

ヒマラヤの氷河の現状

坂井亜規子

さかい あきこ
名古屋大学大学院環境学研究所

縮小する氷河

ここ数年、日本では温暖化を肌で感じるほど夏の最高気温の記録更新が激しい。世界の氷河も温暖化による影響を受けている。1971～2018年までの世界の平均海水準上昇のうち50%が海水の熱膨張(温度が上昇すると物質の体積が増加する現象)が要因であるとされている一方で、22%は山岳氷河の縮小によると言われている(IPCC第6次評価報告書による)。このように山岳氷河は縮小しているが、海水準上昇に寄与する氷河の縮小量を知るには氷河の縮小した体積を知る必要があり、その手がかりを与える氷河の表面低下量は最も注目されているトピックの1つである。

アジア高山域の氷河も縮小へ

氷河の表面低下は特に2000年以降、立体視可能な衛星画像から作成される数値標高データにより明らかとなった。データが蓄積されてきた現在では、その縮小速度の加速・減速の解析も可能になってきている。Hugonnet et al.(2021)¹は2000～2019年における世界の氷河を対象に表面低下速度をまとめており、全球の氷河(氷床を除く)は -0.52 m/年となるのに対し、アジア全体としては -0.21 m/年となった。このようにアジアの氷河の表面低下速度がとりわけ速いわけではない。アジア高山域の中では中国の横断山脈に分布する氷河の縮小速度が大きい一方、カラコルムや西崑崙地域の氷河は縮小速度が小さく、なかに

は停滞している氷河もあるためである。このようにアジア高山域は地域によって縮小速度が大きく異なることが特徴である。しかし最近はその停滞していると言われた地域でも氷河の縮小速度は大きくなりつつあり、またヒンズークシュからネパールヒマラヤ、そして横断山脈に分布する氷河の縮小速度を2000～2004年と2015～2019年の5年間で比較してみると1.5倍に加速している。

ネパールヒマラヤの氷河の変遷

アジア高山域の南縁に位置するヒマラヤ山域にある氷河も例外ではなく、氷河の末端は後退の一端をたどり、面積が縮小している。図1はネパールヒマラヤ、ショロン地域にある、AX010氷河の変遷である。1978年に長さ約1.6 kmあった氷河は、2023年には末端がはるか上方に後退し、長さは半分以下の770 mとなってしまった。「もうすぐ消滅しそうな氷河」の1つである。

ヒマラヤでは、図1のように小さな氷河は、表面が雪や氷であるものが多いが、比較的大型の氷河の下流部分は下流へ向かうほど厚い岩層に覆われている。なぜなら大型氷河の源頭部は岩壁に囲まれており、岩肌から風化によって生産される岩屑が氷河に取り込まれているからである。上流から流れてきた氷は、気温の高い下流部で融解し、融解水は流れていくが岩層はそのまま堆積する(図2のリルン氷河参照)。厚い岩層は断熱材として働くため、末端に近いほど氷の融解は抑制され、厚い岩層の下に氷が取り残される一方で、末端から中流に向かって融解が大きくなり、表面低下が大



図1—ネパールヒマラヤ・AX010 氷河の変遷(写真提供：名古屋大学雪氷圏変動研究室)

ネパールヒマラヤ・ランタン谷
 リルン氷河(岩屑に覆われた氷河)・
 キムシュン氷河(クリーンな氷河)



図2—ネパールヒマラヤ・ランタン谷の岩屑に覆われたリルン氷河とクリーンなキムシュン氷河(2015年11月1日, 藤田耕史撮影)

きくなる。よってクリーンな(岩屑のない)氷河は末端が後退し、面積が縮小することで氷河が縮小するが、岩屑に覆われた氷河の縮小は末端が後退せず、表面低下することで氷河が縮小する。

図2は、ネパール・ランタン地域の岩屑に覆われた氷河(リルン氷河)とクリーンな氷河(キムシュン氷河)の写真である。リルン氷河は岩屑に覆われているため末端がよくわからず、キムシュン氷河は末端がくっきりとわかる。氷河は18世紀中ごろまで数百年続いたとされる小氷期に形成されたモレーン(氷河が運んだ岩屑などが堆積した地形。図中のターミナルモレーン、ラテラルモレーン)に囲われており、氷河が拡大して停滞した際に「少なくともモレーンの高さまで氷河表面があった」ことが示唆される。リルン氷河が小氷期以来、表面低下することで縮小してきたことが、ラテラルモレーンと現在の氷河表面の比高からわかるだろう。また岩屑に覆われていないキムシュン氷河にも立派なモレーンがあるが、このモレーンと比較すると、クリーンな

氷河は末端が後退することによって氷河が縮小してきたことがよくわかる。

岩屑に覆われた氷河末端に形成される氷河湖

岩屑に覆われた氷河の下流部は厚い岩屑層のためほとんど融けないと思われてきた。しかし近年、衛星画像による解析から、厚い岩屑に覆われた氷河もクリーンな氷河並みに表面低下していることがわかってきた²。これは岩屑に覆われた氷河表面には融解水のたまった池や氷崖(図3、図4)があり、熱吸収のスポットとなっていることが原因であると考えられている。

岩屑に覆われた氷河上の池が中流部にある場合、接する氷の融解や、水路への排水により湛水と消失を繰り返す。しかし、末端にある場合、ターミナルモレーンに囲われ、安定して保たれ、急速に池が拡大し湖となる。氷河湖は雪崩などで湖面に



図3—ネパールヒマラヤのロールワリンにあるトラカルディン氷河とツォーロールパ氷河湖(2016年10月撮影)
 トラカルディン氷河は岩屑に覆われており、大きな氷崖が見える。



図4—ネパールヒマラヤのロールワリンにあるトラカルディン氷河上の池(2016年10月撮影)

波が立ち、あふれ、モレーンダムが決壊することがある。これを氷河湖決壊洪水(GLOF: Glacial Lake Outburst Flood)という。GLOFの頻度は1900年代から急激に増加し1970年代をピークに現在にかけて減少しているという³。しかし、近年氷河湖が増加しており^{4,5}、今後も氷河湖には注視していく必要がある。昨年(2024年8月)にはネパールのク

ンブ地方のターメという村でGLOFがおきた。この氷河湖は比較的小さく、人的被害はなかったと言われている。またネパール最大の氷河湖であるツォーロールパもターミナルモレーン近くの島が1994年には複数あったが2010年には2つとなり、2019年は小島1つのみとなっている(図5)。モレーンの中の氷が徐々に融けてモレーンダムの



図5—ツォーロールパ氷河湖を下流側の高台から望む(写真提供：竹内望，藤田耕史)
白点線の丸がおおよそ同じ位置にあたる。

強度が低下していると考えられ，決壊が危惧されている。

文献

- 1—R. Hugonnet et al.: *Nature*, **592**, 726 (2021)
- 2—T. Nuimura et al.: *Journal of Glaciology*, **58**, 648 (2012)
- 3—G. Veh et al.: *Earth's Future*, **10**, e2021EF002426 (2022)
- 4—D. H. Shugar et al.: *Nat. Clim. Chang.*, **10**, 939 (2020)
- 5—T. Zhang et al.: *Commun Earth Environ.*, **5**, 374 (2024)