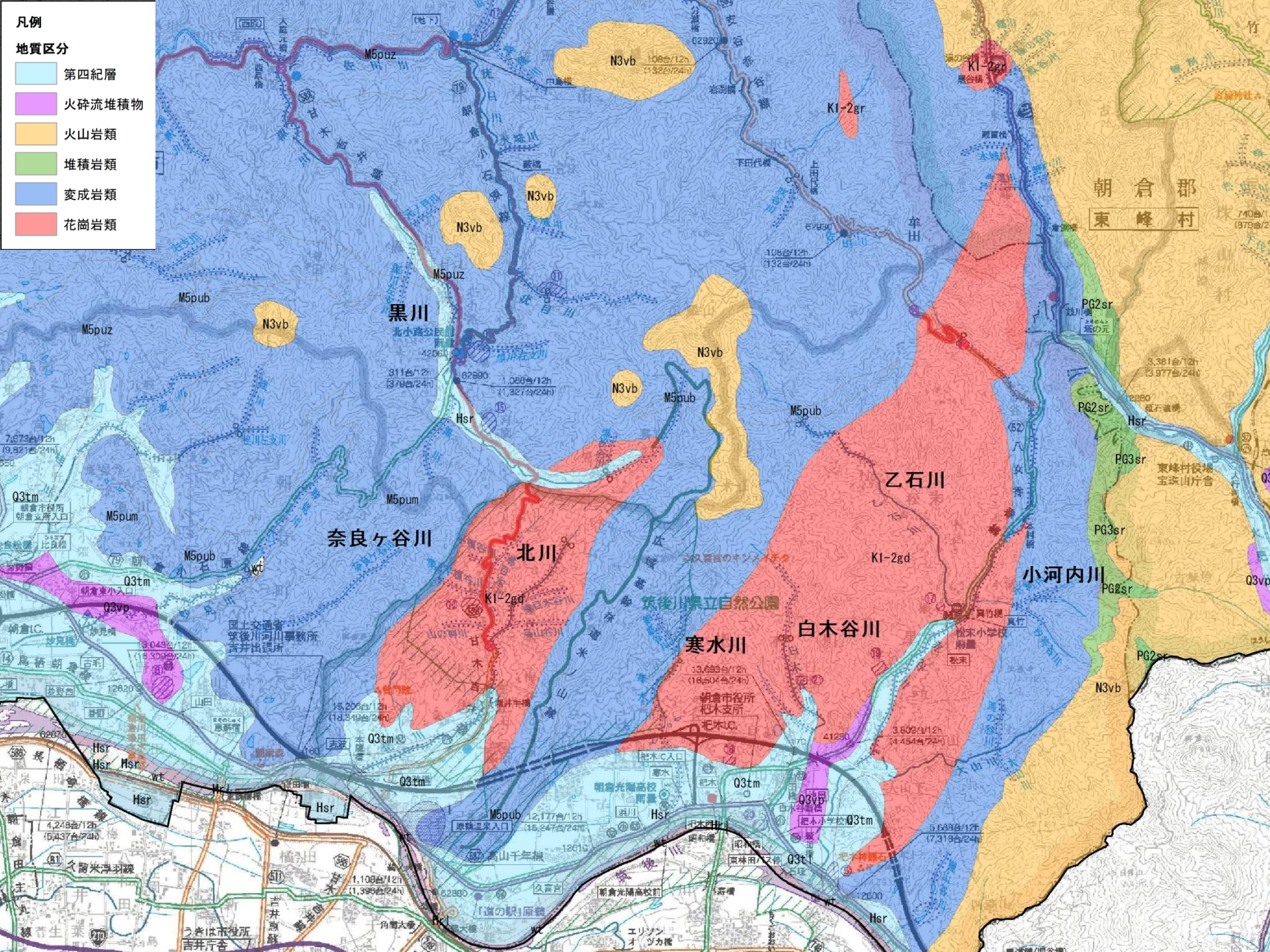
(社)地盤工学会 平成27年7月九州北部豪雨地盤災害 調査団
笠間清伸(九州大学)



凡例

地質区分

- 第四紀層
- 火砕流堆積物
- 火山岩類
- 堆積岩類
- 変成岩類
- 花崗岩類



添田花崗閃緑岩



新鮮・堅硬な花崗岩閃緑岩(乙石川)



亀裂が発達する花崗閃緑岩(乙石川)



風化して脆弱な花崗閃緑岩(北川)



玉葱状に風化する花崗閃緑岩(北川)

泥質片岩



比較的堅硬な泥質片岩(奈良ヶ谷川)



片理が発達する泥質片岩(奈良ヶ谷川)



風化が進んだ泥質片岩(奈良ヶ谷川)



著しく風化が進んだ泥質片岩(奈良ヶ谷川)

泥質片岩と花崗閃緑岩の境界部



泥質片岩に貫入した花崗閃緑岩(乙石川)



境界部の状況(乙石川)



変質した泥質片岩(乙石川)

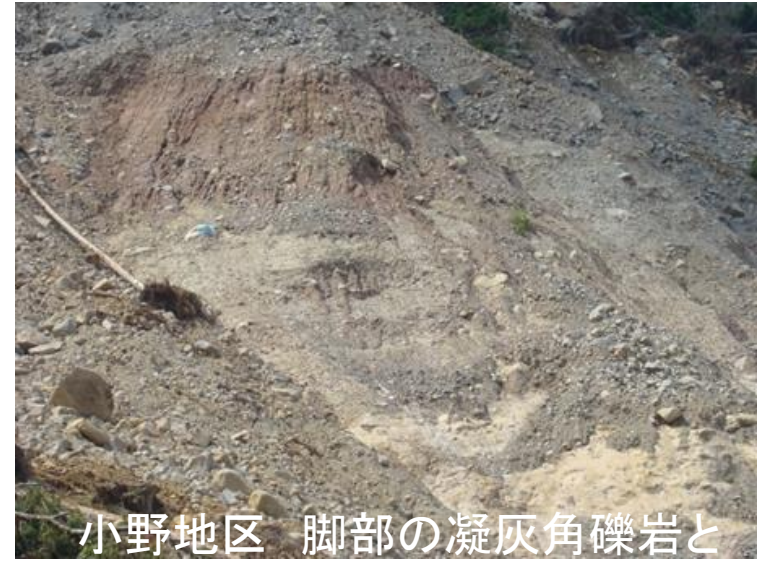


境界部の状況(北川)

豊肥系火山岩類



小野地区 崩壊斜面左隣の斜面中腹の柱状節理の発達する安山岩



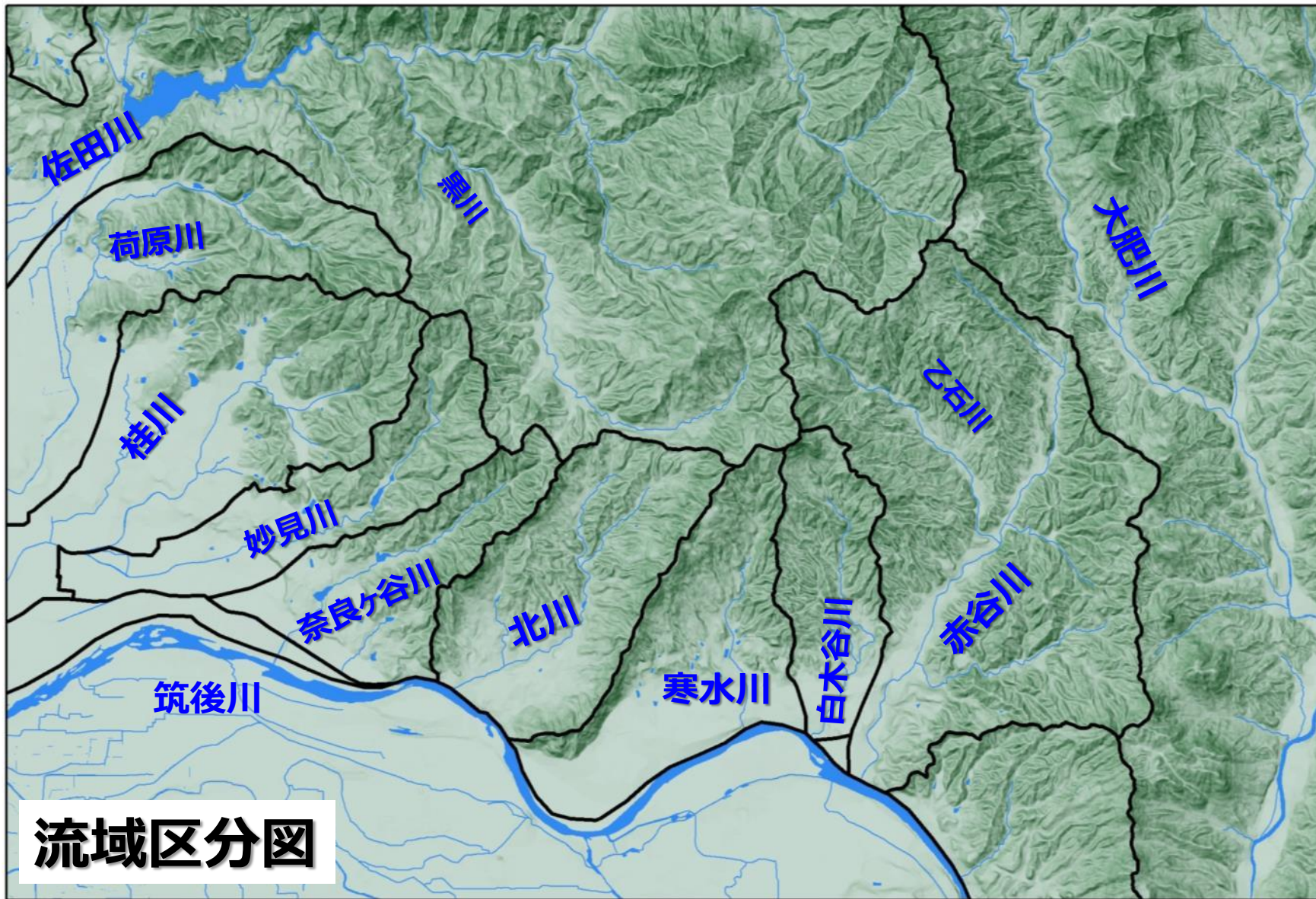
小野地区 脚部の凝灰角礫岩と火山礫凝灰岩



小野地区 自破碎溶岩の変質部



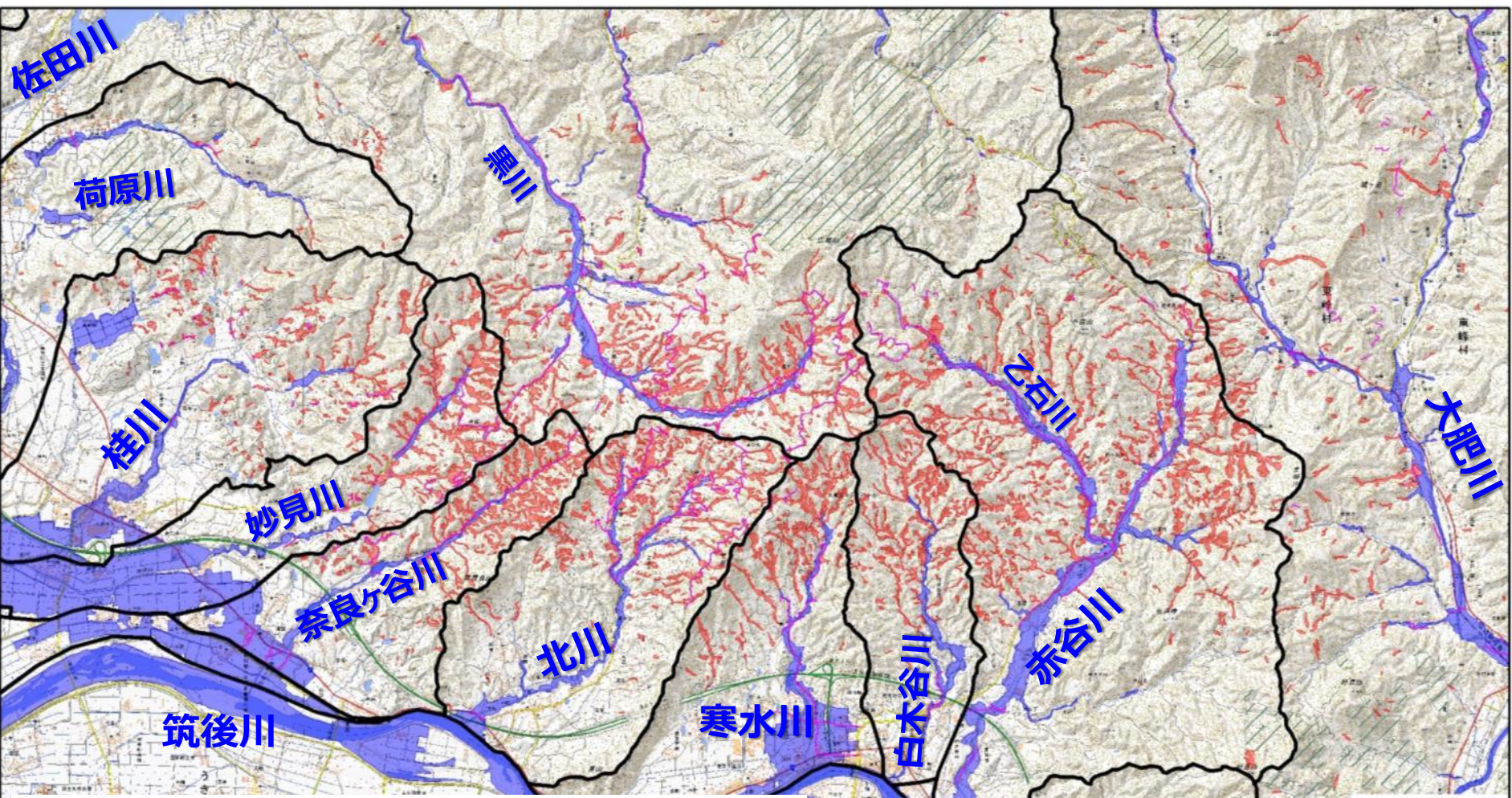
白木谷川源頭部 米山の安山岩



流域区分図



朝倉市土砂災害発生地域の流域と主な支川
荷原川と妙見川は桂川の支流の流域となるが、ここでは区別している。



崩壊地および洪水到達範囲図

凡例

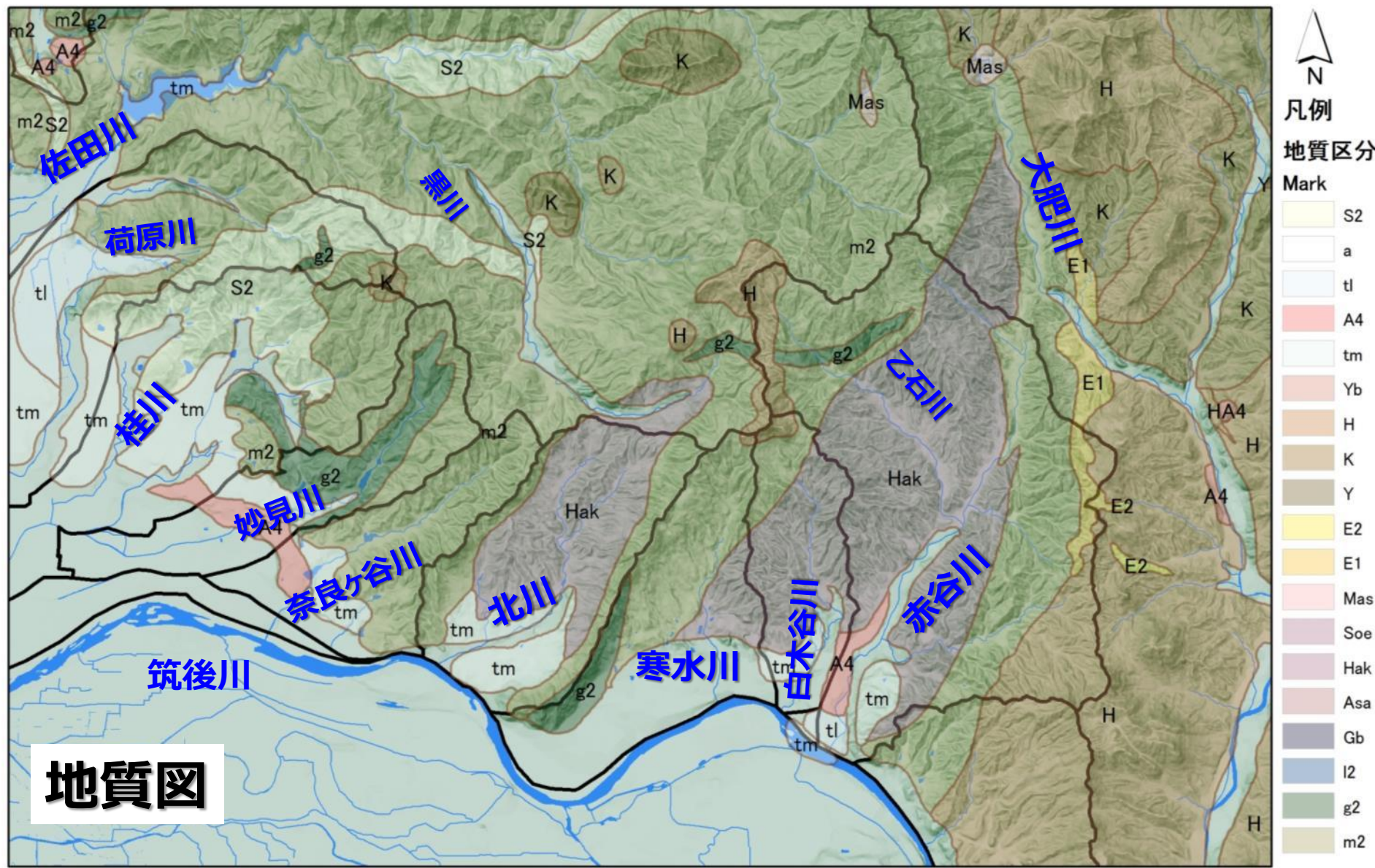
- 洪水到達範囲
- 土砂崩壊地
- 道路損壊
- 鉄道損壊

① 洪水到達範囲は、地形データに基づき、平成29年7月九州北部豪雨により生じたと考えられる土砂崩壊地、道路損壊、鉄道損壊・洪水到達範囲を判読したものです。
 ② 現地調査は実施してないことから、実際の崩壊、損壊又は到達箇所との相違がある場合があります。また雪やその影で判読できない箇所を範囲(黒色)で表しています。加えて、正射画像作成時(判読)とも緊急的に実施したことから位置は正確でない箇所もあります。
 ③ 土砂崩壊地は、長さ又は幅がおおむね50m以上の急傾斜地の崩壊(赤色)を表しています。崩壊地と崩壊地を1つの項目にとめて表現しています。また、保安対象との関係などから土砂崩壊地ではないものも含まれる場合があります。
 ④ 道路の損壊は、区間(ピンク色線)であらわしています。損壊ではなく道路上に土砂等が堆積している場合も含まれます。
 ⑤ 鉄道の損壊は、区間(紫色線)であらわしています。損壊ではなく鉄道上に土砂等が堆積している場合も含まれます。
 ⑥ 洪水到達の到達は、範囲(黒色)で表しています。

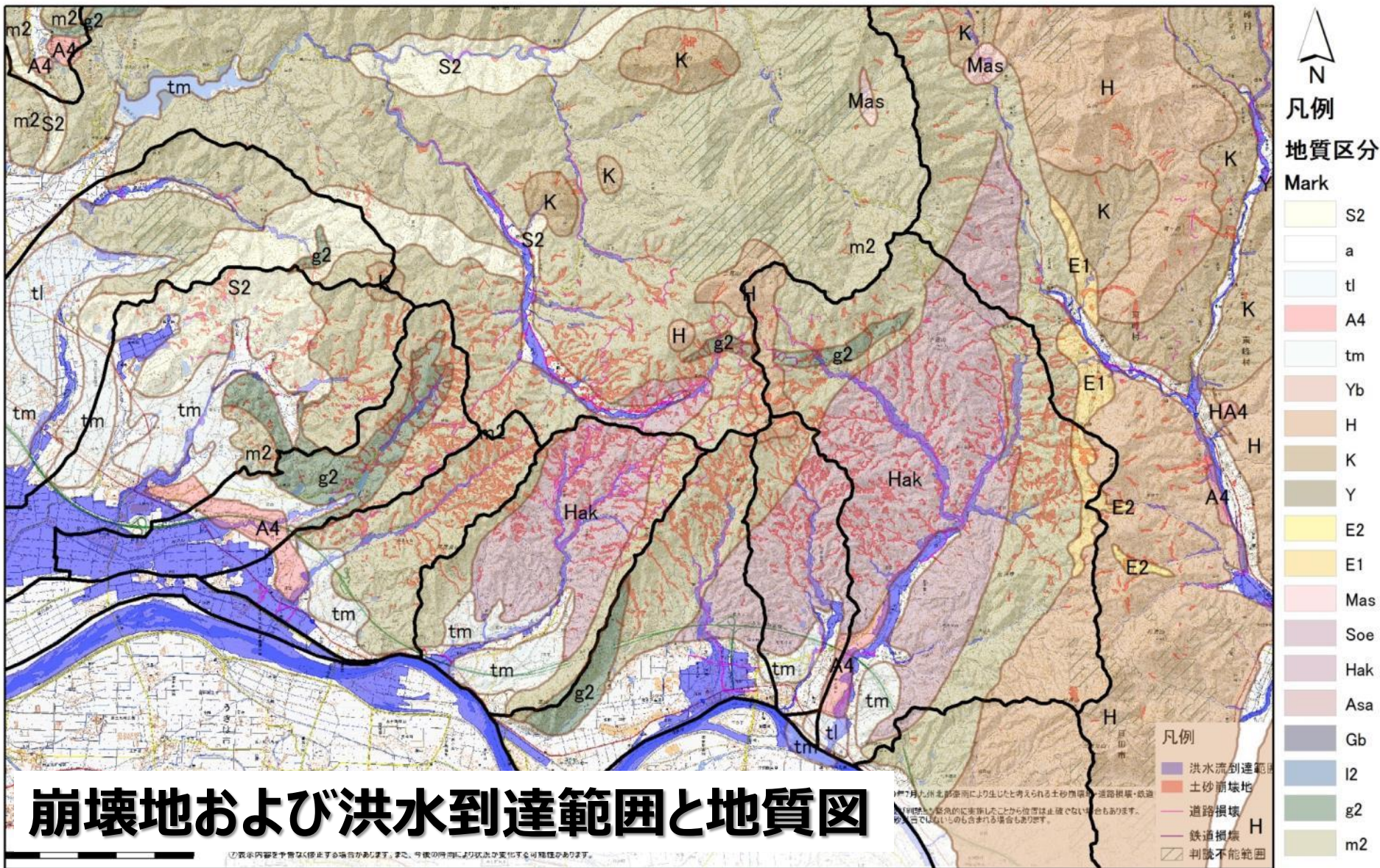


国土地理院提供

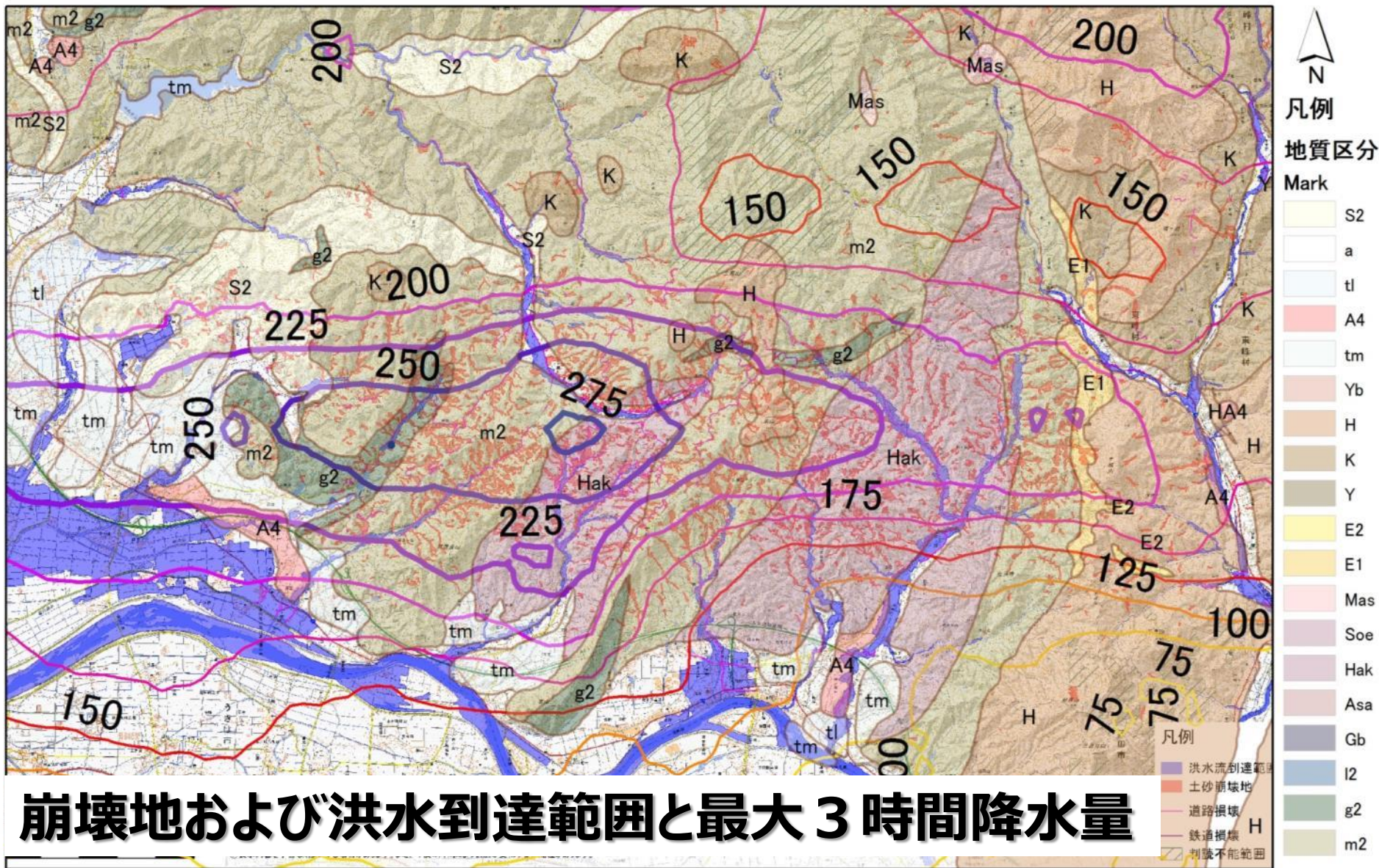




20万分の1地質図幅（福岡および熊本）よりトレースして作成



崩壊は主として片岩類・花崗岩類で生じているが、地質を問わず広い範囲で生じていることが分かる。



崩壊地および洪水到達範囲と最大3時間降水量

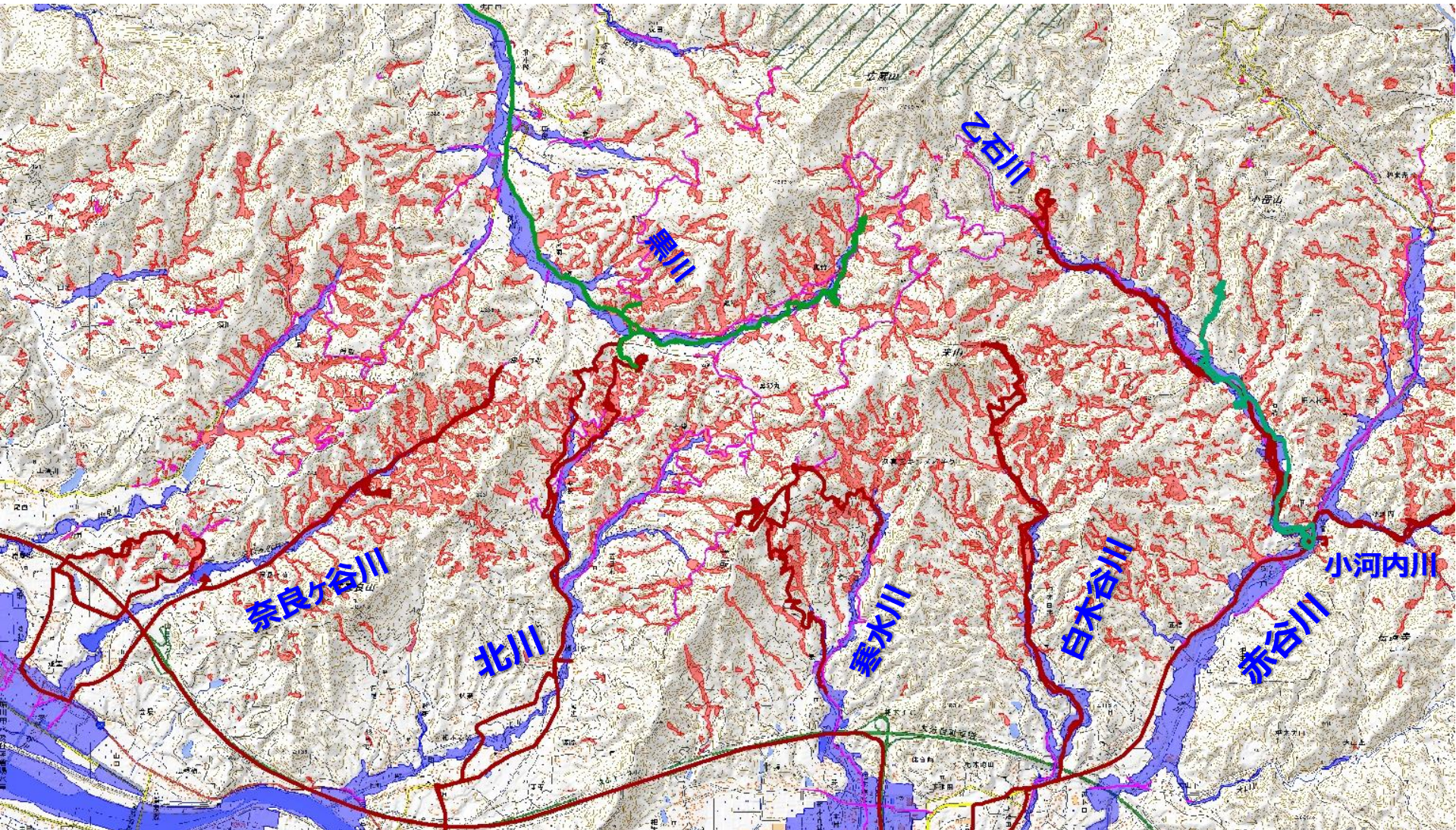
利用したデータセットは、国家基幹技術「海洋地球観測探査システム」：データ統合・解析システム (DIAS) の枠組みの下で収集・提供されたものである。

崩壊地の多くは最大3時間雨量が200mmを超える地域で生じているようである。ただし、白木谷川と寒水川では、150~200mmでも生じているところもある。→地山の状態の違い？

調査地

- 7月29日(土): 奈良ヶ谷川流域
- 7月30日(日): 小河内川流域と乙石川流域
- 8月5日(土): 白木谷川流域
- 8月6日(日): 乙石川流域
- 8月11日(金): 北川流域
- 8月12日(土): 寒水川流域
- 8月21日(月): 黒川流域
- 8月22日(火): 乙石川流域
- 8月26日(土): 日田市小野地区
- 8月27日(日): 日田市小野地区

調査ルート



流域単位での取りまとめ

- 奈良ヶ谷川流域
- 北川流域
- 寒水川流域
- 白木谷川流域
- 赤谷川(小河内川と乙石川を含む)流域
- 黒川流域
- 小野川流域

まとめ方

- 航空写真と調査ルート
- 国土地理院による崩壊判読結果
- 現地調査による全体的な被害状況
 - 崩壊域, **洗掘・侵食域**, 流下域, 堆積域
- 典型的な崩壊事例
 - 地質・地形・地盤工学的な視点
- 特徴的な崩壊事例
 - 地質・地形・地盤工学的な視点

乙石川



寒水川



奈良ヶ谷川



小河内川





白木谷川



白木谷川



北川



北川

北川・寒水川流域の花崗岩は、溪床に分布する場合でも風化による軟質化が見られる。
・今回の災害で、発生土砂量が多くなった原因の一つと考えられる。

寒水川(花崗岩分布域)



北川(花崗岩分布域)



基盤の花崗岩は流水によって侵食される程、
風化している。

広島県での土石流災害事例(花崗岩・流紋岩分布域)。溪床の基盤岩は硬質である場合が多い。

H11.6.29災害(広島西部山系)



H26.8.20災害(八木・緑井地区)



花崗岩分布域の一部で、粘土細脈を分離面とする崩壊が見られた。

粘土細脈:この写真の事例では、粘土細脈は分離面とはなっていない



粘土細脈が分離面となっている事例

花崗岩分布域の一部で、粘土細脈を分離面とする崩壊が見られた。

寒水川流域では、溪岸部で多く見られた。

↓
溪岸侵食に伴い、風化岩が不安定化し、粘土細脈を分離面として崩壊したものと推測される。

↓
本災害では、溪岸部の侵食が激しかった証拠の一つと考えられる。



※いずれの事例も、直線的な崩壊面が特徴的である

花崗岩分布域の一部で、粘土細脈を分離面とする崩壊が見られた。

北川流域では、最奥部崩壊の一部が粘土細脈を分離面としていた。



風化花崗岩が崩壊する際に、粘土細脈が分離面の一部となったと推測される。



0次谷部で確認された崩壊は、崖錐堆積物の崩壊が多かったが、一部には基盤岩を巻き込む崩壊があったことを示す。

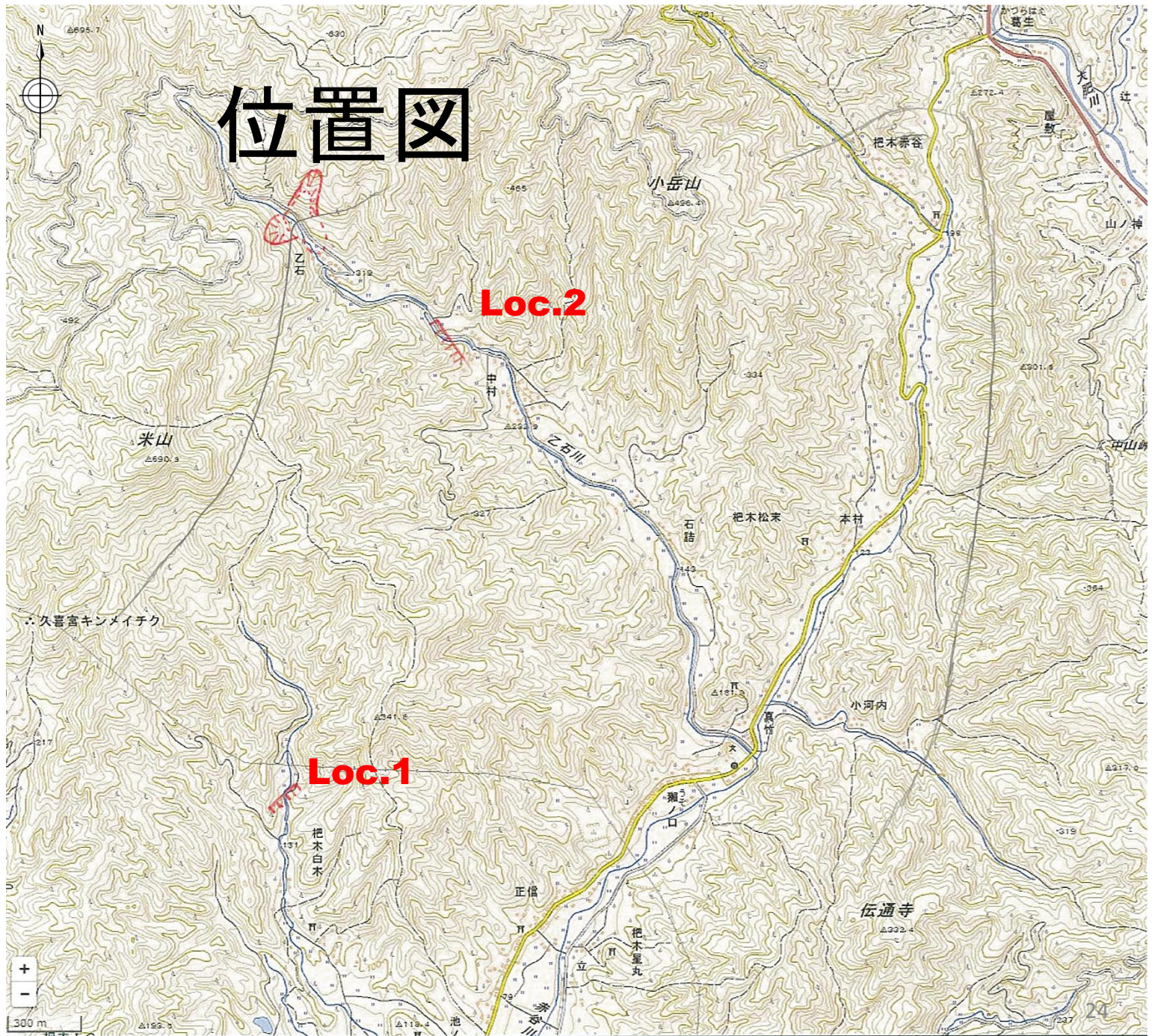
このあたりの粘土細脈は分離面となっていない



粘土細脈が分離面となっている付近



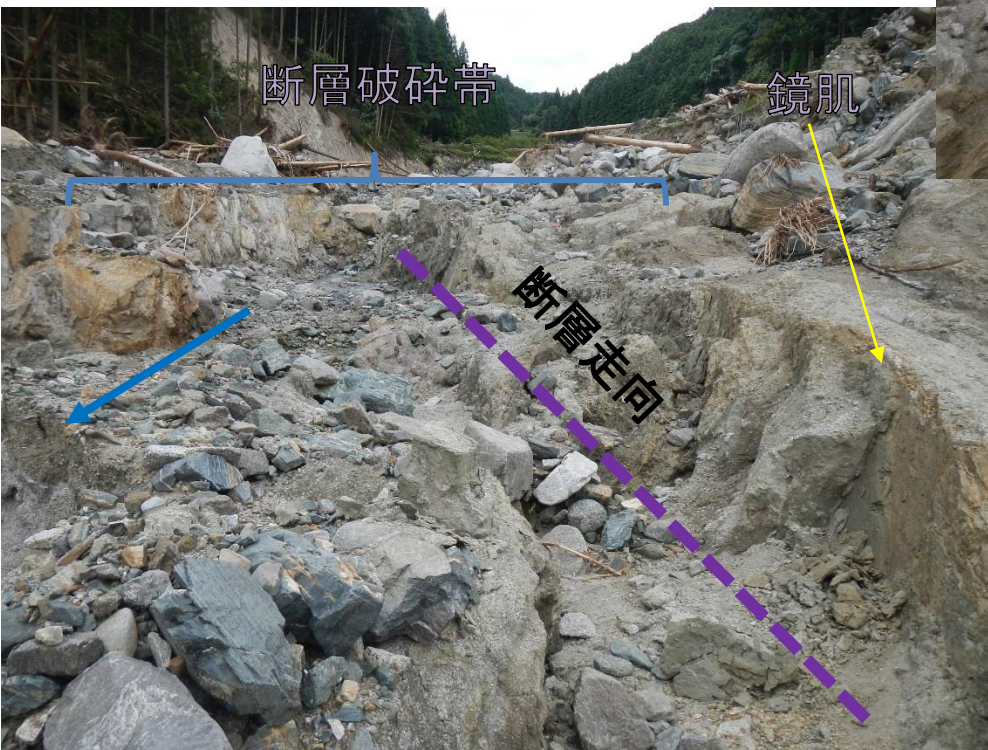
位置図



Loc.1 白木谷川河床の断層破碎帯とその上流部の河床の侵食

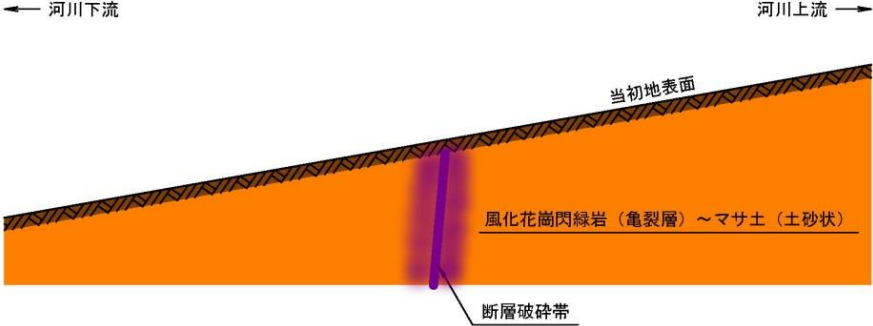


Loc.2 乙石川河床の断層破碎帯とその上流部の河床の侵食

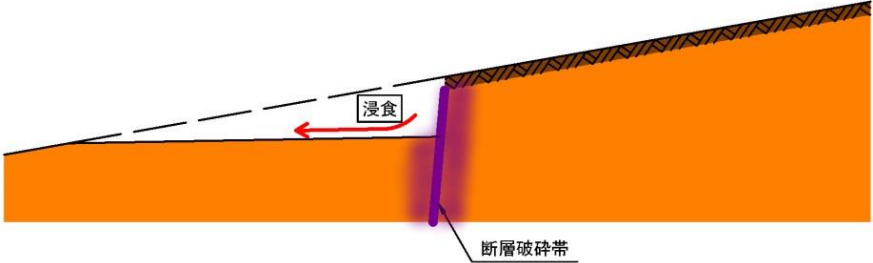


断面破碎帯より上流に見られる河床の侵食過程

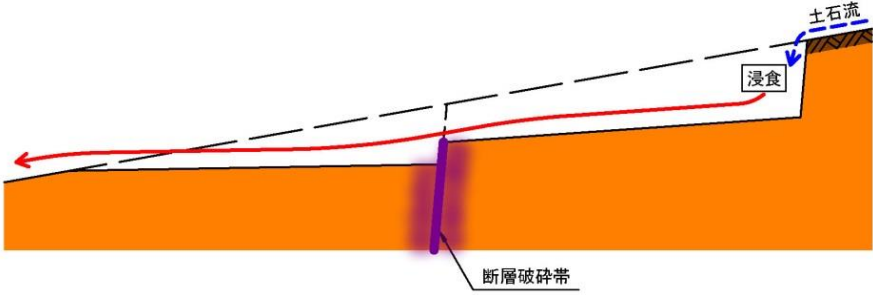
土石流発生前



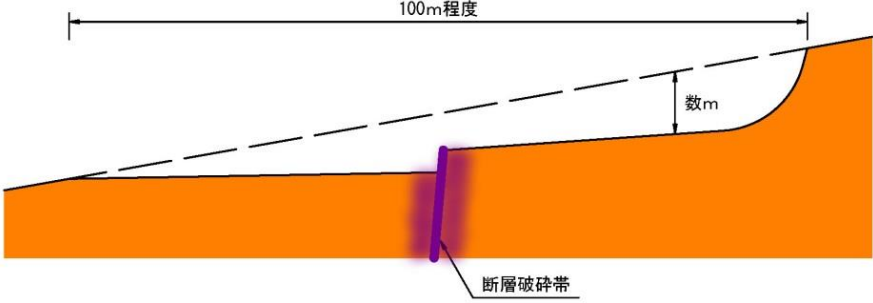
土石流発生



浸食拡大



現在



・土石流が増大あるいは流路が変化し、地質が侵食に弱いため侵食が上流側に拡大

・断層破碎帯より上流側で数mの深さの河床侵食が形成される

断層破碎帯と侵食に弱い地質の存在が、著しい河床侵食、土砂流出の素因となっていると想定される

岩石の風化作用

○ 把木花崗閃緑岩

岩盤→多亀裂性弱風化岩→まさ土→赤まさ
(鬼まさ)

○ 三郡変成岩類

岩盤→多亀裂性弱風化岩→岩塊・礫状
→粘性土

○ 豊肥系火山岩類

岩盤→多亀裂性弱風化岩→岩塊・礫状
(自破碎部は局所的に粘性土化する)

杷木花崗閃緑岩の風化形態



斜面全体がまさ土化した強風化部



岩芯が玉石状に残留する強風化部



河床で削剝された塊状の弱風化部

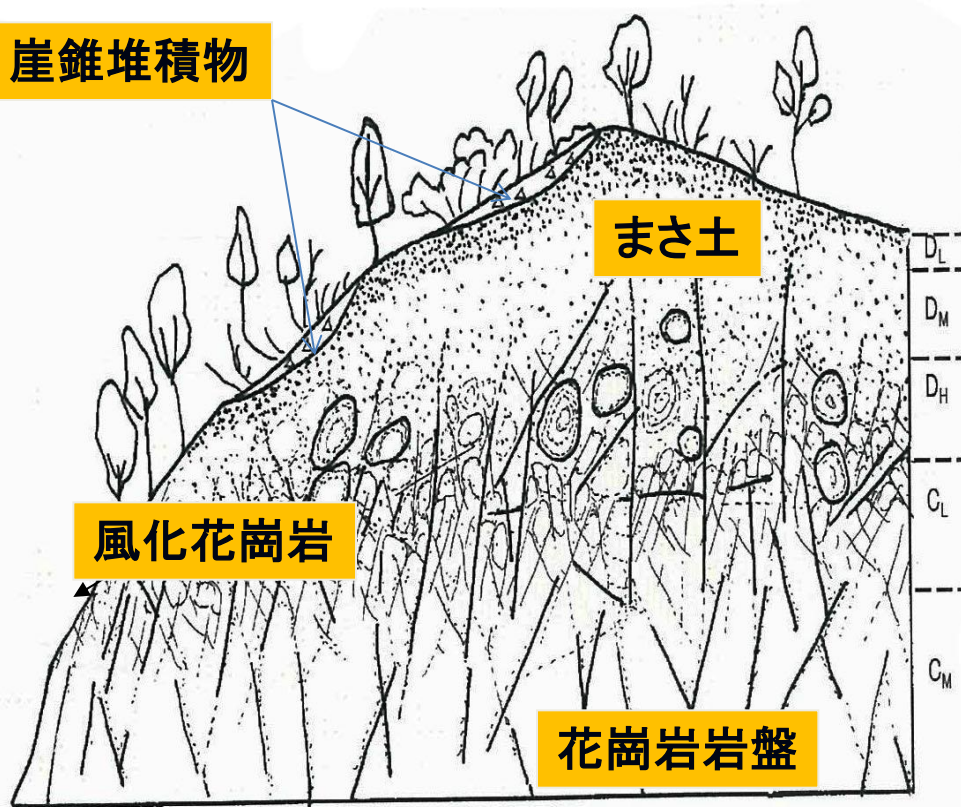


河床付近の弱風化部から強風化部へ

分類記号	坑壁・露頭	岩片の硬さ	風化の程度	節理面状態	節理間隔	コア	評価	V_p (km/s)
D		指でつぶれる	土壌化 所々に岩片	密着粘土化 割れ目不明瞭	5cm以下 ~破砕 コア砂~礫状		0.5	0.5
C_L		ハンマー打撃 で濁音, 容易 に崩れる	内部まで風化 造岩鉱物 粘土化	割れ目明瞭だ が粘土化密着	5~15cm 多 稜~岩片状		粘土化	2.0~3.0
C_M		濁音 割れやすい	全体褐色化 造岩鉱物の 変質目立つ	開口割れ目多 く, 粘土をは さむ	5~30cm 多 岩片~短柱状		透水性	2.0~3.0
C_H		やや濁音 割れにくい	全体やや褐色 造岩鉱物 やや変質	密着~やや開口 粘土を薄くは さむ	15~30cm 多 短柱状			2.0~3.0
B		金属音 割れにくい	割れ目沿い 褐色化 鉱物変質なし	密着~やや開口 粘土はさまず	30~50cm 多 短柱~棒状		疎度	2.0~3.0
A		金属音 割れにくい	新鮮	密着, 粘土 はさまず	50cm以上 コア棒状			4.0~5.0

不良 ← → 良

図1.2.3 模式的な岩盤分類——節理間隔は断層・節理の形成と密接な関係があり, 風化作用に
関係した他の要因とは必ずしも対応しないので, どちらか悪い要因を含む群に分類す
る。なお, 透水性は粘土化が進むにつれ矢印の方向へ変化する



風化花崗岩の岩区分の事例(土木学会編「軟岩」より)

花崗岩の模式断面図

風化花崗岩の岩級区分の事例

寒水川の源頭部の侵食・崩壊(片岩類)



奈良ヶ谷川(溪岸の大規模崩壊部)



左岸側溪岸斜面の大規模崩壊



崩壊頭部
崩壊深は浅く勾配は30°



滑落崖より上の亀裂



浅く幅広い範囲で表層崩壊



表層土と立木を押し流す

岩石の風化作用(2)

- キャップロック構造
 - 安山岩溶岩の侵食 → 除荷作用
 - キャップロックからの常時地下水供給
- 深層風化
 - 花崗岩類の異常なまでのまさ土化
 - リニアメントの収束帯
- エロージョン(侵食・洗掘)
 - 侵食・洗掘が拡大して崩壊へ
- 森林飽和
 - 植生の問題、大量の流木
 - 森林土壌の形成が悪い(薄い表層土)

白木谷川源頭部の侵食・崩壊



堆積した岩塊は安山岩 伐採地で発生



滑落崖の右肩部



○上位から安山岩、片岩、花崗岩の地層が分布する ○まさ土化した花崗岩が深く抉られる

深層風化(花崗岩類)



寒水川 まさ土採取場



小河内川下流域の溪岸崩壊



乙石川中流域溪岸崩壊



北川中流域溪岸崩壊

深層風化(變成岩類)



乙石川源頭部



寒水川源頭部



乙石川源頭部 崩壊面



寒水川源頭部 崩壊面

片岩地帯に多発している表層崩壊



奈良ヶ谷川溪岸崩壊



小河内川の伐採地の崩壊



黒川溪岸の洗掘崩壊



国道211号斜面の崩壊

今回の土砂災害の原因

誘因 : 異常な集中豪雨(線状降水帯)

24時間 829mm, 9時間(7/5 12:00~21:00) 774mm

最大時間雨量 129mm(観測所:朝倉市黒川北小路公民館)

素因 : 深層風化の進んだ地域

特に花崗閃緑岩のマサ土化が深部まで及ぶ
源頭部の大崩壊は地層境界で発生

キャップロック構造

→ 多亀裂性岩盤下位の厚いまさ土

戦後の植林(杉・桧)地の緊縛力弱さ

薄い表層土 根が深く入っていない&いけない

→ 大量の流木の発生

土砂災害の形態の特徴

源頭部 深層崩壊

- 地層境界からの崩壊が顕著
 - 表面流によるガリーが一挙に拡大
- 特に花崗閃緑岩の深層風化部

上流～中流域 土砂と流木の流出による洗掘

- 沢地形(凹地形)の至る所で表層崩壊やガリー侵食
- 溪床や溪岸の侵食とそれに伴う表層崩壊
- 家屋、道路、水路、ため池、砂防施設等の破壊

下流域 大量の土砂と流木の堆積

氾濫原が流路と化した

地質による斜面崩壊形態の違い

花崗閃緑岩地帯

- 攻撃斜面の溪岸や中流域の溪床では洗掘による表層崩壊や侵食が顕著である。
- 源頭部では崩壊深さが10m以上の規模の崩壊が発生している(深層風化の影響大)。
- 下流域へ大量の砂(まさ土)を供給している。

片岩地帯

- 表層崩壊が多い。30°以上の急斜面での発生
- 大量の崩積土が現地に残留している。
- 中流の溪床部では堆積土砂と風化土が流出。溪岸が洗掘され比較的新鮮な岩盤が露出。

まとめと今後の課題

今後の取り組み

- ・広域的斜面崩壊マップの作成
- ・各流域・地形・地質・地盤ごとの被害分析
- ・降雨指標による土砂災害危険指標との対比
- ・各種雨量指標に着目した土砂災害発生危険度の有効性評価
- ・広域的な斜面崩壊の時空間分析⇒発生土砂量・流木量の把握
- ・不安定斜面・土砂の抽出と対策法の提案
- ・気候変動に伴う降雨量の増加および降雨パターンの変化による土砂災害および流木災害の増加率評価

斜面崩壊Gメンバー(敬称略)

団員: 笠間(九州大学), 村上(福岡大学), 工藤(大分高専), 大嶺(長崎大学), 酒匂(鹿児島大学), 池見(九州大学), 若井(群馬大学), 福岡(新潟大学), 矢ヶ部(ジオセーフ), 柴田(ダイヤC), 佐藤(秀)(平成地研), 八木(中央開発), 山下(基礎地盤C), 佐竹(復建調査設計), 藤白(福山C), 上杉(ライト工業), 西本(エスイー)

協力メンバー: 北園(熊本大学), 阪口(アジア航測), 北川(ダイヤC), 岡本(福山C), 安次富・増山・黒柳(ライト工業), 中井(復建調査設計), 八尋・古川(九州大学)

連携メンバー: 鈴木(土木学会斜面工学小委員会)

注意

本報告内容は、速報的にまとめたものです。現地調査や資料分析等の詳細な調査により、今後内容が更新されることがあります。

謝辞

本調査研究の一部は、JSPS科研費17K20140および九州建設技術管理協会「建設技術研究開発助成」の助成を受けて実施したものです。付記して謝意を表します。