

## 緩斜面でも崩壊・土石流等の発生が見られた事例の共通特性

広島大学総合科学部 海堀正博・長谷川祐治

## 1. はじめに

平成30年7月豪雨は、特に、広島県において犠牲者109人(関連死を除く)、行方不明者5人という甚大な被害をもたらした。死者のうち87人が直接の土砂災害犠牲者と言われており、あらためて広島県における土砂災害の影響の大きさがわかる。誘因となった降雨は、7月5日に降り始め、6日夜と7日未明の二度の強雨時間帯を経て、8日にかけて降り続いた。瀬戸内海寄りの呉市内の2箇所の観測所で広島県にとっては極めてまれな総雨量600mm超を記録するなど、県内東南部の広い範囲で400mmを超える状況となった。ただし、多くの死者を伴う崩壊・土石流等の発生は6日夜と7日未明の強雨の時間帯で起きている<sup>1)</sup>。

## 2. 平成30年7月豪雨による崩壊・土石流等の特徴

最大の特徴のひとつは以下に挙げるように、崩壊・土石流等の発生開始位置周辺にあると言える。①稜線や山頂の近くの流域・小流域の縁部に多くの土砂移動開始点が見られること、②それらは勾配が $20^\circ$ 以下のかなり緩い斜面でも起きていること、③崩壊・土石流等の発生後も水が湧き出し続けた痕跡が認められるものが多いこと、すなわち、湧き出し口から始まるリル・ガリが顕著に認められること、である。それらの典型例として、東広島市黒瀬町本岳(標高393m)の山頂近辺から起きた崩壊・土石流のうちの一つの現地の状況写真を挙げておく(図1)。



図1 平成30年7月の西日本豪雨で東広島市黒瀬町本岳周辺に発生した崩壊・土石流

(a) 本岳山頂近辺から崩壊・土石流が発生している状況(国土地理院7月14日撮影写真より抜粋引用) (b) ヘリから見た本岳山頂付近の状況(7月10日海堀撮影) (c) 先の写真の○印付近を下流から見たもの (d) 先の写真の○印部分の土砂移動開始部の状況 (e) 源頭部崩壊のすぐ上の稜線近くの状況((c)~(e)7月21日海堀撮影)

このリル・ガリはメインの崩壊や土石流が発生した時点ではできていなかったはずで、源頭部の崩壊面が露出した後の水流の継続によって形成されたと考えられる。水の湧き出し量はおそらくメインの崩壊・土石流等の発生時が流出量としても湧出水圧としても最も大きかったであろう。特に、この源頭部崩壊の発生地点の勾配は $15^\circ$ 程度と緩いことや(d)に見られるように堰を切ったような侵食地形が形成されていること、また、その直上部の稜線までの20mほどは土層が隙間だらけで立木があちこちの方向に傾いており、しかもウラジロの群生も見られ、もともと水を大量に含んでいたようなところであるように思えた。

これらの崩壊・土石流の発生に関与した水やその後継続的に湧き出し続けた水の供給源が今回の降雨のみによるものかは確認できていないが、あまりにも集水エリアが小さく、しかもたくさんの崩壊・土石流の発生につながっていることも考えると、降雨以外の供給源があったのかもしれない。

平成 30 年 7 月豪雨によって特に東広島市域で起きた多数の崩壊・土石流の源頭部崩壊が非常に勾配の緩い、しかも、山頂や稜線の付近に開始点があることから、単に降雨によって地表付近まで飽和したとしても崩壊の発生条件が満たされることはなく、共通して、水の噴き出し・湧き出しによる土塊の押し出し等が発生メカニズムの中に取り入れて考える必要があると思われる。ただし、現時点ではどのくらいの水量・水圧がどのくらいの時間継続的に作用したかについてはまったく不明である。

### 3. 2010 年 7 月 16 日発生 of 庄原災害の調査で見られた同様な現象

豪雨による崩壊・土石流調査の際、山裾での湧水だけでなく、途中の土石流流路や源頭部にもパイピング痕跡が認められることが多い。それらはいずれも、そこからリル・ガリの形成につながっていたり、細粒分が洗い流され粗粒部が目立つようになってきていることから、明らかに水の湧き出しが崩壊・土石流等の発生後も続いていたと考えられるものである。メインの崩壊・土石流が発生した時点ではおそらくかなりの激しい噴き出しや湧き出しがあったのではないかと考えられる。

たとえば、2010 年 7 月 16 日に広島県庄原市で局地的集中豪雨によって崩壊・土石流が多発したときの状況も特徴が同じである<sup>2)</sup>(図 2)。



図 2 2010 年 7 月 16 日庄原豪雨による崩壊・土石流等の集中発生状況  
(a) (b) 庄原市篠堂川沿いでの発生状況 (c) 流下経路の特徴的な状況  
いずれも 7 月 18 日ヘリより海堀撮影

図 2 の(a)や(b)に写っている崩壊・土石流はいずれも開始点付近から泥水が湧き出しているかのように見える。しかも比較的稜線に近いところのものが多い。この時のヘリ調査は発生してから約 40 時間余り経過後であるが、実際、メインの崩壊・土石流等の流下幅に比べてずっと小さい幅であったがまだ流水が確認でき、(c)の写真からもその部分が深く侵食されていることがわかる。すなわち、それ以外のメインの土砂移動で形成された茶色い筋の大部分が源頭部の崩壊土砂が土石流化して流下する際に植生を押し倒しながら、浅く侵食されただけのような状況であったことがわかる。この地域は流紋岩類の風化土が分布しており、しかも表層はもともと黒ボク土壌層で覆われていた。風化土や黒ボク土の粘着力が大きかったことにより、メインの土砂移動による深い侵食は受けなかったことがわかる。これらのことから、崩壊・土石流等の発生時に源頭部の開始点付近で水の噴き出しや湧き出しが強く作用したのではないかと、さらに、水の湧き出しはしばらくの間継続的に起きていたものと思われる。ただし、誘因となった集中豪雨は 15 時半頃から 18 時過ぎまでの 3 時間足らずの間に降った 173mm(県管轄の大戸観測所)であり、直前までの過去の雨の影響の 72 時間半減期で算出した実効雨量値も約 135mm であったことから、合計しても 300mm 余りであり、さらに、崩壊・土石流等の集中発生は 17 時頃には起きていたと思われることから、これらに関与した水が当時の降雨だけから説明できるとは思えないことは課題のままである。

### 4. その他の事例と共通した特徴

2013 年 7 月 28 日に山口県萩市須佐と島根県津和野町で発生した崩壊・土石流等にも同様なメカニズムと思われる特徴的な土砂移動挙動が認められていた<sup>3)</sup>。源頭部の崩壊だけが植生を根こそぎ崩すような深さで起き始めており、周辺には水の噴き出し・湧き出し痕跡があり、さらに土石流化して流下する際には流路にあった植生を押し倒したり、樹木の根もと付近でせん断しながら、高速で移動した痕跡が認められた。特に、崩壊・土石流等が起きずに残った樹林帯の中の林床でも、水の湧き出しや 10cm 超の深さの表面水流の痕跡も認められた。

以上の事例は、山頂や稜線に近い、特に勾配が緩いところでも起きており、単に降雨による土壌層の飽和に至るプロセスだけでは崩壊・土石流等の発生は説明が難しい。源頭部周辺での水の噴き出し・湧き出しやそれらが継続したこと、さらには流下経路においても同様な現象があったことを考えないと、広い幅で浅く侵食しながらのメインの土石流等の流下状況は説明できないと思われる。さらに、近年の災害で頻発している土砂・洪水氾濫にもつながるのではないかと。ただし、これらの水の起源や、水量・水圧および作用する継続時間等については明確ではない。

引用文献: 1)海堀・長谷川ほか(2018): 平成 30 年 7 月豪雨により広島県で発生した土砂災害、砂防学会誌、71(4)、49-60. 2)海堀ほか(2010): 2010 年 7 月 16 日に発生した広島県庄原市の土砂災害の緊急調査報告、砂防学会誌、63(4)、30-37. 3)海堀ほか(2010): 2013 年 7 月 28 日に山口県東部および島根県西部で発生した局地的集中豪雨による土砂災害、砂防学会誌、66(4)、48-55.