

2021年7月の梅雨前線豪雨により静岡県熱海市で発生した土石流災害の被害調査

山本晴彦¹・兼光直樹²・古場杏奈¹・辻本ひかり³・縞居和哉¹・坂本京子¹・岩谷潔¹

Damage Investigation of Debris Flow Disaster in Atami City, Shizuoka Prefecture by Heavy Rainfall of Baiu-front of July, 2021

Haruhiko YAMAMOTO¹, Naoki KANEMITSU², Anna Koba¹, Hikari TSUJIMOTO³, Kazuya SHIMAI¹, Kyoko SAKAMOTO¹ and Kiyoshi IWAYA¹

Abstract

In Ajiro, Atami City, in Shizuoka Prefecture, Japan, Baiu-front stagnated from July 1 through July 3, 2021, and 48 hours precipitation resulted in 321.0 mm (return period : 23 years) of precipitation. On July 3rd at 10:55 a.m., a large-scale debris flow caused the collapse of the embanked ground on the Aizome River in the Izusan District, resulting in at least 27 deaths and/or missing persons (As of October 28). The writer surveyed 141 heavily damaged buildings. This district is designated as collapse special caution area of steep slopes (Red zone), collapse caution area of steep slopes (Yellow zone), and debris flow caution area (Yellow zone), and a land condition figure presents this district's topography as "debris flow deposits." The precursory phenomenon was confirmed in this debris flow disaster, but since only elderly people had been advised to evacuate from Atami City, there were no inhabitants who relocated to the evacuation site beforehand.

キーワード：熱海市，豪雨，静岡県，土石流災害，梅雨前線

Key words: Atami City, Heavy Rainfall, Shizuoka Prefecture, Debris Flow Disaster, Baiu-front

1. はじめに

2021年6月末から梅雨前線が北上し、7月1日から3日にかけて西日本から東日本に停滞した。太平洋から前線に向かって暖かく湿った空気が

次々と流れ込み、大気の状態が非常に不安定となり、東海地方から関東地方南部を中心に記録的な大雨となった。数日間にわたって断続的に雨が降り続き、72時間降水量は静岡県の富士(512.0 mm)、

¹ 山口大学大学院創成科学研究科
Graduate School of Sciences and Technology for Innovation,
Yamaguchi University

² 山口大学大学院創成科学研究科(現 山口県庁)
Graduate School of Sciences and Technology for Innovation,
Yamaguchi University

³ 山口大学農学部(現 長崎県庁)
Faculty of Agriculture, Yamaguchi University

本稿に対する討議は2023年2月末日まで受け付ける。

天竜(408.5 mm)で1976年のアメダス観測開始以来の極値を更新するなど、記録的な大雨となった(気象庁, 2021a; 静岡地方気象台, 2021)。この大雨により静岡県東部の熱海市で土石流が発生したのをはじめ、沼津市や富士市で河川の増水や低地での浸水被害に見舞われた(熱海市, 2021a; 消防庁災害対策室, 2021; 沼津市, 2021; 富士市, 2021)。

ここでは、7月3日に発生した熱海市の土石流災害を対象に、筆者が収集したデータに基づく降水の時空間的解析と防災情報の時系列的解析、筆者の現地調査に基づく伊豆山地区の地理的特徴と土石流被害の実態について報告する。

2. 梅雨前線豪雨により観測された降水量・河川水位の推移と防災情報の発令状況

6月30日から7月4日にかけて、本州付近に停滞した梅雨前線に向かって暖かく湿った空気が流れ込んだことにより大気の状態が不安定となり、断続的に雨が降り続いた。図1には、2021年7月3日9時の地上天気図(左: 気象庁, 2021b)と気象衛星「ひまわり」の赤外画像(右: 高知大学, 2021)を示しており、前線が九州北部から四国南部、紀伊半島、静岡県沿岸、関東地方へと東西に長く連なって停滞し、静岡県伊豆地方から関東地方には強い雨を降らせる雨雲が確認できる。これにより、静岡県では2日夜遅くから3日午前中にかけて、遠州北から中部、東部、伊豆の広い範囲で非常に激しい雨を観測し、降り始め(6月30日18時)から7月5日0時までの総降水量(102時間)は、伊豆市天城山で571.0 mmを記録した(静岡地方気象台, 2021)。

図2には、愛知県から静岡県、神奈川県、千葉県などの東海地方から関東地方南部における2021年7月1日～3日の3日間(72時間)の積算降水量の分布図を示した。なお、静岡県内の降水量は気象庁のアメダスデータに加えて「静岡県土木総合防災情報(SIPOS-RADAR)」(静岡県, 2021a)に掲載された静岡県や国土交通省が所管する雨量計のデータを用いており、他県は気象庁のアメダ

スデータのみを用いて筆者が作図をしている。積算降水量が400 mmを超える豪雨域(黄色)が熱海市を含めて静岡県西部の山間部の遠州北から神奈川県西部にかけて長く帯状に分布しており、静岡県東部の山岳部や神奈川県西部の箱根付近では600 mm(赤色)を超え、伊豆半島でも豪雨域が認められている。このことから、後掲する熱海市で降った豪雨(熱海491 mm, 網代411.5 mm)は局地的ではなく、東西約150 kmの広い範囲に及んでいることが明らかになった。

図3には、静岡県が熱海総合庁舎(水口町)に設置した熱海の雨量計と気象庁の網代アメダス(旧測候所、熱海総合庁舎の雨量計から南南東約6 kmに位置)で観測された7月1日から3日までの時間降水量、3日の熱海の10分間降水量と積算降水量、気象・避難所情報等の推移を示した。降水のピークは7月1日の午前中、2日の日中、3日の日中の3回に上るが、時間降水量の最大値も熱海で24 mm(2日20時, 3日10時)、網代で27.0 mm(3日10時, 1分値では9時55分に29.0 mm)で、それほど雨量強度(時間雨量)が強しくはなく、3つのピークを持ちながら降水が長く降り続く「長雨蓄積型」の降水イベントであったことが本豪雨の特徴と言える。大規模な土石流が発生したと推定される3日10時55分には熱海の雨量計の積算降水量が468 mm(図3(上)のEに相当)に達し、3回目の降水イベントはほぼ終息している時刻に相当する。

表1には、網代アメダスにおける過去の降水量(日降水量, 日最大1時間降水量, 日最大10分間降水量)の順位を示した。7月2日・3日に観測された日降水量161.0 mm・140.0 mmは7月の日降水量としては観測史上第3位・第9位の記録ではあるが、年間の順位では第10位の227.0 mmにも及ばず、水文統計ユーティリティ(国土技術研究センター, 2021)より求めた再現期間(リターンピリオド)は数年に一度の降水で、48時間降水量321.0 mm(7月1日15:20～7月3日15:20)も再現期間は23年と、熱海市(網代)ではそれほど稀な降水現象ではなかったことが明らかになった。日降水量の第1位は「昭和36年梅雨前線豪雨」、

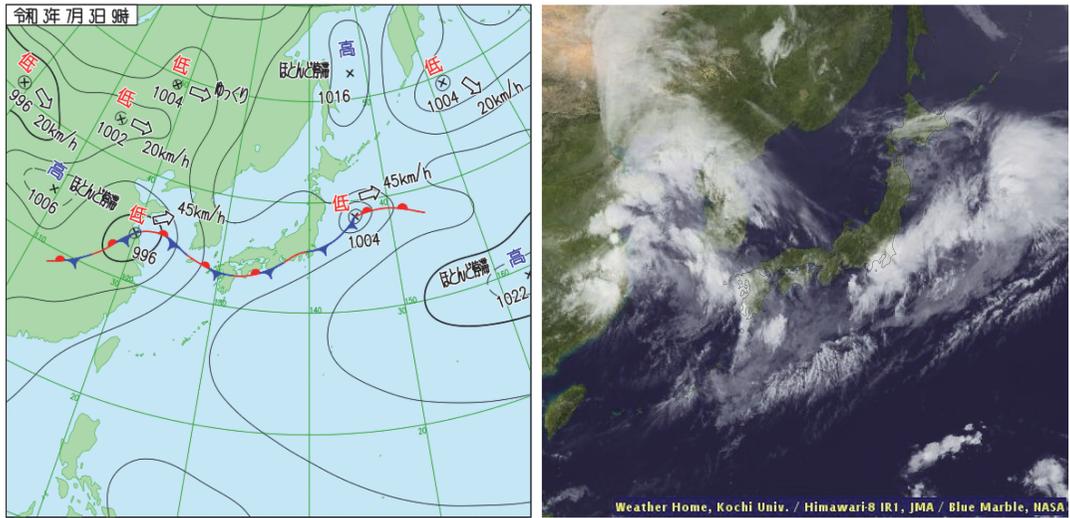


図1 2021年7月3日9時の地上天気図(左:気象庁, 2021b)と気象衛星「ひまわり」の赤外線画像(右:高知大学, 2021)

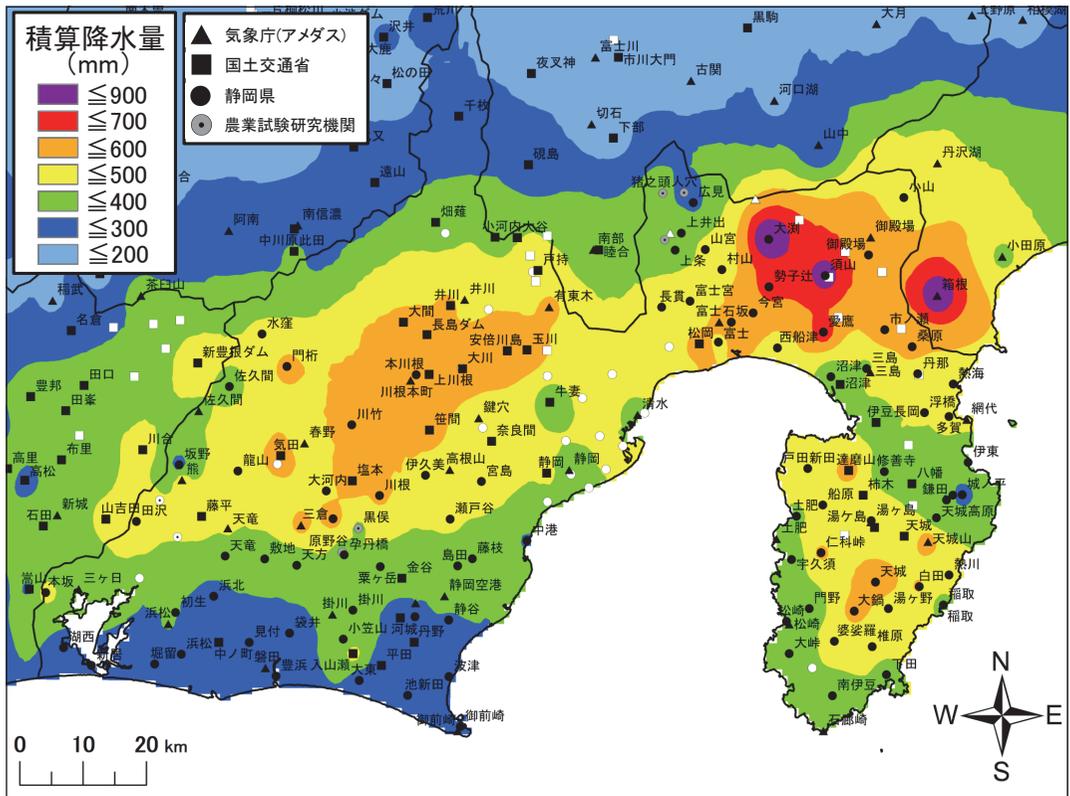


図2 2021年7月1日～3日の3日間(72時間)の積算降水量の分布図(□, ○は欠測地点)

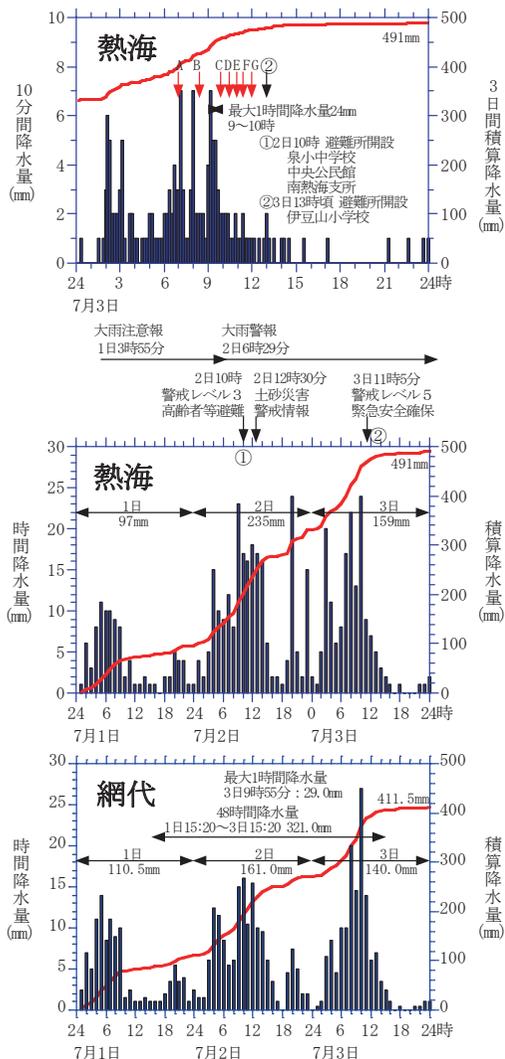


図3 静岡県の熱海総合庁舎と気象庁の網代アメダスで観測された7月1日から3日までの時間降水量、3日の熱海の10分間降水量と積算降水量、気象・避難所情報等の推移(図中のA～Gは表2と一致)

第2位は「アイオン台風」で、前者は「三六災害」とも呼ばれて長野県南部の伊那谷など天竜川流域に氾濫や土石流による甚大な被害(死者・行方不明者377人、全半壊3,666棟、床上・床下浸水414,362棟)をもたらし、後者は東北地方を流れる北上川が氾濫して一関市を中心に甚大な被害(死者・行方不明838人、全半壊18,016棟、床上・床

下浸水120,035棟)をもたらしている(気象庁, 2021c)。なお、今回、網代で観測された日最大1時間降水量の最大値は29.0 mm、日最大10分間降水量の最大値も7.0 mmであり、過去の順位からも雨量強度は比較的弱かったことが本豪雨の特徴と言える。

熱海市は高齢者等避難(警戒レベル3)を2日10時(積算降水量202 mm)に発令し、2時間半後の同日12時30分(積算降水量246 mm)には「静岡県土砂災害警戒情報第11号」において熱海市に土砂災害警戒情報(警戒レベル4相当)が追加されて、気象庁と静岡県から共同で発表されている(熱海市, 2021b; 静岡地方気象台, 2021)。土砂災害警戒情報は「大雨警報(土砂災害)の発表後、命に危険を及ぼす土砂災害がいつ発生してもおかしくない状況となったときに、市町村長の避難指示の発令判断や住民の自主避難の判断を支援するよう、対象となる市町村を特定して警戒を呼びかける情報」であるが、熱海市からは大規模な土石流が発生した翌3日10時55分頃の時点までには避難指示(警戒レベル4)は発令されておらず、土石流の発生が確認された直後の11時5分に緊急安全確保(警戒レベル5)が発令されている。なお、土砂災害警戒情報が発表された2日(金曜日)12時30分以降、「2日夕と3日早朝に避難指示(警戒レベル4)に切り替えるかを話し合ったが、気象庁の雨量予報をもとに見送った」と熱海市長は述べている(東京新聞, 2021)。

図4には、熱海市で土石流災害が発生した時間帯に相当する7月3日8時～13時の土砂災害の危険度分布を示した(気象庁, 2021d)。3日8時の時点で静岡県西部の山間部(遠州北)から中部、東部、伊豆北にかけて、東西に延びる带状で「極めて危険」(命の危険が及ぶ土砂災害がすでに発生してもおかしくない極めて危険な状況)の地域が広がっており、熱海市も含まれている。さらに大規模な土石流が発生した10時55分以降の13時でも「極めて危険」が継続しており、図2の積算降水量の分布図とほぼ一致している。

図5には、熱海市の伊豆山地区(人口3,379人(2021年6月現在))と避難所の位置を示した(「地

表1 網代アメガスにおける過去の降水量（日降水量，日最大1時間降水量，日最大10分間降水量）の順位

順位	日降水量		気象現象	日最大1時間降水量		日最大10分間降水量	
	(mm)	年月日		(mm)	年月日	(mm)	年月日
第1位	323.5	1961/ 6/28	梅雨前線 ³⁾	67.0	1968/ 8/26	28.0	1956/10/30
第2位	283.7	1948/ 9/16	アイオン台風 ⁴⁾	64.6	1958/ 9/26 ⁵⁾	25.5	1990/ 8/28
第3位	263.9	1941/ 7/12	低気圧	64.5	1998/ 8/28	22.0	1990/ 9/30
第4位	255.5	1938/ 8/ 3	低気圧	62.3	1946/11/27	20.4	1943/ 7/24
第5位	251.0	2008/ 8/24	低気圧	62.3	1938/ 8/ 3	20.2	1948/ 9/16
第6位	246.0	2003/ 8/15	梅雨前線	62.0	1973/11/10	20.0	1948/ 8/14
第7位	245.1	1966/ 6/28	台風4号	61.0	2003/ 7/ 4	19.3	1945/ 6/ 7
第8位	243.2	1938/10/ 4	秋雨前線	60.5	2001/ 8/11	18.5	1961/ 7/ 5
第9位	239.5	1968/ 8/26	秋雨前線	60.0	1948/ 9/16	18.4	1946/11/27
第10位	227.0	1970/ 6/15	梅雨前線	59.0	1990/ 9/30	18.0	2000/ 9/23
	観測開始	1937/ 6/ 1		観測開始	1937/ 7/ 1	観測開始	1938/ 4/ 1
	215.1	1958/ 9/26	狩野川台風 ⁵⁾	29.0	2021/ 7/ 3	7.0	2021/ 7/ 3
	161.0	2021/ 7/ 2 ¹⁾					
	140.0	2021/ 7/ 3 ²⁾					

1)：7月第3位。2)：7月第9位。3)：昭和36年梅雨前線豪雨。4)：アイオン台風(台風21号)。5)：狩野川台風(台風22号)。

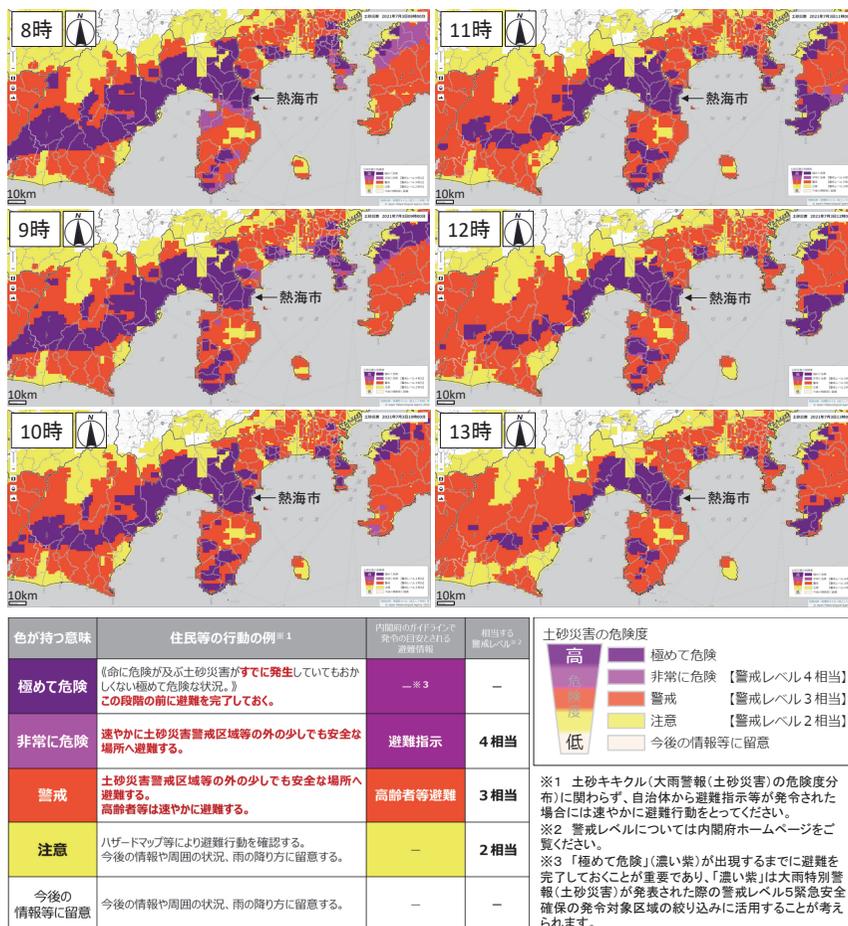


図4 2021年7月3日8時～13時の土砂災害の危険度分布(気象庁, 2021dより転載・加筆)



図5 熱海市の伊豆山地区と7月2日10時に開設された指定避難所の位置（「地理院地図」より転載・加筆，赤線の□は図7・図8と一致）

地理院地図」より転載・加筆）。土石流発生当時は高齢者など避難（警戒レベル3）の段階にあったが、現地でのヒアリング調査では大規模な土石流発生した3日10時55分の直前の10時15分時点で、熱海市が市内を大きく3つのブロック分けて開設（2日10時開設）した3か所の避難場所（正式には指定避難所，以下同様：泉小中学校，中央公民館，南熱海支所（熱海市土砂災害ハザードマップには中央公民館と南熱海支所は指定避難所に指定されていない）では避難した住民は居なかった（熱海市，2020；熱海市，2021b）。これは，最も近い中央公民館（熱海市役所の西側に隣接）でも中心市街地を通過して約3kmと遠かったことも要因の一つと考えられる。大規模な土石流が発生した直後の11時5分に市役所から警戒レベル5「緊急安全確保」が発令され，11時15分にはメールにより職員が参集された。土砂災害ハザードマップで避難所に指定された校区内の伊豆山小学校は，土石流により市道伊豆山神社線（通称：伊豆山バス通り）

が寸断されたため避難所の開設に時間を要し，13時頃になって開設された。16時15分の時点で約50人が避難していたが，市役所では夜になり90人となった避難者を市内（泉地区）の宿泊施設のニューウェルシティ湯河原に移動させている。

このように，避難所へ住民が避難していない中で逢初川を流れ下った土石流が伊豆山地区を襲い，11月30日の総括情報（静岡県危機管理部，2021）では死者26人（年齢不明2人を除く24人のうち，65歳以上の高齢者が15人（63%）），行方不明1人の人的被害が発生しており，避難の遅れが人的被害の拡大につながる要因の一つになったと考えられる。

3. 熱海市伊豆山地区の地形的特徴と土砂災害ハザードマップの概要

図6には，国土地理院の地理院地図より作成した熱海市伊豆山地区の3D立体地図を示した。土石流災害が発生した熱海市の伊豆山地区はJR熱

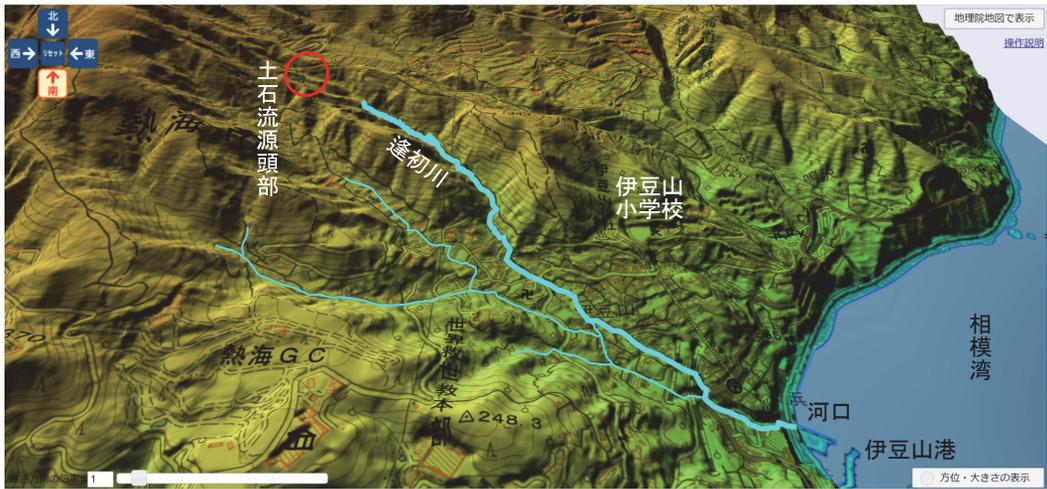


図6 地理院地図より作成した熱海市伊豆山地区の3D立体地図(「地理院地図」より転載・加筆)

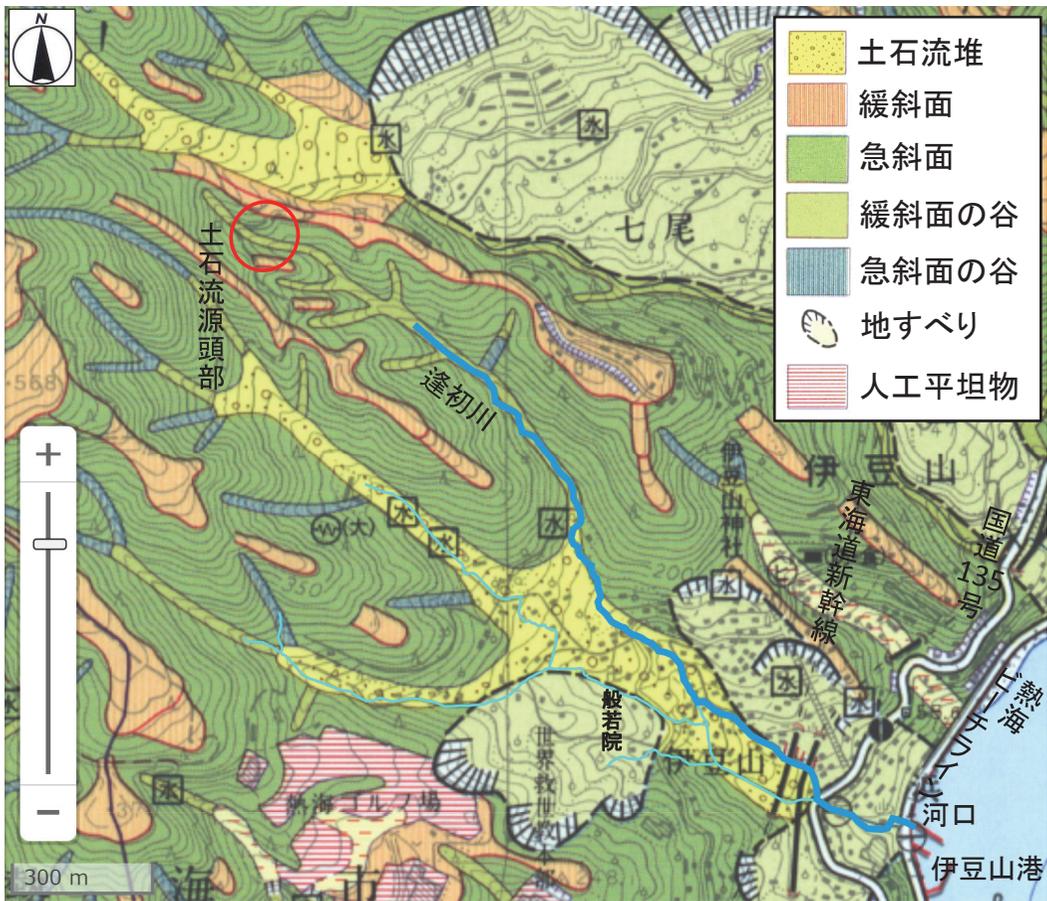


図7 土地条件図(国土地理院, 1992より転載・加筆)

海駅から北北東1.2 km に位置し、中央には二級河川の逢初川が流れ、相模湾に注いでいる。本地区は伊豆山から伊豆山港へと斜面が広がり眺めが良く、日本三大古泉の一つである「走り湯」をはじめ、114本の源泉に恵まれている。本地区を含む熱海は、1925（大正14）年に小田原から熱海線が乗り入れたのを契機に、それまでの湯治場から大衆温泉、観光地へと大きく変貌を遂げ、現在に至っている。伊豆山地区にも逢初川と支流の谷筋を含む傾斜地や丘陵地を開発して住宅をはじめ宿泊施設、保養所、別荘などが徐々に建てられ、市街地が形成されてきた。

図7には、国土地理院が発行している土地条件図（熱海）の初期整備版（平成2年調査）を示した

（国土地理院，1992）。今回発生した土石流の源頭部は急斜面で、逢初川上流の谷筋は緩斜面の谷となっており、谷筋から伊豆山地区の中心部に下ると、逢初川の2つの支流も含め「土石流堆」の地形を呈しており、「土石流堆」（斜面上方の山崩れによって生じた土石あるいは渓床に堆積していた土石などが大量の水と一緒に溪流に沿って流下し（土石流）、山麓に堆積して形成された地形）が最大200 m の幅で国道135号まで続いている。逢初川兩岸の丘陵部は地すべり地形を呈しており、逢初川の河道へと兩岸に河岸段丘が形成されている。このように、逢初川および支流の兩岸一帯は、以前に土石流の発生により土砂が堆積した地形で、その周辺部も地すべり地形を呈する土砂災害が過



図8 伊豆山地区の土砂災害ハザードマップ（静岡県（2021b）より転載・加筆，地すべり警戒区域は省略）

去に発生している地帯であることがわかる。

図8には、静岡県統合基盤地理情報システム (GIS) (静岡県, 2021b) より転載した伊豆山地区の土砂災害ハザードマップを示した (地すべり警戒区域は重なって見づらいので省略)。伊豆山地区で住宅、集合住宅、店舗、保養所などが建設されている地域は、大部分が土砂災害の急傾斜地 (がけ崩れ) の崩壊特別警戒区域 (通称: レッドゾーン)・崩壊警戒区域 (通称: イエローゾーン) と土石流警戒区域 (イエローゾーン) に指定されており、土石流危険渓流 (土石流の発生の危険性があり、人家などに被害を与えるおそれがある渓流) や急傾斜地崩壊危険箇所 (傾斜度30度かつ高さ5 m以上の急傾斜地で人家などに被害を与えるおそれのある箇所) にもなっている (図では省略)。土石流警戒区域は、逢初川とその支流沿いに指定されており、東海道新幹線と東海道本線の架道橋、国道135号、熱海ビーチラインを通り、逢初川河口の伊豆山港まで及んでおり、土石流警戒区域 (イエローゾーン) は前掲した図7の土地条件図の「土石流堆」の範囲とほぼ一致している。

4. 熱海市伊豆山地区で発生した土石流災害の実態

4.1 土石流の概要

写真1には土石流災害が発生した7月3日の3日後の6日にアジア航測株式会社が撮影した熱海市伊豆山地区の空中写真 (アジア航測株式会社, 2021)、図9には国土数値情報により筆者が作成したDEM標高地図に国土地理院が空中写真 (7月6日撮影) より作成した「崩落地等分布図」 (国土地理院, 2021) を重ねた合わせた地図を示した。土石流は標高390 mの源頭部から谷筋を流れ下り、逢初川上流に設置された砂防堰堤 (源頭部から約600 m) を乗り越えて流下している。砂防堰堤は1999年度に竣工し、堤高10 m、堤長43 m、施設効果量は $4,200 \text{ m}^3$ (捕捉量: $4,000 \text{ m}^3$ 、発生抑制量: 200 m^3) となっている (逢初川土石流災害対策検討委員会, 2021ab)。後掲するが発生した土石流は 5.6 万 m^3 であることから、本砂防堰堤で約7.5%の土砂を捕捉したことになり、大部分の土

砂は堰堤を超えて下流へ流れ下っている。その後、土石流は流路を南、南東と河道に沿って変えながら逢初川を流れ下り、真言宗の古刹「般若院」の前の市道伊豆山神社線から下流200 m付近では、土石流の被害を受けた領域の幅は最大約80 mにまで広がっている。逢初川を流れ下った土石流は、地区の中心部を通る下り坂の道路 (逢初川は道路下で暗渠) に入り、東海道新幹線と東海道本線の架道橋をくぐり抜けて、国道135号に架かる逢初橋で土石流先端部は国道135号沿いの上下線に分岐して流れ出ている。さらに、国道の下り線に分岐した土石流は逢初橋から逢初川に流れ込んで熱海ビーチラインの橋梁をくぐり抜け、伊豆山港で相模湾に達している。土石流の拡散範囲は図8に示した土石流警戒区域 (イエローゾーン) の範囲内に含まれており、図9では土石流の最大幅は約100 m (国土地理院, 2021)、静岡県の発表 (静岡県危機管理部, 2021) では120 mと推定されており、筆者の現地調査などにより得られた80 mよりはやや広い幅となっている。

図9の右上には、逢初川の縦断図 (土石流源頭部から逢初川河口までの距離と標高の関係) を示している。土石流は源頭部の標高390 mから河口の伊豆山港までの約2,000 mを流れ下っており、勾配はほぼ一定の11度とかなり急傾斜の地形であることがわかる。なお、熱海市は土石流による被害面積を17万 m^2 、被害家屋を128棟 (135世帯) と報告している (熱海市, 2021b)。図10に示した砂防堰堤が設置されているI (源頭部から約600 m)、伊豆山神社線の店舗がある1,250 m地点のII、国道135号の逢初橋が架かる1,800 m地点のIIIの縦断図から、本地区は逢初川 (暗渠を含む) を中心にV字谷のような河岸段丘の形状を呈しており、この谷底部に沿って土石流が周囲に大きく拡散せずに流れ下ったことがわかる。

4.2 土石流の前兆現象と時系列的特徴

表2には、住民による証言と土石流の発生前と発生時の撮影時刻を時系列に沿って示した。なお、図3の熱海の10分間降水量の推移図にはA~Gの時刻を矢印で示している。土石流は7月1日か

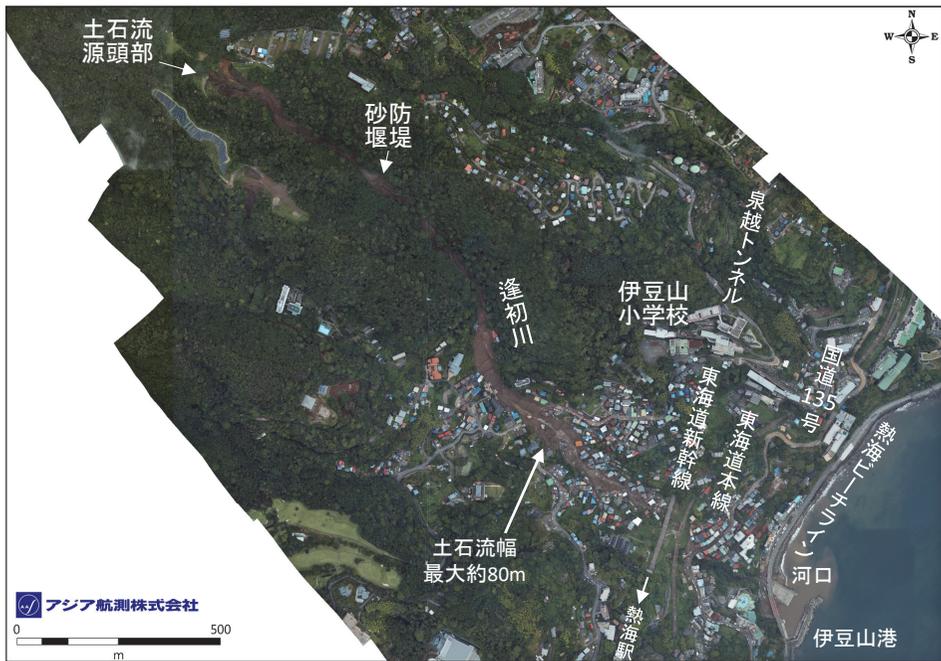


写真1 空中写真（7月6日撮影：アジア航測株式会社，2021より転載・加筆）

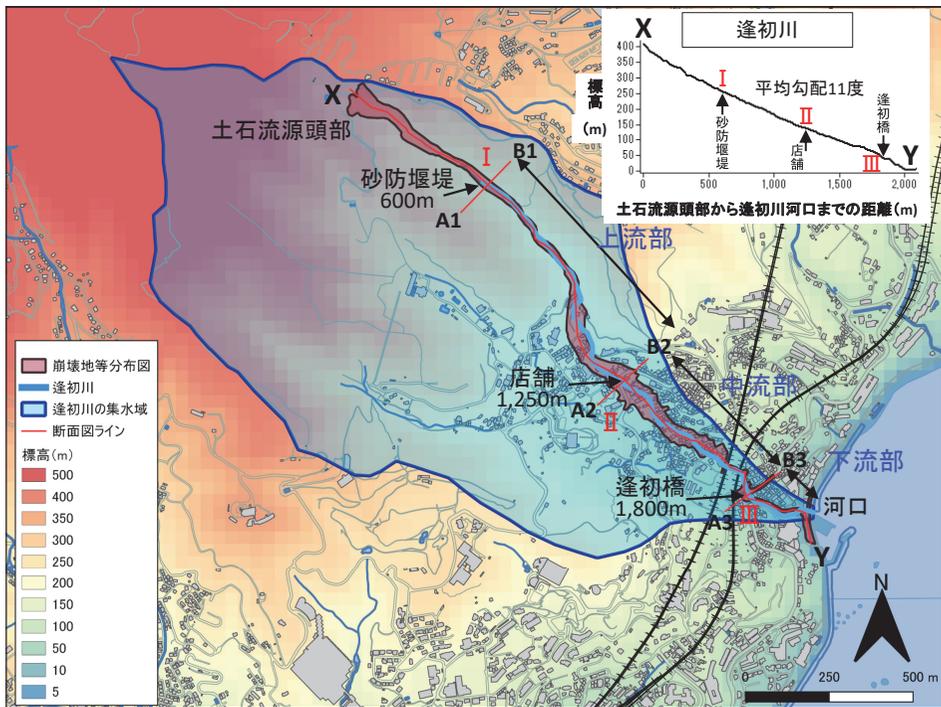


図9 国土数値情報により作成したDEM標高地図に国土地理院が空中写真（7月6日撮影）により作成した土石流の崩落地等分布図（国土地理院，2021）を重ねた地図

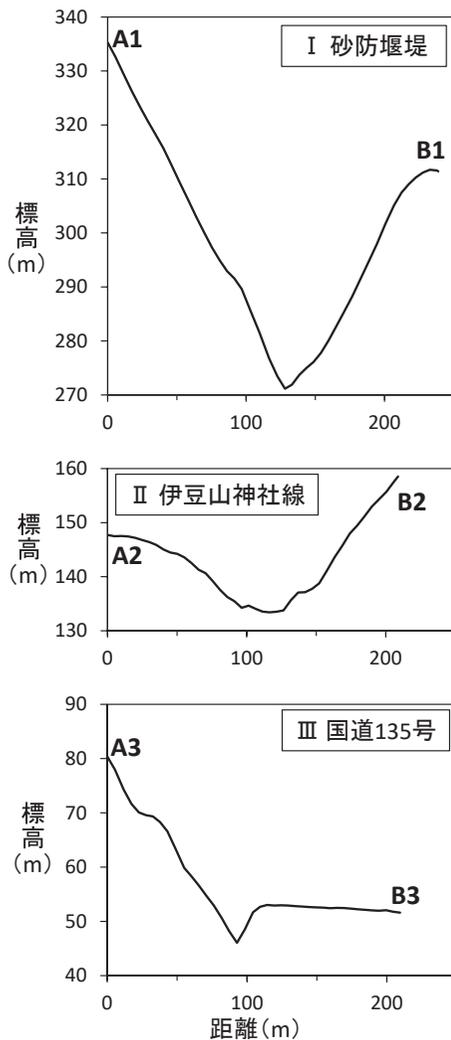


図10 逢初川の I 砂防堰堤, II 伊豆山神社線, III 国道135号の縦断面図

ら降り続く降水の3つ目のピーク(積算降水量で約400 mm)に差し掛かる3日早朝からの時間帯で生じている。土石流の前兆現象として、大規模な土石流が発生する約4時間前の7時頃(A)には家の前の道路を砂がまざった茶色い水が川のように流れる様子(中日新聞, 2021)を、8時20分頃(B)にも道路で大量の泥水が流れる様子(株式会社フジテレビジョン, 2021)を住民が目撃している。

さらに、10時28分(C)には、逢初川上流の住民から「向かいの家が跡形もなく流され、土砂で

表2 住民による証言と土石流の発生前と発生時の撮影時刻の時系列

事項	時刻	状況
A	7:00頃	家の前の道路を砂がまざった茶色い水が川のように流れる
B	8:20頃	大量の泥水が道路を流れる
C	10:28	家が跡形もなく流され土砂で埋まっていると熱海市消防署へ通報
D	10:43 (10:52)	消防団詰所から土石流を目撃・撮影 市の防災無線で避難の呼びかけ
E	10:55 (11:05)	大規模な土石流を撮影(撮影場所はE1・E2の2か所) 市から緊急安全確保(警戒レベル5)
F	11:15頃	住宅に押し寄せる土石流を撮影
G	12:10頃	国道に押し寄せる土石流を撮影

埋まっている」との通報が熱海市消防署に寄せられ(朝日新聞, 2021a), 消防隊13人が出動したが、すでに市道伊豆山神社線が土砂で通れず、通報現場にはたどり着くことが出来ない状況であったと証言している。10時43分(D)には逢初川右岸の消防団詰所から伊豆山神社線で小規模な土石流が目撃されており、10時52分には市の防災無線で避難の呼びかけが行われている。伊豆山神社線に位置する般若院の住職は「10回以上、土石流のようなものが襲ってきた。外に出るとすでに土砂が道路を覆っていて、消防が付近の人に避難を促している最中にすごい音がして土石流が流れてくるのが見えたので、走って高台に避難した。戻ってみると、寺院の前にあった家も車も流されていた。大きな木や壊れた家のものとみられるものが瓦礫になって流れていた」と筆者のヒアリング調査や報道機関のインタビュー(日本放送協会, 2021a)で証言している。

その後、消防隊員が伊豆山神社線の逢初川左岸に車両を止めて付近の建物を調査していた10時55分頃(E), 突然「バーン」という大きな音が発生し、異常な状況に気付いたと隊員は証言している。近くにいたもう一人の消防隊員は「ゴー」という大きな地鳴りを感じ、土石流の接近に気が、「腐った土のような臭いがしており、見ると車が斜面を下ってくるようなスピードで土砂がしぶきをあげて迫っていた。大声で周囲に「直ちに退避してください」と叫びながら走って退去した。」と述べて



写真2 土石流発生時の映像（石川雄輝氏撮影・提供）

おり、当時の凄まじい様子を物語っている（日本放送協会，2021b；朝日新聞，2021b）。写真2には、twitter に投稿された大規模な土石流発生時の映像（図11のE1から撮影，石川雄輝氏提供）を転載して示した。伊豆山神社線沿いの集合住宅から撮影された動画には、伊豆山神社線や店舗裏の駐車場に赤黄色の土壌が薄っすら堆積している所に、大きな岩石や流木の混入が少なく、微細で黒い色をした土石流が高速で流下する状況が映っており、前掲した2人の消防団員の避難する姿も見て取れる。動画より土石流の先端部は10秒間で約100 m移動していることから、時速は約37 kmと推定される。また、伊豆山神社線を隔てた南側の集合住宅（図11のE2）でも土石流が逢初川を下る動画が10時55分に撮影されており、大規模な土石流が到

達する前に店舗裏の一段低い駐車場には土砂が薄く堆積していることから、ここでも土石流の前兆を見ることが出来る（読売新聞，2021）。

11時15分頃（F）に逢初川中流左岸の東海道新幹線の架道橋の北側の場所から撮影された動画でも、1回目の土石流が堆積した道路に2回目の土石流が覆い隠すように流れ下っている（日本放送協会，2021c）。また、12時10分頃（G）に逢初川下流の国道135号に押し寄せて上下線に流れ出る土石流が映像で確認できる（株式会社フジテレビジョン，2021）。

以上のことから、7時頃から土石流の前兆現象として道路を覆うような泥水の流れが目撃されはじめ、10時55分の大規模な土石流の直前には上流で土石流により家が流される被害を住民が確認し、

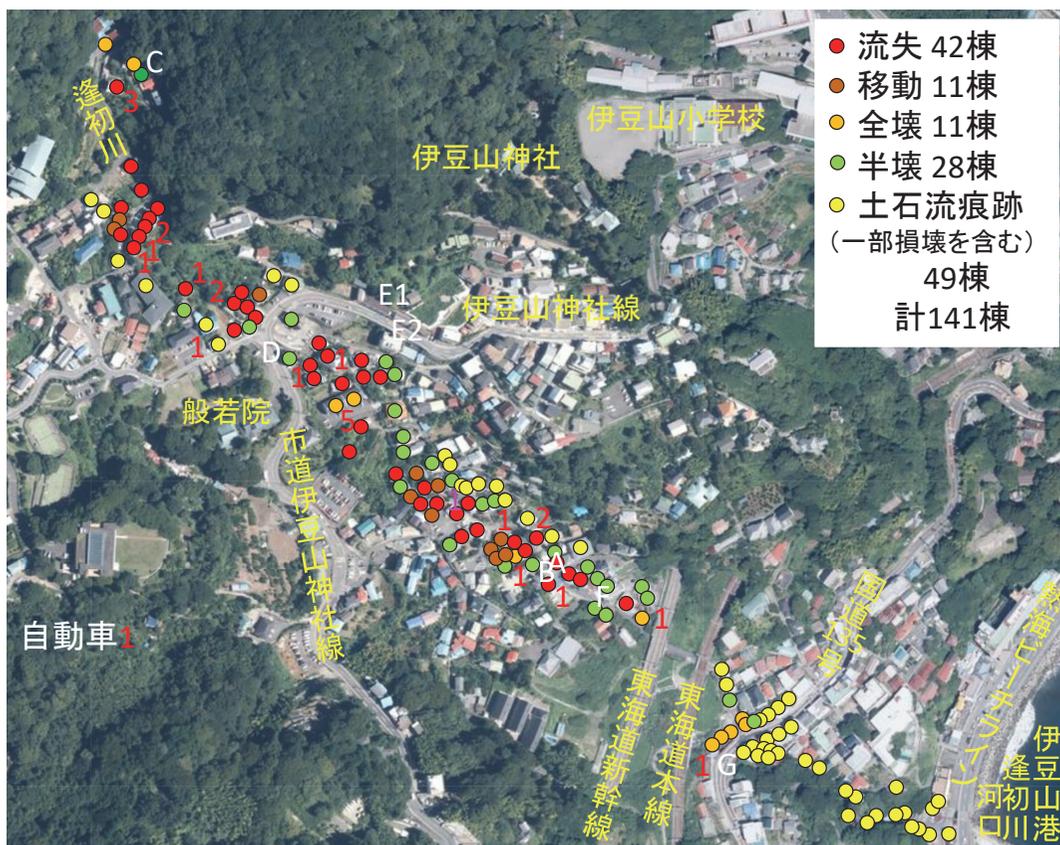


図11 建物被害(流失・移動・全壊・半壊・土石流痕跡(一部損壊を含む)の5段階)と人的被害の分布図(図中の数字は死者(赤:25人),行方不明者(ピンク色:1人)の人数と場所(自動車内で死亡した1人は場所不明)。A~Gは表2に一致)

一部は消防機関などに通報されていたことが明らかになった。被災した住民の中には、伊豆山神社線や上流で大規模な土石流が発生したとの情報を得ていれば、迅速な避難行動により人的被害の発生が抑えられていたとの指摘もあり、発災時における住民への伝達手段の在り方が問われている(熱海市, 2021c)。

4.3 土石流による建物被害と人的被害の分布

図11には、後掲する空中写真や筆者の現地調査による目視、新聞記事などから作成した建物被害と人的被害の分布図を示した。建物被害は141棟で、流失(42棟), 移動(11棟), 全壊(11棟), 半壊(28棟), 土石流痕跡(一部損壊を含む:49棟)の5つ

に分類している。なお、前掲した熱海市が公表している被害家屋は128棟(熱海市, 2021a)であり、筆者の被害建物数は倉庫などの小規模な建築物を含んでいることから、市の公表数よりやや多くなっている。土石流の直撃による流失が建物被害の30%を占め、移動や全壊を含めると64棟と全体の半数近くになっており、河岸段丘の谷底地形(図10)を土石流が拡散せずに流れ下ったことにより、建物への土石流の作用力が大きく、被害の程度が大きかったものと推察される。人的被害(死者26人・行方不明者1人, 10月28日現在)は、逢初川の谷出口(C)から国道135号の逢初橋(G)までの約1kmの範囲で発生(伊豆山港で発見された死者2人を含む)している。

4.4 土石流源頭部の状況

写真3にはアジア航測株式会社により災害発生から3日後の7月6日に撮影された土石流源頭部の空中写真(アジア航測株式会社, 2021から転載・加筆), 写真4には7月7日に筆者が撮影した標高390 m(伊豆山港の海岸から約2,000 m上流)の土石流源頭部の状況を示した。国土地理院が土石流源頭部について航空レーザ測量による3つの時期(2009年6月27日, 2019年12月11日, 発災後の2021年7月6日)の標高値変化量を抽出した結果, 2009年から2019年の10年間で5万6千 m^3 の増加量, 2019年から発災後で5万8千 m^3 の減少量が確認されている(国土地理院, 2021)。また, 静岡県の記者会見(静岡県, 2021c)では, 2011年までに盛土が10段以上に積みれ, 大量の降水(推定1万6千 m^3)により盛土下端部でパイピング現象が発端で, 盛土の排水が悪く盛土内に降水や地下水が満水状態となっていたことで, 盛土下端部の崩落により5万4千 m^3 (国土地理院の5万8千 m^3 とほぼ同量)の盛土が土石流として逢初川の谷筋に沿って流れ下ったものと推察している。

静岡県では学識経験者と難波喬司静岡県副知事ほか発生原因調査チーム構成員からなる「逢初川土石流の発生原因調査検証委員会」を立ち上げ, 9月7日には「第1回逢初川土石流の発生原因調査検証委員会」を開催し, ホームページで資料を公開している(逢初川土石流の発生原因調査検証委員会, 2021)。ここでは, 土の粒度構成や蛍光エックス線分析の結果, 元素の含有割合などから, 源頭部から崩落し土石流となって流下し, 中下流部に堆積した土砂は, 地山(褐色)と盛土の土砂が混ざり合ったものであることを確認している。さらに, 土石流となって流下した土砂の多くを占める源頭部崖面(右岸側)黒色の土砂は, 源頭部付近に元々存在した地山の土質とは異なり, カルシウム成分を自然の土より多く含有していることから, 他所から搬入された土砂(盛土)と推測している。

7月7日の時点で, 源頭部付近には監視カメラ4台(照明車1台), 雨量計1基, 地盤伸縮計2基(サイレン, 回転灯)が設置され, 日中は目視,

夜間は画像による監視が行われている。また, 地盤伸縮計は基準値以上(1時間あたり移動量: 2 mmが2時間継続)になると伊豆山神社付近に設置されたサイレン・回転灯が鳴動するように設定されており, 逢初川流域の3か所(右岸0.9 km, 左岸0.7 km, 逢初橋)にもカメラが設置され, 監視が行われている(逢初川土石流災害対策検討委員会, 2021ab)。

4.5 土石流による建物被害の実態

写真5には逢初川上流部の谷出口付近の空中写真(7月6日撮影: アジア航測株式会社, 2021から転載・加筆), 写真6には逢初川上流域(砂防堰堤から市道伊豆山神社線までを上流部, 伊豆山神社線から東海道新幹線・東海道線の架道橋までを中流域, 架道橋から伊豆山港までを下流域と区分する)における土石流による被災状況を示した(2021年7月7日撮影)。土石流源頭部から流れ下った大量の土砂により, ①では右岸の建設会社の資材倉庫が倒壊し, 直下左岸の住宅を押し流して, 死者3人(2021年9月3日現在, 以下同様)の人的被害が発生している。ここでは, 前掲したように谷出口直下の左岸に立地する住宅(図11のC)から目撃した住民が消防署へ10時28分に「家が跡形もなく流され土砂で埋まっている」と通報(表2)しており, 10時55分に大規模な土石流に襲われた写真2の伊豆山神社線よりも約250 m上流で, 30分ほど前に土石流による住宅の流失が生じている。このことから, 大規模な土石流発生に関する情報が, 下流の住民に迅速に伝達できていれば, 人的被害を防げた可能性も示唆される。

逢初川では河床勾配を安定させるため落差工が設けられているが, 写真6の①や②では土砂が河床に残っているものの, ②の落差工は土石流の圧力で一部が損傷する被害が生じている。逢初川はこの地点から河道がやや屈曲しており, この地形的要因から土石流は右岸を直撃して9棟の住宅が流失し, 2軒の住宅が破壊されながら流下しており, 死亡4人の人的被害も発生している(図11参照)。土石流はさらに流れ下り, ③では保養所の側壁に泥流の痕跡や流失した住宅の残骸が確認で



写真3 土石流源頭部の空中写真(7月6日撮影:アジア航測株式会社, 2021年から転載・加筆)

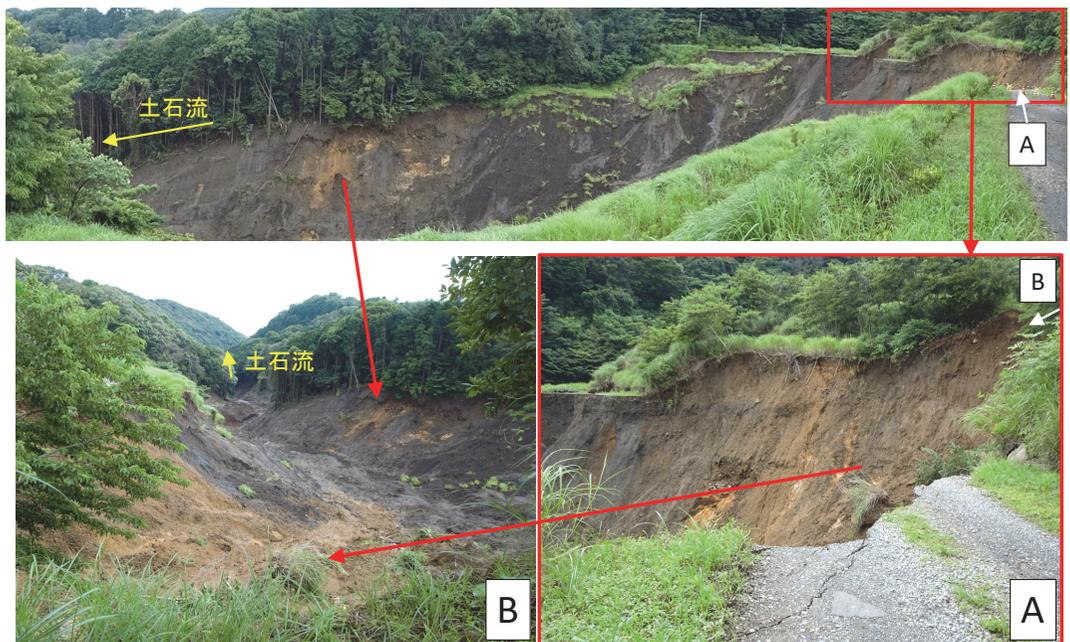


写真4 土石流源頭部の状況(2021年7月7日撮影)



写真5 逢初川上流部の谷出口付近の空中写真 (①～③は写真の撮影場所、数字の赤色は死者数) (7月6日撮影：アジア航測株式会社、2021から転載・加筆)



写真6 土石流による逢初川上流部の被災状況 (2021年7月7日撮影)

き、頑丈な建物の側壁により北から流れ下ってきた土石流は南東方向に流路を変えて、伊豆山神社線へと流れ下っている。

写真7には逢初川上中流部の空中写真(7月6日撮影:アジア航測株式会社,2021から転載・加筆)、写真8には逢初川上中流部における土石流による被災状況を示した。(2021年7月7日撮影)。写真8の④では土石流は伊豆山神社線の逢初川左岸の店舗をかすめ、右岸のRC造の3階建ての建築設計事務所の建物や熱海市消防団第四分団の建物をほぼ直撃しているが、強固な2つの建物は倒壊せず、上流側の側壁には土石流の泥流痕跡が確認できる。⑤で左岸(手前)の伊豆山神社線の土流に立地する4棟の住宅は土石流の直撃により流失(死者2人)し、残りの1棟は直撃を免れたが、写真中央に写っているように約40m下流に建物全体が押し流されて移動しており、土石流の凄まじさを物語っている。なお、⑤の写真は写真2(図11E1)とほぼ同じ位置から撮影されたものである。⑥は左岸から逢初川を撮影したパノラマ写真で、土石流の直撃により中央に見られる右岸に立地する2階建ての集合住宅(死者5人)は原型を留めずに倒壊しており、両岸に位置する周辺の住宅も流失する被害に見舞われているが、この付近の被害を受けた領域の幅は最大でも80mと比較的狭く、土石流の威力は衰えることなく左手の下流へと流れ下っている。なお、この伊豆山神社線付近では、死亡11人と多くの人的被害が確認されている。

写真9には逢初川上中流部の空中写真(7月6日撮影:アジア航測株式会社,2021から転載・加筆)、写真10には、逢初川中流部における土石流による被災状況を示した(2021年7月6日・7日撮影)。前掲したように逢初川は標高差のある地形を流れ下っていることから、河床勾配を緩やかにするために写真9の空中写真からも10数か所に落差工が設けられているが、それでも急勾配を有している。写真10の⑦は逢初川の暗渠に設けられた道路の左側から撮影した両側の被災状況で、道路沿いの斜面に階段状に設けられた宅地に建てられた住宅が土石流で流失していることがわかる。

⑧でも道路沿いの階段状の宅地に建設された住宅が流失(図11A・B付近)しており、奥の住宅の側壁には泥流の痕跡が確認できる。このような、建物被害は道路の両側約1~2軒分に限定されており、土石流が急勾配の狭い道路(逢初川の暗渠部分)を両側に拡散せずに流れ下ることにより建物被害が生じたものと推察される。

写真10の⑨は⑦⑧の反対側から被災した住宅を撮影しており、道路に沿って流下した土石流により住宅の流失やプレハブ住宅では流失は免れたものの1階部分に流れ込み、甚大な被害を受けている。なお、この付近では、死亡6人の人的被害が確認されており、12月5日現在も行方不明者1人の捜索が続いている。

写真11には逢初川下流部の空中写真(7月6日撮影:アジア航測株式会社,2021から転載・加筆)、写真12には逢初川下流部における土石流による被災状況を示した(2021年7月6日・7日撮影)。土石流は東海道新幹線と東海道本線の架道橋の下部をくぐり抜けて流下し、写真12の⑩や⑪に示した国道135号に架かる逢初橋の左岸に流れ出ている(図11G付近)。ここでは勾配が緩やかになっているため、逢初川と直角に交わる国道135号の上下線の両側に泥流が分岐して流出している。土石流が直撃した国道沿いの住宅や集合住宅(死者1人)では、建物が倒壊する被害に見舞われているが、国道135号の上り線へ流れ出した土石流の勢いは比較的弱いため、比較的軽微な被害に止まっているが、国道沿いのビルの2階部分にも泥流の痕跡が確認できる。国道に架かる逢初橋から逢初川に流入した土石流は伊豆山港に位置した河口で熱海ビーチラインの橋梁をくぐり抜けて相模湾まで達しているが、国道で土石流が上下線の路面に拡散したため、流れ下った土石流は上流より少なく、頑丈な建物には土石流の痕跡が確認される程度で、大きな被害は発生していない。土石流が伊豆山港に流入したことで河口は泥流で茶色に濁り、伊豆山港付近の海域で土石流により流された2人の死亡が確認されている。



写真7 逢初川上中流部の空中写真(①～⑥は写真の撮影場所、数字の赤色は死者数)
(7月6日撮影：アジア航測株式会社，2021から転載・加筆)



写真8 土石流による逢初川上中流部の被災状況(2021年7月7日撮影)



写真11 逢初川下流部の空中写真(⑩～⑪は写真の撮影場所、数字の赤色は死者・ピンク色は行方不明者) (7月6日撮影：アジア航測株式会社、2021から転載・加筆)



写真12 土石流による逢初川下流部の被災状況 (2021年7月6日・7日撮影)

5. まとめ

今回の土石流災害において、筆者らが収集した降水量データ、空中写真を用いた解析、伊豆山地区における地形的特徴の解析、現地調査等によって得られた建物の被災状況等から、主に以下の内容が明らかになった。

①熱海市の網代アメダスでは、7月3日15時20分までの48時間降水量が321.0 mmを観測し、リターンピリオド(再現期間)は23年で、雨量強度も最大29.0 mm/hと弱く、長雨蓄積型の豪雨であった。

②土石流災害に見舞われた伊豆山地区は、急傾斜地の崩壊特別警戒区域・崩壊警戒区域と土石流警戒区域に指定されており、土地条件図でも「土石流堆」の地形を呈していることから、土砂災害のリスクが高い地域であったが、住民の避難行動には結びついていなかった。

③伊豆山地区の中央を流れる逢初川は平均11度の河床勾配を有し、落差工が設けられていたが、急勾配で河岸段丘状のV字谷のような地形から土石流は拡散せずに流れ下った。このため、土石流の直撃により逢初川や暗渠上の道路に隣接する建物では流失・移動・全壊の被害が発生したが、建物被害は河川や道路の両側1~2軒分に限定されるにとどまった。

④今回の土石流災害では前兆現象も確認されていたが、熱海市からは高齢者等避難(警戒レベル3)までしか発令されておらず、開設された避難所が地区外で遠かったことも影響し、事前に避難所へ避難した住民は認められず、人的被害を大きくした要因の一つであることが示唆された。

6. おわりに

熱海市では、2009年に観光基本計画で定められた観光の戦略(観光ビジョン)と都市計画や景観計画などで定められているビジョンを軸に、10年先、20年先を見すえた『熱海まちづくりビジョン』が策定されている(熱海市建設部まちづくり課, 2009)。そこには、「①熱海の地形・気候に根ざす、②温泉・歴史・文化を活かす、③市民の取り組みを活かす」を基本方針とし、①では「山と海と初

島そして、斜面地。これが熱海の地形条件として基本的な財産です。」と記されており、熱海が有する「斜面地」の地形から「海からの眺め まちから感じる海」をアピールしている。

その一方で、熱海市は土砂災害特別警戒区域(土石流59か所、急傾斜194か所)、土砂災害警戒区域(土石流105か所、地滑り1か所、急傾斜195か所)において、土砂災害防止法に基づき多くの箇所が指定されている。図7の土地条件図で「土石流堆」に立地する伊豆山地区において、図8に示した土砂災害ハザードマップでは土砂災害が発生する危険性を有していることが明確であるが、現地での筆者らのヒアリング調査では「70年住んでいるがこのような災害に初めて遭遇して慌てて逃げた」など、伊豆山地区における土砂災害のリスクを十分に理解していない住民が見受けられた。

また、熱海市が2020年に作成している『防災ガイドブック』(熱海市, 2020)の「土砂災害」の事項では、土石流の前兆現象として「近くで山崩れなどが発生。立木の裂ける音や岩の流れる音がする。溪流の水が急ににごり、流木などがまざる。など」の具体的な事例も示されている。しかし、前掲したように、大規模な土石流が発生する前にはいくつかの前兆現象が住民により確認されていたにも関わらず、避難に結びつくことはなかった。

今後は、伊豆山地区の住民が土砂災害の発生リスクが高い地域に居住しているという意識を持ち、自主防災会を中心に地区防災計画の作成や土砂災害ハザードマップに基づくレッドゾーンやイエローゾーンに居住する高齢者などへの域外への率先避難・声掛け避難などの支援を積極的に進める活動などが喫緊の課題と考えられる。

なお、熱海市では第1回熱海市伊豆山復興計画検討委員会(令和4年2月25日開催)で「資料2-1 伊豆山地区の災害の概要」を配布しており、建物被害は132棟(全壊53棟、大規模半壊6棟、中規模半壊1棟、半壊4棟、準半壊8棟、一部損壊26棟、無被害(未調査(無被害と見込まれる住家)), 不明(無被害と見込まれるが住家の特定できない))としている(熱海市, 2022)。

謝辞

本調査研究では、気象庁の地上天気図・アメダス・土砂災害の危険度分布、国土交通省の川の防災情報、静岡県の土木総合防災情報(SIPOS-RADAR)・統合基盤地理情報システム(GIS)、国土地理院の地理院地図・地図空中写真閲覧サービス、アジア航測株式会社の空中写真、石川雄輝氏提供の画像などを使用させて頂いた。ここに厚く感謝の意を表します。

参考文献

- 逢初川土石流の発生原因調査検証委員会：第1回配布資料(1~17), 2021. <http://www.pref.shizuoka.jp/kensetsu/ke-350/sabouka/r3hasseigenninnyousakennsyouiinnkai.html> (2021年9月22日).
- 逢初川土石流災害対策検討委員会：提供資料(7月7日) 14p., 2021a. <http://www.pref.shizuoka.jp/kensetsu/ke-350/sabouka/documents/iinnkaishiryou.pdf> (2021年7月8日).
- 逢初川土石流災害対策検討委員会：提供資料(7月16日) 18p., 2021b. <http://www.pref.shizuoka.jp/kensetsu/ke-350/sabouka/documents/iinnkaishiryou2.pdf> (2021年7月17日).
- アジア航測株式会社：熱海市土石流災害被害状況(2021年7月6日撮影), 2021. https://www.ajiko.co.jp/news_detail/1199 (2021年7月10日).
- 朝日新聞：土石流は何度も襲ってきた 住民が語る「未明の兆候」, 朝日新聞デジタル(2021年8月3日11時00分), 2021a. <https://www.asahi.com/articles/ASP827391P82UTIL021.html> (2021年8月3日).
- 朝日新聞：埋まるバス通り、突然の轟音…あの消防隊員は何を見た, 朝日新聞デジタル(2021年7月10日19時21分), 2021b. <https://www.asahi.com/articles/ASP7B66W3P7BUTIL03H.html> (2021年7月10日).
- 熱海市：防災ガイドブック, 50p., 2020. https://www.city.atami.lg.jp/_res/projects/default_project/_page_/001/000/585/guidebook_all.pdf (2021年7月26日).
- 熱海市：熱海市伊豆山土砂災害(2021年9月3日17時現在), 2p., 2021a. https://www.city.atami.lg.jp/_res/projects/default_project/_page_/001/011/881/20210903_1700.pdf (2021年9月4日).
- 熱海市：大雨に関する情報, 2021b. <https://www.city.atami.lg.jp/kurashi/bousai/sizusan/saigai/1011327.html> (2021年7月5日).
- 熱海市：逢初川の復旧の方向性に関する説明会(議事録), 27p., 2021c. <https://www.city.atami.lg.jp/kurashi/bousai/sizusan/saigai/1011848.html> (2022年3月10日).
- 熱海市：伊豆山地区の災害の概要, 第1回熱海市伊豆山復興計画検討委員会, 資料2-1, 25p., 2022. https://www.city.atami.lg.jp/_res/projects/default_project/_page_/001/012/130/izusangaiyou2.pdf (2022年5月14日).
- 熱海市建設部まちづくり課：熱海まちづくりビジョン 24p., 2009. https://www.city.atami.lg.jp/_res/projects/default_project/_page_/001/001/374/machidukurivision.pdf (2021年7月26日).
- 中日新聞：「避難指示」待たず避難を 熱海土石流2週間(2021年7月17日16時00分), 2021. <https://www.chunichi.co.jp/article/292844> (2021年7月17日).
- 富士市：7月のできごと 地元住民が協力して復旧活動, 広報ふじ, 2021年8月20日号, 2021. <https://www.city.fuji.shizuoka.jp/img14/rn2ola000003bbs8-att/rn2ola000003bbv4.pdf> (2022年3月9日).
- 株式会社フジテレビジョン：“土石流の前兆”住民証言 2時間前に泥水が…盛り土との関連は?, FNNプライムオンライン(2021年7月6日17時20分), 2021. <https://news.goo.ne.jp/article/fnn/nation/fnn-206194.html> (2021年7月6日).
- 気象庁：7月1日から3日の東海地方・関東地方南部を中心とした大雨, 27p., 2021a. https://www.data.jma.go.jp/obd/stats/data/bosai/report/2021/20210708/jyun_sokuji20210701-0703.pdf. (2021年7月9日).
- 気象庁, 防災情報(天気図), 2021b. https://www.jma.go.jp/bosai/weather_map/ (2021年7月5日).
- 気象庁：災害をもたらした気象事例(昭和20~63年), 2021c. https://www.data.jma.go.jp/obd/stats/data/bosai/report/index_1945.html (2021年7月26日).
- 気象庁：防災情報(キキクル 危険度分布), 2021d. <https://www.jma.go.jp/jma/menu/menuflash.html> (2021年7月3日).
- 高知大学：高知大学気象情報頁(保存書庫), 2021. <http://weather.is.kochi-u.ac.jp/sat/gms.fareast/> (2021年7月5日).
- 国土地理院：土地条件図「熱海」解説面, 27p., 附図3, 1992. <https://www1.gsi.go.jp/geowww/>

- landcondition/report/D001-A01-0059u.pdf (2021年7月5日).
- 国土地理院：令和3年(2021年)7月1日からの大雨に関する情報, 2021. https://www.gsi.go.jp/BOUSAI/R3_0701_heavyrain.html (2021年7月10日).
- 国土技術研究センター：水文統計ユーティリティー, 2021. <https://www.jice.or.jp/tech/software/rivers/hydrology> (2021年7月26日).
- 日本放送協会(NHK)：熱海“大量の泥水が3時間後 土石流に”現場近くの女性が撮影, NHK NEWS WEB (2021年7月9日17時44分), 2021a. <https://www3.nhk.or.jp/news/html/20210709/k10013129851000.html> (2021年7月10日).
- 日本放送協会(NHK)：土石流 ツイッター投稿動画に映った消防隊員2人が語った現場, NHK NEWS WEB (2021年7月10日19時31分), 2021b. <https://www3.nhk.or.jp/news/html/20210710/k10013132441000.html> (2021年7月10日).
- 日本放送協会(NHK)：熱海 土石流「恐怖で身動き取れず」動画撮影の被災者, NHK NEWS WEB (2021年7月21日17時41分), 2021c. <https://www3.nhk.or.jp/news/html/20210721/k10013151861000.html> (2021年7月21日).
- 沼津市：7月2日, 3日 大雨による被害状況などについて 第4報(7月26日現在), 2p., 2021. <https://www.city.numazu.shizuoka.jp/kikikanri/topics/doc/r030703-4.pdf> (2021年7月26日).
- 静岡地方気象台：令和3年6月30日～7月4日の大雨に関する静岡県気象速報, 28p., 2021. https://www.data.jma.go.jp/obd/bsdb/data/files/sg_history/22000/2021/22000_2021_1_8_1.pdf (2021年7月13日).
- 静岡県：静岡県土木総合防災情報(SIPOS-RADAR), 2021a. <http://sipos.shizuoka2.jp/m/i/index.cgi> (2021年7月10日).
- 静岡県：静岡県統合基盤地理情報システム(GIS), 2021b. <https://www.city.hamamatsu.shizuoka.jp/kiki/tsunami.html> (2021年7月15日).
- 静岡県：熱海市(伊豆山地区)土砂災害関連情報(8記者会見), 2021c. http://www.pref.shizuoka.jp/kinkyu/r3_atami_dosyasaigai.html (2021年8月10日).
- 静岡県危機管理部：熱海市伊豆山地区土砂災害の被害と対応について(総括情報)(11月30日), 8p., 2021. <http://www.pref.shizuoka.jp/kinkyu/documents/atamidoshasoukatsu1130.pdf> (2021年11月30日).
- 消防庁災害対策室：令和3年7月1日からの大雨による被害及び消防機関などの対応状況(第31報), 6p., 2021. <https://www.fdma.go.jp/disaster/info/items/210701baiuzennsenn31.pdf> (2021年7月29日).
- 東京新聞：土石流発生前に熱海市が「避難指示」を出していなかった理由 「避難勧告」なくなり判断難しく(2021年7月5日15時00分), 2021. <https://www.tokyo-np.co.jp/article/114705> (2021年7月5日).
- 読売新聞：土石流発生の瞬間を地元住民が撮影…静岡・熱海, 読売新聞オンライン, 2021. <https://www.yomiuri.co.jp/stream/article/17749/> (2021年7月4日).

(投稿受理：2021年8月13日
訂正稿受理：2021年12月5日)

要 旨

2021年7月1日から3日にかけて梅雨前線が停滞し、熱海市網代では最大48時間降水量が321.0 mm(再現期間：23年)の長雨型の豪雨となった。3日10時55分頃には伊豆山地区の逢初川で盛土の崩落が原因と推察される大規模な土石流が発生し、死者・行方不明者27人(10月28日現在)、建物被害は筆者の調査では129棟の甚大な被害となった。本地区は急傾斜地の崩壊特別警戒区域(通称：レッドゾーン)・崩壊警戒区域(通称：イエローゾーン)と土石流警戒区域(イエローゾーン)に指定されており、土地条件図でも「土石流堆」の地形を呈している。今回の土石流災害では前兆現象も確認されていたが、熱海市からは高齢者など避難(警戒レベル3)までしか発令されていなかったこともあり、事前に避難場所へ避難した住民は認められなかった。