

# 平成30年(2018年)4月に中津市耶馬溪町で発生した山地崩壊について 最終報告概要

平成30年11月26日  
耶馬溪町金吉地区 山地崩壊原因究明等検討委員会

## 1. 災害の概要

### (1) 災害発生概要

- ・ 発生場所：中津市耶馬溪町金吉地区
- ・ 発生日時：平成30年4月11日午前3時40分～午前4時頃
- ・ 発生規模：幅約160m、長さ（水平距離：堆積域含む）約220m、最大深度約35m  
移動土塊量約13万m<sup>3</sup>
- ・ 雨量：災害発生前の2週間の雨量は合計6mm  
3月は日雨量50mm超の日が1回、20～30mm程度の降雨は5回発生  
(3月の降水量179mm：アメダス耶馬溪、当該地域の3月の平均降水量の124%)
- ・ 被害状況：死者6人、人家全壊4棟

### (2) 地質・地形

- ・ 災害箇所の地質は、約100万年前に噴出した耶馬溪火砕流堆積物（溶結凝灰岩）が、水中堆積層を挟んで約300万年前の新期宇佐火山岩類（熱水変質を受けた凝灰角礫岩）を覆っている。
- ・ 崩壊地は火砕流台地の縁辺部に位置し、崩壊地を含む斜面の状況は、大きく上部：急崖、中部：緩斜面、下部：急斜面の3つに区分される。このような地形は、周辺に多く認められる。(図-1, 図-2)
- ・ 下部の急斜面は谷地形となっており、常時湧水が観察される。湧水は無降雨時でも枯渇することがなく、豊富な地下水があることを示している。

### (3) 崩壊発生状況

- ・ 崩壊斜面は、移動土塊が残存するAブロックと、Aブロックからの崩土に覆われたBブロック、崩壊1、崩壊2からなる。(図-3)
- ・ Aブロックは、土塊が下方に30m移動した。それに伴い、Bブロックと崩壊1、崩壊2で崩壊が発生した。(図-4①⇒②)

## 2. 崩壊地の特徴等

### (1) 崩壊地の特徴

- ・ Aブロックは基岩の変質凝灰角礫岩を、数千年前の大規模崩壊による崩積土等が覆っている。今回はこの崩積土等が移動したものである。(図-4①⇒②)
- ・ Bブロックは、Aブロックからの崩土で覆われている。

### (2) 崩壊後の状況

- ・ AブロックおよびBブロックは崩壊直後に、少量の降雨でも活動が確認されており、非常に不安定であった。
- ・ Aブロックで応急対策として実施したボーリング暗渠工は、地下水を捕捉し、施工後は150mm程度の連続降雨があっても活動は確認されず、効果を発揮している。
- ・ Bブロックは、7月6日の降雨により左側壁部（斜面に向かって右）が崩壊している。

### (3) 地形の特徴

- ・ 崩壊発生前の地形は、溶結凝灰岩の急崖直下に段差地形を伴う凸型緩斜面が存在し、緩斜面の下部に谷を有する急斜面が形成されていた。
- ・ 今回の崩壊による滑落崖は、溶結凝灰岩の急崖直下の段差地形付近に形成されている。

#### (4) 地質（土質）の特徴

- ・ Aブロックは、移動土塊の溶結凝灰岩の巨礫層等で構成され、その下位の変質凝灰角礫岩の上面\*がすべり面となっている（\*末端部露頭やコア観察より移動土塊底面に変質凝灰角礫岩をわずかに取り込んでいることから、すべり面は変質凝灰角礫岩の“上面”としている）。
- ・ 基岩の変質凝灰角礫岩は、熱水変質を受け、崩壊や地すべりを起こしやすい粘土鉱物のスメクタイトの含有量が多い。
- ・ 地下水が集中しやすく、変質凝灰角礫岩の上面は凹状となっているため、スメクタイトがより生成されやすい環境下であり、すべり面の土質強度が低下していたと考えられる。

#### (5) 地下水の特徴

- ・ 崩壊地内の地下水は、水質分析や年代測定結果等から滞留時間が長い深層地下水の特徴を示しており、火砕流台地から浸透した水が地下水として崩壊地内に供給される水文地質構造があると考えられる。
- ・ 地下水は、無降雨時でも高い水位を維持し、水位低下も極めて遅い特徴があり、末端の湧水は無降雨時も継続的に観察される。

### 3. 崩壊の原因と機構

- ・ 崩壊の原因は、大きくは地下水と土質の影響が考えられる。
- ・ 地下水については、崩壊地は上方斜面から地下水が集まりやすい箇所であり、斜面内の地下水位が高い状態で推移しているため、斜面は長期にわたり地下水の作用を受けていたと考えられる。
- ・ 土質については、豊富な地下水により変質凝灰角礫岩の上面で風化が進み、スメクタイト含有量が増加するにつれて土質強度が長期にわたり徐々に低下したことが考えられる。
- ・ 崩壊の機構は、このような地下水と土質の原因が相互作用し、すべりに対する抵抗が弱まった結果、変質凝灰角礫岩の上面をすべり面とする崩壊（地すべり）に至ったと考えられる。
- ・ なお、地下水は複数年かけて上方斜面から供給されている可能性があることや、近年では地表の大きな変動が確認されていないことから、崩壊を事前に予測することは困難であった。

### 4. 対策工の計画

対策工については、応急対策により当面の間の安全を確保しつつ、恒久対策を着実に実施することとし、具体的な対策は次のとおりとする。

#### (1) 応急対策等（既設）

- ・ Aブロック左右両方からのボーリング暗渠工とBブロック内のボーリング暗渠工により地下水位を低下させつつ、Bブロック下部に防護柵や大型土のうを設置し河川等への土砂流出を防ぐ。
- ・ 崩壊地の活動について監視体制を整え、警戒避難対応を実施する。

#### (2) 恒久対策

- ・ 落石発生ゾーンは、広範囲に不安定な転石が点在していることからロープ伏工・覆式落石防護網工により転石の固定を図る。
- ・ 滑落崖ゾーンは、亀裂の発達した溶結凝灰岩の急崖であり法枠工・鉄筋挿入工により不安定岩塊の崩落および小崩壊の防止を図る。
- ・ Aブロックには多量の地下水があり、安定化を図るため集水井工・ボーリング暗渠工を施工し、地下水位を低下させることで活動を抑制する。加えて、土塊の安定性を高めるためにアンカー工等で土塊を抑止する。
- ・ Bブロックは、Aブロックからの崩落土塊の排土を行い、法枠工・鉄筋挿入工により法面保護や浅層崩壊の防止を図る。
- ・ 崩壊1は、風化した変質凝灰角礫岩が露出していることから法枠工及び枠内吹付工により法面保護

を図る。

- ・ **崩壊2** は、**土留工**により、不安定土塊の移動防止を図るとともに、集水地形であることから、**水路工**を計画し侵食の防止と迅速な排水を行う。
- ・ 対策工は、崩壊した斜面の状況や作業の安全性等を考慮しながら実施する。

## 5. 金吉川流域における危険地区の考え方

- ・ 今回のような崩壊現象は極めて希であるが、金吉川流域の火砕流台地縁辺直下の斜面に今回崩壊した箇所と同様の地形があることから、今後住民の安全を守る上では、危険となる可能性のある地区を抽出することが重要である。
- ・ 調査結果から「地形」、「地下水（湧水）」、「地質（土質）」に特徴が認められており、これらの特徴を基に金吉川流域における危険地区の抽出フロー（案）を作成した（表-1、図-5）。

## 6. 今後の取組に向けた提言

- ・ 対策工事については、地下水位の状況等のモニタリングを継続することで効果を確認することが必要である。
- ・ 金吉川流域においては、危険地区の抽出フロー（案）について具体的な判定方法を定めることが必要である。
- ・ 山地災害については、今回のような現象に限らず、近年多発する豪雨等により甚大な災害が起きる可能性があるため、日頃から地域での警戒避難体制の充実や防災意識の向上にむけた取組が重要となる。

以 上

## 耶馬溪町金吉地区山地崩壊原因究明等検討委員会の概要

### ○学識経験者による検討委員会設置 [6月28日(木)]

耶馬溪町金吉地区山地崩壊原因究明等検討委員会委員名簿	
氏名	経歴
下川 悦郎 (委員長)	鹿児島大学名誉教授、砂防学会元会長(28期)
落合 博貴 (副委員長)	一般社団法人日本森林技術協会 技術指導役 日本地すべり学会前会長
土屋 智	静岡大学名誉教授、日本地すべり学会元会長
浅野 志穂 (オブザーバー)	森林総合研究所治山研究室長、地すべり学会理事
鶴成 悦久	大分大学減災・復興デザイン教育研究センター 准教授
佐伯 知広	林野庁治山課 山地災害対策室長
広津留慶朗	大分県 中津土木事務所次長
井手上謙一	中津市 耶馬溪支所長

### ○第一回検討委員会 [7月23日(月)]

- ・災害の状況とこれまでの経緯
- ・地形地質調査等の状況
- ・崩壊原因及び対策工法等の検討

### ○第二回検討委員会 [8月27日(月)・28日(火)]

- ・崩壊原因及び対策工法等の検討

### ○中間報告 [8月28日(火)]

- ・対策工の決定、現在までの調査検討結果、今後の調査検討方針等

### ○第三回検討委員会 [10月31日(水)・11月1日(木)]

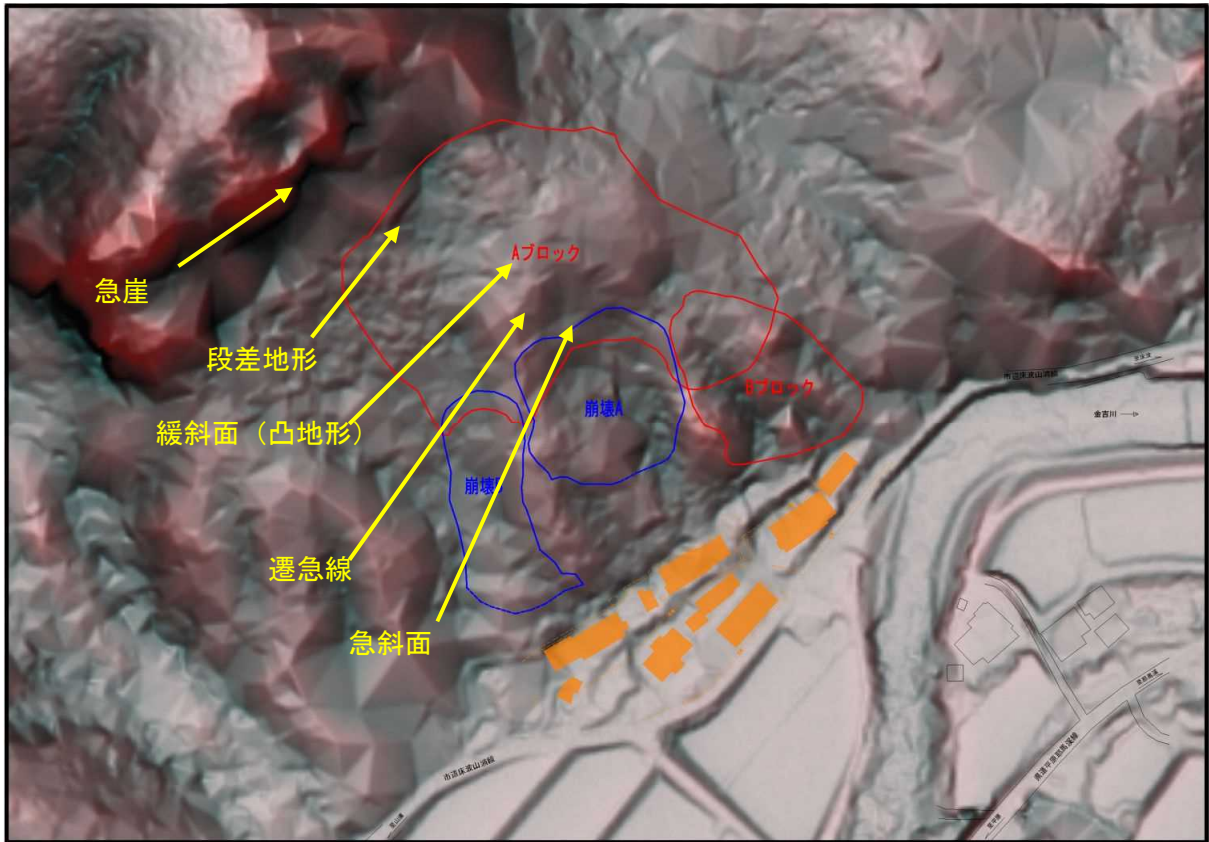
- ・現地調査
- ・崩壊原因の究明
- ・金吉川流域における危険地区の考え方

### ○第四回検討委員会 [11月23日(金)]

- ・崩壊原因の究明
- ・金吉川流域における危険地区の考え方

### ○最終報告 [11月26日(月)]

＜崩壊前 地形の特徴＞

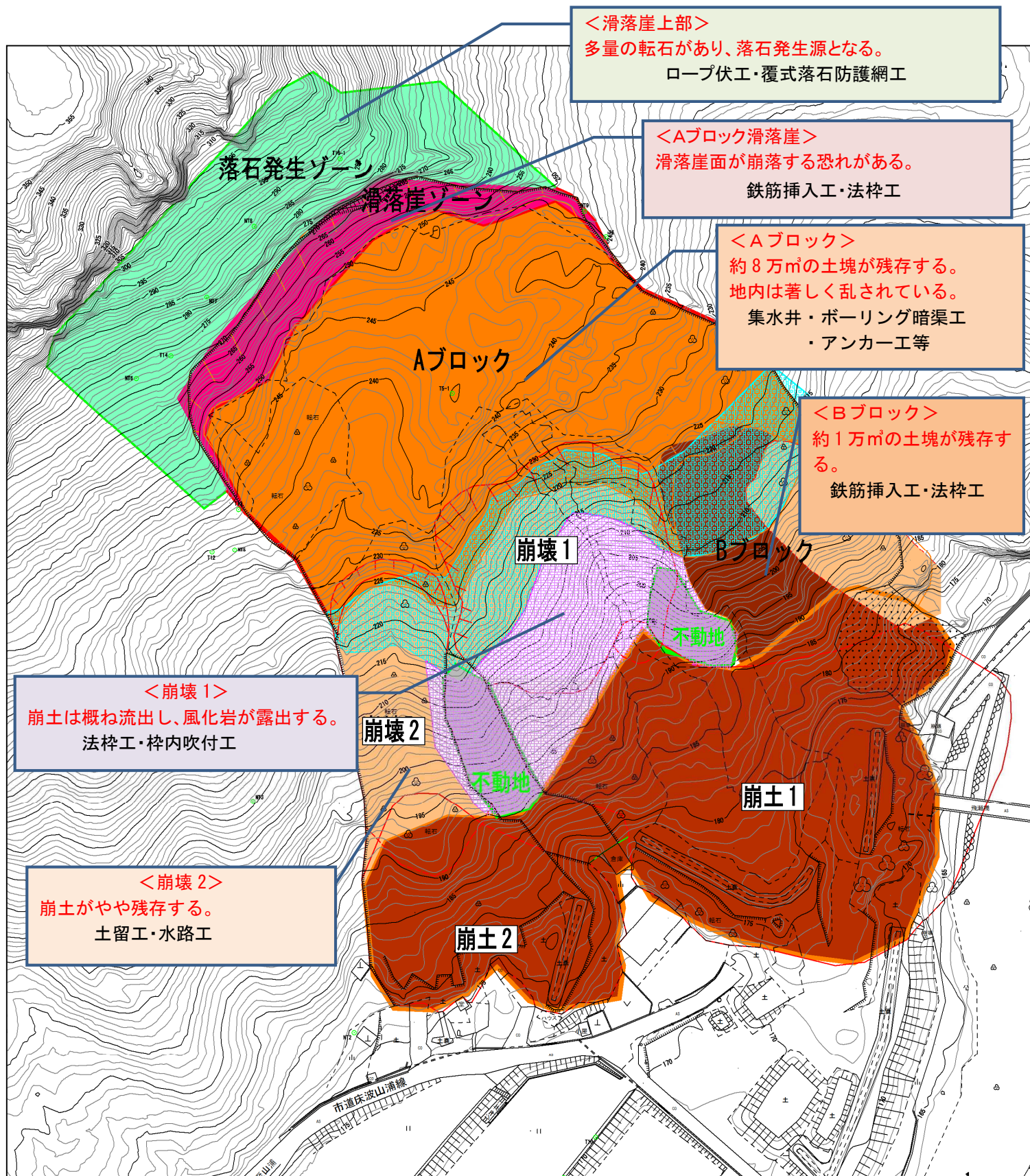


# <崩壊地周辺 地形図>

図-2



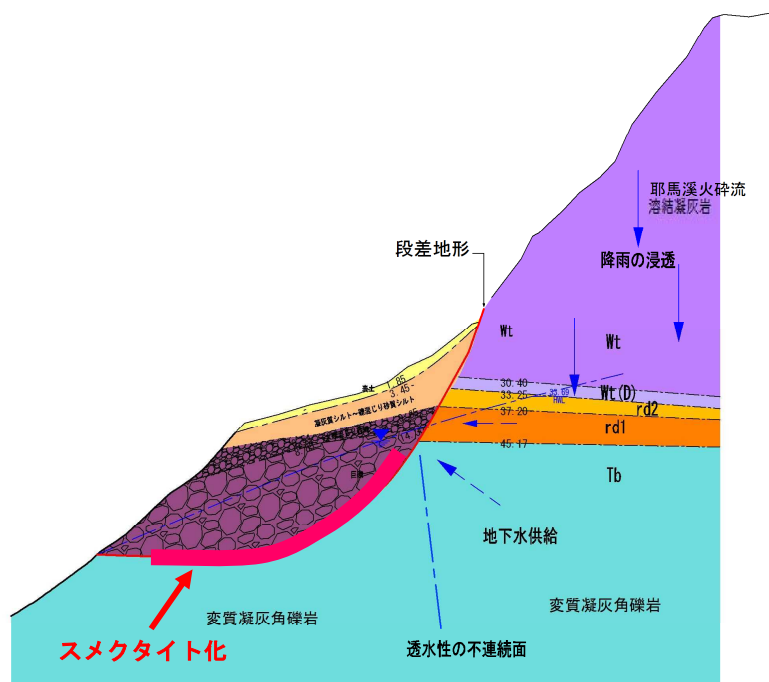
### <斜面の区分と現況>



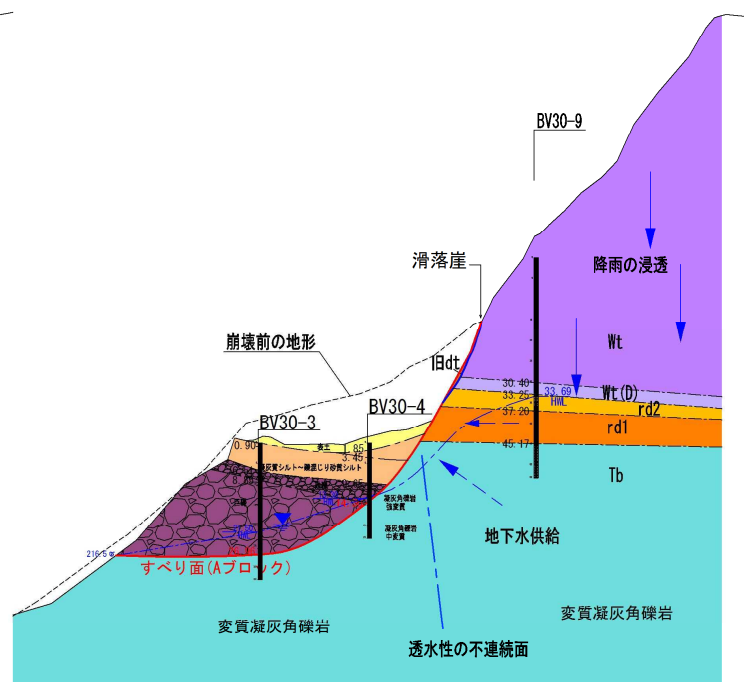
# 崩壊斜面の変化（イメージ）

## ① 平成 30 年崩壊前の状況

- ・地形は崩壊前 LP データによる。
- ・地層構成は H30 年ボーリング調査 結果から推定。



## ② 平成 30 年崩壊後の状況



地質年代	地質名	記号	
第四紀	崩壊土	dt	
		dt	
		dt	
	崖堆積物	tl	
更新世	耶馬溪火砕流堆積物	溶結凝灰岩	Wt
		非溶結部	Wt(D)
	上位水中地層	砂-シルト軽石層	rd2
	下位水中地層	砂-シルト互層砂礫層	rd1
新第三紀	宇佐火山岩類	凝灰角礫岩	Tb



表-1

## 金吉地区で確認された特徴・現象および抽出のための確認項目（案）

項目	金吉地区での特徴・現象	抽出のための確認項目
地形 (細密地形図の判 読による)	火砕流台地の端部の急崖部。	火砕流台地の急崖部(端部)
	斜面上部に段差地形が存在する。	斜面上部の段差
	斜面中腹部が緩斜面となる。	斜面中腹部の緩斜面
	緩斜面部が凸地形または平衡地形である。	緩斜面の形状
	緩斜面部の下部に急斜面がみられる。	緩斜面下部の急傾斜の存在
	急斜面部が谷状の地形を呈している。 急斜面部が岩盤で構成されている。	急傾斜地部の谷地形の存在 斜面下部の岩盤の存在
保全対象	保全対象直上のため被害が拡大。	斜面直下の保全対象の有無
地下水 (湧水)	豊富な湧水が認められる。	谷地形部の湧水の有無
	湧水のEC値が比較的高い。	水質(電気伝導度:EC)
	pHは中性から弱アルカリ性である。	水質(水素イオン指数:pH)
	湧水は深層地下水の特徴を持つ。	水質分析(年代測定/溶存イオン等)
	高い地下水位(降雨との関連低)を保ち水位低下速度が遅い。	地下水位
	地下水の集中する水みち/地下水盆の存在が伺われる。	地下構造の把握/地下水脈の存在
地質 (土質)	崖錐の堆積が確認される。	現地踏査/ボーリングコア観察
	湧水付近に粘土化した風化岩が存在。	現地踏査
	湧水点より下流に比較的硬質な露岩部が確認される。	現地踏査
	湧水付近の粘土化した風化岩にスメクタイトが多量に確認される。	土質試験(X線回折試験)
	風化岩(粘土化部)の交換性陽イオン量が多い。	土質試験(化学分析等)
	すべり面付近の土質強度が弱い。	土質強度試験(せん断試験、リングせん断試験等)
一度風乾するとスレーキングしやすい特性がある。	土質試験(岩石のスレーキング試験)	

# 金吉川流域における危険地区の抽出フロー（案）

