

一般財団法人 北海道河川財団

R I C 研究助成成果報告会（令和6年度成果） プログラム（案）

日時：令和7年8月25日（月）9:15～12:00、13:10～16:10（予定）

場所：北海道河川財団 第1会議室（開場） ※Zoomによるリモート形式（会場聴講可能）

開会 9:15

1. 主催者挨拶 北海道河川財団 研究所長 清水 康行 9:15～ 9:20

2. 研究成果報告（◎：発表者）

（1）「降下火砕物堆積斜面を対象にした地震時崩壊の危険区域設定に資する

崩土流下範囲の予測回帰モデルの提案」 9:20～10:00

◎北海道大学 教授 笠井 美青

◎北海道大学 特任教授 山田 孝

（質疑応答）

（2）「降下火砕堆積物からなる自然斜面の合成開口レーダーによる危険度評価システムの開発」

10:00～10:40

◎室蘭工業大学 教授 川村 志麻

室蘭工業大学 助教 泉 佑太

（質疑応答）

（3）「斜面崩壊で荒廃した北海道の山地流域における地形変化、植生変化、土砂流出変化の実態解明」

10:40～11:20

◎石川県大学 教授 大丸 裕武

◎宮城教育大学 教授 古市 剛久

石川県立大学 特任教授 柳井 清治

（質疑応答）

（4）「複雑な横断形状を有する河道における高度な

音響トモグラフィシステムを使用した流量観測手法の開発」 11:20～12:00

◎金沢大学 助教 アルサワフ モハマドバセル

（質疑応答）

(5) 「実物大車輦実験に基づく洪水氾濫時の車両漂流条件の解明」 13:10~13:50

◎東京理科大学 教授 二瓶 泰雄
東京都市大学 准教授 小野村 史穂、
東京理科大学 助教 柏田 仁
九州工業大学 准教授 川尻 峻三
北見工業大学 教授 吉川 泰弘

(質疑応答)

(6) 「流域土砂動態の変化を考慮した急流河川の河床・流路変動特性の検討」 13:50~14:30

◎富山県立大学 准教授 久加 朋子
◎京都大学 准教授 山野井 一輝
◎広島大学 准教授 井上 卓也
寒地土木研究所 主任研究員 山口 里美

(質疑応答)

(7) 「個々の建物の強度を考慮した土石流による建物の破壊、非破壊予測と
宅地における土石流災害対策の検討」 14:30~15:10

◎京都大学 准教授 竹林 洋史

(質疑応答)

(8) 「石狩川水系の冬季における水資源量の高度観測と将来予測」 15:10~16:00

◎北海道大学 特任助教 岡地 寛季
北海道大学 教授 山田 朋人
北海道立総合研究機構 研究職員 大屋 祐太

(質疑応答)

○講評 16:00~16:10 (閉会)

降下火砕物堆積斜面を対象にした地震時崩壊の 危険区域設定に資する崩土流下範囲の予測回帰モデルの提案

Estimation of runout distance of co-seismic landslides in a region underlain by pyroclastic deposits

笠井 美青¹・山田 孝²

Mio KASAI and Takashi YAMADA

¹北海道大学大学院農学研究院 教授

²北海道大学大学院農学研究院 特任教授

要旨

2018年に発生した北海道胆振東部地震では、多数の斜面崩壊から崩土が長距離流下することで、斜面から離れた場所でも住居の破壊や人命の損失、田畑の損害、河道の閉塞などの甚大な被害が生じた。この崩土の多くは、現在設定されている土砂災害警戒区域外よりもかなり遠くまで到達したことが分かっている。本研究では、この地震で発生した154の斜面崩壊を対象に、地形、土壌、土地利用、地震に関する因子を考慮し、崩土の流下距離を応答因子とする回帰モデルを作成した。回帰モデルの単位として、崩壊域と集水域の2通りを採用した。崩壊域を対象とした回帰モデルでは、崩壊面積が最も重要な影響因子として特定された。崩壊面積が3,510 m²以上であれば、土砂災害警戒区域の上限である50 mを超える確率が高く、特に震源断層から8.2 km以内で集水面積が13,500 m²以上の場合、崩土は100 m以上流下した。集水域を対象とした回帰モデルでは、集水面積が最も影響力の大きい因子であり、9,400 m²以上であれば流下距離は50 mを超え、14,800 m²以上では110 m以上となった。また平均勾配と土地利用が重要な修飾因子として特定された。この結果は、崩壊発生前においても、集水面積を用いることで崩土の流下距離が推定できる可能性を示唆している。なお等価摩擦係数が0.3以下の領域では、実際の流下距離が期待値を上回る事例が多く、推定精度向上には中・小地震動時の泥水膜流による動摩擦係数の考慮が必要と考えられる。

〈キーワード：斜面崩壊；崩土；流下距離；回帰モデル；等価摩擦係数〉

降下火砕堆積物からなる自然斜面の合成開口レーダーによる危険度評価システムの開発

Development of risk assessment system using synthetic aperture radar (SAR) for natural slopes consisting of pyroclastic fall deposits

川村 志麻¹, 泉 佑太²
Shima KAWAMURA, Yuta IZUMI

¹室蘭工業大学 大学院工学研究科 教授

²室蘭工業大学 大学院工学研究科 助教

要 旨

平成 30 年北海道胆振東部地震では、厚真町を中心に多くの斜面崩壊が発生し甚大な被害が生じた。この斜面崩壊の一因として堆積している降下火山灰質土の存在とその特異性が指摘されている。本研究では、道央圏に広く分布している降下火砕堆積物からなる斜面の自然外力による危険度評価手法並びに斜面崩壊で発生する土砂流出量推定のための手法を開発する。はじめに、自然斜面を構成する降下火砕堆積物の特異性を把握し、それらが斜面崩壊の安定性および流動性に与える影響と、合成開口レーダー (SAR) の情報から得られた斜面内の水分量、地表面変位量に基いて、広域斜面崩壊危険度評価法の確立を目指す。本報告では、厚真町日高幌内川流域に分布する樽前降下火砕堆積物 (Ta-d) の地震時崩壊挙動および降雨時の崩壊時土壌水分量を模型実験より把握し、崩壊に至る土壌水分量を定量的に評価した。また、安平町の恵庭降下火砕堆積物 (En-a) からなる切土斜面において、新たに現地計測を開始し、気象変動に伴う間隙水圧挙動、土壌水分の変化を調査した。並行して、地上設置型 SAR の検証が行える霧立峠の地すべり斜面において、その適用性と課題を抽出した。

《キーワード：降下火砕堆積物；間隙水圧；土壌水分；合成開口レーダー；危険度評価》

斜面崩壊で荒廃した北海道の山地流域における 地形変化，植生変化，土砂流出変化の実態解明

Monitoring of changes in landform, vegetation and sediment discharge in a mountainous catchment disturbed by landslides in Hokkaido

大丸裕武¹・古市剛久²・柳井清治³

Hiromu DAIMARU¹, Takahisa FURUICHI², Seiji YANAI³

¹ 石川県立大学 生物資源環境学部 教授

² 宮城教育大学 防災教育研修機構 教授

³ 石川県立大学 生物資源環境学部 特任教授

要 旨

2018年北海道胆振東部地震に伴う斜面崩壊で生じた大量の土砂が斜面脚部及び谷底面に堆積した厚真川支流の東和川流域では、2024年8月27日に3時間で100mmを超える雨が降って2019年以来最大の出水が起こり、東和川は下流部で流路を変えた。この大出水イベントにより2024年の約8ヶ月間の積算土砂流出量は2019年以来の各年間流出量を上回った。厚真観測所の過去の雨量データを見ると日雨量100mmを超える豪雨イベントは49年間で11回記録されており、この規模及び頻度の大量出水イベントこそが流域スケールで地形を変化させ、大量の土砂を移動させていることが示唆された。一方、斜面スケールでは、2018年の斜面崩壊で生じた裸地斜面での植生回復が数年以上の時間を要しており、その間、裸地斜面からの土砂流出は収束しない状態が続いている。この状態を生むメカニズムを探るため、初冬季及び初春季に見られる霜柱クリープに焦点を当てた調査を昨年度から始め、本年はより詳細な画像で斜面表土の動きを記録したところ、時には地表の土砂粒が一晩の霜柱クリープで斜面下方へ約12cmも移動することが分かった。霜柱クリープは南斜面では初冬から初春にかけて2.5ヶ月～3ヶ月間断続的に発生するが、より冷涼な環境にあり初春季にも積雪が残る北斜面では初冬季の3～4週間のみ見られることが分かった。更に本年は、裸地斜面に形成されたガリー地形における土砂の埋積と運搬（ガリーの底部や側壁の侵食）を検討するために、ガリー中に簡易な土砂トラップを施設し、また斜面を定期的にドローンで空撮した。今後これらデータの解析を進めてガリーの地形変化と土砂流出を検討し、斜面と水系をつなぐ土砂の動きを説明することを試みていきたい。また、裸地化した斜面での植生回復過程に関しては、本年は航空写真判読及び現地調査から示された2018年と2023年の植生分布の違いから、木本および草本の分布の時系列的变化を定量化し、植生分布の変化と地形要因及び環境要因との関係を分析した。その結果、2018年時点で裸地斜面に残存していた木本（植生ブロック）が2023年の植生回復に重要な影響を与えたことが示された。

《キーワード：霜柱クリープ，ガリー侵食，植生回復，土砂流出，豪雨イベント》

複雑な横断形状を有する河道における高度な音響トモグラフィーシステムを使用した流量観測手法の開発

アルサワフ モハマトバセル¹

MohamadBasel ALSAWAF

¹ 金沢大学 理工研究域 地球社会基盤学系 助教

要 旨

河川工学設計において、河川流量記録の継続的かつ正確な計測は、最も重要な応用の一つである。近年の流速計測手法の進歩は、河川流量計測の信頼性と精度を飛躍的に向上させている。本研究では、常呂川における河川流量の長期観測を実施した。主要な目的は、極めて浅く狭い泥質河川における河川流量計測に対する河川音響トモグラフィーシステム（FAT）の適用可能性を検討することである。取得されたデータは、以下の三つの観点から詳細に分析された。第一に、音響トモグラフィーを用いた高度な観測スキームを実施された。第二に、複数の独立した流れ場データセットを用いた検証が行われた。第三に、二重音響周波数を用いた測定された。高度なモニタリング能力における新たな成果として、極めて浅い水深条件下での観測が記録された。すなわち、FATによる測定は可能であったものの、測定断面における最小水深は9 cm以上である必要性が示された。さらに、FATシステムは高水位時における流況のモニタリング能力も実証した。さらに、複数の独立した流量測定記録を用いることで、FATシステムによって測定された流量は、HADCPやSTIVといった高度な測定手法によって取得された記録と極めて良好な一致を示すことが証明された。また、その不確実性の範囲は非常に小さく、測定の信頼性が高いことが示唆された。さらに、高伝送周波数を用いることで、より短い波長が得られ、空間分解能および速度分解能の向上が可能となり、結果として望ましい測定精度が達成されることが判明した。しかしながら、高濃度の懸濁粒子が存在する環境下では、測定精度が著しく低下する傾向が見られた。対照的に、低伝送周波数を用いる場合は、より長い波長が得られるため、微細な変動に対する感度が低下し、測定精度が不十分となる可能性がある。しかしながら、高濃度の懸濁物質が移動する状況下においても測定を実施可能であるという利点が認められた。最終的に、伝播時間の原理に基づき、3つの水中音響システムをジグザグ状に設置することによる流向推定に関する知見を提供した。

《キーワード：常呂川；流量；流速；音響トモグラフィー；河床；流れ方向》

実物大車両実験に基づく洪水氾濫時の車両漂流条件の解明

Study on vehicle-drift conditions under flood inundation
based on full-scale vehicle experiments

二瓶泰雄¹・小野村史穂²・柏田仁³・川尻峻三⁴・吉川泰弘⁵

Yasuo NIHEI, Shiho ONOMURA, Jin KASHIWADA, Shunzo KAWAJIRI
and Yasuhiro YOSHIKAWA

- 1 博（工） 東京理科大学創域理工学部社会基盤工学科 教授
- 2 博（理） 東京都市大学建築都市デザイン学部都市工学科 准教授
- 3 博（工） 東京理科大学創域理工学部社会基盤工学科 助教
- 4 博（工） 九州工業大学大学院工学研究院建設社会工学研究系 准教授
- 5 博（工） 北見工業大学工学部地域未来デザイン工学科 教授

要旨

近年、豪雨災害が全国各地で頻発化し、水害時の車両利用による「車中死」は昨今の人的被害の特徴の一つと言える。本研究では、車中死の中でも車移動中に洪水氾濫流によって流される車両漂流（sliding）に着目し、実物の車両を用いた漂流実験を実施することで、車両漂流時の水理条件を明らかにすることを目的とする。ここでは、プロトタイプ的小型乗用車を使用した洪水流実験データの再解析と車両引張試験という2つの実物大実験を通じて、洪水状態における車両の滑り不安定性を調査する。洪水流実験では、サイドブレーキの影響を調べた。その結果、サイドブレーキを作動させないと転がり摩擦係数が1オーダーも減少し、ブレーキをかけた状態よりもかなり低い流速でslidingしやすいことが明らかになった。引張実験では、転がり抵抗係数は初期には高いが、車両が加速するにつれて急速に低い定常値に移行することが実証された。さらに、車両の力のつり合い分析より、洪水によって引き起こされる振動が、車両の流失に先立つ下流への変位を引き起こすことが示された。この研究は、洪水時の洪水流と車両応答の動的相互作用を定量化した最初の本格的な研究となっている。

《キーワード：豪雨；洪水氾濫；車両漂流条件；実物大車両実験》

流域土砂動態の変化を考慮した

急流河川の河床・流路変動特性の検討（2年目）

久加朋子¹・山野井一輝²・井上卓也³・山口里実⁴

Tomoko KYUKA, Kazuki YAMANOI, Takuya Inoue, Satomi Yamaguchi

¹ 富山県立大学大学院工学研究科 准教授

² 京都大学大学院工学研究科 准教授

³ 広島大学大学院先進理工系科学研究科 准教授

⁴ 国立開発研究法人 寒地土木研究所

要 旨

近年、将来気候における降雨特性や流量ハイドログラフの検討事例は全国的に蓄積されつつあるものの、それに応答した流域土砂動態の変化、およびそれに伴う急流河川における河床・流路変動特性の評価は依然として限定的である。特に、細粒成分を含む混合粒径場での流路変動や、地下水位の変動、上流・河岸からの土砂供給といった複合的要因が河岸侵食に及ぼす影響については、現象把握と数値モデルによる再現の両面で課題が残されている。本研究では、これらの課題解決を目的として、水路実験と数値解析を組み合わせた現象解析を行っている。2年目にあたる本年度は、(1) 直線・蛇行流路における混合砂礫の構成と出水応答に関する水路実験、(2) 透明砂を用いた地下水位変動を伴う河岸侵食挙動の観測・分析、(3) 流域スケールにおける土砂移動特性のシミュレーション解析を実施した。これらの成果により、急流河川における混合粒径場特有の流路変動様式や河岸侵食のプロセス、およびそれに対する数値モデルの再現限界と改善の方向性について一定の知見が得られた。以下は研究初年度に実施した内容であり、下記テーマについて報告する。

- (1) 網状流路における混合砂礫場の流路変動特性に関する水路実験（久加朋子・山口里実）
- (2) 透明砂を用いた河岸侵食の進行過程の実験的研究（井上卓也）
- (3) 美生川を対象とした流路変動・土砂移動シミュレーション（山野井一輝・久加朋子）

1. 蛇行流路における混合砂礫場の流路変動特性に関する

水路実験

久加朋子・山口里実

Tomoko Kyuka, Satomi Yamaguchi

富山県立大学工学部 准教授

国立研究開発法人 寒地土木研究所 主任研究員

要 旨

近年、全国各地の山地河川において、斜面・河岸崩壊や土石流に起因する大量の土砂流入による災害が増加しており、これらの土砂流入が河床・流路変動に与える影響の把握が重要な課題となっている。特に、崩壊地から供給される細粒を含む土砂の挙動を理解することは、急流河川における流路変動の解明に不可欠と考えられる。しかしながら、これらに関する基礎的知見は限られた状況にあり、本年度研究では大規模水路実験から一様粒径と混合粒径場における河床・流路変動特性の違いを詳細に把握するためのデータ取得を目的としている。久加・山口は、これまでに一様粒径条件下での網状流路における流路変動実験を実施し、砂州発達や樹木の影響など把握してきた。これらの水路実験データを比較対象データとし、本年度は混合粒径場を対象とした網状流路における水路実験を新たに1ケース実施した。実験は平衡給砂条件とし、8.5時間の通水を行った。なお、今年度は実験の設計・実施と基礎的な整理に重点を置いたため、河床・流路変動特性の定量的な分析については次年度に実施予定である。本稿では、今年度実施した水路実験の構成・手法・観測項目等の概要について報告する。

《キーワード：混合粒径，水路実験，河床変動，細粒土砂》

2. 透明砂を用いた河岸侵食の進行過程の実験的研究

井上卓也

Takuya Inoue

広島大学先進理工系科学研究科 准教授

要 旨

近年の気候変動に伴う豪雨の増加により、流路変動が橋梁被災を引き起こす事例が多発している。特に、洪水下降期における河川水位と地下水位の差が河岸侵食を促進する可能性が指摘されているが、その詳細なメカニズムの解明は進んでいない。本研究では、透明砂（トランスペアレントソイル）を用いた光切断計測法（LIF 法）による河岸侵食の進行過程の可視化と計測を試みた。本研究では、まず透明砂の基礎特性を整理し、LIF 法と組み合わせた計測手法（LIFiTS 法）を開発した。次に、水理模型実験を通じて、地下水位の変化が河岸侵食に与える影響を検討した。予備実験により適切な実験条件を設定し、本実験では地下水位の有無による河岸侵食の進行速度やパターンの違いを明らかにした。その結果、地下水位が高い場合、侵食速度が大きくなり、崩落が急激に進行する可能性が示唆された。本研究の成果は、河岸侵食メカニズムの理解を深めるとともに、河川管理や橋梁防災対策の基礎資料となる。今後は、取得したデータを基に光切断法による詳細な解析を行い、地下水位と水位の関係性についてさらに検討を進める予定である。

《キーワード：透明砂，河岸侵食，水理実験，地下水位》

3. 美生川を対象とした流路変動・土砂移動シミュレーション

久加朋子・山野井一輝

Tomoko Kyuka, Kazuki Yamanoi

富山県立大学工学部 准教授

京都大学防災研究所 准教授

要 旨

気候変動に伴う出水特性の変化は、流域スケールでの土砂動態に加え、河道内の植生分布や流路形態に中長期的な影響を及ぼす可能性がある。特に急流河川では、極端出水により生じる流砂過程と樹木動態との相互作用を通じて、河床・流路の変化が顕著となることが知られている。しかし、こうした現象を数値的にモデル化するためには、地形や地質特性に応じたパラメータの設定が求められる一方で、十分な観測データの整備が困難なケースも多い。そこで本研究では、北海道十勝川水系の美生川を対象に、観測が欠損している 2017 年以降の水と土砂の動態を再現するため、既存の流量・粒径分布データと地形情報を用いたパラメータ補完手法を適用し、流出パラメータ最適化および地形条件に基づく粒径分布推定を行った。さらに、iRIC Nays2DH へと動的樹木モデルを組み込み、一様粒径条件下での非定常 2 次元河床変動解析を実施した。その結果、砂州への樹木侵入と 2016 年豪雨災害での既往最大出水による流失過程を概ね再現できた。ただし、樹林化の進行速度や河床変動量に課題が残り、今後は樹木流失条件や河床材料構成の精査が必要であることが明らかとなった。

《キーワード：流域土砂動態，パラメータ最適化，河床・流路変動，樹木動態》

個々の建物の強度を考慮した土石流による建物の破壊・非破壊予測と 宅地における土石流災害対策の検討

Prediction of building destruction/non-destruction
due to debris flow, taking into account the bearing
stress of individual buildings and countermeasures
against debris flow disasters in residential areas

竹林 洋史¹

Hiroshi TAKEBAYASHI

² 京都大学 防災研究所 准教授

要 旨

建物の破壊を考慮した既存の土石流の数値シミュレーションでは、個々の建物の強度の違いは考慮されていない。そこで、精度良く建物の破壊・非破壊を予測するために、個別要素法による建物倒壊解析モデル wallstat (2010) を用いて様々な構造条件と土石流応力条件で建物の破壊解析を行い、土石流による建物破壊応力と建物構造条件との関係を明らかにした。また、建物の経年劣化による地震耐力の低下特性を参考にして土石流による建物破壊応力の経年変化も考慮した建物破壊モデルを土石流の数値シミュレーションモデルである iRIC-Morpho2DH に導入した。さらに、国土交通省都市局が有する個々の建物の築年数や構造条件を考慮した建物破壊条件を用いて土石流の数値シミュレーションを実施し、建物の全壊・部分破壊・非破壊の判定を行った。

《キーワード：iRIC-Morpho2DH；土石流；建物の破壊；建物破壊応力；数値シミュレーション》

石狩川水系における冬期の水資源量の高度観測と将来予測

岡地 寛季¹

Hiroki OKACHI

¹ 北海道大学大学院工学研究院 土木工学部門 特任助教

要 旨

積雪深や積雪相当水量（SWE）の観測は、水資源管理や雪崩リスク評価、気候モデルの検証において重要である。寒冷地では気温が氷点下となる期間が長く、降雪は積雪として地表に蓄積され、春の融雪期に大量の水資源として流出する。実際、石狩川水系では年間総流入量の約半分が融雪期に集中しており、積雪の量や性質を把握することは、流域内の水資源量把握、雪害のリスクマネジメントにおいて不可欠である。積雪は気象条件により雪質や層構造が変化し、融雪の流出特性や雪崩、交通障害などに影響を与える。雪質は降雪時の気温・湿度に依存し、「中谷ダイヤグラム（Nakaya, 1954）」が示すように結晶構造はこれらの条件で決まる。気候変動により降雪粒子の性質が変化する可能性もあるため、降雪および積雪の詳細な観測と分析が求められている。

本研究では、札幌市に設置したディストロメーターにより降雪粒子の物理特性を観測、および定山溪ダム上流域において積雪断面観測を実施した。さらに、乾雪・湿雪に対する沈降圧密モデルの比較を通じて、積雪密度と圧縮粘性係数の関係を導出し、SWE 推定の高度化を目指した。

■キーワード

《石狩川；降雪；積雪；融雪；断面観測；ディストロメータ》