

阿武隈水系内川における大規模土砂生産後の土砂流出実態の経年的変化について

一般財団法人 砂防・地すべり技術センター 小野寺智久、○関根峻
国土交通省 東北地方整備局 宮城南部復興事務所 堀井一保、三浦努
筑波大学 内田太郎、川上愛生、Emilia Tanaami、Hiromi Fontanilla、Murzabek Ysmanov

1. はじめに

阿武隈川水系内川流域では令和元(2019)年東日本台風により多数の斜面崩壊が発生し、その結果、大規模な土砂・洪水氾濫が発生した。こうした流域では、崩壊地からの土砂生産量の増加や流域内に堆積した土砂の二次移動等により、土砂流出が活発化する傾向がある。そして、活発な土砂流出は数カ月から数年にわたって継続し、その後徐々に減少して最終的には災害発生前の状態に回復すると考えられている。

令和元年東日本台風から5年以上が経過した内川流域では、発災直後において活発であった土砂流出が徐々に減少しつつある段階であると予測されている。しかしながら土砂流出に関する観測は不足しており、その実態や経年変化に関しては把握されていない。

そこで、本研究では、インターバルカメラを用いて流域内の多数の地点において出水期間中の土砂流出状況の観測を実施した。ここでは「濁水の発生」≡「土砂流出の発生」と捉え、濁水発生の有無および濁水の継続時間に着目して観測を行った。

そのうえで、土砂流出は降雨に強く影響を受けることが考えられることから、降雨と土砂流出の関係に関する検討を行い、この関係が経年的にどのように変化するかを確認することを目的とした。

2. 観測の概要

インターバルカメラによる観測は令和5(2023)年9月より開始し、現在も継続中である。本研究では観測開始時から令和6(2024)年10月までのデータを用いて解析を行った。

2.1 観測箇所

内川流域は新川、五福谷川、内川の3流域に分割される。令和元年東日本台風時には、各流域の中流部に崩壊地が集中した。崩壊地からの土砂流出の影響を確認するため、崩壊地が集中した範囲およびその上下流にカメラを設置した。また、支川からの土砂流出の影響も考慮し、大きな支川の合流点にも設置を行った。設置したカメラは崩壊地との位置関係より、上流、崩壊集中域、下流、支川の4種類に分類した(図1)。

カメラは橋梁の欄干や河道脇の樹木等に設置した。その際には、濁水発生の有無のほかに流況や水位上昇が確認できるように河道兩岸を画角内に収めた。

2.2 使用機材

観測には以下の条件を満たす、「HC-MINI301(SUNTEK製)」を使用した。

- ・ 外部電源を必要としないこと。
- ・ インターバル撮影ができること(本研究では5分インターバルで撮影)。
- ・ 1ヶ月以上の連続撮影が可能であること。
- ・ 安価であること。

3. 観測期間中の降雨の整理

3.1 降雨イベントに関して

濁りの発生と降雨の関係を確認するため、雨量データの整理を実施した。降雨は新川、五福谷川、内川の3流域において、解析雨量を用いた流域平

均雨量を算出し、連続無降雨期間が24時間以上の場合、異なる降雨イベントとして整理した。その結果、およそ13カ月の期間において90イベントが確認された。

3.2 解析対象の降雨イベントの選定

確認された90イベントのうち、解析の対象として総雨量30mm以上の比較的規模の大きいイベントはすべて選定した。また、濁水発生の閾値を確認するため、中小規模のイベントも一部解析対象に加えた。この際、以下の条件を考慮した。

- ・ イベントの開始時刻、ピーク時刻、および終了時刻が日中であり観測データが取得されていること。
- ・ 時期の偏りがないようにすること。

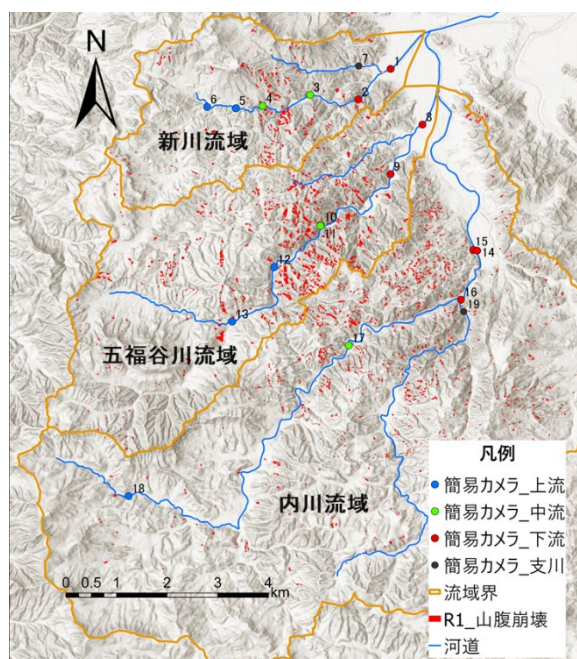


図1 観測地点図

4. 観測結果の分析

4.1 分析の手法

濁水発生状況の経年的な変化を確認するため、本研究では観測期間を前半と後半に分け、それぞれの期間における降雨規模と濁水発生時間の関係を整理した。降雨の指標として24時間雨量、連続雨量、最大時間雨量の3つを比較した結果、連続雨量を用いた場合が最も適合したため、連続雨量を採用して分析を行った。

また、降雨と土砂流出の関係性には季節性がある可能性があるため、本来であれば年単位での長期比較が望ましいが、観測期間が不足しているため、本研究では以下のように期間を分けた。

■前半期間

令和5(2023)年9月19日の出水～令和6(2024)年4月9日の出水(期間は6カ月半)

対象となる出水の数: 12

■後半期間

令和6(2024)年5月13日の出水～令和6(2024)年10月30日の出水(期間は5カ月半)

対象となる出水の数:12

各カメラの観測結果から、連続雨量と濁水の継続時間を分析した。

4.2 分析結果

分析の結果、観測期間の前半と後半を比較した際に、同程度の降雨であっても後半のほうが濁水の継続時間が短い傾向が示された地点と、そうでない地点が確認された。それぞれの例を図2に示す。また、降雨と濁水発生傾向は流域ごとに異なっていた。全体の傾向を図3に示し、各流域の考察を次項に示す。

4.2.1 新川流域の結果と考察

新川流域では、濁水継続時間が減少する傾向が確認された地点はなかった。これは新川流域の上流部に石灰工場があり、降雨に依存しない濁水が発生しているため、その影響を受けている可能性が考えられた。

4.2.2 五福谷川流域の結果と考察

五福谷川の観測結果では、中下流域において、経年的に濁水継続時間が短くなる傾向を確認した。一方で、上流域では明確な傾向が認められなかった。

令和元年東日本台風時には、五福谷川の中流域で多くの斜面崩壊等が発生し、大規模な土砂流入が観測された。しかし、上流域では斜面崩壊の発生数が少なく、河道への土砂流入は小規模なものであった。

このため、中流域からの土砂流出が経年的に減少しているのに対し、上流域の土砂流出は令和元年東日本台風時に発生した崩壊の影響が少なく、経年的な変化が見られなかった可能性が考えられる。

4.2.3 内川流域の結果と考察

内川の観測結果では、下流のNo14地点と支川のNo19地点の計2地点でのみ濁水継続時間が減少する傾向が確認された。しかし、この2地点の間にあるNo16では減少傾向が確認されなかった。そのため、崩壊地から直接流出した土砂が下流まで到達するのではなく、河床内に不安定な状況で堆積していた土砂の二次移動および堆積が発生している可能性がある。

内川流域は広範な流域面積を持ち、複数の支川が合流するため、土砂移動状況が非常に複雑である。この現況に対して、現行の観測体制では観測地点が不十分である可能性がある。

なお、R6(2024)年9月より観測地点を追加しており、今後はより詳細な分析が可能となる。

5. 課題と今後の展望

5.1 観測に関して

本研究では、インターバルカメラを使用した観測により、一部の観測地点において連続雨量と濁水発生の関係性が経年的に変化する傾向が確認された。

しかしながら、観測期間が比較的に短いため、季節性の影響を確認することができていない。また、経年変化が確認できていない地点に関しては、観測期間の不足が原因である可能性がある。

加えて、観測期間中には2年確率規模未満の降雨しか発生しておらず、より規模の大きい降雨時の土砂流出状況については不明である。このため、今後は観測を継続し、データの蓄積および解析

の精度向上を図る予定である。

5.2 解析に関して

本研究では土砂流出の指標として濁水の継続時間を使用した。濁水の程度を定量的に評価することができないといった課題がある。一方で、五十嵐ら(2023)など画像の色情報から濁水の程度を定量的に評価する手法の開発が進められている。このような研究成果を踏まえ、今後はより客観的かつ定量的な指標の検討が必要である。

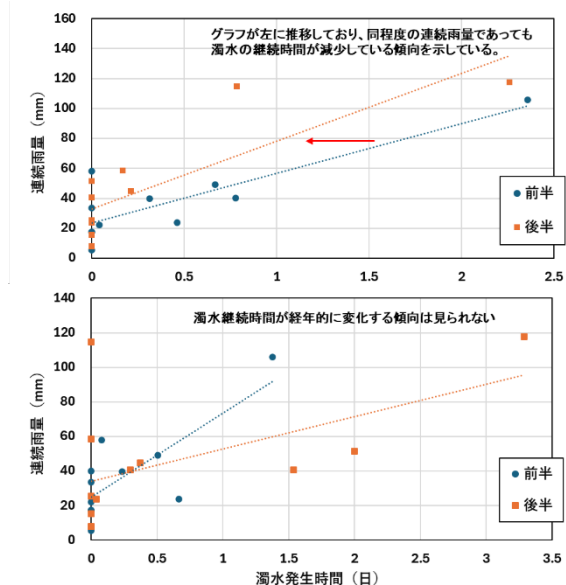


図2 濁水継続時間が減少傾向にある地点(上)と明確な傾向の確認できなかった地点(下)

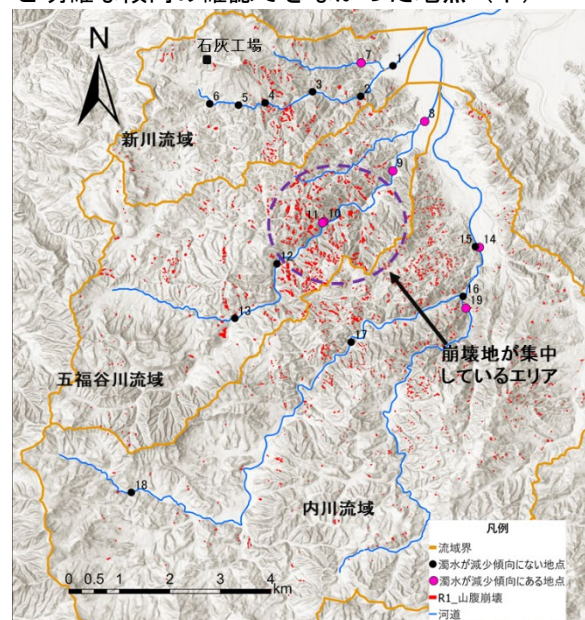


図3 濁水継続時間が減少傾向にある地点

【参考文献】

五十嵐ら(2023), 渓流水面画像のRGB値単位ベクトルを用いた濁度評価と土石流検知手法
-信濃川水系茅川と石狩川水系黒岳沢川を事例に-
-砂防学会誌, Vol. 76, No. 1, p. 22-33