

第1回逢初川土石流の発生原因調査検証委員会

日時：令和3年9月7日（火）午後2時～3時30分

会場：県庁別館9階特別第一会議室（WEB方式）

次 第

- 1 開会
- 2 設置目的について
- 3 委員紹介
- 4 設置趣意書（案）及び委員会規約（案）について
- 5 議事
 - （1）土石流災害の概要及び原因解明のための調査及び解析手法
 - （2）県が今まで実施した調査の報告
 - （3）解析内容及び今後の調査について
 - （4）今後の予定
- 6 閉会

第1回 逢初川土石流の発生原因調査検証委員会

配布資料

- (資料1) 設置内容と意図、設立趣意書、規約、委員名簿
- (資料2) 逢初川土石流災害の概要と発生原因の当初の推定結果
- (資料3) 逢初川土石流の「初期（原因推定のため）の逆解析」と「原因解明のための逆解析」
- (資料4) 逢初川災害における実現象（土石流の状況）
- (資料5) 逢初川源頭部土砂崩落と水道管破損
- (資料6) 逢初川土石流発生箇所の土地改変行為の経緯
- (資料7) 逢初川源頭部の総盛土量の推定
- (資料8) 地形改変の経過
- (資料9) 逢初川土石流災害の雨量規模
- (資料10) 逢初川源頭部付近への水の流入状況
- (資料11) 逢初川周辺の地形・地質
- (資料12) 逢初川地区 流失・堆積土砂の土質調査及び土壌調査結果
- (資料13) 逢初川源頭部付近の土地の安定性と逢初川への影響
- (資料14) 崩落面等の調査結果
- (資料15) ボーリング位置の選定
- (資料16) 解析すべきことに対する解析手法等と取得すべきデータ
- (資料17) 委員会スケジュール

第三者による検証

検証方法については検討中
(当面は行政手続き確認作業チームによる資料の
収集整理を優先)

逢初川土石流の発生原因調査検証委員会

・法令手続き・組織体制上の検証 (検討中)

外部の知

熱海市伊豆山地区災害原因究明体制

技術専門家による指導・助言

法律家等による指導

【発生原因究明作業チーム】

- ・土地改変行為の妥当性検証
- ・基礎データ(地質等)の収集
- ・発生メカニズムの解明 等

難波副知事
県交通基盤部
交通基盤部理事
河川砂防局長
砂防課長
建設政策課(未来まちづくり室)長

【行政手続き確認作業チーム】

- ・土地改変行為者の届出・対応の経緯資料整理
- ・行政側の対応等の資料整理

難波副知事
県交通基盤部
交通基盤部理事
都市局長
土地対策課長
熱海土木事務所長
県経済産業部
森林・林業局長
森林保全課長
県くらし・環境部
廃棄物リサイクル課長
建築安全推進課長

連携

発生原因調査報告書を作成

途中経過、報告書等

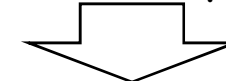
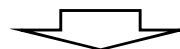
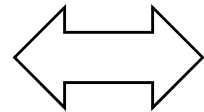
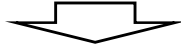
法務文書課が対応

公開内容の説明

資料情報開示

広く情報提供を呼びかけ

写真・映像・記事等



設置内容と意図

逢初川土石流の発生原因（発生メカニズム）調査における
他者検証について（2021年8月6日発表。ただし、一部加筆修正）

1. 概要

静岡県は、逢初川土石流の発生原因（発生メカニズム）について、静岡県が調査し作成した報告書を、他者が検証していく仕組みを導入する。

検証方法は、以下のとおりとする。

- ① 静岡県は、3学会（土木学会、地盤工学会、砂防学会）に対し、静岡県が作成する発生原因調査報告書について、検証（検証委員会の設置）を依頼する。
- ② 静岡県は、地形、地質、土質等の関連データを一般公開する。
- ③ 研究者等が、静岡県の公開データ等をもとに独自に、解析し、発生メカニズム等について検討を進めていただくことを静岡県は期待する。
- ④ 静岡県は、検証委員会の助言や研究者等の意見・提言等についての見解書を含む「逢初川土石流発生原因（メカニズム）調査報告書（案）」を作成する。
- ⑤ 検証委員会（委員は、土木学会、地盤工学会、砂防学会が推薦する者）が、静岡県の調査報告書（案）について検証を行い、検証結果を静岡県に提出するとともに、一般に公表する。
- ⑥ 静岡県は、検証委員会の検証結果を踏まえ、調査報告書（案）を修正し、最終報告書を作成する。

2. 他者検証の意図

- ① 発生原因（メカニズム）についての公正・中立な形での検証（静岡県とは独立した組織が検証）
- ② 静岡県による関連情報の情報公開をもって、社会の大きな「知」（研究者等）による検証を期待
- ③ これらの検証結果は、静岡県が適切な発生原因調査結果報告書を作成するための貴重な参考となる。

3. その他

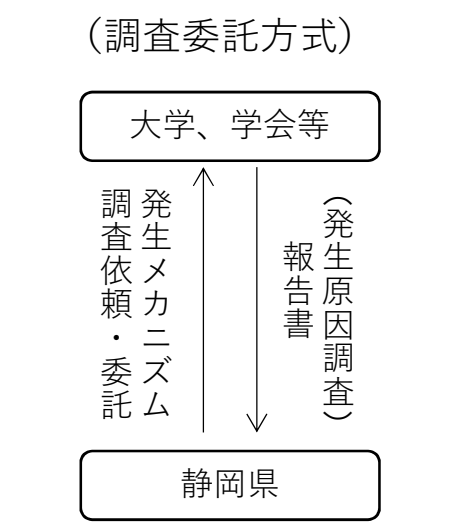
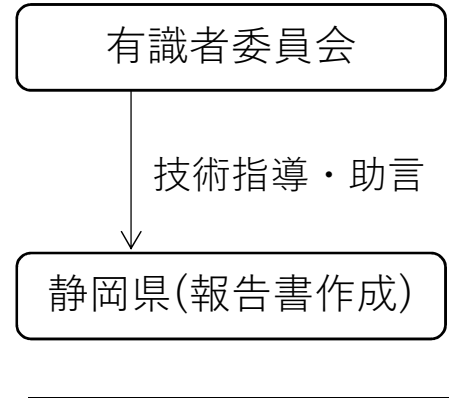
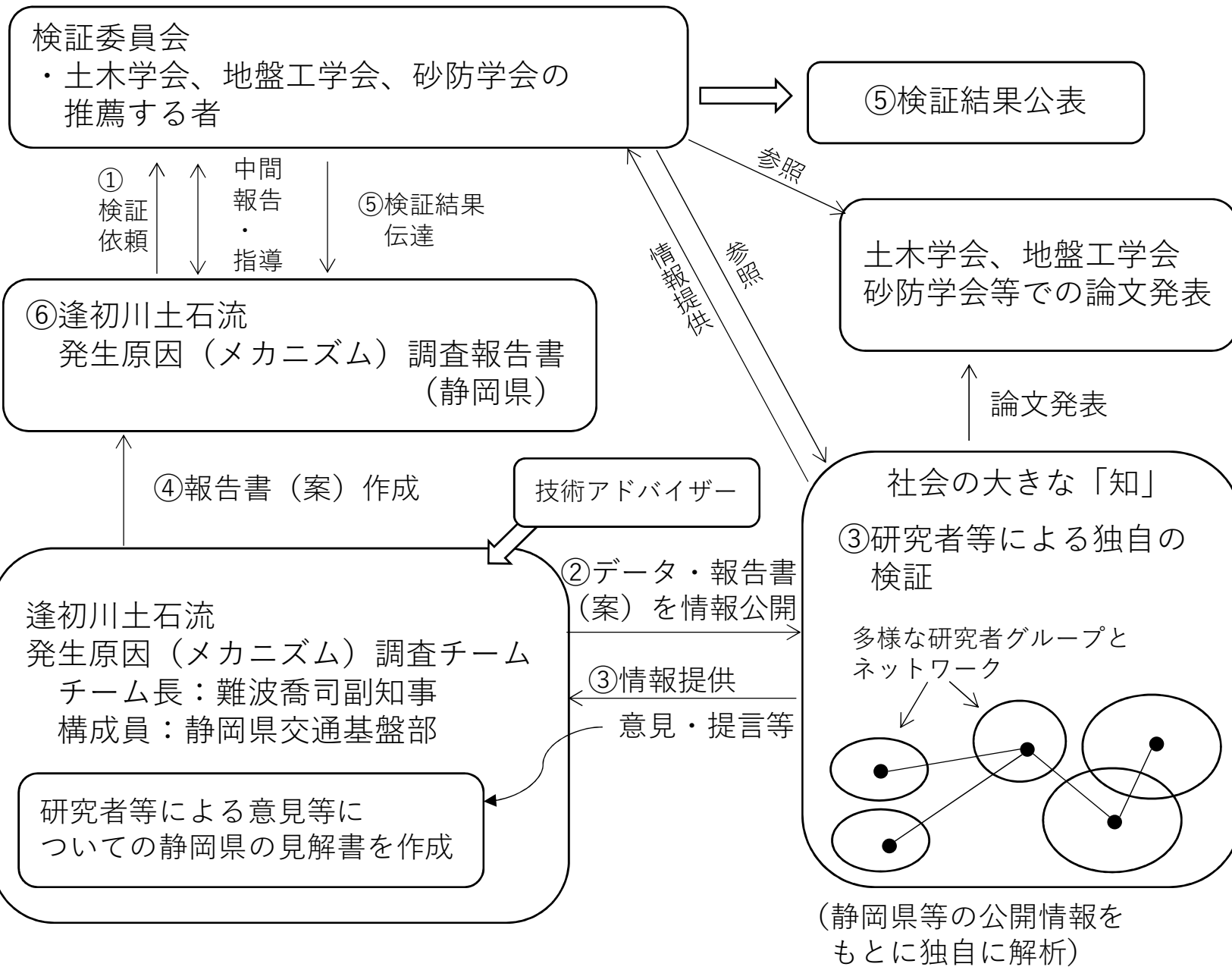
原因究明のためには、発生原因（発生メカニズム）の解明と、発生原因（行政手続き、改変行為の適切性の問題）の解明の両面が必要である。発生メカニズムの解明にあたっては、行政手続情報により明らかになった事実（どういう工法がとられたか等）を参考にする。

逢初川土石流の発生原因調査体制（他者検証方式）

（今回の方式）

（調査指導方式）

1-3



他者に調査を依頼・委託する方式

例：2009年7月東広島市土砂災害調査

調査委託
広島県 ↔ 広島大学
報告書

逢初川土石流の発生原因調査検証委員会

設置趣意書（案）

令和3年7月3日に熱海市伊豆山地区の逢初川で発生した土石流では、盛土部分が崩壊し、大量の土砂が下流域の集落へ流れ下ったことにより、災害を甚大化させたと推定される。

犠牲となられた方々の恐怖や無念さ、御遺族や関係者の方々の深い悲しみに思いをいたすと、誠に痛恨の極みであり、哀惜の念に堪えない。

このような悲劇が繰り返されることのないよう、静岡県は「発生原因調査チーム」を立ち上げ、土石流の発生原因（発生メカニズム）の調査を進め、発生原因調査報告書を作成する予定である。その際には、より適切な報告書となるよう他者検証方式として技術専門家による検証を得る。

については、調査報告書の妥当性について、公正・中立な形で検証を行っていただくため、土木学会、地盤工学会、砂防学会の3学会に協力を依頼し、3学会からの推薦者3名による「逢初川土石流の発生原因調査検証委員会」を設置する。

逢初川土石流の発生原因調査検証委員会規約（案）

（名 称）

第1条 本会は「逢初川土石流の発生原因調査検証委員会」（以下「委員会」と称する。

（目 的）

第2条 委員会は、県が作成する土石流の発生原因調査報告書（案）の妥当性について、公正・中立な形で検証を行うことを目的とする。委員会が、検証の過程で県に提言や助言を行うことにより、県が作成する報告書がより適切なものとなることにつながる。

（構成等）

第3条 委員会は、別紙に掲げる委員により構成する。

（運 営）

第4条 委員会は、県が作成する調査報告書（案）の作成過程において、事務局の要請により又は、委員の合意により、開催する。

（事務局）

第5条 委員会の事務局は、静岡県交通基盤部河川砂防局砂防課に置く。

（情報公開）

第6条 委員会は、原則公開とし、委員会資料及び議事録については公開する。ただし、個人情報や警察の捜査の都合等により、公開することが不適切な場合には、非公開とすることができる。

（雑 則）

第7条 この規約に定めなき事項については、必要に応じて委員会の承認を得て定める。

（附 則）

第8条 この規約は、令和3年9月7日から施行する。

別 紙

逢初川土石流の発生原因調査検証委員会

委 員 名 簿 (案)

(順不同 敬称略)

沢田 和秀 岐阜大学 工学部附属インフラマネジメント技術研究センター 教授
(派遣機関：公益社団法人土木学会中部支部)

小高 猛司 名城大学 理工学部社会基盤デザイン工学科 教授
(派遣機関：公益社団法人地盤工学会中部支部)

今泉 文寿 静岡大学 学術院農学領域 教授
(派遣機関：公益社団法人砂防学会東海支部)

逢初川土石流災害（2021年7月3日発生）の概要と 発生原因の当初（7月15日まで）の推定結果

1. 災害の概要

熱海市伊豆山地区逢初川において、7月3日10時30分頃、土石流の第1波が発生し、その後も数度の土石流が発生し、人と家屋等が押し流され、甚大な被害が発生した。死者は26名、行方不明者1名（2021年8月31日現在）。流出家屋44戸、土砂の影響はあるが現存する家屋78戸。

今回の災害をもたらした降雨（7月1日10時から発災した3日10時まで）は、24時間雨量260mm、期間雨量449mmであり、すでに盛土が形成されていたと推定される2011年1月以降の最大値となった。違法かつ不適切な工法により形成された盛土の崩落が被害の甚大化につながったと推測される。

自然要因：2011年1月（災害を甚大化させた盛土が既に造成されていたと推定される時）以降の約10年間で、24時間雨量260mmは最大、期間雨量449mm（発生時まで）は最大。

1時間雨量は24mm/h（2011年1月以降の最大値は63mm/h）

人為要因：この周辺からの水が集まりやすい逢初川源頭部の谷に、違法かつ不適切な工法（排水不備、大量の土砂量等）で、水の流れにふたをするような形で盛土が形成されたこと。

行政要因：結果として盛土が残置され、災害の発生を防止できなかったこと。

2. 土石流の発生原因の推定結果の公表

発災後から、直ちに懸命の救命救急活動が開始されたが、活動の従事者

や住民の二次災害を防ぐためには、逢初川源頭部付近の二次崩落や出水の可能性の迅速な評価が必要だった。

また、発生直後より、土石流発生原因について、行政機関以外から様々な情報が発信されたことから、人々の不安の軽減や風評被害の防止のために、行政機関による迅速な情報公開が必要だった。

このため、静岡県は、限られた情報のもと、土石流発生のメカニズムを推定するとともに、盛土の形成経緯も含め、ある程度確度のある情報については積極的に公表した。

被害を甚大化させた源頭部の盛土の崩壊メカニズムについては、静岡県は、大胆な仮定と現象の単純化により、ある程度確度のある推定を行い、公表した。（注：当初推定とは2021年7月15日までのものをいう）

3. 逢初川土石流災害対策検討委員会の設置

逢初川土石流災害に対し、再度災害防止（応急対策及び仮復旧）のための対策を検討する委員会を2021年7月7日に設置した。

委員は以下のとおり。

逢初川土石流災害対策検討委員会 委員名簿（敬称略・順不同）

区分	氏名	所属・役職
委員	今泉 文寿	静岡大学 学術院農学領域 教授
	山越 隆雄	国立技術政策総合研究所 土砂災害研究部 砂防研究室 室長
	栗木 信之	国土交通省中部地方整備局 総合土砂管理官
	古屋 徹之	静岡県熱海土木事務所長
	光信 紀彦	静岡県河川砂防局長
	宿崎 康彦	熱海市観光建設部長

逢初川土石流災害対策検討委員会 開催実績と概要

	開催日	概要
第1回	2021年7月7日(水)	<ul style="list-style-type: none"> ■監視体制全般 <ul style="list-style-type: none"> ・作業員への伝達に関する認識の統一が必要 ■雨量基準 <ul style="list-style-type: none"> ・10mm/h、累積50mmで暫定的に運用する ■地盤伸縮計 <ul style="list-style-type: none"> ・2mm/hで運用する ■進入ルートを選定 <ul style="list-style-type: none"> ・谷の中を通る進入ルートは安全確保が必要 ・砂防堰堤前面から堆砂敷への進入方法についても検討が必要 ■仮設ブロック堰堤の設置 <ul style="list-style-type: none"> ・ブロック堰堤は小規模の土石流対策に用いるものであり、過信に注意 ■源頭部対策 <ul style="list-style-type: none"> ・まず集水範囲の分析が重要 ・対策工法は応急と恒久に分けて整理する
第2回	2021年7月16日(金)	<ul style="list-style-type: none"> ■立入禁止区域等の設定 <ul style="list-style-type: none"> ・土砂災害警戒区域とする ■警戒監視状況 <ul style="list-style-type: none"> ・傾斜計を追加し判断材料を増やして総合的に判断する ・夜間の監視体制は、熱海市の意見を聞いて検討する必要がある ・ビーチラインについても検討が必要 ■今後の応急対策(除石・仮設ブロック堰堤の設置、源頭部の集水) <ul style="list-style-type: none"> ・残土処分地を早めに探した方がよい ・仮設ブロック堰堤の設置箇所は、恒久対策をイメージして検討した方がよい ・無人化施工を検討した方がよい

※第3回は、既設砂防堰堤の除石など応急土砂流出防止対策が完了した段階で、立入禁止区域等の見直しについて検討する。

4. 発災前後の地形変化

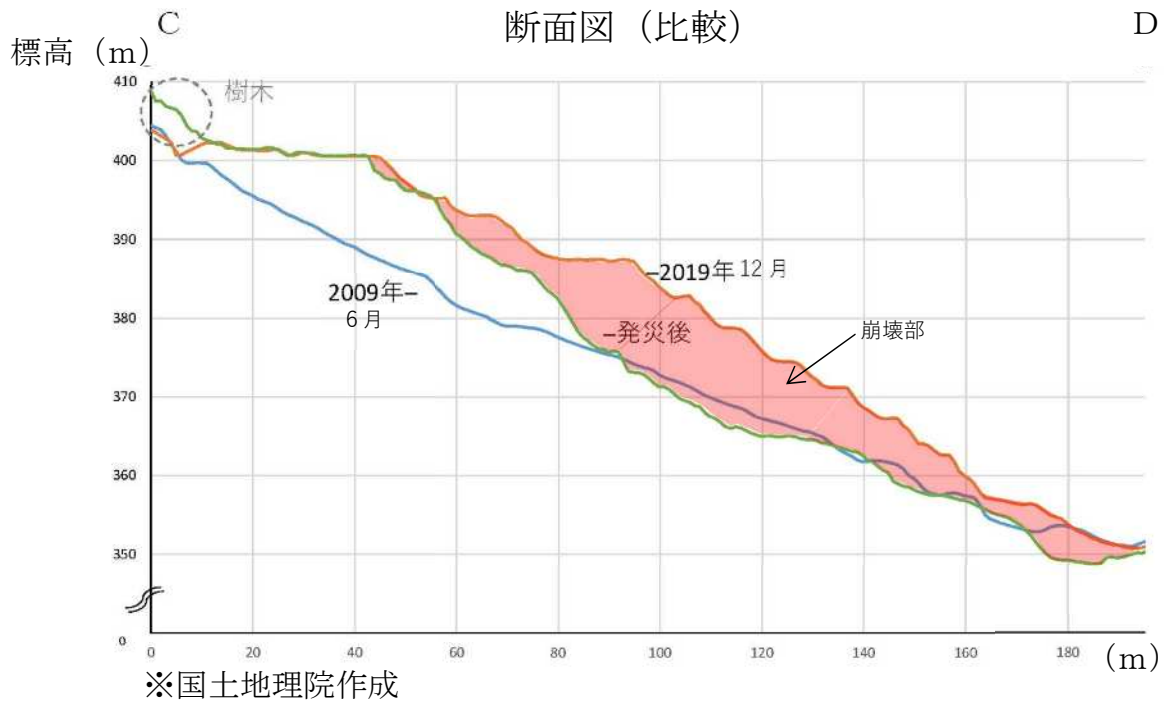
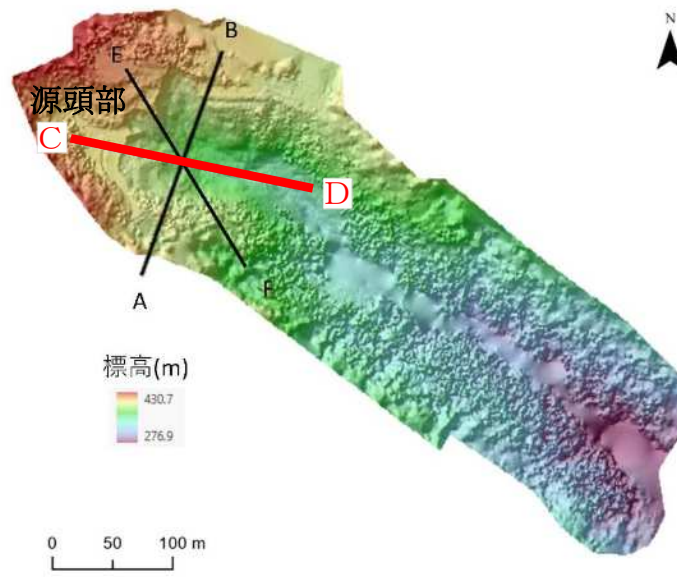
国土地理院が作成した下図を見ると、2009年時の地盤線(青線)と、

2019年時の地盤線（橙線）を比較すると、標高350～400mの範囲において、地盤高が高くなっている。これにより、2009年から2019年の10年間に、高さ50m程度の盛土が形成されていたことが推定される。

また、発災後の地盤線（緑線）は、崩壊区間の中流部から下流部にかけて、2009年時の地盤線（青線）付近まで下がっていることが確認できる。このことから、2009年時の地盤線（青線）を地山と想定すると、この中流部から下流部の盛土のほぼ全てが下流に流出したものと推定される。一方で、上流部の盛土は現在も残っているものと推定される。

（注）静岡県が2021年9月7日までに行った「過去の施工状況調査」によれば、2009年6月時点では、すでに標高350m付近で簡易な土留工と、土砂の一部埋立が行われていた。このことから、標高375mより下部の元の地形（埋立前）は、2009年時の地盤線よりもさらに下であり、発災後の緑線の地形に近いものであった可能性がある。

平面図



株式会社パスコ（別紙１）と静岡県（別紙２）の流出土砂量の推定結果を下表に示す。

流出土砂量の推定結果（株式会社パスコと静岡県との比較）

	株式会社パスコ	静岡県
源頭部からの流出量	約 57,500m ³	55,500m ³
砂防施設補足量	約 7,300m ³	7,500m ³
谷出口からの流出量	約 55,400m ³	—
氾濫範囲の堆積量	約 37,400m ³	—
海への流出量	約 18,000m ³	—

5. 災害発生メカニズムの当初の推定（2021年7月15日現在）

5-1. 災害発生構造の推定のための情報

（1）盛土の存在の経緯

- ① 2007年3月、盛土の造成について「静岡県土採取等規制条例」に基づく届出が熱海市に提出された。（事実）
- ② その場所は、周囲から水が集まりやすい谷の最上部（逢初川源頭部）だった。（事実）
- ③ 盛土量、盛土高ともに届出とは異なる内容の工事が行われ、法令違反行為が行われていた。（確度の高い推定）
- ④ 盛土の工法は適切ではなかった。（確度の高い推定）
 - ア. 届出とは異なる、盛土高が15mを超え、安全上問題である盛土工事がなされた。（確実）
 - イ. 15mを超える高盛土となる盛土に対して適切な排水工は設置されていなかった。（推定）
 - ウ. 盛土が設置された範囲は、届出されている面積（1ha未満）の中であった。（未確定）

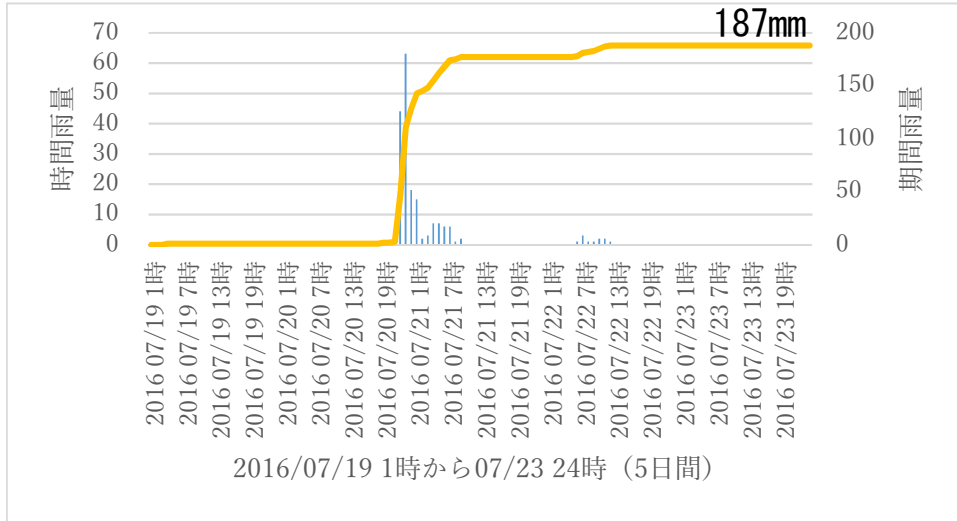
- ⑤ 再三、静岡県、熱海市から行政指導等が行われたが、結果として不適切な盛土が残置された。(事実)
- ⑥ 2011年2月、土地所有者が変わった。(事実)
- ⑦ 新所有者に対しても、行政指導が行われた。(未確定)
- ⑧ 新所有者が盛土部分に安全対策等として何らかの改変を行った。(未確定)
- ⑨ 結果として、安全上問題のある盛土が残置されることとなった。(事実)

(2) 自然条件

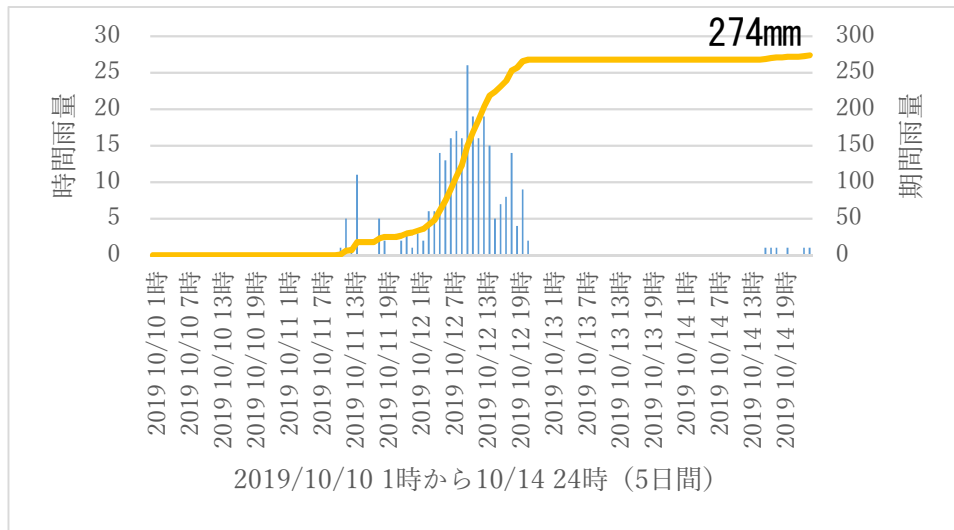
- ① 盛土が残置された2011年以降の降雨
 - ア. 観測雨量1時間63mmの降雨(2016年7月20日22~23時)が2011年~2021年で最大だった。(事実)
 - イ. 24時間雨量は、251mm(2014年10月5日11時~10月6日10時)、期間雨量は、274mm(2019年10月10日1時~10月14日24時)が最大だった。(事実)
 - ウ. これらの降雨に対して、盛土は崩落していない。(推定)

(注) 雨量の観測局：静岡県設置 熱海雨量観測所(熱海市水口町)
- ② 2021年7月1日4時から、発災直前の7月3日10時までの降雨量は、1時間雨量24mm、24時間最大雨量260mm、期間雨量449mmであった。(事実)
- ③ この24時間雨量、期間雨量は2011年以降最大値である。(事実)
1時間雨量の最大値は24mmである。最初の大きな24時間雨量の後、10時間の雨の小康状態があった。(事実)
- ④ その後、再び期間雨量が増す中、災害が起きた。
- ⑤ 雨水が表層水として流れ下るのではなく、地中に浸透しやすい程度の雨が長時間続いた。

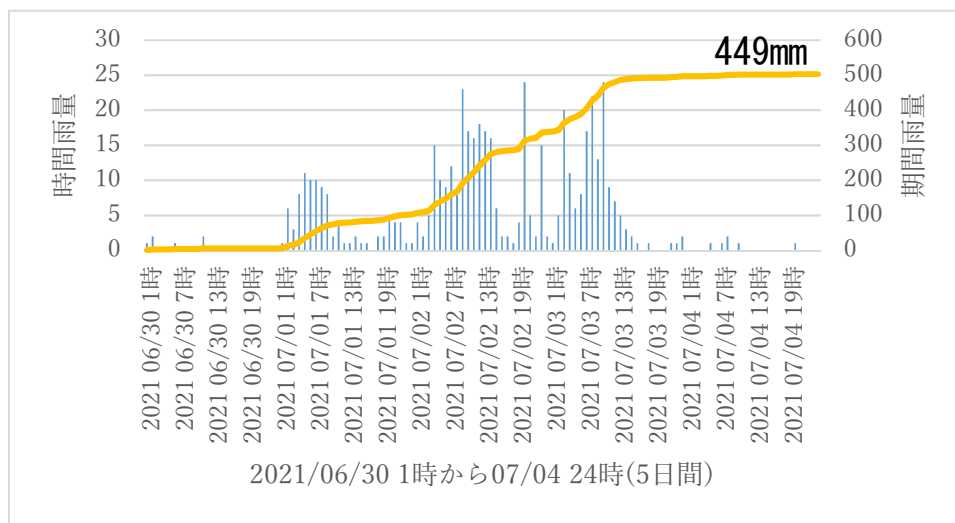
1 時間雨量最大



2019. 10. 10～14 まで (2019 年台風 19 号)



2021.7.1～7.3 まで (今回)



(注) 日本気象協会 (7月17日毎日新聞の記事による) は、国土交通省の「解析雨量」のデータにより、逢初川付近の今回の雨量は、静岡県設置の熱海雨量観測所のものより20%以上大きく、2006年5月～2020年12月間の過去最大と比べ、48時間では13%増の465.8ミリ、72時間では33%増の552.8ミリとなり、ともに過去最大を記録した旨の発表を行っている。

(3) 発災

- ① 2011年7月3日10時30分頃、逢初川下流に土石流が流れ込み、尊い人命が奪われ、家屋等が流出する災害が発生した。(事実)
土石流は、水分量の多い泥流に近いものだった。(推定)

5-2. 発災のメカニズムの推定

現在までに得られた情報を用い、いくつかの大胆な仮定を行い、発生現象を単純化することにより、発生現象を推定した。

(推定の目的)

推定の目的は原因の究明ではない。大きな目的は次の2つである。

- ① 今回の災害で起きていたであろう現象を推定し、盛土や地山の二次崩落の可能性を評価し、二次災害を防止するため
- ② 行政機関外から多数の不確定情報が出る中、確度が低くても発生の原因の推定を速やかに行政が示すことにより、人々の不安の軽減や風評被害の防止に資するため

これらは、被害に遭われた方々や関係者に何が起きたのかをお知らせすることにもなる。

崩壊のメカニズム（どのような現象が発生したのかの推定）

（１）情報の整理

① 雨量

- ・ 盛土造成後（2010年とする）の10年間（2011～2021）で期間雨量及び24時間雨量は最大
- ・ 1時間雨量の最大値は24mm（10年間最大は63mm/h）
- ・ 24時間雨量の最大値は260mm（これまでの10年間最大値は251mm）
- ・ 期間雨量の最大値は449mm。（発災時まで）（これまでの10年間最大値は274mm）

② 流域

上部の流域から流入する水のほとんどが盛土部分に集まる地形となっている。流域面積（降雨が表面地形の関係で盛土付近へ流入する範囲）は40,000 m²と小さいが、流域外のより遠い場所からの地下水も集まっている可能性がある。



※国土地理院の図に県が加筆

③ 盛土量

盛土高は15m（標高365～380m）で申請されていたが、実際の盛土は35m（標高365～400m）～52m（標高350～402m）まで盛られていた可能性がある。盛土量は約3.6万 m^3 で申請されていたが、約5.4万 m^3 以上であることは確実で、実際には約7万 m^3 に達していた可能性がある（推定）。

④ 盛土の設計、施工

- ア. 盛土高は15m以下、適切な排水処理（浸透防止を含む）、擁壁の設置等による盛土下端部の強化が基本である。
- イ. 2009年の国土交通省の航空レーザー測量結果及び複数の写真情報から、この時点で、盛土は標高400mまで35～50mの10段積み（未確定）がされていた可能性がある。（推定）
- ウ. 2011年頃の写真を見る限り、適切な排水工は設置されていないように見える。（推定）

- エ. 土圧や水圧が集中する盛土の下端部において、35～50mの盛土高に耐えられる強固な擁壁は届出書には示されていない。(確定)
- オ. 高さ15mを超える部分の盛土は、条例等に基づく申請書の提出など必要な手続きを得ず行われていた。(推定情報ではあるが、確度は高い)
 - ⇒条例違反の大規模な盛土が行われていた。(確度の高い推定)

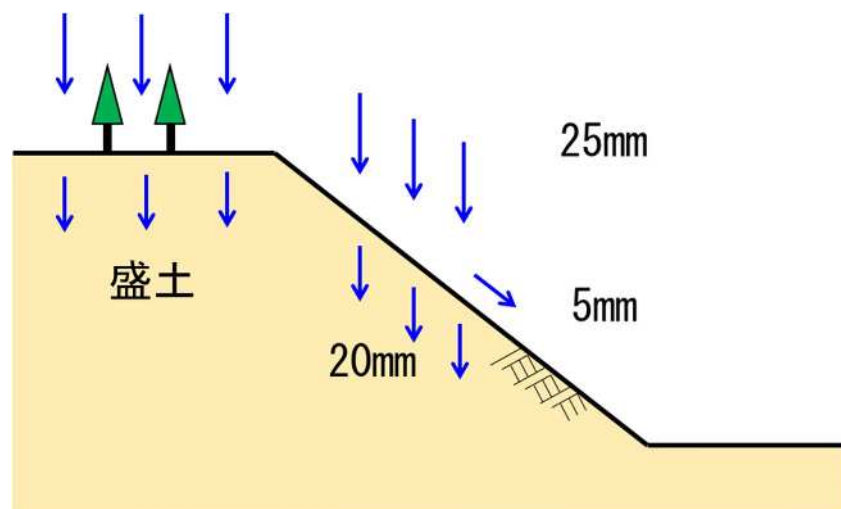
⑤ 崩壊の初期現象

土石流発生の前から、下流で黄土色の水が道路等で観測されていたこと、河川からの小氾濫が見られたこと等から、逢初川の上流部では盛土部又はその周辺のどこかで水分量の多い小崩壊、あるいは水の大量流出が始まっていた可能性が高い(推定)。

その後の家屋を瞬間的に押し流すほどの流下物は、土石流というよりも、水分量の多い泥水の大流下であった可能性が高い。(推定)

(2) 現象の大胆な仮定

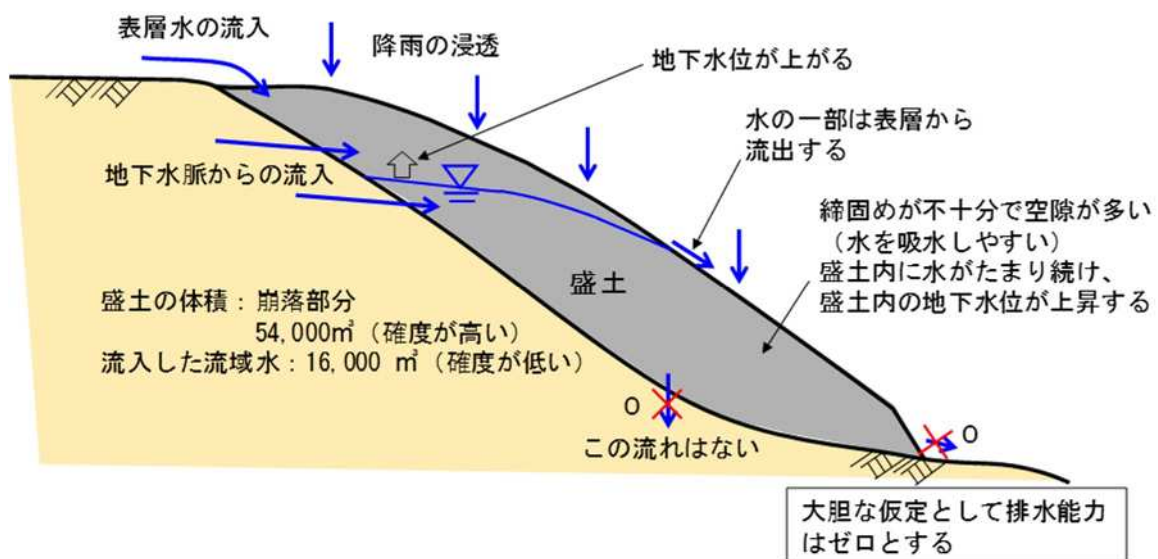
- ① 1時間雨量25mm以下の雨の80%は地中に浸透する。(現象としての確度は高いが、80%という数字の確度は低い)



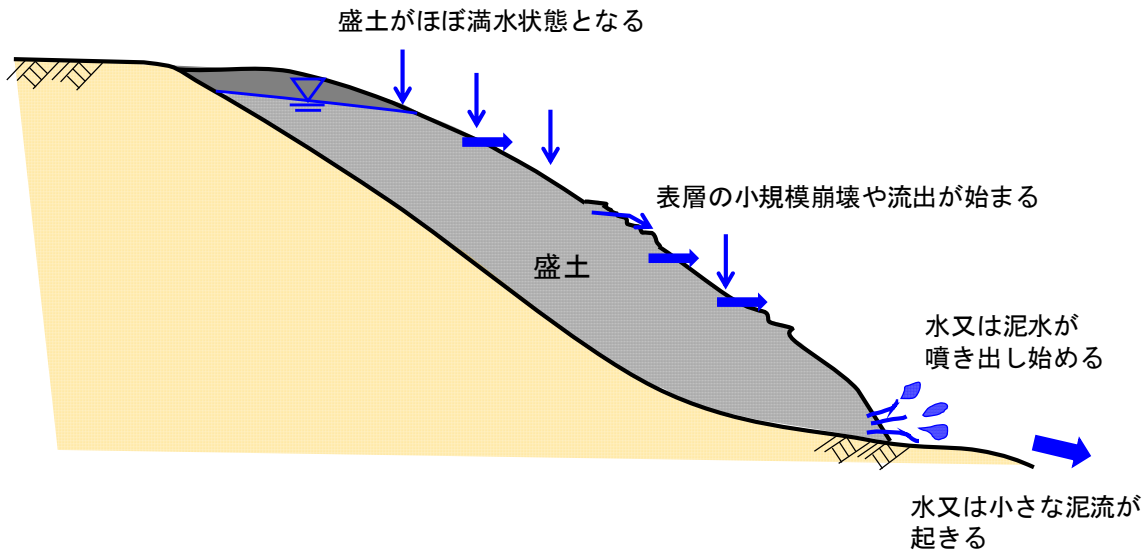
- ② 流域の地形の関係上、降った雨の大半は盛土に集まる。(確度は中程度)
- ③ 盛土には適切な排水工がなされていないため、盛土に集まってきた水が盛土内にたまりやすい。(推定)
- ④ 盛土は高さが35m～50mのいわゆる^{たかもりど}高盛土であるが、盛土全体が一度に崩壊することを防ぐ適切な工法がとられていない。(推定)
- ⑤ 崩落部分のほとんどが盛土部分である。(確度が高い推定)

(3) 大胆な仮定のもと、発生した現象の単純化による現象の推定

- ① 2010年以降の降雨の中で、今回の降雨は24時間総雨量、期間雨量が最大となり、盛土下端部からの排水が不十分なため、盛土の内部に水がたまり、地下水位が上昇する。(推定)

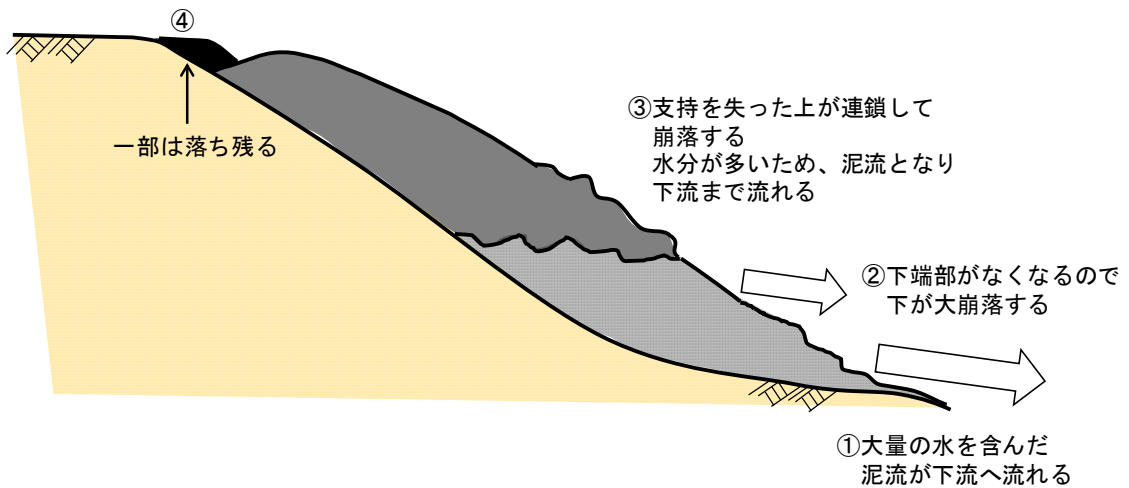


② 盛土の斜面と小崩落と盛土下端のパイピング現象が始まる。



③ 盛土の下部の崩落が起きる。この部分は、大量の水を含んでいた可能性が高いため、一気に家屋を流すほどの最初の流下物は水分量の多い泥水であった可能性が高い。(推定)

④ 上部の盛土への連鎖的崩壊が進み、結果として盛土部分全体のほとんどが崩落する。一部は落ち残る。



⑤ この結果、源頭部から約 57,500 m³が流出し、途中の砂防施設が約 7,300 m³補足したものの、谷出口から約 55,400 m³が流出し、甚大な被害が生じた。(確度の高い推定)

6. 二次災害の発生の可能性

- ① 逢初川源頭部には、落ち残った盛土の一部が存在し、この部分の小崩落の可能性はある。
- ② 地山の一部も崩落したため、地山も小崩落の可能性はある。
- ③ 通常の雨（警報レベルでないもの）であれば、直ちに大崩落が起きる状態ではない。（推定）
- ④ 雨が降らない時でも、小規模な崩落が発生する可能性がある。（推定）
- ⑤ 降雨時の出水については、谷に集まってくる雨水を一時貯留する形となっていた盛土の大部分がなくなったため、降雨から出水までの時間遅れは以前より短い。（推定）
よって強雨時には急な大出水に注意が必要である。（確定）
- ⑥ 上記のとおり、源頭部は通常の雨であれば直ちに大崩落が起きる状況ではないが、崩落の危険性は残っている。
- ⑦ よって、逢初川源流部の崩落・出水については、常時監視・警報体制をとっている。警報等に基づき、早目早目、迅速な避難をお願いする。（確定）

（注）上記については7月7日に設置した「逢初川土石流災害対策検討委員会」（今泉文寿静岡大学大学院教授）の助言を得ている。



LP 差分からの土砂量推定結果 (速報)

図面No	区間	侵食量(m ³)		堆積量(m ³)		変動量(m ³)	
		①	②	②	①	①+②	①+②
1	源頭部	-57,745		221		-57,525	
	①源頭部計	-57,745		221		-57,525	
2	流送区間1	-4,261		872		-3,389	
3	えん堤堆砂域	-74		7,422		7,348	
4	流送区間2	-4,894		3,037		-1,857	
	②流送区間計	-9,229		11,331		2,102	
谷出口地点	①+②谷部合計	-66,975		11,552		-55,423	
5	氾濫範囲1	-4,036		38,191		34,155	
6	氾濫範囲2	-32		52		20	
7	氾濫範囲3	-881		4,149		3,267	
	③氾濫範囲計	-4,949		42,392		37,443	
河口地点	①+②+③全体合計	-71,924		53,944		-17,980	

源頭部からの流出量
約 58.000m³

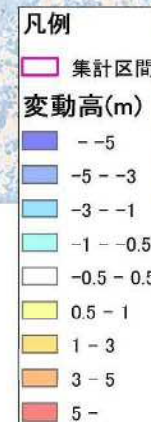
砂防施設捕捉量
約 7.000m³

谷出口からの流出量
約 55.000m³

氾濫範囲の堆積量
約 37.000m³

海への流出量
約 18.000m³

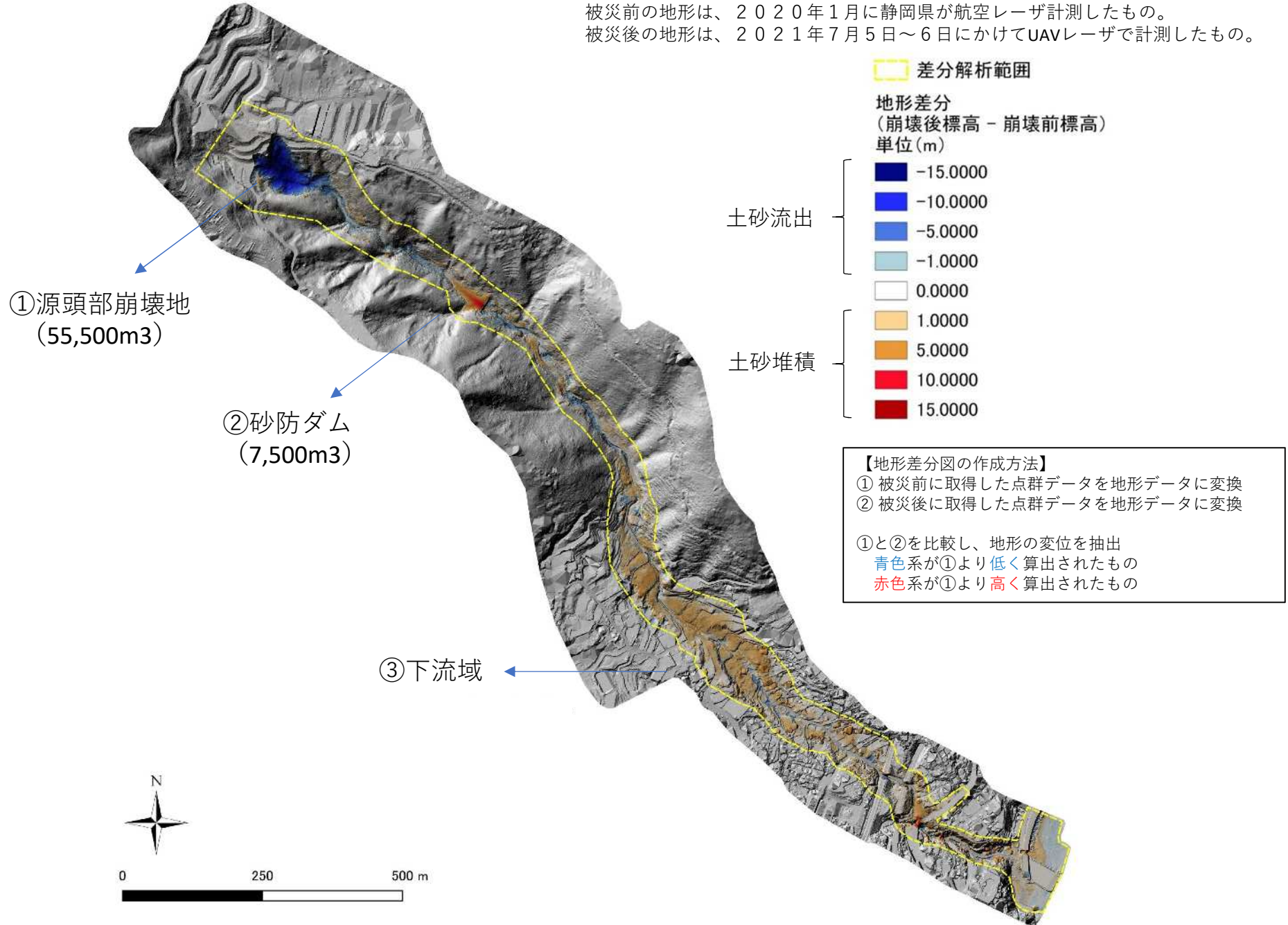
航空レーザー計測 発災前後の差分処理結果に基づく
土砂量算出結果 (速報)



3次元点群データによる地形差分図

(別紙2)

被災前の地形は、2020年1月に静岡県が航空レーザ計測したもの。
被災後の地形は、2021年7月5日～6日にかけてUAVレーザで計測したもの。



逢初川土石流の「初期(原因推定のため)の逆解析」と 「原因解明のための逆解析」

正解析と逆解析

○正解析:原因から結果を推定する

(どのくらいの雨が降ると盛土は崩壊する可能性があるのかを推定)

(将来に何かした時、何かの外力が発生した時に、何が起きるかを解析)

○逆解析:逆に、結果から原因を推定する

(この雨が降ったときに、盛土が崩壊した。なぜ?)

(過去起きたことについて、その原因はこういうことだろうと推定)

(正解析)(こうなるだろう解析)

将来に起きることの推定においては、様々のわからないこと(不確実性)があり、現地調査(地形地質、土質、水の流れ等)とともに、高度な解析を行わなければ「どういう状態のとき、どういう現象が生じて、結果として何が起きるか」はなかなか推定できない。

(逆解析)(こうだったんだろう解析)

すでに発生した現象については、「この条件のときに発生した」という事実があるため、「発生原因のある程度の推定」は、高度な数値解析を行わなくてもある程度できる。

しかし、「原因の究明」は、現地調査と高度な解析が必要となることが多い。

初期の逆解析による原因の推定①

1. 災害の内容: 熱海市伊豆山地区において、7月3日10時30分頃、数波の土石流が発生し、人と家屋等が押し流され、甚大な被害が発生した。
2. 発生要因
 - 自然要因: 2010年(災害を甚大化させた盛土が造成されたと推定される時)以降の約10年間で、今回の降雨は、24時間雨量260mmは最大、期間雨量449mm(発生時まで)は最大。
1時間雨量は24mm/h(10年間最大は63mm/h)
 - 人為要因: この周辺からの水が集まりやすい逢初川源頭部の谷に、不法かつ不適切な工法(排水不備、大量の土砂量等)で、水の流れにふたをするような形で盛土が形成されていた。
 - 行政要因: 盛土の事業者には行政指導したが、結果として盛土が残置されていた。
3. 災害発生メカニズムの推定
 - 雨が地中に浸透しやすい長雨により、排水機能が不備の盛土部へ大量の水が流れ込み、盛土内に大量の水が蓄積され、盛土が安定限界を超え、ほぼ盛土全体が崩落し、大量の水を含む泥状態の大量の土砂が下流に流れたのではないかと推定される。

初期の逆解析による原因の推定②

4. 初期の逆解析の目的

土石流が発生したという結果から発生原因を推定する。これによって、源頭部の落ち残りの盛土等の再崩落を含め、追加的崩落の可能性を推定し、二次災害を防止するため。

5. 熱海における逆解析で最も重要な情報

- ①災害発生前後の地形変化
- ②数波で発生した土石流の映像、写真情報、消防通報、体験談等
- ③盛土ができてから現在までの降雨の状況

以下の過去の雨では盛土は崩壊しなかった。

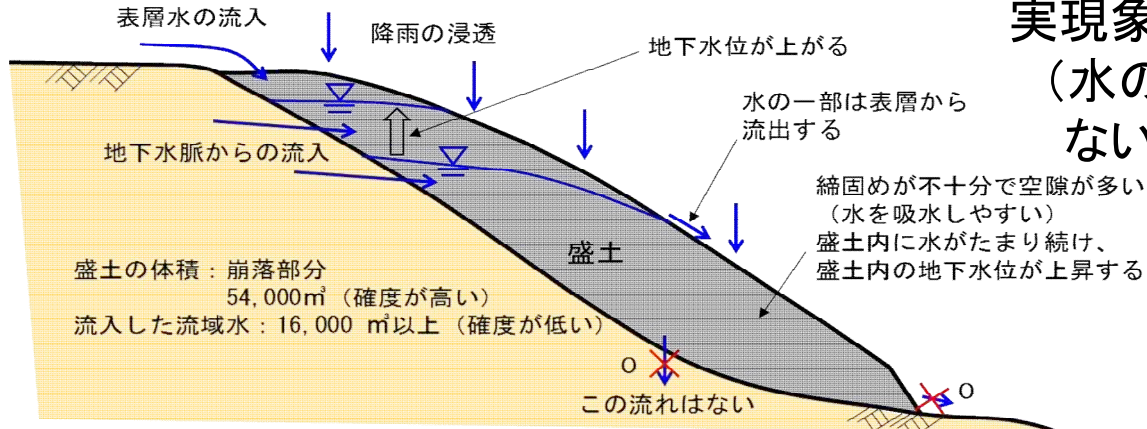
(雨の条件)	(最大値)	1時間雨量	24時間雨量	期間雨量(一定の期間)
①2014年10月の豪雨		36mm	<u>251mm</u>	292mm
②2016年7月の豪雨		<u>63mm</u>	176mm	187mm
③2019年10月の豪雨		26mm	243mm	274mm

今回の雨では盛土が崩壊した。

(雨の条件)	(最大値)	1時間雨量	24時間雨量	期間雨量(一定の期間)
④2021年7月1日4時 ～3日10時(発災直前)		24mm	<u>260mm</u>	<u>449mm</u>

これから何が？ (2019年10月豪雨とよく似た豪雨だか、違いは期間雨量。すると・・・)

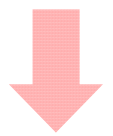
初期の逆解析: 実現現象の大胆な仮定と単純化による発生メカニズムの逆解析による推定



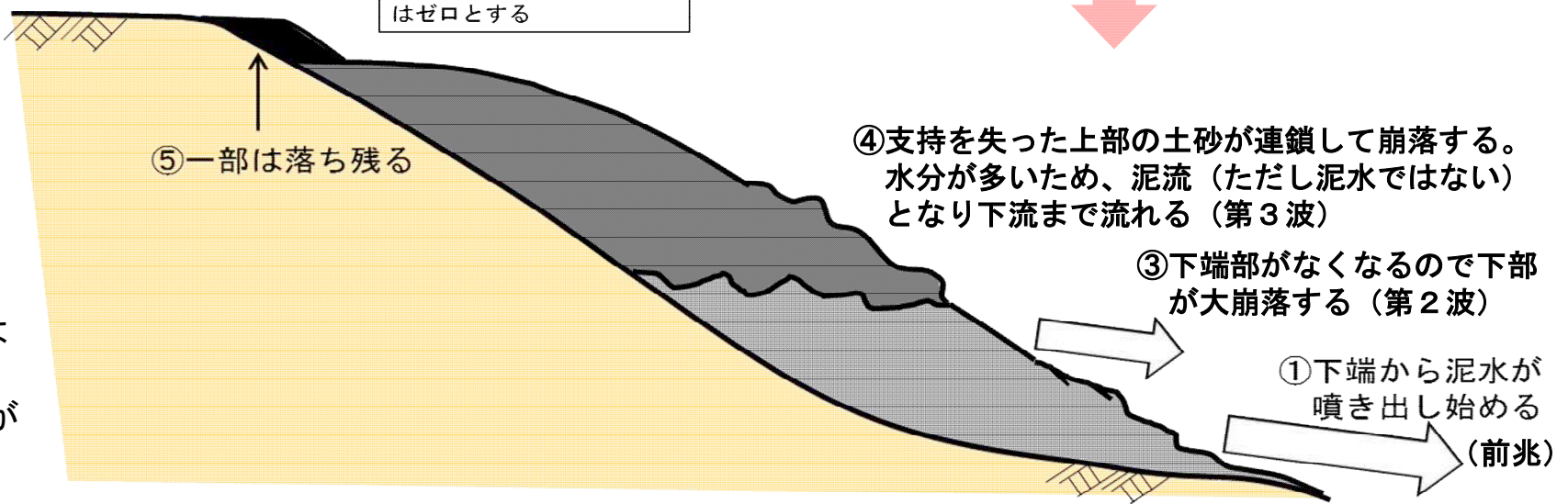
実現現象の単純化による仮定

(水の流入流出等は左記のようだったのではないかと仮定)

盛土の上端あたりまで、地下水水位が上がり、ほぼ盛土内が満水状態となっていたのではないかと



大胆な仮定として排水能力はゼロとする



逆解析に有力な映像や人々の証言: 最初の大きな1波は泥水。その後落ちてきたものは少し粘りのある土砂。とりわけ、第3波は粘りが強い。

原因説明のための逆解析：観測された実現象を高い精度で再現できることが説明精度となる

再現する実現象：観測された雨量等の条件の下、実現象である地形変化、土石流の第1波、第2波、第3波等の発生内容を精度良く再現する。

以下を再現することが必要

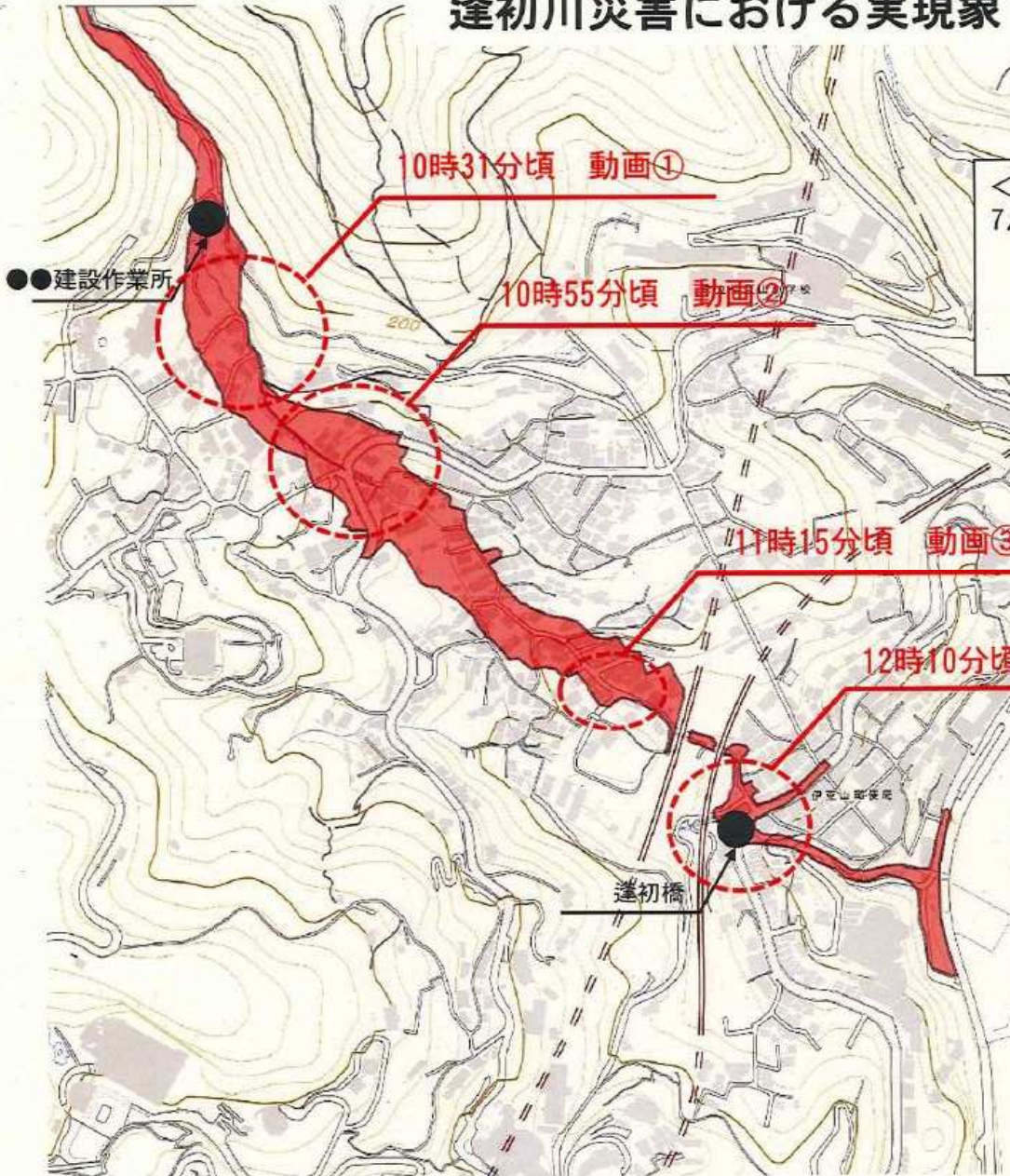
- ① なぜ、今回の降雨条件のときに、この地形変化と数波の土石流が発生したのか。
- ② なぜ、過去の降雨条件では、盛土は崩壊しなかったのか。

とりわけ、①については、初期の逆解析では説明できていない以下についての説明が必要

- イ. 第1波は粘性が高く、枯れ木を多く含み、速度の遅い泥流。どこで発生したものか。
- ロ. 第2波は泥水に近い泥流であるが、どこにそのような水が蓄えられていたのか。
また、第2波では源頭部左岸上部まで崩壊が達している。
- ハ. なぜ盛土のほぼ全体が崩落し、下流まで流出・流入したのか。
- ニ. 第1波から第3波（逢初橋付近では12時10分頃）までに2時間程度の遅れがあったのはなぜか。（下部から先に崩壊し、それにつられた上が落ちたのであれば、これほどの時間遅れはないのではないか。）
- ホ. 土石流の発生の起因はなにか。（どこが最初に崩落したのか。）

逢初川災害における実現象（土石流の状況）

資料-4



<消防通報の記録>

- 7月3日10時28分 土砂に前の家が流された（第1報）
- 10時32分 ●●建設作業所の上の崖が崩れている
- 10時39分 また土砂崩れが起きて家が流されている
- 10時56分 （消防通報中に電話が切れる）
- 11時26分 逢初橋付近で土砂が溢れている

<9月2日のNHKニュースより>

- 7月3日10時31分頃 動画①
- 10時55分頃 動画②
- 11時15分頃 動画③
- 12時10分頃 動画④

7月3日（土）	状況
朝	赤茶色の泥水と木くずがいっぱい混ざっていたものが流れてきた（証言）
10時20分頃	土石流第1波の発生の可能性
10時28分	土砂に前の家が流された（通報）
10時31分	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> 住宅地最上流部 （NHK動画） </div> 大量の土砂や木が流れている。 土砂は粘性度が高く、流下速度も遅い。緑の木よりも枯れた木が多く含まれている。土石流は映像の最後で流下速度が大きく低下（停止）している。
10時55分	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> 住宅地最上流部より200mほど下流：赤い家付近 （NHK動画） </div> 水分量の多い泥流が早い速度で一気に流れ落ち、家屋等を吹き飛ばしている。 （注：10時31分に上流部で見られた粘性度の高い土石流は到達していないように見える。第1波を乗り越えて、水分量が多く、速度が速い泥流の第2波が流れてきた可能性がある。）
11時15分	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> 新幹線高架橋の少し上流の道路部 （NHK動画） </div> 粘性度の高い土石流が到達しているが止まっており、付近の家屋は破壊されていない。その埋積土の上に、水分量の多い大規模の泥水が流れてきて、住宅などを一気に押し流している。
12時10分	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> 逢初橋付近 （NHK動画） </div> 粘性度の高い泥流がすでに到達している。その上に、比較的水分量の多い泥土が流れてきて、家がなぎ倒されている。
総括	土石流は10波程度はあった（証言） 第1波から下流部到達まで、約2時間程度にわたり、土石流が押し寄せた。

逢初川源頭部土砂崩落と水道管破損について

1 要旨

令和3年7月3日に発生した逢初川源頭部の土砂崩壊と熱海市管理の水道管破損の因果関係を熱海市水道温泉課からの聞き取りや各種資料により調査した。

結論として、水道管の破損は土砂崩壊第2波によって引き起こされたものであり、水道管の破損が土砂崩壊の引き金ではないと考えられる。

2 水道施設の被害状況

被害施設	ダクトイル鋳鉄管φ200（熱海市水道）
被災時刻	7月3日午前10時53分頃
被害概要	<ul style="list-style-type: none"> 10時53分から管路に水を供給している七尾調圧槽の水位データが急降下。10時53分から約22分間の流出量は130m³程度と推定 七尾調圧槽へは伊豆山ポンプ場から2.2m³/分の水がポンプアップされる。 このことを考慮するとポンプアップを停止した15時46分までの約5時間の総流出量は900m³程度と推定

（注）七尾調圧槽の水位が低下すると伊豆山ポンプ場から送水する制御となっており、大規模な停電が発生した後も自家発電機が起動して送水を続けていた。15:46に熱海市職員が伊豆山ポンプ場の自家発電機を停止させるまでの約5時間で計900m³弱が流出したと推定される。

3 時系列表

時刻	状況	情報元	備考
7/3 10:28	第1波	消防への第一報	
10:53	水道管破損	熱海市水道温泉課「水位データ」	
10:55	第2波	NHK報道	
11:02	停電	東電停電履歴	
11:02以降	ポンプ稼働	伊豆山ポンプ場自家発起動、ポンプ稼働	
11:15	第3波	NHK報道	
15:46	ポンプ停止	熱海市水道温泉課「伊豆山ポンプ停止」	午後、漏水の映像撮影
15:46以降	漏水停止		管内の水が流出し終わって漏水停止
17:45	漏水停止	ドローン映像	破断管からの流出は見られない

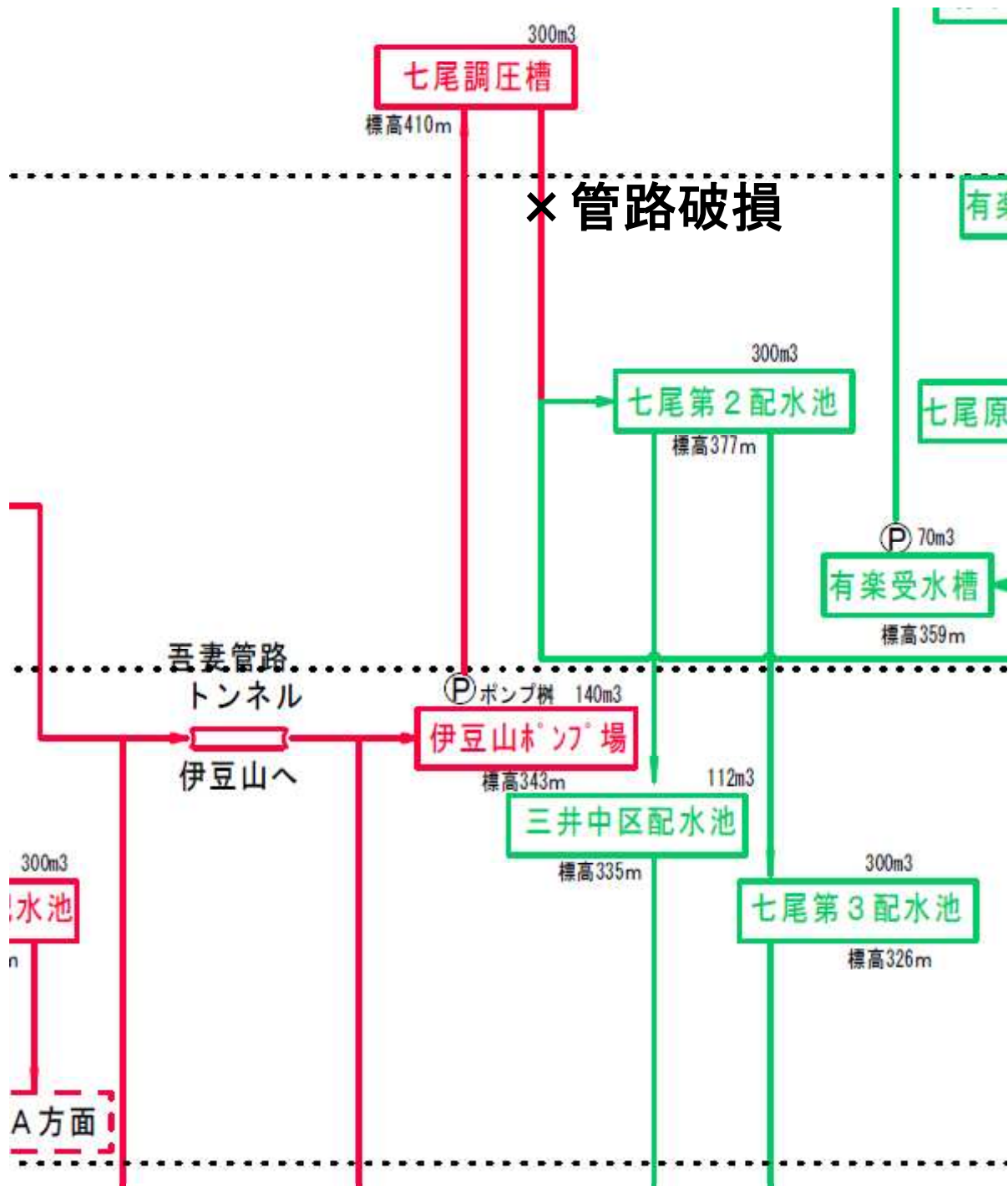
4 考察1（水道管破損と土砂崩落の関係）

- ① 熱海市の七尾調圧槽「水位データ」の急激な低下は10:53であり、この時刻が水道管の破損時刻であると推定。
- ② 最初の土砂崩落は、消防への第1波についての通報時刻の10:28以前に始まっていたと考えられるため、最初の土砂崩壊と水道破損は無関係である。
- ③ 10:55頃に下流に達した土石流を第2波とすると、上流部の崩壊はその数分前に発生していたと考えられる。10:52頃、源頭部左岸側が最上部まで崩壊し、それにより水道管が破損したのと考えられる。（確度の高い推定）

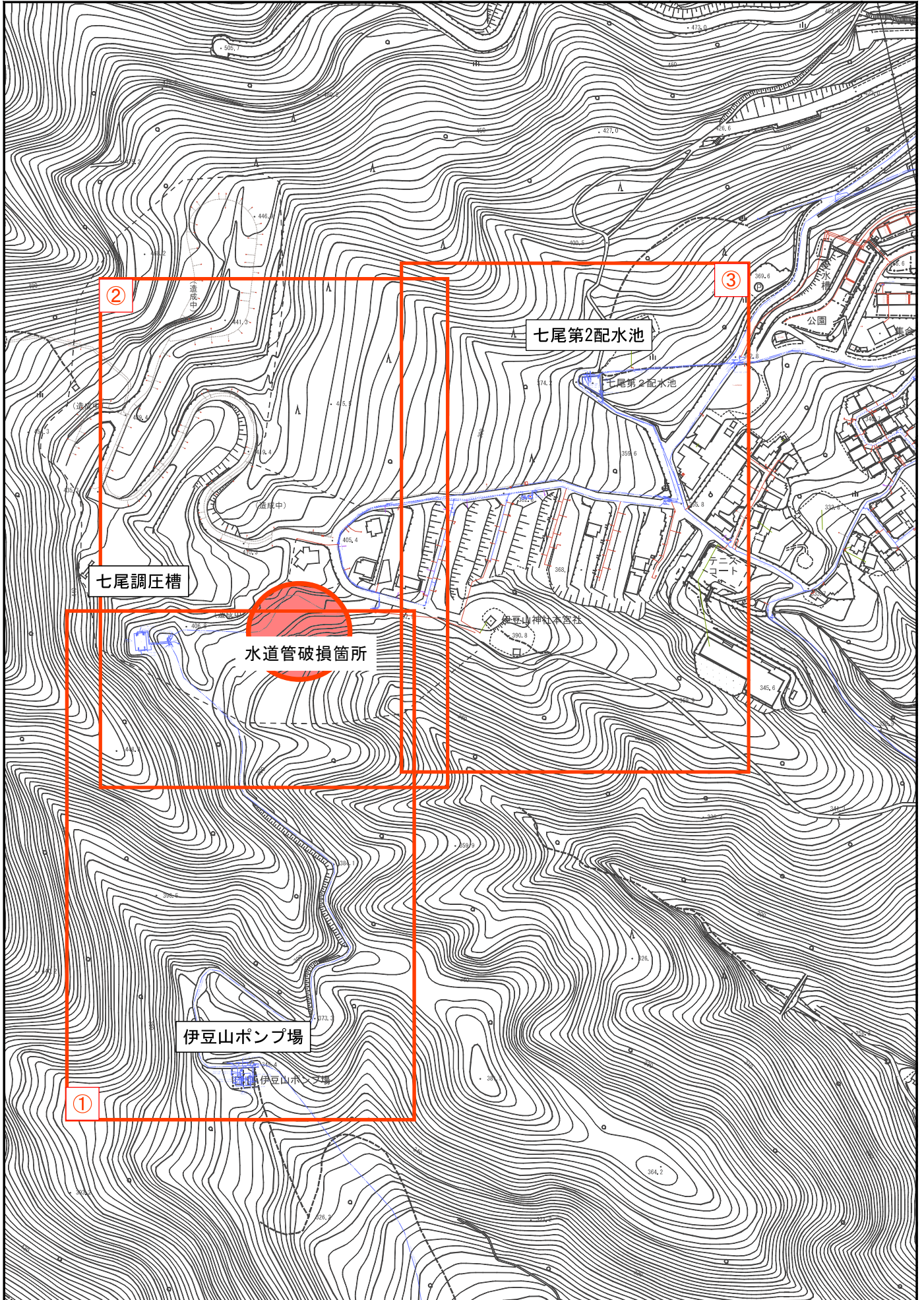
- ④ 土石流の第3波の発生を11:15頃とすると、水道管破損から第3波発生までの漏水時間は22分間となり、その間に流出した水量は最大でも約130 m³と想定される。
- ⑤ 15:50頃まで続いたと推定される破損管からの流出量は2~5 m³/分である。総流出量は最大900 m³と推定される。管からの流出水は表流水として流れており、この水がその後の数波の土石流の要因となったとは考えにくい。

5 考察2（逢初川源頭部左岸最上部の崩落時刻）

- ① 水道管の破損時刻から見て、逢初川源頭部左岸最上部は10時52分頃、崩落したものと推定される。（確度の高い推定）
- ② 10時28分頃には逢初川の中流域で、比較的粘性があり、木を大量に含む土石流の第1波が確認されている。
- ③ 下流域は10時55分頃、第2波として泥水状態の濁流が流れ込んできた。源頭部左岸最上部の崩落は、この第2波の発生の一環又は一部であると推定される。



案内図



S=1:2500
(A3→A4縮小)

出力システム名:熱海市WebGIS水道温泉版