2026 年ネパール岩石・氷なだれおよび土石流・洪水災害：速報調査報告

鄒青穎 [1] (tsou.chingying@hirosaki-u.ac.jp), 檜垣大助 [2] (dhigakijphu@yahoo.co.jp), 小岩直人 [3] (koiwa@hirosaki-u.ac.jp), 八木浩司 [4] (trans_himalaya@me.com), 千木良雅弘 [5] (chigira@fgi.or.jp), 高橋未央 [6] (soumi.ho22@gmail.com), Shanmukhesh Chandra Amatya[7] (amatyasc@gmail.com), Subodh Dhakal[8] (dhakalsubodh@gmail.com)

1 弘前大学農学生命科学部
2 奥山ボーリング株式会社
3 弘前大学大学院地域共創科学研究科
4 日本工営株式会社
5 深田地質研究所
6 岩手大学教育学部
7 Nepal Development Research Institute
8 Department of Geology, Tri-Chandra Campus, Tribhuvan University

ハイライト

- 衛星画像を用いることで、2026 年ネパール災害状況の把握を行った。
- 本災害は、氷河・岩盤の複合的な崩壊と土砂を多く含む洪水からなる連鎖的災害であった。
- 氷河の後退と亀裂の発達した岩盤が、斜面崩壊を生じやすい状態にしていた可能性がある。
- 本災害は、大規模な地形変化、インフラ被害、および二次災害を引き起こした。

1. 概要

2026 年 8 月 26 日、ネパール・中国国境付近で、大規模な岩石・氷なだれと、それに伴う鉄砲水災害が発生した。この災害は、高標高域の氷河末端付近で発生した大規模な斜面崩壊を起点とする。この崩壊では、マグニチュード 5.2 の地震に匹敵する規模のエネルギーが放出された（USGS, 2026）。崩壊によって生じた氷、岩石、土砂、水からなる大量の崩壊物は Bhote Koshi 川に流入し、急速に下流へ流下した。その過程で土砂を多量に含む洪水へと変化し、Trishuli 川流域の集落、道路、橋梁、水力発電施設などに甚大な被害をもたらした（例えば、USGS,

2026）。

このような、高標高域で発生した岩石・氷なだれが下流域の洪水や土砂災害へと発展する連鎖的な災害は、近年、ヒマラヤ地域をはじめとする山岳地域で注目されている。例えば、2021 年にインド・ヒマラヤで発生したチャモリ災害では、大規模な岩石・氷なだれが高速の土砂流・洪水へと変化し、下流域に甚大な被害と多くの犠牲者をもたらした（Shugar et al., 2021）。また、2015 年にネパールのランタン谷で発生した地震誘発型の岩石・氷なだれは、急峻で氷河に覆われたヒマラヤ山岳地域が、大規模な岩石・氷塊の崩壊に対して脆弱であることを示した（Lacroix, 2016）。2024 年 8 月 16 日、ネパール・クンブ地域のタメ村では、連鎖的な氷河湖決壊洪水（GLOF）による大規模な災害が発生した。この災害は、上流側のンゴレ・チョー（Upper Ngole Cho）に岩石なだれが流入したことをきっかけに始まった。岩石なだれの流入によって衝撃波が発生し、その影響で下流側の氷河湖が決壊した。その結果、破壊力の大きい洪水と大量の土砂を含む流れが発生し、タメ村に甚大な被害をもたらした（Maharjan et al., 2025）。さらに、2025 年には、スイス・ブラッテンにおいて大規模な岩石・氷なだれが発生した（Farinotti et al., 2025; Yang et al., 2025）。この事例では、崩壊した岩盤が氷河上に堆積したことで氷河が不安定化し、その約 8 日後に大規模な岩石・氷なだれが発生した。この時間的な猶予により住民の避難が可能となり、約 300 人の人命が救われた。この事例は、大規模崩壊の前兆を把握し、早期避難につなげることの重要性を示している。

今回の 2026 年ネパール災害も、岩盤と氷河氷の両方を含む高標高域での斜面崩壊を起点とし、その後、岩屑なだれ、土砂流、そして下流域の大規模な洪水へと発展した連鎖型災害と考えられる。その影響は発生源周辺にとどまらず、下流約 100 km を超える広い範囲に及んだ。本報告では、衛星画像を用いて実施した本災害の速報的な発生状況評価結果を示す。解析対象は、ネパール・中国国境付近の発生源から、カトマンズ北西約 30 km に位置する Mairetar までの河川沿いの被災地域とした。Mairetar より下流については、利用可能な衛星データが限られていたため、本解析の対象外とした。

本評価で作成した GIS データは、今後の災害対応、救助、復旧および復興活動に活用できるよう提供することを予定している。データの利用を希望する場合は、筆頭著者までお問い合わせいただきたい。最後に、本災害によって被害を受けたすべての方々に対し、心よりお見舞い申し上げるとともに、犠牲となられ

た方々に深い哀悼の意を表する。

2. 調査方法

本研究では、衛星画像を用いて本災害の速報的な評価を行った。災害発生前後の衛星画像を比較し、河道や周辺地形の変化、および被災範囲を把握した。災害発生前の画像には、Microsoft Bing および Google Earth で利用可能な衛星画像を使用した。一方、災害発生後の画像としては、2026 年 8 月 27 日に取得された Planet 画像（OpenAerialMap（https://map.openaerialmap.org）からダウンロード）、欧州宇宙機関（ESA）が公開した Sentinel-2 画像（https://www.esa.int/Applications/Observing_the_Earth/Copernicus/Sentinel-2/Nepal_flash_flood_imaged_by_satellites）、および Landsat 9 衛星画像（Soar（https://soaratlas.com/）から取得）を使用した。これらの画像を用いて、岩石・氷なだれの発生源と考えられる範囲を特定するとともに、被災範囲を抽出した。また、地形や河道の変化を比較することで、災害の発生から下流への流下に至るまでの過程や、その連鎖的な発生メカニズムについて検討した。さらに、QGIS を用いて、集落、道路、橋梁、水力発電施設などの位置情報を被災範囲に重ね合わせ、被害の分布および被害範囲を評価した。ただし、本解析結果には、使用した衛星画像の空間分解能や撮影時期に起因する不確実性が含まれる。また、雲によって一部の被災地域が確認できなかった可能性もある。そのため、本報告で示す被害状況や被害件数は、速報的な評価結果として位置付ける必要がある。

3. 結果

3.1 災害発生前の状況と推定される崩壊過程

3.1.1 発生源周辺の地形的特徴

発生源は、標高約 5,060 m に位置する氷河末端部の急峻な山岳斜面にある（Fig. 1）。この斜面は氷河とその下に分布する岩盤から構成され、高い比高と急傾斜を特徴とする。発生源の最大幅は約 1.8 km であり、その直下の初期流下域を含めると、対象範囲の面積は約 7.8 km^2に及ぶ。また、この地域には急峻な斜面と狭く閉塞された谷地形が発達している（Fig. 1）。

災害発生前の Google Earth 画像を確認したところ、氷河末端付近には小規模で浅い氷河湖が存在していたと考えられる（Figs. 1a and 2）。この湖の下流側には、

モレーンやティルからなる扇状の堆積地形が Bhote Koshi 川の本流谷に向かって広がっていた。また、氷河末端付近には、氷河の流動速度の違いや局所的な変形に関連すると考えられる段差状の地形が確認された（Fig. 3）。さらに、氷河末端直下に露出した岩盤上にも小規模な段差状地形が認められた。衛星画像のみからこれらの地形の成因を特定することは困難であるが、大規模崩壊の発生前から局所的な斜面変形や変位が生じていた可能性を示している。

3.1.2 岩盤構造と斜面の不安定化要因

発生源周辺では、複雑な岩盤地形と多数の構造的不連続面が確認される。特に、2 つの岩盤ブロックが張り出すような形状を形成しており、その側部は氷河の侵食によって削られているように見える（Fig. 4）。このような氷河侵食による削り込みは、岩盤ブロックを側方および下方から支えていた部分を弱め、岩盤の安定性を低下させた可能性がある。また、露出した岩盤には連続性の高い亀裂が多数認められ（Fig. 5）、斜面内部に既存の構造的不連続面が発達していたことが示唆される。これらの岩盤表面は、単純な氷河の研磨作用によって形成されるような一様で平滑なものではなく、多数の亀裂をもち、凹凸の大きい不規則な形状を示している。

このような岩盤の状態は、氷河底面による摩耗や局所的なプラッキングだけでなく、節理や層理面などの地質構造に規制された岩盤の剥離、凍結破砕などの周氷河環境における風化など、複数の作用が重なった結果である可能性がある。これらの作用によって、岩盤は長期的に風化・破砕され、徐々に不安定化していたと考えられる。さらに、既存の亀裂や層理面は、融雪水や氷河融解水が岩盤内部へ浸透する経路となった可能性がある。水の浸透は、亀裂や層理面に沿った岩盤の風化や強度低下を促進し、斜面の不安定化につながった可能性がある。一部の亀裂に見られる褐色の変色（Fig. 5）については、水と岩石の相互作用に伴う酸化を示している可能性もあるが、この点については今後の現地調査による確認が必要である。

3.1.3 氷河の変形と進行的な不安定化

氷河自体にも活発な変形を示す特徴が認められる。氷河表面には顕著なクレバスが発達しており、氷河末端部の力学的な不安定化に関係していた可能性が

あり、氷体の一部が崩落や分離を起こしやすい状態にあった可能性がある。また、近年の氷河後退や氷厚の減少も、斜面の不安定化に重要な役割を果たした可能性がある。氷河が薄くなることは、それまで周辺の岩盤斜面を支えていた氷体による力学的な支持作用を低下させる可能性がある。このような氷体による支持の減少に加え、氷河侵食、岩盤中の亀裂や層理面、凍結・風化作用、融雪水や融氷水の浸透などが複合的に作用し、崩壊発生前から斜面を徐々に不安定な状態へと変化させていた可能性がある。

3.1.4 前兆現象と推定される崩壊メカニズム

現地住民からの情報によると、本災害の発生前約 4 日間にわたり、濁流が確認されていたとの情報がある。ただし、この情報については今後の詳細な確認が必要である。考えられる一つの可能性として、この期間に氷河末端周辺で小規模な崩壊が繰り返し発生していたことが挙げられる。これらの崩壊によって発生した土砂や岩石が小規模な氷河湖に流入し、住民によって確認された濁流につながった可能性がある。

これまでに確認された地形・地質的特徴を総合すると、今回の大規模災害は、氷河と岩盤の両方が関与する複合的な崩壊によって発生した可能性がある。氷河の継続的な後退や薄層化によって氷体による支持が失われ、その下部や周辺の岩盤斜面が不安定化した可能性がある。一方、岩盤内に発達していた亀裂や層理面は、崩壊面となり得る弱面として機能した可能性がある。最終的な大規模崩壊では、氷河末端部とその下に位置する岩盤が大規模に崩壊したと考えられる。ただし、氷河と岩盤が同時に崩壊したのか、あるいは短時間のうちに連続して崩壊したのかについては、現時点では明らかではない。

崩壊後、氷、岩石、土砂からなる崩壊物は急速に斜面を流下した。その過程で、周囲の岩盤由来の土砂や堆積物、さらに水を取り込みながら規模を拡大したと考えられる。急峻な地形と U 字谷による閉じ込められた谷地形は、崩壊物の高速な流下を促進し、大量の物質を効率的に下流の河道へ移動させた可能性がある。この流動体は標高約 2,930 m 付近で Bhote Koshi 川の主流路に到達した後も、高い流動性を維持したまま下流へ流下した。その過程で河道や河岸を大きく侵食するとともに、さらに土砂を取り込み、運搬・堆積を繰り返した。その結果、下流の河道や周辺地形は大きく改変された。

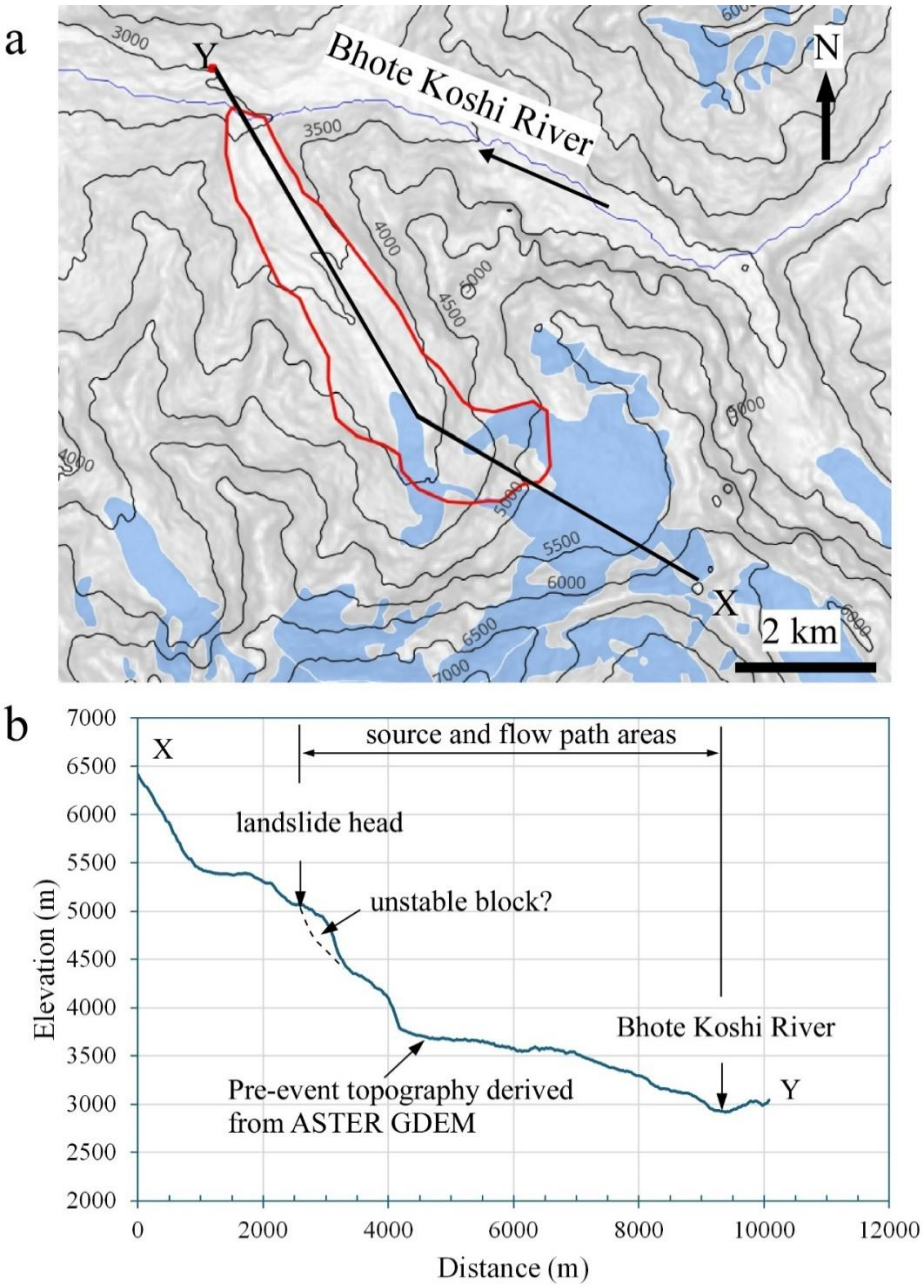

Fig. 1　2026 年岩石・氷なだれの発生源と流下経路の災害前の地形。(a) 崩壊発生源と初期流下経路（赤色ポリゴン）を示す地形図。X–Y 間の黒線は、縦断地形図の測線を示す。青色ポリゴンは、Pfeffer et al. (2014) に基づく氷河域を示す。等高線と背景の傾斜量図は、ASTER Global Digital Elevation Model（GDEM）から作成した。(b) X–Y 測線に沿った縦断地形図。崩壊頭部と、崩壊前に存在していたと推定される不安定な岩塊の位置を示す。

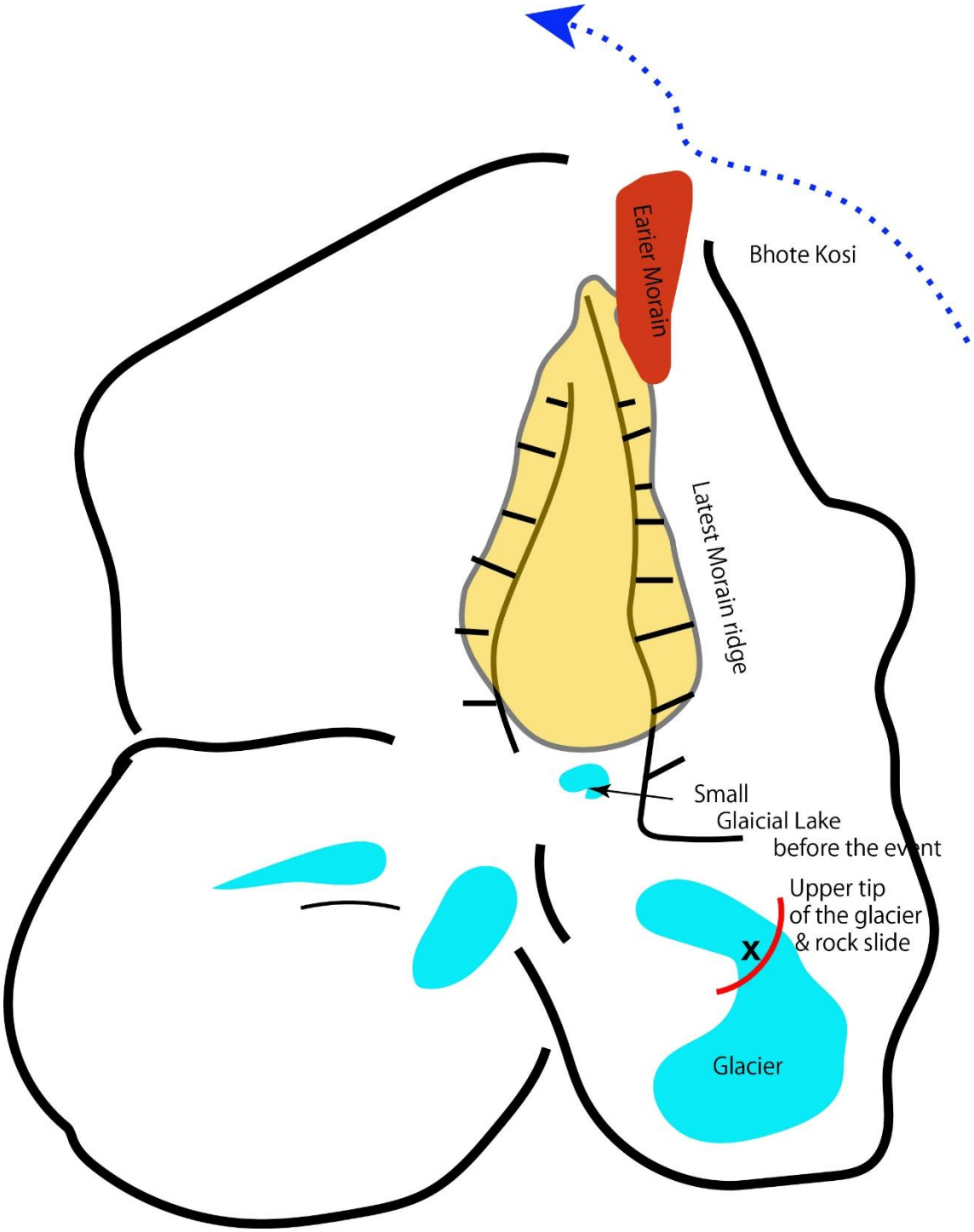

Fig. 2 2026 年岩石・氷なだれの発生源と初期流下経路の災害前の Google Earth 画像。下図の模式図は、地形や各部分の位置関係を示すもので、縮尺は正確ではない。

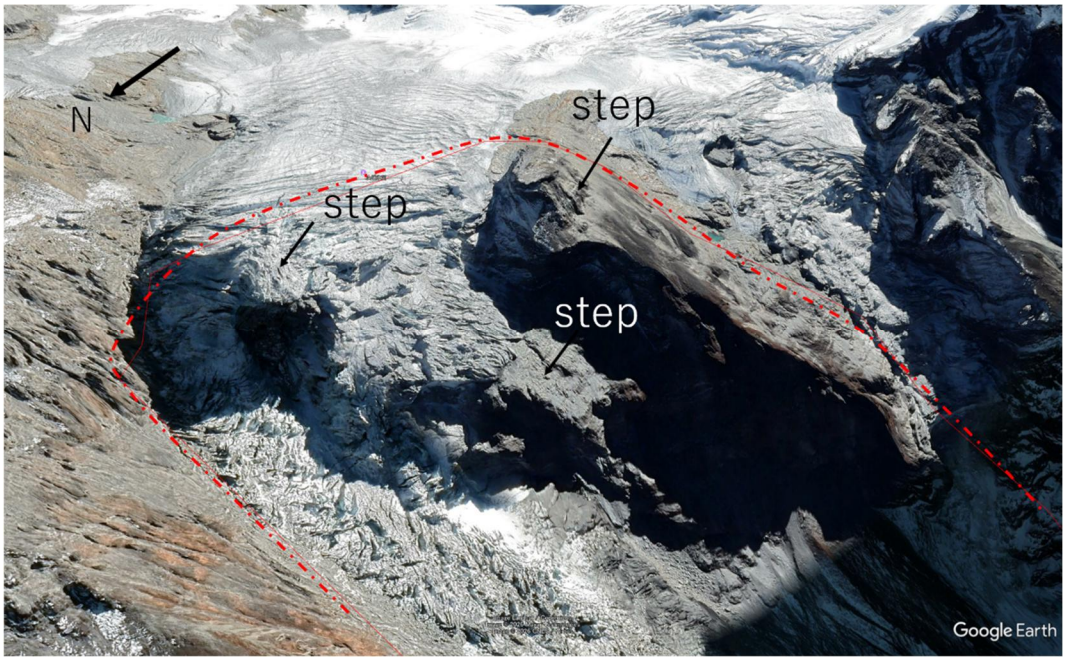

Fig. 3　2026 年岩屑・氷なだれ発生前の発生源周辺の地形。赤色の破線は、2026 年の岩石・氷河なだれの発生源域を示す。（2020 年 11 月 28 日に撮影された Google Earth 画像）

（注： 2026 年 9 月 9 日に公開した速報調査報告書では、写真の撮影地点に誤った情報が含まれていたため、図 3 を修正しました。）

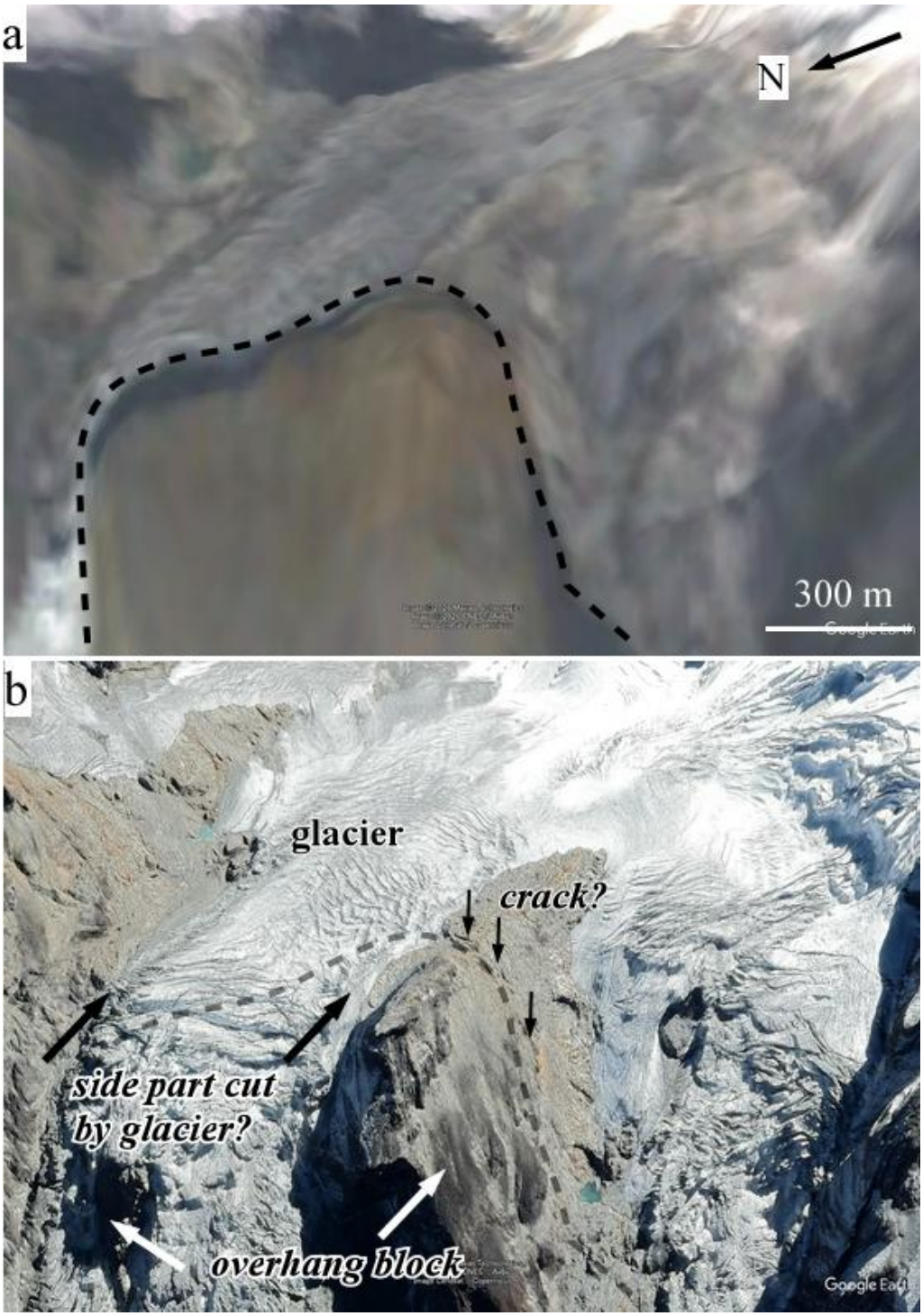

Fig. 4 災害前後の崩壊発生源周辺の拡大画像。(a) 災害後に撮影された Landsat 9 衛星画像（Soar (https://soaratlas.com/)より入手）。(b) 災害前の状況を示す 2017 年 12 月 1 日の Google Earth 画像。黒色の破線は、今回の崩壊範囲を示す。

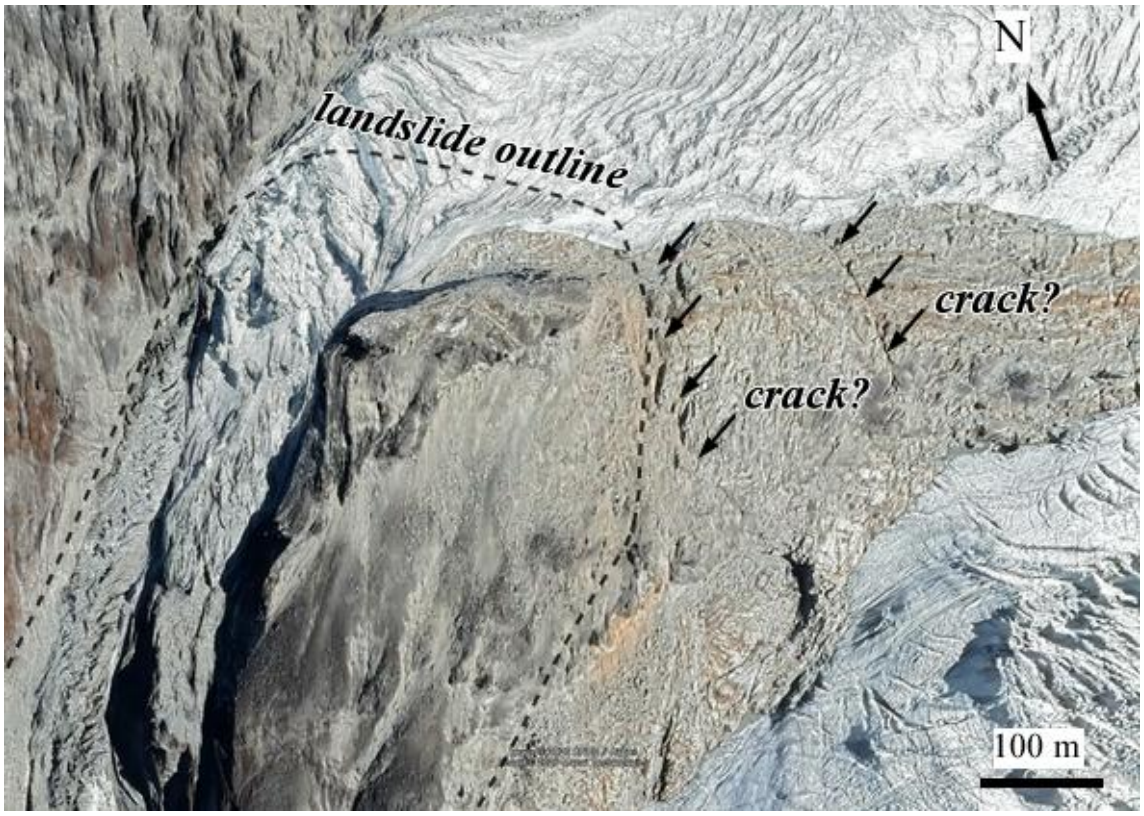

Fig. 5 災害前の崩壊発生源周辺の拡大画像（2017 年 12 月 1 日の Google Earth 画像）。露出した基盤岩には、連続した亀裂が発達している。亀裂に沿って岩盤が褐色に変色しており、強い風化が進んでいた可能性がある。

3.2 堰止め湖の形成と二次的な斜面崩壊

3.2.1 上流側の堰止め湖の形成

崩壊発生源の直下および Bhote Koshi 川の U 字谷と V 字谷の合流部付近には、その後、2 つの堰止め湖が形成された（Fig. 6）。これらの湖は、初期の大規模崩壊直後には確認されていなかった。8 月 28 日に取得された衛星画像によると、上流側の堰止め湖は長さ約 600 m、幅約 400 m、面積約 19 万 m²であった。一方、下流側の堰止め湖は長さ約 900 m、幅約 260 m、面積約 12 万 m²であった。

上流側の堰止め湖については、土砂の堆積状況から、その形成過程を推定した。今回の崩壊によって発生した大量の土砂は、新期モレーン内に形成された谷の中流から上流部にかけて広く堆積していた。このことから、谷の上流部に堆積した土砂が水の流れを妨げ、その上流側に水が溜まることで堰止め湖が形成され

たと考えられる。

3.2.2 モレーン地形と流動体の相互作用

U 字谷と V 字谷の合流部付近には、旧期モレーンに連続すると考えられるモレーン状の地形が存在し、本流と支流を隔てている。この地形は東西方向に延びる尾根状の形態を示し、主河道の谷底からの比高は約 150 m、最大幅は約 300 m に達する。発生源から流下した土砂流は北方向へ流下し、この尾根状のモレーンを乗り越えたと考えられる。その後、流動体は対岸にあたる北側斜面を駆け上がり、谷底から約 300～400 m の高さまで到達したと推定される（Fig. 6）。これらの地形的痕跡は、今回の流動体が極めて高い流動性を有していたこと、また、谷壁を大きく駆け上がるほどの高い運動エネルギーを持っていたことを示している。

3.2.3 二次的な斜面崩壊と下流側堰止め湖の形成

合流部の西側には、面積 34 万 m^2を超える大規模な二次的斜面崩壊が確認された（Fig. 6）。8 月 27 日に取得された衛星画像では、この斜面は植生に覆われており、明瞭な崩壊地は確認されなかった。一方、8 月 28 日の衛星画像では、新たな崩壊地が明瞭に確認された。このことから、この斜面崩壊は 8 月 27 日から 28 日の間に発生したと考えられる。この時間的な関係から、この崩壊は 8 月 26 日に発生した上流域の初期崩壊によって直接形成されたものではない可能性が高い。むしろ、8 月 26 日の洪水および土石流の通過後に、斜面が徐々に不安定化した結果として発生した二次的な崩壊である可能性がある。具体的には、洪水・土石流の通過時に右岸山地斜面の下部が大きく侵食され、斜面の基部が削られたことで安定性が低下した可能性がある。その後、斜面の不安定化が進行し、8 月 27 日から 28 日の間に大規模な崩壊が発生したと考えられる。この二次的な崩壊によって発生した大量の土砂は、本流を部分的または完全に閉塞し、下流側の堰止め湖の形成に寄与した可能性がある。この一連の過程は、本災害におけるもう一つの連鎖的な災害プロセスを示している。すなわち、最初の岩石・氷なだれによって発生した高速かつ高エネルギーの土砂の流れが、河道や谷壁を侵食し、その後の斜面崩壊を誘発した。さらに、その二次的な崩壊による土砂が河道を閉塞することで、新たな堰止め湖が形成された可能性がある。

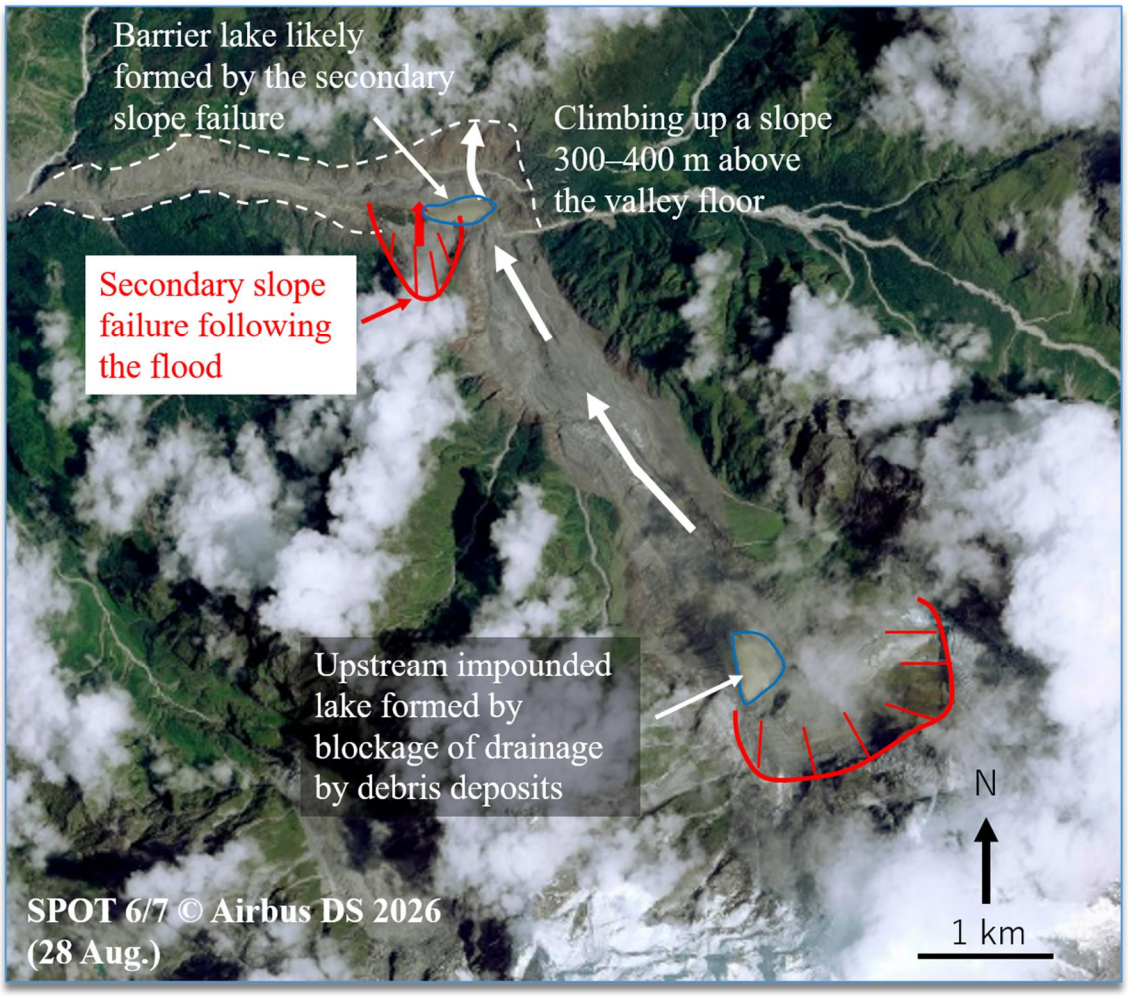

Fig. 6　2026 年の災害後に形成された上流側・下流側の堰止湖と、二次的な斜面崩壊の発生状況。衛星画像は 2026 年 8 月 28 日に撮影され、Airbus Intelligence(https://space-solutions.airbus.com/)から入手した。

3.3 下流域における地形変化とインフラへの影響

3.3.1 河道の拡幅、侵食および土砂堆積

画像解析の結果、被災した河川沿いでは、浸水、河岸侵食、河道の拡幅や側方移動、さらに広範囲にわたる土砂の堆積など、大規模な地形変化が確認された。河岸侵食によって河道が大きく拡大する一方、大量の土砂が河道内や周辺の氾濫原に堆積し、災害前の河道形状を大きく変化させた。

Syaphru Besi（標高約 1,430 m）から Trishuli（標高約 530～540 m）までの約 40 km の Trishuli 川を対象に、災害前後の河道幅を比較した（Fig. 7）。その結果、すべての測定地点で河道幅の拡大が確認され、平均すると災害前の約 4.5 倍となっ

ていた（Table 1）。河道の拡幅程度は地点によって異なり、谷の形状や侵食・堆積に関与する土砂量の違いを反映していると考えられる。

急峻な岩盤斜面に囲まれた狭い V 字谷においても、河道幅は災害前の約 1.7～7 倍に拡大していた。これらの区間では、大量の土砂の堆積により河床が大きく上昇したと考えられる。災害前後の地形を比較すると、一部の V 字谷では、河床が災害前より約 40～80 m 上昇した可能性がある。この V 字谷区間は約 20 km にわたり、標高差は約 630 m、平均河床勾配は約 2°である。このような比較的に急勾配で狭い谷であっても、今回の高速かつ大量の土砂を含む流れは、多量の土砂を運搬し、谷内に、一時的かもしれないが堆積させたと考えられる。

また、この高エネルギーの流れは、河床や河岸だけでなく、谷壁の斜面にも著しい侵食を引き起こした。通常の河川流では到達しない高い位置に生育していた樹木が斜面から剥ぎ取られていることから、今回の流れが極めて高い位置まで達したことが示唆される。さらに、谷壁の侵食によって新たな土砂や樹木が流れに取り込まれたことで、流下するにつれて流動体の規模が拡大し、その侵食力も増大した可能性がある。

3.3.2 下流域の氾濫と河道の変化

Betrawati より下流では、土砂を多量に含む洪水流が狭い谷から周辺へ広がり、河岸段丘面や谷底平野にまで氾濫した。Trishuli Bazar では、洪水流とともに運搬された土砂が、通常の河川水位より 15 m 以上高い地点まで到達したと考えられる。上流から運搬された大量の土砂が河道内に堆積して河床を上昇させたことで、その後に流下した水や土砂を含む流れが河道内に収まりきらず、谷の両側へ広がった可能性がある。このような河床上昇と流れの拡大が、河岸侵食や河道の側方移動を促進したと考えられる。また、比較的勾配の緩い支流では、本流から流入した水や土砂が一時的に上流方向へ逆流し、支流内に土砂を堆積させた地点も確認された。ただし、8 月 27 日に取得された衛星画像で確認した範囲では、支流における明確な河道閉塞は認められなかった。これらの結果から、下流域の被害は、初期の洪水規模だけによるものではなく、流下に伴う河道の変化や土砂堆積、河床の上昇によって、さらに拡大したと考えられる。すなわち、流下過程そのものが河道や地形を変化させ、その変化が後続する流れの挙動や被害範囲に影響を与えた可能性がある。

3.3.3 集落およびインフラへの被害

今回発生した大規模な地形変化は、沿川の集落やインフラにも甚大な被害をもたらした。河道の拡大や土砂の氾濫により、周辺の集落、農地、道路、橋梁、水力発電施設などが被災した（Figs. 8 and 9）。衛星画像を用いた解析では、少なくとも 2,587 棟の建物、21 か所の橋梁、12 か所の吊橋、および 7 か所の水力発電施設が被害を受け、または破壊されたことが確認された。

道路については、本解析では詳細な被害状況の抽出を行っていないものの、衛星画像から広範囲で道路網が寸断されていることが確認された。Trishuli 3A Hydroelectric Project から Syaphru Besi までの区間では、Trishuli 川左岸の比較的高い位置に道路が整備されている。一方、Syaphru Besi から Trishuli 3A 取水施設までの区間では、河道に近い谷壁下部にも道路が整備されており、その一部は 2015 年のゴルカ地震以降に建設されたものと考えられる。これらの道路の一部は、災害前の河床から約 50～100 m 高い位置にあるにもかかわらず、今回の洪水や土砂流の到達範囲の上限付近に位置していた。このことは、狭い V 字谷内で、今回の洪水・土砂流が通常の河川水位を大きく超える高さまで達したことを示している。一部の道路では、洪水や土砂流による越流、路面や道路基盤の侵食・流失、周辺斜面の崩壊、土砂の堆積などが発生したと考えられる。また、複数の地点で道路基盤や盛土の著しい侵食・崩壊が確認されており、今後も交通網の復旧を困難にするだけでなく、周辺斜面の不安定化や二次的な崩壊を引き起こす可能性がある。

3.3.4 二次的・連鎖的な災害の可能性

今回の災害による影響は、直接的なインフラ被害だけにとどまらない。被災した谷沿いには、今後不安定化する可能性のある地すべり地や崩壊地が多数分布している。一部の地点では、洪水や土砂流によって斜面の下部や地すべり末端が侵食され、斜面の安定性が低下している可能性がある。このような場所では、今後の降雨や洪水をきっかけに新たな斜面崩壊が発生し、さらなる土砂移動を引き起こすおそれがある。また、河道内に堆積した大量の土砂は、今後の洪水によって再び移動する可能性がある。河岸侵食や河道の変化が続けば、道路、集落、橋梁などに新たな被害が及ぶことも懸念される。これらのことから、2026 年の災害による影響は、初期の大規模崩壊や洪水だけで終わるのではなく、その後も斜面崩壊、河岸侵食、土砂の再移動などを通じて続く可能性がある。今後の現地

調査や復旧・復興計画、災害リスク評価では、このような二次災害や連鎖的な災害の発生可能性を十分に考慮する必要がある。

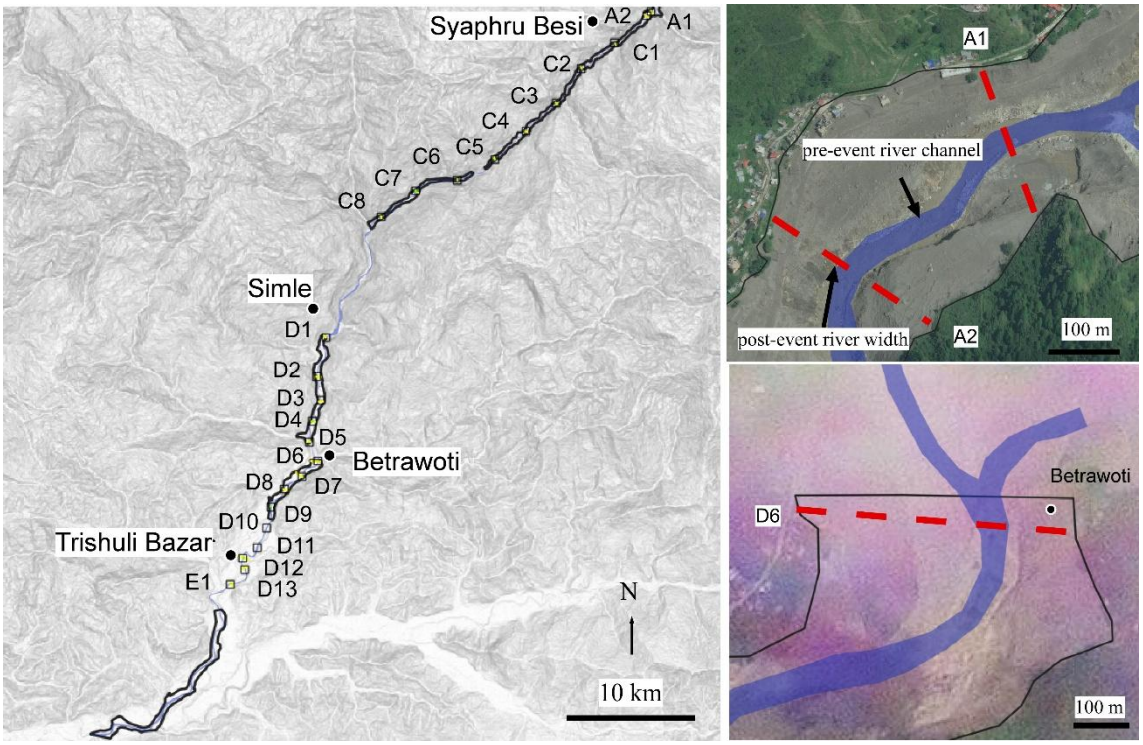

Fig. 7 2026 年の災害前後における Trishuli 川の川幅の変化を調べるための測定地点（Syaphru Besi～Trishuli Bazar）。

Table 1. 2026 年災害前後の Trishuli 川（Syaphru Besi～Trishuli Bazar）の川幅の変化

Section	Location	Width(m) before the flood (wb)	Width(m) after the flood (wa)	Expansion ratio(wa/wb)	Approximate pre-event riverbed elevation (m asl.)	Morphology
A1	Syaphru Besi	70	234	3.34	1430	
A2		40	280	7.00	1430	
C1		30	170	5.67	1370	
C2		40	210	5.25	1340	V-shaped valley
C3		50	170	3.40	1270	
C4		30	190	6.33	1220	
C5		60	160	2.67	1170	
C6		50	120	2.40	1080	
C7		140	240	1.71	1020	
C8		60	160	2.67	940	
D1	Simle	70	210	3.00	730	
D2		110	310	2.82	690	
D3		110	300	2.73	660	
D4		90	250	2.78	640	
D5		70	200	2.86	620	
D6	Betrawoti	60	560	9.33	610	Confluence
D7		90	420	4.67	590	
D8		70	310	4.43	580	
D9		60	240	4.00	570	
D12	Trisuli Bazar	70	530	7.57	540	
D13	Trisuli Bazar	45	290	6.44	535	
E1	Trishuli/Bidur	40	310	7.75	530	
				average: 4.5		

Note: Measurement interval: A1-C8 and D-1-D2 (~every 2km), C8-D1: (ca. 6km), D2-E1 (~every 1km)

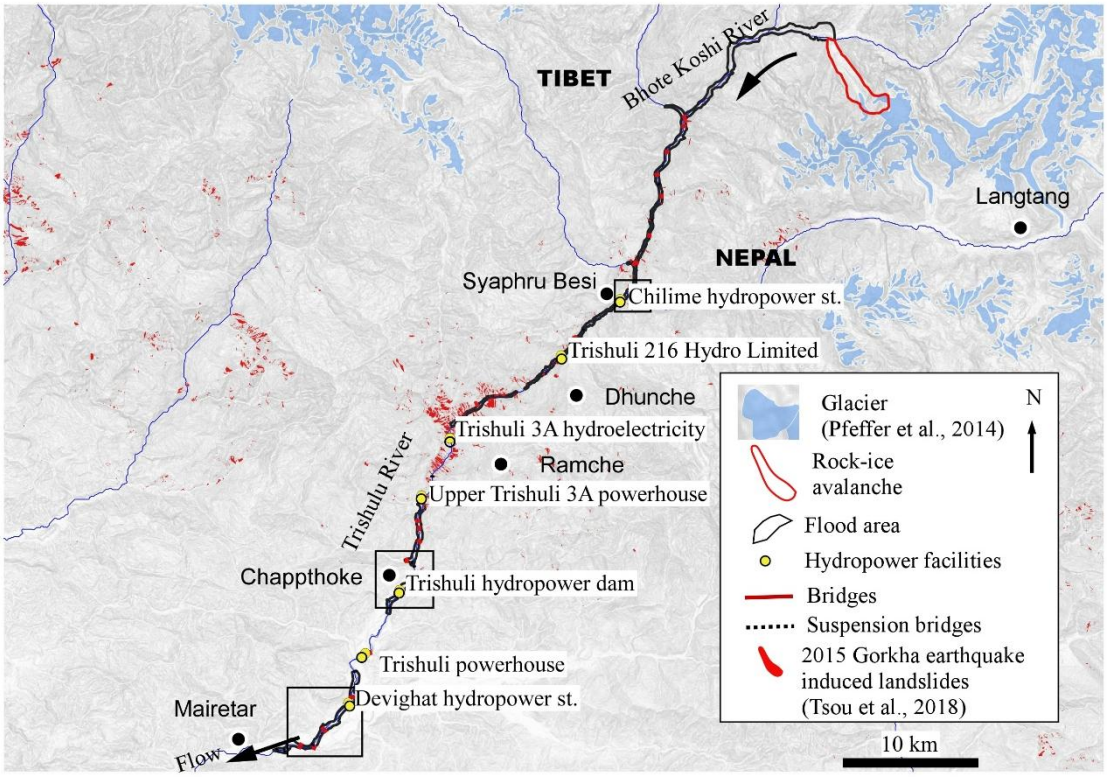

Fig. 8 岩屑・氷なだれと、その後に発生した洪水による被災範囲とインフラ被害の分布。青色のポリゴンは、Pfeffer et al. (2014) に基づく氷河域を示す。背景の傾斜量図は ASTER Global DEM（GDEM）から作成した。衛星画像の解像度や雲の影響により、一部の被災範囲を確認できていない可能性がある。また、衛星画像が十分に得られなかったため、Mairetar より下流は解析対象から除外した。四角で囲んだ範囲は、上流から下流にかけて Fig. 9 で詳しく示している。

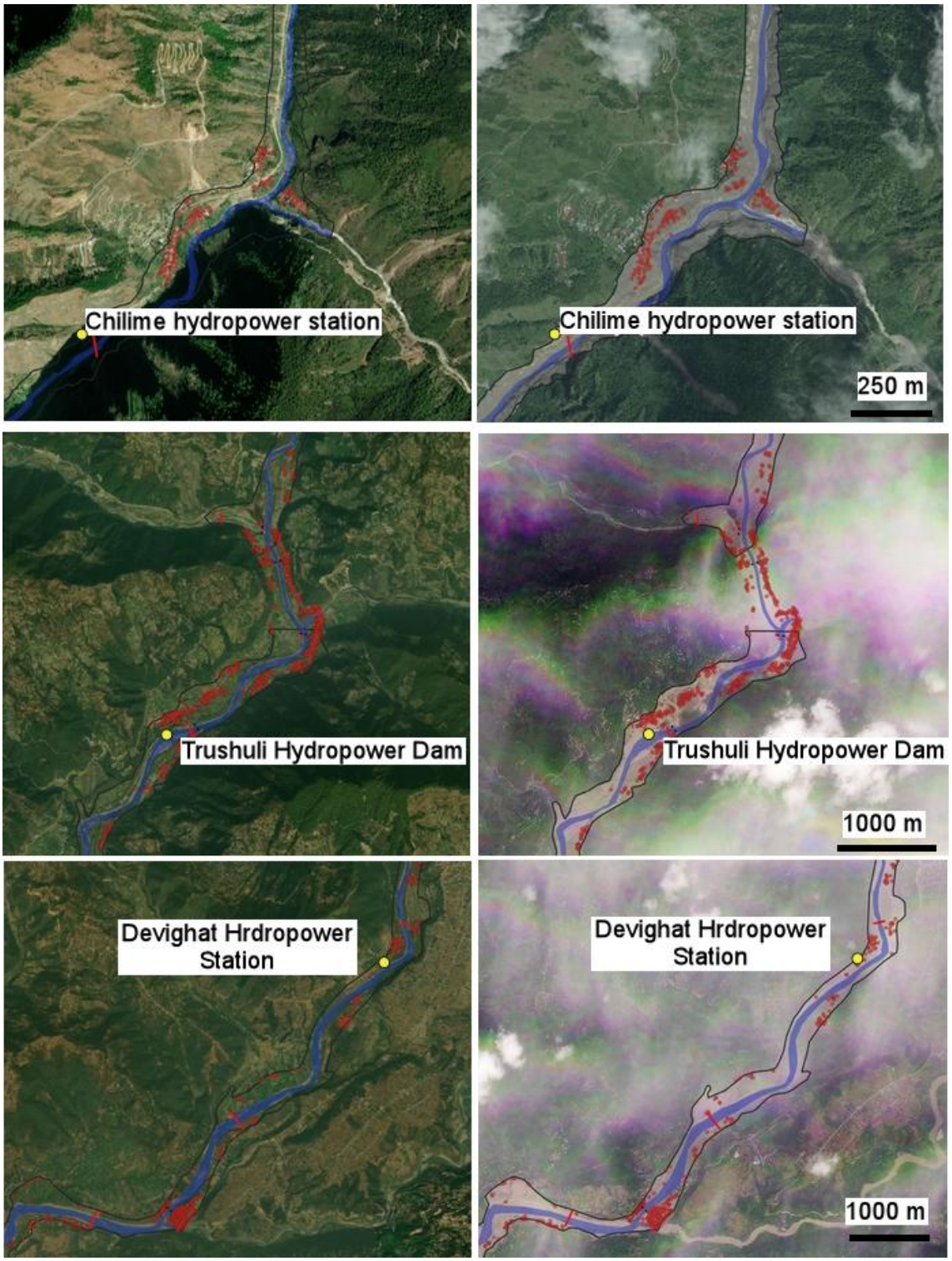

Fig. 9 災害前（左）と災害後（右）の被災地域の拡大衛星画像。災害前には Microsoft Bing の衛星画像を、災害後には 2026 年 8 月 27 日に取得した Planet の衛星画像（OpenAerialMap（(https://map.openaerialmap.org)）より入手）を使用した。赤色の点は、被災・倒壊した建物の位置を示す。青色のポリゴンは、災害前の河道範

囲を示す。その他の記号と凡例は Fig. 8 と同じである。

4. まとめと今後の提言

4.1 まとめ

2026 年に発生した本災害は、高標高域の崩壊発生源から下流の河川流域まで、複数の現象が連鎖的に発生した大規模な災害であった。発生源では、氷河の後退や氷厚の減少に加え、岩盤の風化や既存の亀裂、地質構造などが、斜面を徐々に不安定化させていた可能性がある。その結果、最終的に氷河と岩盤を含む大規模な斜面崩壊が発生したと考えられる。崩壊した氷、岩石、土砂は急速に斜面を流下し、高い流動性をもつ岩屑なだれとなった。その後、流下する過程で周囲の岩石や土砂、水などを取り込みながら規模を拡大し、多量の土砂を含む流れすなわち土石流さらにフラッシュフラッドへと変化した。この流れは長距離にわたって下流へ流下し、河岸や谷壁を侵食するとともに、大量の土砂を河道内や周辺地域に堆積させた。その結果、河道の拡大や河床の上昇など、大規模な地形変化が生じた。こうした地形変化は、沿川の集落、道路、橋梁、水力発電施設などに甚大な被害をもたらした。また、河岸や斜面の侵食によって、新たな斜面崩壊や河道閉塞などの二次災害が発生する可能性も生じている。このように、本災害は、高標高域における氷河・岩盤斜面の不安定化を起点として、大規模崩壊、岩屑なだれ、土砂を多量に含む土石流・洪水、下流域での侵食・堆積・河道変化、さらに二次災害へと発展した連鎖型災害であった。同時に、橋梁の流出や発電施設等インフラの破壊は、直接的に人命に影響するだけでなく、広範囲の地域の社会・経済活動や住民の生活に影響する。

したがって、このような災害を理解し、将来の被害を軽減するためには、崩壊発生源のみを対象とするのではなく、崩壊によって生じた土砂の移動から下流域での堆積・被害に至るまでを、一連の災害プロセスとして捉えることが重要である。今後の災害リスク評価や防災対策においても、個々の現象を別々に評価するのではなく、それぞれの現象がどのように連鎖し、下流域へ影響を及ぼすかを総合的に検討する必要がある。

4.2 今後の提言

2026 年の災害の発生原因をより詳しく解明するとともに、今後発生する可能性のある二次災害を把握するためには、さらなる調査と継続的な監視が必要である。まず、崩壊発生源周辺で詳細な現地調査を行い、今回の大規模崩壊がどのような仕組みで発生したのかを明らかにする必要がある。特に、気候変動の影響を踏まえ、氷河の後退や氷厚の減少、岩盤の地質構造や亀裂、風化の進行、さらに融雪水や融氷水の浸透が、斜面の不安定化にどの程度関係したのかを詳しく調べることが重要である。また、現在も不安定な状態にある氷河、岩盤、土砂堆積物について、その分布や安定性を評価する必要がある。これらが今後崩壊した場合、新たな斜面崩壊、土石流、洪水、河道閉塞などの二次災害を引き起こす可能性がある。こうした危険な場所の変化を継続的に把握するためには、衛星画像、UAV（ドローン）測量、地上観測などを組み合わせたモニタリングが重要である。また、上流域で新たに生じた渓岸斜面崩壊に起因する 2 次的な河道閉塞も懸念される。特に、斜面、氷河、河道、堆積土砂の変化を継続的に観測し、新たな不安定化の兆候を早期に把握できる体制を整えることが望まれる。今後の災害リスク評価では、高標高域で発生する氷河や斜面の崩壊だけを個別に評価するのでは不十分である。崩壊によって発生する岩屑なだれや土石流、それに続く下流域での洪水、土砂堆積、河床上昇、河道変化、さらには二次的な斜面崩壊までを、一連の連鎖的な災害として総合的に評価する必要がある。

さらに、今後の復旧・復興や土地利用計画においては、今回の災害によって大きく変化した河道や周辺地形を十分に考慮することが重要である。道路や橋梁、集落などの再建にあたっては、将来的な河道の変化や、再び大規模な洪水・土砂流が発生する可能性を踏まえた計画とする必要がある。今回の災害は、気候変動の影響が進む中、ヒマラヤ地域において、高山地域の氷河変動や斜面崩壊が、発生点だけでなく、遠く離れた下流域にも大きな被害を及ぼす可能性を示した。今後は、関係国や関係機関が連携し、国境を越えた観測、情報共有、災害リスク評価を進めることが重要である。

参考文献

1. Farinotti, D., Matthias, H., Jacquemart, M., and Werder, M. (2025) Fact sheet for the now-collapsed Birchgletscher, Switzerland. ETH, WSL.
2. Lacroix, P. (2016) Landslides triggered by the Gorkha earthquake in the Langtang valley, volumes and initiation processes, Earth Planets Space, 68:46.

https://doi.org/10.1186/s40623-016-0423-3

3. Maharjan, S. B., Sherpa, T. C., & Shrestha, A. B. (2025). Thame Valley Glacial Lake Outburst Flood 2024: Causes, impacts and future risks. International Centre for Integrated Mountain Development (ICIMOD) and National Disaster Risk Reduction and Management Authority (NDRRMA), Kathmandu, Nepal. 39 pp. https://doi.org/10.53055/ICIMOD.1101
4. Pfeffer WT, Arendt AA, Bliss A, Bolch T, Cogley JG, Gardner AS, Hagen JO, Hock R, Kaser G, Kienholz C, Miles ES, Moholdt G, Molg N, Paul F, Radic V, Rastner P, Raup BH, Rich J, Sharp MJ, Andeassen LM, Bajracharya S, Barrand NE, Beedle MJ, Berthier E, Bhambri R, Brown I, Burgess DO, Burgess EW, Cawkwell F, Chinn T, Copland L, Cullen NJ, Davies B, De Angelis H, Fountain AG, Frey H, Giffen BA, Glasser NF, Gurney SD, Hagg W, Hall DK, Haritashya UK, Hartmann G, Herreid S, Howat I, Jiskoot H, Khromova TE, Klein A, Kohler J, Konig M, Kriegel D, Kutuzov S, Lavrentiev I, Le Bris R, Li X, Manley WF, Mayer C, Menounos B, Mercer A, Mool P, Negrete A, Nosenko G, Nuth C, Osmonov A, Pettersson R, Racoviteanu A, Ranzi R, Sarikaya MA, Schneider C, Sigurdsson O, Sirguey P, Stokes CR, Wheate R, Wolken GJ, Wu LZ, Wyatt FR, and The Randolph Consortium (2014) The Randolph Glacier Inventory: a globally complete inventory of glaciers, J Glaciol., 60, 537–552.
5. Shugar, D.H., Jacquemart, M., Shean, D., Bhushan, S., Upadhyay, K., Sattar, A., Schwanghart, W., McBride, S.K., Van Wyk de Vries, M., Mergili, M., Emmer, A., Deschamps-Berger, C., McDonnell, M., Bhambri, R., Allen, S., Berthier, E., Carrivick, J., Clague, J., Dokukin, M., Dunning, S., Frey, H., Gascoin, S., Haritashya, U., Huggel, C., Kaab, A., Kargel, J., Kavanaugh, J., Lacroix, P., Petley, D., Rupper, S., Azam, M., Cook, S., Dimri, A., Eriksson, M., Farinotti, D., Fiddes, J., Gnyawali, K., Harrison, S., Jha, M., Koppes, M., Kumar, S., Leiness, S., Majeed, U., Mai, S., Muhuri, A., Noetzli, J., Paul, F., Rashid, I., Sain, K., Steiner, J., Ugalde, F., Watson, C., and Westoby, M. (2021) A massive rock and ice avalanche caused the 2021 disaster at Chamoli, Indian Himalaya, Science, eabh4455, 15 p., https://doi.org/10.1126/science.abh4455.
6. Tsou, C.-Y., Higaki, D., Chigira, M., Yagi, H., Dangol, V., Amatya, S.C., Hayashi, K., Kato, H. (2018) Topographic characteristics of landslides triggered

by the 2015 Gorkha earthquake, Nepal. Journal of Nepal Geological Society, Vol. 55 (Sp. Issue), pp. 69–75.

7. USGS (2026) 2026 Nepal Debris Avalanche and Flash Flood, https://www.usgs.gov/programs/landslide-hazards/science/2026-nepal-debris-avalanche-and-flash-flood (accessed date: 2026.9.5)
8. Yang, D., Qiu, H., Quevedo, R.P., Liu, Y. & Glade, T. (2025). Birchgletscher rock-ice avalanche burying the village of Blatten on 28 May 2025, Valais, Switzerland, Landslides, doi: 10.1007/s10346-025-02656-y.