

阿蘇山における土砂災害対策の 計画段階評価

九州地方整備局
平成29年12月12日

1. 流域の概要①

— 特徴 —

- 阿蘇カルデラは、九州地方のほぼ中央部、熊本県の北東部に位置し、事業区域の阿蘇カルデラ内には、阿蘇市・高森町・南阿蘇村の1市1町1村が存在し、約4.5万人が居住している。
- 事業区域にある阿蘇山観測所の平均年降水量は約3,200mmであり、全国平均に比べて約2倍の降雨を記録している。
- 熊本県・大分県・宮崎県を結ぶ人流・物流の重要な幹線(国道57号・325号、JR豊肥本線)が存在している。
- 熊本県を訪れる観光客のうち約26.5%が、県内に宿泊する外国人観光客の約63%(約40万人)が阿蘇地域に集中している。

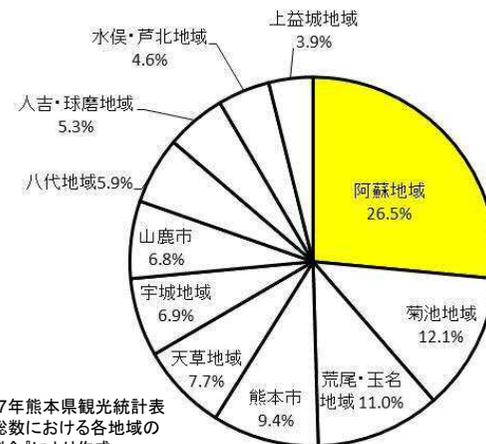
位置図



阿蘇カルデラの交通と観光の要所



H27地域別観光客総数に占める割合



【出典】『平成27年熊本県観光統計表 観光客総数における各地域の占める割合』により作成

阿蘇カルデラの降水量

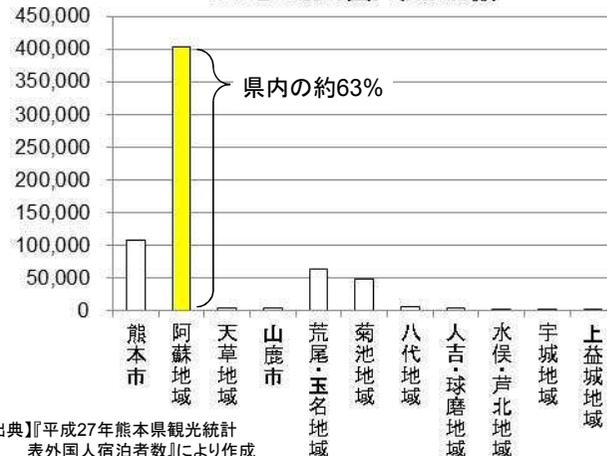
阿蘇山観測所の平均年降水量は約3,200mmと全国平均に比べて約2倍となっています。



出典 阿蘇地方・熊本市の平均: 気象庁HP 期間1981~2010年
 全国平均: 気象庁HP 全国51地点の平均値 期間 1981~2010年

単位: 人

H27地域別外国人宿泊客数



【出典】『平成27年熊本県観光統計表 外国人宿泊者数』により作成

1. 流域の概要② — 特徴(地形・地質) —

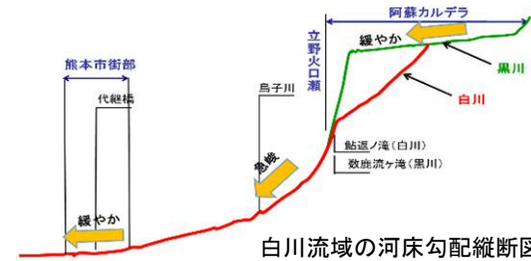
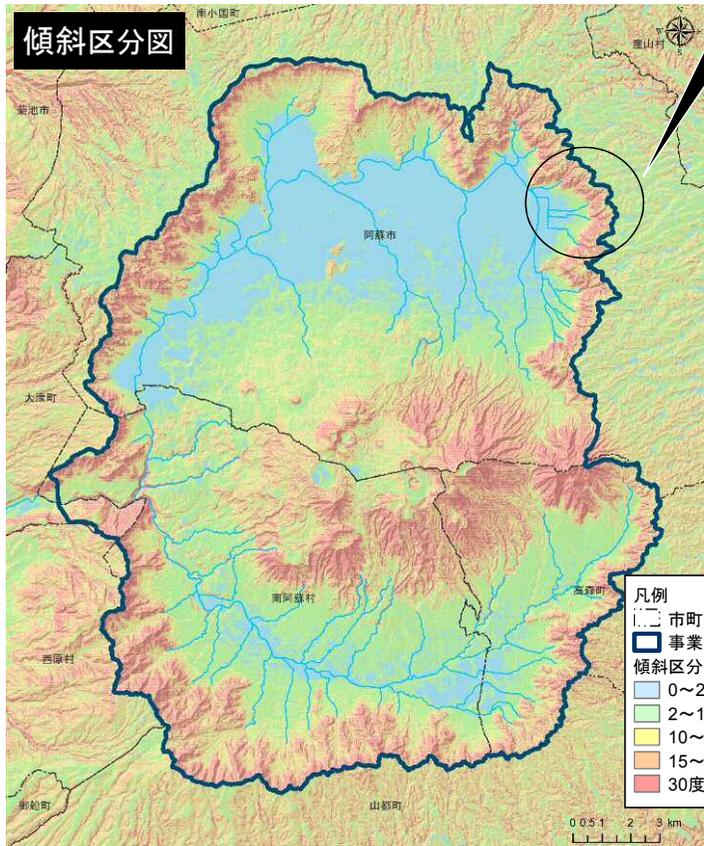
- 事業区域は東西18km、南北25kmにおよぶ斜面傾斜30度以上の切り立ったカルデラ内壁に囲まれており、中央火口丘群も急傾斜を成している。事業区域の平地を白川・黒川が流れる。
- 事業区域の地質は火山岩類及び崖錐堆積物が広く分布している。

地形



阿蘇カルデラ断面図

傾斜区分図



白川流域の河床勾配縦断面図

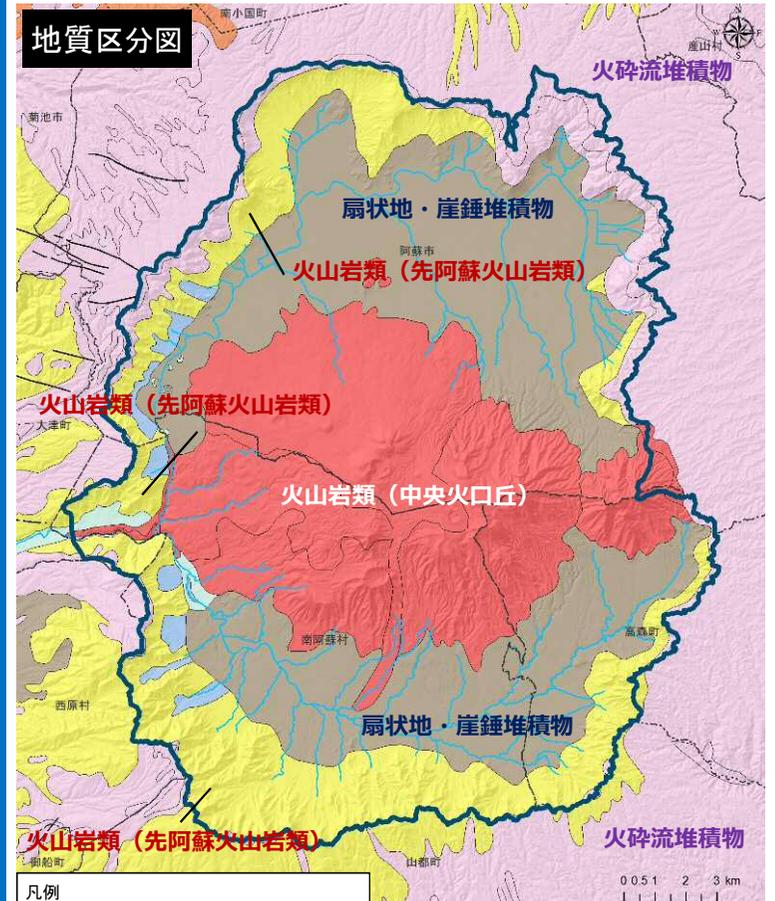
切り立ったカルデラ内壁



赤色立体図



地質

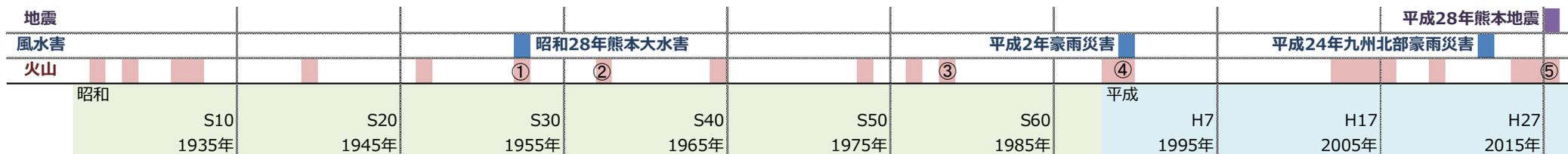


- 凡例
- 市町村界
 - 事業区域
 - 地質区分
 - 更新世-完新世_堆積岩類
 - 更新世_段丘堆積物
 - 更新世-完新世_扇状地・崖錐堆積物
 - 更新世_火砕流堆積物
 - 更新世-完新世_火山岩類(中央火口丘)
 - 更新世_火山岩類(先阿蘇火山岩類)
 - 中新世-鮮新世_火山岩類

【出典】20万分の1日本シームレス地質図
(産総研地質調査総合センター)を編集

1. 流域の概要③ - 過去の災害 -

- 事業区域では土砂災害が繰り返し発生しており、特に昭和28年、平成2年、平成24年は降雨による土砂災害で甚大な被害が発生している。
- 活発な火山活動が続ける中岳では、平成28年10月に第一火口において36年ぶりに爆発的噴火が発生し、阿蘇市をはじめ広域で降灰が確認された。



昭和28年熊本大水害



旧白水村(現南阿蘇村)地先
(出典:熊本県大水害写真集)



旧熊本市役所庁舎前
(出典:熊本県大水害写真集)

死者・行方不明者: 563人
家屋全壊: 1,005戸
家屋流出: 850戸

平成2年豪雨災害



阿蘇カルデラ内壁の崩壊と土石流・
流木の氾濫(阿蘇市坂梨地区)



宮地地区市街地における流木の
氾濫(阿蘇市一の宮町宮地地区)

死者: 17人
住家全壊: 106棟
被害額: 100,192百万円

平成24年九州北部豪雨災害



阿蘇市手野地区
(出典:広報あそ九州北部豪雨災害特別号)



浸水の状況(阿蘇市内牧地区)
(出典:広報あそ九州北部豪雨災害特別号)

死者・行方不明者: 25人
住家全壊: 169棟
被害額: 68,537百万円

火山噴火



平成28年10月
噴火状況

平成28年10月噴火
住宅地の降灰状況



主な噴火災害

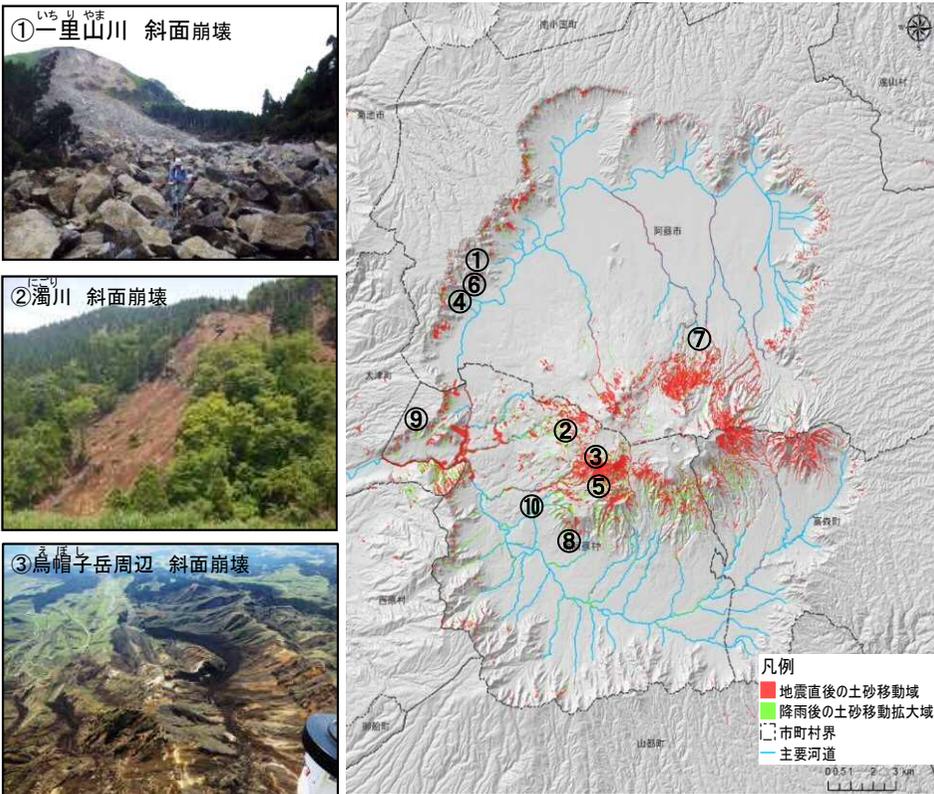
①	昭和28年 4月噴火	死者6名、負傷者90名、白水村・長陽村で土石流発生
②	昭和33年 6月噴火	死者12名、負傷者28名、山上広場の建物に大被害。
③	昭和54年 9月噴火	死者3名、負傷者16名、降灰950万トン
④	平成2年 4月噴火	降灰120万トン。着灰で一の宮町中心に3,700戸停電。
⑤	平成28年 10月噴火	中岳第一火口で36年ぶりに爆発的噴火。降灰は香川県・愛媛県でも確認。着灰で約2万7,300戸で停電。

1. 流域の概要④ — 平成28年熊本地震による災害 —

- 平成28年熊本地震とその後の降雨により事業区域において土砂移動が集中して発生。阿蘇カルデラ内壁や中央火口丘群周辺に多数の斜面崩壊や亀裂が確認された。
- 平成28年熊本地震後、梅雨期に入り阿蘇地域で降雨が発生（阿蘇山観測所で3～5年確率規模の日雨量：212.5mm（6月20日））。阿蘇カルデラ内で新たな斜面崩壊や土石流が発生。
- 平成28年熊本地震とその後の降雨による土砂災害による人的被害は死者15名となった。（国交省調べH28.8.15時点）
- 平成28年熊本地震後、インバウンドの宿泊者数が約40%減少し、観光産業へも影響。

熊本地震とその後の降雨による土砂移動

- 平成28年熊本地震とその後の降雨で阿蘇カルデラ内において多数の斜面崩壊や亀裂が確認された



地震後の降雨で新たな斜面崩壊や土石流が発生

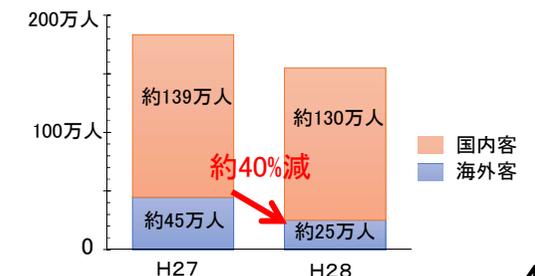


観光産業への影響

- 主要幹線(国道57号、325号、JR豊肥線)の寸断による地域経済への影響



- 平成28年熊本地震後、インバウンドの宿泊者数が激減



【出典】熊本県宿泊客数動向調査結果より集計

1. 流域の概要⑤ — 対策の経緯 —

- これまで当該地域では熊本県で砂防施設を整備。平成24年7月九州北部豪雨では、砂防施設により被害を防止した箇所もある。一方で、砂防施設が整備されていない箇所では甚大な被害が発生。
- 平成28年熊本地震では、南阿蘇村阿蘇大橋地区において大規模な斜面崩壊が発生。無人化施工技術やヘリコプターによる重機の輸送など、高度な技術が必要であるため直轄による工事を鋭意実施している。

平成24年九州北部豪雨による土砂災害



土砂・流木被害が発生

土砂・流木被害を防止



平成24年九州北部豪雨後に整備された砂防堰堤



坂梨地区砂防堰堤 (H26完) 北坂梨川1砂防堰堤 (H26完) 北坂梨川2砂防堰堤 (H26完)

阿蘇大橋地区(直轄施工)



重機を分解しヘリで空輸し山頂ヤードで組み立て



阿蘇特有の黒ボク土
地盤が泥濘化する厳しい現場条件



現場から約1km
離れた操作室から遠隔操作



最大14台の無人化重機が稼働

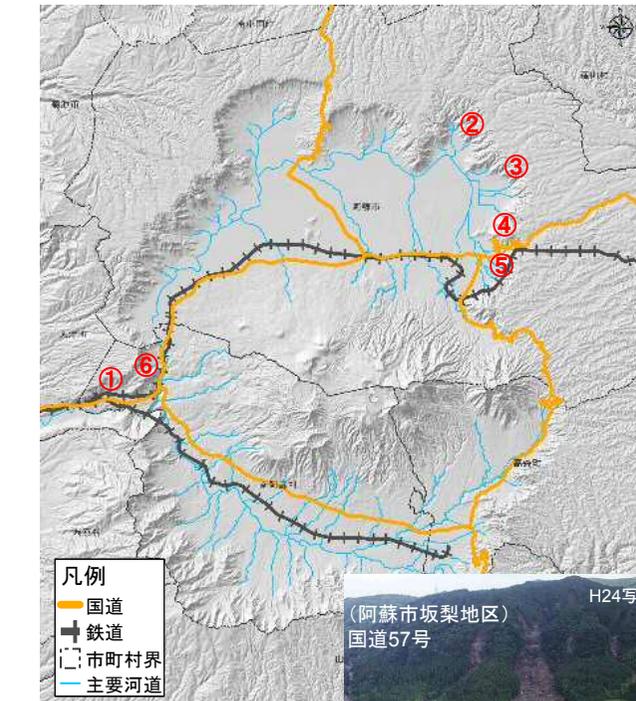
2. 課題の把握

<課題の把握>

- 事業区域では、これまで繰り返し土砂災害が発生しており、近年では平成24年7月九州北部豪雨及び平成28年熊本地震において人家や国道57号、JR豊肥本線が土石流等により甚大な被害が生じた。
- 平成28年熊本地震とその後の降雨により事業区域の溪流及び河川に土砂堆積がみられる。

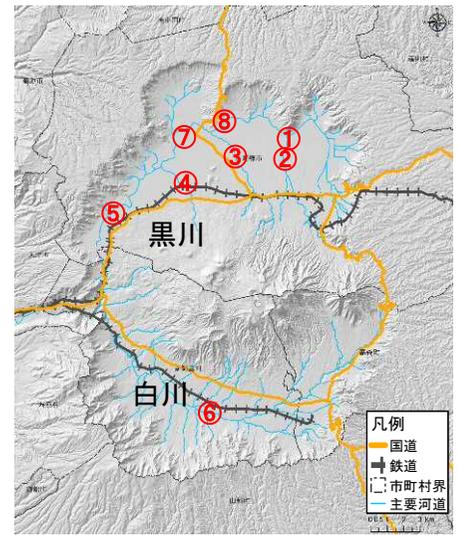
土石流等による直接的な被害

平成24年九州北部豪雨



降雨を起因とした土砂移動による土砂洪水氾濫被害

- 平成28年熊本地震とその後の降雨により事業区域の溪流及び河川に土砂の堆積がみられる。



平成24年7月九州北部豪雨の浸水被害状況

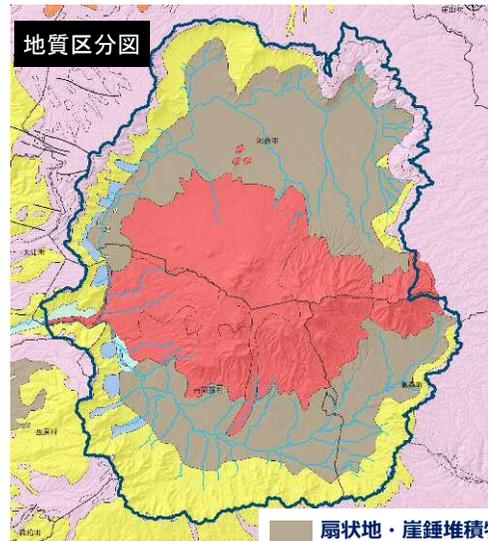
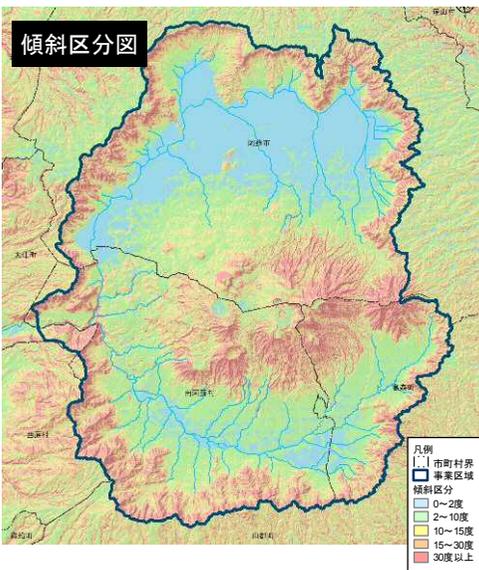


3. 原因の分析

<原因の分析>

- 阿蘇カルデラ内壁は斜面勾配30度以上の急崖地形であり、脆弱な地質である崖錐堆積物が広く分布している。また、事業区域の面積の約37%が土石流危険渓流となっており、かつ地震により地盤が緩んでいる。
- 白川上流と黒川は緩やかな河床勾配であり、事業区域の渓流や山腹等に不安定土砂が残存している。

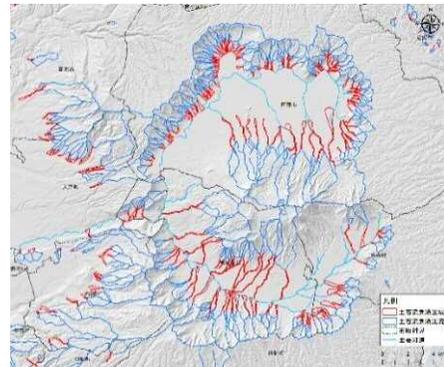
土石流等による直接的な被害



● 阿蘇カルデラ内の平地を白川、黒川が流れ、土地は主に農地として利用され、カルデラ壁直下に集落がみられる。

● 阿蘇カルデラ内の土石流危険渓流の割合は約37%を占める。(熊本県全体の割合は約17%)

	面積	うち土石流危険渓流	土石流危険渓流面積率(%)
阿蘇カルデラ内	約379km ²	約141km ²	約37%



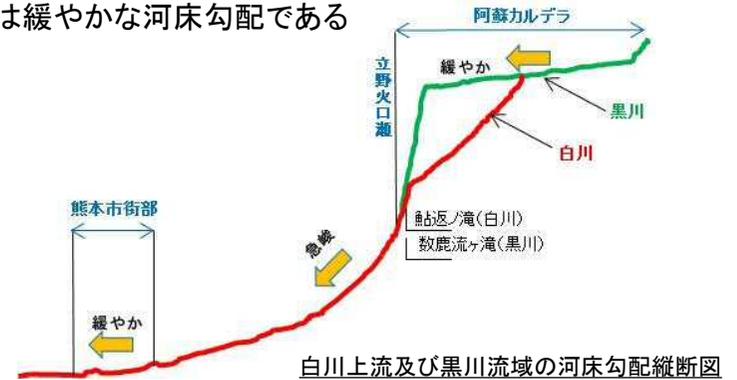
阿蘇カルデラ内に集中する土石流危険渓流

● 熊本地震後は地盤が緩み地震前に比べ土砂災害が増加

	熊本地震以前 H23~H27	熊本地震 H28.4.14~16	熊本地震以降 ~H29.9
土砂災害発生件数	36.4件/年	158件	66.8件/年

降雨を起因とした土砂移動による土砂洪水氾濫被害

● 白川上流と黒川は緩やかな河床勾配である



● 事業区域の渓流や山腹等に不安定土砂が残存している

にしゆのうら
①西湯浦川

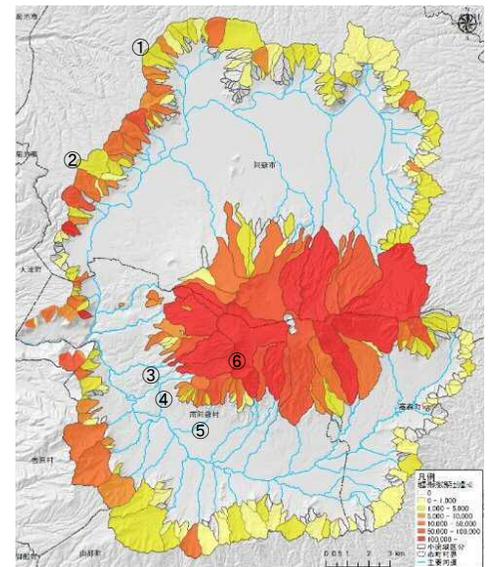
まといし
②的石川の亀裂

たるたま
③垂玉川の亀裂

さんのうだに
④山王谷川

ひがしもた
⑤東下田川

えぼしだけ
⑥烏帽子岳



不安定土砂量
多い 少ない

4. 政策目標の明確化、具体的な達成目標の設定

課題の把握

- 事業区域では、これまで繰り返し土砂災害が発生しており、近年では平成24年7月九州北部豪雨及び平成28年熊本地震において人家や国道57号、JR豊肥本線が土石流等による甚大な被害が生じた。
- 平成28年熊本地震とその後の降雨により事業区域の溪流及び河川に土砂堆積がみられる。

原因の分析

- 阿蘇カルデラ内壁は斜面勾配30度以上の急崖地形であり、脆弱な地質である崖錐堆積物が広く分布している。また、事業区域の面積の約37%が土石流危険溪流となっており、かつ地震により地盤が緩んでいる。
- 白川上流と黒川は緩やかな河床勾配であり、事業区域の溪流や山腹等に不安定土砂が残存している。

- これらより、阿蘇カルデラ内では土石流及び流木による被害及び降雨を起因とした土砂移動による土砂洪水氾濫被害のリスクが高く、ひとたび土砂災害が発生すると人的被害のみならず、主要交通網の寸断による住民生活等への社会的影響、物流・観光産業等への経済的影響が甚大である。
- このことから、これまでも熊本県において対策が行われてきたが、抜本的かつ集中的な対策施設の整備が必要である。
- 特に、熊本地震とその後の降雨により災害リスクが高まっている箇所において、集中的な対策施設の整備がまず必要である。

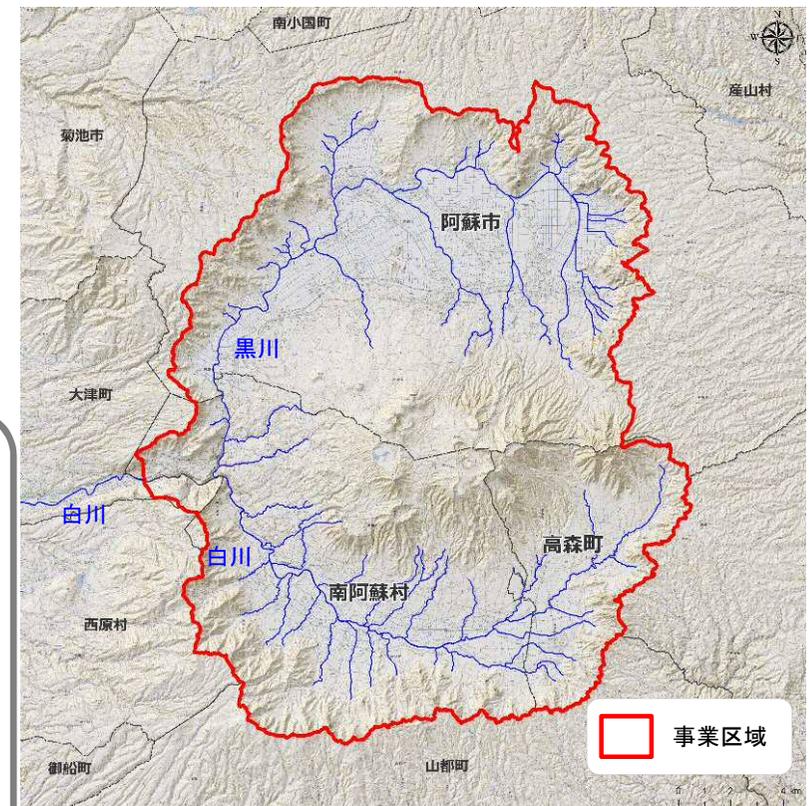
(達成すべき政策目標)

- ◆ 平成28年熊本地震とその後の降雨による集中的な対策の必要性を踏まえ、土砂移動に起因した災害に対して、安全度を向上させる。

(具体的な達成目標)

- ◆ 事業区域において計画規模100年超過確率規模の降雨量に伴って発生する可能性が高いと判断される土石流及び流木に対し、集中的な対策施設の整備を行い、集落等への直接的な被害が発生する恐れの高い溪流について防止・軽減するとともに、河川に流出する土砂量を低減し、白川・黒川における土砂洪水氾濫を軽減する。

< 事業区域 >



5. 複数案の提示、比較、評価（一次選定）

『具体的な達成目標』を達成可能で、阿蘇カルデラ内において実現可能な案であるかの観点で一次選定を行い、二次選定を行う対策案を抽出。

対策メニュー（主たる対策）			実現可能性	一次選定	
ハード対策	①	山腹保全工	山腹保全工（谷止工、のり切工、土留工、水路工、柵工、植生工等）	山腹保全工の目的である荒廃地等からの土砂生産を抑制することで、土石流被害の防止・軽減、土砂洪水氾濫被害の軽減が期待できる対策である。	○
	②	砂防堰堤工	砂防堰堤工	砂防堰堤工の目的である不安定土砂が堆積した溪流における土砂生産・流出を抑制することで、土石流被害の防止・軽減、土砂洪水氾濫被害の軽減が期待できる対策である。	○
	③	溪流保全工	溪流保全工＋床固工＋護岸工	溪流保全工の目的は乱流の防止、侵食の防止であり、土石流被害の防止・軽減、土砂洪水氾濫被害の軽減のためには土砂生産・流出を抑制する必要があることから、主たる対策とはならない。	
	④	遊砂地工	遊砂地工	遊砂地工の目的である不安定土砂が堆積した溪流からの土砂流出を抑制することで、土石流被害の防止・軽減、土砂洪水氾濫被害の軽減が期待できるが、広大な事業用地を必要とするため、数多くの小溪流の直下に集落等が形成されている当該地では主たる対策とはならない。	
	⑤	導流工	導流工	導流工の目的である土石流の氾濫を防止し、流向を制御することで、土石流被害の防止・軽減、土砂洪水氾濫被害の軽減が期待できるが、数多くの小溪流が密集する当該地において適切な導流が困難であるため、主たる対策とはならない。	
	⑥	土砂掘削	土砂掘削（浚渫）	土砂掘削の目的である河道の水位を低下させることで、土砂洪水氾濫被害の軽減が期待できるが、土石流被害の防止・軽減のためには土砂生産・流出を抑制する必要があることから、主たる対策とはならない。	
ソフト対策	⑦	警戒避難体制の整備	警戒避難体制の強化	警戒避難体制の強化により、土石流や土砂洪水氾濫に対して、人的被害の軽減が期待できるが、人的被害の防止や人家等の財産被害の防止・軽減が期待できないことから、主たる対策とはならない。	
	⑧	土地利用規制	土地利用規制	土地利用規制は家屋等の新規立地を抑制、既存家屋の移転を促すものであり、土石流被害の軽減、土砂洪水氾濫被害の軽減が期待できるが、土石流被害の防止が期待できないことから、主たる対策とはならない。	
	⑨	家屋移転	家屋移転	家屋移転により、土石流被害の防止・軽減、土砂洪水氾濫被害の軽減が期待できる対策である。	○

6. 複数案の提示、比較、評価（二次選定）

一次選定により抽出された対策案の二次選定

◎：プラス要素

▲：マイナス要素

	【案①】 山腹保全工を中心に整備する案	【案②】 砂防堰堤工を中心に整備する案	【案③】 家屋移転を中心に整備する案
効果	<ul style="list-style-type: none"> 崩壊地等の土砂生産抑制のため、土砂生産源における山腹保全工を中心に整備する計画。 	<ul style="list-style-type: none"> 溪流や支川からの土砂生産・流出抑制のために砂防堰堤工を中心に整備する計画。 	<ul style="list-style-type: none"> 直接的な土石流被害が想定される区域の建物を移転する計画。
安全度	<ul style="list-style-type: none"> ◎ 今後の降雨により土砂災害の発生の恐れが高く、甚大な被害が発生するおそれのある溪流において、家屋数約600戸について土石流による被害を防止。 ◎ 重要な幹線(国道57号・325号、JR豊肥本線)について土石流による被害を防止・軽減 	<ul style="list-style-type: none"> ◎ 今後の降雨により土砂災害の発生の恐れが高く、甚大な被害が発生するおそれのある溪流において、家屋数約600戸について土石流による被害を防止。 ◎ 重要な幹線(国道57号・325号、JR豊肥本線)について土石流による被害を防止・軽減 	<ul style="list-style-type: none"> ◎ 今後の降雨により土砂災害の発生の恐れが高く、甚大な被害が発生するおそれのある溪流において、家屋数約600戸について土石流による被害を防止。 ▲ 国道・鉄道等に対する対策とはならない
費用	約770億円	約150億円	約190億円
実現性	<ul style="list-style-type: none"> ◎ 既往の技術で対応可能 ▲ 点での対策となり、対策箇所以外での新たな崩壊や土石流に対して追加対策が必要となる。 	<ul style="list-style-type: none"> ◎ 既往の技術で対応可能。 ◎ 熊本県において、当該地域で砂防堰堤工が整備されており、これまでの実績より確実性、適応性が高い。 	<ul style="list-style-type: none"> ▲ 地域の合意形成が必要である。 ▲ 集落単位で人家は密集しており、同等の環境を有する移転代替地の確保が困難。 ▲ 個人資産の移転に際しては、原則的に国からの財政支出は困難である。
持続性	◎ 適切な維持管理により施設機能の維持は可能。	◎ 適切な維持管理により施設機能の維持は可能。	◎ 移転のため、恒久対策となる。
柔軟性	◎ 施設配置においては、現地状況に応じて施設計画を見直すことで、柔軟な対応が可能。	◎ 施設配置においては、現地状況に応じて施設計画を見直すことで、柔軟な対応が可能。	<ul style="list-style-type: none"> ▲ 多くの地域住民の総意が必要となるため、柔軟な計画を立てることが困難である。 ▲ 当該地域において顕在化している土砂流出に伴う土砂堆積等の問題解決は図られない。
地域社会への影響	◎ 保全対象の上流域での整備のため影響は限定的。	◎ 保全対象の上流域での整備のため影響は限定的。	▲ 地域コミュニティの消滅の可能性
環境への影響	<ul style="list-style-type: none"> ◎ 山腹斜面の植生回復に寄与する。 ▲ 自然公園法ならびに熊本県や市町村の景観・環境条例に基づき、景観・環境保全措置を講じる必要がある。 	<ul style="list-style-type: none"> ▲ 自然公園法ならびに熊本県や市町村の景観・環境条例に基づき、景観・環境保全措置を講じる必要がある。 	<ul style="list-style-type: none"> ◎ 環境に与える影響は限定的 ▲ 多くの保全対象が移転することで、市街地の様相が変化し、“文化的な景観”が消滅する可能性。
総合評価	△	○	×
	費用及び実現性の観点から、案②を基本として整備を進めることが優位と考える。		

7. 対応方針(原案)

平成29年12月7日 砂第201号

阿蘇山における土砂災害対策の計画段階評価に関する有識者委員会に諮る対応方針(原案)の作成に係る意見照会について(回答)

熊本県知事の意見

阿蘇山における土砂災害対策の対応方針(原案)に異論はありません。平成28年熊本地震とその後の降雨により災害リスクが高まっている箇所における集中的な対策について、可及的かつ速やかに国直轄による砂防事業に着手されるよう、特段の御配慮をお願いします。

対応方針(原案)

費用及び実現性の観点から、最も有利な案は、案②の「砂防堰堤工を中心に整備する案」であり、他の評価項目でも当該評価を覆すほどの要素がないと考えられるため、第②案による対策が妥当。