

平成30年7月の西日本豪雨によって発生した 広島での土砂災害の特徴と課題

CHARACTERISTICS AND PROBLEMS OF SEDIMENT-RELATED DISASTERS IN HIROSHIMA PREFECTURE INDUCED BY THE TORRENTIAL RAINFALL IN A WESTERN JAPAN IN JULY, 2018

海堀 正博¹

Masahiro KAIBORI

¹ 広島大学大学院総合科学研究科 (〒739-8521 東広島市鏡山 1-7-1)

E-mail: kaibori@hiroshima-u.ac.jp

Key Words: *torrential rainfall, debris flow, flood, weathered granite, hazard zoning*

1. はじめに

2018年の広島県は梅雨季に入ってから雨量が少なく、やや水不足気味であった。7月3日に九州の西海上を台風7号が日本海に通過した。その影響もあり雨が降り始めたが、台風が梅雨前線を刺激したこともあり、5日から本格的な雨の日が8日午前中まで続くことになる。特に、6日18時頃から7日5時頃にかけては非常に強く降り、これによって広島県内各地で多数の命が奪われる甚大な土砂災害につながってしまった。2018年8月13日現在、この災害による広島県での犠牲者は108人、このうち土砂災害による死者は87人、行方不明者は6人となっており¹⁾、行方不明者の捜索も今なお続いている状況にある。

筆者は今回の災害の発生した直後から、まずは災害で孤立した東広島市内の災害の状況の調査に関わった。時間の経過とともに孤立化が少しずつ解消していくのにあわせて、しだいに調査の範囲を広島市、坂町、熊野町、呉市へと広げてきた。今回の災害につながった雨の状況、それによって引き起こされた崩壊や土石流等の状況、そのような土砂移動現象によって起きた災害の状況、被災地域周辺における警

戒避難の実態と住民の行動など、現在までにわかった範囲でまとめて報告したい。まだ途中経過ではあるが、今回の災害の特徴と課題を提示して、今後の土砂災害防止に寄与できればと考えている。

2. 誘因としての雨

ここでは後述する被災地近くの観測所(広島県防災Webで公開されているもの²⁾)から、欠測のない以下の7箇所について見ていくことにする。用いた観測所は野呂川ダム、天応(以上は呉市内)、高陽(広島市内)、東広島支所、黒瀬町、下三永、東広島(気)(以上は東広島市内)の7箇所である。

まず、台風7号の最接近した7月3日の前日24時時点での実効雨量値(72時間半減期)を見てみると、すべてが25mm以下であった。さらに、災害発生につながる本格的な雨が始まる7月5日の前日24時時点での段階でも実効雨量値(72時間半減期)は35mm以下であった。一連の雨の降り始めの段階では決して地盤が多くの水を含んでいた状態ではなかったことがわかる。

呉市の野呂川ダム観測所と東広島市の黒瀬町観測所で観測された雨量値の推移をそれぞれ図-1、図-2

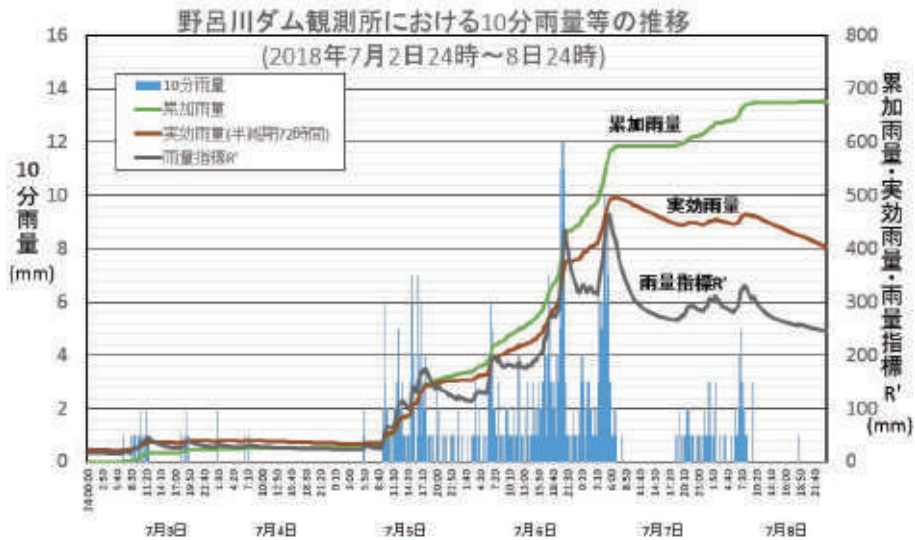


図-1 野呂川ダム観測所における10分雨量等の推移

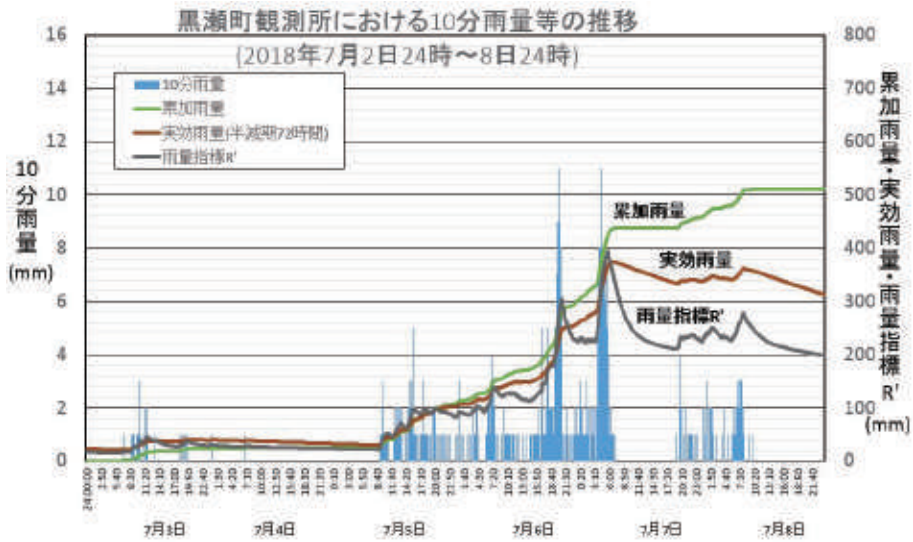


図-2 黒瀬町観測所における10分雨量等の推移



図-3 東広島市黒瀬町南部から呉市安浦町にかけての前平山・本岳周辺の土砂移動状況 (国土地理院撮影写真より抜粋拡大)



図-4 図-3 とほぼ同領域の土砂災害危険箇所図 (広島県防災 Web 公表のものより抜粋)

に示す。広島県内では野呂川ダム観測所での値が今回の最大のものであった。また、これらの図からもわかるように、7月6日18時頃から20時頃にかけて、翌7日4時頃から5時頃にかけての2つの強い降雨の時間帯があったことがわかる。たとえば、野呂川ダム上流の呉市安浦町で起きた土砂災害は最初の強雨の時間帯に起きていたことがわかっている。一方、黒瀬町で起きた土砂災害は2つ目の強雨の時間帯に起きていたことがわかっている。

この強雨の時間帯が2つ存在していたという傾向は他の観測所の記録でも共通して見られるのだが、広島で発生した土砂災害の多くがこの時間帯に起きているようである。前者で起きた被災地の代表例は、先に挙げた呉市安浦町のほか、呉市天応、坂町小屋浦、坂町総頭川周辺、広島市安芸区矢野東、広島市安佐北区口田南、熊野町川角などがあげられる。一方、後者の時間帯で起きた被災地の代表例は、東広島市黒瀬町のほか、東広島市八本松町、東広島市西条町などがあげられる。

前者の強雨時間帯が始まる頃である6日18時の時点での実効雨量値(半減期72時間)を見てみると、野呂川ダムで275.8mm、天応で163.8mm、高陽で222.8mm、東広島支所で159.9mm、黒瀬町で176.8mm、下三永で160.6mm、東広島(気)で162.3mmとなっていた。東広島市内の雨量が前者の強雨時間帯開始頃にはまだそれほど大きな実効雨量値とはなっておらず、このことが土砂災害の発生を2度目の強雨時間帯に集中させた原因かもしれない(図-2)。もちろん、前者の強雨時間帯の直前であっても、すでに降雨開始から30時間以上経過していることもあって、地中の水分量もかなり多くなり地盤の強度低下につながっていたものと思われる。

今回の雨のもう一つの特徴は、これまで広島で起きた大きな災害のときの誘因としての雨と違って、降雨が降り始めから数日以上にもわたっており、累加雨量がかなり多かったことである。広島の近年の災害を比較の対象にとると、たとえば、1988年7月20-21日に当時の加計町(現、安芸太田町)周辺で起きた土石流災害の時の雨量は総雨量、24時間雨量とも300mm弱である³⁾。同様に、1999年6月29日の「6.29広島土砂災害」⁴⁾の時も、また、2010年7月16日の庄原災害⁵⁾の時も、さらに、2014年8月20日の「8.20広島土砂災害」⁶⁾の時も、総雨量、24時間雨量とも300mm弱である。これに対し、今回の雨は24時間雨量でも300~400mm超になったが、総雨量では400~600mm超のところが多くなっていたことは特筆に値する(図-1、図-2)。

このように総雨量がかなり大きかったことにより、山体からの水の湧き出しが長時間続いたことも特徴の1つとしてあげることができる。降雨停止後2日、3日と晴れの日が続いた7月10日と11日とにヘリからの視察をする機会があり、山頂や稜線近くから崩れて土石流化した流路途中にはその時点でも激しく流れる水流が各所で確認できた。中には源頭部崩壊地のすぐ下で水流を確認できたところもある。11日の時点でもその状況が明瞭だったところは坂町と呉市天応と広島市安芸区矢野の境界部に位置する絵下山(標高593m)の山体斜面である。また、これより量や個所数は少ないものの、広島市東区榎川上流の山体斜面(周辺の稜線の標高420~592m)や熊野町川角周辺の斜面にも確認できた。これらの状況から山体内部には相当な期間にわたりかなりの水が含まれていたと考えられる。

3. 特徴的な土砂移動の実態

(1) 地質的な観点から

地質的な観点から見た場合、今回の土砂移動現象の多くが花崗岩類の分布地域で起きている、といえるが、流紋岩類の分布地域でも同様に激しく起きていることが特徴としてあげられる。

特に、総雨量の多かった呉市の野呂川ダム上流から東広島市黒瀬町南部にかけての前平山(標高501m)と本岳(393m)を含む周辺エリアでは無数の崩壊・土石流が発生し、中には居住エリアまで到達して大きな被害を発生させたものもあった(図-3)。この山体を含むエリアは流紋岩類が主体で部分的に花崗岩類が分布する地域とされている。基本的には、表層崩壊とそれに伴う土石流等が発生していることから、花崗岩類・流紋岩類問わず、風化土壌層にコアストーンなどの石礫が混じった土砂移動現象であり、崩れた後の流下状況に差があるとは思えなかった。従って、花崗岩類分布地域と流紋岩類分布地域、あるいは、両者の混在する地域の違いを本論文では特に比較の対象にはしないことにする。

(2) 土砂移動形態の観点から

今回の豪雨を受けて起きた土砂移動現象は、その多くが表層崩壊と土石流である。源頭部の表層崩壊の深さは1m弱のものから2m強のものまでであるが、総じて浅く、樹木の根の深さ程度であるといえる。

しかし、土砂移動現象の幅に特徴があるように思われる。源頭部の崩壊幅は数mから十数mのものがほとんどであるが、数十m下ったところで他の崩壊

地からの流路と合流するなどにより急に流路幅が数十mへと拡大するものが目立つように思われた。たとえば、図-3にも示した東広島市黒瀬町周辺の土砂移動の中にも典型的なものが認められる。幅広い流路はもともと地形的にはあまり明瞭な凹地形でも谷地形でもなかったところであったようで、広島県が公表している土砂災害危険箇所図にも土石流危険渓流として示されてはいなかった(図-4)。

また、大量の雨水を受けて、洪水流のような形で泥や砂や礫などが高濃度に混じった流れが居住エリアに入り込んだことも特徴としてあげることができる。この現象は各地で起きていたが、特に、坂町小屋浦地区では、手のひらのような形の流域の、指にあたる各支流から土石流や高濃度に土砂礫を含んだ濁流が手のひら部分の居住エリアに流れ込んだ(図-5)ことにより、二重に三重に運ばれてきた土砂が堆積した。そのため、居住エリアの上流側では土石流等の激しい衝撃力や流体力によって人家や構造物が破壊され、中・下流域では人家の1階部分が2m近い高さの土砂で埋もれてしまう状況になった。

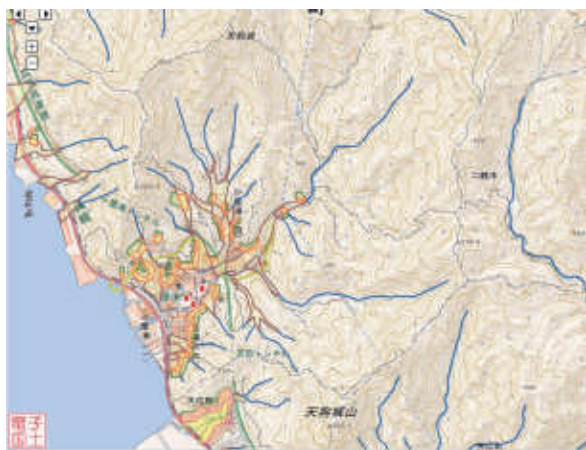


図-5 坂町小屋浦地区の土砂災害危険箇所図
(広島県防災 Web より)

また、花崗岩類や流紋岩類のコアストーンが目立つ地域では、居住エリアにまで巨石混じりの土石流等が流出し、人家や構造物を激しく破壊している状況が認められた。図-3のエリアの中でも治山堰堤が多数設置されていたが、その中には土砂を溜めて床留め効果を発揮しているものも見られた一方で、全壊しているもの、一部破壊されているものなども認められ、コンクリートの巨大な破片が散在している状況から、巨石混じりの激しい衝撃を受けて破壊したものと思われた。そのような状況は他の地域でも見られたが、坂町小屋浦地区では1950年製の石積み砂防堰堤が全壊している状況も認められた。ダムサイトとしては岩盤が露出して堰堤を岩着させる

ことのできる好位置であったが、曲流部でもあり、アウトコーナーにあたる左岸側に巨石混じりの土石流の激しい衝撃力が加わり、石積み部分が順次破壊され流失したものと思われた。この流域では調査した範囲だけでも6~8m径の巨石を筆頭に数mサイズのもの多数流路に存在していた。

(3) 土砂移動開始点の位置と勾配の観点から

従来から流域の縁部に近いところの遷急線付近、いわゆる0次谷に源頭部崩壊が起きやすいことが指摘されている⁷⁾。しかし今回の豪雨を受けて起きた崩壊の中には、丸みを帯びた山頂にごく近い、傾斜の小さな斜面に起きていたものも多く、しかもそれぞれが土石流化して流れ下っている場合が多いように思われた。たとえば、図-3にも写っている本岳周辺で起きているものはその典型的な事例である。図-3の本岳の山頂付近では周囲に向かって多数の崩壊・土石流が起きていることがわかる。このうちの一番流路幅が大きく、また、本岳を回り込むように流下している土石流(図-6)の源頭部崩壊は傾斜が



図-6 図-3の左側の本岳周辺の土砂移動の一例
源頭部の崩壊地周辺斜面は勾配15度程度と非常に緩い。また、崩土の流下後すぐに流路幅が広く拡大している。(2018年7月10日撮影)



図-7 図-6の緩い源頭部周辺に見られた水の湧き出し痕と実際の湧水(2018年7月21日撮影)

15 度程度のところで起きていた。源頭部は山頂のすぐ近くではあるが崩壊上縁部のすぐ上には数 m 径と小さいものの凹地形部があり湛水も可能な地形を呈していた。また、崩壊面やその周縁には水の湧き出した痕跡がいくつも認められた(図-7)。源頭部に至るまでの土石流流路となった部分では、調査時にもまだ水の湧き出しによると思われる軟弱部が数箇所存在しており、豪雨時にはより多数の多量の湧き出しがあったものと思われた。第 2 章の後半でも、大量の雨水により山体に含まれた水の量が多いことから長時間にわたり水が湧き出す現象が続いたと述べたが、豪雨時にも山体が含みきれなくなった水が湧き出すと考えると、今回は傾斜の緩い部分でも水の湧き出しがかなりの圧力を持って生じた可能性がある。そうすると、たとえ 15 度程度しかないようなふだんは安定性の高い斜面であっても崩壊に至るのかもしれない。また、崩壊が起きて以降も水の湧き出しが源頭部周辺や流路となる斜面部においても起きていたと想定すると、源頭部の崩壊が小さなものであってもそれがきっかけとなって流下する途中で容易に斜面を侵食して土石流としての土砂量、ならびに、流路幅の拡大ができたのではないと思われる。

4. 今後の課題

(1) 住民の避難行動に関する問題

今回の豪雨においては、注意報・警報・特別警報等が、また、土砂災害警戒情報、避難準備情報・避難勧告・避難指示等についても、土砂災害の発生より早い段階から出されていたことがわかっている。それにも関わらず、どうして避難行動につながらなかったのか多くのメディアでも採りあげられて問題とされている。

筆者自身も現地調査において被災住民に災害発生時の状況を尋ねることで、その方がどのように対応されたかを知る手がかりとしている。筆者が尋ねた何人かについては、むしろ土石流襲来の前兆となるような異様な臭いで近所の人と一緒に避難した人(広島市安芸区矢野東地区)、谷から泥水が流れ出てきたのでこれは変だ、と近所の人と一緒に避難した人(同、矢野南地区)などのように、土石流等で襲われる前に避難していた人たちのいることを確認している。もちろん、自宅の 2 階で難を逃れた人の話も何人かから聞くことができた(同、矢野地区)。

今回の避難の状況がこれまでと変わらず、事前情報があっても住民が動かないと解釈することもできるが、以前とは違い、災害発生に備えて警戒・避難

に関心を持つ人が増えていると解釈することもできるのではないかと。

(2) 道路が土石流・濁流の流路になる問題

宅地開発によって、本来なら居住エリアの中を流れるはずであった川筋を暗渠化してその上を道路や宅地とし、ふだんの水処理は側溝と暗渠で行われているようなところが広島県には多いように思われる。それ故、豪雨になると、道路上を川のように水が流れるところが多く見られる。豪雨により土砂災害の起きたところで調査すると、ふだんは水の流れて済んでいたところに土石流等が襲ってきて大きな被害につながっていることがこれまでも繰り返されてきていた。今回の豪雨を受けて、土石流等で襲われ大きな被害を出した多くの個所でも同様な状況が認められた。しかし、このような人家のある地域については土砂災害危険箇所図や土砂災害警戒区域図等により土砂災害の危険性を周知できるはずである。

しかし、今回さらに問題となったのは、土砂が道路上を覆って通行できなくなったことや避難路として使えなくなったこと、あるいは、救助活動や復旧活動にも支障を来し、多くの被災地域の孤立化につながった点である。これは今回の豪雨がこれまでの広島で起きてきたごく局地的な豪雨災害に比べてはるかに広範囲の豪雨によって起きたことに由来するものである。また、人家のないところでのこのような現象については、土砂災害危険箇所図や土砂災害警戒区域図での対象とならないエリアの場合が多いと思われる。

さらに、一様な傾きを持ったトンネルの近くで起きた土石流や高濃度の濁流がトンネルの中を流下して貫通するような事例も起きている。山陽自動車道の志和トンネルでの事例が報道により知られているが、それ以外にも何箇所かで起きている(図-8)。

このような危険性をどのように把握し、周知していくかについては、砂防関係の土砂災害危険箇所や土砂災害警戒区域図等だけでは対処のできない領域であるように思われる。省庁間、国・県・市町の管轄を超えての連携した対応策が必要である。

(3) 土砂礫混じり濁流による氾濫・堆積の問題

今回の豪雨により多くの地域で高濃度の濁流による氾濫・堆積が問題となった。第 3 章(2)で坂町小屋浦地区で起きた状況を述べたが、それ以外に、たとえば、呉市の天応地区でも広範囲にわたり 2m 厚さで土砂の堆積が生じて人家や車等が埋まっている状況について国土交通省砂防部が報告している⁸⁾。

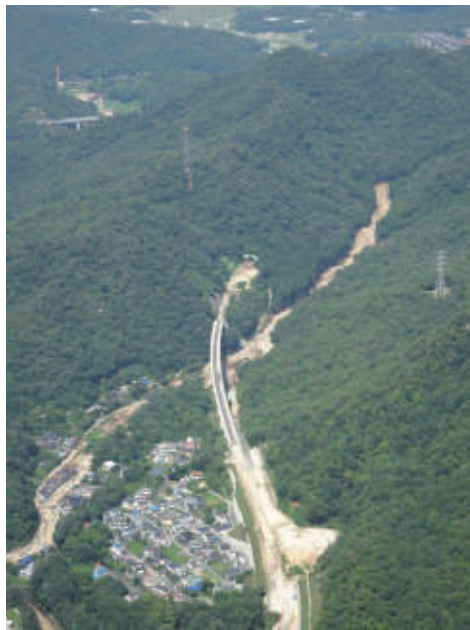


図-8 土砂移動による道路の被災
建設中の東広島バイパスのトンネルを貫通したと思われる土石流や居住エリア(広島市安芸区上瀬野)に大きな被害を与えた土石流などが見える。
(2018年7月10日撮影)

砂防堰堤では土石流の土砂は止められても、水とともに流れ下る現象については止めることはできない。これまで、土石流を掃流に変えて下流に供給することで災害を防止することを目指してきたわけだが、掃流状態であっても大量の水の中に高濃度で土砂礫が混じる場合には、それが氾濫して広い範囲に堆積を生じさせ大きな被害の発生につながる事が、2017年の九州北部豪雨災害に続いて今回も明らかになった。支流毎の土石流対策や沈砂池などによる掃流砂量の流出を抑える対策を講じるとともに、住民への防災行動を促す取り組みが必要であろう。

5. おわりに

広島にとっては4年前に起きた大きな土砂災害からまだ復旧・復興のプロセスにいる段階で、今回の豪雨災害に遭遇した。前回の教訓を生かした部分については評価できるものの、犠牲者の数は増えてしまった点には現在の防災がなお課題山積であることを示している。今回の災害の発生メカニズム、被害が拡大した要因の分析、豪雨のパターンや雨量と土砂移動現象との関係についての再整理、住民への防災情報の伝達のあり方と住民の災害に対する警戒や避難行動の詳細な分析、ハザードマップのチェックと住民への利活用の薦め等、今後も引き続き取り組む必要がある。

なお、本稿をまとめるにあたり、(公社)砂防学会、同中四国支部、同災害緊急調査団一次隊のメンバー、国土交通省砂防部、同中国地方整備局、同太田川河川事務所、広島県砂防課、同土砂災害防止法推進担当、中国新聞社、RCC、NHKなど多くの方々から貴重なご助言やご意見、ならびに、便宜を賜った。衷心より感謝申し上げます。また、現地調査の際には被災地や被災した人々から災害の発生状況に関する貴重な情報を得た。厚く感謝するとともに、一日でも早くもとの平穏な生活に戻ることができるよう心から祈っている。

参考文献

- 1) 広島県災害対策本部：平成30年7月豪雨災害による被害等について(最終報)、平成30年8月13日現在、2018。 <https://www.pref.hiroshima.lg.jp/uploaded/attachment/323003.pdf>
- 2) 広島県：広島県防災 Web、観測情報、雨量実況一覧、2018。 <http://www.bousai.pref.hiroshima.jp/index.html?p=observation%2Frainfall>
- 3) 広島県土木建築部：昭和63年7月20日～21日 県北西部豪雨災害(速報版)、50p.、1988。
- 4) 広島県土木建築部砂防課：平成11年6月末 梅雨前線豪雨災害 6.29土砂災害(速報版)、67p.、1999。
- 5) 広島県土木局土木整備部砂防課：平成22年7月豪雨による広島県の土砂災害、108p. + 資料10p.、2011。
- 6) 広島県土木局砂防課：平成26年8月20日発生8.20土砂災害、50p.、2015。
- 7) 塚本良則：豪雨型山崩れにみられる2,3の特性について、第10回自然災害科学総合シンポジウム論文集、pp.302-306、1973。
- 8) 国土交通省砂防部：平成30年7月豪雨による土砂災害概要<速報版> Vol. 6 平成30年7月31日時点、10p.、2018。 http://www.mlit.go.jp/river/sabo/jirei/h30dosh/h30_07gouu_gaiyou1807311800.pdf

(2018.8.18 受付)