

大雪山で減少している高山植物は地下部が貧弱な種だった

～気候変動の影響を受けやすい高山植物群落で絶滅リスクが高い植物種の特定に貢献～

ポイント

- ・大雪山のお花畑で近年減少している植物種は、地下部の形態に共通の性質があることを発見。
- ・減少している種は、水平型地下茎が発達せず、細根が少なく太いことが分かった。
- ・気候変動の影響を受けやすい高山帯において、絶滅リスクが高い植物種を特定するうえで役立つ。

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生の小林悠佳氏（研究当時 同大学大学院環境科学院修士課程）と小林 真准教授、同大学大学院地球環境科学研究院の工藤 岳准教授らの研究グループは、大雪山のお花畑で過去 40 年間で増加あるいは減少した高山植物 12 種の特徴をくまなく調べ、その違いを比較しました。解析の結果、減少した種は増加した種に比べて水平型地下茎^{*1}が発達しておらず、養水分の吸収を担う細根^{*2}が少なく太いことなどを明らかにしました。水平型地下茎や細根の発達が貧弱な植物は乾燥ストレスに脆弱であると考えられ、近年の地球温暖化によって引き起こされた土壤乾燥化の影響を受けて急速に減少したと考えられます。

なお、本研究成果は 2025 年 1 月 6 日（月）公開の Alpine Botany 誌に掲載されました。



A) 1990 年 7 月 16 日と、B) 2016 年 7 月 22 日における大雪山五色ヶ原の植生変化（撮影：工藤 岳）

【背景】

近年の地球温暖化によって世界各地の植生が影響を受けていますが、中でも変化が著しいのが高山植生です。北海道の大雪山五色ヶ原では、1990 年からの数十年間でエゾノハクサンイチゲが著しく減少したことが知られています（参考文献 1）。また、エゾノハクサンイチゲ以外の植物種についても変化パターンを詳しく解析すると、同じ群落に生えている草本植物であっても、変化の方向性（増加するか減少するか）や程度は種によって様々であることも分かりました（参考文献 2）。今後さらに温暖化が進んでいく中で、高山植生がどのように変化していくのかを網羅的に予測するためには、「どのような種が増え、減るのか」に関する一般則を明らかにすることが重要です。

高山植生は多種多様な植物種で構成されていますが、どの種が気候変動の影響を受けやすいのかを予想するには、それぞれの種に特徴的な性質（機能形質^{*3}）が有効な指標となります。機能形質の異なる複数の種を比較して、どのような特徴を持った種が減少あるいは増加したかに関する一般則を見つけることができれば、他の多くの高山植物種についても、その特徴から気候変動への応答を推察することができます。さらに、機能形質は気候変動が植物にもたらす作用のメカニズム解明に役立ちます。例えば、減少あるいは増加した植物種間で、どの部位にどのような違いがあったのかが分かれば、その部位が深く関係する環境の変化が、植物の増減に関係していると推定できます。

しかし、これまでの研究では、葉や茎など地上部の機能形質ばかり研究されており、地下部（土に埋もれている部分）の機能形質はあまり研究されてきませんでした。多くの高山植物は低地性の植物に比べて地下部を発達させる傾向があり、高山環境で生き延びていくうえで地下部の機能が深く関与していると考えられます。すなわち、気候変動下での高山植物の応答を理解するには、地上部だけではなく地下部の機能形質についても包括的に調べ、比較する必要があります。

【研究手法】

本研究では、大雪山五色ヶ原の高山湿性草原^{*4}（いわゆる湿生お花畑）に生えている 12 種の多年生草本植物を対象に、葉・根・茎など 26 項目の機能形質を計測しました。これら 12 種の植物を 1972 年からの 40 年間で減少した種（減少種）と増加した種（増加種）の二つのグループに分け、どの機能形質がどのようにグループ間で異なるのかを比較しました。

【研究成果】

計測した 26 項目の機能形質のうち 7 項目で、増加種と減少種のグループ間で顕著な違いが見られました。具体的には、減少種では分枝により増殖するクローン成長^{*5}に関連した水平型地下茎の量が少なく、一個体あたりの細根が少なく、一本一本の細根が太いことが分かりました。さらに、減少種では地上部に対する地下部の重量比が小さいことなどが分かりました（図 1、2）。これらのことは気候変動にともなう植生変化には、地下部の形質が深く関わっていることを示唆しています。水平型地下茎で連結したクローンを形成する植物は、根で吸い上げた水などの地下資源を共有したり、貯蔵した炭水化物によって細胞の浸透圧調整を行うといった機能などを介して乾燥ストレスへの耐性を高めていると考えられます。また、細根は水分などの地下資源の吸収を担い、細根が多く細い植物ほど、土壤中の水分吸収能力が高いことが知られています。本研究により、大雪山の高山帯では気候温暖化によって雪解けが早まり、土壌からの水分蒸発散が進むことで乾燥ストレスが増大し、これらの地下構造が発達していない植物種は深刻なダメージを受けている状況が推察されます。

【今後への期待】

多様な色や形の花が咲き乱れる高山帯のお花畑は、高山植物の多様さを実感できる景観です。一方で、普段は目にすることのない地下部の形態も、高山植物種によって様々です（図 3）。そうした植物の地下部の特徴に着目することで、どのような高山植物群落のどのような種が環境変化に脆弱なのかを予測し、いち早く温暖化による影響を検出し、高山植生の将来予測につながると期待されます。

【謝辞】

本研究は自然保護基金・プロナトゥーラファンドの助成を受けたものです。

論文情報

論文名	Belowground traits significantly differ between decreasing and increasing plant species in alpine meadows: implications for vegetation response to climate change（高山湿性草原において減少している種と増加している種では地下部の形質が顕著に異なる：気候変動に対する植生応答への示唆）
著者名	小林悠佳 ^{1, 2} （研究当時）、工藤 岳 ³ 、福澤加里部 ¹ 、関 宰 ⁴ 、小林 真 ¹ （ ¹ 北海道大学北方生物圏フィールド科学センター、 ² 北海道大学大学院環境科学院、 ³ 北海道大学大学院地球環境科学研究院、 ⁴ 北海道大学低温科学研究所）
雑誌名	Alpine Botany（高山植物の専門誌）
D O I	10.1007/s00035-024-00325-9
公表日	2025 年 1 月 6 日（月）（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 小林 真（こばやしまこと）
T E L 0165-38-2125 F A X 0165-38-2410 メール makoto@fsc.hokudai.ac.jp
U R L <https://makoto-plant-soil.weebly.com/>

配信元

北海道大学社会共創部広報課（〒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

【参考図】

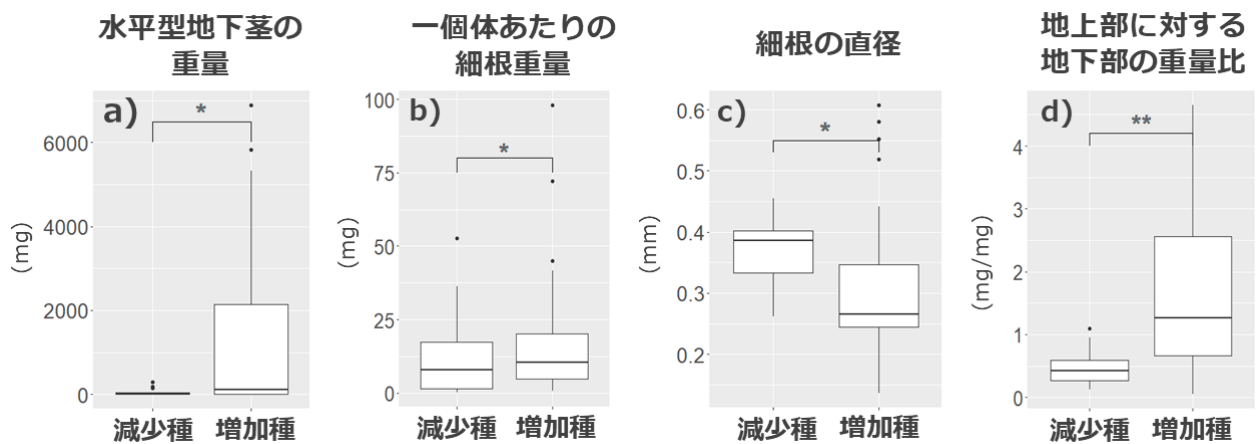


図 1. 1972 年から 40 年の間で減少していた種と増加していた種の機能形質の違い。減少していた種では、a) 水平型地下茎が小さく、b) 一個体あたりの細根が少なく、c) 細根一本一本が太いことが分かった。また、d) 減少していた種では地上部に対する地下部の重量比が小さかった。

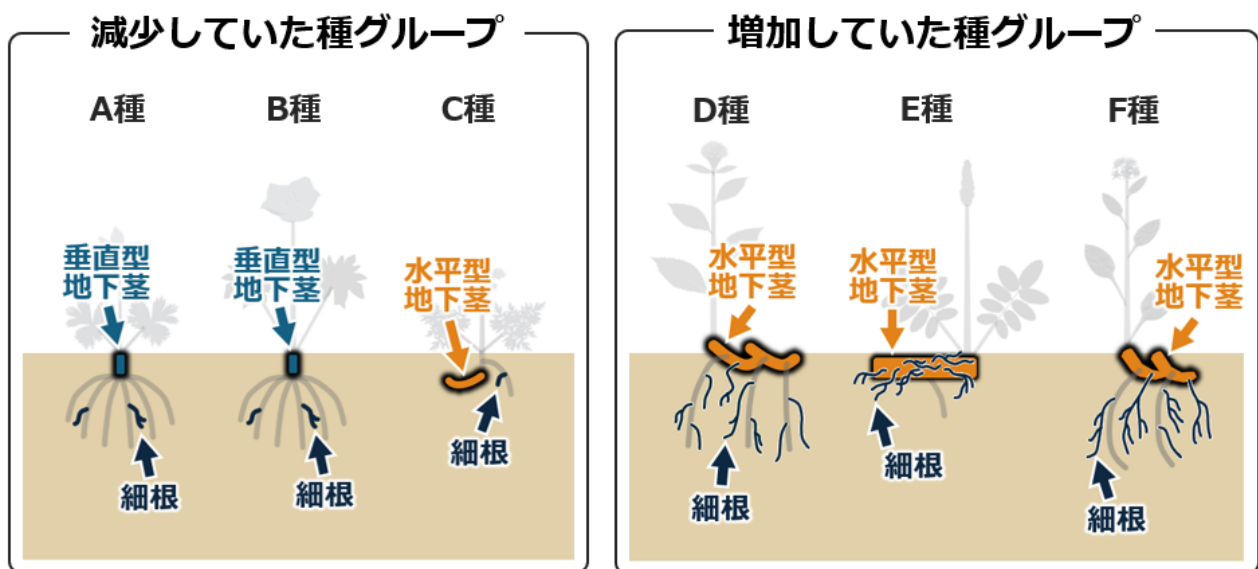


図 2. 減少していた種と増加していた種の模式的図。減少していた種では、増加していた種に比べて水平型地下茎（オレンジ色の部位）が小さく、細根（濃い青色で示した部位）が少なく太いという特徴が共通していた。

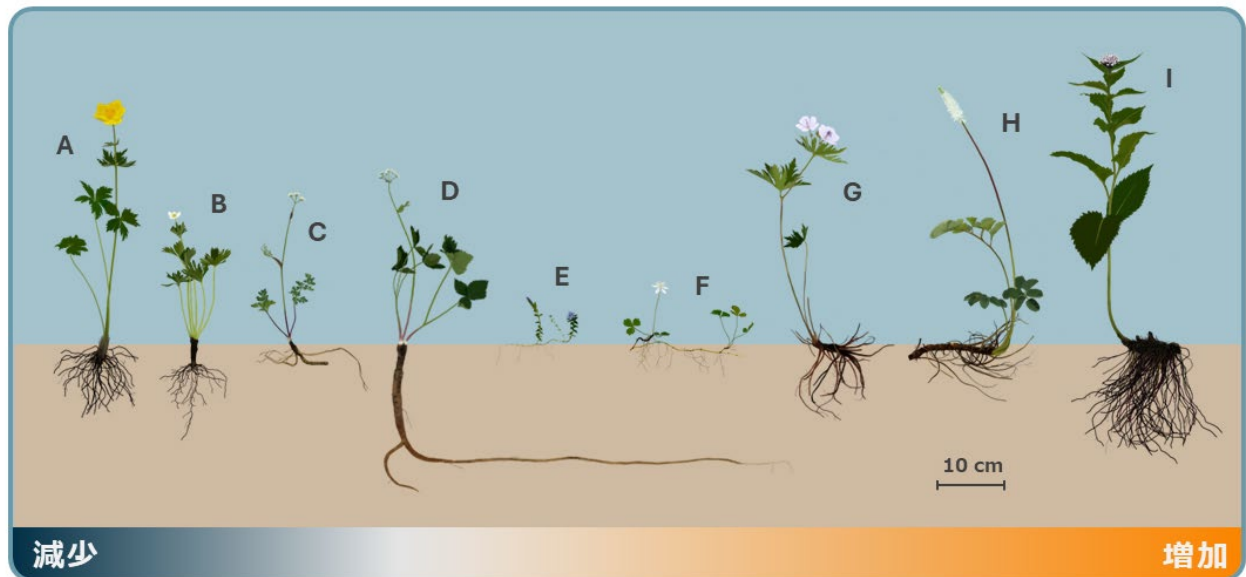


図 3. 高山植物の地下部の多様な形。A: チシマノキンバイソウ、B: エゾノハクサンイチゲ、C: シラネニンジン、D: ハクサンボウフウ、E: ミヤマリンドウ、F: ミツバオウレン、G: トカチフウロ、H: タカネトウチソウ、I: ナガバキタアザミ。1972 年から 40 年の間に左 3 種は減少、右 6 種は増加しており、両端に近いほど変化の程度が大きかった種（イラスト：小林悠佳）。

【用語解説】

- * 1 水平型地下茎 … 水平方向に成長する地下にある茎。地下茎には平型地下茎以外に垂直方向に成長する地下茎と、塊茎や球茎、鱗茎などの地下茎がある。
- * 2 細根 … 根の先端にある細い根のこと。植物は主に細根から土壌水分や養分を吸収する。
- * 3 機能形質 … 生物が環境や他の生物からの作用に対する応答、生物が及ぼす生態系への影響に関係する形態的あるいは化学的な生物の特徴。
- * 4 高山湿性草原 … 雪解け水により土壌水分が比較的高く保たれる高山草原。
- * 5 クローン成長 … 地下茎の分けつなどによって地上部が水平的に拡大していく植物の成長様式。

【参考文献】

1. Kawai Y., Kudo G. (2021) Climate change shifts population structure and demographics of an alpine herb, *Anemone narcissiflora* ssp. *sachalinensis* (*Ranunculaceae*), along a snowmelt gradient. *Population Ecology* 63: 260-271.
2. Amagai Y., Kudo G., Sato K. (2018) Changes in alpine plant communities under climate change: dynamics of snow-meadow vegetation in northern Japan over the last 40 years. *Applied Vegetation Science* 21: 561-571.