

2026 年 2 月 16 日

報道関係者各位

国立大学法人筑波大学
国立大学法人兵庫教育大学
国立大学法人北海道大学

放棄された道路を斜面からの土砂供給量の推定に活用する手法を開発

レーザ測量機能を搭載したドローンを使って、数十年間使われていない道路（いわゆる廃道）に堆積した土砂の量を測量し、斜面からの土砂供給量を推定することに成功しました。土石流発生源での土砂供給量を推定する上で、この手法が役立つことが期待されます。

斜面からの落石による土砂供給量は、土石流の頻度や規模を決める重要な要素の一つですが、数十年間にわたる期間の土砂供給量を広範囲に推定することは簡単ではありませんでした。本研究では、放棄された道路（廃道）に着目し、廃道に堆積した土砂量を、レーザ測量機能を搭載したドローンを使って測量することにより、数十年間の土砂供給量を推定することに成功しました。

本研究チームは、静岡県と長野県の県境付近にある道路（静岡県道 288 号線）の通行止め区間を対象に、ドローンによる地形測量を実施しました。この道路は 1991 年に発生した災害によって通行不能となり、それ以降、道路上には斜面からの落石が堆積し続けています。対象の道路区間を分割し、各区間の斜面の地形条件と土砂供給量の関係を調べた結果、斜面の平均傾斜が大きくなるほど、また、斜面の面積が大きくなるほど土砂供給量が増加することが明らかになりました。これらの分析結果から、この地域の谷の源流部では、1 年当たりおおむね 70～93 m³ の土砂が供給されていることが推定され、数十年程度で土石流 1 回分に相当する土砂が蓄積する可能性があることが明らかになりました。

日本の山間部では、道路の付け替えなどにより、放棄された道路が増えています。これまでそれらの道路が活用されることはありませんでした。本研究成果を用いてそれらの道路などを調査することにより、土石流災害の予測につながる基礎情報の取得が進むことが期待されます。

研究代表者

筑波大学生命環境系

八反地 剛 准教授

筑波大学地球科学学位プログラム（研究当時）

原田 駿介

兵庫教育大学大学院学校教育研究科

小倉 拓郎 准教授

北海道大学大学院地球環境科学研究院

早川 裕式 准教授

研究の背景

山地では落石、斜面崩壊、地すべり、土石流^{注1)}などのさまざまな地形変動が発生し、それらは土砂災害の原因にもなっています。その中でも落石による斜面からの土砂供給量は、土石流の頻度や規模を支配する重要な要素の一つですが、それを直接計測することは簡単ではありません。これまでは、過去に生じた落石の規模や頻度を測定する方法として、落石を受け止める設備（トラップ）を使った定期的な観測、道路の点検記録、樹木の年輪に残された落石の痕跡などが使われてきました。トラップを用いることで落石による土砂供給量を比較的正確に求めることができるものの、装置の大きさには限りがあるほか、定期的な計測には労力がかかるため、観測を長期間広範囲で行うことは困難でした。また、その他の方法では、長期間の落石の頻度はわかるものの、それだけでは土砂供給量を推定できませんでした。

研究内容と成果

本研究では、静岡県と長野県の県境付近にある静岡県道 288 号線の通行止め区間のうち約 4.75 km の区間を対象に、レーザ測量機能を搭載したドローン（UAV LiDAR）^{注2)}による地形測量を実施しました。

この道路は日本列島の中で最も隆起速度が大きい赤石山脈南部の天竜川沿いに位置しており、道路の背後には急傾斜で起伏の大きな斜面が広がっています。1991 年に発生した災害によって通行不能となり、それ以降は斜面から供給された落石が道路上に堆積し続けています。地形測量では、対象の道路区間を 96 区間に分割し、各区間の地形条件と供給された土砂の堆積物の状況、土砂供給量との関係を調べました（図 1）。

その結果、道路の斜面側の平均傾斜が大きくなるほど、また、集水面積^{注3)}が大きくなるほど落石による土砂供給が活発になり、道路が土砂によって覆われやすくなる（図 2）ことがわかりました。また、集水面積 1 万 m² 以上の区間では、水流によって運ばれた土砂も堆積するようになり、2 万 6000 m² 以上の条件では、全ての区間において土石流や水流によって運ばれた土砂が堆積していることが明らかになりました。さらに、土砂供給量の分析結果に基づき、土石流の発生源になりやすい源頭部（谷の上流部）に相当する集水面積 1 万～2 万 m² の地形条件において、1 年間当たり 70～93 m³ の土砂が供給されていると推定しました。その結果、この地域の集水面積 2 万 m² の谷型斜面では、数十年程度で土石流 1 回分に相当する土砂が蓄積することがわかりました。

今後の展開

本研究によって、落石による斜面からの土砂供給量を広範囲に推定することが可能であることが明らかになりました。同様の方法は他の地域の廃道、鉄道の廃線跡などにも適用することが可能です。日本各地の山間部には多数の廃道・廃線跡が存在しており、それらを活用することで、各地の土砂供給量を推定することが可能になります。また、現在では日本各地で解像度の高い航空レーザ測量データも公開されつつあります。それらの高精細地形情報を用いれば、レーザ測量機能を搭載したドローンを利用せずとも、多くの地域で斜面からの土砂供給量を分析できるようになると考えられます。本研究チームは今後、今回の研究方法を日本各地に適用して、研究を進めていく予定です。

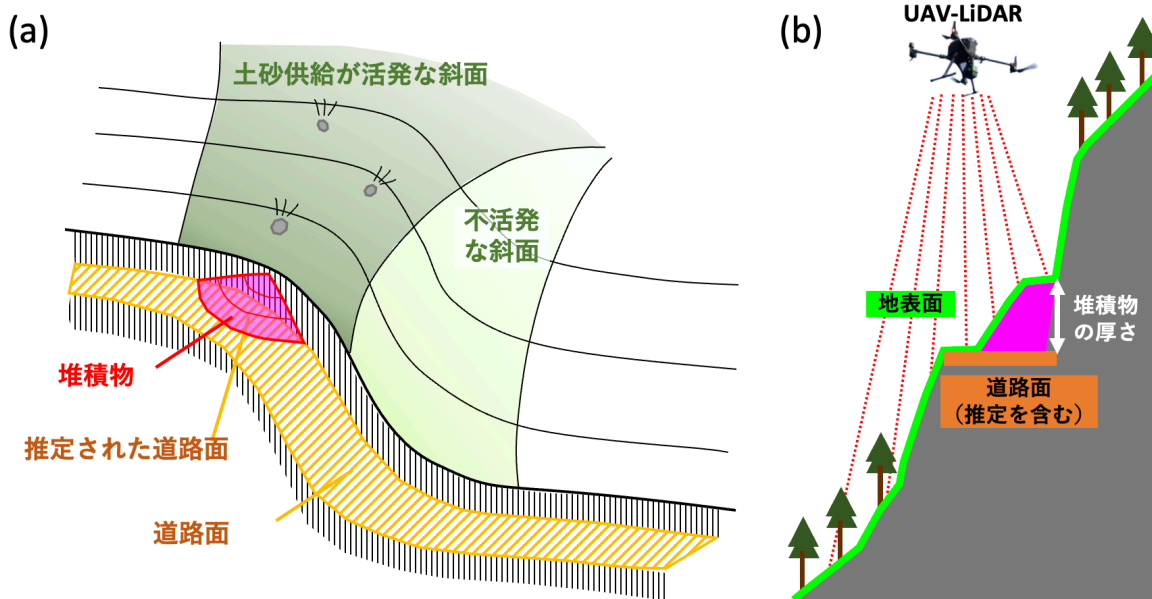


図1 本研究での測量に関する概要

左図(a)は道路の模式図であり、元の道路面に対して、堆積が生じている状況を模式的に示している。今回の分析では道路背後の地形条件に応じて、道路区間を複数に分割した。右図(b)では UAV-LiDAR を用いて道路面周辺の測量を行っている様子を示している。堆積物に隠れている元の道路面の高さを、周辺の堆積物に覆われていない道路面の標高から内挿して推定した。

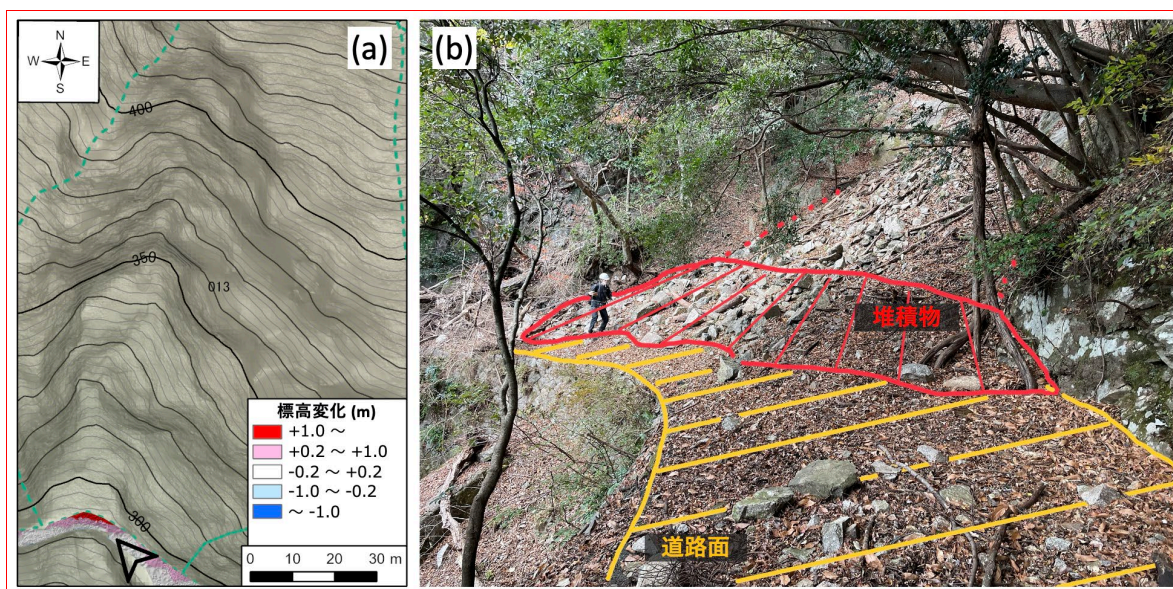


図2 実際の堆積状況を示す現地写真

左図(a)は堆積物の位置とその背後の地形を示した地図であり、元の道路面に対して、背後に急傾斜かつ集水面積の大きい斜面がある場合に、道路上に堆積が多く生じている状況を示している。右図(b)は、左図(a)の矢印の方向に現地の状況を撮影した写真であり、斜面から道路面上に多量の堆積物が供給されている様子を示している。

用語解説

注1) 土石流

斜面崩壊や溪流に堆積した土砂の流動化によって発生し、溪流沿いを流下する現象であり、土砂災害の原因の一つである。急傾斜な溪流に不安定な土砂が集積した地盤条件において、豪雨が発生した場合に生じるため、土砂供給量は土石流の規模や頻度に影響を与える要因の一つである。

注2) UAV LiDAR

レーザ測量 (LiDAR) 機能を搭載したドローン。測量に用いられるレーザ光は樹木の樹冠を通過できるため、樹冠に隠れていて可視光では見られない地表面の測量が可能である。本研究では、おおむね高度 80 m の上空からレーザ測量を行い、道路周辺で 1 m² 当たり平均 215.2 点の高精細測量を行った。

注3) 集水面積

斜面の形状はさまざまであり、谷のような形をした斜面では水や土砂が集まりやすい。集水面積とは斜面上のある地点あるいは区間の上方、上流側に含まれる面積であり、集水面積が大きい区間では水が集まりやすく、斜面崩壊や土石流が発生しやすくなる。

研究資金

本研究は科研費による研究プロジェクト (JP19H01371, JP22H00750) の一環として実施されました。

掲載論文

【題 名】 An abandoned road as a debris trap: Estimating debris-supply rate from steep slopes based on UAV-LiDAR DEMs

(土砂トラップとしての廃道：UAV-LiDAR DEM を用いた急斜面からの土砂供給量の推定)

【著者名】 S. Harada, T. Hattanji, T. Ogura, and Y.S. Hayakawa

【掲載誌】 *Geomorphology*

【掲載日】 2026 年 2 月 4 日 (オンライン先行公開)

【DOI】 <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2026.110193>

問い合わせ先

【研究に関すること】

八反地 剛 (はったんじ つよし)

筑波大学 生命環境系 准教授

TEL: 029-853-5687

E-mail: hattan@geoenv.tsukuba.ac.jp

URL: <https://trios.tsukuba.ac.jp/researcher/0000001096>

【取材・報道に関すること】

筑波大学広報局

TEL: 029-853-2040

E-mail: kohositu@un.tsukuba.ac.jp

兵庫教育大学広報室

TEL: 0795-44-2431

E-mail: office-koho@ml.hyogo-u.ac.jp

北海道大学社会共創部広報課

TEL: 011-706-2610

E-mail: jp-press@general.hokudai.ac.jp