

## 阿武隈川水系内川における土砂移動モニタリングによる 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 ○関根峻 小野寺智久  
国土交通省 東北地方整備局 宮城南部復興事務所 三浦努  
筑波大学 内田太郎、澤村朱美、ANJOS TANAAMI EMILIA、  
FONTANILLA, HIROMI DAVID、YSMANOV Murzabek

### 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等が起こり、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。このような活発な土砂流出は生産土砂量の影響を受け、数カ月から数十年にわたって継続することが明らかにされている(泉山ら, 2018)。

一方で、次期出水に備えて設置された砂防施設は除石により一定規模以上の容量を確保する必要がある場合がある。そのため、施設の維持管理、除石計画を検討するためには、現状の土砂流出状況とその経年変化傾向(土砂流出の活発期間が継続しているのか否かなど)を明らかにする必要がある。

令和元年東日本台風から6年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する段階であると予測されており、その実態を把握するために、令和3年よりハイドロフォン等の観測が実施されている。しかし観測地点が限定的であり、流域内の複雑な土砂移動特性を詳細に把握するには至っていなかった。

そこで令和5年より簡易に観測できるインターバルカメラを用いて流域内の多地点(19か所)で濁水に着目した観測を実施している。

### 2. 研究の目的

本研究では、「濁水の発生」を「崩壊生産土砂の移動」と仮定し(図1)、インターバルカメラを用いた濁水観測により、出水と土砂流出(濁水発生)の経年的な変化を確認した。

昨年(2024年)の報告では、五福谷川中下流域を中心に土砂流出の減少傾向が確認された。しかし観測期間が短く、出水の指標として連続雨量を使用したため、「季節性の影響」や「降雨分布の偏り」が解析結果に影響を与える可能性が懸念された。

そこで本年は、観測期間の延長及び流出解析の実施によってこれらの課題を解決したうえで、流域の土砂流出特性の経年的変化についての報告を行う。

### 3. 方法

#### 3.1 モニタリング

インターバルカメラを用いた濁水観測を行った。カメラによって取得された画像から、濁水発生のタイミングを目視で確認した。

本年は観測期間を2年に延長し、季節性による降雨流出特性や土砂流出特性の変化が解析に与える影響を低減した。

##### 3.1.1 観測条件

使用機材：HC-MINI301 (SUNTEK 製)  
観測期間：2023年11月～2025年10月  
撮影条件：5分間のインターバル撮影  
撮影時刻：日中のみ(4:00～20:00)

##### 3.1.2 観測地点

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(図3)。

#### 3.2 データ解析

##### 3.2.1 降雨イベントの整理

雨量データから一連の降雨を抽出し、これらを出水イベントとして整理したうえで、イベントごとに降雨と土砂流出の関係を整理した。連続無降雨期間が24時間以上の場合、異なる出水イベントとして整理した。その結果、2年間で143イベントが確認され、解析の対象として41イベントを選定した。選定にあたっては総雨量30mm以上の比較的大規模なイベントはすべて選定したうえで、出水時期やピーク時刻等を考慮して小規模のイベントも一部解析対象に加えた。

##### 3.2.2 流出解析

昨年検討では、出水の指標として連続雨量を使用した。しかし、降雨分布の偏りや、降雨流出特性の差が分析結果に影響を与えている可能性があった。そこで本年は、出水の指標として、土砂流出により直接的に影響を与えていると考えられる、ピーク流量を使用した。

流量は、「令和元年度 内川外河道計画検討業務」で実施された流出解析(貯留関数法)をもとに内川、五福谷川、新川の流域モデルを観測地点ごとに細分化して流出解析を行うことで算出した。

雨量に関しては、解析雨量を用いて各細分化流域の流域平均雨量を求めて流出解析に使用した。

##### 3.2.3 濁りの発生状況の変化に関する分析

土砂流出特性の経年的な変化を確認するため、本研究では解析対象とした41出水イベントを2024年(2023年11月～2024年10月)と2025年(2024年11月～2025年10月)に分割し、それぞれの出水量と濁水発生時間の関係を整理した。出水の指標として流出解析によって得られた観測地点でのピーク流量を使用した。

グラフの縦軸に、濁水継続時間、横軸にピーク流量をとったグラフを作成し、2024年のイベントと2025年のイベントをそれぞれプロットした。2024年と2025年のグラフの線形近似直線を比較

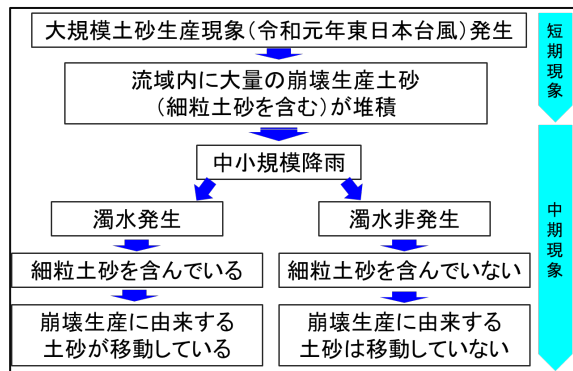


図1 濁水発生と土砂流出の考え方

し、近似直線が下方方向に移動していた場合、同一規模の出水に対する濁水継続時間が短縮（土砂流出量の現象）したと評価した（図 2）。

#### 4. 分析結果

分析の結果、2024 年から 2025 年にかけて濁水継続時間の短縮傾向が示された地点(6 地点)と、そうでない地点(12 地点)が確認された。各観測地点の濁水継続時間の短縮傾向の有無を図 3 に示し、各流域の考察を次項に示す。

##### 4.1.1 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。新川流域では、観測期間中に河道掘削が実施されたほか、上流部にある石灰工場から、降雨に依存しない濁水が発生している。そのため、崩壊生産とは無関係な土砂流出の影響が大きく、経年的な変化が確認できなかったと考えられる。

##### 4.1.2 五福谷川流域の結果と考察

五福谷川の観測結果では、中下流域にある、No. 8~No. 11 おいて、経年的な濁水継続時間の短縮傾向を確認した。一方で、上流域の No. 12 及び No. 13 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。

##### 4.1.3 内川流域の結果と考察

内川の観測結果では、中下流の No. 14、No. 16 No. 17 の計 3 地点で濁水継続時間の短縮傾向が確認されたが、上流の No. 18 では確認されなかった。

このことは、五福谷川流域同様、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。

支川にある、No. 15、No. 19 でも濁水継続時間が減少する傾向は確認されなかった。比較的面積の小さい支川流域でも上流域同様令和元年東日本台風時に発生した崩壊の影響が少ない可能性が考えられる。

#### 5. まとめと今後の課題

##### 5.1 まとめ

本研究では、インターバルカメラを用いて多地点での土砂流出状況の観測を実施した。既往研究と比較し、観測期間の延長及び流出解析の実施によって「季節性の影響」や「降雨分布の偏り」、「流域ごとの流出特性の差」の影響を低減し、出水と土砂流出の関係をより直接的に分析した。その結果、崩壊地が集中した中下流域において土砂流出が経年的に減少する傾向が確認された。

##### 5.2 課題

本研究の観測期間中には 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。また、本研究の観測開始時期は発災から 4 年後であるため、発災直後の土砂流出状況が把握できていない。今後同様の観測を行う場合は、発災直後から観測を開始することが重要である。

また、土砂流出の指標として、画像解析等により定量的な指標を検討することが必要である。

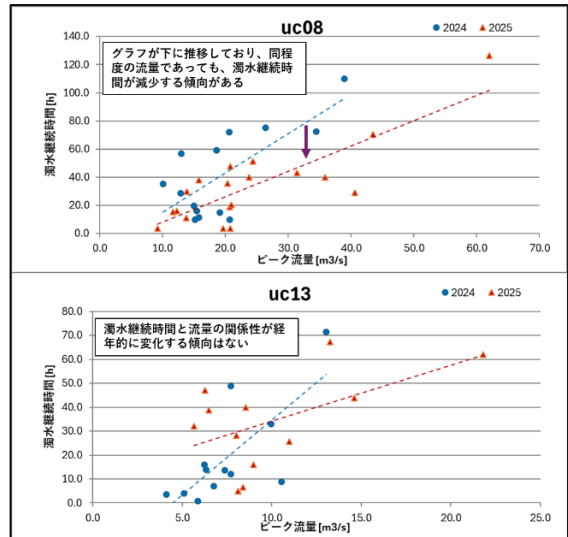


図 2 濁水継続時間が短縮傾向にある地点(上)と傾向が確認されない地点(下)の例

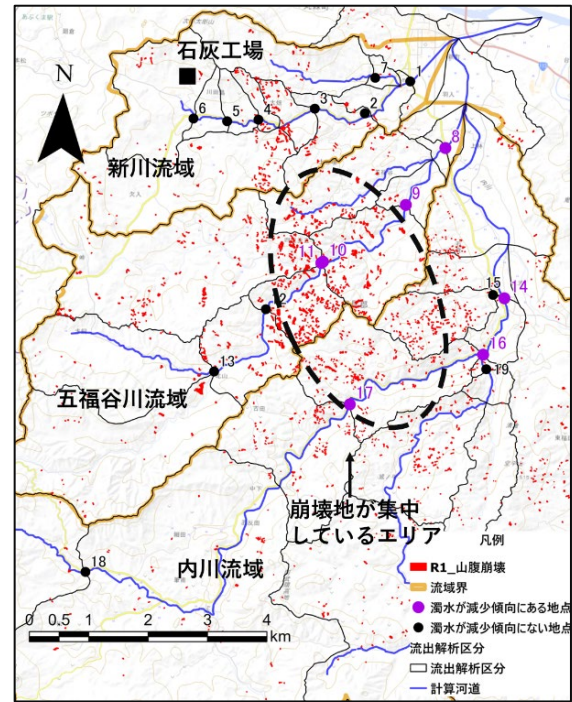


図 3 濁水継続時間が短縮傾向にある地点

#### 【参考文献】

- ・ 泉山ら (2018), 大規模土砂生産後の中長期的な土砂動態の把握, 土木技術資料 60 12 (2018)
- ・ 関根ら (2025), 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, 2025 年度砂防学会研究発表会概要集 P-193
- ・ 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-信濃川水系芋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