

平成27年9月関東・東北豪雨による栃木県内の土砂災害調査報告

Sediment disasters in indued by the Kanto-Tohoku heavy rainfall in September, 2015

落合博貴 Hirotaka OCHIAI/(一社)日本森林技術協会 Japan Forest Technology Association 櫻井正明 Masaaki SAKURAI/(株)山地防災研究所 Forest Conservation Research Institute

若井明彦 Akihiko WAKAI/群馬大学 Gunma University

蔡 飛 Fei CAI / 群馬大学 Gunma University

林 一成 Kazunori HAYASHI/奥山ボーリング(株) Okuyama Boring Co., LTD.

1. はじめに

平成27年9月7日から11日にかけて, 台風18号や前線の影響で西日本から北日 本の広い範囲で大雨となり,特に関東地 方や東北地方では,栃木県日光市で 647.5mm,宮城県丸森町で536.0mm の降水量(いずれも9月7日から11日ま での5日間の総降水量)を記録するなど, 記録的な大雨に見舞われた(気象庁, 2015)。この結果,鬼怒川の堤防決壊に よる洪水をはじめとして,関東・東北地 方の各地で甚大な人的・物的被害が生じ た。国土交通省水管理・国土保全局 (2015)によると,この豪雨に伴って143件 の土砂災害が発生し,特に降水量の多か った栃木県内においては土石流をはじめ とする土砂災害が20箇所以上確認された。 (公社)日本地すべり学会では,今回の



図-1 アメダス今市観測点における9月7日0時~9月11日24時の期間降水量 (気象庁,2015)



図-2 調査対象とした地すべりの位置と9月7日0時~9月11日24時の期間降 水量(気象庁,2015)背景には地理院地図(国土地理院,2016)の画像を 用いた。

豪雨で最も多い降水量(図-1)を記録 した栃木県日光市において,特に多くの 土石流が発生した芹沢地区および大規模 な土砂崩壊が発生した白石川地区を対象 として,関東支部の会員を中心に調査団 を結成し,現地調査を実施した(図-2)。 本稿では,両地区において観察された土 石流源頭部の土砂崩壊の発生状況の概要 を報告するとともに,現時点で考えられ る発生要因について考察する。

2. 日光市芹沢地区

芹沢は,鬼怒川支川の男鹿川の起点に 位置する五十里湖の湖尻からさらに5 km上流の地点で西から男鹿川に注ぐ沢 であり,沢の左岸にある狭隘な平坦地に 26世帯ほどの集落が点在する。男鹿川の 合流点付近に置かれた中三依雨量観測所 (国土交通省)によれば,9月8日6時か ら9月10日22時までの累積雨量は589 mm,時間最大雨量は57mm(9月10日 2時~3時)であった。

図-3は9月12日の航空レーザー測量 に基づく地形図(立体地形図;国土交通 省日光砂防事務所提供)である。芹沢に 左岸側から注ぐ8つの支沢(各名称を記 載)には,それぞれ土石流によって削ら れた痕跡が暗色の溝状に見える。集落付 近に土石流が達したのは9月10日午前1 時頃から4時頃の間とされ,住民等の証 言によれば,このうち「ウドン沢」では 一回目が午前1時少し前でそれから計三 回ほど,「中坪下沢」では午前3時頃に 流出,一方,谷地形があまり発達してい ない「滝向沢」ではやや遅れて午前4時 から4時半頃にかけて,それぞれ土石流 が発生した。「滝向沢」や「下坪上沢」な



図-3 芹沢地区周辺の地形と土石流が生じた渓流群(被災後9月12日のレー ザー測量に基づく)



写真-1 発生した土石流を捕捉した透過型堰堤の例(芹沢地区の上流,田茂沢 第2砂防堰堤)



写真-2 中坪上沢の渓流出口付近から上流方向を望む

ど一部渓流の直下で土砂や流木が家屋を 破壊して堆積,また土石流の流入による 堰上げで生じた氾濫流が渓岸を侵食した。 背後山地の地質は花崗岩であるが,土石 流の発生した各渓流の渓床は上部を除い て基岩を大きく削るほど深くは侵食され ておらず,堆積した物質には巨石が少な いことから,雨水と表土が混合した土砂 流の様相であったことが推定される。各 渓流が集落道路に出合うあたりの渓床勾 配は14°程度である。

前図で最上流部(図の左方)に記した 「田茂沢」には計3基(上流左右俣それ ぞれに透過型,合流した下流に不透過型) の砂防堰堤が設置されていた。それらは 土砂や流木を効果的に捕捉しており(写 真-1),こうした既存施設が芹沢集落 内で最も人口の密集した地区を土石流の 被害から守ったことは特筆したい。

ここで,「中坪上沢」を例に、大量の 土砂流出の最初のきっかけとなった斜面 崩壊の力学機構を考察する。同沢は芹沢 左岸に注ぐ一支沢であるが、道路から水 平距離で約300m離れた上流で発生した 土石流により, 渓床および渓岸が侵食さ れている (写真-2)。写真-3は土石 流源頭部の斜面であり, 左図はその全体, 右図は表層直下部分の拡大写真である。 渓流の横断中央部には、角礫を多く含ん だ過去の土石流等の堆積物と見られるV 字状の崩積土層が谷を埋めている。現表 土の下位には明るい色調の連続した層が 見られるが、これは6世紀の榛名山二ッ 岳の火山灰(早田,1989)と見られる。 拡大写真を見ると分かるように、火山灰 層の厚さは横断中央部に向かって徐々に 薄くなる傾向があり,かつ中央には火山 灰層の基底部に大量の地下水が供給され ていたことを示すパイピング状の洗掘痕 が見られた。これは常時の水みちに相当 すると思われるが、豪雨時にはこうした 経路を通じて供給された大量の地下水が 透水性の高い火山灰層に沿って拡がると ともに,表層から鉛直浸透した雨水と合 流して,火山灰層内に集中して帯水層を 形成した可能性がある。当初の崩壊は限 定的な規模であった可能性があるが、表 層を失った斜面に浸透する雨水の量は急 増するため,地下水位は急上昇する。表 流水の掃流力によって次第に周辺が侵食 されるとともに, 強度の粘着成分をほと んど有しない火山灰層は大量の地下水と 混合して流動性状を示し,結果的に大規 模な土石流に至ったものと考えられる。

3. 日光市白石川地区

白石川は,渡良瀬川水系武子川の左岸 支流にあたり,日光市(旧今市)と宇都 宮市の境界をなしている。流域は,古賀 志山を中心とする標高400~500mの小起 伏山地である。地質は,チャート・粘板 岩からなる中生代の付加体堆積物の分布 地であり,稜線部には露岩地が点在して いるが,比較的緩傾斜な山麓部では,関 東ロームが表面を覆っている。

白石川から4.5kmの距離にある鹿沼地



写真-3 中坪上沢の土石流源頭部の崩壊斜面 (左:全体,右:横断中央部の火山灰層付近の拡大写真)



図-4 白石川の災害状況 地理院地図(国土地理院,2016)を利用



写真-4 白石川の斜め写真(写真提供:栃木県環境森林部森林整備課)

方気象観測所(気象庁)によると,9月 9日から10日の累積雨量は,469.5mm であり,1時間最大雨量は55mm(9月 10日3:15)であった。

白石川では、右岸斜面に崩壊地が発生 し、崩壊土砂が土石流となって、約1.8 km下流の武子川本流まで流下し、谷出 口の県道や下流の家屋、農地に土砂が流 入した(図-4、写真-4)。地元への 聞き取りによると、9月9日午後11時ご ろから出水が始まり、9月10日午前2時 頃から土砂が流出し始めたとされる。災 害当時,武子川本流は、白石川合流点の 上流で決壊しており洪水流が武子川左岸 に氾濫していたことから、土石流の到達 地点付近の詳細は不明瞭であるが、白石 川合流点より下流の氾濫域には、土砂の 堆積が著しいことから、氾濫域に広がっ て堆積したものと見られる。

白石川に発生した崩壊地は、長さ350 m,幅80m,深さ8mであり,崩壊土砂 量は、約20万m3に達する。崩壊地周縁 の破断面に厚い関東ロームがみられるこ と,崩壊地の底面には,基岩または角礫 混じりの粘性土を主体とする古期堆積物 が広範囲に露出していることから、凹状 地(傾斜30~15度)に堆積していた厚い 関東ロームが崩落したと見られる。崩落 した関東ロームの主体は, 鹿沼軽石層(赤 城鹿沼; Ag-KP) である。崩壊地下端 に, 降下堆積した状態に近いと見られる 均質な鹿沼軽石層が露出しているが、厚 さは1.3mである。これに対して崩壊地 内の軽石層の厚さは5m以上である(写 真-5)。崩壊地内の軽石層は著しく風 化している部分や層状構造を持つ部分が あること,崩壊地両側の稜線部は露岩が 点在しており関東ロームの堆積は見られ ないことから,崩壊地内の軽石層の多く の部分が、周辺から凹状地に移動してき た二次堆積物である可能性が高い。白石 川流域で大規模な崩壊地が発生した箇所 は1箇所のみであり、崩壊地の西側に存 在する同規模の凹状地では沢が発達して おり厚い軽石層はみられないことから. 斜面に厚い軽石層が保持されていたこと が崩壊発生の要因として挙げられる。ま た,崩壊地周縁の破断面には,崩落土塊 が除去されたことにより、 滞水した層の 土粒子が流出したとみられるパイプ状の



写真-5 崩壊地頭部にみられる厚い軽石層(白石川,崩壊地内)



写真-6 土石流により破壊されたスギ林(白石川,平底谷内)



写真-7 土石流により運搬された土塊の堆積(白石川,県道下流の耕地)

侵食痕跡が多数みられ, 崩落した軽石層 に浸透水が供給されていたとみられる。

程度のところまでのりあげており、崩壊 地から200m下流にある狭窄部では高さ 崩壊土砂は、白石川の対岸の高さ8m | 10mのところに痕跡がみられることから、

災害時に大量の崩壊土砂が一度に崩落し. 水を多く含んだ崩落土砂は、そのまま流 動化して白石川を土石流となって流下し たと考えられる。なお,崩壊地周辺にク ラックが発達していること,再崩壊して 後退したと見られる箇所があることから, その後も小崩壊が発生した可能性が高い。

土石流は、スギ人工林が成立している 平底谷を流下しており、崩壊地から長さ 850mにわたって幅80mのスギ林を破壊 した (写真-6)。また,谷出口の県道 横断点からは,広がりながら流下して, 武子川本流まで到達しているが、途中の 耕地(崩壊地から1.6km)に,軽石・火 山灰からなる径0.3~1mの土塊を堆積 させている (写真-7)。

4. おわりに

調査した崩壊地の源頭部においては, いずれも火山噴出物による成層構造が観 察され、地層の断面方向における透水性 のコントラストがみられた。今回の豪雨 に伴って、比較的透水性の高い層に地下 水が集中し,水圧の上昇に伴って上位の 層が崩壊したものと考えられる。

謝辞

調査にあたり, 被災箇所に関する貴重 な資料をご提供いただいた,国土交通省 関東地方整備局ならびに同日光砂防事務 所,林野庁関東森林管理局,および栃木 県の関係者の皆様方に、謹んで御礼を申 し上げます。

参考文献

- 気象庁(2015):平成27年9月9日から11日 に関東地方及び東北地方で発生した豪雨 の命名について, http://www.jma.go.jp /jma/press/1509/18f/20150918 gouumeimei.html (参照日2016年4月22日).
- 国土地理院 (2016):地理院地図, http:// maps.gsi.go.jp(参照日2016年4月22日).
- 国土交通省水管理・国土保全局(2015): 平成27年度関東・東北豪雨に係る被害及 び復旧状況等について, http://www.mlit. go.jp/common/001105761.pdf(参照日2016 年4月22日).
- 早田 勉(1989):6世紀における榛名火山 の2回の噴火とその災害, 第四紀研究, Vol. 27, No. 4, pp. 297-312.

(原稿受付2016年5月9日, 原稿受理2016年5月13日)