

山地河川の豪雨時における河床変動と土砂流出現象 に関する研究

中西, 隆之介

<https://hdl.handle.net/2324/2236212>

出版情報 : Kyushu University, 2018, 博士 (工学), 課程博士
バージョン :
権利関係 :

氏 名 : 中西 隆之介

論 文 名 : 山地河川の豪雨時における河床変動と土砂流出現象に関する研究

区 分 : 甲

論 文 内 容 の 要 旨

我が国では、地形や気候的な条件から土砂の侵食現象が活発であり、近年では局地的な豪雨の増加に伴い斜面崩壊や土石流のような土砂災害が顕在化することで、土砂流出が大きな問題となっている。特に土砂生産、土砂移動が頻繁に行われる山地部ではこのような土砂の流出を防ぐためにダムが建設されるが、ダム貯水池内の堆砂の問題が深刻化している。土砂に関する問題は山地から海岸まで様々な場所で発生するが、その領域全体を流砂系として捉え流砂系全体で土砂のバランスを管理することで問題の解決を図る総合的な土砂管理が現在進められている。このような状況下において、ダム貯水池内の堆積土砂を下流へ還元するような取り組みも実施されており、総合的な土砂管理を実施するうえで、ダム貯水池内への土砂流出現象による流入量をより正確に把握する必要性が指摘されている。

従来からダム貯水池内の堆砂については定期的な深浅測量が実施されており、出水により貯水池内への土砂流入量が増加することが確認されているが、貯水池上流のどこから、どのくらいの量の土砂流出が発生しているかについては、地形や地質など様々な条件が原因とされており、その特性を正確には把握できていない。そのため、山地河川、特に流域からの土砂流出現象を正確に見極め、得られる情報から時空間的に土砂の動態を把握することが必要となる。

本論文では、山地河川からの土砂流出現象を把握するために、河川の河床変動を定量的に評価し、その結果に基づき土砂流出現象の特徴を明らかにすることを目的とする。また、大規模な斜面崩壊から発生する土砂流出現象を地形発達との関係性から明らかにする。

具体的には、まず、宮崎県耳川流域の支流を対象として UAV により河道形状及び堆積物の現況から土砂の堆積状況を定量化し、その結果を二次元河床変動解析により検証することで流域における実際の土砂流出現象を再現する。また、河川支流による影響を考慮してダム貯水池に至る山地河川の一次元河床変動計算を行い、河床変動に与える影響について検討する。最後に、大規模土砂崩壊が発生した福岡県乙石川流域を対象とし斜面崩壊による土砂流出現象と地形発達との関係性を検討し、土砂災害に起因する土砂流出現象の特徴を分析する。

第1章では研究背景として土砂流出現象の一般的なメカニズムや観測技術、既往研究について述べ、特に山地河川における土砂流出現象の複雑さについて整理した。また、河床状況からその河川の土砂流出現象を推測できることを言及した。出水時に移動する土砂は煩雑に堆積や侵食、輸送といった過程を繰り返すため、土砂流出現象の推測には出水後の土砂堆積状況がどのような過程を経て形成されたものであるか中・長期的スケールの視点で考察することが重要であることを述べた。

第2章では、研究対象領域である宮崎県耳川流域及び福岡県朝倉市乙石川流域の地形や気候、過去の災害事例について概説し、その特徴について整理するとともに対象領域として選定した理由について言及した。

第3章では耳川流域の地質の異なる支流河川を対象として UAV による空中写真測量技術を用いて土砂堆積状況及びその変化を定量的に把握するために、撮影した画像から三次元モデルを構築し、河道形状データおよびオルソ画像として変換した後に、土砂堆積量・侵食量及び移動土砂の粒径を現地状況と照らし合わせながら定量的に評価した。その結果、砂岩主体の河川では全期間を通して河床変動は少なく DEM から確認された変化は 10cm 以内であった。一方で、泥岩主体の河川では同一期間で 90cm 近く堆積する箇所と 1m 以上侵食する箇所など著しい河床変動が明確に確認された。このような結果から山地河川の土砂流出現象の特徴は、河床変動の違いを把握することで推測できることを明らかにした。

第4章では、第3章で対象とした河川支流に二次元河床変動計算を適用し、構築した河道モデルに対して土砂堆積状況から推定された土砂流出現象を解析的に検証した。検証の結果、川幅が比較的狭く水深の変化に富んだ泥岩主体の河川では移動する土砂の粒径は中礫や粗礫を含んでおり、そのような土砂の供給源が河川内に多く存在することが明らかとなった。対照的に川幅が比較的広く水深の変化の小さい砂岩主体の河川では粒径 2 mm 以下の砂・細粒分の移動が卓越しており、粗礫等大きな石で構成された河床により定常的な河床変動が再現されることがわかった。

第5章では、ダム貯水池に至る河川に対して、一次元河床変動計算により河床変動の再現を試みた。その際、支流域ごとに土砂流出の粒度分布や河床材料による影響に着目し、砂・細粒分を主体とする粒度分布と礫を主体とする粒度分布の2つのパターンで河床変動の再現にどのような影響を及ぼすかを検討した。その結果、上流域からの土砂量を掃流砂と浮遊砂に分けて調節した場合、河床変動量は土砂の基本的な粒度分布に強く依存する。砂・細粒分を主体とする粒度分布ではそのほとんどが浮遊砂及びウォッシュロードとして流下し、河床変動へ寄与しないため河床変動計算において意味をなさない粒径を多く含む。その一方で、礫を主体とする粒度分布では、各粒径が河床変動に寄与し、その移動距離も異なるため広範囲の河床変動を支配することを明らかにした。さらに、支流域からの土砂流出を調整しても河床変動が再現できない場合もあり、このような場合には、河川内に存在する河床材料を的確に把握する必要があることを示した。

第6章では、福岡県朝倉市乙石川流域を対象として九州北部豪雨災害で発生した斜面崩壊及びその土砂流出現象の特徴を分析し、対象地域の地形発達と土砂流出の関係性について検討した。その結果、乙石川右岸流域と左岸流域において崩壊地の分布特性が大きく異なること、そして、崩壊地が地形発達の1つの指標である尾根地の曲率との強い相関性（相関係数として、流域の5%以上を崩壊地が占める場合に 0.63）があることを明らかにした。さらに乙石川本流の河床変動の解析結果から、中流域では侵食、下流域では堆積が生じており、中流域から多くの土砂が流出し下流域の堆積が生じたことを示した。さらに、右岸と左岸では水文学的特徴が異なり、左岸側では崩壊後の土砂は流域からすぐに流出しているのに対し、右岸側では崩壊後の土砂堆積による土砂供給が盛んとなり、崩壊によらず恒常的な土砂流出現象が発生していることを明らかにした。

第7章では、これらの成果を総括し、結論とした。