

「心に響く防災・減災教育」の研究（2）

—屋根まで埋める大量の砂礫を堆積させた洪水様土石流の発生原因
ならびに土石流多発地帯と地質構造の関係についての予察的研究—

A Study of "the Appealing Disaster Reduction Education" (2)

越智 秀二

岡田 大爾

Shuji OCHI

Daiji OKADA

『広島国際大学 教職教室 教育論叢』

“*Hiroshima International University Journal of Educational Research*”

ISSN:1884-9482

第10号 抜刷

Off Print of the 10th Edition

広島国際大学 教職教室

Issued by Hiroshima International University

2018年12月

December, 2018

「心に響く防災・減災教育」の研究（2） —屋根まで埋める大量の砂礫を堆積させた洪水様土石流の発生原因 ならびに土石流多発地帯と地質構造の関係についての予察的研究—

比治山女子中学・高等学校 越智 秀二
広島国際大学 教職教室 岡田 大爾

要 旨：2018年7月の西日本豪雨では、広島県は他県に比べて特に降水量が多いわけではなかったにもかかわらず、土砂崩れや土石流、河川の氾濫が相次ぎ、全国の死者数224人の半数近くに上る109人の死者数となった。単に土砂災害と言ってもその地域の地形・地質や河川の特性によって災害の特徴や規模は大きく異なることから、各地域ごとの特性を詳細に把握し、それに合致した防災・減災の対策や教育を計画的に考えることが極めて重要である。

呉市天応大屋大川沿いでは、大量の砂礫が洪水のように流出し、住宅の屋根まで埋めるほどの甚大な被害を起こした。このような洪水様土石流ともいえる災害は、今回、安芸郡坂町や坂町小屋浦など、絵下山周辺で発生している。風化花崗岩がそのほとんどを占める同地域で起きた今回の甚大な災害は、3日間で400mmを超える大量の降水がもたらした災害といえる。また、大屋大川中流部においては、断層の上盤側にあたる亀裂の多い風化がすすんだ脆弱な岩盤の分布域で土砂崩れや土石流が多発している傾向が見られた。土砂災害予測に有効な地質情報といえる。地球温暖化による集中豪雨の規模の増大化が心配される中、今回の事例を含めて各地域で実施される防災の「想定」に活用していきたい。

1. はじめに

2018年6月末頃より、日本各地を襲った豪雨は沖縄から北海道まで全国に被害をもたらし、10月9日現在、全国で死者224人（広島県109人）、行方不明8人（同5人）となり（表1）、その中でも広島県の犠牲者は群を抜いている。この大半は土石流災害による犠牲者で、4年前の2014年に広島市で起きた土石流災害の教訓が活かされなかったことが何よりも悔やまれる。

表1 2018年10月9日現在の人的被害の状況 内閣府(2018)¹⁾

区分	人的被害(実数)					人的被害(全国比)				
	死者	行方不明者	負傷者			死者	行方不明者	負傷者		
			重傷	軽傷	不明			重傷	軽傷	不明
全国	224	8	109	315	3	100	100	100	100	100
広島	109	5	49	89	0	48.7	62.5	45.0	28.3	0



図1. 呉市天応地区の位置 「土砂災害ポータルひろしま」²⁾より

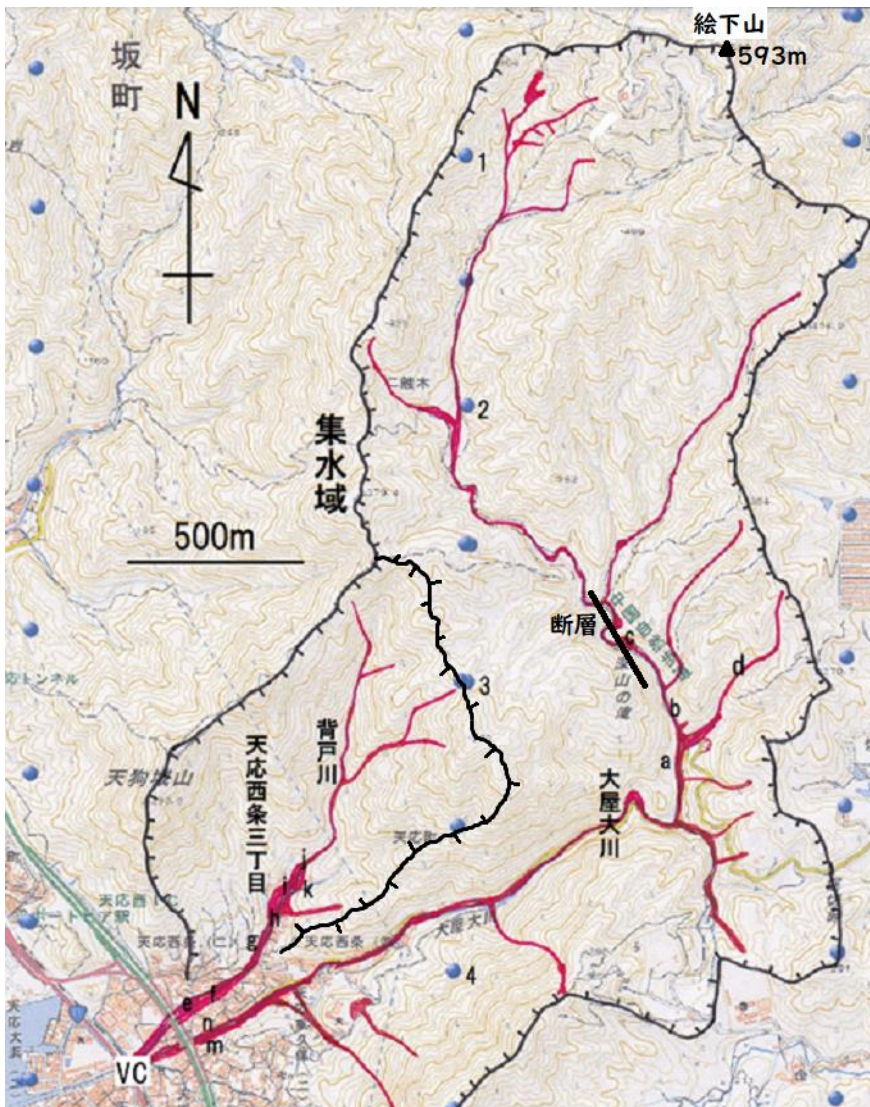


図2. 呉市天応の大屋大川と背戸川の集水域(鍵線)と土石流分布(国土地理院HP³⁾に加筆)
1~4: 航空写真撮影位置 a~n: 調査地点 b: 堰堤 赤: 土石流 VC: ボランティアセンター



図3. 花崗岩の風化残留岩塊が露出する山体（呉市天応地区東側）



図4 厚さ1～2mの砂が堆積した大屋大川沿い 呉市天応（m地点西側から上流を見る）

ここでは、広島県で今回の災害で最も犠牲の多かった土石流問題について、大量の水と砂礫の流出が起きた呉市天応地区大屋大川沿い（図1～図6）の事例を報告する。



図5 約1mの厚さ堆積した砂 (m地点)



図6 屋根まで堆積した砂礫 (n地点)

2. 天応地区周辺の降水について

天応地区では、7月5日から7日までの3日間の降水量の累計が426mmで、とくに6日12時から7日12時までの24時間では274mm降っている。その上流域の降水量は不明であるが、表1と図7に示すように、この間、大屋大川の上流域の絵下山周辺では、7日12時までの24時間で約300mm、7月5日から7日の72時間の累計で400mmを越える大雨が降ったと考えられ、この大量の雨が絵下山周辺の風化花崗岩の上に降り注ぎ、各地に土砂崩れや土石流を発生させたと考えられる。とくに7月6日の午後6時から8時にかけて強雨のピークがあり(図8)、1時間あたり60~70mmの豪雨が降っている。これは線状降水帯によるもので(図9)、この頃各地で土石流が発生し犠牲者が出ている。

表1 絵下山周辺の降水量

	24時間(*1)	72時間(*2)
安芸区役所	301	436
坂町	327	—
呉市焼山	293	457
呉市天応	274	426

(広島県(2018)⁴⁾)

(*2): 7月5日から7日までの72時間降水量

(広島県防災 web⁵⁾) 坂町は欠測



(*1): 7月7日12時までの24時間降水量

図7 絵下山周辺の降水量 数字は7月7日

12時までの24時間降水量 (*1)

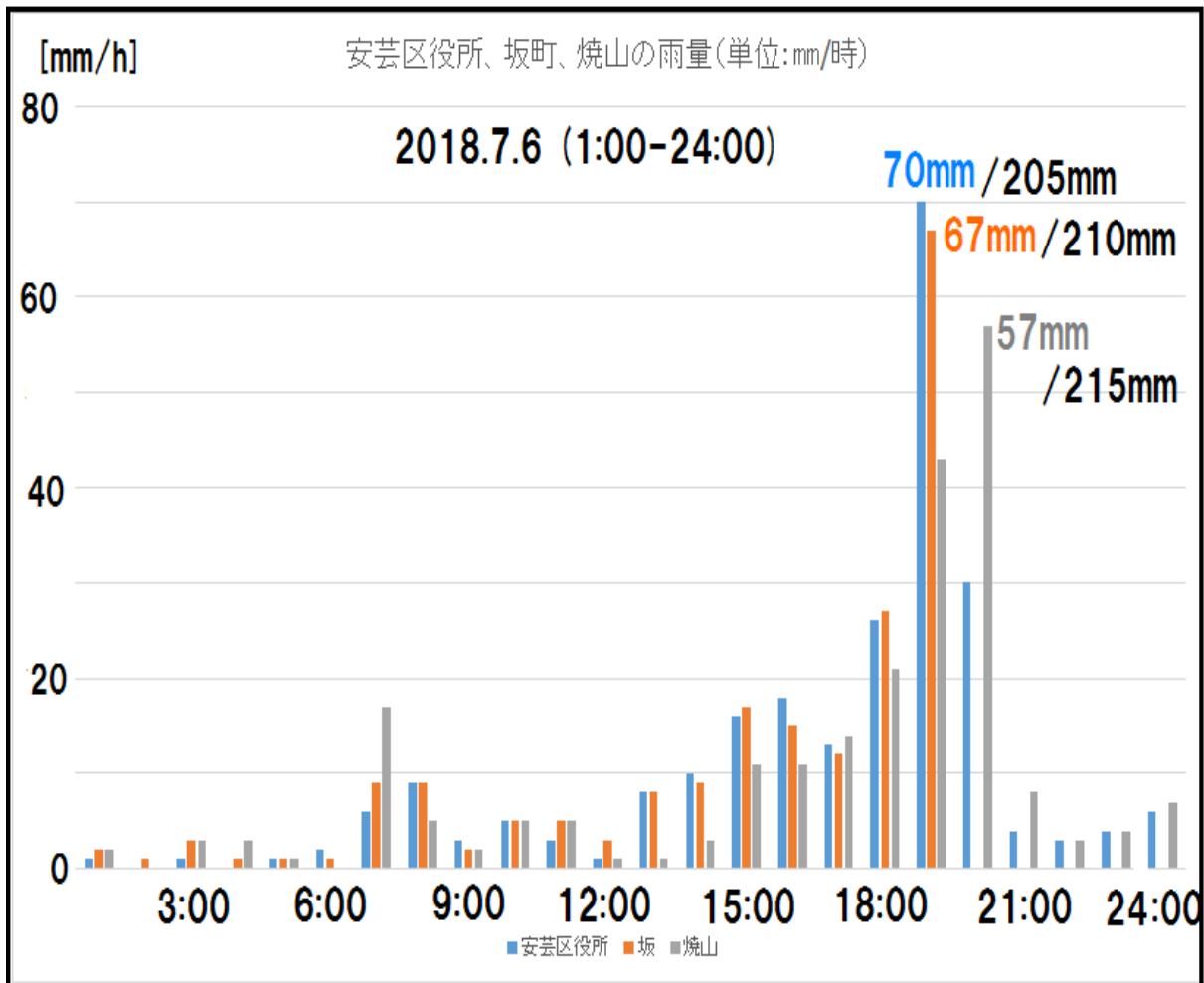


図8 絵下山周辺（安芸区役所、安芸郡坂町、呉市焼山）の降水量 広島県防災 web⁵⁾より作成

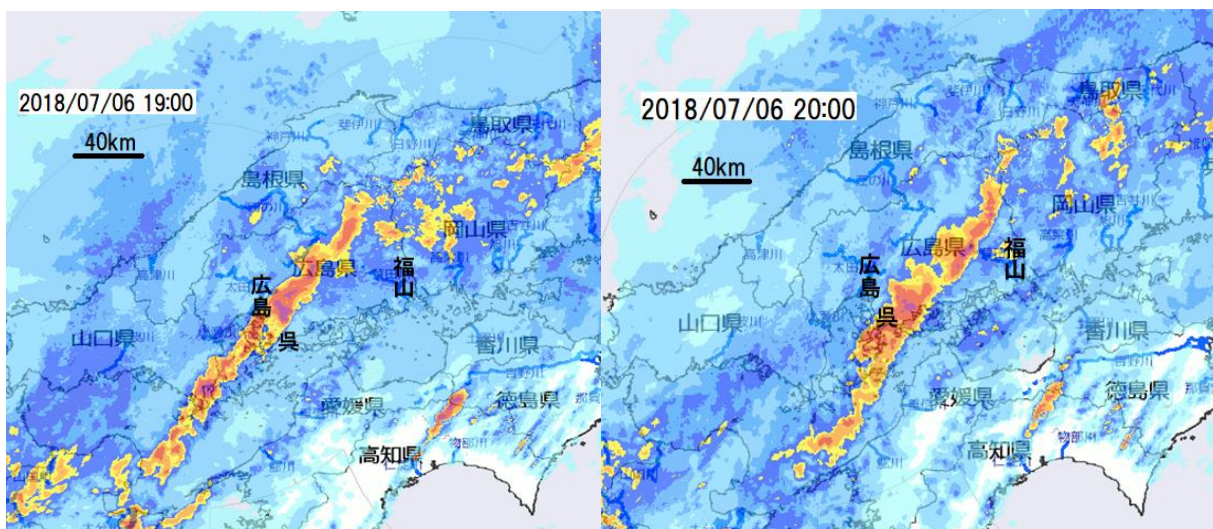


図9 雨雲レーダー画像⁶⁾(左：7月6日19時、右：7月6日20時)

3. 大量の砂をもたらした大屋大川沿いの災害の背景について

国土地理院 HP の航空写真で見ると、大屋大川では、その上流や支流の急傾斜地で少なくとも 14 箇所土石流が発生している（図 2、図 10～図 13）。今回の大量の土砂はこの多数の土石流によるものといえるが、それだけでなく、図 14 に示すように、増水した濁流が兩岸や溪床に堆積していた土砂や巨礫、さらには過去の耕作地の石垣も侵食し、支流からの土石流や崖崩れによる土砂なども巻き込みながら、大規模な洪水状態の土石流となって天応地区に流下したといえる。しかも大屋大川は、その長さが約 6 km に及び、集水域も広がったことから、大量の雨水を集め、大量の土砂を運搬する洪水のような土石流（洪水様土石流）となって流下したといえる。大量の土砂の割に巨礫が少なかったことについては、途中の a などの緩傾斜の溪床や b のような堰堤に巨礫を堆積させながら流下したためと考えられ（図 14、図 15）、下流部の住宅地では砂が主体の土石流になったと考えられる。



図 10 絵下山南西付近（航空写真 No.1）⁸⁾

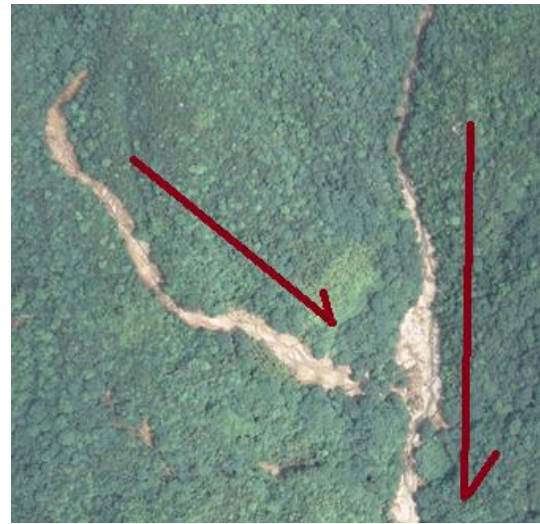


図 11 二艘木付近（航空写真 No.2）⁹⁾

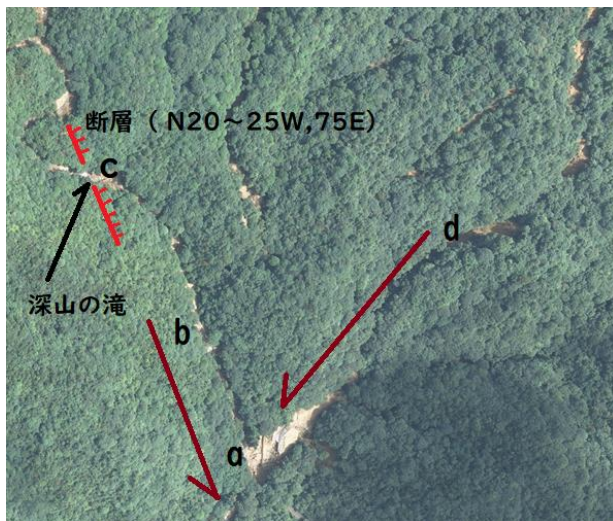


図 12 深山の滝付近（航空写真 No.3）¹⁰⁾



図 13 天応中学校付近（航空写真 No.4）¹¹⁾



図14 a地点：ゆるやかな溪床の中流部 数10cm～1m程度の巨礫が散在（矢印）
A：過去の土石流堆積物 B：石垣 C：図12のdの谷からの土石流堆積物



図15 巨レキ（矢印）を含む大量の砂が堆積した堰堤（図12のb地点）

4. 深山の滝の断層が示す災害と地質の関係

大屋大川の中流部には、高さが10mを越える花崗岩の岩盤が露出したきれいな滝があり、「深山の滝」と呼ばれている(図16、図17)。この度の災害では、景勝地として知られたこの滝の周辺でも土砂の崩落や道路の崩壊があったが、今回の土石流により、滝の周辺の土砂が削剥され、基盤岩の露出が明瞭になったことで、この滝にある断層の露頭が明瞭になった。以下、この断層と今回の災害との関係で、注目すべき現象があるので報告しておく。

大屋大川はこの滝のあたりで複雑に方向を変えているが、これはこの滝がN20~25W,75E方向の断層(図2、図17)により形成されているためで、滝の右岸側には幅約90cmの破碎帯の露頭も見られる(図18)。破碎帯の花崗岩は脆性破壊をしたカタクラサイトに变化しており(図19)、断層粘土は見られないことから、この断層は活断層ではなく、現在の位置よりも深い場所で形成された古い断層といえる。



図16 深山の滝

粗粒黒雲母花崗岩の岩盤で水平方向のシーティング節理が発達。滝の斜面に沿ってN20~25W,75Eの断層がある。滝の表面の岩盤は断層の下盤にあたり、B~CH級の堅硬な岩盤だが、下流側の谷の左岸側は断層の上盤で、岩盤は亀裂の多いCM~DH級のやや風化がすすんだ岩盤。Aで斜面崩壊が起き、幅約20m、高さ約10m、厚さ約70cmの土砂が崩壊。崩壊土砂は殆ど流され、岩盤Bが広く露出。



図 17 深山の滝の右岸側に見られる断層露頭

断層の走向傾斜は N20~25W, 75E で、幅約 90 cm の破碎帯が見られる。滝の下流側の粗粒花崗岩(断層の上盤側)は亀裂が多い CM~CL 級の岩盤。



図 18 破碎帯の拡大写真

花崗岩が脆性破壊をしたカタクラサイト (ペン先) が見られる。

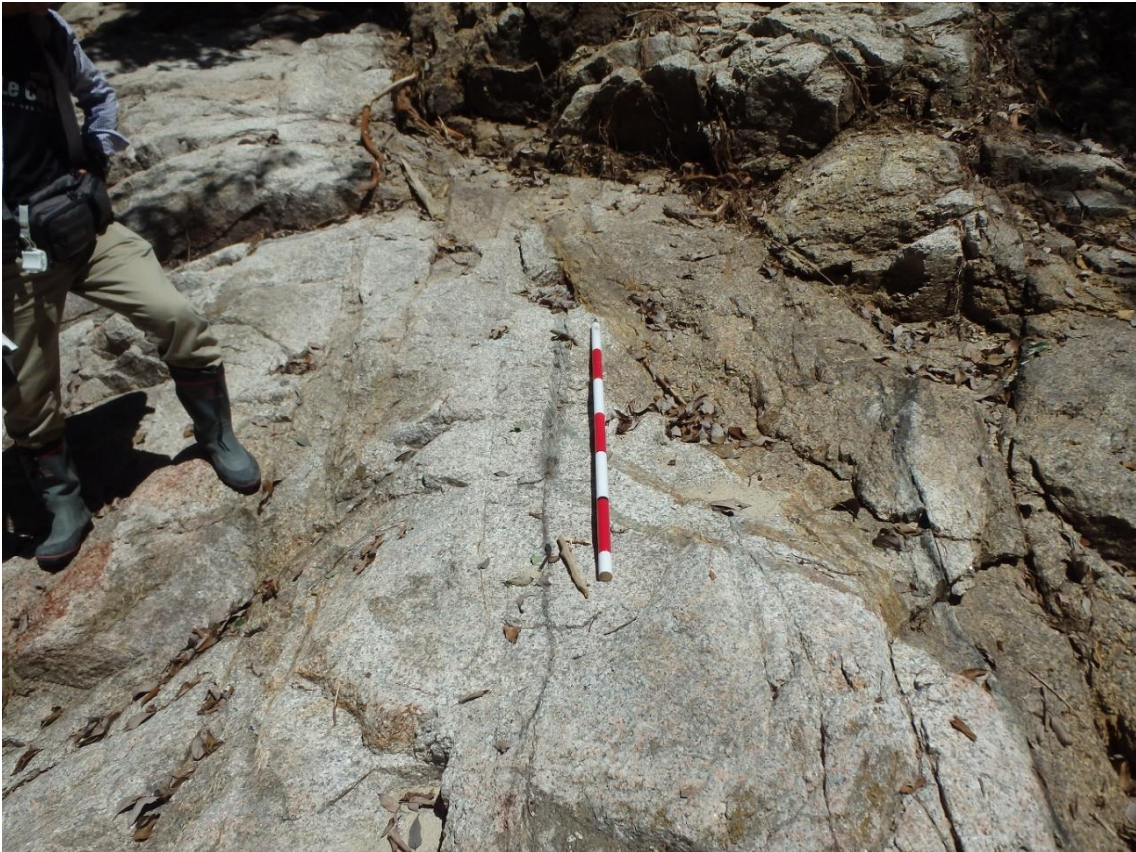


図19 滝の下流左岸側の岩盤B（断層の上盤側にあたり、CM～DH級で、滝の岩盤よりも風化がすすんでいる）北北西－南南東方向の節理（幅数10cm間隔）と不規則な亀裂が分布。

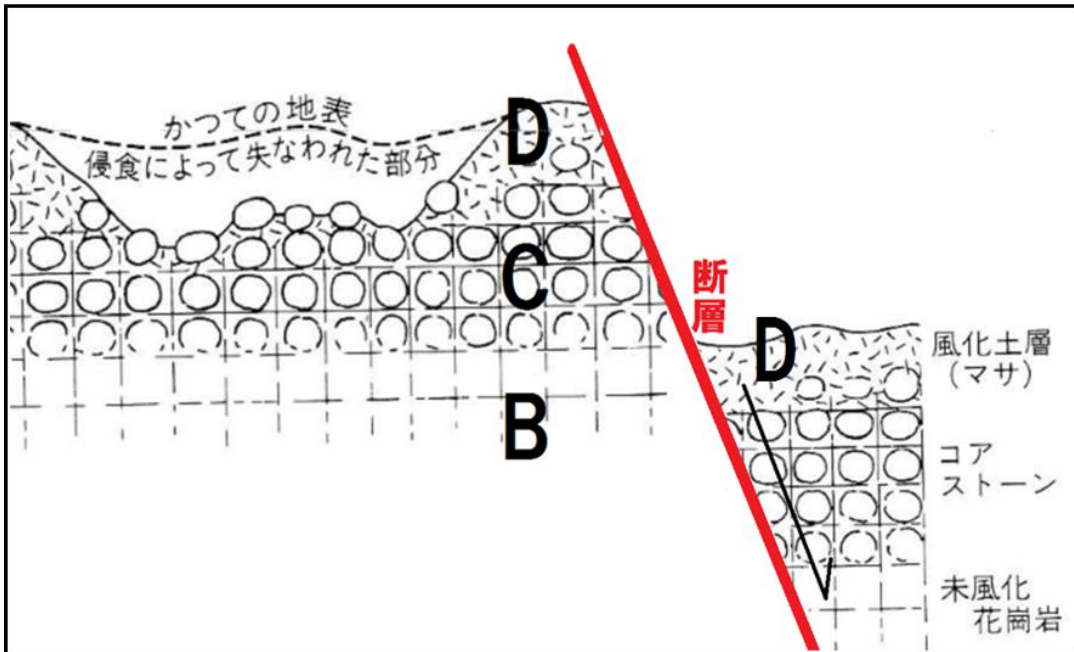


図20 断層を挟んで風化度の異なる岩盤が隣接する事例の模式図（池田（1998）¹²⁾を改変）

B～Dは岩級区分記号でB→C→Dの順に岩盤の風化度が増し、脆弱さがすすんでいる。

滝の下流側が断層の上盤にあたり、滝の上流側が断層の下盤という関係である。しかも、大屋大川のこの付近（図 2、図 12 の a 地点から c 地点にかけてのあたり）の谷の方向は北北西－南南東方向で、断層はその方向とほぼ一致している。つまり、大きく見て谷の左岸側が上盤、谷の右岸側が下盤という関係である。また、右岸側が急傾斜の山体を構成し、左岸側が緩傾斜で右岸側より広い流域面積を有する谷が多く分布している（図 2）。

深山の滝を構成する岩盤は、断層の下盤にあたり、水平方向のシーティング節理（間隔数 10cm～1m 程度）が明瞭な、非常に堅硬な岩級区分 B～CH 級の岩盤である（図 16）。滝の下流側の左岸側は断層の上盤にあたり、複雑な亀裂の多い、風化もすすんだ CM～DH 級の岩盤となっている（図 19）。断層を挟んで岩盤の強度が大きく異なっており、断層の上盤側で岩盤の強度が低く脆弱になっている。これは、断層の上盤側がもともと、より上位にあり、風化がすすんでいた岩盤で、断層運動によりずり落ちたためと考えられる（図 20）。こうした現象は、2014 年に土石流災害のあった広島市安佐南区八木地域でも見られる（越智（2015））⁷⁾。この大屋大川沿いでも、同様の関係が見られ、断層の上盤側が亀裂の多い風化がすすんだ脆弱な岩盤となっており、そうした岩盤が、大屋大川付近では、中流部の深山の滝付近の左岸側に分布している。

こうした観点で今回の土石流災害の現場を見ると、深山の滝の断層の東側、つまり、大屋大川本流の左岸側にあたる地域で土砂崩れや土石流が多発している傾向が見られる（図 12、図 21）。つまり、大屋大川の中流部での土石流の多発箇所は、断層の上盤にあたり、亀裂の多い風化がすすんだ脆弱な岩盤が分布している地域ということになる。また、右岸側に比べて左岸側の傾斜が緩く流域面積のより広い谷が発達していることも、地盤の風化度のちがいによるものと考えられる。これは災害予測に関わる現象といえ、今後さらに検討を深めたい。



図 21 深山の滝付近の土砂災害と断層との関係 国土地理院 HP³⁾ に加筆

茶色：土石流、土砂崩れ 赤鍵線：断層 土砂災害はすべて断層の上盤側にあたる斜面で発生している。右岸側の谷は狭く急傾斜、左岸側は谷が広く緩傾斜の谷が多い。

5. 大量の砂をもたらした大屋大川の土石流の原因

今回、大屋大川沿いに見られた大量の砂を堆積させた洪水のような土石流の原因をまとめると、次の6項目になる。このうち、1～4は坂町や小屋浦などにもあてはまる。

1. 大雨が降ると大量の水を吸収し、崩壊しやすくなる真砂土が発達した風化花崗岩地帯であった。
2. 河川の長さの割に集水域が広く、大量の雨水を集めて膨大な量の濁流が発生した。
3. 過去に何度も土石流が発生した土石流常襲地帯で、流域の各地にその堆積物が分布し、今回の豪雨により増水した濁流に再侵食されて大量の土砂や巨礫が流出した。
4. 溪流の周辺で多数の土石流や土砂崩れが発生し、それらによる大量の土砂が大屋大川に流入した。
5. 中流から上流域に勾配のゆるい溪床が分布し、ここである程度の巨礫を堆積させたのち、砂などの粒度の小さいものを大量に下流へと運んだ。
6. 中流部の左岸側の地域で土石流の多発傾向が見られる。これはこの付近が、深山の滝付近を通る断層の上盤側にあたり、右岸側に比べて亀裂の多い風化がすすんだ脆弱な岩盤が分布していることと関係が深いと考えられる。

6. おわりに

テレビ等では時間が限られており、どうしても災害の規模や救援の様子等が中心となって報道されるため、各地域の災害のメカニズムがわかりにくく、総論として早めに避難するといった教育が展開されることが多い。しかし、災害の危険性を的確に捉え、最適な防災・減災の対策や避難等を考える時、各地域の地形・地質の特徴と気象状況によるリスクを判断する為の災害の発生メカニズム等の科学的知識や判断力が必要となる。その意味で、小中学校で学習した、流れる水の働きや比較的結晶が大きく、風化が進みやすい等粒状火成岩の風化/浸食/運搬/堆積作用、断層等の学習が役立ち、活きた学習となる絶好の機会となるものと思われる。その活きた学習とする為にも、地域の地質の教材化が大変重要と考えられる。

引用文献・資料

- 1) 平成 30 年 7 月豪雨による被害状況等について（平成 30 年 10 月 9 日 17:00 非常災害対策本部
内閣府 HP 防災情報のページ
http://www.bousai.go.jp/updates/h30typhoon7/pdf/301009_1700_h30typhoon7_01.pdf)
- 2) 「土砂災害ポータルひろしま」
<http://www.sabo.pref.hiroshima.lg.jp/portal/map/keikai.aspx>
- 3) 国土地理院 HP 平成 30 年 7 月豪雨に関する情報 1. 空中写真（地理院地図閲覧）
https://maps.gsi.go.jp/#15/34.302961/132.540908/&base=std&ls=std%7C201807H3007gouu_sakachou_0709suichoku%7C201807H3007gouu_sakachou_0711suichoku&disp=111&lcd=201807H3007gouu_sakachou_0711suichoku&vs=c0j0h0k0l0u0t0z0r0s0f0&d=v1)
- 4) 広島県(2018)：「平成 30 年 7 月豪雨災害を踏まえた今後の水害・土砂災害対策のあり方検討会」
(平成 30 年 8 月 9 日広島県土木局河川課・砂防課)
- 5) 広島県防災 web 雨量データ
<http://www.bousai.pref.hiroshima.jp/?p=observation%2Frainfall>)
- 6) ウィキペディア 平成 30 年 7 月豪雨 7 月 5 日から 7 日までのレーダー画像
https://ja.wikipedia.org/wiki/%E5%B9%B3%E6%88%9030%E5%B9%B47%E6%9C%88%E8%B1%AA%E9%9B%A8#/media/File:Kawabou_XRAIN_Chugoku-Shikoku_2018-07-05to07.gif)
- 7) 越智秀二（2015）8.20 広島豪雨災害の土石流について一巨石を形成した土石流の地質的要因，国土
問題 77，pp.11 - 24.
- 8) 国土地理院 HP 平成 30 年 7 月豪雨に関する情報 1. 空中写真
https://saigai.gsi.go.jp/1/H30_07gouu/0711hiroshimasakamachi/photo/qv/005_0049-qv.jpg)
- 9) 国土地理院 HP 平成 30 年 7 月豪雨に関する情報 1. 空中写真
https://saigai.gsi.go.jp/1/H30_07gouu/0711hiroshimasakamachi/photo/qv/005_0051-qv.jpg)
- 10) 国土地理院 HP 平成 30 年 7 月豪雨に関する情報 1. 空中写真
https://saigai.gsi.go.jp/1/H30_07gouu/0711hiroshimasakamachi/photo/qv/005_0053-qv.jpg)
- 11) 国土地理院 HP 平成 30 年 7 月豪雨に関する情報 1. 空中写真
https://saigai.gsi.go.jp/1/H30_07gouu/0711hiroshimasakamachi/photo/qv/005_0055-qv.jpg)
- 12) 池田碩(1998) 花崗岩地形の世界，古今書院，p.98.