

梓川上流域（上高地）の降雨流量・土砂移動特性について

（一財）砂防・地すべり技術センター ○池田暁彦 五十嵐勇気 伏木 治 柳 真衣
国土交通省松本砂防事務所 五十嵐祥二*1 長谷川真英 酒向秀典*2

1. 緒 論

梓川上流域（上高地）は、我が国有数の山岳景勝地であり、年間約 120 万人の登山客・観光客が来訪している。上高地は流域面積 112.4 km²、流路長 17.0km、平均河床勾配 1/55（低地部：大正池～横尾は 1/150）、標高約 1,500m の開けた山岳渓谷である。上高地を取り巻く北アルプスは急峻な地形と脆弱な地質である上、一年の約半分が積雪に覆われる厳しい気象条件であるために土砂生産・流出が活発である。上高地では降雨時に多量の土砂が梓川本川に流入するとともに、流入土砂による河床上昇に起因する河童橋周辺や明神地区などの上高地集団施設地区に対する土砂災害や浸水被害が懸念されている。

本研究は、平成 27 年以降に実施してきた上高地における詳細な降雨・流量観測結果と土砂移動モニタリング結果に基づき、平成 29 年 7 月出水を中心に、梓川上流域（上高地）における降雨流量特性・土砂移動特性について考察したものである。

2. 降雨流量・土砂移動モニタリングの概要

（1）降雨・流量観測の概要

雨量計は土砂生産源に近い稜線部の山小屋と渓谷部に上高地全体を網羅するように 9 箇所に設置した。なお、稜線部の雨量計は山小屋の協力を経て設置しているため、山小屋の開設期間（無積雪期の 4 ヶ月間）のみ観測している。また、気象庁レーダーアメダス解析雨量を用いて上高地全体における雨域の移動（時間変化）を把握するとともに雨量計の雨量との検証比較を行っている。

水位計は土砂流出が著しい支川（奥又白谷、徳沢、白沢、八右衛門沢）の 4 箇所と、本川の上流から下流に 5 箇所の計 9 箇所に設置した。横尾大橋、横尾狭窄部、奥又白谷、徳沢、白沢、八右衛門沢の 6 箇所については水位計とともに監視カメラを設置し、流況を観察した。これらの観測結果により、上高地の上流域・支川（土砂生産源）から下流（土砂流送・堆積域）に至るまでの空間的な降雨・流量を把握している。本川の流量は水位と流量の関係（H-Q 式）を、支川の流量はマンニングの平均流速公式に基づいて算出した。なお、本川における H-Q 式は平常時（低水流量）の流量観測によって作成されているため、現段階では暫定値として取り扱っている。図 1 に観測機器の配置状況を示す。

（2）土砂移動モニタリングの概要

梓川本川では大正池から横尾までは標高 1,500m 程度の低地部を形成しており、それより上流の槍沢や支川流域は標高 2,000m 以上となる北アルプスが源頭となっているため、河床勾配は急となっている。本川の平均的な河幅は 100m 程度、最小 50m、最大 200m 程度であり、狭窄と拡幅を繰り返している。また、河道法線は稜線の

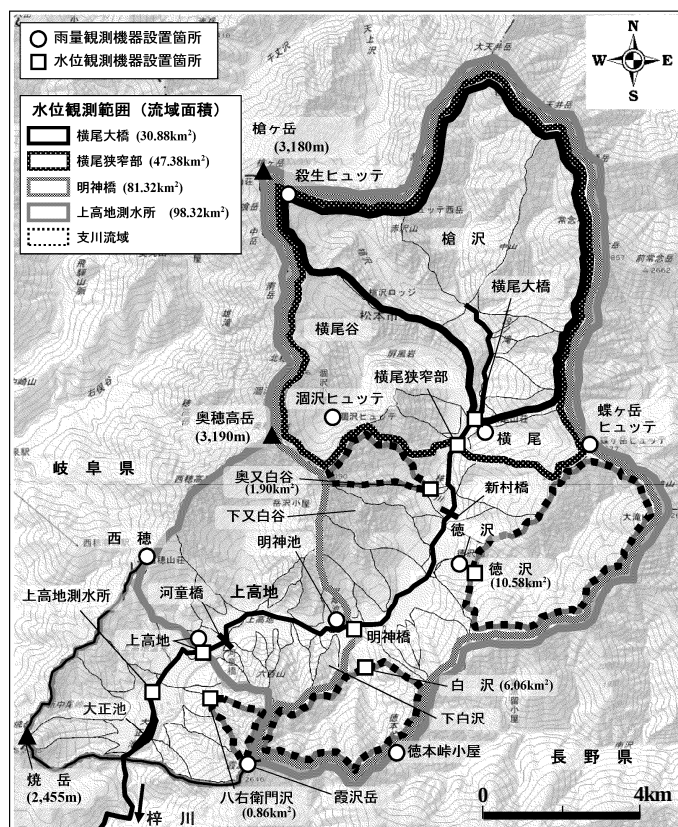


図 1 雨・水位観測機器設置箇所

地形に沿って緩やかに屈曲している。こうした地形特性を踏まえ、上高地全体の土砂移動実態を把握するために昭和 50 年以降に空中写真判読、梓川本川における河床横断測量、現地調査等を継続的に実施しており、近年では航空レーザー測量による地形測量や UAV を用いた現地調査を実施している。これらの調査結果により、出水時ならびに中長期的な土砂生産状況（荒廃状況）、河床横断形状、河床変動高・河床変動量、地形差分解析等の経年変化を分析している。

3. 降雨流量特性

平成 27 年に稜線部の雨量計と支川の水水位計を設置して以来 7 回の出水（時間雨量 20mm、連続雨量 80mm / 横尾大橋 50m³/sec、上高地測水所 100m³/sec のいずれかを超過した場合に出水と定義）が観測されている。特に平成 29 年 7 月 1 日～4 日の出水は、平成 18 年出水（河童橋周辺で歩道への溢水）や平成 23 年出水（産屋沢で土石流が発生）した出水に次ぐ流量規模であった。上高地では梅雨前線・秋雨前線の停滞、台風の通過に伴う降雨が特徴的で、いずれも西から東方向、北西～南東方向への雨域の移動が顕著である。平成 29 年 7 月 1 日～4 日の出水では 1 日は北西方向から、4 日は台風の移動に伴って西から東へ移動している。図 2 に平成 29 年 7 月 1 日～4 日の出水における雨量と流量を示す。

雨量についてみると横尾（上流域）と上高地（下流域）ともにほぼ同じ降雨波形で最大時間雨量（20mm）も同程度であるが、連続雨量は横尾（583mm）が上高地（362mm）の1.6倍となっている。なお、当該出水では稜線部の雨量計が積雪のために未設置で把握できていないが、過去の出水における稜線部と梓川本川沿いの低地部の雨量についてみると、稜線部では低地部よりも雨量が多くなる傾向があり、最大で2～3倍程度の雨量が観測されている。

本川における流量は、横尾では降雨開始から2時間後、上高地測水所では4時間後に流量の増加がみられる。流量波形は降雨波形と同じであるものの、中間流出が卓越しており、応答は緩慢である。上下流から下流へのピーク流量（1つめのピーク）は、横尾大橋で96m³/sec、横尾狭窄部で92m³/sec、上高地測水所で202m³/secとなっており、横尾狭窄部では横尾大橋から1時間後に、上高地測水所では横尾狭窄部から1時間後にピークが観測されている。上流に位置し、集水面積が小さい横尾大橋が横尾狭窄部よりも流量が大きい（比流量：横尾大橋3.13m³/sec/km²、横尾狭窄部1.94m³/sec/km²）傾向がみられる。これは当該出水を含め、過去の出水でも同じ傾向がみられ、横尾大橋と横尾狭窄部の間で合流する右支川横尾谷からの流出土砂が土砂堆積地を形成していることから、その堆積地内での滞留が一因ではないかと考えられる。

支川の奥又白谷と八右衛門沢は土石流区間で観測しており、常時流水はみられない。奥又白谷では降雨開始から3時間後、八右衛門沢では18時間後に流水が確認

された。奥又白谷、八右衛門沢ともに降雨ピークの1時間後に流量増加と濁水が確認されたが、土石流は発生していない。徳沢と白谷は掃流区間で観測しており、常時流水がある。徳沢では降雨開始から1時間後、白谷では3時間後に流量増加と濁水が確認された。徳沢では本川と同様に中間流出の影響があるが、他の支川では流量波形は降雨との応答がよく、シャープな形状となっている。

4. 土砂移動特性

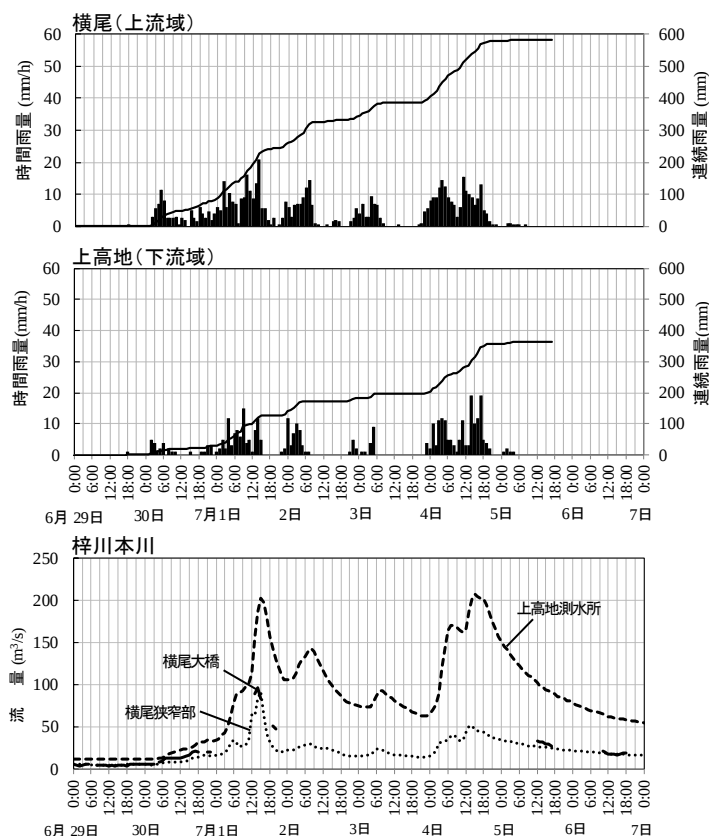
上高地では昭和50年、昭和54年、昭和58年、平成5年、平成18年などに土石流を含む顕著な土砂移動現象が発生している。空中写真判読、梓川本川における河床横断測量、現地調査（出水調査）、航空レーザー測量等により、土砂生産源は基盤岩が露岩する本川・支川流域の源頭部、山腹斜面、支川・本川の河床であることが確認できている。特に土砂生産・流出が著しいのは横尾谷、奥又白谷、下又白谷、徳沢、白沢、下白沢、八右衛門沢となっている。

出水を含む長期的な平均河床高の推移をみると、平均的な河幅が100m程度の梓川本川では、堆積・侵食が繰り返して発生する傾向がみられ、網状流路を形成しながら絶えず流路（滞筋）が変化している。堆積が顕著となるのは横尾谷や奥又白谷などの土石流状態で本川に土砂が流入する支川合流部や河幅が広い区間、侵食が顕著となるのは河幅が急激に狭くなる狭窄部となっている。なお、堆積・侵食が一貫して継続する区間はみられない。平成5年出水から現在までの24年間では同様な傾向で河床変動がみられるが、平均的な河床変動高は50cm程度となっている。梓川本川では大正池から横尾までの平均河床勾配が1/150で大きな変化がないため、河幅の変化と河道法線形状が土砂移動に対する地形的な支配条件となっている。また、長期的な平均河床変動高と流量規模の関係をみると、流路の変化はあるものの顕著な土砂移動現象は常時の流水では生じず、流量規模が比較的大きい場合に、上流や支川からの流出土砂の堆積、堆積土砂の侵食（二次移動）などが生じている。

平成29年7月1日～4日の出水においては、横尾谷、奥又白谷からの土砂流出が顕著であり、それぞれの合流部での土砂堆積がみられた。それ以外の下又白谷、徳沢、白沢、下白沢、八右衛門沢では顕著な土砂流出はみられず、濁水のみが流入していた。梓川本川では、奥又白谷と明神地区～河童橋間で土砂堆積、それ以外の区間では流路の変化に伴う堆積土砂の二次侵食がみられ、流路変化によって溪岸侵食も発生している。

5. おわりに

これまで上高地で実施してきた詳細な降雨・流量観測結果と土砂移動モニタリング結果に基づき、梓川上流域（上高地）における降雨流量特性・土砂移動特性がある程度把握できた。今後も土砂動態を解明するための土砂移動モニタリングを行うとともに、今後の土砂流出や河床変動を予測手法について検討する予定である。



図－2 平成29年7月1日～4日出水の雨量・流量