

1. はじめに

平成 29 年 7 月九州北部豪雨（気象庁命名）では、福岡県朝倉市において 7 月 5 日 11 時から 21 時までの 10 時間の合計雨量が 507 ミリ、最大 1 時間雨量は 129.5 ミリ（極値を更新）を記録した。この集中豪雨により朝倉市の筑後川右岸の山地部では極めて多くの斜面崩壊が発生した。崩壊に伴う多量の土砂と流木が洪水流に含まれて下流へ流出し、平地部の農地・住宅地に氾濫して甚大な災害となった。今回の災害は近年の大きな豪雨災害と比べても最大級の崩壊面積率と予想され、土砂移動規模も含めてその実態を把握することは重要である。

本研究は崩壊が高密度に発生した流域の一つである妙見川において、斜面分類（0 次谷斜面と溪岸斜面）を考慮して崩壊地の分布と大きさ、土砂量等を詳しく調べ、この豪雨による崩壊発生の特徴と土砂移動の規模を明らかにする。さらに、土砂と流木の流出抑制を図る場合の、生産源対策の適地について考察する。

2. 調査地概要と調査方法

妙見川は筑後川右支川の桂川の支流で、大分自動車道朝倉インターチェンジ付近で桂川に流入する。桂川との合流点から 4km 上流にため池の堤体があり、その 600m 上流に今回の災害で大量の流木を捕捉した須川第一砂防堰堤（高さ 7m）がある。調査対象はこの砂防堰堤から上流域の面積 1.8km² で、流域内の標高範囲が 100～430m の低い山地である。地質はシームレス地質図 V2 によると主として泥質片岩である。

調査は災害前（2017 年 1 月）と災害後（同年 7 月）に実施された航空レーザ計測による 1m 格子 DEM とオルソ画像を GIS で操作し、各崩壊地の大きさ、土砂量、斜面形状に加えて河床堆積土砂量も調べた。

調査の結果、大多数の崩壊はその下端が河道に達して土砂と流木を河道へ流出させていたが、それらには集水地形をなす 0 次谷で発生したものと、それ以外の溪岸斜面で発生したものとがあり、両者には後に述べる異なった特徴が認められた。そこで発生場を 0 次谷斜面と溪岸斜面に区別した。その際、0 次谷斜面と判定した基準は、①1 次谷上流端より上流側の凹型斜面、②1 次谷以上の溪流区間の谷壁において、窪んだ等高線の右岸と左岸のなす角が 90 度未満（鋭角）である斜面、の 2 つである。それ以外は溪岸斜面とした。なお、この斜面地形の判別に用いた等高線は、ArcGIS で発生させた 5m 間隔の等高線である。

3. 結果

3.1 流域全体における崩壊の規模

崩壊の総数は 96 であった。図－1 と表－1 に 0 次谷斜面の崩壊、溪岸斜面の崩壊、その他の崩壊各々の分布、箇所数、面積、崩壊生産土砂量を示す。その他の崩壊とは、他の 2 種と異なり崩壊の下端が河道に達していないものを指すが、図－1 より個々の崩壊地が小さく、また表－1 より流域の崩壊全体に占める崩壊面積、崩壊生産土砂量が共に微小であることが分かる。

0 次谷の内部では、崩壊は掌状に分岐していても一連なりであったため、0 次谷 1 個につき崩壊は 1 個であった。表－1 より、0 次谷斜面の崩壊数は 34 であるが、前述の基準で判定した流域内の 0 次谷の総数は 43 であったので、0 次谷全体のうち 79%で崩壊が発生したことが分かった。

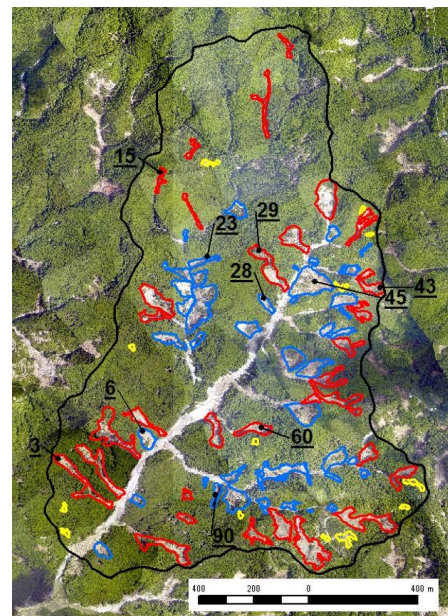
0 次谷斜面の崩壊は、箇所数で全体の 35% だが、崩壊面積で全体の 54%、生産土砂量で全体の 50%を占める。よって、崩壊地 1 個あたりの面積および生産土砂量は、0 次谷斜面の崩壊が溪岸斜面の崩壊に比べて大きいと分かる。一方、溪岸斜面においても崩壊数 49 個と数多く発生していた。

表－1 に示すように崩壊面積率は 13.7%に達し、また崩壊生産土砂量は面積 1km² あたり 19 万 m³ と算出された。

表－1 全ての崩壊地の調査結果集計

	崩壊箇所数	崩壊面積(m ²)	崩壊生産土砂量(m ³)
0次谷斜面での崩壊	34	132,000	172,600
溪岸斜面での崩壊	49	107,100	167,000
その他の崩壊	13	7,300	4,100
総計	96	246,400	343,700

流域面積	崩壊面積率	河床堆積土砂量
1.8025km ²	13.7%	273,100m ³



図－1 崩壊地の分布

赤：0 次谷斜面の崩壊、青：溪岸斜面の崩壊
黄：その他の崩壊、数字は調査地番号

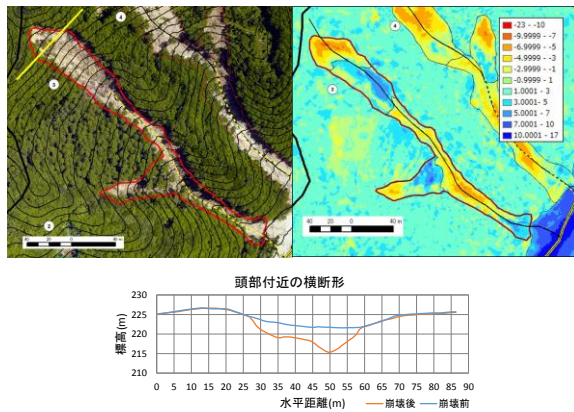


図-2 0次谷斜面の崩壊の事例（調査地3）

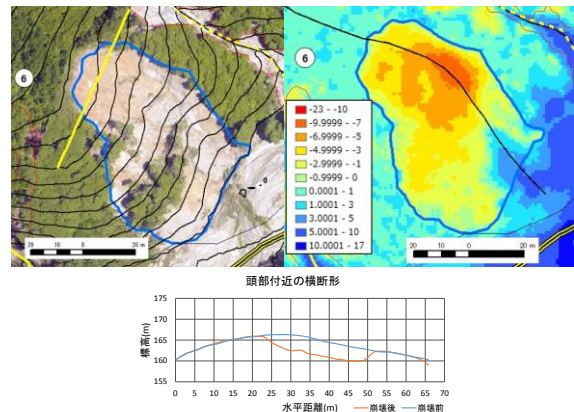


図-3 溪岸斜面の崩壊の事例（調査地6）

3.2 0次谷斜面と溪岸斜面における崩壊の詳細

図-2に、本川下流右岸谷壁の0次谷斜面における崩壊を示す。最上部に長さ30mの崩壊域（傾斜31度）、その下に長さ60mの堆積域（28度）、そして下端まで長さ140mの削剥域（22度）が分布する。頭部付近の横断面図から、0次谷より上部に位置する横断面が直線状の斜面が崩れ、崩壊後は逆三角形の谷状横断面となったことが分かる。崩壊深さは4～7m、また削剥域の深さも2～3mあり、生産土砂量は7,345m³と多かった。この外に4つの0次谷斜面の崩壊を詳しく調べたところ、いずれも「0次谷より上部の直線状斜面が深く崩れ、直下に土砂の一部が堆積し、続く谷部において削剥が長く発生する」の様式であった。

図-3に、本川下流右岸の溪岸斜面における崩壊を示す。崩壊域（傾斜33度）は長さ60m、深さ4～8mであり、斜面脚部に厚さ2～3mの堆積域が形成されている。崩壊生産土砂量は7,201m³であった。横断面図から、緩やかな凸型の横断面の斜面が崩れ、崩壊後の横断面は平底の台形であることが分かる。この外に4つの溪岸斜面の崩壊を詳しく調べた。その結果、斜面の中腹から下部において崩壊が発生し、斜面脚部に土砂の一部が堆積することは共通していた。また、崩壊深さは5m程度が多いが、深さ2m前後の一般的な表層崩壊と思われるもの、また尾根がえぐり取られるように崩れ崩壊深さが20mを超えたものも存在した。

3.3 河床堆積土砂量

災害後のオルソ画像で河床の土砂堆積が著しいことが観察された本川1.1km、左支川Aの700m、左支川Bの300m、計2.1kmにおいて、標高差分から新規堆積土砂量を求めた結果、27万m³であった（表-1）。したがって、崩壊生産土砂量34万m³の8割が上記の区間に堆積したことが分かった。

図-4に同区間の縦断面図を示す。災害前後の縦断面図を比べると、長い区間にわたって縦断面図が平行移動するような河床上昇になっている。高さ5m以上の上昇が広く発生している。区間内には少なくとも5基の堰堤が見出され、そのうち須川第一砂防堰堤を含む3基には上流に空き容量（高さ4～8m）があったが、それらは満砂し、今回の土砂の捕捉に大きな効果を発揮した。須川第一砂防堰堤は

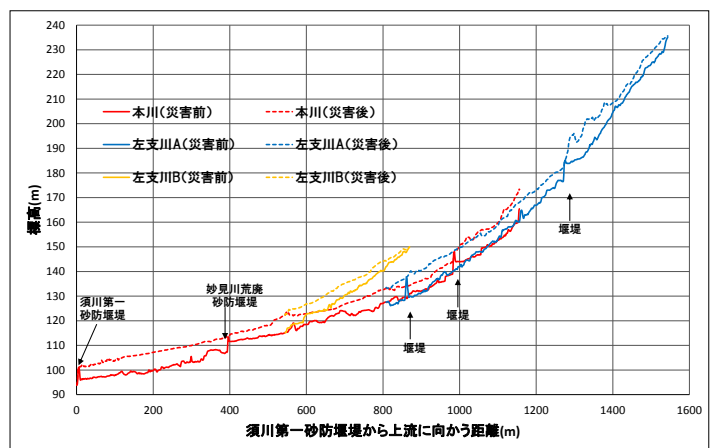


図-4 本川1.1km、左支川Aの700m、左支川Bの300mの災害前後の河床縦断面図

1978年完成だが、2017年の災害時点まで堰堤高とほぼ同じ高さの空き容量を保っていたことから、妙見川では過去39年間に顕著な土砂流出が無かったと思われる。その点からも、今回の土砂移動イベントが当地域にとって際立って大規模であったことが推測される。

3.4 崩壊の特徴、ならびに土砂と流木の生産源対策に関する考察

流域面積1.8km²で崩壊面積率が13.7%に達する記録的な発生量であったこと、基岩まで及んだと思われる最大深さ5m程度の崩壊が多数であったこと、0次谷では崩壊に伴う谷の上方伸長の地形発達が生じたこと等は重要な特徴である。土砂と流木の流出抑制のために事前に対策を講じる場合、地形から判別可能な0次谷は溪岸斜面とは異なり場所を特定できるため、0次谷での生産源対策を選択肢の一つとすることができる。今回、0次谷の8割で崩壊が発生したことは、0次谷が重要な対策場所であることを表している。

謝辞

航空レーザ計測のデータは、九州地方整備局河川計画課のご配慮で使うことができた。ここに記して深謝申し上げます。