

# モニタリングサイト 1000 高山帯調査速報

No.4 (2013年2月発行)

## ・高山帯調査の目的と内容

環境省の植生図のデータによると日本で高山帯の植生が見られるのは北海道から中部地方にかけてで、そのうちの約6割を北海道、約3割を中部地方が占めています。日本の中で、高山帯が占める面積は0.3%とごくわずかです。しかし高山帯には、高山植物や高山蝶、ライチョウなど、高山帯でしか見られない特有の動植物が数多く生育・生息しています。また自然環境が厳しいために、これまで人間の影響をあまり受けずに貴重な自然が残されてきました。

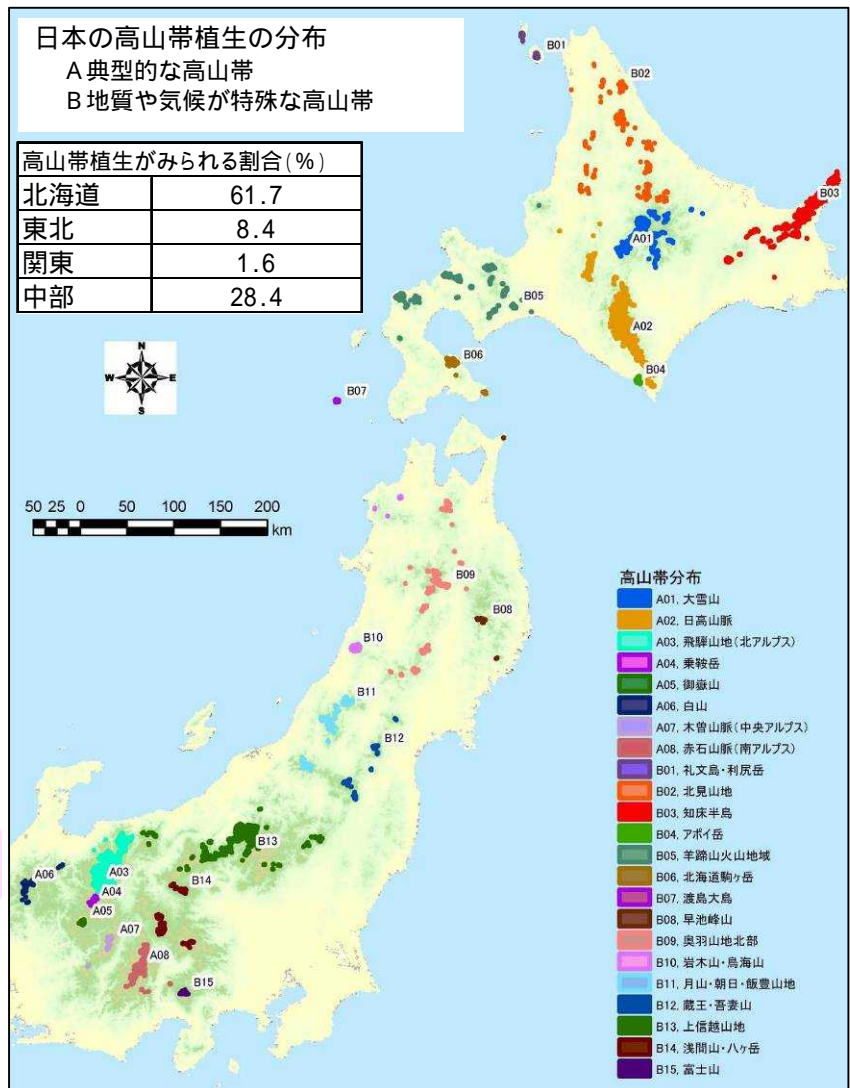
たくさんの山々からなる日本の自然環境にとって、最も標高が高いところにある高山帯は、代表的な生態系の一つと言えます。また、日本の高山帯の中には、火山活動や雪の影響を受けて、独特の景観を形作っているところもあります。

このような高山帯を調査することは、日本の自然環境を知るためには、とても重要です。

モニタリングサイト 1000 高山帯調査では、代表的な高山帯5か所（大雪山、北アルプス、白山、南アルプス、富士山）で、高山帯の自然環境を知るために、環境、植物、昆虫の調査を行っています。

### モニタリングサイト 1000 高山帯調査内容

環境	気温
	地温・地表面温度
植物	植生
	ハイマツ節間成長
	開花フェノロジー
昆虫	チョウ類
	地表徘徊性昆虫
	マルハナバチ類



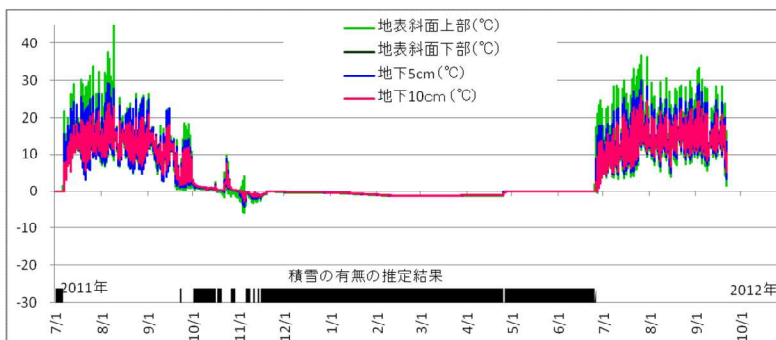
第5回自然環境保全基礎調査(自然環境情報GIS)植生図データより作成

## ・これまでに分かったこと

モニタリング調査の目的は、長い期間をかけて継続的にデータを蓄積し、気候や動植物の変化を知ることです。モニタリングサイト 1000 高山帯調査では、試行調査が 2009 年、全サイトの調査が 2010 年に始まり、各種のデータが蓄積しつつあります。これらの中から今年度分かったことを、ご紹介します。

### 1. 長期間の積雪（通称：根雪）の日数

高山帯の中でも谷などの積雪が残りやすい場所は、雪渓（せっけい）と呼ばれます。雪渓では大量の雪に守られるため、冬場でも温度が大きく下がらず、雪中の植物等には比較的やさしい環境です。一方で春は遅くまで雪が邪魔をするため、周囲に比べて植物の生長等が難しい場所でもあります。本調査ではこうした地域の環境を示す尺度の一つとして、毎年決められた雪渓において冬場の継続的な積雪期間（通称：根雪）を温度変化から推定しています。例えば以下の大雪山では 1 年のうち 8 ヶ月近くの日数を雪に覆われるため、雪渓に近い場所ほど短い生育期間に耐えられる高山植物が生育しています。

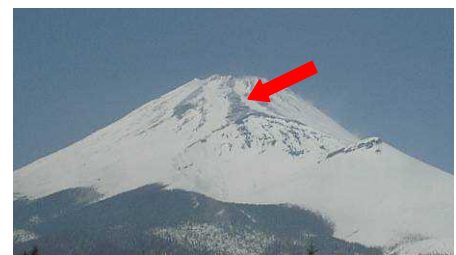
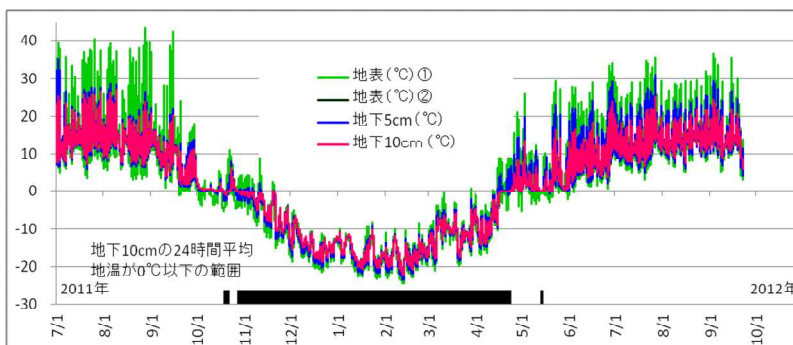


夏季の雪渓の例（白山）

大雪山黒岳の雪渓における地温・地表面温度と長期の積雪日数の推定結果  
2011/11/13～2012/6 /26 継続日数：227 日間

### 2. 地面が凍結した日数

高山帯の中でも山頂や稜線付近のように、強風で雪が吹き飛ばされて真冬でも積雪の少ない場所は、風衝地（ふうしょうち）と呼ばれます。冬季の風衝地の環境は積雪のある場所に比べて温度が大きく下がる過酷な環境ですが、春にはいち早く温度が上がり、生物の活動が見られる場所でもあります。こうした場所における冬期の環境を示す尺度の一つとして、本調査では地下 10cm での平均地温が 0 を下回る日を地面の凍結日と定義して、凍結した日数を推定しています。



冬季の風衝地の例（富士山）

大雪山黒岳の風衝地における地温・地表面温度と地面の凍結日数の推定結果  
初日 2011/10/14 終日 2012/5/13 凍結日数：184 日間

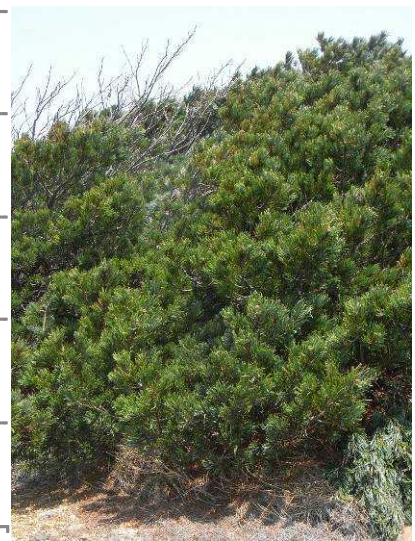
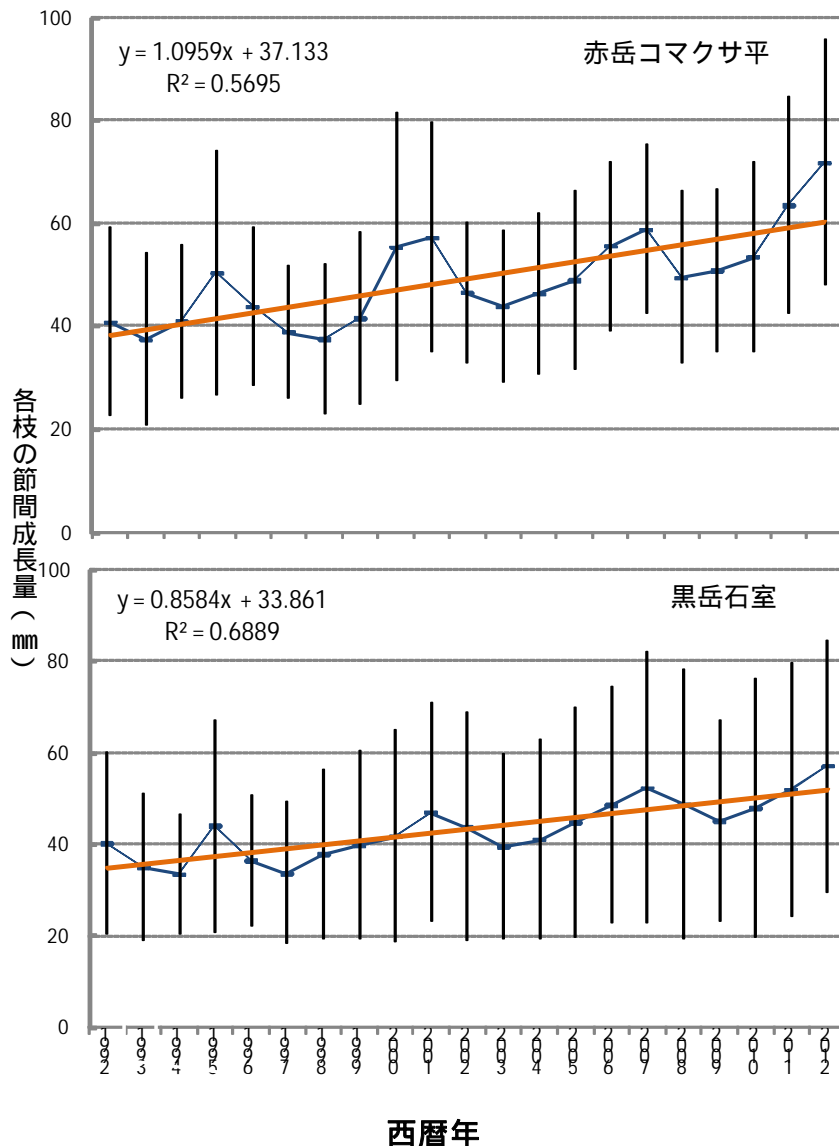
高山帯調査では、このような長期の積雪日数や凍結日数等の環境データの測定と、植物や昆虫等の生物の調査を、同じ場所で長期的に行っていきます。このことで温暖化等の環境の変化と、それがもたらす生態系への影響を、多角的に把握できることが期待されています。

### 3. ハイマツの成長量の年次変化

ハイマツの枝は、毎年1節だけ成長するので、節と節の間の長さを測ることで、過去10~20年間のハイマツの成長量が推定できます。ハイマツの成長量は、植物の生育に影響を及ぼす長期的な環境変化の指標となります。今年度調査を行った大雪山サイトの2か所の調査地では、節間成長量が大い年と小さい年を同じように繰り返しながら、全体としては増加する傾向(20年間で約20mm=毎年約1mm)にありました。

大雪山におけるハイマツの節間成長量の測定結果

調査地	測定日	測定期間	測定年数	測定枝数	節間成長量(cm)		
					平均値(±S.D.)	最大値	最小値
赤岳コマクサ平	2012/9/5	1992-2012年	21	29	4.92 (±1.98)	11.3	0.6
黒岳石室	2012/9/21	1992-2012年	21	30	4.33 (±2.34)	13.8	1.1



日本の高山帯を特徴づける代表的な植物のハイマツ、最も厳しい環境に生育する樹木



写真の間が1年間で伸長した節間長(モニタリングサイト1000高山帯調査調査マニュアルより)

最近21年間の大雪山におけるハイマツの節間成長量の年次変化  
(縦の棒は平均値±標準偏差)



## ・調査サイトから

現地で調査を行って頂いている方々の中から、これまでに出てこなかった話題を選んで、現地の状況や苦労なされたことについて、ご紹介をお願いしました。

### 各サイト

## フェノロジー調査のための定点撮影カメラ

国立環境研究所生物・環境計測研究センター 小熊 宏之

高山帯など頻繁に現地調査を行うことが困難で、更に融雪過程や開花日の特定といった高頻度の観測とその継続性が求められる場合、カメラを固定して任意の間隔で自動撮影をする、いわゆる定点撮影が有効な調査手段として知られています。そのためには防水ケースにカメラを格納し、乾電池等で長時間動作させ、さらにタイマーでシャッターを切るなどの工夫が必要でした。

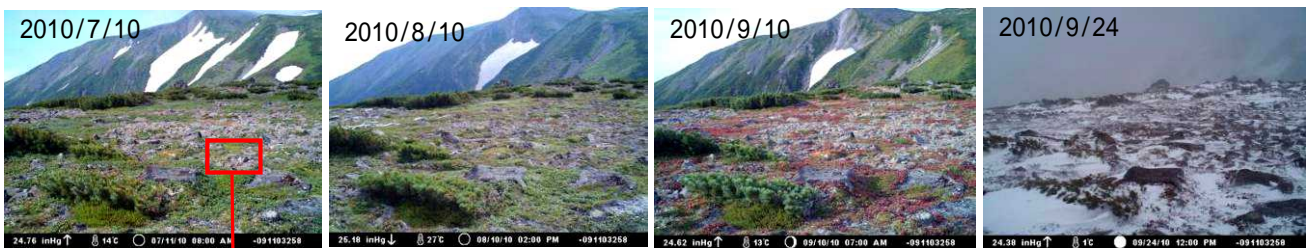
米国などではハンティングを目的とした大型動物の自動撮影や、家庭菜園の連続撮影を目的とした屋外用カメラが多数種類販売されており、2万円前後で日本でも入手できるようになっています。ケースは防水対応で、乾電池で数ヵ月間は動作し100万画素から1000万画素の撮影を任意の間隔で続けられることから、比較的近接した対象の開花フェノロジーを観測するには十分と言えます。その幾つかを選定し2009年から各調査地にて開花フェノロジーの連続撮影を実施してきました。



カメラの設置状況

これらのカメラは必ずしも高山帯のような厳しい環境での利用を想定してないことから、実に様々なトラブルを経験してきました。例えば防水ケースにも関わらず、多方向から吹き付ける強い雨によりカメラ内部にまで水が浸入したこと、強風による振動が原因と思われる接触不良、低温により動作設定を確認する液晶が見えなくなること、予想よりもはるかに早く乾電池が消耗してしまうこと等々です。また気温変化が激しい時などは内部結露により画面が曇ってしまうことも悩ましい問題です。

電池の消耗については電池交換時の電圧測定などを通じて交換時期に関する知見が蓄積しつつあることや、電池を並列化することで対応しています。更にケースを二重化し、温度変化や強い雨の影響を低減させる試みを来年度から始める予定です。



大雪山での撮影事例



拡大画像

最近、撮影画像を携帯電話で転送するタイプの屋外カメラを始め、市販のデジタルカメラの中にも防水・耐低温仕様で、画像をWi-Fiで転送する製品などが出てきており、このような製品を活用することで高山帯植生の調査をより多点に展開することが期待できます。一方で得られた膨大な枚数の画像は、人的な判読のみでフェノロジーを調査していくのは困難であり、これを補助するようなデジタル画像の解析技術の発展が望まれています。

モニタリングサイト1000では、高山帯以外の調査分野でも定点カメラが利用されており、情報共有を密にしていくと共に、時系列の比較やサイト間での比較を容易にするような画像ファイルの整理方法・データベース化、100年先までのデジタルデータの保存方法などが今後の検討課題であると考えています。

## 蝶ヶ岳でのマルハナバチ類調査

長野県環境保全研究所 須賀 丈

花の蜜や花粉を餌にする虫には、ハチやハエ・アブ、甲虫、チョウなどがあります。ミツバチはその代表的なものです。しかし高山でミツバチを見ることはほとんどありません。高山でよく見るのはマルハナバチです。ユーラシア北部に分布の中心をもつ北方系の昆虫で、丸い体に毛を生やし、ぬいぐるみのような姿です。高山植物の花粉媒介者として重要な存在です。

モニタリングサイト 1000 高山帯調査では、大雪山と北アルプス蝶ヶ岳でマルハナバチの調査が行われています。ここでは蝶ヶ岳での調査の様子をご紹介します。この蝶ヶ岳では信州大学によるチョウの調査も行われています。2010年の調査ルート設定をふくめると、この調査も3年目になりました。

調査ルートは標高約 2,480～2,670mの稜線上の登山道です。距離は約 2.3 キロメートル弱、亜高山帯の森林・雪田のお花畑・ハイマツの生える風衝地がその中に含まれます。視界のひらける風衝地では穂高連峰と槍ヶ岳が眼前にそびえ、絶景です。

晴天になることの多い午前中、少し気温のあがる8時ごろ調査をはじめます。ルートを歩きながら、訪花しているマルハナバチ類とその訪花植物の種類を記録していきます。ヒメマルハナバチとオオマルハナバチがこれまでに記録されました。どちらも以前から中部山岳の高山帯で多く見られることが知られています。

これまでマルハナバチが訪れた花として、7月下旬は雪田のお花畑のアオノツガザクラ・シナノキンバイなど、風衝地のコバノクロマメノキ・コケモモ・チシマギキョウが記録されています。8月中旬は雪田のお花畑のエゾシオガマ・ハクサンフウロなどが記録されています。風衝地のトウヤクリンドウは、この時期マルハナバチの訪花対象になりそうな花ですが、まだ訪花が記録されていません。

このような調査で、チョウは特に天気大きく左右されることが知られています。マルハナバチは曇りや小雨くらいなら姿を見せることもあります。しかし強風などでまったく姿を見せないときもあります。それだけに晴れたときの調査は気分も格別です。花にはマルハナバチだけでなく、小さな甲虫やハエもいます。ルート上にはチョウも姿を見せます。一方、霧が出てライチョウの親子の姿を見ることもあります。

調査地までの登山道には、上高地から長堀山をこえるルートと安曇野側の三股から登るルートがあります。両方登ってみました。蝶ヶ岳は北アルプスでは初心者向けの山とされます。しかし特に長堀山のルートは急な登りがつづきます。それにこりて以後は三股から登ることにしました。登山地図で約5時間のコースです。慣れてくるとだんだん感覚的に短く感じられるようになってきました。亜高山帯の森のなか、知らない植物を図鑑で調べながら歩くのも楽しいものです。

モニタリングサイト 1000 の調査は100年つづけられることになっています。高山の生態系は今後どうなっていくのでしょうか。北アルプスでは最近シカが目撃が増えており、高山植物などへの食害が心配されています。大雪山では、在来種のエゾオオマルハナバチやアカマルハナバチなどのほか、外来種のセイヨウオオマルハナバチも発見されています。100年後にはどんな人がどんな気持ちで、この調査をつづけてくれているのでしょうか。



調査ルート上の雪田のお花畑



槍ヶ岳を望む風衝地の調査ルート



チシマギキョウの花から出てきたヒメマルハナバチ



## 富士山の永久凍土

凍土には永久凍土と季節凍土があり、地表面近くの季節凍土は、日本列島でも厳冬期にはよく見られます。一方の永久凍土は、「少なくとも連続した2回の冬と、その間の1回の夏を合わせた期間より長期にわたって、0 以下の凍結状態を保持する土壌または岩石のこと」と定義されており、シベリアやアラスカでは普通に見られますが、日本列島では富士山、北海道の大雪山、本州の北アルプスの一部にしか存在しません。

富士山頂に、永久凍土が存在することは古くから知られていました。1935年に中央気象台の測候所が設置されたときにも、真夏でも富士山頂の土が凍っていることが報告されています。本格的な調査は1975年の夏に、元国立極地研究所所長の藤井理行氏らによって行われ、1976年には富士山頂付近に永久凍土があることが、はじめて内外に発表されました。この時の研究調査では、標高2,500mから山頂の3,776mまでの凍土の垂直分布が調べられました。土の表面から深さ50cmの地中の温度が標高別に測定され、永久凍土の下限が推定されました。当時の富士山の南面では、永久凍土の下限の平均値は標高3,100m付近でした。

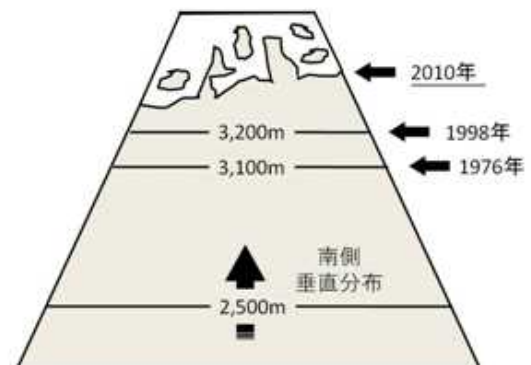
その後の1998年、私と藤井氏とで、22年前と同様の調査を行いました。その結果、永久凍土の下限の平均は標高3,200m付近で、標高にしてほぼ100m上昇したことがわかりました。私と藤井氏は、このように永久凍土の下限が上昇した点について、山頂の気象データから、近年の温暖化が関連しているのではないかと推定しました。

富士山の永久凍土の下限と、山頂の永久凍土の状態について、その経年変化を知るために、2008年から2010年に調査を行いました。その結果、永久凍土の分布の下限は1998年の位置よりさらに上昇していることがわかりましたが、その位置の平均標高を特定することはできませんでした。

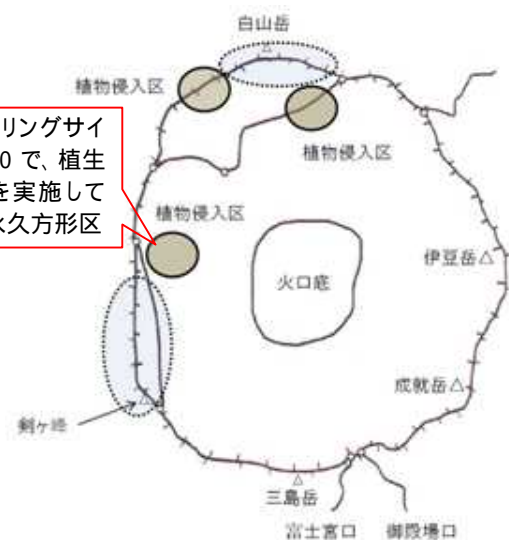
このことから、自然現象として大変貴重な富士山の永久凍土は、近年になって急速に消失しつつあるか、下限から山頂までの間に不連続でモザイク状にしか存在しないことが考えられました。

## 富士山頂の植物

富士山は、植生帯の垂直分布がはっきり見られる山です。標高2,500m以上は高山帯ですが、標高3,000m以上は「上部高山帯」に属し、そこに分布する植物のほとんどがコケ類と地衣類です。特に山頂周辺では、植物の分布は極めて稀でした。今までの調査では、永久凍土が存在する近辺にはコケの群落が発達していましたが、種子植物の分布はほとんど見られませんでした。



富士山の永久凍土の分布の下限の上昇

富士山頂における永久凍土の分布  
(···)永久凍土分布域、(-)植物侵入区



富士山頂のコケ群落に侵入したコタヌキラン



モニタリングサイト 1000 で設置した永久方形区による富士山頂の裸地に侵入した種子植物の調査

最近では、これまでに分布していなかった、コタヌキラン、オンタデ、フジハタザオ、イワノガリヤスといった高山帯に生育する種が、上部高山帯にも生育するようになってきました。これらの植物は現在個体数が増加しつつありますが、大きな群落を作るような状況ではありません。種子植物の山頂への侵入・増加については、山頂周辺に種子植物の実生が生育できるような微環境 (safe site) が増加しつつあるのではないかと想像できます。その一方で、山頂の永久凍土の影響を受けている「南極と共通の共存現象を持つ、コケとらん藻の共存体」は減少が見られ始めています。

日本の山岳で唯一「上部高山帯」をもち、そこに種子植物の侵入を長い間許さなかった富士山頂においても、最近では植物、動物、地形の面で変化が見られつつあります。また、山地帯から亜高山帯にかけてのニホンジカの影響は、富士山の中腹の植生に大きな変化をもたらしています。



コタヌキラン



オンタデ



フジハタザオ



イワノガリヤス

参考:富士山の高山帯で見られる植物(撮影:小出可能)

## モニタリングサイト 1000 高山帯調査 調査速報 No.4 (2013年2月発行)

発行:環境省 自然環境局 生物多様性センター

編集:(一財)自然環境研究センター

〒110-8676 東京都台東区下谷3-10-10

電話 03-5824-0969 / FAX 03-5824-0970

担当 小出・杉村・脇山

モニタリングサイト 1000 Web サイト : <http://www.biodic.go.jp/moni1000/index.html>