

土砂災害を対象とした住民参加型の防災マップの作成 — 2019年の長野県辰野町の今村地区における事例 —

松澤 真¹・伊藤達哉²・南 智好²・斉藤泰久²

¹ 深田地質研究所（前所属 パシフィックコンサルタンツ株式会社）

² パシフィックコンサルタンツ株式会社

Creation of disaster prevention maps with the participation of residents for landslide disasters
— A case study of the Imamura district of Tatsuno Town, Nagano Prefecture, Japan in 2019 —

MATSUZAWA Makoto¹, ITO Tatsuya², MINAMI Chiyoshi², SAITO Yasuhisa²

¹Fukada Geological Institute (Former in PACIFIC CONSULTANTS Co.,Ltd.)

²PACIFIC CONSULTANTS Co.,Ltd.

要旨：一般的な土砂災害を対象としたハザードマップは、地域住民が豪雨時に避難すべきかを判断するための一定の情報は記載されているが、土石流の発生源となる崩壊危険斜面、避難経路などの避難時に有効となる情報が示されていない。本稿では、2019年度の長野県辰野町の今村地区における住民参加型の土砂災害を対象とした防災マップの作成について紹介する。地域住民が土砂災害を自分事として理解し、災害時に活用できる防災マップとするには、土砂災害に関する地域特性、自然科学的な情報を提供し、地域を正しく理解していただくことが大事であることが分かった。また、地域住民にも山に入っただき、土砂災害の危険性を肌で感じていただくことも重要である。

キーワード：土砂災害、表層崩壊、土層厚調査、住民参加型、防災マップ

Abstract: Hazard maps for general sediment-related disasters contain a certain amount of information for local residents to decide whether to evacuate during heavy rains. However, there is no effective information for evacuation, such as landslide risk slope that is the source of debris flow and evacuation routes. In this paper, we introduce the creation of a disaster prevention map targeting landslides with the participation of residents in the Imamura district of Tatsuno Town, Nagano Prefecture, in 2019. It was found that in order for local residents to understand landslide disasters as their personal matters and to make disaster prevention maps that can be used in times of disaster, it is important to provide information on local characteristics and natural science related to landslide disasters and to help people understand the local area correctly. It is also important for local residents to enter the mountains and experience firsthand the dangers of landslides.

Keywords: landslide disaster, shallow landslide, soil thickness survey, resident participation, disaster prevention map

1. はじめに

地域住民が自発的に防災計画を作成する活動を支援する「地区防災計画制度」が2013年に創設されて以降、全国で地区防災計画が作成され、近年は地域防災力の向上に貢献している(大村ほか, 2017; 田中ほか, 2020 など)。土砂災害を対象とした地区防災計画は、土砂災害特別警戒区域、土砂災害警戒区域を基準に土砂災害の危険性を検討していることが多い。しかし、土砂災害警戒区域は、地域性を考慮せず全国統一基準で危険地区を設定しているため、松澤ほか(2021)は、土砂災害警戒区域のみに基づきハザードマップおよび避難計画を検討する際に次の3点の問題があることを指摘している。①保全対象が無い斜面は検討の対象外のため、土砂災害の危険箇所を見落とししている可能性がある。②避難計画を検討するためには、崩壊が発生しやすい斜面をピンポイントで把握する必要があるが、崩壊発生源の記載がほとんどない。③災害時の避難経路が明示されていないものや、災害時に住民が使いやすい防災マップとなっていないものが多い。また、全国の地区防災計画について、調査した田中ほか(2020)は、土砂災害は、崩壊斜面の隣の斜面は無傷というように局所性が強く、地域としての危機感を共有しづらいため、地震や津波など広域災害の防災計画の代替を踏襲する形では土砂災害に備えることが難しいことを指摘している。そのため、既存の地域割りに囚われない柔軟な空間単位で防災に取り組むこと、つまり、「斜面毎・谷毎の個別対応性」が必要であることを指摘している。斜面崩壊の危険性を正確に把握するためには、個別斜面での詳細調査(地形判読、地表踏査、ボーリング、水位計測、動態観測など)、調査結果に基づく安定解析を行う必要がある。しかし、防災マップの作成

を担う市町村が限られた予算から莫大な調査・解析費用を捻出することが難しいのが現状である。そこで筆者らは、市町村で実施することを念頭に低予算で作成可能な手法を目指し、全国で公開されている国土地理院のDEM(5mまたは10m)を用いて表層崩壊危険箇所を抽出する手法、崩壊から流下までを一連で計算する土石流シミュレーションの開発、および住民の土砂災害への理解を深めるために住民参加型の崩壊危険箇所の調査と防災マップの作成に取り組んできた(斉藤ほか, 2011; 松澤, 2019; 松澤ほか, 2021)。

本稿では、2015年から長野県辰野町で取り組んでいる住民参加型の防災マップの概要と2019年度に今村地区で作成した住民参加型の防災マップについて紹介する。

2. 長野県辰野町について

辰野町は、伊那谷の北端、長野県のほぼ中央に位置する面積約170km²、人口18,684人(2022年9月1日時点)の町である。南部を除き三方を山に囲まれており、中央を天竜川が南下している(図1)。町の西側には小野川、横川川、小横川川が西から東に流れ天竜川に合流する。山地は急傾斜となっており、天竜川およびその支流に沿って平坦地が広がっている。市街地は辰野駅から南西部に、集落は各山麓に発達している。耕地は、北は小野川、西から横川川および天竜川の沿岸に水田があり、丘陵地域は果樹園や畑に利用されている。

地質は、堆積岩類を主体とした美濃帯が広域に分布する(建設省天竜川上流工事事務所, 1984)。美濃帯は、海洋性および陸源性の堆積岩類の複合体(コンプレックス)より構成され、中生代ジュラ紀頃に形成された付加体である。北東部には、

更新世の火山噴出物からなる塩嶺累層が分布し、南西の一部には、高遠花崗岩類が分布する。天竜川沿いおよび支流下部の一部には段丘堆積物が広く分布し、支流上部には崖錐堆積物が所々分布する。

急峻な山地沿いに集落が位置する辰野町では、度々、死者を伴う土砂災害が発生している。1963年7月の集中豪雨では、横川川上流部の大滝沢において土石流が発生し、作業小屋に土砂が流入したことにより入林中の林業従事者10名の方が亡くなっている（小澤，2009）。2006年7月の集中豪雨では、小野地区の住宅地の裏山で発生した表層崩壊の土砂が家屋に流入したことにより1名の方が亡くなった（図2-a）。また、同じ集中豪雨により小横川地区では、小横川川沿いで深層崩壊が発生し、一時、土砂ダムが形成された。

この土砂ダムを見に行った親子が土砂ダムの崩壊に巻き込まれ父親はけがを負い、子供は遺体で発見された（図2-b）。

このような背景の中、辰野町澤底地区の住民でつくる「農山村を災害から守る会」では、筆者らの協力のもと、3章で述べる手法により表層崩壊危険斜面の抽出および住民説明会を行い、地区の防災意識の向上に向けた取り組みを実施してきた（緑斜面研究会，2012）。この取り組みの延長で辰野町は、2015年度に小野地区、2018年度に新町地区、2019年度に川島、上島、今村、小横川地区にて住民参加型の防災マップを作成しており、辰野町の17地区のうち7地区（澤底地区含む）で防災マップを作成済みである。2020～2021年度は、新型コロナウイルスの影響により残りの地区の取り組みは中断していたが、2022年度から

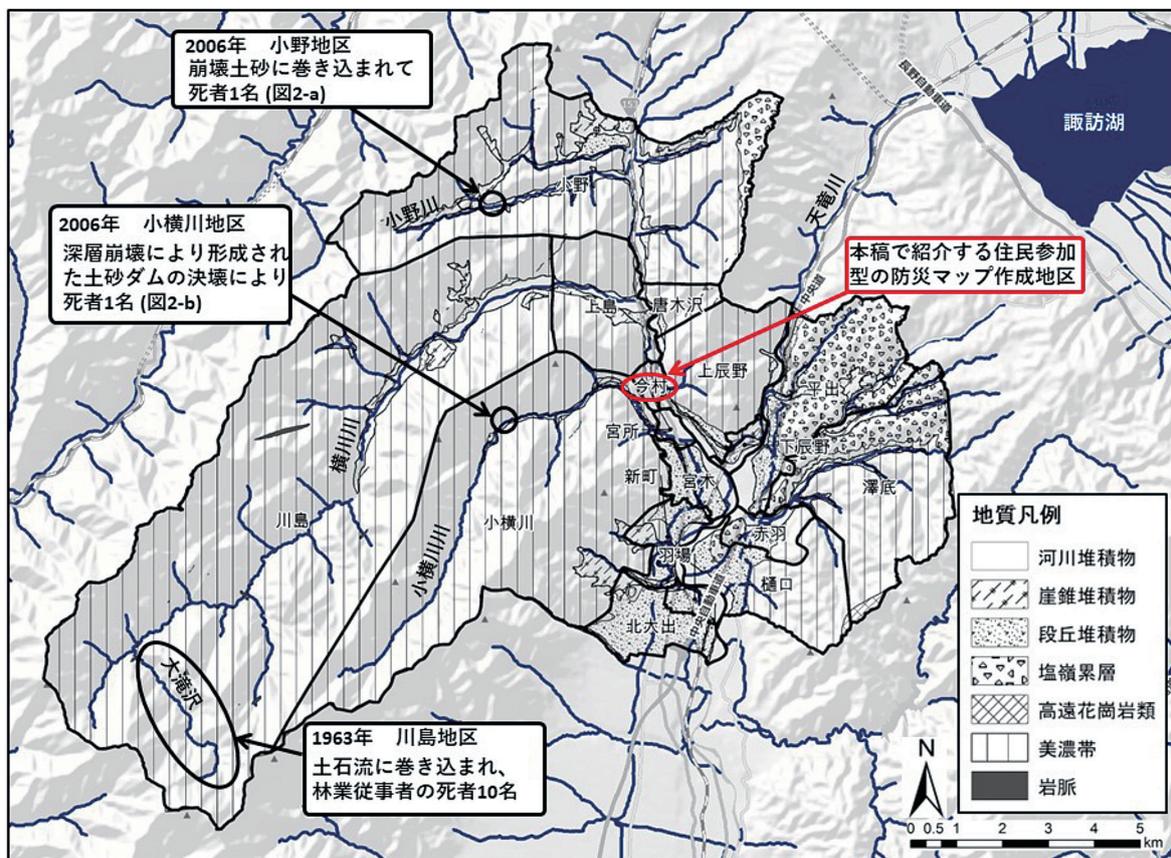


図1 長野県辰野町の全体図（松澤ほか，2021に加筆）。



図2 2006年に辰野町で発生した土砂災害(辰野町提供)。a: 崩壊土砂に巻き込まれて死者1名(小野地区), b: 2006年小野地区。

再開した。

2022年度は、上辰野地区で防災マップを作成しており、次年度以降、残りの地区を作成予定である。

3. 今村地区で作成した住民参加型の防災マップ

住民参加型の防災マップの作成方法の詳細については、松澤ほか(2021)にまとめられているが、概念を図3に、概要を以下に示す。住民参加型の防災マップ作成では、まず、崩壊危険斜面の抽出を机上で行い、土砂災害ハザードマップを作成するところから地域の土砂災害の特性を把握する。次に、土砂災害ハザードマップを基に地区の土砂災害特性を説明する住民説明会を実施する。住民説明会において、住民の要望が高く、表層崩壊の危険性も高い斜面では詳細調査を実施し、土砂災

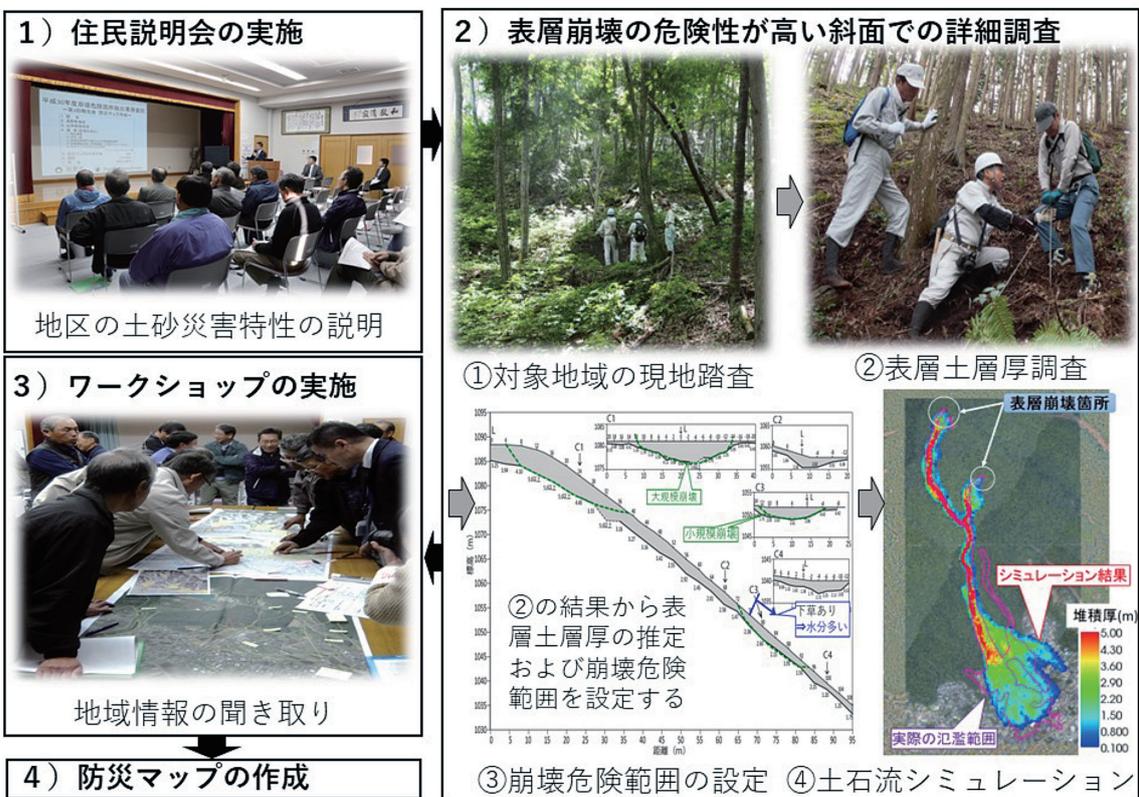


図3 住民参加型の防災マップの作成(松澤ほか, 2021に加筆・修正)。

害の危険性が高い範囲の推定精度を向上させる。さらに、地域の災害情報の聞き取りのためのワークショップを行い、情報を取りまとめることにより最終的な防災マップを作成する。

本稿では、2019年度に辰野町今村地区（図1に範囲を明示）にて作成した住民参加型の防災マップについて報告する。

3.1 住民説明会の実施

住民参加型の防災マップの作成方法および地区の土砂災害特性を地域住民の方に理解していただくため、取り組みのはじめに住民説明会を実施した（2019年7月3日）。住民説明会では、従来のハザードマップの作成方法および問題点、対象地域で過去に発生した土砂災害、発生しやすい災害形態について説明を行った（図4）。なお、住民説明会を実施する前に、対象地域の概略の現地調査を行い、危険箇所を把握した上で住民説明会を行った。

3.2 表層崩壊の危険性が高い斜面での詳細調査

表層崩壊の危険性が高い斜面では、全箇所まで詳細調査を実施することが望ましいが、現実的に全斜面での調査は難しいため、本取り組みでは1斜面で詳細調査を実施した。詳細調査は、①対象地



図4 住民説明会の実施状況（2019年7月3日）。

域の現地踏査、②表層崩壊危険箇所の表層土層厚調査、③表層崩壊危険箇所の崩壊範囲の設定、④表層崩壊を想定した土石流シミュレーションとなる。以下に、①～④のそれぞれの状況を示す。

① 対象地域の現地踏査

土砂災害についての専門知識を有する技術者同行のもとで地域住民と現地調査を実施し、地域の土砂災害特性を確認した。今回は、崩壊の危険性が高い香住寺上流部の斜面の現地確認を行った（図5-a）。ここで崩壊が発生すると土石流が下流の民家に流入する恐れがあるため、住民の調査の

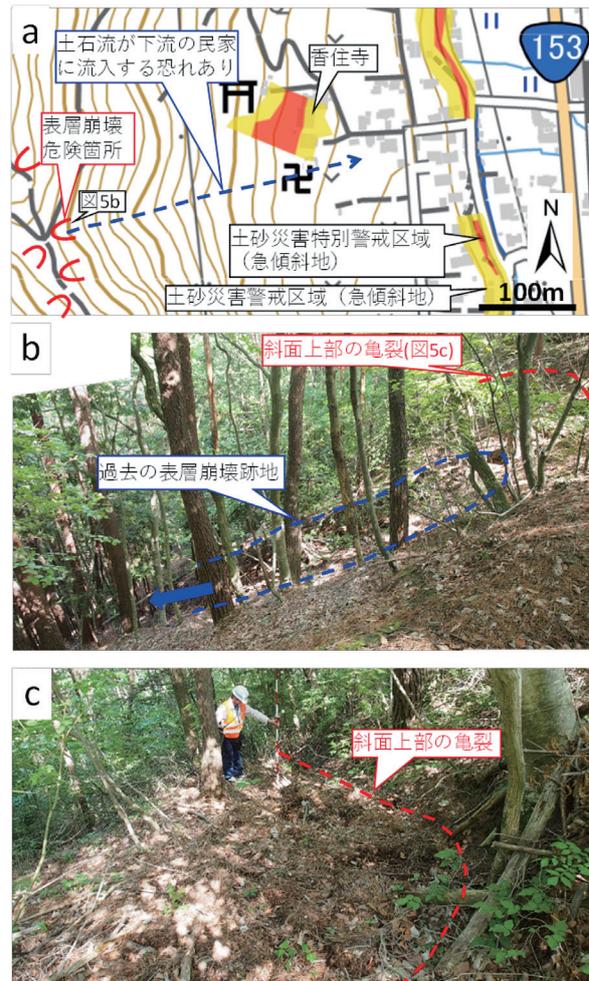


図5 現地踏査を行った香住寺上流部。a：調査箇所周辺の状況（背景は国土地理院地図）、b：表層崩壊危険箇所の現地状況、c：表層崩壊危険箇所の上部に形成された亀裂。

要望も高い箇所であった。

調査の結果，表層崩壊危険箇所内に，過去の表層崩壊跡地が確認された（図 5-b）．また，上部に亀裂も形成されていたことから拡大崩壊の可能性が高いことが分かった（図 5-c）．香住寺上流側の表層崩壊危険箇所は，土砂災害警戒区域（土石流および急傾斜地）に指定されていないが（図 5-a），現地調査の結果，崩壊，および崩壊土砂による土石流が発生する可能性が高いと想定された。

② 表層崩壊危険斜面の表層土層厚調査

現地踏査の結果，崩壊の危険性が高いことが分かった香住寺上流部の斜面（図 5-b，図 6）において，住民も参加し，土層強度検査棒により表層土層厚調査を実施した（図 7）．調査測線は，表層土層厚を 3 次元的に把握できるように縦断（L-Line）と横断（C1-Line，C2-Line）で十字

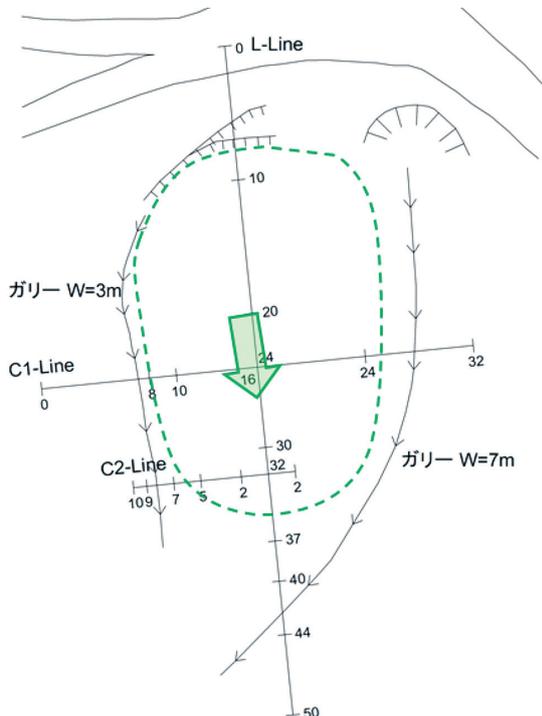


図 6 表層土層厚調査の実施測線．緑色の破線は，調査の結果，崩壊の危険性が高いと想定された範囲。

になるように設定した（図 6）．

③ 表層崩壊危険斜面の崩壊範囲の設定

土層強度検査棒による表層土層厚の調査結果を図 8 に示す．土層強度検査棒の結果は貫入深度で示しており，「貫入深度≒表層土層厚」と推定することができる．調査の結果，土層は，過去に崩壊が発生している斜面上部では 1.0m 程度と比較的薄く，斜面中腹部では 2.0 ～ 2.5m 程度で



図 7 表層土層厚調査の実施状況（2019 年 8 月 5 日）。

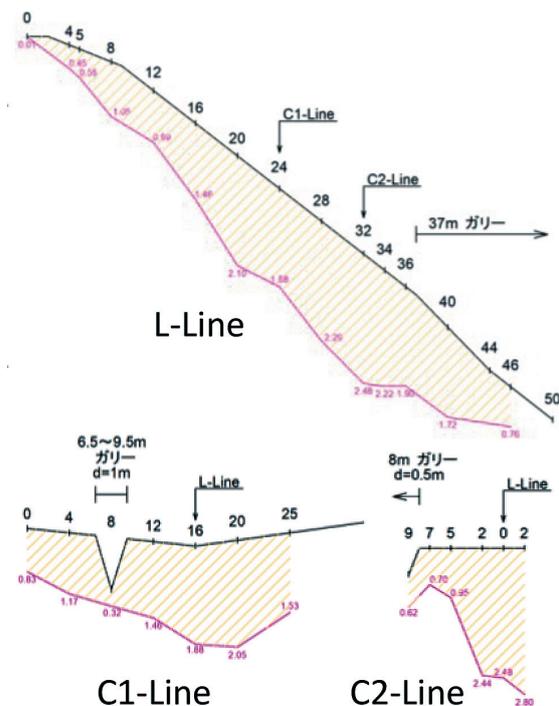


図 8 詳細調査（土層厚調査）の実施結果．ピンク線が土層厚を示す．断面図は高さ方向を 5 倍に強調。

あることが分かった。横断方向の側線では、C1-Line, C2-Lineともに斜面中央部で土層が2.0～2.5m程度と厚くなる凹地形の傾向が認められた。調査結果より想定される、崩壊の危険性が高い範囲を図6に緑色の破線で示す。なお、ここで想定した崩壊範囲および深度は、土石流シミュレーションの入力条件として使用した。

④ 表層崩壊を想定した土石流シミュレーション

土砂災害防止法による土砂災害警戒区域は、地形勾配から一律の手法で設定されており、十分に現地の状況を反映した土石流氾濫区域となっていない場合がある。そのため、表層土層厚調査により表層崩壊が発生する危険性が高く、家屋などの保全対象が多く、地域住民の要望が高いと判断された代表斜面については、土石流シミュレーションを実施し、想定氾濫範囲を検討することが望ましい。平成30年7月豪雨災害の土砂災害の検証を実施した国土交通省(2019)は、土石流の流下方向の中心線からの距離が20m(幅約40m)の範囲に8割の全壊家屋が集中すること、また、地形拘束の影響を強く受けたケースでは、流下中心線から大きく離れた場所でも家屋の全壊被害が発生しているものが僅かながら確認されたことを報告している。このことから詳細な地形データおよび想定される災害規模を設定した上での土石流シミュレーションにより、土砂が集中する範囲を明らかにし、防災マップに反映することの重要性が改めて示されたと考える。本検討では、蔭山ほか(2018)の土石流シミュレーションモデルを用い、表層土層厚調査から崩壊する可能性が高いと想定した範囲で表層崩壊が発生すると仮定した土石流シミュレーションを実施した。

土石流シミュレーションの結果、香住寺裏山で土石流が発生した場合、香住寺南方部や、下流側

の民家まで土砂が達する可能性があることが分かった(図9)。

3.3 ワークショップの実施

防災マップ作成のためのワークショップでは、避難に役立つ情報(表1)をヒアリングし、これらの情報を踏まえ、災害時の避難ルート、避難箇所の大判図面への書き込みをした(図10)。大判図面の書き込みの際には、背景を地形図にしたものと空中写真にしたものを併用すると理解が進みやすい。地形図を背景にしたものでは、崩壊危険斜面、道路などが分かりやすく、空中写真では、森林の状況、対策工の状況、個人住宅の特定がしやすい。

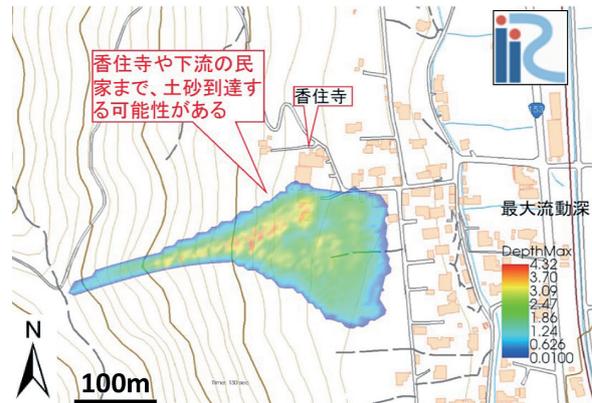


図9 土石流シミュレーション結果(背景は国土地理院地図。崩壊箇所、崩壊深は土層厚調査をもとに設定した)。

表1 ヒアリングした避難に役立つ情報。

区分	記号	施設例
1. 避難施設	避難所	避 小学校、中学校など
	広い空間	広 広場、駐車場
	高い場所	高 高台、避難可能な2階以上の建物
2. 防災施設及び災害時に役立つ施設	消	消 消火栓
	資	防 防災資機材の置場
	灯	防 防犯灯
3. 危険箇所	崩	過去に斜面崩壊があった場所
	災	過去に災害があった場所
	注	豪雨時に注意が必要な箇所
	方	崩れそうな急傾斜地、ガケ地
	低	浸水の危険がある低地
	亀	過去に亀裂などの斜面変状があった箇所
4. 避難ルート	ブ	崩れそうな古いブロック塀
	水	湧水が出る斜面、危険な水路・小川
	→	豪雨時の避難ルート



図10 ワークショップの実施状況(2019年11月15日).

ワークショップで住民からヒアリングした土砂災害、避難に関する主な意見を以下に示す.

- ・今村地区の集落内の道路は細く、以前から規模の小さい崩壊が多く見られる.
- ・豪雨時に湧水が発生する箇所も多い.
- ・今村介護予防センターに避難する道は、崩壊の危険性が高く、湧水もあるため注意して通行する必要がある.

3.4 防災マップの作成

前項までに紹介した取り組みを通じ地域住民の意見を取り入れ作成した今村地区の住民参加型の防災マップを図11に示す. なお、土層厚調査を実施した箇所(香住寺の上流)は、土層厚調査結果をもとに土石流シミュレーションを実施したが、土層厚調査を実施していない箇所(北側の溪流)は、崩壊深を1.0mと仮設定して土石流シミュレーションを実施した.

今村地区の住民との協議の結果決定した「豪雨時の避難の考え方」を以下に示す.

【今村地区の豪雨時の避難の考え方】

- ・避難先としては、一時的な集合や緊急的な短期の避難を想定した「第一ステップ(今村介護予防センター)」, より安全性の高い避難先を

「第二ステップ(特別養護老人ホームかたくりの里)」と区分した.

- ・まずは、「第一ステップ」に避難するが、河川の氾濫状況や豪雨の状況をもとに、「第二ステップ」へ避難する.
- ・避難時には、段丘崖直下の狭い道路は極力使用せず、国道を通過して避難する.
- ・組単位(1~8組)を基本として、避難する.

なお、今村地区の防災マップ(図11)は、隣接する上島地区とセットで作成しており、第二ステップ(特別養護老人ホームかたくりの里)の位置は、本稿には載せていない広域図に示している.

今回作成した防災マップには、1章のはじめに指摘した①土砂災害の危険箇所を見落とししている可能性がある、②崩壊発生源の記載がほとんどない、③災害時の避難経路が明示されていないものが多い、の3点を解決したものとなっている. 今回の防災マップの特徴とすると、理学的視点に基づいた崩壊危険斜面の抽出結果や土石流シミュレーションによる想定氾濫範囲を表示していることである. しかし、今回紹介した手法により100%崩壊危険斜面を抽出できた保証はない. そのため、今回抽出した崩壊危険斜面は、地形データなどにより、机上調査で評価する簡易的な評価方法で抽出したものであり、実際の危険性を評価するためには現地踏査や表層土層厚調査などを踏まえて検討する必要があること、を明記することが望ましい.

4. おわりに

辰野町は山地域に位置しており集落の多くも山裾に位置している. そのため、指定避難場所が土砂災害の危険性がある箇所に位置しており、避難

土砂災害を対象とした住民参加型の防災マップの作成
 — 2019年の長野県辰野町の今村地区における事例 —

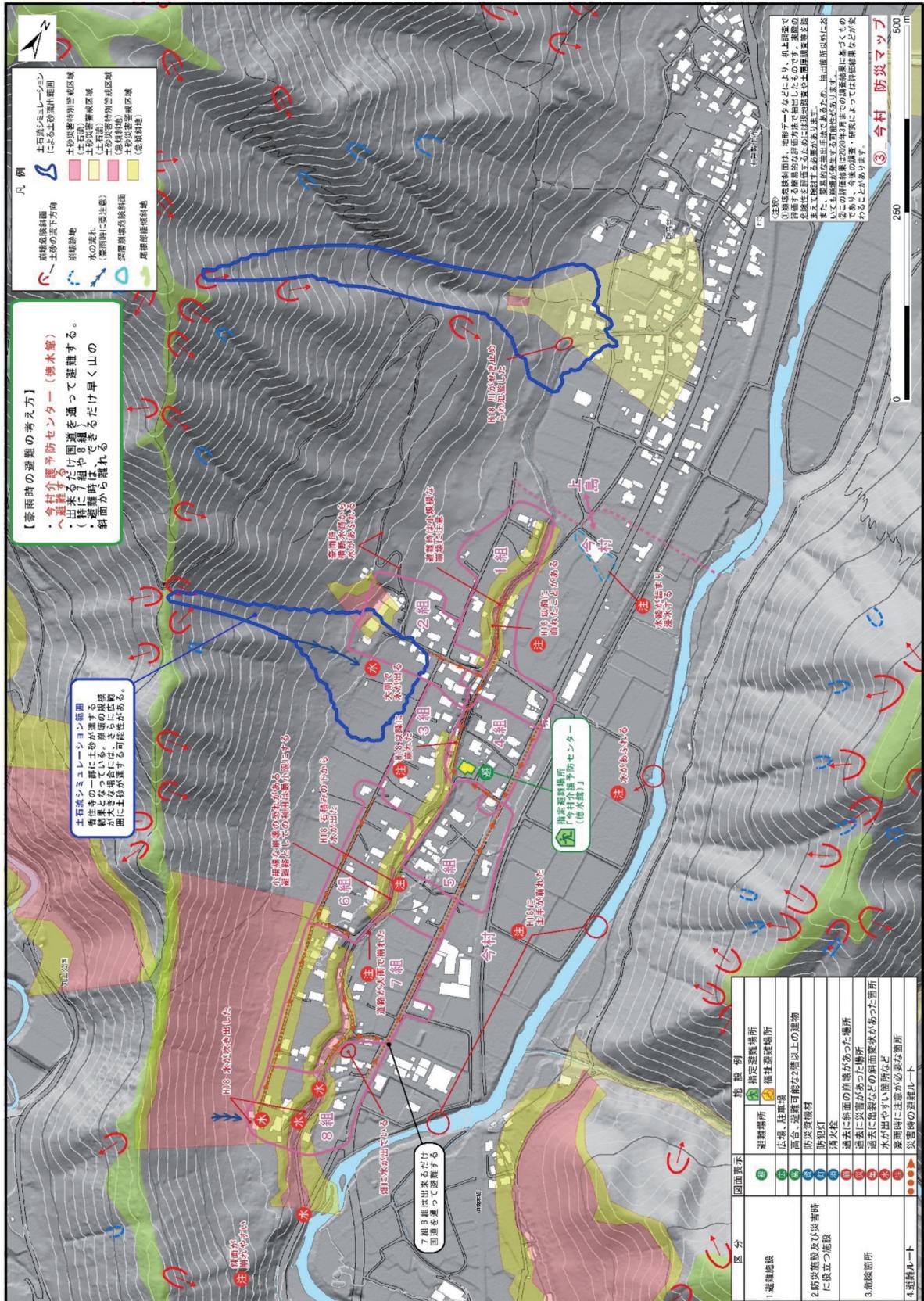


図 11 今村地区で作成した住民参加型の防災マップ。住民配布用は A3 で印刷した。

時は土砂災害警戒区域を通らないと広域避難場所へ移動できない等の根本的な課題があることが分かった。また、これらの課題を解決するためには、土砂災害の危険が無い箇所に避難所を新設する、避難経路の上流に砂防堰堤を設置するなどの対策が考えられるが、こういったハード対策を早急に実施することは困難であることなどを改めて地域住民が自ら認識し情報を共有することができた。

地域の実態に合ったハザードマップ作成後も、随時、住民の意見を反映し、崩壊危険斜面の追加、避難ルート of 修正などを行う必要がある。また、地域別の細かい避難指示・勧告を出す手法については、自治体および住民も交え地域に合った手法を検討する必要がある。

謝辞

辰野町の取り組みは「平成 31 年度 崩壊危険箇所抽出業務委託」の成果をまとめたものである。業務成果の公表について許可をいただいた辰野町の井出哲也氏、白鳥智教氏に感謝申し上げます。元信州大学教授の山寺喜成博士には、本取り組みの初期段階からご指導いただきました。本業務で用いた DEM データを借用させていただいた国土交通省中部地方整備局天竜川上流河川事務所、また、土石流シミュレーションを協力いただいたパシフィックコンサルタンツの蔭山星氏に感謝申し上げます。

文献

蔭山 星・飛岡啓之・平川了治・竹林洋史 (2018) : 表層崩壊から土石流までを一連で予測する数値解析手法の検討. 平成 30 年度砂防学会研究発表会概要集, 431-432.

建設省天竜川上流工事事務所 (1984) : 天竜川上流域地質図 (縮尺 1 : 50000), 中部建設協会.

国土交通省 (2019) : 実効性のある避難を確保するための土砂災害対策のあり方について 報告書, https://www.mlit.go.jp/river/sabo/committee_jikkousei.html, (2022 年 9 月 5 日参照).

松澤 真 (2019) : 住民参加型の土砂災害ハザードマップの作り方. 応用地質, **60**, 5, 235-238.

松澤 真・斉藤泰久・南 智好・伊藤達哉・新貝文昭・山寺喜成 (2021) : 土砂災害から命を守るための予防防災の取組 (I) ~長野県辰野町の土砂災害ハザードマップと住民参加型防災マップの作成~. 水利科学, **65**, 5, 40-65.

大村さつき・三木洋一・西本晴男・原田照美・杉田精司・奥迫信治 (2017) : 地域住民が主体となった土砂災害に対するタイムラインの検討. 砂防学会誌, **69**, 6, 61-66.

小澤家年 (2009) : あゝ大滝沢よ 一土石流災害救出の全記録一, ほおずき書籍, 1-72.

緑斜面研究会 (2012) : 緑斜面の健全性診断と再生のための新技術一里山や道路を土砂災害から護る一, 1-69

斉藤泰久・新貝文昭・鈴木 仁・皆川 淳・上野紗綾子 (2011) : DEM データを用いた斜面安定評価と森林再生方法の検討 (その 1). 平成 21 年度砂防学会研究発表会概要集, 286-287.

田中隆文・石垣勝之・磯打千雅子・井良沢道也・小穴久仁・大槻聡志・大村さつき・蟹井 進・酒井千富・霜田宜久・鈴木清敬・中村清美・西山幸治・坊農豊彦・町田尚久 (2020) : 砂防学会公募研究会「土砂災害に備える地区防災計画研究会」活動報告. 砂防学会誌, **73**, 4, 64-71.