

モニタリングサイト 1000 高山帯調査速報

No.7 (2016年3月発行)

斑模様をつくる残雪(2015.7.19北アルプス立山にて自然環境研究センター小出撮影)

・高山帯でみられる植生(風衝草原)

速報 No.6 では高山帯でみられる植生を、風衝草原、風衝矮生低木群落(高山ハイデ)、雪田草原、高山荒原(崩壊地荒原)、高山低木群落(ハイマツ林)、高茎広葉草原(雪潤草原)の6つに分けてご紹介しました。今回はその中の風衝草原について少し詳しくご紹介します。

風衝草原は、山頂や稜線付近の強風で雪が吹き飛ばされる「風衝地」と呼ばれる場所に見られる草原です。高山帯の中でも低温と乾燥にさらされる厳しい環境で、冬の間は土壌が-20℃近くになって凍結することがありますが、植物は雪解けを待たずに春早くから生長を開始できます。高山荒原(崩壊地荒原)も風衝草原に含めることがありますが、高山荒原は特に土壌の移動が激しい環境であることが特徴です。

風衝草原で生育する植物の大部分が多年生の草本植物ですが、中には地面に張り付くように生長する矮生低木種も含まれます。

<風衝草原でみられる植生の特徴>

| 植生区分の中区分・細区分 | 解説 |
|-----------------|---|
| エゾオヤマノエンドウ群落 | 北海道の山地の少雪地、風衝地に成立する矮生低木群落。エゾマメヤナギ、エゾオヤマノエンドウを主とし、マルバヤナギ*、タカネツメクサ等が混生する。周氷河土等にもみられる。 |
| ヒゲハリスゲ群落 | 中部山岳の風衝の激しい稜線や傾斜地に成立する多年生草本群落。ヒゲハリスゲ、オヤマノエンドウ、タカネシオガマ、ハクサンイチゲ、チシマギキョウ等が生育する。 |
| タイツリオウギ群落 | 高山の崩壊性の強い傾斜地に成立する多年生草本群落。タイツリオウギ、イワオウギ、ミヤマオトコヨモギ、イワベンケイ、タカネツメクサ、シコタンソウ等が生育する。 |
| イワオウギ-タイツリオウギ群集 | |
| キタダケソウ群落 | 赤石山系の北岳(3,193m)周辺の石灰岩地に成立する高山風衝草原や岩隙植生。キタダケソウを含む群落は赤石山脈固有の風衝広葉草原であるイワオウギ-タイツリオウギ群集に位置づけられ、キタダケトリカブト、キタダケカニツリ、キタダケヨモギ等北岳で分化した植物のほか、イブキトラノオ、ハゴロモグサ等が生育し、高山植物の種類が豊富である。北岳の風背地や凹状地のなだれや崩壊性の強い急傾斜地に成立する。 |

*平野部に生育するアカメヤナギを指すこともあるが、ここではエゾノタカネヤナギを指す。

出典：自然環境保全基礎調査，植生調査情報提供，統一凡例(植生区分・大区分一覧表)，I 高山帯自然植生域，02 高山ハイデ及び風衝草原 <http://gis.biodic.go.jp/webgis/sc-017.html?1st=02>



エゾオヤマノエンドウ



タイツリオウギ



タカネシオガマ



イワオウギ



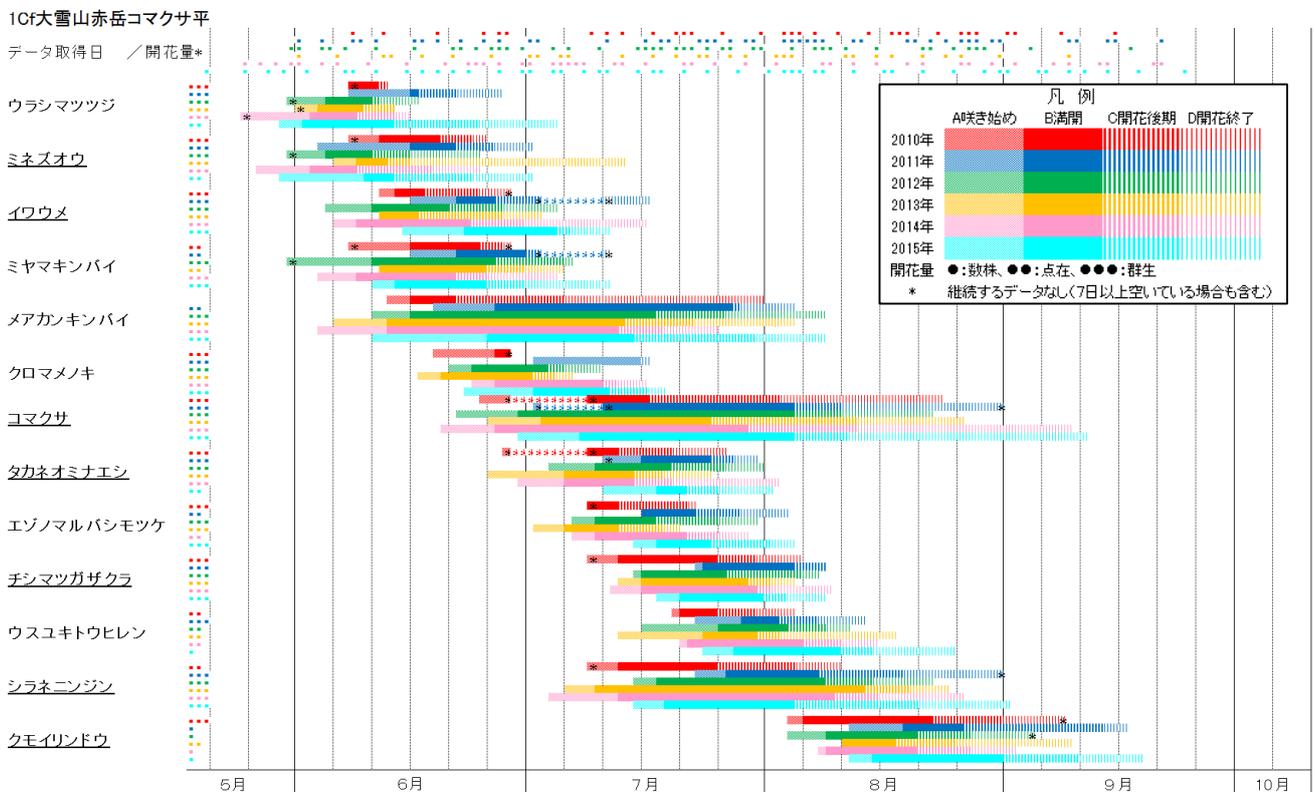
オヤマノエンドウ

・大雪山サイトの目視での開花フェノロジー調査からわかったこと

大雪山サイトでは、開花フェノロジー調査をインターバルカメラと目視で行っています。インターバルカメラによる調査では、カメラのトラブルがなければ毎日データが得られますが、画像から開花ステージが読み取れるのは花が目立つ種類に限られます。それに対して目視による調査では、現地で実物を見ながら開花ステージを識別するので、花が小さい種類や少ない種類のデータも得られますが、現地まで調査に行く人手の確保が大きな課題となります。大雪山サイトでは、現地の調査団体であるアース・ウインドが運営するボランティア活動により、こうした調査が可能となっています。

大雪山サイトでは、黒岳風衝地、黒岳石室、赤岳コマクサ平と赤岳第4雪渓の合計4か所で調査を行っています。アース・ウインドによる調査は、モニタリングサイト1000高山帯調査が始まった2010年より前の2005年から行われており、2006年～2011年の成果については工藤・横須賀(2012)にまとめられています。合計4か所の調査人日はアース・ウインドの努力により確実に増え続け、2005年の46人日に始まり、2008年からは100人日を突破、2015年はなんと合計219人日にもなりました。そこで、2015年を含めてモニタリングサイト1000が開始された2010年までの、赤岳コマクサ平と赤岳第4雪渓の結果の一部について、ご紹介します。

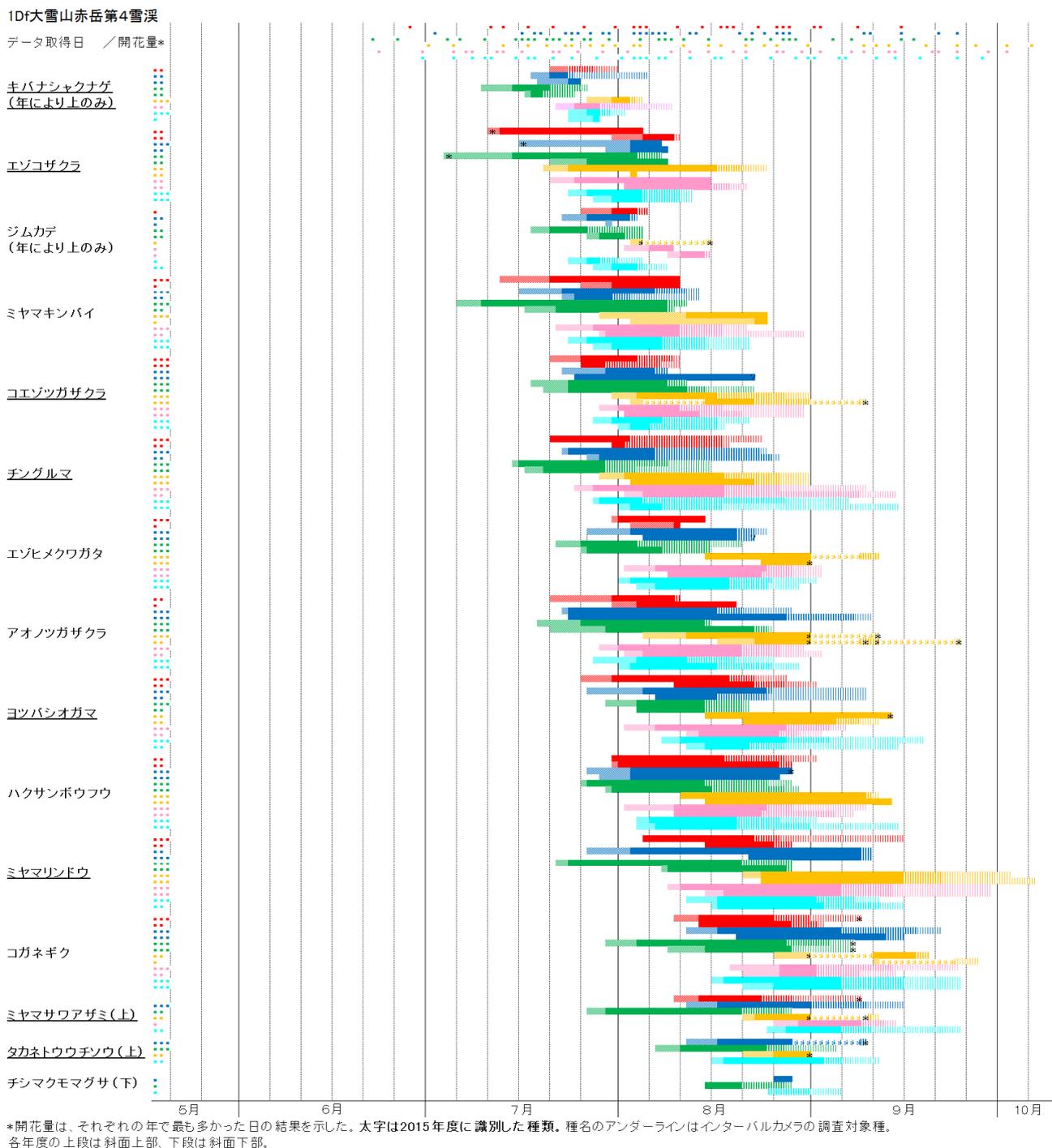
赤岳コマクサ平では開花が始まるのは5月下旬からで、8月中にほぼ終わるのに対し、赤岳第4雪渓で開花が始まるのは7月に入ってからと1カ月以上も遅く、終わるのも9月に入ってからになります。赤岳第4雪渓では開花が始まるのが遅い分、満開の花の時期が8月に集中する傾向があり、こうした違いは残雪によるものです。赤岳第4雪渓では残雪の違いにより一つの枠内(10m×20m)でも開花時期に違いがあるため、斜面上部と斜面下部とに分けて記録しており、斜面上部の方が開花が早い傾向にあります。赤岳コマクサ平のミヤマキンバイは6月の中旬から下旬にかけて満開になりますが、赤岳第4雪渓のミヤマキンバイは7月下旬から8月上旬頃が満開で、同じ種類の植物でも生育する環境によって開花時期が大きく異なることが解ります。



大雪山サイトでの目視による開花フェノロジー調査の結果 (赤岳コマクサ平)

調査年ごとの違いをみると、赤岳第4雪渓では2010年～2012年に比べ、最近の2013年～2015年の方が開花が遅い傾向が見られます。中でも2012年は開花が早く、翌年の2013年は開花が遅く、ミヤマリンドウを例にすると、2012年には斜面上部で7月下旬に咲き出したのに対し、2013年は8月下旬と約1カ月の違いがありました。それに対して赤岳コマクサ平では、調査年によるこのような違いは見られませんでした。

雪田草原群落の開花時期は、気温よりも雪解けの時期に大きく影響を受けていることが解ります。



大雪山サイトでの目視による開花フェノロジー調査の結果 (赤岳第4雪渓)

<文献> 工藤岳・横須賀邦子 (2012) 高山植物群落の開花フェノロジー構造の場所間変動と年変動：市民ボランティアによる高山生態系長期モニタリング調査．保全生態学研究 17:49-62．

・調査サイトから

北岳の象徴的な植物であるキタダケソウの調査・研究のため、北岳に登り始めて20年近くになる名取さんが「キタダケソウ覚書き」をまとめて下さいました。そのごく一部をご紹介します。

南アルプス（北岳）サイト

キタダケソウ覚書き

芦安ファンクラブ 名取 俊樹

北岳に生育する植物の起源

約1万年前に終わったとされる最も近い氷期（最終氷期）の最盛期には、気温は現在よりおよそ7も低く、雪や氷が融けずに陸上に残り、海面は100m以上も低下しました。北海道はサハリンを經由して大陸とつながったとされています。これ以前にも氷期は何回か訪れ、ある時期には朝鮮半島や中国とも陸続きになりました。キタダケソウは、最終氷期以前に大陸から渡ってきたとされています。氷期が終わり気温が上昇すると、日本列島は大陸から離れ、一部の植物は気温が低い山岳地に移動して生き残り、現在、我々は北岳などで高山植物として見ることができます。キタダケソウは北岳のみに生育する固有種です。移動能力が小さい高山植物にとって、北岳のような高山は、低地という暖かい海に浮かぶ島とみなすことができそうです。

キタダケソウが生育する場所

キタダケソウは北岳頂上付近の石灰岩が見られる南東斜面に生育しています。この南東斜面のうち、稜線近くで比高（その場所が周囲に比べて高いか低い）が最も高い場所や最も低い場所は、それぞれ岩稜やガレ場となり植物はほとんど生育していません。その間で、比較的高い場所にはハイマツが生育し、低い場所はキタダケソウが生育する風衝草原となっています（図1）。稜線から離れるにつれて風は弱くなり、降雪期に風に飛ばされたり斜面を滑り落ちた雪が溜って春の雪解けは遅くなり、風衝草原は高茎草原に代わります。稜線から少し離れた高茎草原付近にもキタダケソウは生育していますが、その場所は、比高が高いため比較的風当たりが強く、周囲に比べて雪解けが早い場所でした。

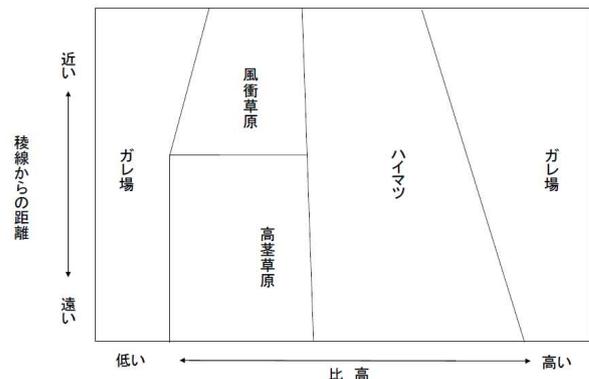


図1 北岳南東斜面での植生分布の概念図

北岳南東斜面に設置されている「北岳キタダケソウ生育地保護区」内で土壌 pH を調べると、ハイマツが生育している場所の4.0以下（酸性）から石灰岩の露頭近くの7.0以上（アルカリ性）と幅広く、キタダケソウは主に土壌 pH が7.0付近に生育しています。土壌 pH が比較的高い場所付近にはキタダケソウのほかにハイマツも生育しますが、その生育はおもわしくないようです。北岳で固有種、遺存種などが多い要因の一つは、植物の種間関係で優位性が高いハイマツの生育が、石灰岩地のような高 pH 土壌では抑制されるからと考えられます。

キタダケソウの特徴的な知見は、標高が低い茨城県つくば市で行った栽培試験からも得られました（図2）。栽培試験では、培養土を使った土耕法ばかりでなく、水耕法やミスト法も試みました。最初はまず、室温や湿度が制御できる人工環境制御温室内でキタダケソウの栽培を始めました。その頃は栽培方法がまだ確立しておらず、加湿過多となり地上部が突然萎れ枯死する事例が多くありました。おそらくキタダケソウは地際の株元付近が加湿に弱く腐り易いと推察されます。制御温室内での栽培法が確立した後、空調などは全くせず寒冷紗による日陰処理だけを行ったビニール温室内で栽培できるよう改良・工夫しました。そして、3月頃の気温が低い時期に開花したキタダケソウは、その後、種子が通常どおりに成熟し大きくなりましたが、気温が30℃を超えるような真夏に開花したものは、種子が全く成熟せず大きくもなりません。おそらく気温が高いため呼吸速度が増大し、種子の成熟に必要な光合成生産物が足りなくなったことが一因と考えられ、標高が低く気温が高い場所にキタダケソウが生育し難い特性の可能性があると考えています。

キタダケソウの生活 種子の重さー

北岳の現地でもキタダケソウは一つの花茎に成熟種子を多くとも10数個しか付けません。種子の重さは一粒あたりおよそ10数mgで比較的重い方です。種子の形はほぼ丸形で翼などはなく、米粒より1～2まわり程小さいくらいで、重力散布と思われます。

重力散布によるキタダケソウの移動速度を、種子から発芽した個体が花を咲かせ種子ができるまでの年数を、栽培試験で得られた中で最も早かった5年とし（この値はミスト法で得られました）

種子散布により親株から離れ得る距離を、現地調査で得られた株と株との距離の中で最も頻度が高かった40cmとして計算すると、年8cm、1万年でも800mしか移動しません。キタダケソウは、最終氷期以前に大陸から渡ってきたと考えられていますが、この値はキタダケソウの祖先が大陸から移動し北岳の南東斜面の3000m付近まで達したことを考えるとあまりにも現実的ではなく、キタダケソウの移動には動物などが関与しているかもしれません。

キタダケソウのような比較的大きな種子は、発芽した幼植物の根の伸長や葉の展開に必要な養分を多く保持しており、生育期間が短い高山環境下で生きる幼植物の初期生長を素早く行うには有利でしょう。また、栽培試験を行った際、1個体だけが開花し、数粒の種子を得られたことから、キタダケソウには自殖性があると推察しています（しかし、現在までのところ栽培試験で得られた種子の発芽は確認できていません）。さらに、栄養繁殖を行うことも確認され、キタダケソウは自殖性を有しながら、個体の分散能を高める種子繁殖を行うと共に、幼植物の生き残りの可能性を高める栄養繁殖も併用することで、厳しい高山帯で生き残ってきたのでしょう。

北岳の絶滅危惧植物

北岳は高山植物の種類や固有種が多いことで知られますが、北岳周辺で絶滅リスクが高い植物は、極めて分布範囲が狭い種ではないかと思えます。北岳の南東斜面周辺は崩れやすく、キタダケソウの生育地の一部が崩壊し、キタダケソウの株が消失した場所もあります。このような場所は一度大規模に崩れ始めると、修復は極めて困難だといわれており、斜面の崩壊は、極めて小規模のうちに防止対策を行う必要があります。そのため、たとえ生育地保護区ではあっても生育場所の保全をどのように行うかどうかは緊急の検討課題でしょう。

環境変化のモニタリングサイトとしての北岳

北岳のような3000mを越える山の頂は、地表の影響が少ない自由大気領域（1000m以上）まで達しており、都市化による局地的な環境変化の影響が比較的少なく、地球規模の環境変化のモニタリングに適しています。北岳に近い富士山頂では長年気象観測が行われ、この気象資料から北岳での気温上昇などが推測されます。キタダケソウの満開日と富士山頂での消雪日とは良い相関を示していましたが、富士山頂での積雪深の測定が2004年を最後に中止されてしまったことは非常に残念です。

キタダケソウ満開日が1995年から調べられており、最も早かったのは1998年の6月初めでした。この年は日本の広い範囲で高山植物の開花が早かったようです。また2000年代初めは開花日が比較的早く、その後若干遅くなり2000年代後半には1980年代と同様に6月後半から7月初めになりました。しかし、数年前からまた早まってきているように見受けられ、2015年春には、6月10日より前になったようです（北岳山荘 猪俣さん私信）

現地で雪が消えてからキタダケソウの満開日までのようすをインターバルカメラの画像でみると、およそ1ヶ月で、その間の地表温度は雪解けと共に急上昇し、開花時はおよそ8℃でした。

近年、北岳周辺へのニホンジカの侵入および食害による植生の変化や裸地化が問題となっています。「北岳キタダケソウ生育地保護区」内で、センサー付きカメラや目視でシカなどの出現調査をした結果、シカは6月～10月頃まで3,000m近い稜線付近にまで出没していました。シカが撮影された時刻は夕方6:00～朝5:00頃までがほとんどで、昼間、高山帯下部の林で人目を避け、暗くなってから、高山帯の高茎草原や風衝草原などに移動して採食しているとみられます。キタダケソウへの食害は確認されていませんが、生育場所近くの高茎草原では、シカが嫌うバイケイソウなどを主とする植生に変わってしまっ



図2 茨城県つくば市の温室内で栽培・開花したキタダケソウ

た場所があります。食害が激しい場所や泥浴びが行われている場所では裸地化したところも現れました。また、高茎草原内に設置したカメラの撮影記録から、僅か約3分間で主にイネ科型植物が明らかに減少しました（シカに食べられました）。シカに対する対応策として、植生保護柵の設置やシカ個体数の調整も行われ始めています。

最後に、20年程まえからゲノム解析の手法が高山帯の植物にも行われるようになり、次々に興味深い結果が得られており、今後、大陸氷河で覆われることがなかった日本で生き残っている高山植物の世界的レベルでの価値がより明らかになると考えられます。そのためにも絶滅種をこれ以上増やさないようしっかりとした保全策を行う必要があると考えます。

・モニタリングサイト 1000 高山帯調査の成果の公表

モニタリングサイト 1000 高山帯調査も8年目となり、これまでに蓄積された成果が様々なところで公表、活用されるようになってきました。最近のおもなものについてご紹介します。

高山帯におけるマルハナバチ群集組成と訪花植物の季節変動と年変動

工藤岳・井本哲雄（2015）日本生態学会第62回全国大会 PA2-160。

北海道大雪山系の高山帯で2011-2014年に行ったマルハナバチ類調査の結果より、マルハナバチの季節活性と開花フェノロジーとの同調性が、異常な温暖年（2012年）に顕著なミスマッチを生じたことから、社会性ハナバチと高山植物の共生関係が気候変動に対して脆弱であることが示唆された。

開花フェノロジーとマルハナバチの訪花行動への温暖化影響の観測

須賀丈・尾関雅章・浜田崇（2015）長野県環境保全研究所「長野県における温暖化影響評価及び適応策立案手法の開発に関する研究報告書」pp. 42-48。

高山生態系への温暖化の影響を観測するためにモニタリングサイト1000高山帯調査の調査手法を用いて行われた、中部山岳の木曾山脈における開花フェノロジーとマルハナバチ類の調査報告。

高山帯におけるチョウ類調査に及ぼす天候の影響 - モニタリング 1000 高山帯チョウ類調査データをもとに - 中村寛志・江田慧子（2015）日本環境動物昆虫学会第27回年次大会。

2009年から2015年までのモニタリングサイト 1000 高山帯調査のチョウ類調査のデータから、ベニヒカゲの確認個体数と気温、照度などの天候要素との相関を近似式で求め、天候がチョウ類調査に及ぼす影響を取り除いて実際の個体数変動を推測する方法を考察した。（速報 No6 で紹介。）

モニタリングサイト 1000 による白山亜高山帯・高山帯でのゴミムシ類の7年間の調査結果

平松新一・西川潮（2016）日本昆虫学会第76回大会。

白山の雪田、ハイマツ林、風衝地で行った地表徘徊性甲虫調査の7年間、14種類のゴミムシ類の記録から、それぞれの生息環境ごとに優占種や多様度が異なることが明らかになった。

今後の予定

今年3月に仙台で開催される第63回日本生態学会で、前回の第62回日本生態学会にひきつづきモニタリングサイト 1000 のとりまとめ成果からわかったことを紹介します。今回は高山帯調査の成果を、サンゴ礁調査や陸水域調査、全体のデータのとりまとめとともに紹介する予定です。

日本生態学会自由集会：モニタリングサイト 1000 のとりまとめ成果から分かったこと Vol.2

日時：3月23日 15:30-17:30 会場：仙台国際センター

モニタリングサイト 1000 高山帯調査 調査速報 No.7（2016年3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

〒130-8606 東京都墨田区江東橋3-3-7

電話 03-6659-6310 / FAX 03-6659-6320 担当 小出

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