

栃木県日光市芹沢地区災害調査報告

1. 災害概要

台風 18 号等の影響により形成された線状降雨帯による大雨により、9 月 10 日 1 時ごろから 3 時ごろに日光市芹沢地区の人家や道路に面する 8 溪流において土砂流出が発生した。全半壊 7 戸の建物被害が発生し、溪流から道路に流出した土砂により芹沢地区唯一の避難路である市道が不通となった。9 月 13 日午前 9 時に日光市により芹沢地区（26 世帯 52 名）に避難指示が発令された。

2. 調査場所

利根川水系男鹿川右支芹沢流域（栃木県日光市芹沢地区）（図. 1）の土石流危険溪流を中心とした 7 溪流について現地調査を行った。

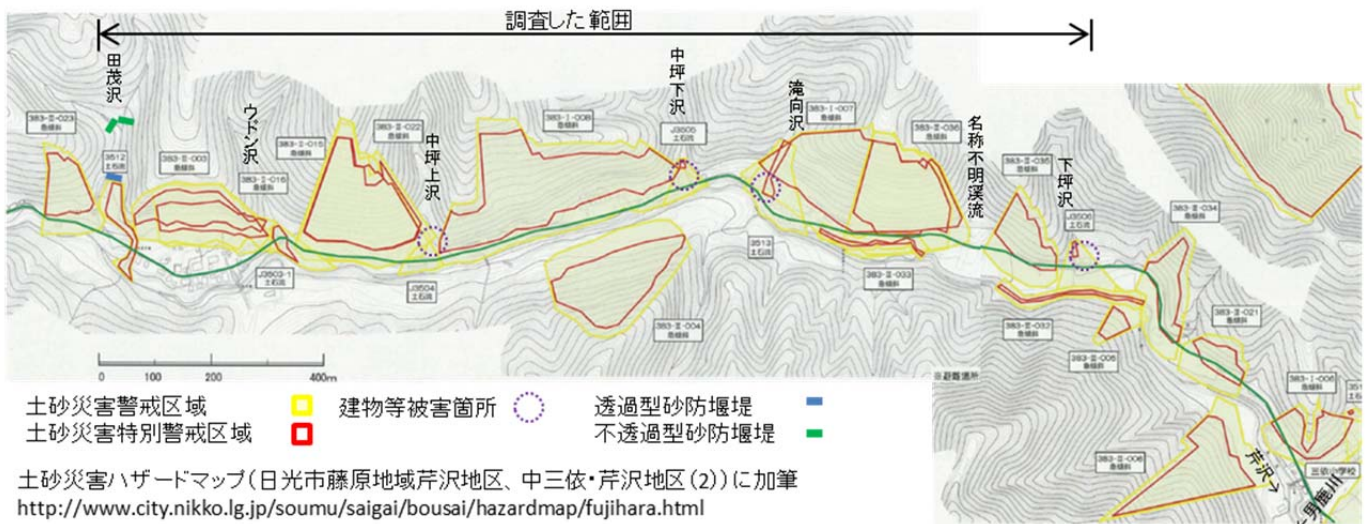


図. 1 調査場所（栃木県日光市芹沢地区）及び家屋被害位置

3. 派遣依頼元

国土交通省関東地方整備局日光砂防事務所

4. 派遣の目的

- 土砂流出のあった溪流において再度災害が発生する危険性の確認
- 芹沢地区における警戒避難体制確立のために必要となる監視観測方法や留意点、溪流出口付近における応急対策等についての助言

5. 調査日

平成 27 年 9 月 15 日（火）～16 日（水）

（災害発生日時：日光砂防事務所による地元への聞き取りによると、平成 27 年 9 月 10 日 0 時 47 分ごろから 5 時ごろにかけての時間帯で発生）

6. 調査者

国土技術政策総合研究所土砂災害研究部砂防研究室 室長 桜井 亘
(併任：関東地方整備局河川工事課) 青木 裕
土砂災害研究室 主任研究官 松下 一樹
国立研究開発法人土木研究所土砂管理研究グループ火山・土石流チーム
研究員 高原 晃宙

7. 防災情報と災害発生状況の関係について

- 図. 2 に時間雨量と連続雨量の推移を示し、図. 3 に 60 分間積算雨量と土壌雨量指数の推移を示した。時間雨量データは国土交通省の中三依雨量観測所のデータを用い、昭和 63 年から平成 26 年までのスネーク曲線には解析雨量を用いた。土砂災害発生時の降雨は連続雨量 600mm 近くに達し、昭和 63 年以降に経験した降雨と比較して土壌雨量指数が際だって大きかった。
- 9 月 9 日 7 時 41 分に大雨警報（土砂災害）が発令され、9 月 9 日 14 時 25 分に土砂災害警戒情報が発表された。土砂災害警戒情報は 9 月 11 日 5 時 15 分に解除された。土砂災害警戒情報発表後に土砂災害が発生していた。
- 日光砂防事務所が工事業や地元住民に聞き取ったところによれば、芹沢流域において 0 時台から 5 時台にかけて土砂が流出した。建物被害の生じた滝向沢からの土砂流出は 4 時頃で中坪下沢からの土砂流出は 5 時 20 頃だった。図. 4 に芹沢出合の三依小学校に国立研究開発法人防災科学技術研究所が設置した Hi-net 高感度地震観測網の藤原 2 観測所波形データ（上下成分）を示した。当該観測所は芹沢と男鹿川の合流点付近に位置する旧三依小学校に設置されている。これによると 9 月 10 日 3 時 46 分 40 秒頃から振幅が大きくなっている。日光砂防事務所が災害発生時刻について聞き取った結果とおおむね整合しており、この地域の土砂移動状況を反映している可能性がある。
- 土砂災害防止法に基づく土砂災害警戒区域等の指定範囲と家屋被害発生箇所を図. 1 に示した。建物等被害箇所は土砂災害警戒区域に指定されていた。

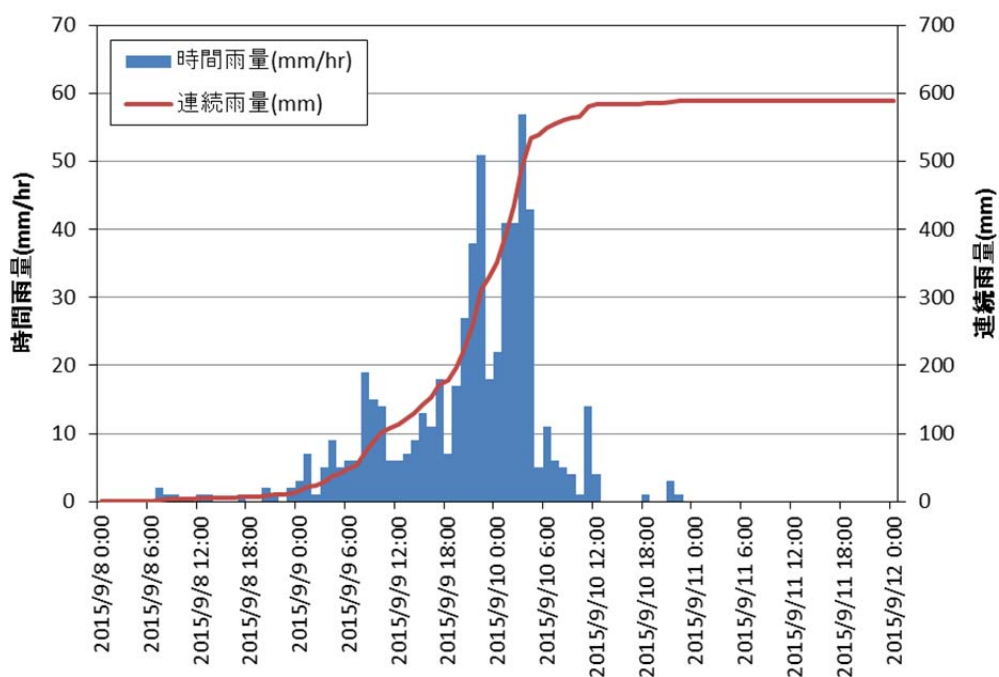


図. 2 時間雨量と連続雨量の推移（中三依雨量観測所（国土交通省））

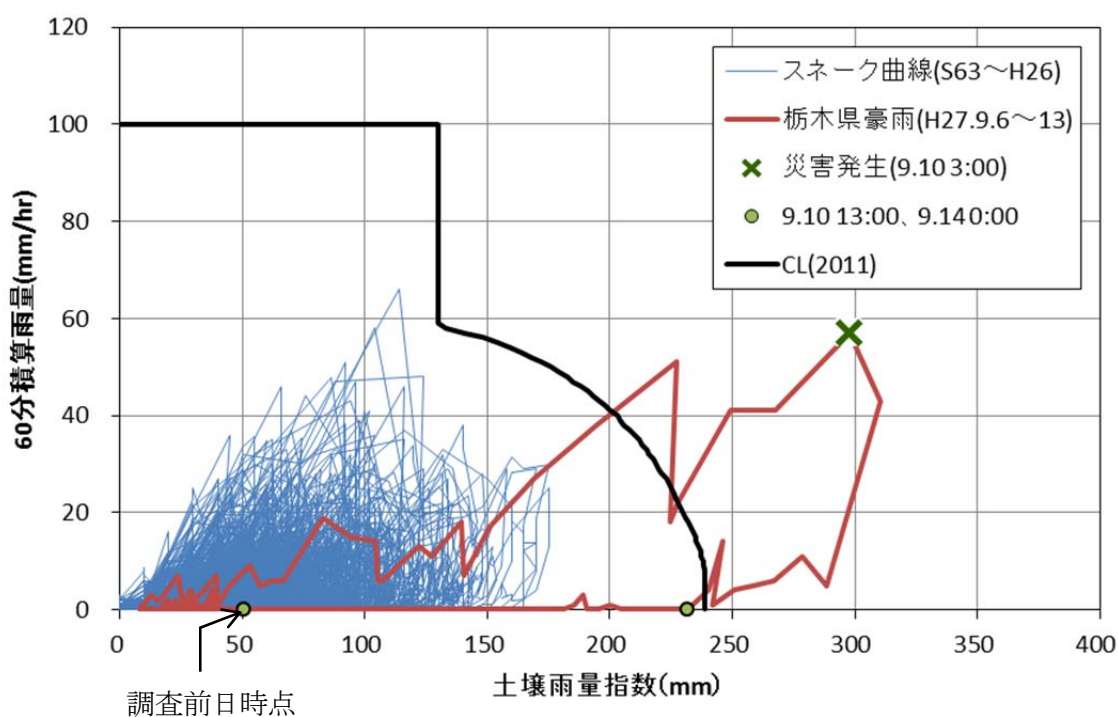
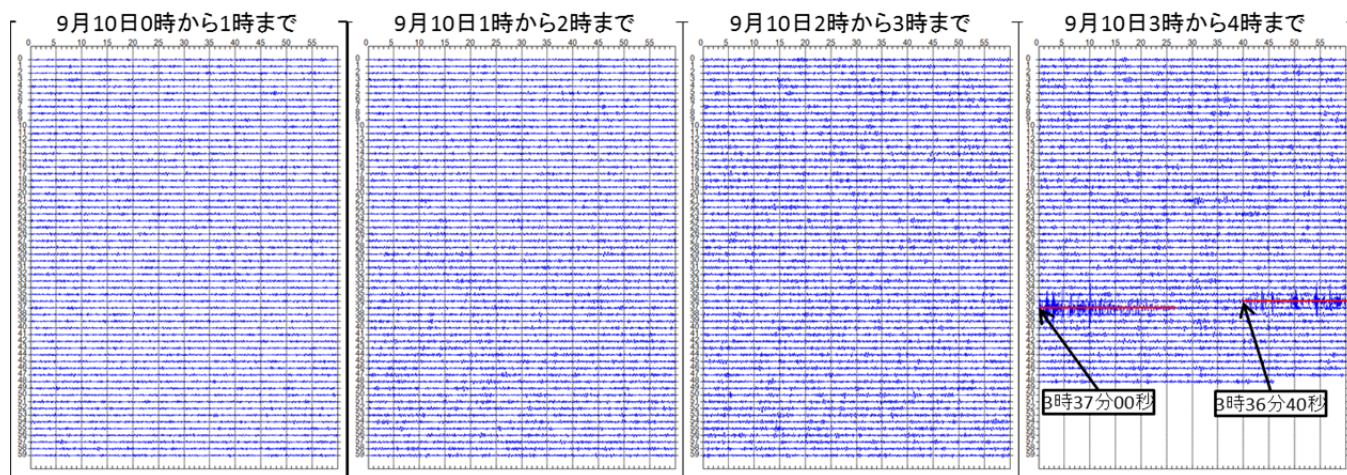


図. 3 60 分間積算雨量と土壌雨量指数の推移



国立研究開発法人防災科学技術研究所Hi-net高感度地震観測網webサイトより藤原2観測所データをダウンロードし波形処理を実施した

図. 4 芹沢地区における地震動の推移

8. 各溪流の状況

(1) 下坪沢

- ・土砂生産源から溪流出口付近まで 10～40cm 程度の角礫が溪流に堆積していた。溪流出口と比較して土砂発生源付近は特に角礫を主体とした堆積が目立ち、細粒分は下流に流出していた。土砂生産源付近と溪流出口付近とで最大粒径に目立った違いは無かった。
- ・溪床に土砂が堆積していた区間において、溪床勾配は約 10 度だった。流路沿いに生えていた高木が土砂移動により倒されことなく堆積土砂に埋没していた。溪床勾配や土砂堆積の状況から下坪沢の土砂移動形態は土砂流と推測された。



写真. 1 土砂発生源の状況



写真. 2 土砂発生源直下流の土砂堆積状況



写真. 3 土砂の流下痕跡



写真. 4 溪流出口付近の土砂堆積状況



写真. 5 建物基礎の損傷と溪流流末の状況

(2) 名称不明溪流

- ・土砂発生源に近い区間の溪床勾配は約 20° あり、部分的に急勾配な箇所における溪床勾配は約 26° あった。溪床には角礫が堆積しているが堆積厚さはそれほど厚くなく、溪床のところどころに基岩が露出していた。調査時点で基岩部に流水は無かった。堆積している角礫の礫径は 1m から 10cm 程度だった。溪岸には風化岩や風化土、崩積土が露出している。溪岸に露出した表土層は引きちぎられたような樹木根系が目立つ。溪流部には溪岸から滑落したと思われる樹木が枝葉付きのまま残存していた。
- ・溪流出口には扇状地が形成されていた。全体に 10cm から 40cm 程度の角礫が堆積しており、際だった礫径の偏りは見受けられなかった。最急勾配は 12° 程度だった。



写真. 6 土砂発生源付近の状況



写真. 7 溪流に立木が倒れ込んだ状況



写真. 8 溪流出口に土砂や流木が堆積した状況

(3) 滝向沢

- ・ 溪床勾配は 15° 程度だった。溪床は元の溪床から 10m 程度低下していた。侵食された溪岸の状況から溪床には崩積土が厚く堆積しており土石流となって流出したと考えられた。また、溪岸が不安定になっており、立木が流路に倒れ込んでいた。溪流出口付近に流木が閉塞し、その上流に細流土砂が堆積した痕跡が残っていた。溪床には土砂が堆積しており基盤岩が露出していなかった。溪流出口や溪流のところで流水が見受けられた。
- ・ 滝向沢では 1 戸全壊、2 戸半壊の家屋被害が生じた。被災した家屋付近に堆積している土砂は細流分や 10cm から 30cm 程度の角礫が多く、1m を越えるような巨礫は見られなかった。
- ・ 日光砂防事務所が地元住民に聞き取ったところ、土砂流出は 9 月 10 日 4 時頃に発生した。



写真. 8 土砂発生源の状況



写真. 9 土砂発生源直下の侵食状況



写真. 10 溪流に立木が倒れ込んだ状況



写真. 11 溪流出口付近の土砂堆積状況



写真. 12 半壊家屋上流側の土砂や流木の堆積状況

(4) 中坪下沢

- ・土砂堆積により溪床が 30m 程度に広がっていた。堆積している土砂に含まれる角礫は 10～40cm 程度の粒径のものが多かった。溪床勾配は 10° 程度で、溪流出口付近は土砂が堆積し段丘状に侵食が進んでいた。また、ところどころに流木が固まって堆積していた。
- ・芹沢への合流点付近の芹沢左岸側に中坪下沢からの土砂流出に伴うと思われる溪岸侵食が見受けられた。上流右岸側には細流分や流木が堆積しており一次的に土砂が堆積し堰上げたと思われた。
- ・日光砂防事務所が地元住民に聞き取ったところ、土砂流出は 9 月 10 日 5 時 20 分頃に発生した。



写真. 13 溪流内の流木堆積状況



写真. 14 基岩の露出と表土の流出状況



写真. 15 立木が流路に倒れ込んだ状況



写真. 16 溪流出口付近の土砂堆積状況



写真. 17 芹沢本流対岸の土砂流出状況



写真. 18 芹沢合流点の上流部に細粒分や立木が堆積した状況

(5) 中坪上沢

- ・土砂生産源の頭部には透水性の良い崩積土等が厚く堆積しており、この土砂が土石流として流出したと考えられた。脚部において基岩盤との境界に沿って水が流れているのが確認できた。
- ・溪床が深いところで元の河床から 15m 程度低下していた。
- ・芹沢への合流点付近の芹沢右岸側に中坪上沢からの土砂流出に伴うと思われる溪岸侵食が見受けられた。



写真. 19 土砂生産源頭部の状況



写真. 20 基岩部との境界を水が流れる状況



写真. 21 溪床が低下した状況



写真. 22 流路に流木が倒れ込んだ状況



写真 23 溪流と人家の位置関係



写真. 24 対岸の溪岸侵食の状況



写真. 25 対岸の溪岸浸食の状況

(6) ウドン沢

- ・聞き取りによれば流下区間は災害前から露岩していた。
- ・崩壊地脚部において倒木により流路が閉塞された箇所があり，当該箇所より上流域では細粒土砂が堆積していた。
- ・溪流出口に砂防工事用の敷き鉄板がされていたが流出していない。
- ・ウドン沢では沢出口で砂防工事業者が工事現場状況を監視しており土砂流出時刻が記録されていた。日光砂防事務所が工事業者に聞き取ったところによれば、土砂流出は9月10日0時47分、2時17分、3時20分に発生した。



写真. 26 崩壊地脚部の流木堆積状況



写真. 27 流木により土砂が堆積した状況



写真. 28 溪床の状況



写真. 29 水位や立木に礫等が衝突した痕跡



写真. 30 溪流出口の状況

(7) 田茂沢

- ・田茂沢には最下流に不透過型砂防堰堤 1 基、上流の 2 つの支溪流にそれぞれ透過型砂防堰堤が 1 基ずつ設置されていた（図. 1）。最下流の不透過型砂防堰堤（写真. 34）と右支溪の不透過型砂防堰堤（写真. 31）は袖天端に土砂が堆積しており袖を越流したと考えられた。
- ・不透過型砂防堰堤より下流においても流木や細流土砂の堆積が認められたものの、不透過型堰堤上流部には下流と比較して多量の砂礫や流木が堆積しており、最大粒径も大きかった。
- ・2 基の透過型砂防堰堤はともにスリット部が流木や土砂で閉塞し、背後に土砂が堆積していた。田茂沢に設置されていた砂防堰堤は下流への流出土砂量の低減等に寄与し効果があったと考えられた。



写真. 31 不透過型砂防堰堤の効果



写真. 32 不透過型砂防堰堤遠景



写真. 32 不透過型砂防堰堤スリット部の閉塞状況



写真. 33 不透過型堰堤堆砂敷への土砂堆積状況



写真. 34 袖裏への土砂堆積と袖を越流した状況

9. まとめ

1. 土石流の発生要因

- ・台風 18 号の影響により、芹沢地区では 9 月 9 日までに累積雨量が 366mm に達し、溪流の水位や山腹斜面の地下水位が十分に上昇した条件下で、9 月 10 日未明に強い降雨（（参考）午前 3 時の時間雨量 57mm/h）を記録しており、土砂災害の誘因となったと考えられた。
- ・溪流に堆積していた土砂や風化が進んだ岩盤の一部が、増水した溪流の流水と一体となり土石流化したものと考えられた。

2. 芹沢地区における溪流や山腹斜面の現状

- ・堆積した土砂や流倒木が土石流となり再移動するためには、大量の累積降雨や強い時間雨量により溪流の水位が高い状態となる必要があるが、現地調査時点では溪流内の水位は低かった。
- ・一方、溪流内には、依然として大量の土砂や流倒木の堆積が確認された。
- ・そのため、例えば、土砂災害警戒情報が発令されるような大量の降雨条件下で溪流の水位が上昇すると、再び土石流となって流出する危険性がある。また、土石流の発生に至らな

いまでも、突発的な土砂や泥水が流出する恐れがある。

- ・ 溪流の出口では、土砂が堆積し、流路が不明瞭になっているため、泥水や土砂が氾濫し、道路や宅地に流出する恐れがある。
- ・ 田茂沢に設置されていた砂防堰堤は、大量の土砂・流木を捕捉するなど、効果を発揮している。これらの土砂、流木が流出していた場合、泥水や土砂の氾濫により、更に被害が拡大したと考えられた。

－以上－