

## 消えゆくアフリカの氷河上にユニークな生物群を発見

～氷河にのみ生息可能な氷雪藻類・コケが氷河融解を加速させる恐れ～

### ポイント

- ・消滅が目前に迫るアフリカ・ウガンダのルウェンゾリ山地の氷河から特殊な生物群を発見。
- ・氷河上の生物群と、それらの生産物が氷河の融解を加速させ、消滅を早める可能性を示唆。
- ・今後、氷河環境と氷河生物のバランスの解明に期待。

### 概要

北海道大学北方生物圏フィールド科学センター（研究当時：国立極地研究所）の植竹 淳准教授と千葉大学大学院理学研究院の竹内 望教授らの研究グループは、アフリカ・ウガンダのルウェンゾリ山地の氷河で、この氷河上に生息している生物群を初めて発見し、その生物の活動によって形成される暗色物質が、氷河の融解にも関与していることを明らかにしました。

アフリカ大陸中央部に位置するウガンダのルウェンゾリ山地は、ケニア山やキリマンジャロ山とともに、アフリカで氷河が存在する地域の一つです。赤道直下にも関わらず氷河が存在するのは、標高が高く年間を通して寒冷な気候であるためです。しかしこの氷河は、近年の環境変動の影響を受けて急速に縮小しており、近い将来に消滅することが予想されています。研究グループは、氷河の表面にこれまでに報告がされていない未記載種を含む雪氷藻類やコケの無性芽が繁茂していることを発見しました。さらにその生物の生産物が鉱物と混ざり暗色物質を形成していることを明らかにしました。氷河上の表面の日射の反射率を測定した結果、この暗色物質が氷河表面を黒くし、反射率を下げていることがわかりました。本成果は、ウガンダの氷河に生息している特殊な生物群が大量の暗色物質を作り出し、氷河融解の加速化と、氷河の消失を早める可能性を示しています。

なお本研究成果は、2022年2月17日（木）に *Frontiers in Earth Science* 誌にオンライン掲載されました。



ルウェンゾリ山地にあるスタンレー氷河。特に標高が低い左側の氷河表面が生物によって作られた暗色物質に覆われ、融解が進んでいることがわかる。

## 【背景】

アフリカの赤道に近い地域には、熱帯にも関わらず標高 5,000m を越える高山（タンザニアのキリマンジャロ山，ケニアのケニア山，ウガンダのルウェンゾリ山地）に氷河が現存しています。しかしこれらの氷河は環境変動の影響を受けて急速に縮小しており，消滅の危機に晒されています。ウガンダ，ルウェンゾリ山地のスタンレー氷河（p.1 図）では，温暖化や雲に覆われる頻度の低下により，氷河の縮小が進んでいることが示されてきました。一方，北極やアジアの山岳氷河では，氷河上に生息する微生物が発見されており，その微生物が生産する暗色物質が融解を促進している現象（雪氷微生物による氷河の暗色化現象）が明らかになっています。そこで研究グループは，このアフリカの氷河でもそのような微生物が存在するのではないかと考え，微生物学と雪氷学を融合させたフィールド調査を実施することにしました。

## 【研究手法】

研究グループは 2012 年に現地で採取した試料から，生息していた生物群の形態と細胞数を，顕微鏡を使って測定しました。また 2015 年に氷河上の 17 カ所から採取した試料を用いて，乾燥重量（暗色物量）を計測した後に，炭素分析装置を使って有機物量の割合（%）を測定し，試料全体の有機物量を算出しました。試料を採取した地点では，分光放射計（波長別に日射の放射強度を測定する機械）を使って，日射光の波長 353 nm から 1,008 nm までの反射率を測定し，この範囲内での平均反射率を算出しました。

## 【研究成果】

採取した氷河の試料の顕微鏡の観察から，この氷河の表面には雪氷藻類と呼ばれる光合成微生物が繁殖していることが明らかになりました（図 1b～e）。その雪氷藻類は，世界各地の氷河からも報告されている *Cylindrocystis brebissonii* の他，未記載種も含まれていました。さらに，氷試料からは *Ceratodon purpureus* の無性芽も大量に見つかりました（図 1a）。これらの生物は，氷河上の標高が低い地点ほど量が多いことがわかりました。現地観察や衛星画像を使った氷河上の積雪分布の記録から，積雪に覆われることが少ない標高が低い地点では，光合成に必要な光が氷表面に多く照射されることから，雪氷藻類やコケが多く分布するものと考えられます。

観察の結果，氷河上の雪氷藻類やコケはその生産物や鉱物粒子とともに，暗色物質を形成して氷河表面に堆積していることがわかりました。その暗色物質の氷河上の堆積量を調べたところ，その重量は 0.06 から 801.0  $\text{gm}^{-2}$  と地点によって大きく異なり，標高が低い地点ほど多く，平均 669  $\text{gm}^{-2}$ （ $\pm 166 \text{gm}^{-2}$ ）でした（図 2）。さらに，暗色物質に含まれる有機物量は平均で 46.3  $\text{gm}^{-2}$ （ $\pm 81.8 \text{gm}^{-2}$ ）あり，これまでに報告されている他の地域の氷河よりも高い値であることもわかりました。

暗色物質は，直径が 1 mm 以下のものから 4 cm 以上のものまで様々なサイズの集合体を形成していたため，大きさによる分析も行いました。直径が 4 cm 以上の最も大きいサイズは，コケの無性芽によって構成されており，有機物含有量も大きく，この氷河上のコケ無性芽の盛んな繁殖が，多量の暗色物質を形成していることが明らかとなりました。

氷河表面の日射の反射率（0:黒で全吸収，1:白で全反射）は，0.10 から 0.73（平均  $0.28 \pm 0.16$ ），となり，きれいな一般の氷河の表面（0.4-0.6）に比べ，低いことがわかりました。特に標高の低い末端で最も低い反射率となっていました。反射率と暗色物質量を比較すると，暗色物質が増えると反射率は低下する負の相関関係（相関係数:-0.52）にあることが示されました。

## 【今後への期待】

アフリカの氷河で今回見つかった生物は、氷河環境にのみ生息可能な特殊な生物と考えられます。近い将来にこの氷河が消滅すると予想されていることは、これらの生物が絶滅の危機に瀕した生物であることを意味します。今後は、遺伝子を用いた詳細な生物の群集構造の解析を実施して、その多様性を記録していく予定です。さらに、それぞれの生物の増殖や暗色物質の形成過程を明らかにすることで、氷河環境と氷河生物のバランスを解明していきたいと考えています。

## 【研究費】

本研究は、日本学術振興会、科学研究費助成事業:若手研究 (B) (25740012)、基盤研究(A)(19H01143)の助成を受けて実施されました。

## 論文情報

論文名 Spatial distribution of unique biological communities and their control over surface reflectivity of the Stanley Glacier, Uganda (ウガンダ、スタンレー氷河上の氷河表面反射率を変化させる特殊な生物群集の空間分布)  
著者名 植竹 淳<sup>1</sup>(研究当時)<sup>2</sup>, デニス・サミン<sup>3,4</sup>, シモン・アングマ<sup>5</sup>, 竹内 望<sup>6</sup>(<sup>1</sup>国立極地研究所, <sup>2</sup>北海道大学北方生物圏フィールド科学センター, <sup>3</sup>ネパール・国際統合山岳開発センター, <sup>4</sup>ベルギー・王立中央アフリカ博物館, <sup>5</sup>ウガンダ・ムニ大学, <sup>6</sup>千葉大学大学院理学研究院)  
雑誌名 Frontiers in Earth Science (地球科学の専門誌)  
DOI 10.3389/feart.2022.740998  
公表日 2022年2月17日(木)(オンライン公開)

## お問い合わせ先

北海道大学北方生物圏フィールド科学センター 准教授 植竹 淳 (うえたけじゅん)

T E L 0144-33-2172 メール jun.uetake@fsc.hokudai.ac.jp

U R L <https://junuetake.wixsite.com/website>

## 配信元

北海道大学総務企画部広報課 (〒060-0808 札幌市北区北8条西5丁目)

T E L 011-706-2610 F A X 011-706-2092 メール jp-press@general.hokudai.ac.jp

千葉大学広報室 (〒263-8522 千葉市稲毛区弥生町1-33)

T E L 043-290-2018 F A X 043-284-2550 メール koho-press@chiba-u.jp

【参考図】



図 1.スタンレー氷河から観察された生物群：コケの無性芽 (a) と緑藻類 (b-d)

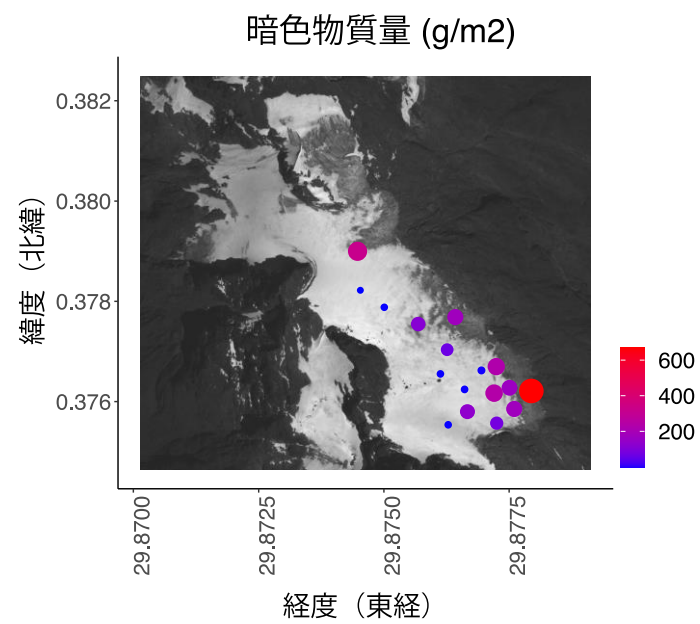


図 2.暗色物質の空間分布。右や右下方向にある標高が低い地点で、反射率が低い（黒い）。