

九重山火山噴火緊急減災対策砂防計画書

(本 編)

令和6年3月

大分県土木建築部砂防課

目 次

火山噴火緊急減災対策砂防計画策定の目的	1
九重山火山噴火緊急減災対策砂防計画の概要	2
九重山における火山防災戦略	4
現状の把握	5
噴火シナリオの作成	10
想定される影響範囲と被害の把握	12
対象とする噴火シナリオのケース	22
対策方針の前提条件	27
対策方針の設定	28
緊急ハード対策	32
緊急ソフト対策	34
火山噴火時の緊急調査	36
平常時からの準備が必要な事項	38

火山噴火緊急減災対策砂防計画策定の目的

九重山火山噴火緊急減災対策砂防計画は、規模や発生時期の特定の予測が難しい火山噴火に伴い発生する土砂災害に対して、ハード対策とソフト対策からなる緊急対策を迅速かつ効率的に実施し、被害をできる限り軽減（減災）することを目的とする。

【解 説】

九重山では平成 7（1995）年に水蒸気噴火が発生したことを契機に、火山砂防事業、火山噴火警戒避難対策事業を実施している。

平成 12（2000）年には有珠山や三宅島で火山噴火が発生し、周辺地域に甚大な被害を発生させたが、火山噴火に対する警戒避難の心構えが事前に確認されていたことで住民避難がより迅速に行うことができ、人的被害はなかった。

このことより火山地域における警戒避難体制をはじめとする総合的な火山噴火対策の重要性が認識され、九重山では、平成 16（2004）年に「くじゅう山系火山砂防基本計画」が検討され、令和 3 年（2021 年）に硫黄山でのマグマ噴火を想定し「火山防災対策を検討するための九重山の噴火シナリオ」が改定された。あわせて噴火警戒レベルについても改定された。

しかし、発生時期の特定の予測が難しい火山噴火に対し、災害の防御に必要な砂防堰堤をはじめとしたハード施設の整備水準は、期待するほど向上しておらず、火山噴火の被害を完全に回避することは困難な状況にある。

そこで、火山が噴火した際の被害を回避あるいは出来る限り軽減するために、緊急時に講じるべき対策やあらかじめ実施しておくべき事項を定め、より円滑かつ緊急時に最大限の効果を発揮する計画を策定するものである。

九重山火山噴火緊急減災対策砂防計画の概要

…【計画編】 1. 緊急減災対策における計画方針(1.1)

九重山の噴火活動は、マグマ噴火と水蒸気爆発であり、17世紀以降の噴火はいずれも水蒸気噴火で、硫黄山周辺で発生している。マグマ噴火は1,600年前に発生しており、中長期的には今後もマグマ噴火が発生する可能性が高いといえる。最新のマグマ噴火は黒岳を形成した噴火活動であるが、将来噴火が発生しうる噴火口の位置を特定するのは難しい。しかしながら、黒岳噴火以前の活動としては大船山で複数回発生している。

このため、複数想定される火口のうち硫黄山を小規模な水蒸気噴火の発生する可能性が高い区域の代表ケース、大船山および硫黄山を規模の大きなマグマ噴火が発生する可能性が高い区域の代表ケースとし、これら噴火活動により生じる現象に対し対策を計画するものとする。

大船山および硫黄山以外で噴火が発生した場合は、本計画の内容に準じて対策を実施することとする。

■硫黄山周辺（水蒸気噴火の代表ケース）

硫黄山周辺では、水蒸気噴火による噴火活動が、少なくとも約1,600年前以降、何度も発生している。また、硫黄山の直下には、マグマから放出されるマグマ性流体の上昇通路が存在していると考えられ、今後とも長期にわたって、硫黄山周辺で水蒸気噴火を行う可能性が高い。したがって、硫黄山周辺を噴火位置として想定する。

■九重山全体

九重火山群における溶岩流、火砕流、降下火砕物等を噴出した噴火活動は、長期的には九重山の西部から東部へと移動しており、最新のマグマ噴火は、黒岳を形成した噴火活動である。しかし、今後長期的な火山活動の視野に立つと、噴火口の位置を想定するのは難しい。このため、黒岳の噴火活動以前に活発な活動を続けていた大船山（米窪火口周辺）および硫黄山を噴火位置として想定する。

硫黄山では、水蒸気噴火に伴い降下火山灰が周辺流域を覆い浸透能を低下させ、小規模な降雨でも土石流化し、下流域に影響を及ぼす土砂移動（以下、降灰後の土石流）が懸念される。

また、大船山および硫黄山では、マグマ噴火に伴い規模の大きい溶岩流や速度が速い火砕流といったいずれも高温の現象の発生が懸念される。

降灰後の土石流に対しては、ハード施設を整備することで対応が可能であるが、溶岩流、火砕流は規模が大きく、ハード対策で対応することは難しい。

したがって、下記の方針をもって対策を図るものとする。

硫黄山周辺	水蒸気噴火に対する緊急ハード・ソフト対策を優先的に実施する。 他の火口における対策は、硫黄山を例に計画した対策方針に準じて実施する。
-------	---

九重山系全体	マグマ噴火に対する緊急ソフト対策を実施する。
--------	------------------------

九重山における火山防災戦略

…【共通編】 1. 火山噴火緊急減災対策砂防計画策定の経緯(1.1~1.2)

九重山のような観光地域は、観光産業が地域経済の基盤であり、観光客や登山客が多く集まる場所でもあるため、これらを前提とした減災目標を定め、具体的な指標に沿った火山防災戦略を遂行していく必要がある。

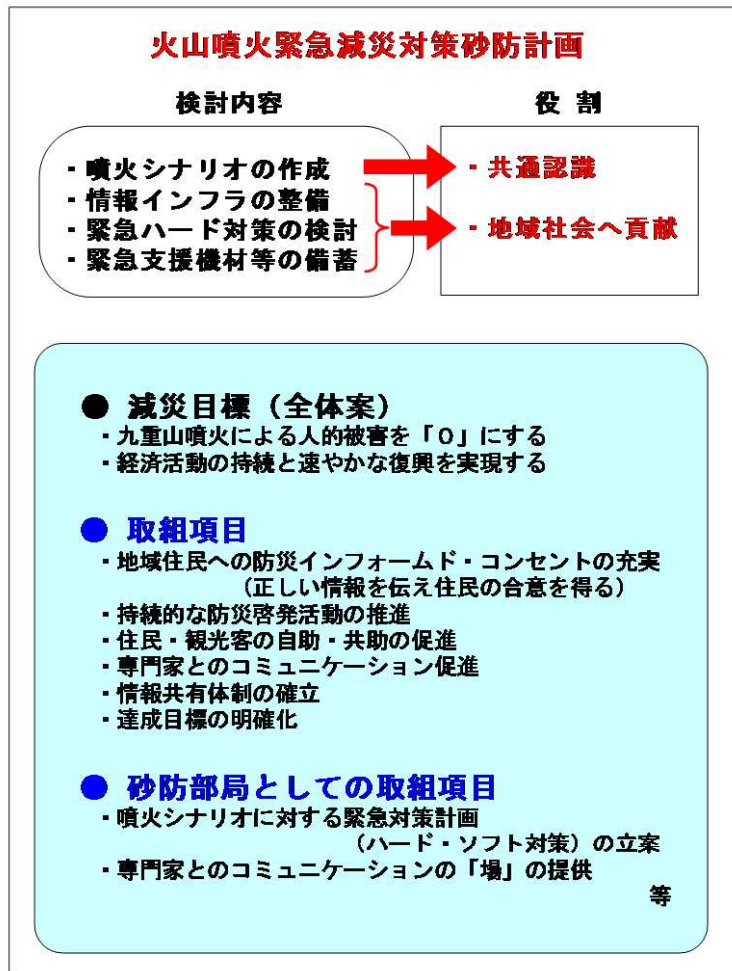
【解説】

減災目標として、第一は九重山噴火による人的被害を「ゼロ」にすることはもちろんのこと、経済活動の持続と速やかな復興を実現させ、地域経済への影響を出来る限り軽減することにある。

火山噴火という大規模で長期的な災害を及ぼす現象に対しては、一部の機関だけでは対応が難しく、関係機関が協力して対応を図る必要がある。

その共通の土台として、噴火シナリオ（想定される現象とその規模、及びそれらの推移を時系列にまとめたもの）を作成するものであり、共通の認識を深めた上で、関係機関が相互に協力し火山防災に対し取り組む必要がある。

関係機関全体で取り組む数ある事項の中でも、砂防部局として主として取り組んで行く必要がある項目としては、噴火シナリオに対する緊急対策計画（ハード・ソフト対策）の立案や、専門家とのコミュニケーションの「場」の提供である。



現状の把握

…【共通編】 2. 九重山の概要、3. 九重山における火山防災事業の現状

九重山周辺は、阿蘇くじゅう国立公園地域に指定されており、国有林・保安林が多く分布する。また、保全対象は少ないものの、観光・宿泊施設が多数存在する。硫黄山周辺では砂防・治山施設等のハード対策施設、また監視カメラや雨量計等ソフト対策施設が整備されており、大船山周辺は今後、『くじゅう山系火山砂防基本計画』に準じて、ハード対策・ソフト対策の整備を進める予定である。ただし、噴火シナリオや噴火影響範囲図など本計画の前提となる条件の見直しが行なわれた際には、最新の情報に準じるものとする。

【解説】

(1) 法規制区域

九重山の火山体の広い範囲は国有林となっており、山麓を含めた広範囲が保安林となっている。また、やまなみハイウェイを含むこれらの範囲は自然公園区域『阿蘇くじゅう国立公園』に指定されており、星生山から大船山にかけての火山体中心部は特別保護地区に指定されている。

(2) 保全対象の分布

九重山麓に分布する集落は、九重山の北側に4地域（長者原、吉部等）、北西側に5地域（筋湯、大岳、湯坪等）、南東側に12地域（有氏、板切等）、東北側に3地域（栢ノ木、高津原等）が存在している。

(3) 観光・宿泊施設の分布

九重山周辺の観光施設としては、山体の中心部から南側にかけての竹田市（旧久住町）側には法華院温泉、赤川温泉、ガンジーフาร์ม（観光牧場）等があり、山体の北側の九重町側にはやまなみハイウェイ沿いに長者原温泉郷（寒ノ地獄温泉、牧ノ戸温泉等）やキャンプ場が集中し、その他にも九州電力の八丁原地熱発電所展示館やグリーンパーク泉水キャンプ村等がある。

(4) ハード対策施設整備状況

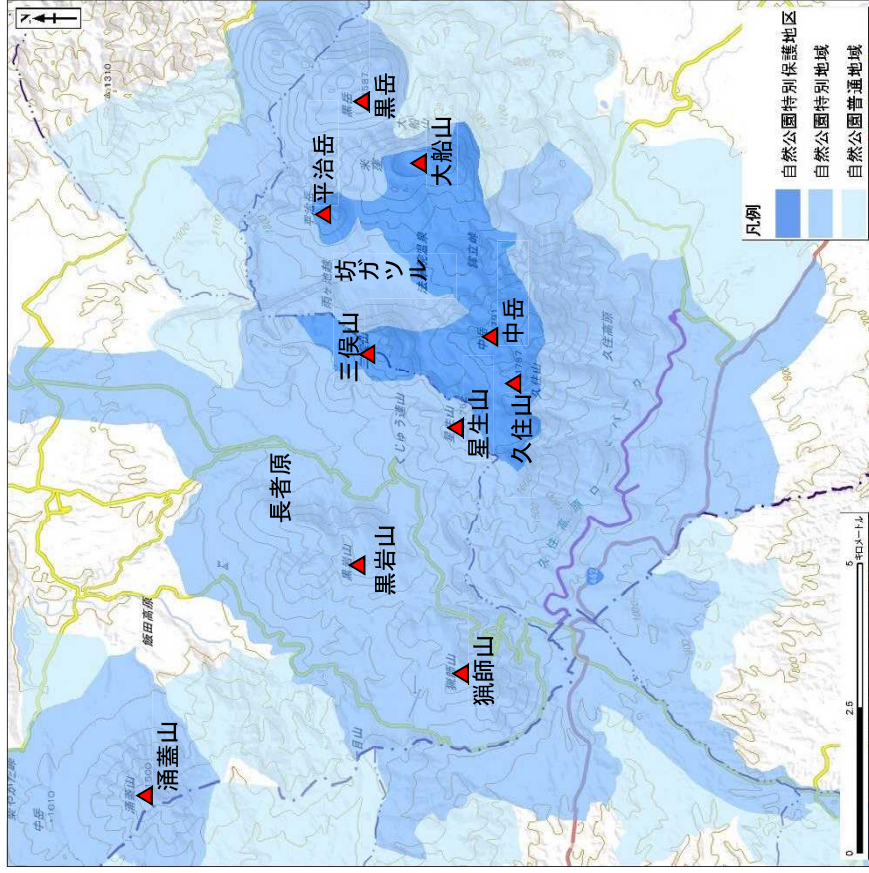
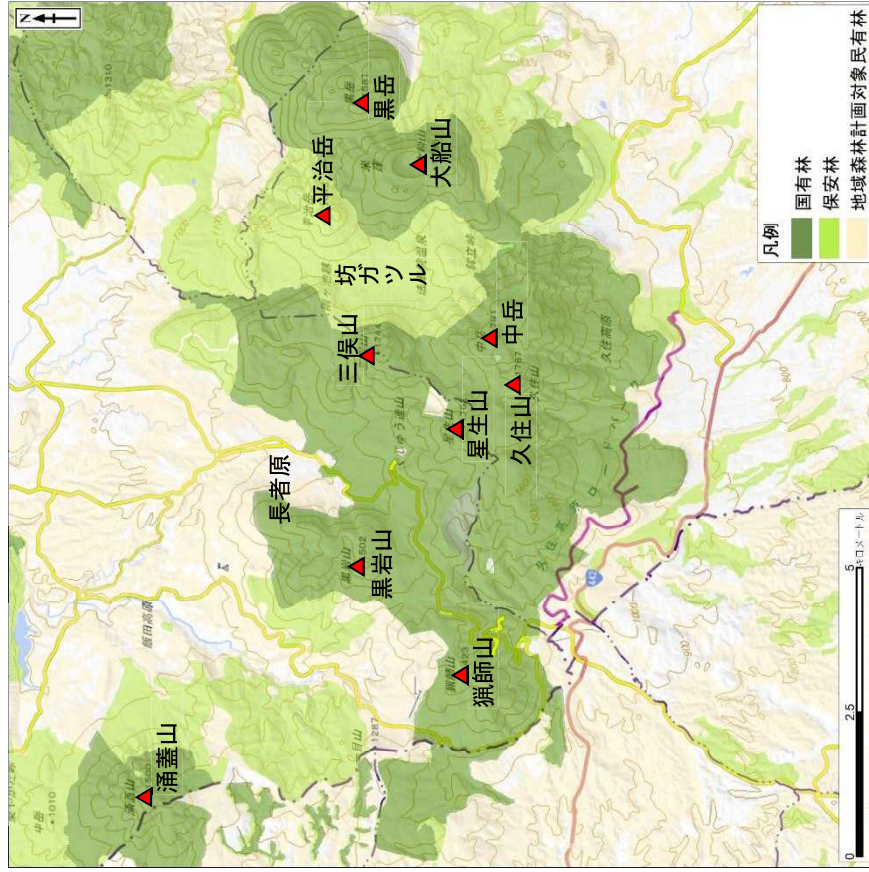
砂防事業及び治山事業の実施状況は、堰堤工、谷止工、床固工等が硫黄山で171基、大船山で27基、となっている。

(5) ソフト対策施設整備状況

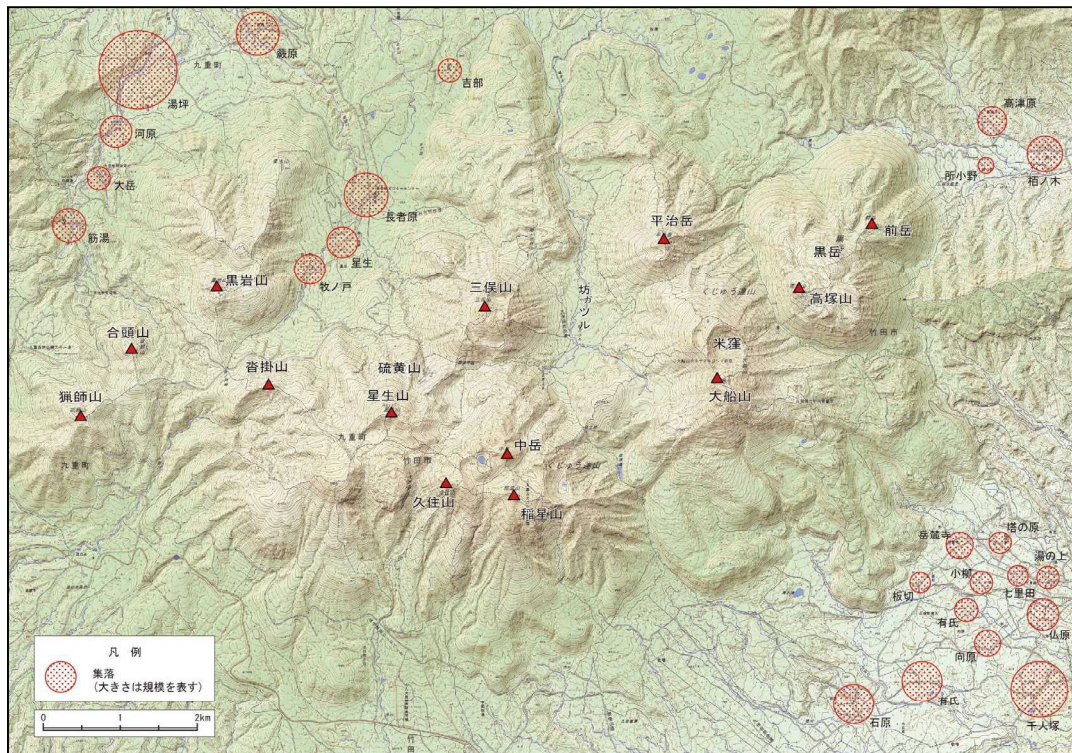
九重山における火山監視システムは、平成8年度から整備が進められている。監視観測データは中継局から九重青少年の家を経由して、豊の国ハイパーネットワークにて大分県庁や玖珠土木事務所等に情報伝達されている。

また、気象庁では、平成14年3月より、火山防災業務体制の強化として、「火山監視・情報センター」を設置（九州地方は福岡管区气象台に地域火山監視・情報センターを設置）し、専門職員による24時間の監視、診断を行い、迅速な情報提供を実施している。その他の機関としては、京都大学、九州大学で火山活動観測が実施されている。

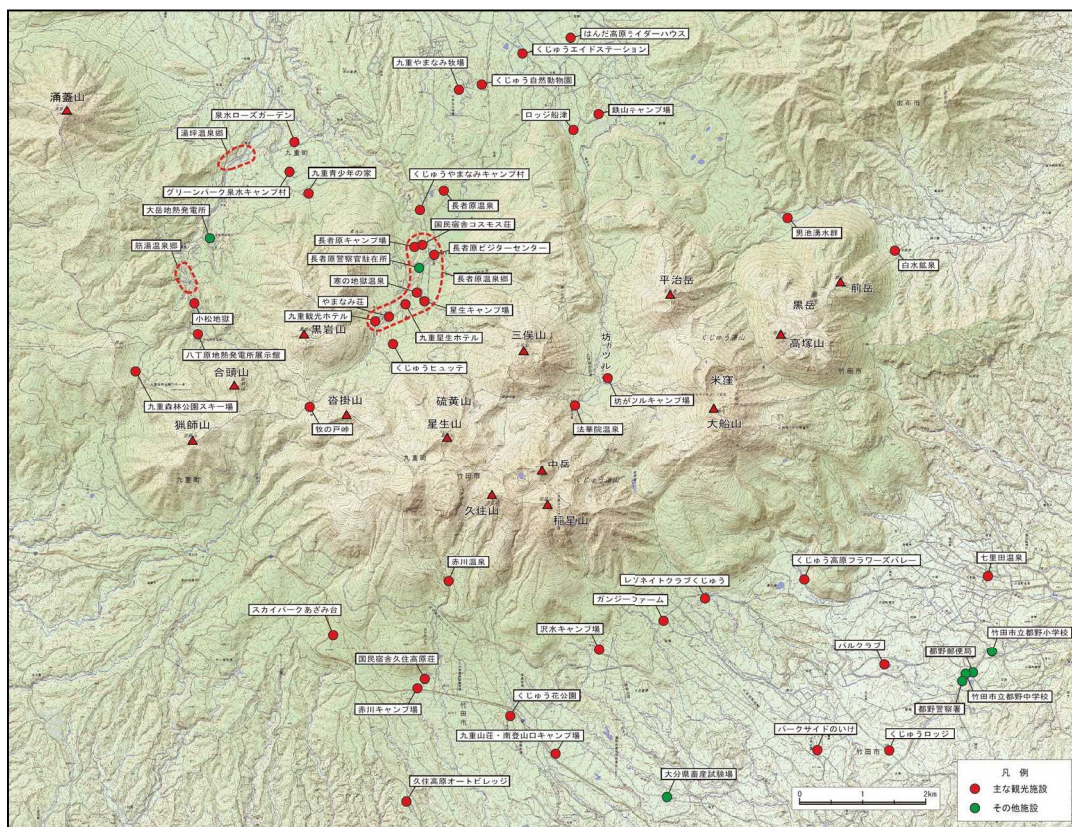
(1) 法規制状況 (左：国有林・保安林 右：国立公園)



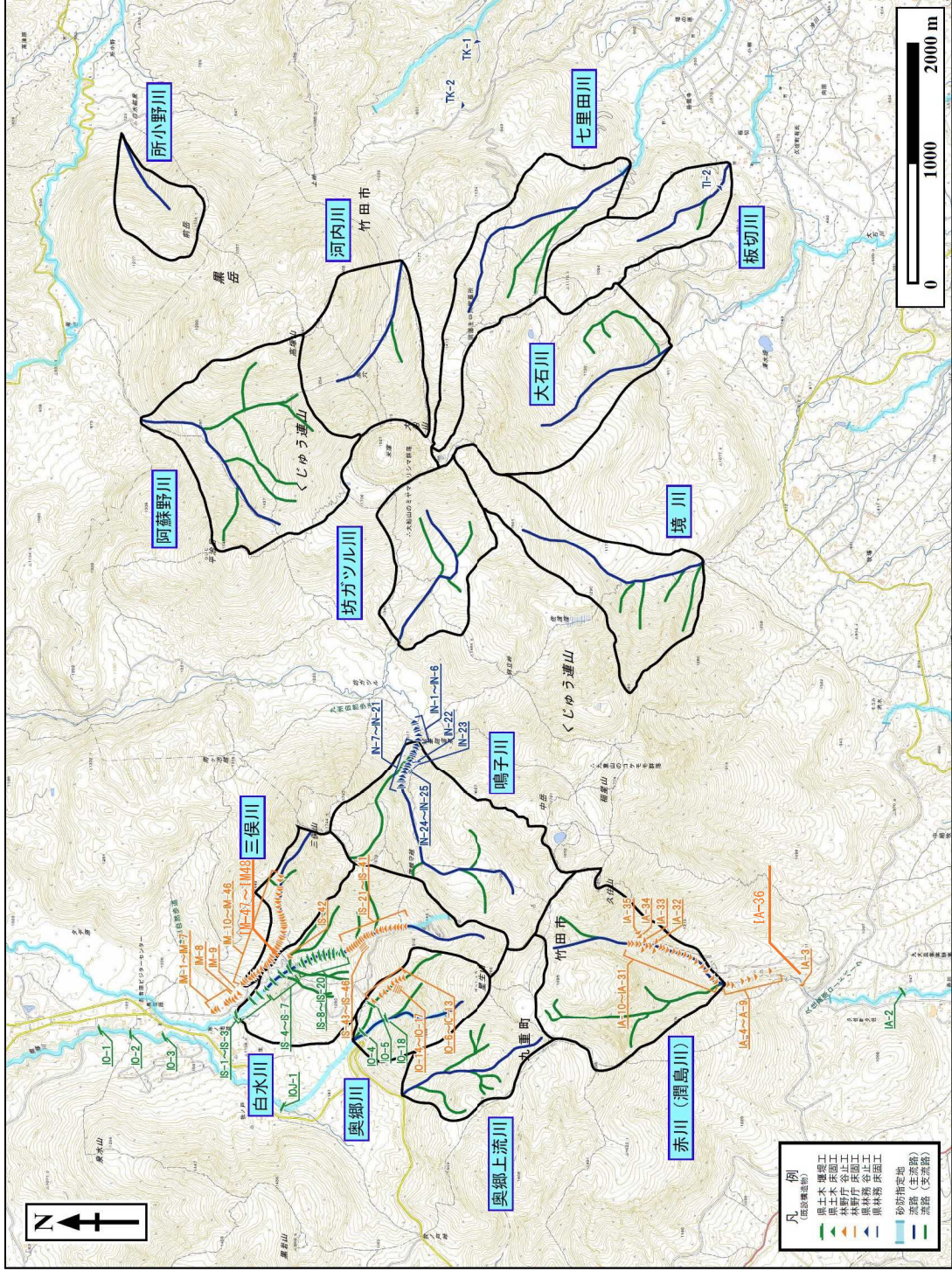
(2) 保全対象の分布



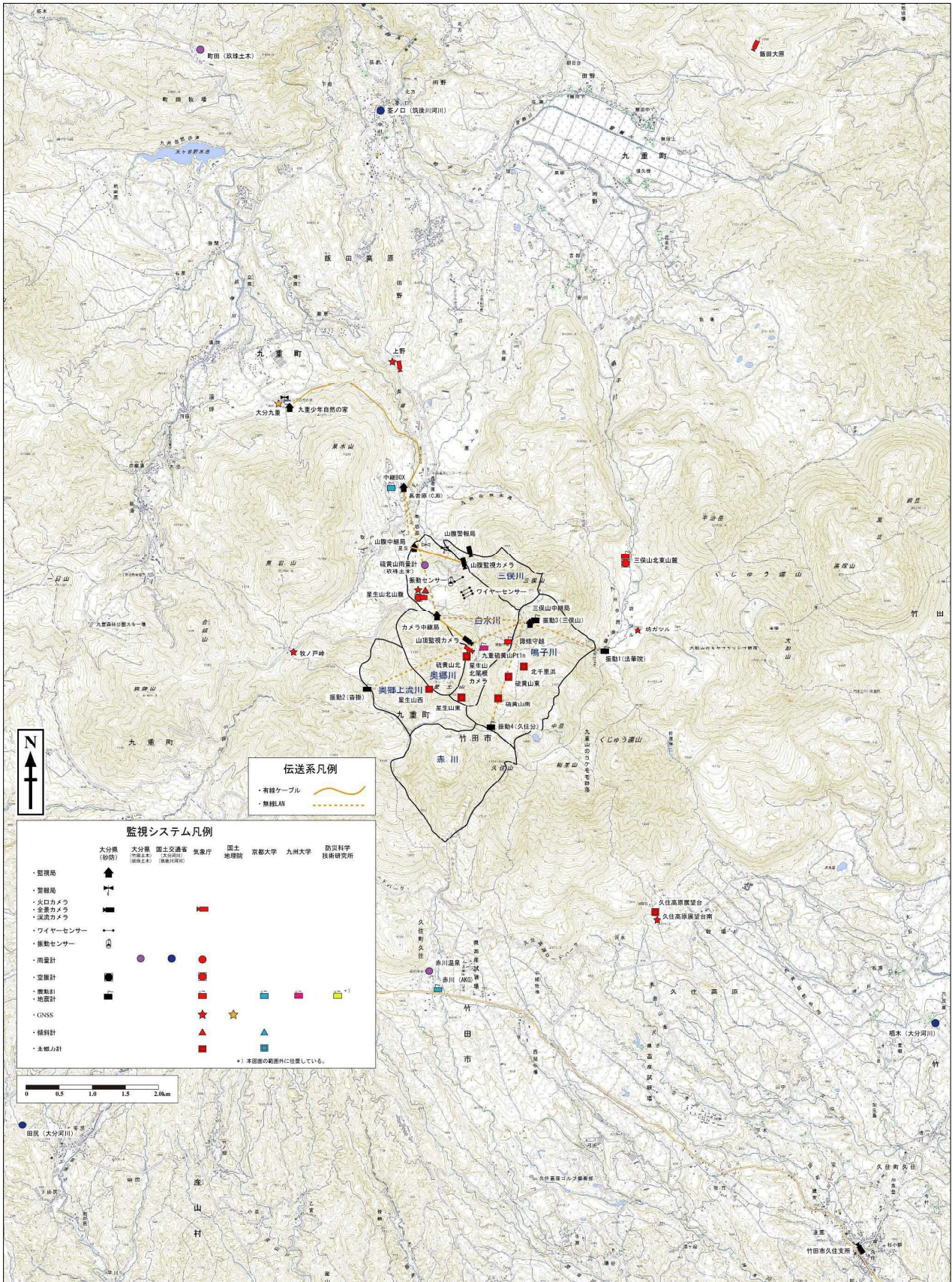
(3) 観光・宿泊施設の分布



(4) ハード対策施設整備状況



(5) ソフト対策施設整備状況



噴火シナリオの作成

…【共通編】4. 九重山で想定される土砂移動現象(4.2)

地質学、地球物理学及び火山活動実績等文献から考察した九重山の現況を踏まえ、噴火現象を検討した上で、想定されている現象とその規模及びそれらの推移を時系列にまとめる。

【解説】

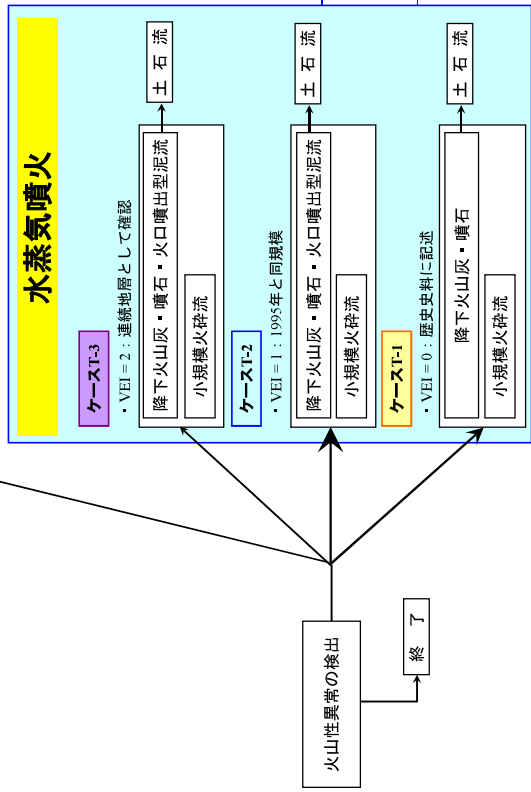
■想定ケースと想定現象

直下に貫入したマグマの不安定が発生し噴火に至った場合、水蒸気噴火が起こることを想定し、以下 T-1～T-3 の 3 ケースを設定する。また、マグマ噴火に先行して水蒸気噴火の発生も想定されるため、硫黄山周辺における水蒸気噴火の規模を参考に設定する。また、噴火に至った場合、溶岩流または溶岩ドームの形成、溶岩ドーム崩壊型の火砕流へ発展することも想定し、以下の計 7 ケースを設定する（大船山や硫黄山以外でもマグマ噴火の可能性があるので留意）。

ケース名	想定現象	備考
ケース T-5-a	噴石・降下火山灰・溶岩流／溶岩ドーム ・溶岩ドーム崩壊型火砕流	VEI = 4 (マグマ噴火)
ケース T-5-b	噴石・降下火山灰・降下スコリア(軽石) ・噴煙柱崩壊型火砕流	
ケース T-4-a	噴石・降下火山灰・溶岩流／溶岩ドーム ・溶岩ドーム崩壊型火砕流	VEI = 3 (マグマ噴火)
ケース T-4-b	噴石・降下火山灰・降下スコリア(軽石) ・噴煙柱崩壊型火砕流	
ケース T-3	降下火山灰・噴石・火口噴出型泥流 ・小規模火砕流	VEI = 2 (水蒸気噴火)
ケース T-2	降下火山灰・噴石・火口噴出型泥流 ・小規模火砕流	VEI = 1 (水蒸気噴火)
ケース T-1	降下火山灰・噴石 ・小規模火砕流	VEI = 0 (水蒸気噴火)

土砂移動シナリオ

*) 水蒸気噴火を経ないでマグマ噴火に移行する可能性もある



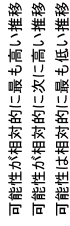
噴火警戒レベル3
以下相当

緊急ハード対策
緊急ソフト対策

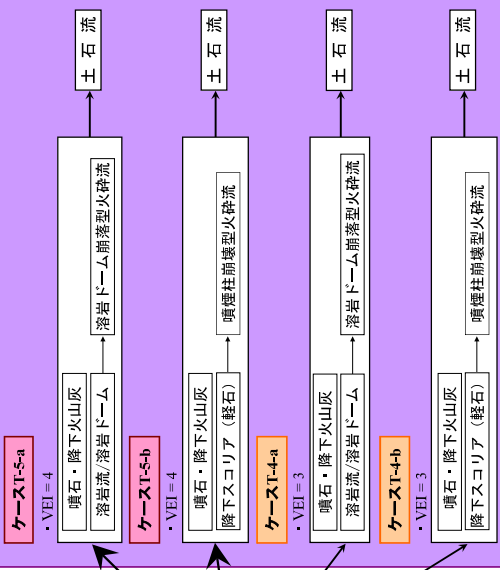
先行検討対象：硫黄山

●火山噴火緊急減災対策防計画内では、先行検討対象として硫黄山および大船山を検討するが、複数の火口があることに留意が必要。

*) 全てのケースにおいて、火山ガスの噴出に注意



マグマ噴火



噴火警戒レベル4
以上相当

緊急ソフト対策

先行検討対象：大船山・硫黄山

想定される影響範囲と被害の把握

…【共通編】4. 九重山で想定される土砂移動現象(4.3)

最大規模の水蒸気噴火に伴う降灰後の土石流、また大船山米窪火口と硫黄山から噴出する溶岩流及び溶岩ドームが崩壊し火砕流に至った場合の影響範囲について、数値シミュレーションを行い、想定される影響範囲と被害を把握する。

また、噴火シナリオにおいて想定されるこれ以外の現象については、火山防災マップに示された影響範囲であるため、これから被害を把握する。

【解説】

■降灰

水蒸気噴火で最大規模のケース（VEI=2；ケース T-3）で、「くじゅう山系火山砂防基本計画」と同規模の 100 万 m³ の降灰時の影響範囲を想定する。

■降灰後の土石流

降灰後の土石流は、水蒸気噴火で最大規模のケース T-3 で、これに該当する硫黄山周辺の三俣川、白水川、奥郷川、奥郷上流川、赤川及び鳴子川の 6 溪流を対象とする。

九重山では現況施設整備が白水川以外では進んでおらず、減災対策を行う上では、まず 2 年超過確率規模の降雨を対象とし計画を行う。

なお、後述する対策開始のタイミングの設定でも述べるように、実際の緊急ハード対策の実施は緊急調査結果等を参考に土石流被害の可能性が高い溪流で行うことになる。

■溶岩流

（硫黄山）

溶岩流の想定火口（計算開始点）は、気象庁が九重山の噴火警戒レベルの改定にあわせて明確にした想定火口位置（半径 500m）の範囲を参考に、その中心点とした。想定規模は、火山防災マップで想定されている「段原溶岩流の噴出量（ $4.0 \times 10^7 \text{m}^3$ ）の 1/3」である「 $1.3 \times 10^7 \text{m}^3$ （1,300 万 m³）」とする（ケース T-4-a）。

（大船山）

米窪火口で噴出した場合、地形的な条件（火口縁の中で低い箇所）を考慮し、火口縁の中で低い箇所である東側方向及び西側方向の 2 方向にそれぞれ流下した場合を想定し、想定規模は大船南溶岩流の実績総噴出量（ $9.2 \times 10^8 \text{m}^3$ ）とする（ケース T-5-a）。

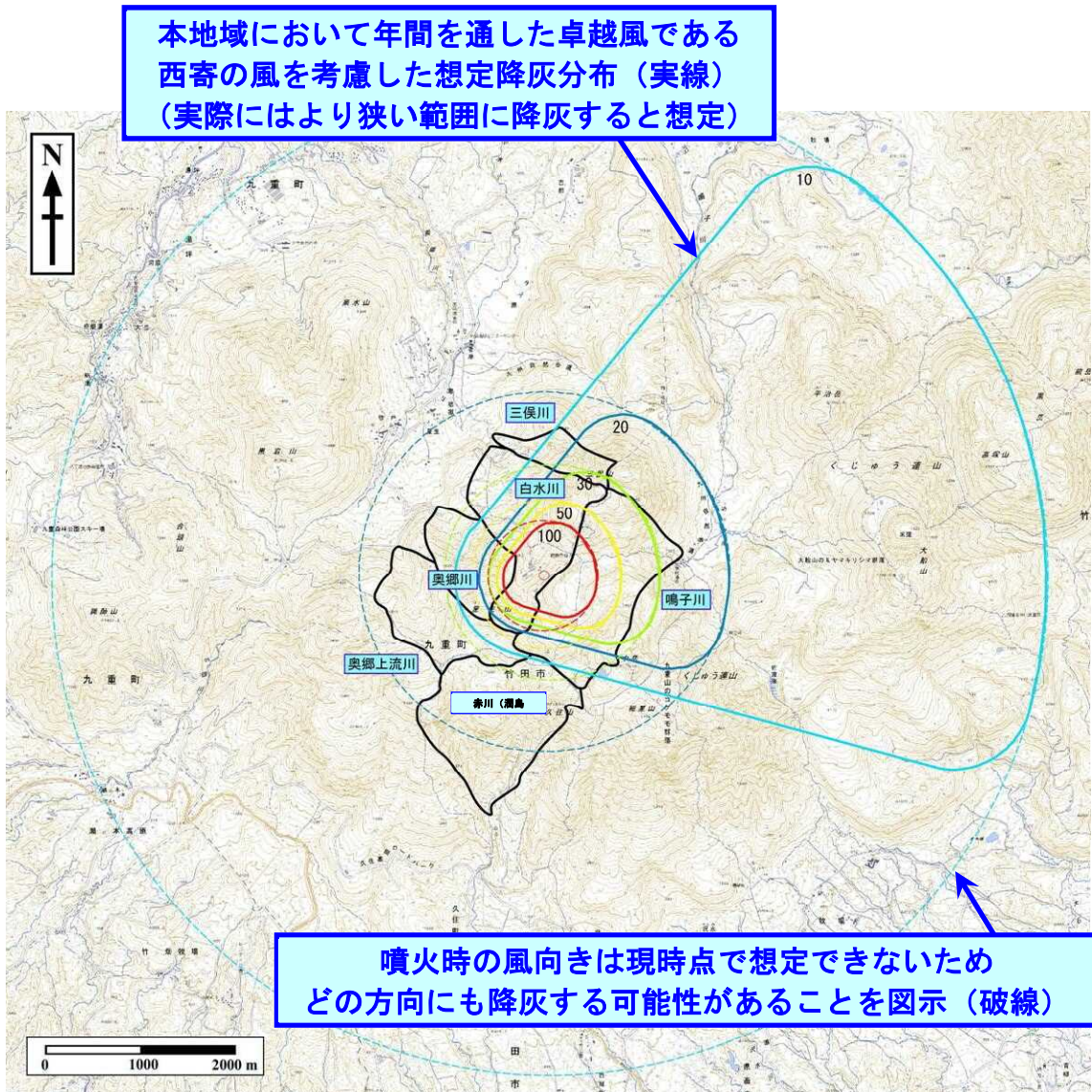
なお、火山防災マップでは上記の規模より 1 ランク小さい段原溶岩流の実績総噴出量の 1/3（ $1.3 \times 10^7 \text{m}^3$ ）とされている（ケース T-4-a）。

■火砕流

その発生様式や規模、含有火砕物の性質等は多様であり、九重山では溶岩ドームや厚い溶岩の先端部等が崩壊して発生する火砕流（溶岩ドーム崩壊型火砕流）と、噴煙が立ち昇り、その一部が落下し斜面を流下する火砕流（噴煙柱崩壊型火砕流）の2通りの発生形態を想定する。

溶岩ドーム崩壊型火砕流については雲仙普賢岳で発生した規模の大きな3事例の平均値である350万 m^3 を想定し（ケースT-4-a、T-5-a）、噴煙柱崩壊型火砕流については約1,700年前に大船山の米窪火口で起きた噴火時の火砕流堆積物より推定した82万 m^3 を想定する（ケースT-4-b）。

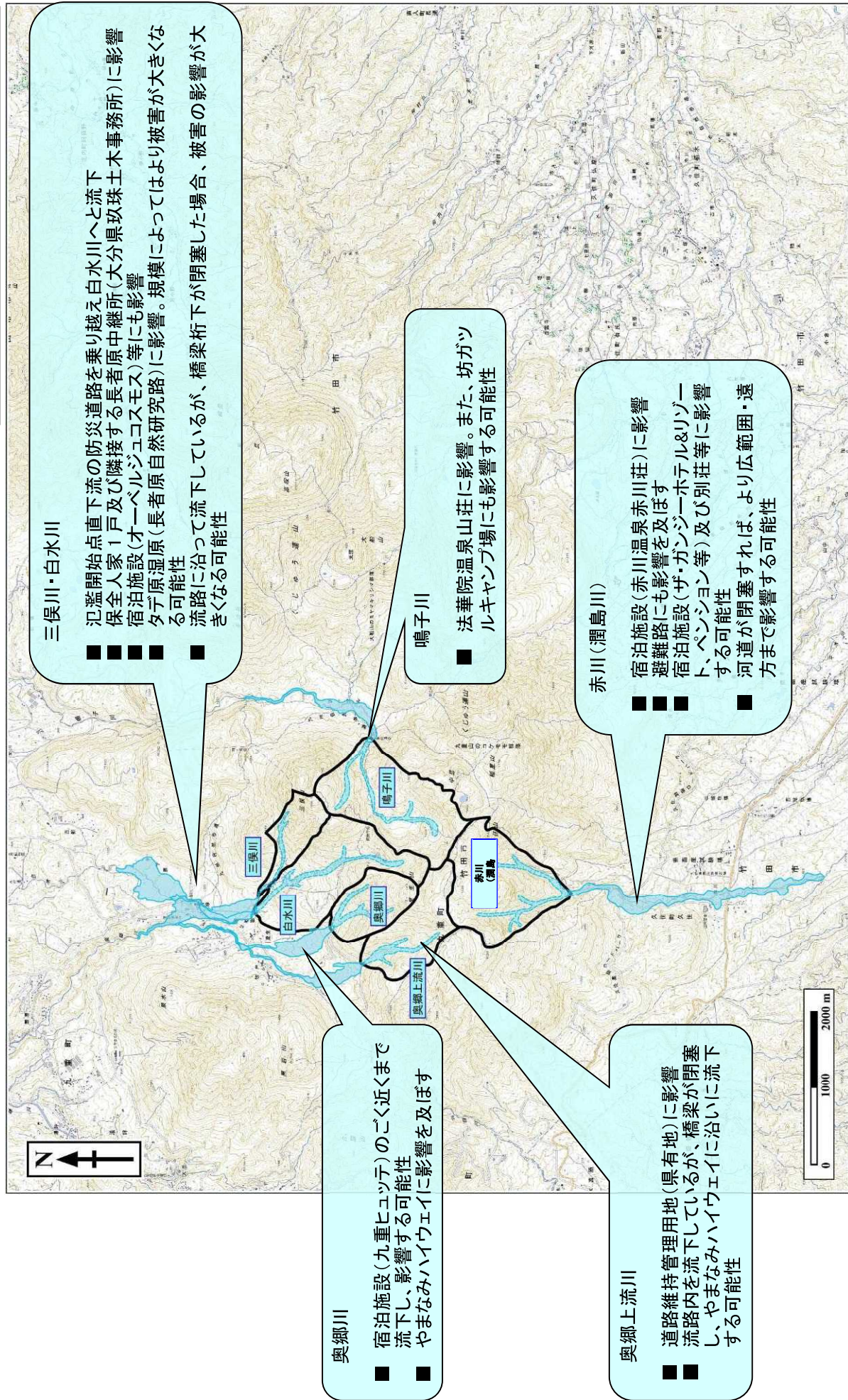
■想定降灰分布域〔図中の数値は、降灰層厚（cm）〕



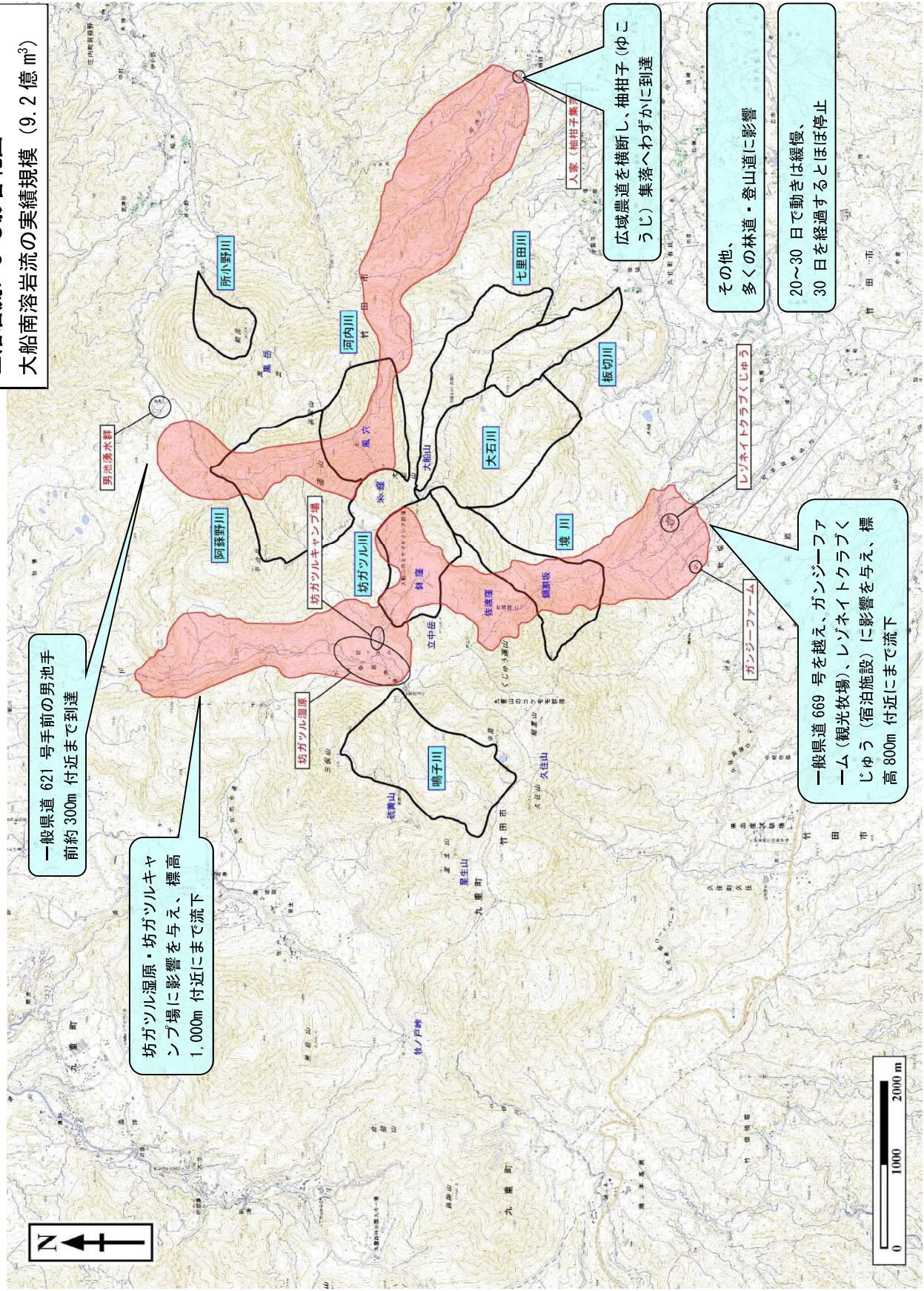
「くじゅう山系火山防災マップ」(平成16年3月)より一部修正・加筆

■ 降灰後の土石流による影響範囲

降水量 100 万 m³、2 年超過確率規模の降雨



■ 溶岩流による影響範囲
大船南溶岩流の実績規模 (9.2 億 m³)



一般県道 621 号手前の男池手
前約 300m 付近まで到達

坊ガツル温泉・坊ガツルキヤ
ンプ場に影響を与え、標高
1,000m 付近にまで流下

坊ガツルキャンプ場

坊ガツル川

堀川

大石川

板切川

レゾナイトクラブくじゅう

ガンジーフォーム

人家(柚子集うじ) 広域農道を横断し、柚子子(ゆこ
うじ) 集落へわずかに到達

その他、
多くの林道・登山道に影響

20~30 日で動きは緩慢、
30 日を経過するとほぼ停止

一般県道 669 号を越え、ガンジーフ
ーム(観光牧場)、レゾナイトクラブく
じゅう(宿泊施設)に影響を与え、標
高 800m 付近にまで流下

■溶岩流による影響範囲

段原溶岩流の実績規模の1/3 (1,300万 m³)



その他、
多くの林道・登山道に影響

坊ガツル温泉・坊ガツル
キャンプ場に影響を
与える

500m 0 500 1000 1500

縮尺 1/約71,400

「くじゅう山系火山防災マップ」(平成16年3月)より一部加筆

■ 溶岩流による影響範囲 (硫黄山)

段原溶岩流の実績規模の 1/3 (1,300 万 m³)

