29.令和 4 年 8 月豪雨により被害の生じた トラブルスポット上流域の環境条件の検討

池本　海周 [1]・渡部　泰介 [1]・川越　清樹 [1]

[1] 福島大学共生システム理工学類（〒960-1296 福島県福島市金谷川 1）
E-mail: kawagoe@sss.fukushima-u.ac.jp (Corresponding Author)

本研究では，現況の被災状況に対して周辺環境から負荷される状況を分析するアプローチより，令和 4 年 8 月豪雨から生じたトラブルスポットと上流域環境の関係を検証する検討を進めた．具体的には，令和 4 年 8 月豪雨時に多く被災した山地と平地の境界付近に位置する橋梁部をトラブルスポットと設定し，上流山間部から流出される土砂，流木の負荷影響の検討を試みた．今回の結果は複数地点の上流域の環境場の差異に関して整理した結果を報告する．結果として，地質状況にも依存するが急傾斜度のコナラ群落領域は斜面崩壊による土砂，流木などの流出する可能性が高い傾向を得た．

Key Words: *Trouble spot, heavy rainfall, forest type, drift wood, sediment production*

1.　はじめに

2022 年 7～8 月は日本列島の日本海側で豪雨による被害が相次いで発生した．東北地方を参考にすると，8 月 1～6 日，8 月 8～13 日の豪雨事例が挙げられる．いずれも豪雨発生までのプロセスは類似しており，日本海から列島に延びた停滞した前線に南側から湿った空気が流れ込むことに由来したものである．こうした基本的なプロセスに加えて，海水温の上昇傾向や上空の偏西風の北上の遅れによる日本付近の梅雨前線の停滞，南西に張り出した太平洋高気圧などの影響も示唆されている．別途，梅雨期付近の数値気候モデルの結果を参考にしても，日本海側の豪雨パターンも増加することが示されており [1]，従来，列島では相対的に少雨傾向にあった地域での災害防止体制に留意する必要性が高まっている．図-1 は 2022 年までの東北地方の最大日降水量，発生年を示した図である．図を参考にしても近年になり，東北地方日本海側の豪雨が増加している傾向が見てとれる．

従来まで豪雨発生頻度が少なかった地域を考慮した場合，経験値で解析しきれなかった設計基準のインフラで明瞭な被害が生じる可能性が高い．こうした領域は，これからのトラブルスポットになり得るため，将来予測結果を反映した解析を進めることと同時に，現況の被災状況に対して周辺環境から負荷される状況を分析することも必要となる．

本研究では，現況の被災状況に対して周辺環境から負荷される状況を分析するアプローチより，令和 4 年 8 月豪雨から生じたトラブルスポットと上流域環境の関係を検証する検討を進めた．具体的には，令和 4 年 8 月豪雨時に多く被災した山地と平地の境界付近に位置する橋梁部をトラブルスポットと設定し，上流山間部から流出される土砂，流木の負荷影響の検討を試みた．こうした知見は，気候変動下で推進されている流域治水プロジェクト [2]における山間部の対策オプションの検出にも有効なものになり得る．今回の結果は複数地点の上流域の環境場の差異に関して整理した結果を報告する．

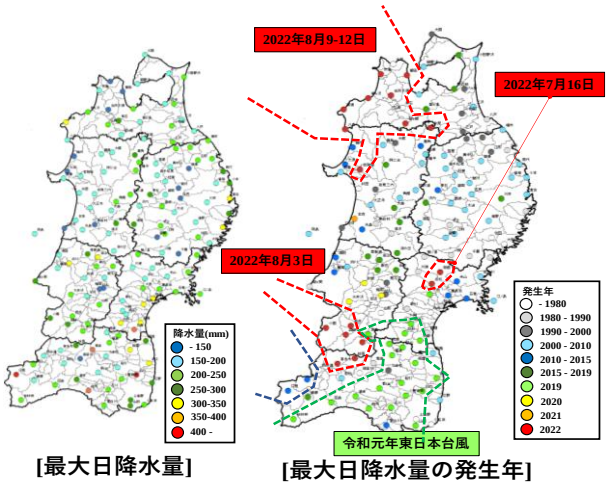


図-1　東北地方の最大日降水量，発生年

2. 研究対象

研究対象の領域は，2022 年 8 月豪雨により落橋被害の認められた中村川(青森県 ：2022 年 8 月 9-10 日落橋)，小白川(山形県：2022 年 8 月 3 日落橋)，濁川(福島県：2022 年 8 月 3 日落橋)の 3 ヶ所である(**図-2** 参照)．これらの対象領域を比較しながら，上流山間部から流出される土砂，流木の負荷影響に寄与する環境場の特徴を検討した．

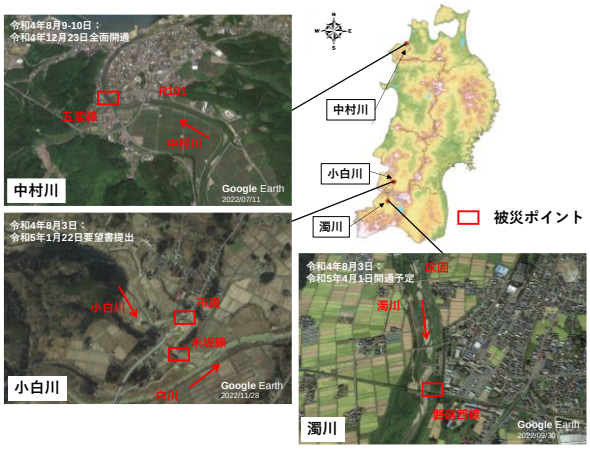


図-2 研究領域位置図

3. 解析方法，データセット

環境場の分析を進めるため，現地調査の他に，地形，地質，林相の数値地理情報，および衛星画像による被災前後の土地被覆情報をデータセットとして用いた．

地形の数値地理情報には，国土地理院より発行されている基盤地図 10m を用いた[3]．なお，このデータを用いて小流域の地形を抽出し，小流域単位で斜面傾斜度を求めた．地質の数値地理情報には，産総研から発行されているシームレス地質図 1/20,0000 を用いた[4]．林相の数値地理情報には，環境省により発行されている自然環境保全基礎調査の GIS データを用いた[5]．衛星画像による被災前後の土地被覆情報には Sentinel-2 により取得された衛星画像(空間解像度 10m×10m，2017 年)を用いた．主要目的として上流域からの負荷影響を求めるため，斜面崩壊現象による領域を中心に土地被覆を判読して情報を整備した．先行事例に準拠し[6]，斜面崩壊現象の生じた領域を森林・植生から裸地と仮定し，NDVI(正規化植生指標)の被災前後の減少差異より領域を抽出した．式は以下のとおりである．

$$NDVI = \frac{NIR - R}{NIR + R} \qquad (1)$$

ここで，R：衛星データ(可視域赤:Band4)の反射率，NIR：衛星データ（近赤外域:Band8)の反射率である．

地形，地質，林相の数値地理情報，および衛星画像による被災前後の土地被覆情報のデータを用いて，負荷影響を及ぼす斜面崩壊した領域がどのような環境場であったかを分析する方法で整理を進めた．

4. 現地調査結果

被災後 1 か月内にトラブルスポットとなった中村川，小白川，濁川(福島県：2022 年 8 月 3 日落橋)落橋付近を調査した．各河川の概要は以下の**表-1** に示すとおりである．

表-1 各河川の概要表

河川名	中村川	小白川	濁川
流域面積	149.0km2	約 53.5km2	167.9km2
被災状況	JR 五能線 橋脚傾き 線路破損	JR 米坂線橋 梁落橋 市道橋脚落橋	JR 磐越西線 橋梁落橋
被災時 総降水量(mm)	351.0 (鯵ヶ沢)	311.0 (高峰)	280.0 (喜多方)
被災地の流木	点在	多い	ほとんどなし
河道	大きく屈曲	河道屈曲	ほぼ直線
河床勾配(%) ※落橋 1km 上流側	0.052 (下流部)	0.813 (中流)	0.714 (中流部)
備考欄			床固

落橋した対象地域は統括すると降水量は約 300～350mm と近似しているものの，痕跡にあった流木数，河道の形状は異なる形状を示す．中村川(**写真 1** 参照)は周辺に山地分布するものの，流域全体として下流側に位置するため河床勾配が緩い．調査時に，破損した JR 五能線橋梁の現地，および直上流周辺に流木が点在しているものの，被災時の状況写真からは橋脚に流木が残存する写像も残されている．流木の閉塞により負荷がかかり橋脚傾き，破損が生じたと推測される．なお，周辺には 40cm の浸水痕跡が残されており，河道の外側へ越流した痕跡を残す土砂，流木も点在していることから外水の影響も示唆されている．小白川(**写真 2,3** 参照)は置賜白川の合流部付近で市道，JR 米坂線の 2 つの落橋が認められている．この周辺の河道線形は大きく屈曲しており現地，および直上流周辺に流木が多量に流出している．ただし，流木の残存と共に河道の周辺には大きな浸食痕跡が認められ，市道橋梁側は左岸側，JR 米坂線橋梁側は右岸側で痕跡が残されている．河道の形状に合わせた浸食により落橋しはじめた映像も存在し，浸食により落橋したことが示されている．濁川(**写真 4** 参照)は JR 磐越西線にて落橋が認められている．河川中央部にある橋脚が上流側へ洗堀され，下流に向けて橋脚が傾倒し，落橋した形跡が残される．なお，右岸側の橋脚にも洗掘が示されている．現地，および周辺には流木はほとんど見



写真 1　中村川 JR 五能線橋梁被害



写真 2　小白川市道橋梁被害



写真 3　小白川 JR 米坂線橋梁被害



写真 4　濁川 JR 磐越西線橋梁被害

当たらないものの橋梁付近には大量な土砂が堆積している．また，上部には床固工が整備されている．河道形状は直線であるが河床に堆積する土砂は複雑であり，大量の土砂生産が寄与して河床も勾配も変形して複雑な流下になった可能性を示唆する．この複雑な流下により，橋梁部付近で洗堀，および落橋に繋がった可能性も推測される．

これらの落橋，破損の現地の実績から異常出水によるトラブルスポットの被害は，急勾配部に関すれば，浸食，土砂堆積状況による河道変形により生じてしまう可能性を示している．上流側に関しては，相対的に河積も小さいため，異常出水の営力により河道の変形も生じやすい．こうした変形を防ぐためには，土砂生産を抑制させる対策を講じることが必要になる．あわせて，被害を防ぐためにはトラブルスポットの周辺や構造を補強することが望まれる．また，濁川では確認されなかったが，何らかのきっかけで河道変形やトラブルスポット事態に流木が影響していく可能性もある．中村川の事例が上流側でも生じる可能性もあるため留意が必要である．そのため，上流側で過剰な土砂生産，流木が生じない対応も講じていく必要がある．

４．上流域環境の検討結果

現地調査結果をふまえて，対象領域の上流域から負荷影響となる土砂生産，流木の発生起源となる斜面崩壊の環境場の比較検討を行った．

図-3 は中村川の分析結果である．中村川で斜面崩壊が生じたと推測される裸地化領域は，本川の右岸側中流部に集中する．この領域は火山泥麓扇状堆積物，岩屑なだれの地質を呈しており，主に森林帯でなく農用地として利用されている．そのため，森林帯の斜面から過剰な土砂生産，流木が生じたものではないことが示されている．プロセスとして，農用地周辺の土砂生産が流下と共に流出され，河川渓岸の樹林が流木化した可能性も示唆される．つまり，斜面崩壊などの負荷影響が少なかったと推測される．

図-4 は小白川の分析結果である．小白川で斜面崩壊が生じたと推測される裸地化領域は，小白川左岸側の支川である田代沢，足取沢に集中する．なお，右岸側で裸地化した領域も存在するが，当概地域は常緑針葉樹地域であり NDVI 変化大の領域になるため斜面崩壊による影響ではないことが有力である．田代沢，足取沢の地質は泥岩を呈している．明瞭な地質の脆弱性に関しての情報はないが，総じて急傾斜を成しており豪雨に伴い斜面崩壊しやすい条件になった可能性も示唆される．また，植生が特徴的であり，コナラ群落に裸地が集中する．コナラは列島に普遍的に分布するが，かつては薪炭材として利活用されており， 10～20 年周期で萌芽更新させていた経緯を持つ．当該地の詳細のコナラの状況を把握することが前提であるが，かつて，資源として人為的に植栽さ

れた領域と斜面崩壊への関連を検証することも必要といえる．

図-5 は濁川の分析結果である．濁川で斜面崩壊が生じたと推測される裸地化領域は，濁左岸側上流域に集中する．この領域の地質は左岸泥岩互層を呈している．明瞭な地質の脆弱性に関しての情報はないが，総じて急傾斜を成しており豪雨に伴い斜面崩壊しやすい条件になった可能性も示唆される．あわせて，植生は，小白川と同様にコナラ群落に裸地が集中する．こうした共通性からも，急斜面に人為的に資源として利用した森林帯の影響を考慮する必要がある．

これらの研究対象領域の環境場より，急斜面である農用地と資源として更新していた森林帯の条件が抽出された．山岳地であり過疎化して放棄していたことによる関与なども推測されるため，引き続き農用地，人為的な森林形成と土砂生産，流木の関与を当該地域で検証していく意向である．

５．現在までのまとめ

本研究では，現況の被災状況に対して周辺環境から負荷される状況を分析するアプローチより，令和４年８月豪雨から生じたトラブルスポットと上流域環境の関係を検証する検討を進めた．

現在までの結果として，トラブルスポットにおける被害主原因は共通していなかった．しかし，山岳地に近接した上流側に関しては，相対的に河積も小さいため，異常出水の営力により河道の変形も生じやすいことが負荷影響している可能性が示唆された．また，周辺の痕跡状況より，河道変形に加えて土砂生産，流木も影響を増幅する可能性も示唆された．あわせて，豪雨に伴う過剰な土砂生産，流木は山岳地急斜面の農用地，人為的な森林形成による土地利用が影響している可能性が分析結果より得られた．ただし，まだ確定できる緻密な状態まで把握されていないため，さらに追跡調査を進めていく必要がある．こうした地形，土地被覆の環境場の条件を解明し，トラブルスポットの保全，改善策を検討したい意向である．

謝辞：この研究は，国土交通省水管理・国土保全局河川砂防技術開発，気候変動適応研究プログラム 気候変動影響評価手法の高度化に関するプロジェクト 流域生態系管理による気候変動適応効果の評価 PJ2-4，科学研究費補助金(挑戦的研究 21K18785)の支援により実施された．ここに謝意を示す．

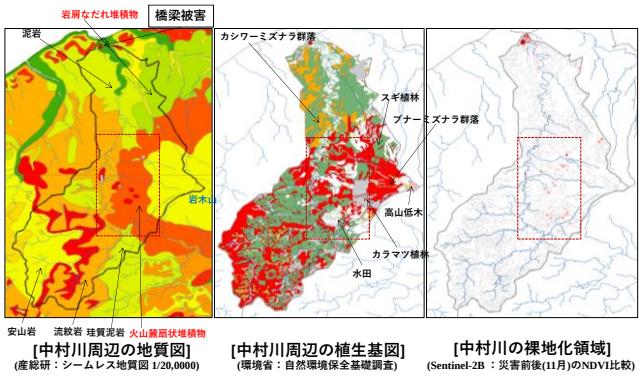


図-3　中村川分析結果図

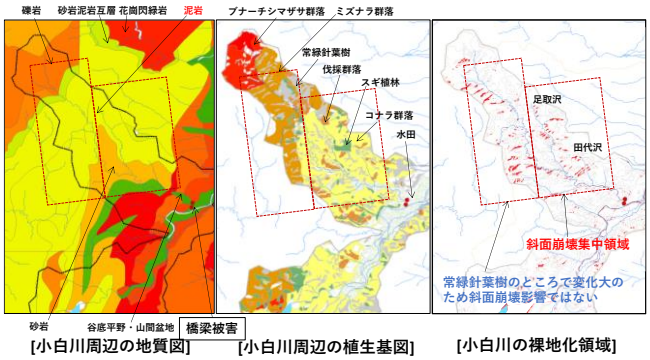


図-4　小白川分析結果図

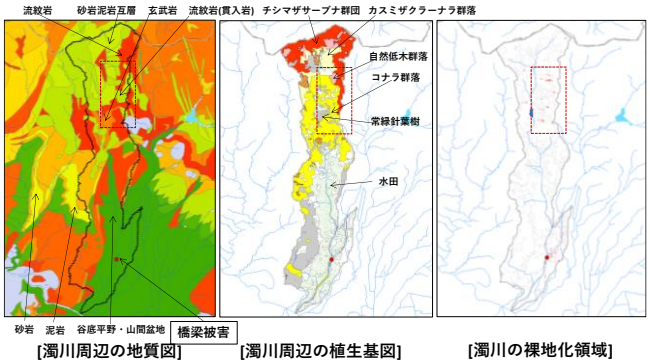


図-5　濁川分析結果図

参考文献

1) 中北英一，小坂田ゆかり：気候変動に伴う梅雨期集中豪雨と大気場の将来変化に関するマルチスケール解析，土木学会論文集 B1(水工学)，74 巻 4 号，pp.I_139-I_144，2018.
2) 国土交通省水管理・国土保全：流域治水プロジェクト，https://www.mlit.go.jp/river/kasen/ryuiki_pro/index.html, Site viewed:2023/07/26.
3) 国土交通省国土地理院：基盤地図情報ダウンロードサービス，https://fgd.gsi.go.jp/download/menu.php, Site viewed:2023/07/26.
4) 産業総合研究所地質調査総合センター：20 万分の 1 シームレス地質図，https://gbank.gsj.jp/seamless/, Site viewed:2023/07/26.
5) 環境省自然局生物多様性センター，自然環境調査 webGIS，http://gis.biodic.go.jp/webgis/index.html，Site viewed:2023/07/26.
6) 川越清樹，佐藤綺香，幡谷有翼，藪崎志穂：花崗岩類地帯のマスムーブメントの事例と化学組成の特徴の比較検証，土木学会論文集 B1(水工学)，78 巻 2 号，pp.I_913-I_918，2022.