

緊急報告 2021年2月7日インド北部ウッタラーカンド州の突発洪水をもたらした岩盤崩壊の発生

Emergency report : Chamoli landslide and catastrophic flood on 7th, Feb., 2021 in Uttarakhand, northern India.

檜垣大助 (日本工営㈱ a9024@n-koei. co.jp) ・ 八木浩司 (山形大学 yagi@e.yamagata-u.ac.jp) ・ 鄒青穎 (弘前大学 tsou.chingying@hirosaki-u.ac.jp) 報告日, 2021年2月14日

はじめに

2021年2月7日にインド北部ウッタラーカンド州の突発洪水とその発生源について、このサイトで2月10日に小森(2021)が緊急報告している。発生直後から公開された各種情報を収集する中で、洪水発生の起源となった現象として、氷河崩壊だけでなく岩盤の崩壊も生じたと考えられたので報告する。被災地では水力発電プラントが建設中であったことで、多くの犠牲者・行方不明者が生じている。一刻も早い救出活動の進捗を願うとともに、犠牲者のご冥福を心からお祈りいたします。

岩盤崩壊と崩壊物質の流下

被災箇所の位置は小森¹⁾に譲ることとして、Nanda Ghunti 峰(6309m)から東に延びる稜線肩の北斜面に位置する崩壊発生場所には、2017年10月時点で懸垂氷河が存在した(図1 a), b) が、その下方は氷河または岩盤の崩壊跡のような崖をなし、足下をすくわれたような斜面となっていた。2021年2月9日のPleiades画像では、図2 b)に見られる長さ約550mの直線状冠頭部を持つ逆台形状に雪氷の無い斜面が見える²⁾。氷河底面よりも深い所に黒ずんだ露岩面が見られることから、ここが岩盤崩壊の破壊面である可能性³⁾が示されている。

2021年2月7日のPlanet Lab.による衛星画像⁴⁾では、標高3,000m以上に面的に積雪が見られるが、Rishiganga 川のとくに左岸側の斜面は、河道中央から幅最大約1000m、比高400~500mの範囲が、河道に平行に茶色くダストに被われており、これは前日には無かったものである。これは、河床まで標高差約1800mを崩落し高速となった氷を含む岩屑雪崩で、ロックフラワーの発生と爆風(例えば、2015年ゴルカ地震時のランタン氷河・岩石崩壊の報告⁵⁾)が生じたためと推定される。このような現象は、2012年ネパールアンナプルナIV峰の岩盤崩壊に起因する岩屑雪崩でも見られた⁶⁾。

標高5600~5200m付近で発生した岩盤崩壊による氷塊を含む岩屑雪崩は、地点A(標高3800m)でRishiganga川に入り、U字谷をなす砂礫に覆われた幅100~150m位の河道を下ったとみられる。この川は、地点B(標高3200m)付近からV字谷となって河道幅30m内外の峡谷となり、地点C(Raini)でDauriganga川と合流、同程度の川幅で約7.5km下流の水力発電所のある地点D(Tapovan)に至る(図3と図4)。地点C, D間の河床勾配は1°を少し超える程度であるが(図4)、水煙を上げて接近する土砂を含む洪水サージの映像や、地点B, C間はV字谷で河床勾配が11°あることなどから、岩屑雪崩は途中で土石流となった可能性が高い。岩盤の崩壊とともに氷河も破碎されそれらの混合物が積雪をも巻

き込み、岩屑+氷・雪の混合体となって谷に沿って流れたとみられる。それが下流域に下る過程で河川水を取り込み、河床土砂も巻き込むことで急激に水分量が増し土石流化した可能性がある。

今後の課題

岩盤崩壊の発生が冬季であったので融解水供給の可能性は少ないと思われるが、発生前後の懸垂氷河表面形と崩壊後の地形の比較、地質構造などから岩盤崩壊機構の検討が必要である。岩屑雪崩が土石流に移行した過程については、2017年10月にはB地点から上流に再生氷河の氷体があった可能性（小森, 2021）があり、この上を通過した岩屑雪崩との相互作用や一時的堰き止めによる河川水供給などの検討が必要と思われる。Dhauliganga川沿いの河川水位変動や洪水映像の解析と併せて洪水流量を検討し、湛水発生も含めて、崩落した岩盤や氷河の体積と供給水量から土石流に変わったメカニズムの検討も必要であろう。

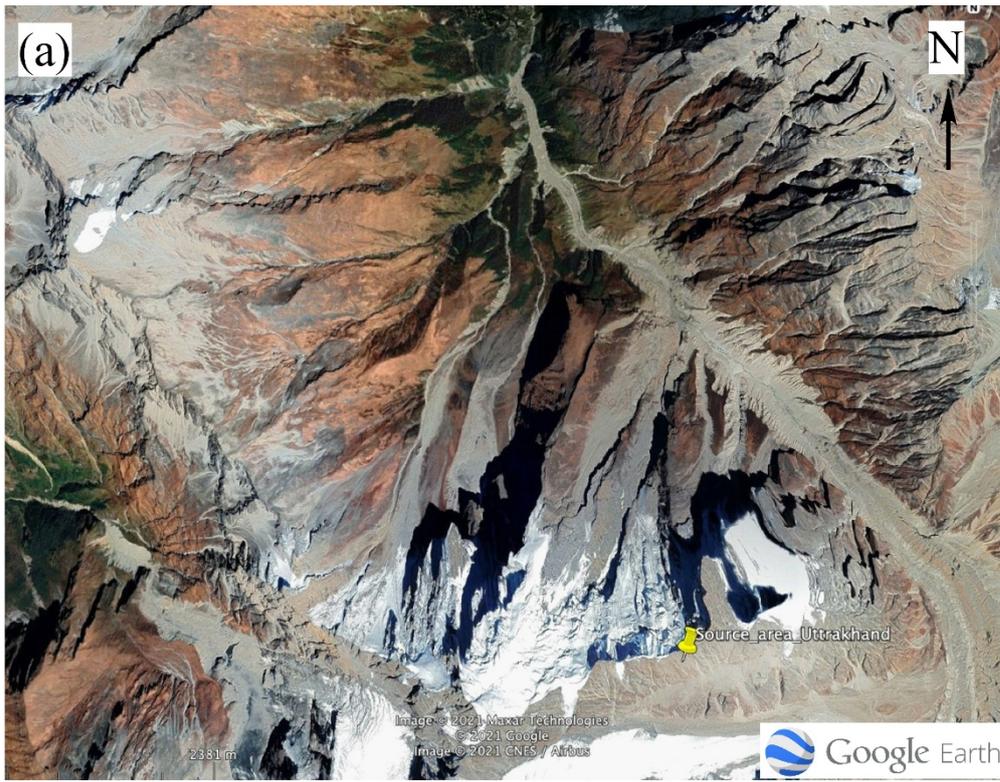


図 1 (a) 岩盤崩壊発生箇所（ピンの付近），(b) 懸垂氷河の状況（Google Earth <https://www.google.com/intl/ja/earth/versions/>（2017年10月7日）に加筆）

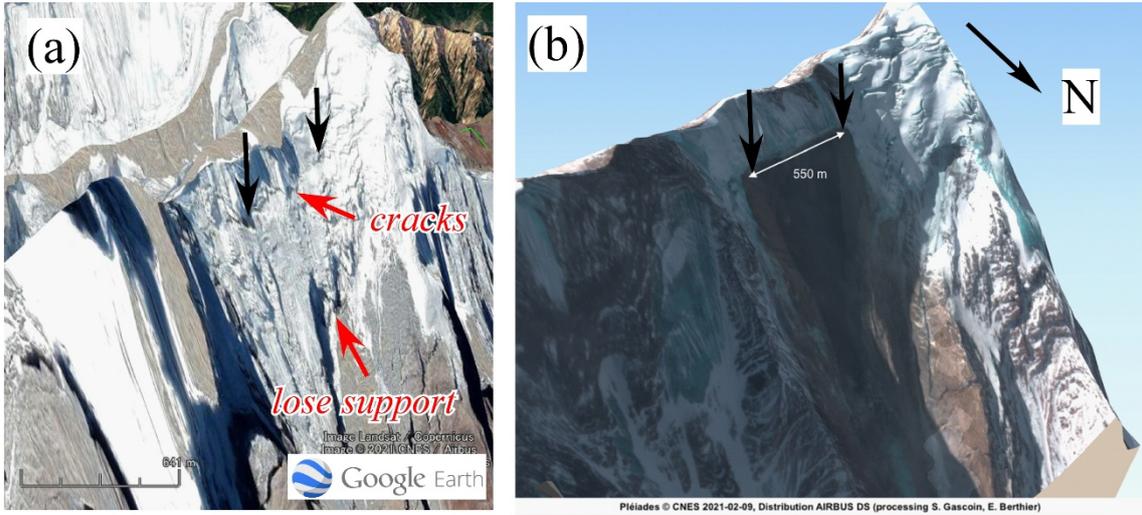


図 2 災害発生前後の衛星画像 (a) 災害前 (Google Earth <https://www.google.com/intl/ja/earth/versions/> に加筆, 2017 年 10 月 7 日) (b) 災害後 (<https://theprint.in/science/satellite-images-reveal-550m-scar-left-by-uttarakhand-landslide-in-nanda-ghunti-glacier/603123/> より引用・加筆)

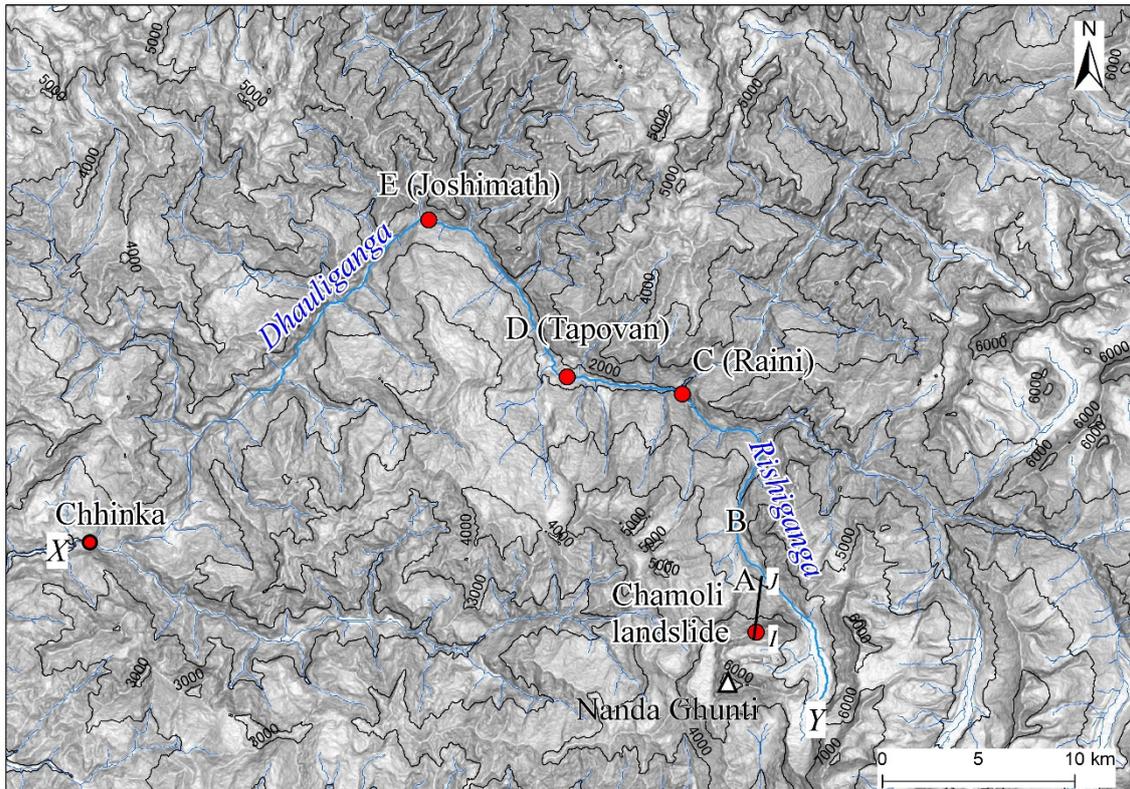


図 3 Chamoli 洪水災害と発生源の岩盤崩壊箇所と周辺の地形 (Aster GDEM から作成)

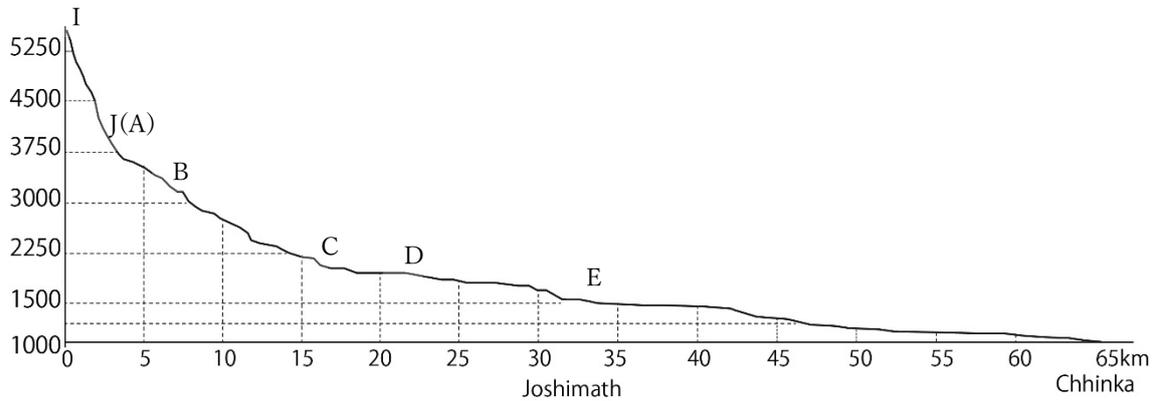


図4 岩盤崩壊発生地点から下流の河床縦断面 (Aster GDEM から作成)

文献・参照サイト

- 1) 小森次郎: 緊急報告 2021年2月7日インド北部ウッタラーカンド州の洪水とその発生源について, 日本地理学会災害対応委員会,
http://www.ajg.or.jp/disaster/files/202102_Uttarakhand001.pdf, 2021
- 2) Gascoin, S.: <https://twitter.com/sgascoin/status/1359564344040775681>, 2021
- 3) Petley, D. : High resolution Planet Labs imagery of the Chamoli landslide in Uttarakhand, The Landslide Blog, The Landslide Blog - AGU Blogosphere,
<https://blogs.agu.org/landslideblog/>, 2021
- 4) NHK: インド北部の氷河崩壊土石流誘発で被害拡大か温暖化影響も,
<http://bit.ly/3jBWudA>, (2/10 AM4:58 記事), 2021.
- 5) 八木浩司: 2015年ネパール・ゴルカ地震の被害と地盤災害(特集 ネパール大地震後の地域と社会), 地理, 62(9), 14-21, 2017.
- 6) 大井英臣・檜垣大助・八木浩司・臼杵伸浩・吉野弘祐:2012年5月5日に発生したネパール国セティ川における洪水災害の調査報告, 砂防学会誌, 65(3), 56-59, 2012.