(公社) 砂防学会 令和3年7月静岡県熱海市で発生した

土石流災害に係る緊急調査報告(速報)

1. はじめに

令和3年7月3日に豪雨により,静岡県熱海市伊豆山地区,逢初川で大規模な土石流が 発生した。公益社団法人砂防学会では、土砂災害の実態把握を行うため、令和3年8月12 日に緊急調査を実施し,また降水量の解析を行った。ここではその結果の速報を報告する。 なお、詳細については砂防学会誌において報告をする予定である。

調査団名称

「令和3年7月静岡県熱海市で発生した土石流災害に係る緊急調査団」

調査団員

団長:

今泉文寿(砂防学会東海支部,静岡大学)

団員:

- 里深好文(砂防学会関西支部,立命館大学)
- 田中隆文(砂防学会東海支部,名古屋大学)
- 高山翔輝(砂防学会東海支部,静岡大学)
- 小山内信智(砂防学会関東支部,政策研究大学院大学,(一財)砂防・地すべり技術セン ター)
- 坂井佑介(砂防学会関東支部,国土交通省国土技術政策総合研究所)
- 小池 優(砂防学会東海支部,国土交通省中部地方整備局,国土交通省国土技術政策総合 研究所)
- 西 陽介(砂防学会東海支部,日本工営株式会社)
- 坂口 宏(砂防学会東海支部,アジア航測株式会社)
- 加藤真雄(砂防学会東海支部,玉野総合コンサルタント株式会社)

加えて小杉賢一朗(砂防学会関西支部、京都大学)が降雨の解析を実施した。

2. 調査地の位置

調査地は静岡県熱海市の北部に位置する伊豆山地区である(図2.1,図2.2)。



図2.1 調査地位置図



図2.2 調査地の地形図と調査ルート

3. 降雨の状況

図3.1には、崩落した斜面から2.9km 程度離れた地点にある静岡県の雨量計(以下, 熱海(県)と呼ぶ)のデータと、8.7km 程度離れた地点にある気象庁網代観測所の雨量計 (以下,網代(気象庁)と呼ぶ)のデータを示した。6月28日20:00頃から断続的な降 雨があり、7月1日以降はほぼ止むことなく降り続いていたことがわかる。熱海(県)と網 代(気象庁)の降雨波形は概して似ているが、7月2日8:00以降には、熱海(県)におい て網代(気象庁)よりも顕著に大きな時間雨量が観測されている時間帯がある。土石流が発 生する直前の7月3日9:00~10:00の時間雨量は、熱海(県)と網代(気象庁)でそれぞれ 24 mm、27 mm であり、今回の降雨イベントにおける最大値となっていた。熱海(県)で は、7月2日19:00~20:00にも24 mmの時間雨量を記録している。また、6月28日20:00 から7月3日10:00の積算雨量は、熱海(県)で488 mm、網代(気象庁)で415.5 mm に 達していた。



図3.1 時間雨量と積算雨量

4. 現地調査結果

4.1 源頭部の状況

谷頭の斜面上に盛土をした部分が崩壊しており,馬蹄形の崩壊地が複数個所確認される。 崩壊土砂が堆積している箇所の下流にやや緩勾配のスペースがある。その下流には滝壺の ような窪みが形成されており,そこから下流は谷地形を呈した渓流にとなっている(図4 .1)。河床勾配は,谷出口までほぼ一定で10度程度となっており,土石流の流下・堆積 区間となっている。崩壊土砂の堆積面には,数が少ないが10~20 cm程度の礫が確認される が,細粒分の土砂が非常に多いように見られた。



図4.1 源頭部の崩壊状況

崩壊地から 200m 程度上流側の露頭を確認した結果,基盤である城山溶岩類が確認でき,数十m程度の礫を褐色の土壌が埋めていることが確認できた(図4.2)。この褐色の土壌 は,左右岸の崩壊斜面や下流側渓岸斜面で確認された。



図4.2 右 崩壊発生前の源頭部の状況(Google earth)左 崩壊地上流の露頭の状況

4.2 源頭部~砂防堰堤までの区間

崩壊地下部から砂防堰堤堆砂上流端までの区間は, 渓床は露岩している箇所が多く, 高い ところで10m程度の高さまで植生が全てはぎ取られている(図4.3,4.4)。



図4.3 渓岸侵食状況



図4.4 渓床断面写真(写真位置は図4.3を参照)

既設砂防堰堤の水通し周辺には 10 cm~20 cm程度の礫が多く見られ(図4.5),堰堤の 堆砂敷は細粒分が表面を覆い,勾配はレベルに近い状態で土砂堆積している(図4.6)。 右岸側では,袖上部を越流し,斜面上部から下流に向かって流れた痕跡があり,ある程度の 流速を持って既設砂防堰堤を越流したと考えられる(図4.5)。また,右岸側下流にある ブロック擁壁には泥が付着しているものの大きな損傷が確認されないこと,下流斜面は表 面をはぎ取るように侵食していることから,右岸側を越流した流れは細粒分が多い流れだ ったと考えられる。災害発生前,既設砂防堰堤は未満砂の状況であったため,礫主体の土石 流で満砂(袖部上端までの異常堆砂)した状態で,細粒分の多い泥流型土石流が通過したも のと推測される。

この砂防堰堤は、今回の土石流の規模を想定した容量ではなかったものの、土砂を堆積さ せることで下流側への流出土砂量を減らしており、堰堤としての効果を一定程度発揮した ものと考えられる。



図4.5(左) 既設砂防堰堤の水通し周辺の礫及び右岸側を越流した流れ図4.6(右) 既設砂防堰堤の堆積面

4.3 砂防堰堤下流~谷出口区間

堰堤下流~谷出口区間においては,斜面上に付着しているのは殆どが細粒分であり,下流 方向というよりも横断方向に渓流に流れ込むように流下痕跡が見られる(図4.8)。この ことから,ある程度大きな礫を流送した流れとは別に,下流側狭窄部の影響(図4.7)で, 粘性の高い泥流が一時的に滞留し,徐々に河床面・水面が低下していった状況があったこと が示唆される。堆積土砂の表面は細粒分が多く含まれるとともに堰堤水通しで確認された のと同程度の10 cm~20 cmの礫も確認された(図4.9)。さらに上流域ではあまり確認さ れない70 cm程度の礫が確認された(図4.10)。



図4.7 渓岸侵食状況と写真位置図



図4.8 渓岸の流下痕跡



図4.9(左) 堰堤下流~谷出口区間の堆積土砂の礫径図4.10(右) 堰堤下流~谷出口区間の最大礫径

4.4 谷出口~市道伊豆山神社線付近

逢初川の谷出口直下の住宅街において土石流が大規模に氾濫したため、ほとんどの家屋 が損傷した。被災家屋の大部分はすでに撤去され、堆積土砂もほとんど取り除かれていた ため、土石流がどの程度巨礫を含んでいたのか、流動深や堆積厚さがどれ程あったかなど は不明である。この周辺の逢初川の川幅は3~4m 程度、流路深さも3~4m 程度であり、 土石流は容易に溢れ、両岸に立ち並んでいた住居を飲み込んだと考えられる。わずかに残 された土石流の一部と思われる土砂は細粒分を多く含んでいた。谷出口であるこの場所 は、上下流に比べてわずかではあるが勾配が緩く、谷底の幅が広くなっていた。土石流は 階段状に造成された谷底全体を流下したため、多くの家屋は土石流の直撃に耐えられなか った。



図4.11 谷出口直下の住宅街の被災状況

逢初川は市道伊豆山神社線付近下の暗渠を流れていたが、谷出口直下の流路と比べても その規模は小さく、川幅、流路深さ共に2m程度であり、土石流の大半は地上部を流下し た。市道伊豆山神社線付近では、一部のコンクリート製の建築物は残存しているものの、 流下範囲中心部の多くの家屋が流失した。市道伊豆山神社線より下流の流下範囲端部では 1階部分が損壊している家屋も多く確認された。



図4.12 市道伊豆山神社線下流の被災状況

4.5 市道伊豆山神社線下流~JR 東海道本線路付近

図4.13はさらに下流の三叉路であるが図中の左に見える路面は逢初川をコンクリートで塞いだ暗渠となっており、地中では図4.14のように逢初川が流れていたと推定される。図4.15は被災後の同じ場所の写真で図4.13の正面およびその左側に見える家屋は、図4.15では破壊されているが僅かにブロック塀が同地点であることを示している。

この三叉路から下方に降りる小路の被災前の状況を図4.16に示す。遠方に相模湾が 見えるが、小路の両側に家屋が連なり地形は把握しにくい。小路の路面にはコンクリート で蓋をされた逢初川の暗渠の四角いマンホールが並ぶ。この道の被災後の様子を図4.1 7に示す。図4.16とは視点が若干ずれているが図中の左にみえる石造の門柱および小 路の先に見通せられる赤い屋根の家から両図の対応をみることができる。



- 図4.13 (上) 市道伊豆山神社線下流の三叉路の様子(被災前)
- 図4.14 (左下) 想定される逢初川の流路
- 図4.15 (右下) 被災後の様子



図4.16 (上) 被災前の住宅街の様子図4.17 (下) 被災後の住宅街の様子

図4.16に示した暗渠のルートを上空から示したものが図4.18である。図4.1 8の右図中上部には東海道新幹線およびその奥に東海道本線が見える。両鉄道の間では, 逢初川は開水路となるが東海道線から下流の国道135号の逢初橋の間では再び暗渠とな る。図4.18左図は,住宅地の最上流で被災した家々から相模湾までの広域図である が,図4.18右図の位置を黄色枠線で示す。その中に記した黄色い縁取りの水色線は, 現地踏査で確認できた逢初川の暗渠部を示す。特に住宅が密集している地区で,暗渠とな っているたが,普段はそこに逢初川が流れていることを実感しづらい。



図4.18 逢初川の暗渠のルート

図4.19は土石流の土砂災害警戒区域をオレンジ色で示したハザードマップである。図 4.18以前とは違い,図の上側が北向きである。図中の■印は市道伊豆山神社線(逢初橋) である。図中の紫線は土石流の流下ルートを示すが線幅には意味はない。黄色で縁取りした 水色線は現地で視認できた逢初川の暗渠区間を示す(図4.18で既に示したルートと同 じ)。図4.20は、図4.19に昭和24(1949)年の米軍による撮影の空中写真を重ねた ものであるが,暗渠区間の上部の道路網は現在とほぼ同じ位置にあり,左岸側には家屋が建 っており街並みが形成されている。つまり,この地域には少なくとも70年以上家屋が存在 することになる。



図4.19(左) 土砂災害警戒区域の範囲(静岡県 GIS をもとに作成)図4.20(右) 1949年の空中写真

東海道新幹線と東海道本線が並行する一帯でも、土石流は高い流動性を保っていたと考 えられる。新幹線を横切る部分の幅が上流の谷幅よりも狭いため、上流側でせき上げが生じ た。逢初川はこの道路下の暗渠を流れていたが、土石流の大半は地上部を流下している(図 4.21)。鉄道の橋梁の裏面にも土砂の飛沫は付着していることが確認された。



図4.21 東海道新幹線の高架下

4.5 国道135号付近およびその下流

暗渠から溢れ道路上を流下して東海道新幹線とJR東海道本線をくぐった土石流は、その 直下の国道 135 号を横切ってさらに下流まで流下した。この橋の直上部で左支川と合流し た逢初川は、ここから深い谷地形をなし、勾配も河口まで十分に急であるので、仮に土石流 がすべて河道に流入していたならば、ここから下流域の氾濫規模はかなり小さくなったと 考えられる。実際には、構造物等の影響のため土石流の一部は左岸側へ氾濫し(図4.22)、 土砂の一部が国道よりもさらに下流側の道路を流下して被害が拡大している(図4.23)。



図4.22 国道135号付近の様子



図4.23 国道135号より下流側の状況

5. おわりに

熱海市伊豆山地区の逢初川で発生した土石流は,河床勾配が一貫して急勾配であったこ ともあり,河口に至るまで大きな被害が生じた。土石流に含まれる土砂は細粒分が多いこと が特徴であり,そのことも流下特性に影響を及ぼしたものと考えられる。市街地付近では暗 渠の区間が多く,大規模な土石流を想定した河道断面でなかったことも,土石流の氾濫に影 響をしているものと考えられる。

なお、調査結果を取りまとめたものは後日、砂防学会誌にも掲載する予定である。

最後に, 土砂災害緊急調査の実施にあたっては, 静岡県の関係各位に大変にお世話になっ た。ここに記して感謝申し上げます。