

市立大町山岳博物館創立 **70** 周年記念
令和3年度 市立大町山岳博物館 企画展



北アルプス誕生と

そこに息づく高山植物のものがたり

— 花、果実、種子、芽生え ときどき ふしぎ発見! —



 市立 **大町山岳博物館**
立 **OMACHI ALPINE MUSEUM** 

— 創立 1951 年 —



北アルプス誕生と そこに息づく高山植物のものがたり

—花、果実、種子、芽生え ときどき ふしぎ発見!—

会 期 2021（令和3）年7月17日（土）～11月28日（日）

※ 会期中、7・8月は無休。9/6(月),13(月),21(火),27(月)・10/4(月),12(火),18(月),25(月)・
11/1(月),4(木),8(月),15(月),24(水)は月曜または祝日の翌日のため休館。ただし9/24(金)・11/22(月)は臨時開館

開館時間 午前9時～午後5時（入館は午後4時30分まで）

会 場 市立大町山岳博物館 特別展示室

観 覧 料 大人450円 高校生350円 小・中学生200円

※ 常設展と共通。30名様以上の団体は各50円引。そのほかの各種割引については窓口にてお問い合わせください。

主 催 市立大町山岳博物館

協 力 白山高山植物園 NPO法人 白山高山植物研究会 大町山岳博物館友の会



企画展関連の催し ※ 下記催しについては、新型コロナウイルス感染症の感染拡大により中止を含めて予定変更の可能性あります。

ミュージアムガイド

期 日 2021（令和3）年7月17日（土）・8月14日（土）
時 間 各日とも1回目…午前10時30分～ 2回目…午後2時30分～
会 場 市立大町山岳博物館 特別展示室（企画展会場）

フィールドワーク「高山植物の花のふしぎ観察会」（友の会会員限定）

期 日 2021（令和3）年7月22日（木, 祝）
場 所 白馬八方（黒菱平～八方池）
主 催 大町山岳博物館友の会

さんぱくゼミナール「高山植物 - 花と昆虫のしたたかで素敵な関係」

期 日 2021（令和3）年9月18日（土）
場 所 市立大町山岳博物館 講堂
講 師 石井 博さん（富山大学理学部教授）
主 催 市立大町山岳博物館

目次

開催にあたって

山岳文化都市宣言／信州山の日／山の日

展示解説

第1章 北アルプス誕生—激動の500万年史—

コラム① 高山の気温減率は季節変化します

第2章 日本の高山植物群落の成り立ち

第3章 高山植物の花、果実、種子、芽生え ときどきふしぎ発見！

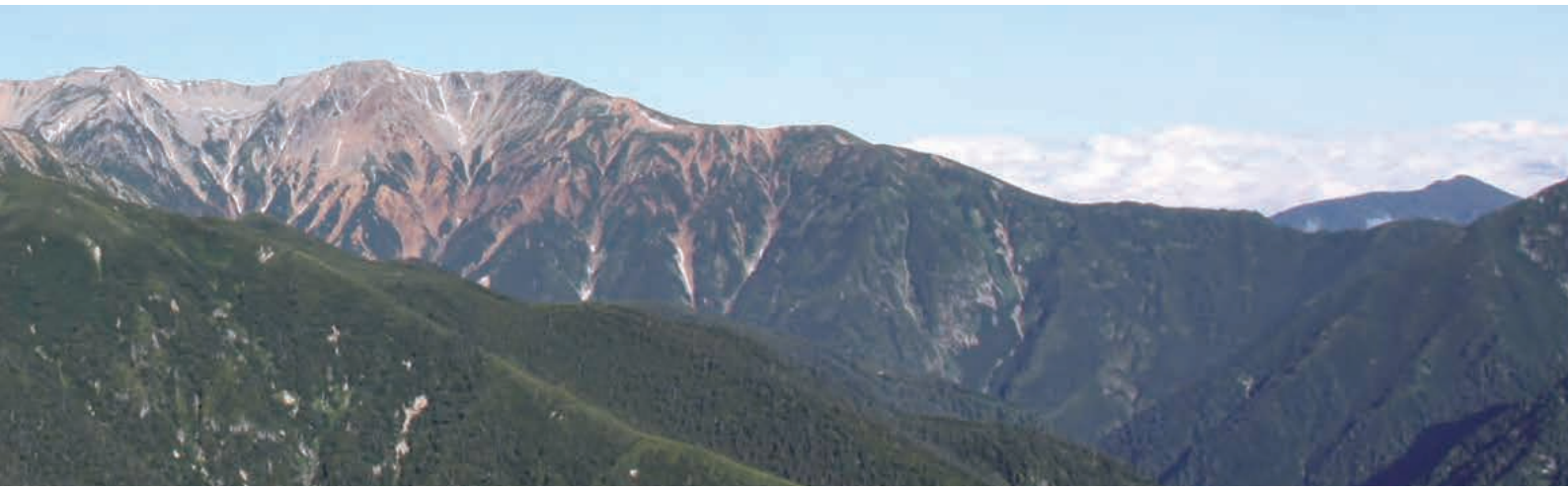
コラム② 高山のお花畑で受粉を担うハエの仲間とマルハナバチ

コラム③ エゾコザクラが北方起源でないことが明らかに！

コラム④ セリ科シシウド属の識別—ミチノクヨロイグサを例に

主な植物用語

主要参考文献・引用文献



凡例

- 1 本書は、市立大町山岳博物館が創立70周年に際し、2021（令和3）年7月17日～11月28日まで開催する「北アルプス誕生とそこに息づく高山植物のものがたり-花、果実、種子、芽生え ときどきふしぎ発見！-」の展示解説書である。
- 2 ヒメイワショウブ、イワショウブ、クロユリ、ハクサンイチゲ、ミツバオウレン、クロクモソウ、イワベンケイ、ミヤマダイコンソウ、カライトソウ、キバナノコマノツメ、ヤマガラシ、オンタデ、センジュガンピ、ゴゼンタチバナ、イワウメ、オヤマリンドウ、ヒメクワガタ、ミヤマコゴメグサ、ヨツバシオガマ、イワイチョウ、ウサギギクのボタニカルアートは故 金栄健介氏の作品を、ミズバショウ、ゼンテイカ、コマクサ、ミヤマオダマキ、リュウキンカ、イワオウギ、ハクサンフウロ、タカネナデシコ、ハクサンコザクラ、イワカガミ、ミヤマクワガタ、イワギキョウ、クロトウヒレン、タカネマツムシソウのボタニカルアートは山田恭子氏の作品を使用した。
- 3 写真や図表等の図番に付した番号は、展示パネルや展示資料のキャプションプレートの番号と必ずしも共通するものではない。
- 4 会期中、企画展の内容については、展示替えを一部行う場合がある。
- 5 企画展の企画や本書の編集は、同館学芸員・千葉悟志が担当した。

開催にあたって

大町市民や近隣の地域住民からは「山博」（さんぱく）の愛称で親しまれている市立大町山岳博物館は今年、創立 70 周年を迎えることとなりました。

戦後間もない頃、稀に見るこの地の山岳環境と自然を見つめ直し、地域の文化を求める拠点をつくるため、この地の青年たちが立ち上がり、地域住民の熱い支援を得て、「岳のまち・大町」にふさわしい日本初の山岳をテーマとする博物館が開館したのは、昭和 26 年 11 月 1 日のことです。

以来、さんぱくと言えば、国の特別天然記念物である「カモシカ」と「ライチョウ」をテーマに研究を進め、数々の成果は多くの方が知るところとなりました。カモシカの研究・飼育は昭和 31 年に、ライチョウの生態研究は昭和 36 年に、低地での研究・飼育は昭和 38 年にスタートさせ、これらの研究・飼育は当時、国内で先駆的なものでした。以来、諸先輩方の弛まざる努力と熱い思いのもと、現在でもこの 2 種は博物館の象徴として展示や研究に取り組んでおり、熱い思いはつぎの世代へと確実に引き継がれています。

この度の企画展は、山岳環境をテーマに、「北アルプス誕生—激動の 500 万年史—」、「日本の高山植物群落の成り立ち」、「高山植物の花、果実、種子、ときどきふしぎ発見！」の 3 つに章立てで紹介するもので、執筆には、各分野の研究において第一線でご活躍の諸先生方にお願ひし、山岳博物館創立 70 周年を記念するにふさわしい内容となっております。また、第 3 章における観察で気づいた「ふしぎ発見！」は、一般には広く知られていないものばかりで、今後、地域の中学生や高校生、大学生といった次世代の方が刺激を受け、このような事柄に興味をもち、山岳環境に恵まれた当地をフィールドに研究に勤しみ、探求心を育んでいただけるきっかけとなることを期待しております。

本企画展の開催にあたり高山植物の種子や苗をご提供いただきました白山高山植物園様をはじめ、ご協力いただきました関係各位に心より深く感謝申し上げますとともに、今後も引き続き、さんぱくを核とした山岳文化の振興と当館の発展・充実のために格別のご理解とご協力を賜りますようお願い申しあげ、あいさついたします。

大町市教育長 荒井 今朝一

「山岳文化都市宣言」

私たちの大町市は、雄大な北アルプスのパノラマを代表とする、四季折々の変化に富んだ豊かで美しい大自然に恵まれています。

北アルプスの山麓で生まれ、育ってきた市民は、その長い歴史を通じて、山岳がもたらす豊かな自然環境の恵みを受けながら、自然と人が共生する独自の山岳文化を形成してきました。

私たちは、先人たちが守り育ててきた山岳文化を受け継ぎ、かけがえのない豊かで美しい自然を次の世代に伝えていかなければなりません。

21世紀を迎えた今日、身近な生活環境の改善から地球環境の保全まで、様々な環境問題への取り組みが重視される中で、本市においても、市民、事業者、行政等が協働と連携を図りながら、新しい時代の課題や要求に応える山岳文化の振興が求められています。

本市における山岳文化の拠点である山岳博物館開館 50 周年の節目にあたり、山岳博物館創設当時の理念に学びながら、「環境の世紀」と言われる 21 世紀にふさわしい山岳文化の発展と創造をめざして、大町市を自然と人が共生する「山岳文化都市」とすることを宣言します。

2002(平成 14)年 3 月 15 日

大町市

「信州 山の日」 7 月第 4 日曜日

長野県は、県土の約 8 割を森林が占める全国有数の森林県です。この森林を水源とする豊富な水は、本県はもとより下流域の都市部へもその恩恵をもたらしています。また、全国に 23 座ある 3,000m 峰のうち 15 座を有する日本一の山岳と固有の生き物たちの宝庫である高原には、県内外から毎年 70 万人を超える人たちが訪れるなど、山が与えてくれる様々な「恵み」は私たちの生活になくてはならない貴重な財産です。

長野県民共通の財産であり、貴重な資源である「山」に感謝し、「山の恵み」を将来にわたり持続的に享受していくため、県では長野県独自の「山の日」を制定します。

2014(平成 26)年

長野県

「山の日」一山に親しむ機会を得て、山の恩恵に感謝する— 8 月 11 日

国民の祝日に関する法律の一部を改正する法律(平成 26 年法律第 43 号)が 2014(平成 26)年 5 月 30 日に公布され、「国民の祝日」として新たに「山の日」が設けられることになりました。

2016(平成 28)年 1 月 1 日 施行

内閣府



第1章

北アルプス誕生 - 激動の500万年史 -

Birth of North alps-dynamic history for five million years-

矢野孝雄（前 市立大町山岳博物館専門員）



協力：原山 智（信州大学名誉教授）

はじめに

北アルプスは日本を代表する山岳として、登山者やトレkkerはもとより、観光に訪れた方々や地元に住む人々にひろく愛されてきました。

山岳地帯の調査はきわめて困難であるため、北アルプスの生い立ちが実際の地質データにもとづいて解明されるようになったのは1990年頃からです。この30年間に貴重な研究成果が蓄積されてきましたが、その内容がひろく紹介・解説される機会は多くはありませんでした。

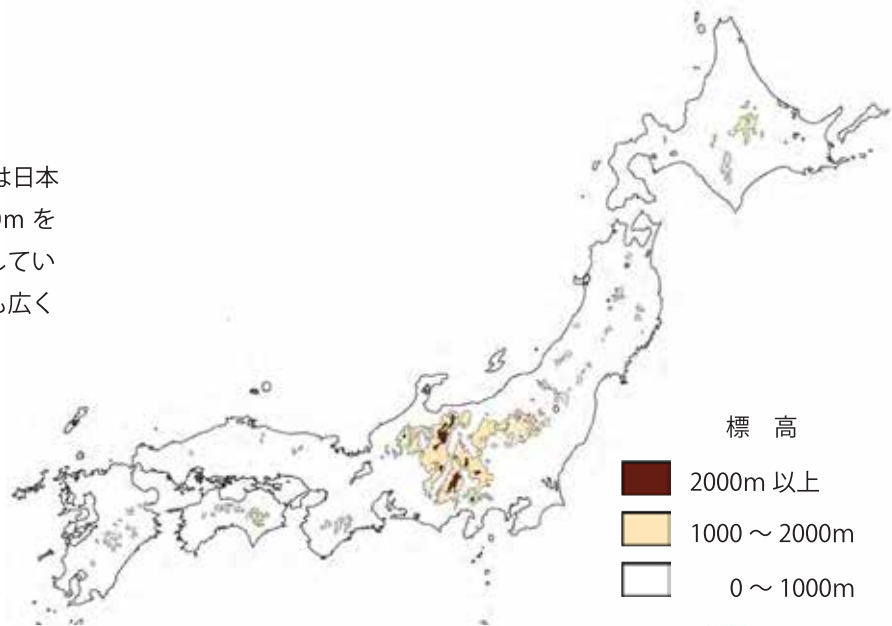
本章では、北アルプスとその周辺の地形・地質を解説し、これまでに明らかになった山脈の形成史をご紹介します。

なお、本文は、平成30年市立大町山岳博物館企画展「北アルプス誕生 - 激動の500万年史 -」のリーフレットに一部加筆し、再録するものです。

第1部 日本の山 MOUNTAINS OF JAPAN

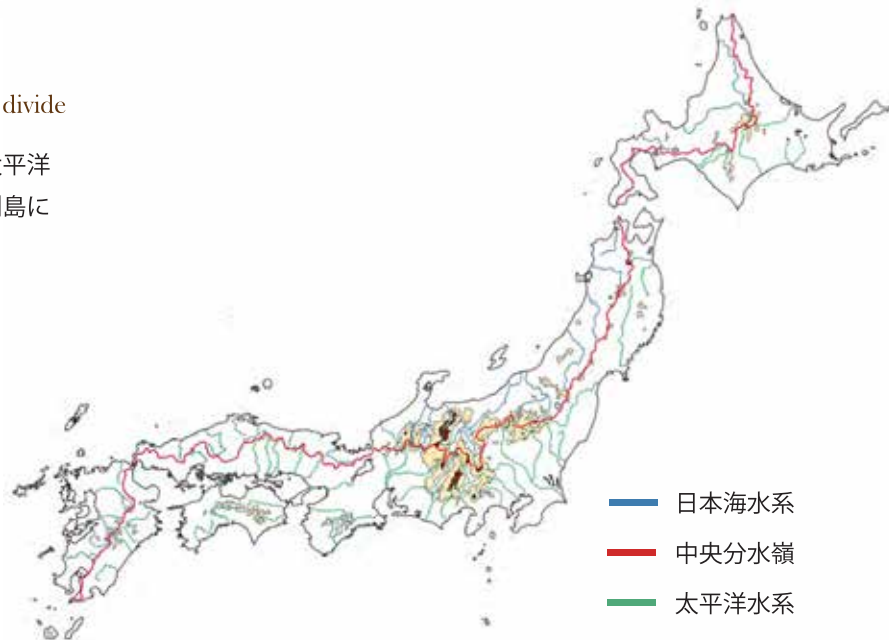
■ 高地 Highlands

標高 1000m よりも高いところは日本の面積の 6.5% に過ぎず、2000m を超える山岳は本州中央部に集中しています。そこでは、列島の幅も最も広くなります。



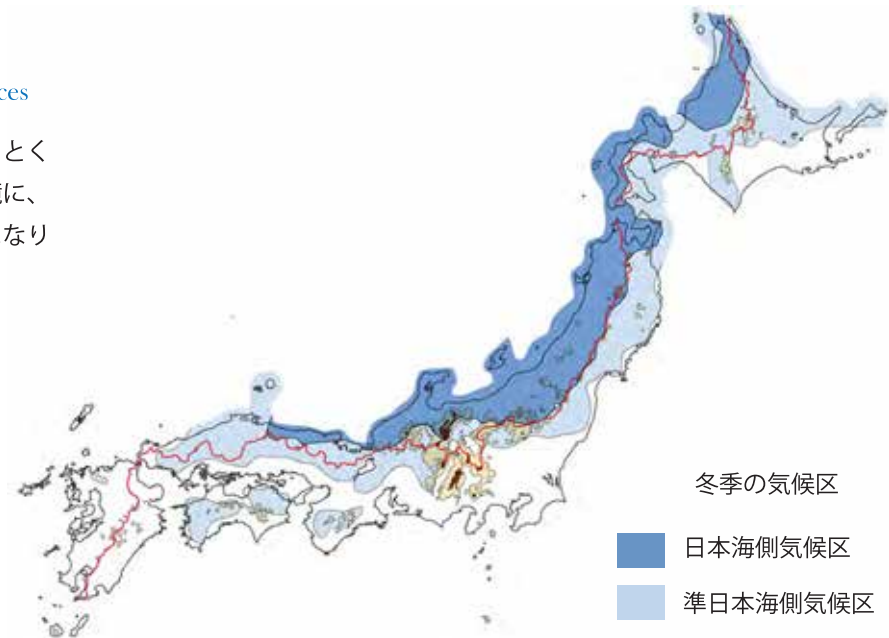
■ 中央分水嶺 Median divide

中央分水嶺^{ぶんすいれい}は、日本海水系と太平洋水系を分ける稜線です。細長い列島にほぼ平行して延びています。



■ 気候区 Climatic provinces

山は気候に大きく影響します。とくに冬季には、ほぼ中央分水嶺^{ぶんすいれい}を境に、日本海側は世界屈指の多雪地帯になります。



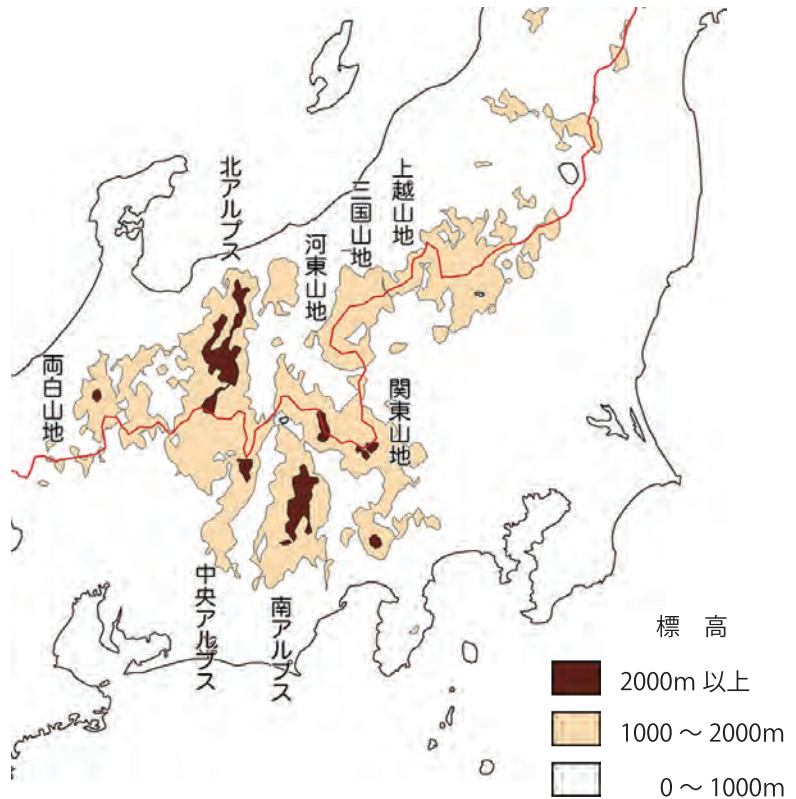
本州中央部の地形と積雪 Geomorphology and Snow Cover of Central Honshu

■ 本州中央部の複雑な地形 Complicated relief in Central Honshu

標高 2000m 以上の山地が集中する本州中央部の地形は、とても複雑です。

たとえば、中央分水嶺^{ぶんすいれい}の屈曲が日本でもっとも激しく、未だに上杉氏と武田氏の戦国時代の攻防がつづいているかのようです。

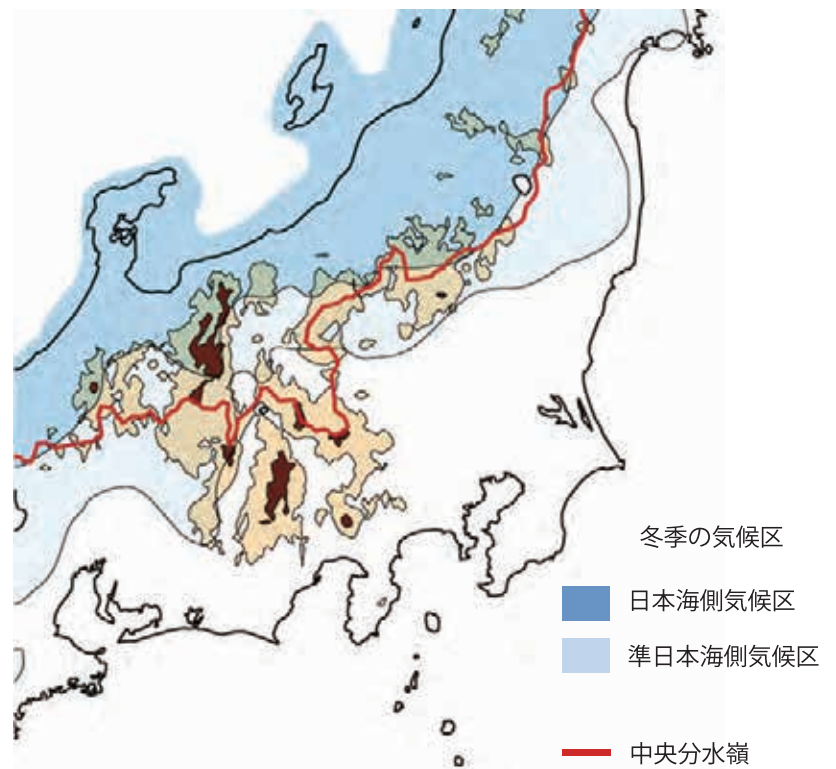
また北・中央・南アルプスは、いずれも中央分水嶺ではなく、その分枝でありながら、日本最高の連峰をかたちづくっています。



■ 北アルプスの超多雪 Super heavy snow on North Alps

北アルプスは、中央分水嶺^{ぶんすいれい}から日本海側へ大きく突きでた 3000m 級の連峰です。

近年、明らかになった現存氷河の分布からわかるように、西側には雪は堆積せず、東側斜面が多雪になります。



山の気温減率は季節変化します

鈴木啓助（市立大町山岳博物館館長）

袋菓子をもって高い山に登ると、袋がパンパンに膨らみます。これは、標高が高くなると気圧が小さくなるので、袋の中の空気が膨張するためです。この際に空気が持っているエネルギーの一部が膨張のために消費されますから、空気の温度は低下します。空気の塊を周りとの熱のやりとり無しに上空に運ぶ際に（断熱膨張によって）温度が低下する度合いを、気温の断熱減率と呼びます。水蒸気が飽和していない空気の場合は、乾燥断熱減率と呼び $0.98\text{ }^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$ となります。逆に空気が水蒸気で飽和している場合は、湿潤断熱減率と呼び $0.5\text{ }^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$ となります（厳密には気温と気圧に依存します）。乾燥断熱減率に比べて湿潤断熱減率の値が小さいのは、水蒸気で飽和している空気の温度が低下すると、水蒸気は凝結して液体となりますから、その際に凝結熱を放出して、温度が低下する度合いを少なくするためです。なお、対流圏内での平均的な気温減率は、 $0.65\text{ }^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$ です。

私たちが、中部山岳地域の13カ所に気温計を設置して調べた月ごとの気温減率の例を図1に示します。それぞれの地点での気温は、季節によって変わりますが、気温減率も季節によって変化することがわかります。また、図2に示すように、同じ季節でも年によって異なることがわかります。気温減率の季節ごとの変動傾向は、春先に気温減率が $0.7\text{ }^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$ を超えることがあり、秋には $0.4\text{ }^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$ 程度になることもあります。大気中の水蒸気量が気温減率と関係することを前述しましたが、比湿（空気の質量と水蒸気の質量の比）の大小が気温減率に関係することが知られています。図2には、それぞれの月での比湿も示しますが、春先に小さく秋に大きくなっています。冬から春にかけては空気が乾燥し、夏から秋には比較的湿りがあることは、体感的にも納得できるのではないのでしょうか。

高山植物にとっての生育環境として気温を検討する際には、高山では気温観測が行われていないため、ほとんどの場合、近傍の低地の気温観測値から気温減率によって高山の気温を推定します。その際には、平均的な気温減率を一律に適用するのではなく、是非、季節によって気温減率が変化することを考慮して頂きたいと思います。

引用文献：

鈴木啓助・佐々木明彦（2019）：中部山岳地域における気象観測網の展開．地学雑誌，128、9-19.

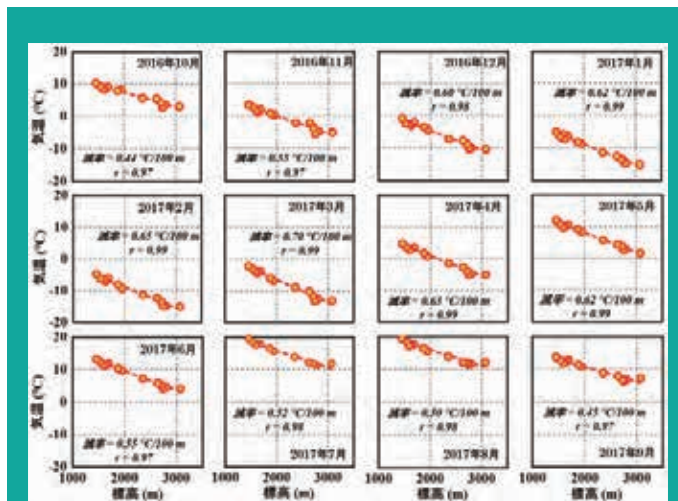


図1 中部山岳地域の13地点における標高と月平均気温の関係。気温減率の値も図中に示す。（鈴木・佐々木、2019から引用改変）

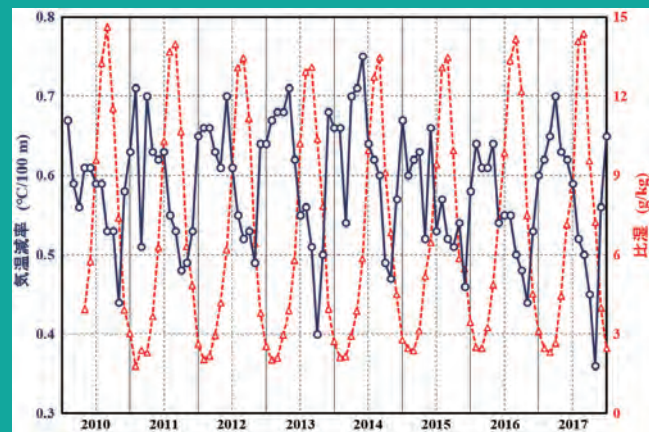
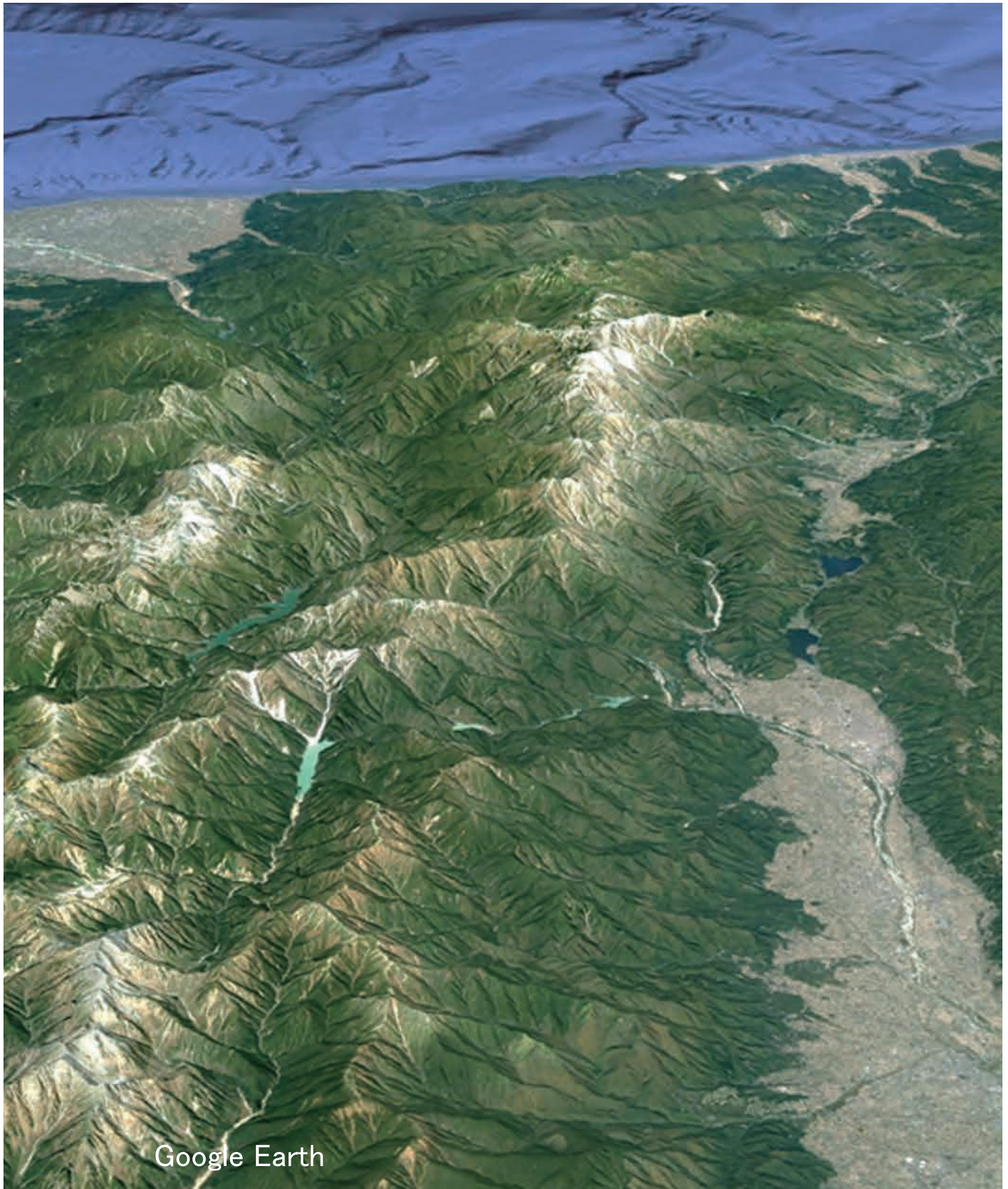


図2 月ごとの気温減率と比湿の変動。（鈴木・佐々木、2019から引用改変）

第2部 北アルプスの地形と地質 GEOMORPHOLOGY AND GEOLOGY OF NORTH ALPS



北アルプスは日本を代表する雄大な山脈で、日本海に臨む^{おやしらず}親不知海岸から^{あほう}安房峠～乗鞍岳付近に達しています。東西幅は30～40km、南北長は100kmもあります。山頂高度は2800m前後で、日本の3000m級の主峰21座のうち、御嶽山を含めると11座があります。

いくつかの^{じゅうこく}縦谷（黒部川・鹿島川・高瀬川・^{たかはらがわ}高原川・^{あずさがわ}梓川）によって、北アルプスがいくつかの縦走性連峰（立山、後立山、槍・穂高、常念など）に分かれているのも特徴です。

北アルプスの地形 Geomorphology of North Alps

地球表面の凸凹が地形です。平野・盆地などの平地では、土砂が平らに堆積するため、地形は比較的単純です。

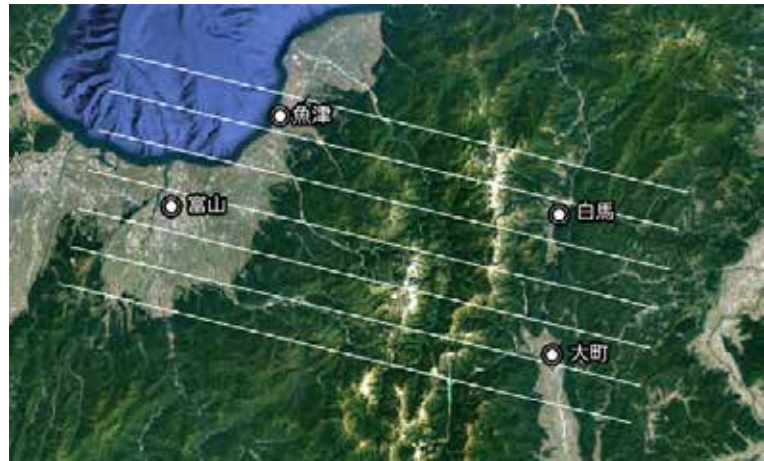
山地では、岩石の硬さの違いや割れ目、地層の傾き、風化の程度などが河川や氷河の侵食で削りだされて、地形が複雑になります。とくに山岳地帯では侵食作用が激しく、とても複雑な地形ができます。

北アルプスの地形もきわめて複雑で、山脈全体の地形的特徴をとらえるのは容易ではありません。ここでは、断面形、主稜線高度、山頂部の景観に着目して、北アルプス全体の地形的特徴を調べてみましょう。

北アルプス北部の断面形 Profiles of northern North Alps

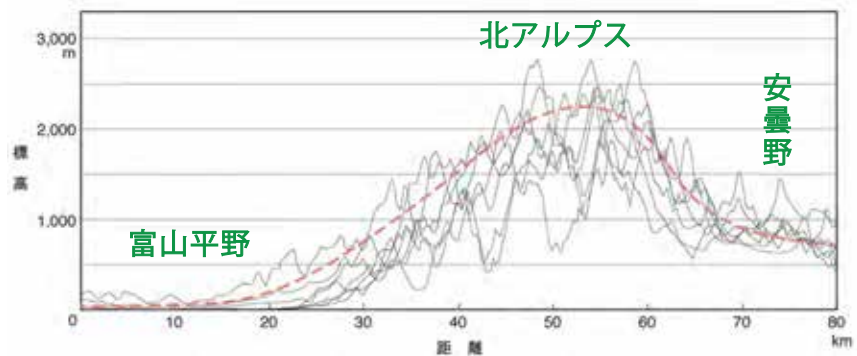
北アルプスの主稜線は、真北から東へ15°の方向に延びています。

そこで、北アルプス北部で主稜線に直交する7つの地形断面をつくってみました。

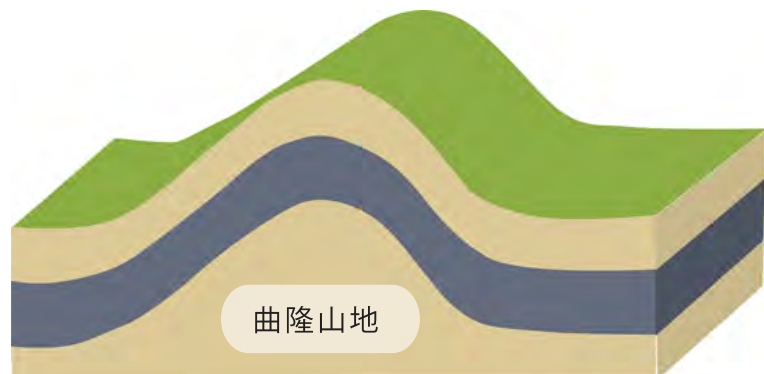


それぞれの断面は複雑ですが、概形は似ていて、重ね合わせると北アルプス北部が「かまぼこ」型であることがわかります。

そして、山脈に複雑な凹凸をつくった主な原因が、河川の侵食であることも理解されます。

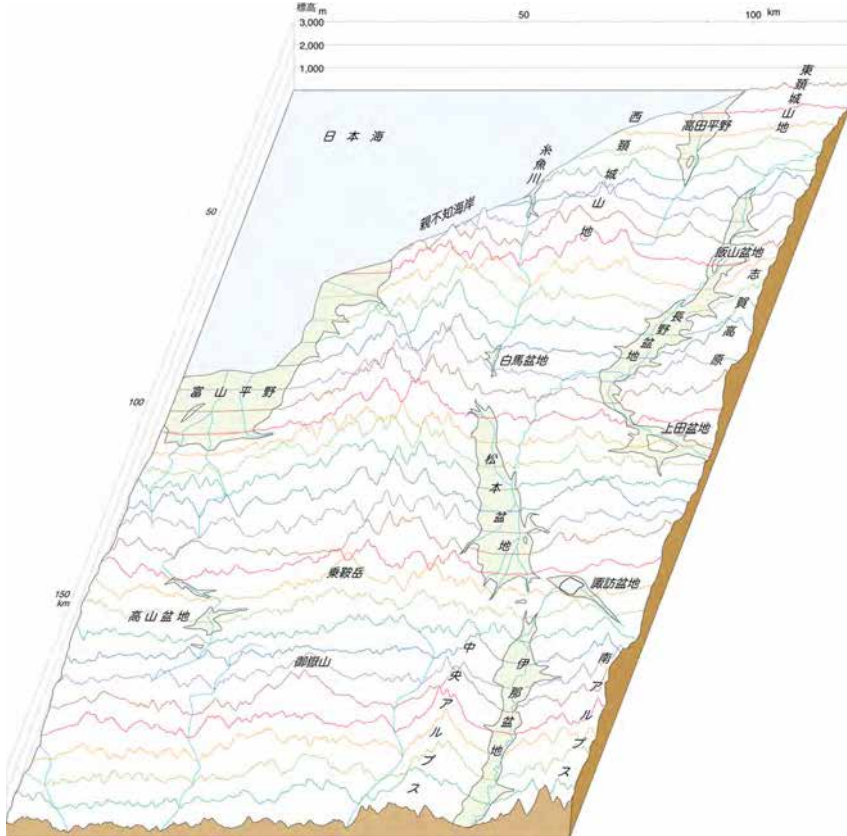


「かまぼこ」型の山は、曲隆山地と呼ばれます。よくみると、西側に比べて東側の斜面が急で、短いことがわかります。主稜線が東に偏っていて、非対称であることも特徴です。



■ 北アルプスのパネルダイアグラム Panel diagram of North Alps

北アルプス全体を横切る34の地形断面をならべてみると、山脈全体としても①曲隆山地であること、②主稜線が東へ偏っていて、非対称であることがわかります。また山地の地形が河川侵食で複雑になっていることも読みとれます。



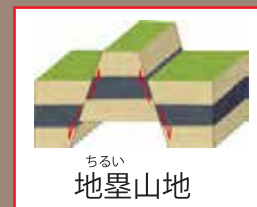
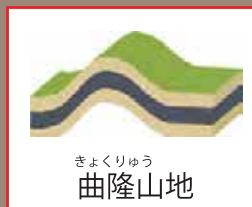
国土地理院陰影起伏図 (https://www.gis.go.jp/bousaichiri/hillshademap.html) より

北アルプスの北端は、日本海の波浪^{はろう}侵食によって陸側へ後退してきました。

山地のタイプ

代表的な山地として、教科書などでは右の3つがとりあげられます。

実際の山地の構造は千差万別で、とても複雑です。



■ 山頂の定高性 Accordance of summit levels



主稜線の峰々の標高は 2800m 前後でそろっていて、とてもふしぎです。地形学では「山頂の定高性」と呼ばれ、北アルプス全体の一体感と雄大さをもたらし、1つ1つの峰の個性的な姿とともに、山脈の造形美の重要な要素になっています。その一方で、山脈を横断する交通路の発達を妨げています。

「定高性」は、ヨーロッパアルプス、ヒマラヤ、北米コルディレラをはじめ、世界中の多くの山脈にみられます。その原因については、①昔の大平原が隆起した（隆起準平原説）、②侵食で失われた岩の重さ分だけ軽くなって山脈が隆起した（アイソスタシー説）、③高い山ほど強い侵食力が働くため、ある高さで山脈の隆起速度と侵食速度が釣り合う（均衡説）、などの考え方があります。



東アンデス（ボリビア） 5500m 前後に定高性、14 座の 6000m 峰をもつ。手前はチチカカ湖（湖面高度 3812m）。



南アルプス（ニュージーランド） 2500～2800m に定高性、16 座の 3000m 峰をもつ。

■ アルペンの景観 Alpine landscape

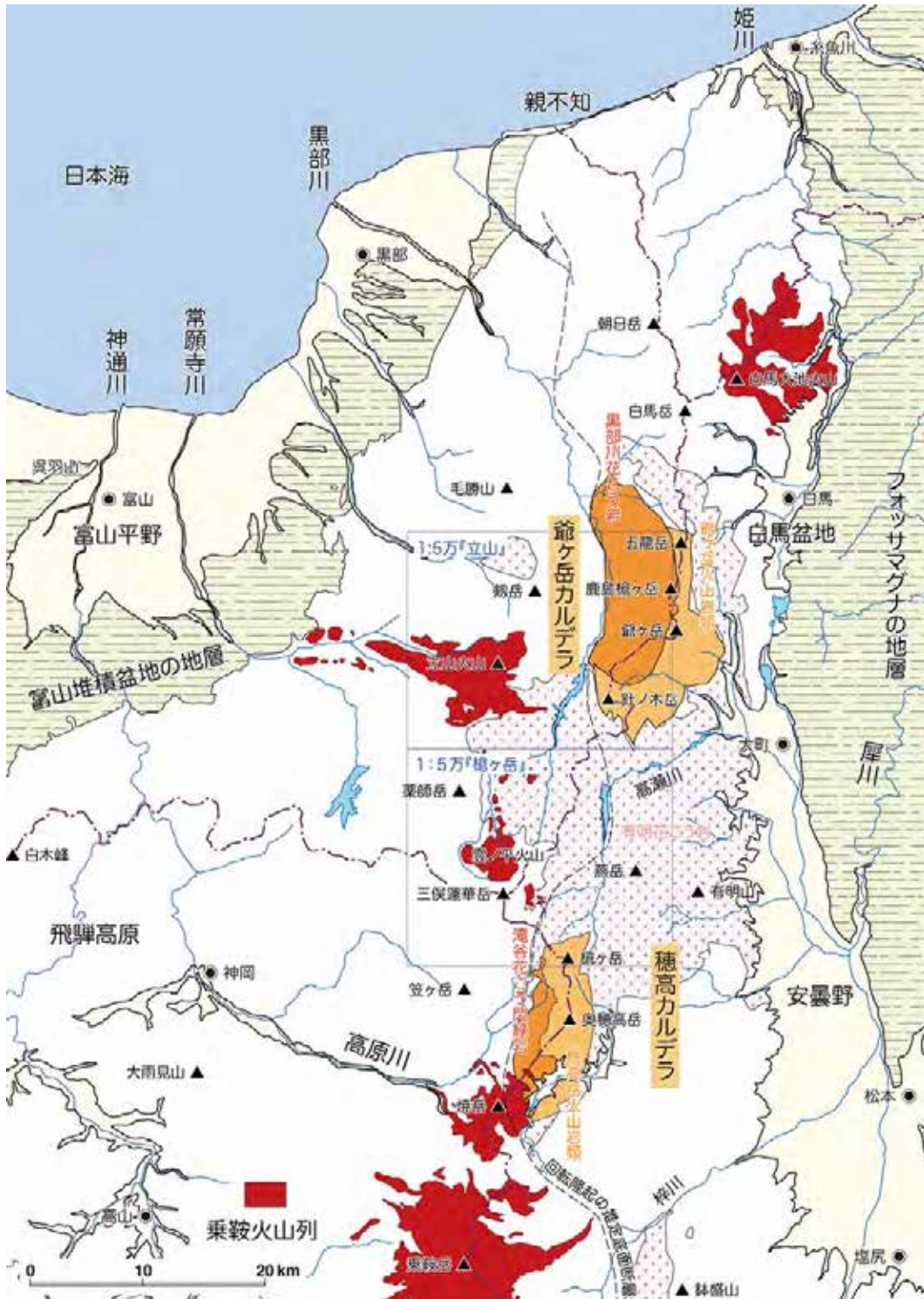
北アルプスでは峰々の姿が個性的で、美しさを競っていることも大きな魅力です。

森林限界を超えた高山帯では、木々にさえぎられることなく、大パノラマがひらけます。歩を進めると時々刻々と表情をかえる山々の姿に魅了されます。



からさわだけ
涸沢岳からみた槍ヶ岳と北アルプス北部（原山 智氏提供）

北アルプスの地質 Geology of North Alps

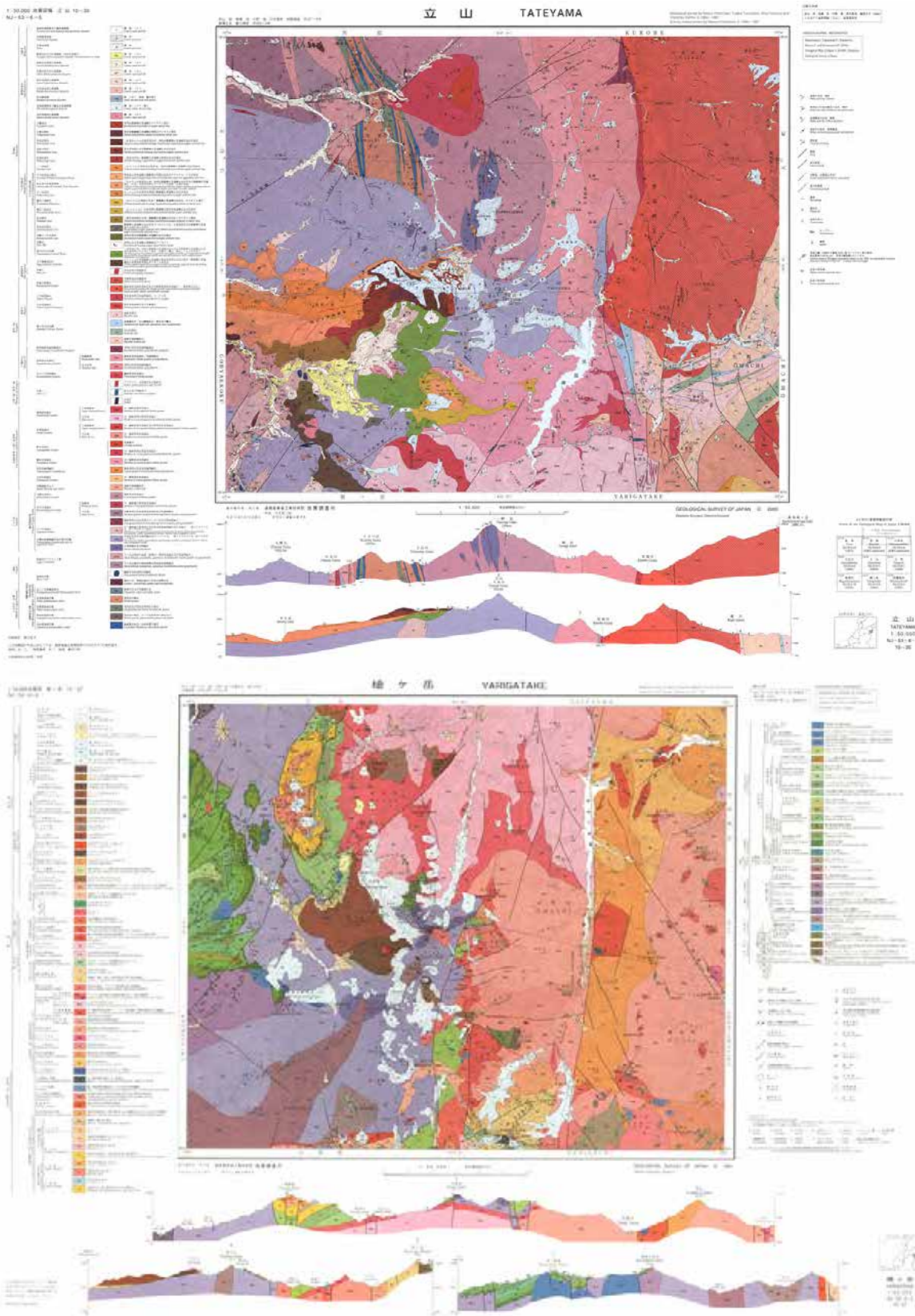


北アルプスの土台は1億年以上前の古い岩石できています。北西と東には新しい時代（2千万年前以降）に海で堆積した地層が分布しています。北アルプスと東側のフォッサマグナを境する大断層が糸魚川 - 静岡構造線ですが、正確な位置は不明です。

北アルプス誕生のなぞをとく鍵は、^{じいがたけ} 爺ヶ岳と^{きょう} 槍・穂高岳にあった2つのカルデラです。カルデラとは、火山の山頂部にできる凹みのうち直径1km以上のもので、それ以下は^{いといがわ} 火口です。北アルプスの2つのカルデラは15km以上の巨大なもので、150万年前頃にあいついで、世界でも稀な大噴火を起こしました。60万年前以降になると乗鞍火山列ができ、円錐形の火山をつくりました。

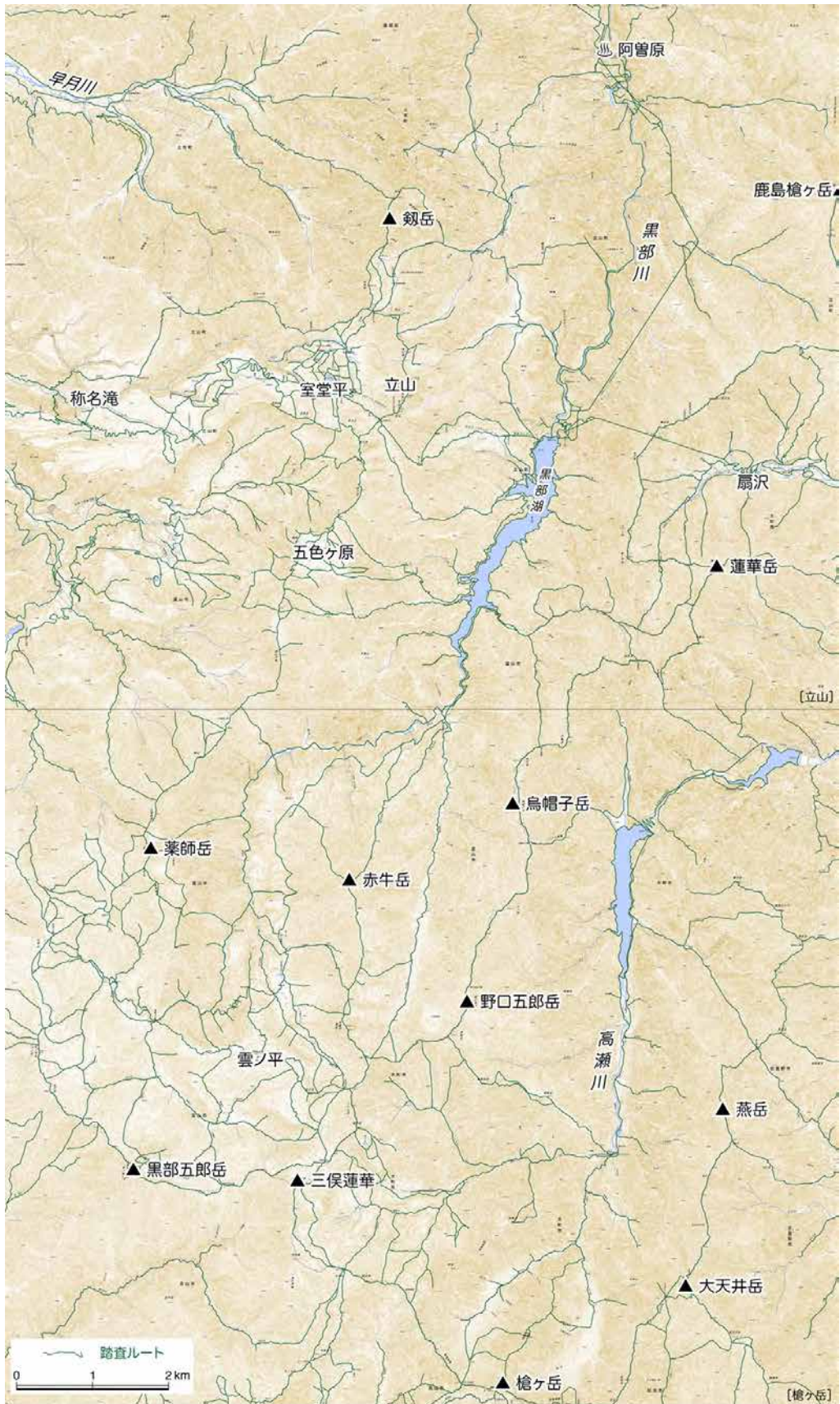
出典：5万分の1地質図幅「立山」（原山 智・高橋 浩・中野 俊・苅谷愛彦・駒澤正夫、産総研地質調査総合センター <https://www.gsj.jp/Maps/JP/geology410.html#10030>）および5万分の1地質図幅「槍ヶ岳」（原山 智・竹内 誠・中野 俊・佐藤岱生・滝沢文教、同 <https://www.gsj.jp/Maps/JP?geology410.html#10030>）を使用し、ラスタ・ベクトル画像を合成した。

■ 5万分の1地質図幅『立山』『槍ヶ岳』 Geological Sheet Maps at 1 : 50,000



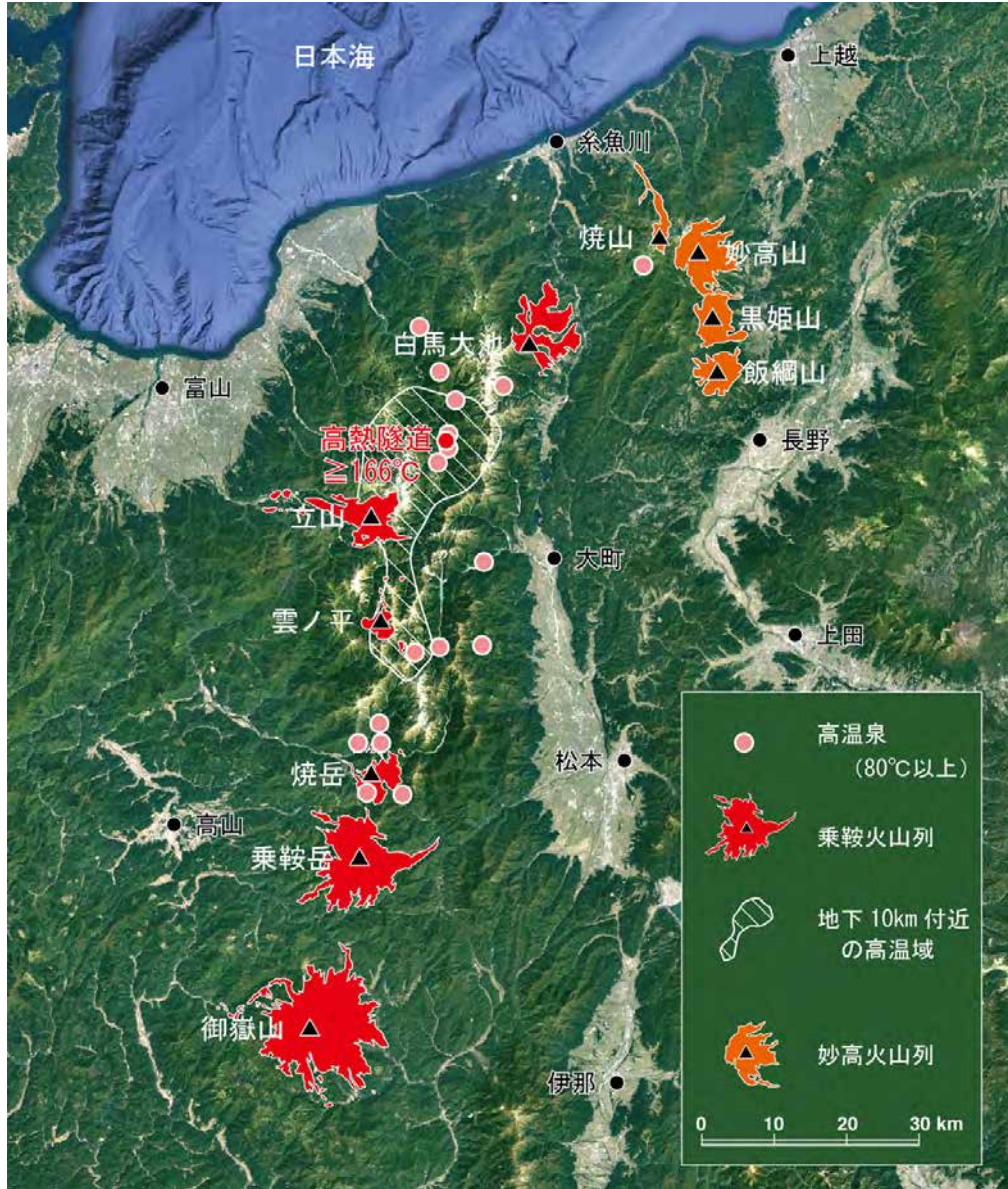
実際の地質はとても複雑です。山をつくっている岩石や地層は、できた年代と種類によって数十種類にも分類され、地形図に色づけされます。2、3の地質断面図も描かれています。インターネットで「地質図幅」を検索すると、説明書とあわせて無料で公開されています。石の種類や年代、地下の様子を調べながらの山歩きをお楽しみください。

■ 5万分の1地質図幅『立山』『槍ヶ岳』踏査ルート Routes for Geological Survey



出典：5万分の1地質図幅「立山」説明書（原山 智・高橋 浩・中野 俊・荻谷愛彦・駒澤正夫），同「槍ヶ岳」（原山 智・竹内 誠・中野 俊・佐藤岱生・滝沢文教）
 産総研地質調査総合センター（https://www.gsj.jp/Maps/Jp/geology410.html#10037_#10030）の「付図A-1 踏査ルート」にもとづく。
 地形図は国土地理院電子地形図 25000（<http://dkgd.gsi.go.jp/dkgx/page1.htm>）。

■ 北アルプスの火山と温泉 Volcanoes and Hot Springs



北アルプスの主稜線には火山が連なっていて、乗鞍火山列をつくっています。中・北部には、80℃以上の高温泉がたくさんあります。高瀬川溪谷の「湯俣の噴湯丘」もその1つで、1922(大正11)年に「高瀬川溪谷の噴湯丘と球状石灰石」として国の天然記念物に指定されました。戦前の黒部川第三発電所建設のためのトンネル内では岩盤温度が166℃に達し、泡雪崩も加わっておびただしい犠牲者をだした至難の工事が、小説『高熱隧道』に描かれています。

最近、地下10km付近で地震波が進む速度がとても遅くなることが観測され、そこでは高温のために岩石が融けかけられていると考えられています。

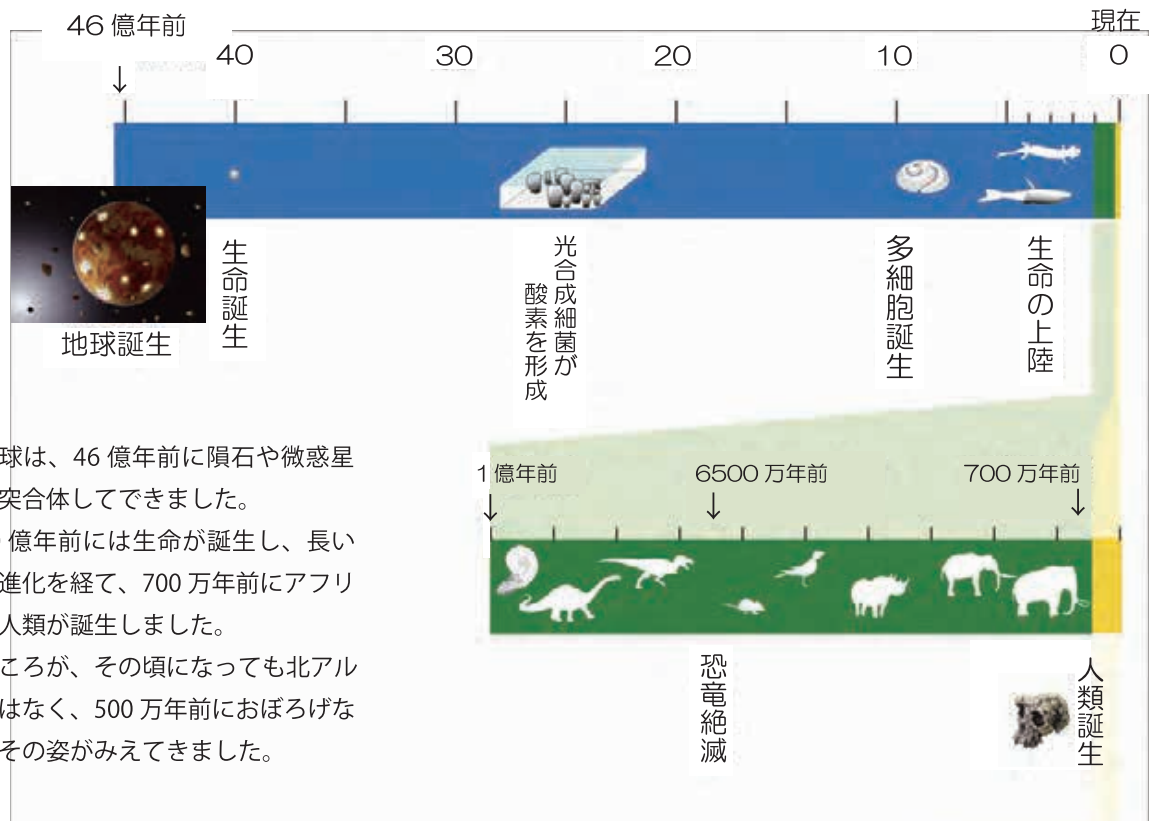


湯俣の噴湯丘

第3部 北アルプスの生い立ち

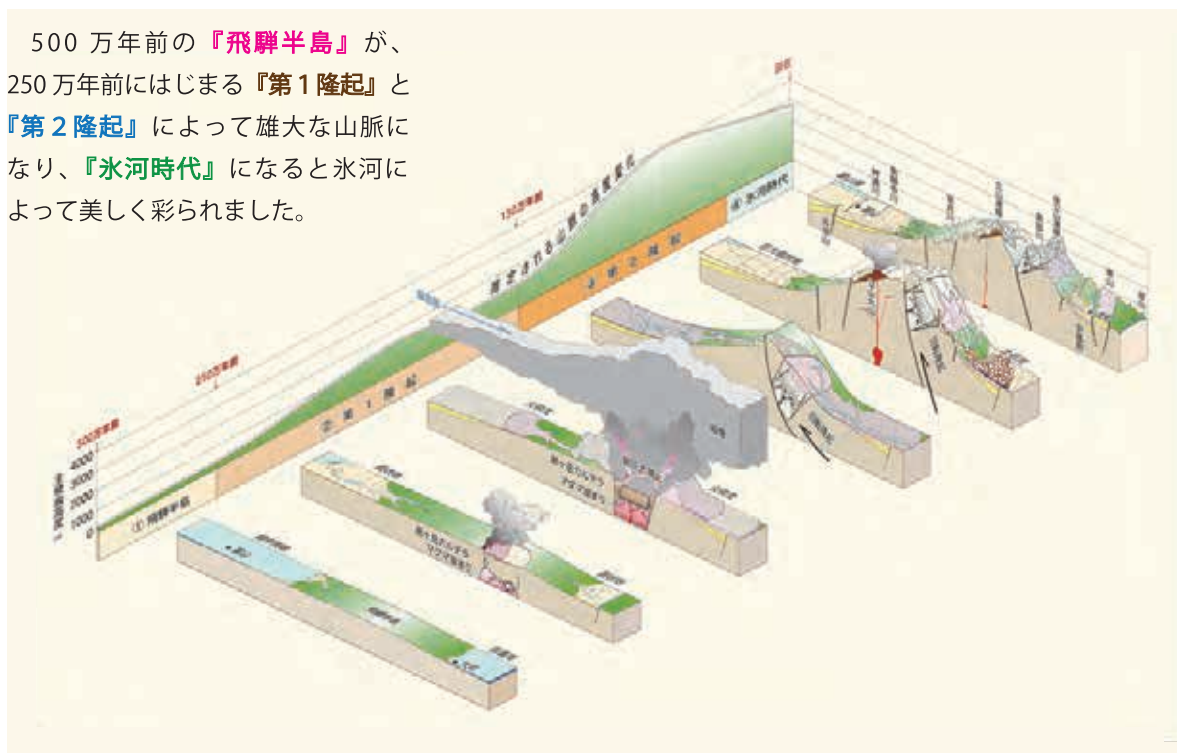
FORMATIVE PROCESS OF NORTH ALPS

地球の歴史 History of Earth



北アルプス誕生の『4段階』 Four stages for birth of North Alps

500 万年前の『飛騨半島』が、250 万年前にはじまる『第1隆起』と『第2隆起』によって雄大な山脈になり、『氷河時代』になると氷河によって美しく彩られました。



■ 飛騨半島 (500 ~ 250 万年前) HIDA PENINSULA (5-2.5 million years ago)

500 万年前の日本列島は、西日本は広く陸化していましたが、東～北日本では各地に海が入り込んでいました。

この頃の北アルプスは、古日本海へ突き出た半島でした。両側の海には、寒流系の多様な生物が生きていました。

川から運び込まれる土砂は比較的細粒で、北アルプスがまだ低い山だったことがわかります。



寒流系の貝類

当時は対馬海峡が陸化していたために対馬暖流がさえぎられ、日本海には寒流だけが流れ込んでいました。

新潟県～長野県北西部の「信濃湾」や富山県の「越中海峡」も寒流系の海でした。

寒流にはプランクトンが繁殖して、豊かな生態系ができます。信濃湾にもホタテガイ・ホッキガイ・バイガイ・ウニなどがすんでいたことが、たくさん化石からわかります。



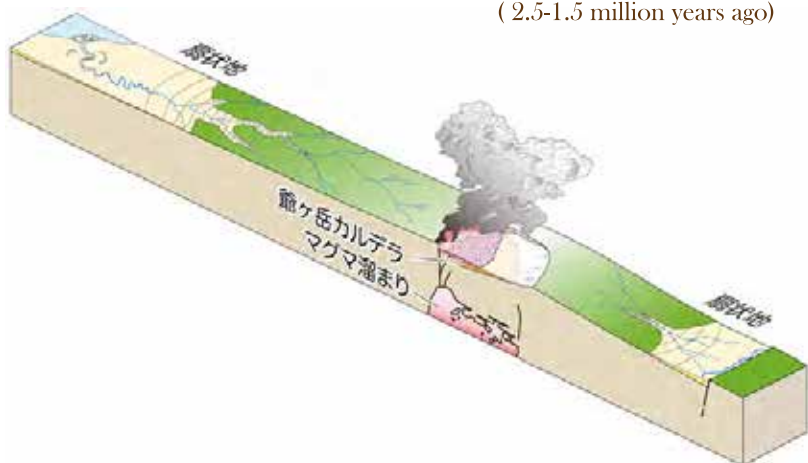
飛騨半島と東西の海に生きていた寒流系貝類

■ 第1隆起と巨大カルデラ (250 ~ 150 万年前)

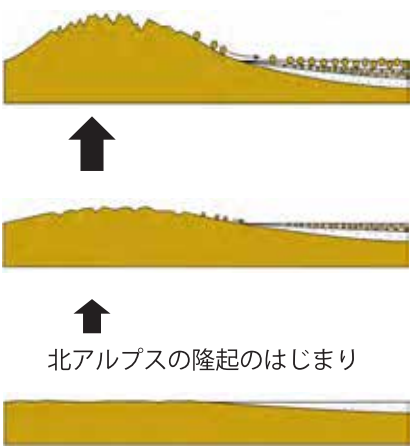
FIRST UPLIFT AND GIANT CALDERAS (2.5-1.5 million years ago)

北アルプスが本格的な隆起をはじめ、山から運ばれてくる多量の土砂で海が埋め立てられ、陸地が広がりました。

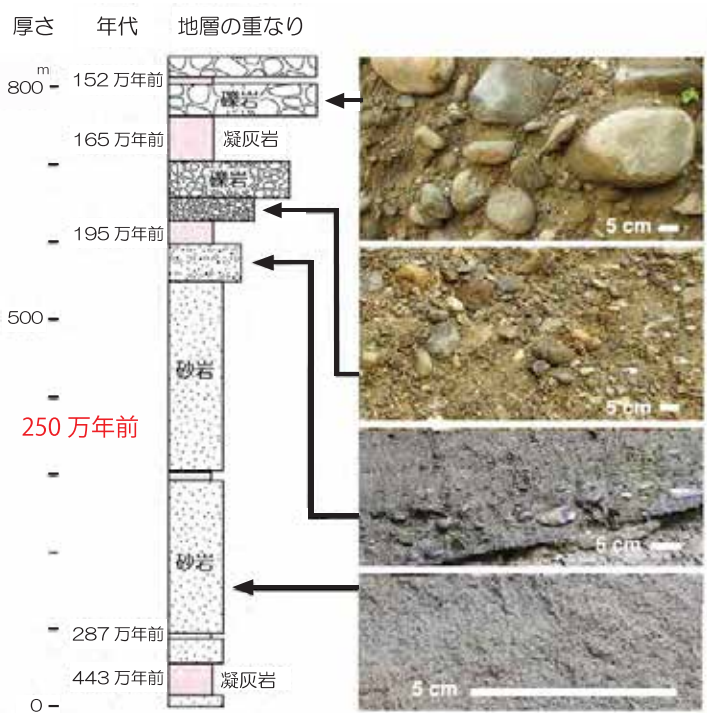
北アルプスの中軸部には、槍・穂高岳と爺ヶ岳カルデラが発生して、噴火をはじめました。



山の隆起のはじまりを調べるには？ Start age of uplifting



長野市西方の猿丸^{さるまる}には450~200万年前の地層（厚さ800m）があります。下部と中部は砂岩、上部は礫岩^{れきがん}で、上の地層ほど礫が大きくなります。礫のほとんどが北アルプス由来で、猿丸層が堆積する頃に北アルプスが隆起しはじめたことがわかります。火山灰層の年代にもとづくと、隆起のはじまりは250万年前頃と考えられます。



巨大カルデラのできかた Formative model for a giant caldera

カルデラはラテン語で「大鍋」を意味します。地下のマグマ溜まり^だの天井の岩盤が陥没してカルデラができ、マグマが割れ目を通して吹き出して大噴火が起きます。



破局噴火（180～160万年前） CATASTROPHIC ERUPTIONS (1.8-1.6 million years ago)

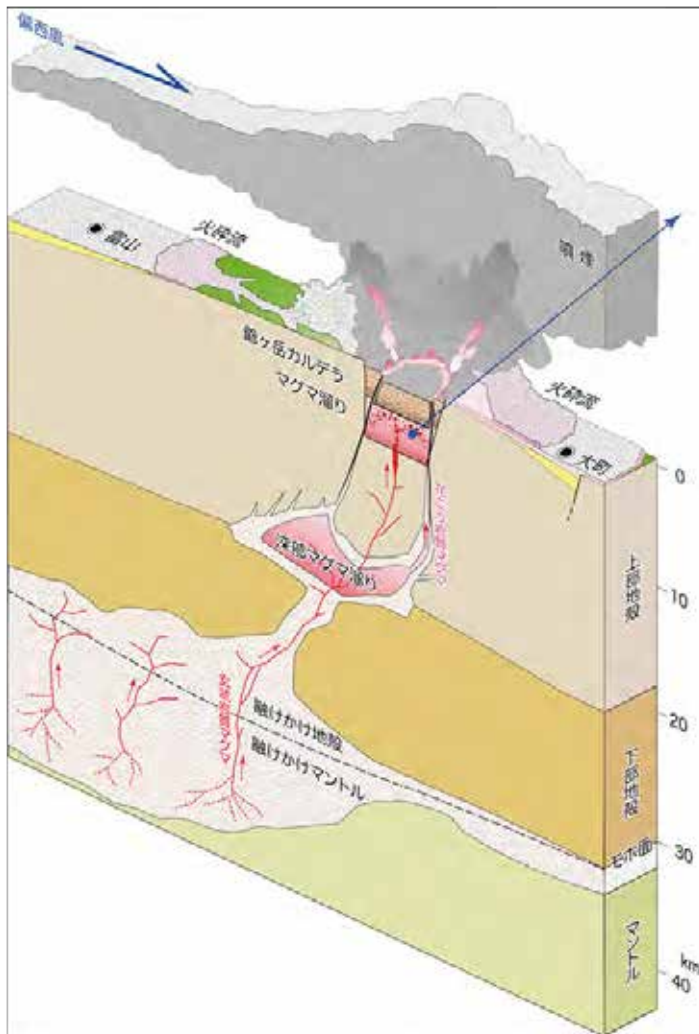
槍・穂高岳と^{じいがたけ}爺ヶ岳の2つの巨大カルデラは、176万年前と165万年前にあいついで破局噴火*を起こしました。

爺ヶ岳カルデラは南北17km、カルデラを埋めた地層は厚さ2000～5000m、世界的にも^{まれ}稀にしか起きない大噴火だったことを示しています。

* 近代国家が壊滅するほどの巨大噴火

第1 隆起の原因 Origin of First Uplift

地下深部にある岩石が加熱されたり、水が加わると、その一部が融け、溶液（メルト）が集まってマグマができます。融けかけの岩石やマグマは、周囲の岩石に比べて軽くなります。計算結果によると、それらの浮力が地面をおしあげて、当時の北アルプスは標高1000mほどの山地になったと考えられています。



黒部川花崗岩 Kurobegawa Granite

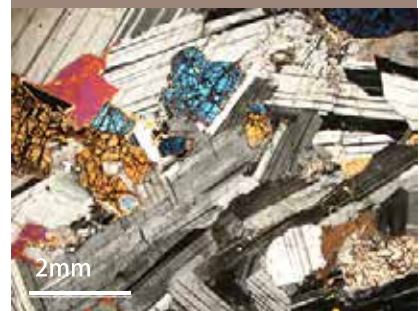
^{じいがたけ}爺ヶ岳カルデラ直下のマグマ溜り^だで、2種類のマグマが混じりながら冷え固まった岩石です。白い部分は普通の花こう岩で、地殻が融けてできました。黒い部分は^{けんぶがん}玄武岩質で、マントルが融けたものと考えられます。

黒部川花こう岩は、地殻とマントルがともに高温だったことを物語っています。

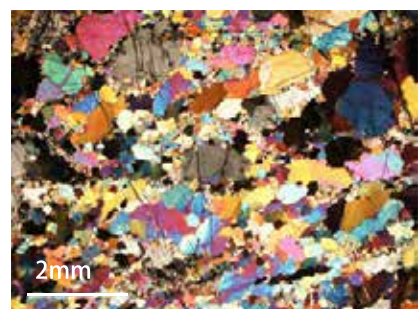


地下深部の岩石 (偏光顕微鏡写真)

日高山脈南端部の「幌満かんらん岩体」



はんれい岩



かんらん岩

爺ヶ岳カルデラの噴出物 TEPHRAS FROM JIIGATAKE CALDERA

破局噴火が起きると、大量のマグマが噴出して、地球規模の環境変化や広範囲に生物死滅をもたらします。
165 万年前の爺ヶ岳カルデラの破局噴火は、広範囲に大規模火砕流と厚い火山灰を堆積させました。

火砕流 Pyroclastic flows

火山から噴き出した高温（多くは 600~700℃、最高は 1000℃ 近く）の火山ガスと多量の火山灰・軽石などが、空気を巻き込みながら高速度（時速 100km を超えることも）で移動する現象です。

爺ヶ岳カルデラからは富山方面と、現在の信濃川沿いに新潟方面へ 200km にわたって流走しました。大町東方の大峰山地では厚さが 300m に達し、飯山市付近からは海中を流れ下りました。

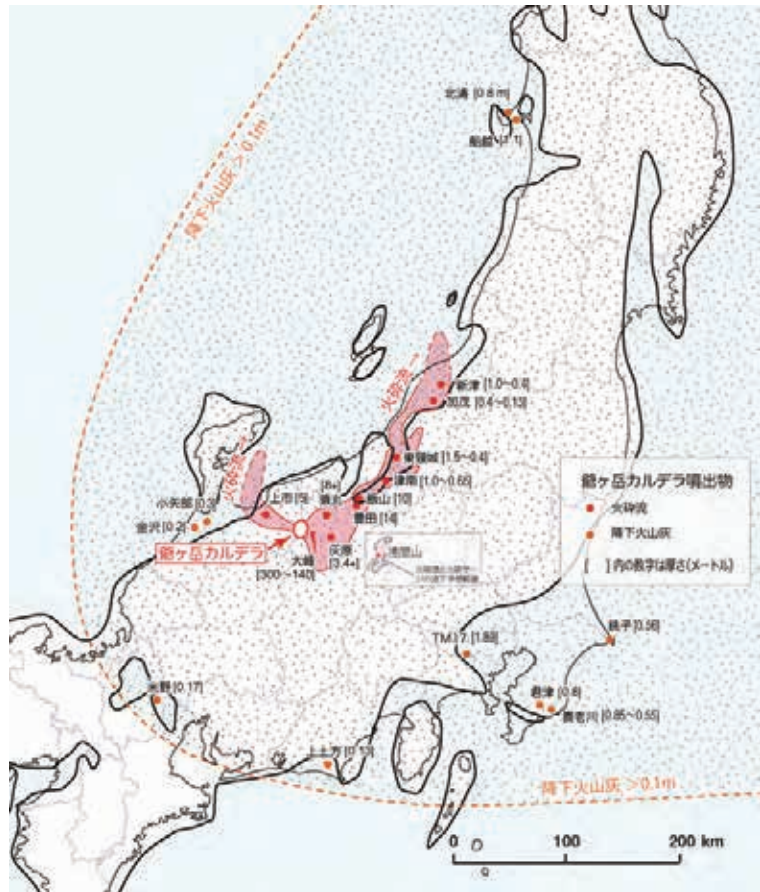
浅間山で予想されている大規模噴火に比べると、巨大規模であったことがよくわかります。

降下火山灰 Ash falls

降下火山灰は、カルデラから噴き出した噴煙から降り積もった火山灰です。

厚さが 10cm 以上の火山灰層は、西側では北陸東部・近畿東部・東海地方で、東側では関東地方と男鹿半島で、発見されています。詳しいことは不明ですが、中部地方～関東・東北地方の大半が 1m 以上の火山灰におおわれ、植生が壊滅的被害を受けたものと考えられます。

全体としてみると、爺ヶ岳カルデラの東側で火山灰層がより広く厚く堆積していることから、噴火時には上空を偏西風（ジェット気流）が南西から北東へ吹いていたことがわかります。



■ 第2隆起（150～60万年前） SECOND UPLIFT（1.5-0.6 million years ago）

北アルプスが激しく隆起して、雄大な山岳地帯になります。

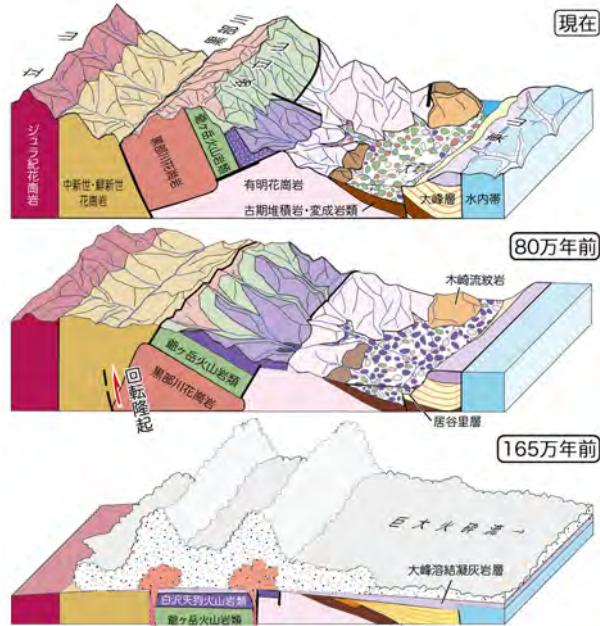
山脈の東半部が断層に沿って回転隆起した結果、槍・穂高岳や^{じいがたけ}爺ヶ岳のカルデラを埋めた地層が最大で80°も傾きました。同時に、両カルデラの地下3km^{いしん}以深のマグマ溜まりでできた花こう岩が地表に露出しました。地表で見られる花こう岩としては、それぞれ世界一、二の若さを誇^{ほこ}っていて、隆起運動の激しさを物語っています。

第2隆起の原因
Origin of Second Uplift



山岳化の原因については、回転隆起を引き起こした東からの圧縮力が重視されています。

北アルプスの地下は高温のために軟らかく、太平洋プレートに押され、断層ができたり、曲がったりして、山岳になったと考えられています。



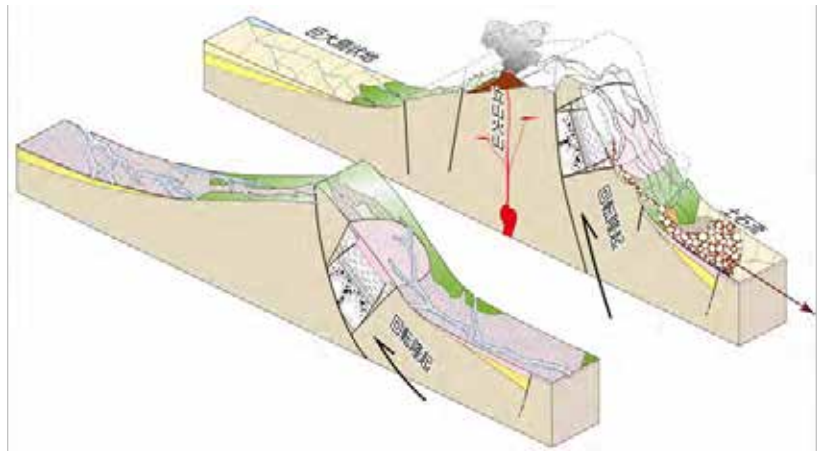
山砂利
Boulders on the eastern hilly land



北アルプスの周辺ではこの時代の地層がまったくといっていいほどみならず、山脈のまわりも広く隆起していたことがわかります。

この時代の唯一の堆積物と考えられているのは、東山（大峰山地）で見つかる“山砂利”です。北アルプスから土石流で運ばれてきた直径3mに達する礫^{れき}で、この時期に北アルプスが激しく隆起したことの証拠と考えられています。

山砂利は、北アルプスと東山の間にある安曇野^{あづみの}の盆地がまだできていなかった証拠にもなります。



■ 氷河時代（60万年前～現在） ICE AGE (recent 0.6 million years)

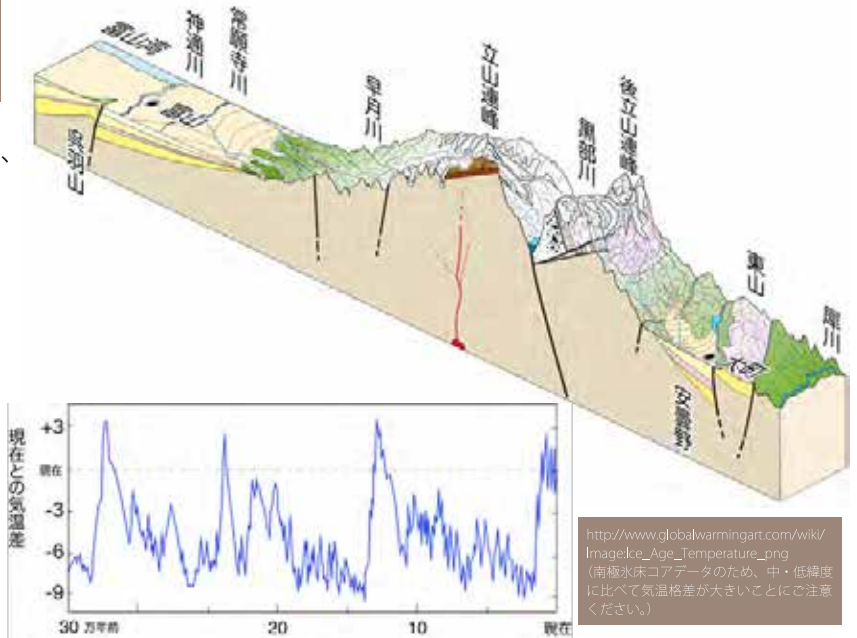
山岳化した北アルプスの中軸部に乗鞍火山列が、東麓には安曇野や白馬盆地ができました。6万年前と2万年前の寒冷期には多数の氷河が主稜線沿いにかかり、氷河地形をつくりました。

氷河期の気候変動

Climatic changes in Ice Age

地球は250万年前に氷河時代を迎え、気温が周期的に上下しながら、少しずつ寒冷になりました。60万年前には寒暖の差が大きくなり、氷期と間氷期が10万年周期でくり返すようになりました。

北アルプスに氷河があったのは、最終氷期のうちの2回の寒冷期です。最近では、より古い氷河の痕跡もみつかっています。

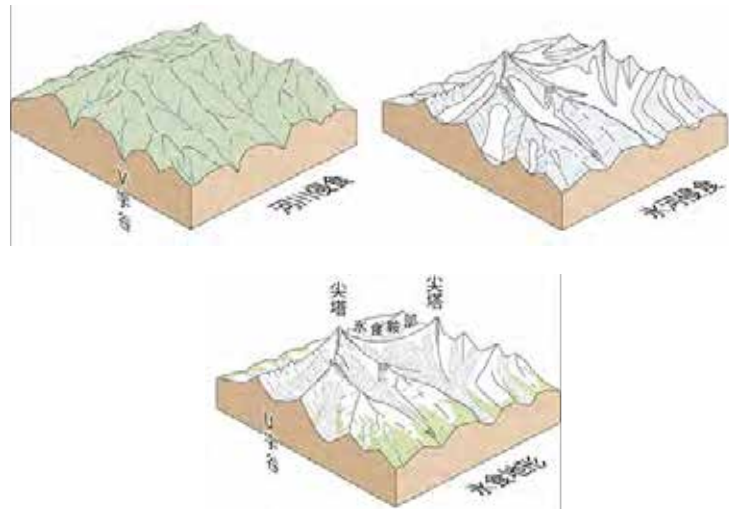


氷河地形

Glacial landforms

河川は地形はV字谷と丸みのある稜線をつくりますが、氷河はU字谷と鋭いナイフリッジをつくります。山が3方向以上から氷食されると尖塔(ホルン)ができます。

北アルプス縦走路の大スペクタクルの多くは、ピークをなす尖塔と両側から氷食された氷食鞍部(吊尾根)の組み合わせでできたものです。



氷食谷はなぜU字型？

Why U-shaped?

氷河と周囲の岩盤との間には、とても大きな摩擦力がはたらいています。そのため、氷河が長時間流動するうちに、谷はもっとも摩擦の少ない形になると考えられます。計算によると、氷河の底面摩擦が最小になるのはU字形であり、V字谷が氷河に削られてU字谷になるというわけです。



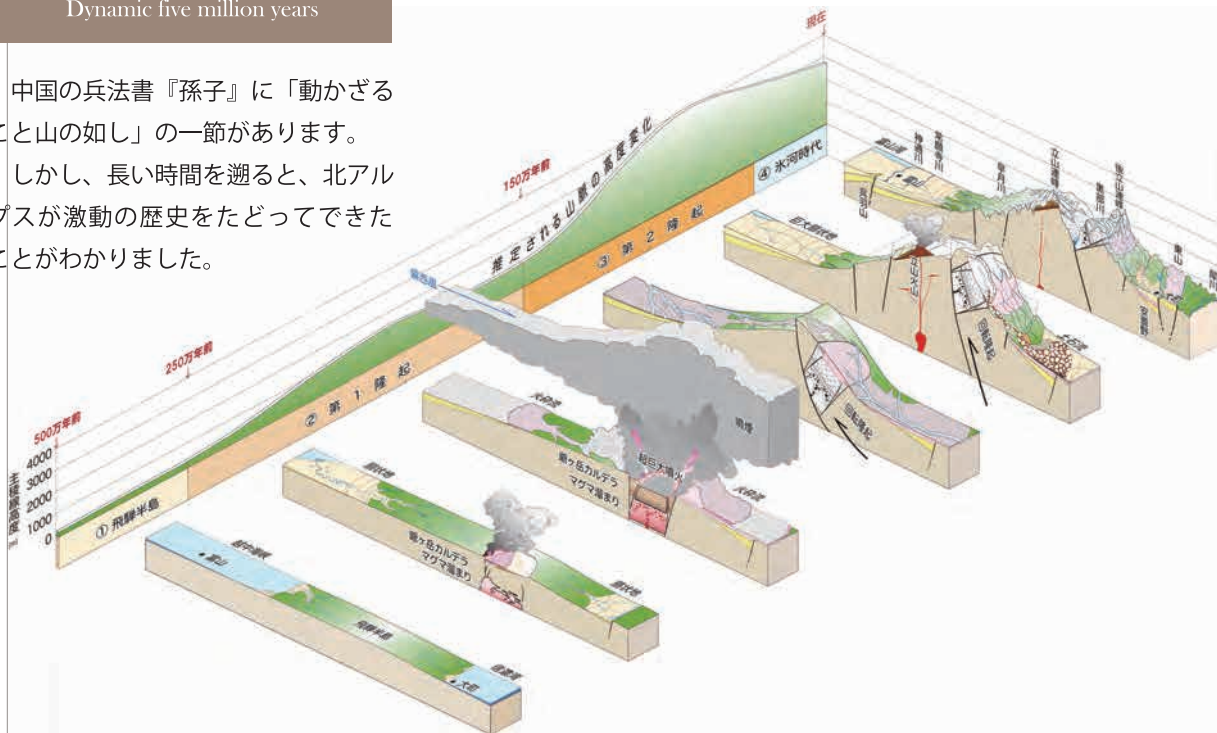
中国雲南省白芒（白馬）雪山のU字谷とナイフリッジ

■ 北アルプスができるまで FORMATIVE HISTORY

500万年前の飛騨半島が250万年前に隆起しはじめ、巨大カルデラが破局噴火を起こし、150万年前には回転隆起によって山岳化し、6万・2万年前には峰々に氷河が輝いていました。

『動かざる山』激動の物語
Dynamic five million years

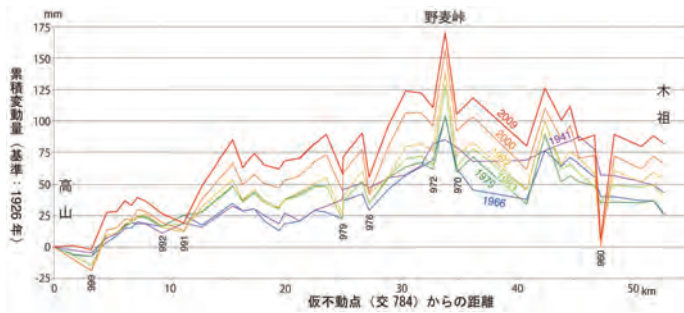
中国の兵法書『孫子』に「動かざる事山の如し」の一節があります。しかし、長い時間を遡ると、北アルプスが激動の歴史をたどってできたことがわかりました。



最近も隆起してるの？
Recent uplift

おもな国道に沿って約2 km 毎に水準点が設置されていて、数十年～数年毎にその標高が測量されてきました。北アルプスを横断する唯一の水準路線が高山 - 野麦峠 - 木祖に設置されています。

測量結果によると、1926～2009年の約70年間に高山に比べて野麦峠が17cm あまり隆起したことがわかります。

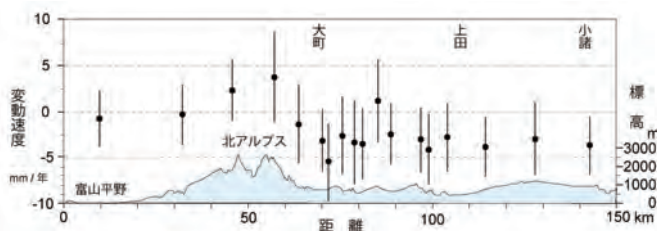


「国土地理院一等水準点検測成果集録 (https://ldb.gis.go.jp/sckuchi/level/KENSOUSYUROKU/) から作成

今は？
Present uplift

北アルプスの主要部では、山脈を横断する国道がなく、水準測量がされていません。

最近のGPS観測によって、大町市を通る東西方向の測線で2005～2010年の上下運動が測量されました。その結果、北アルプスが1年間に2～4mmほど隆起していることがわかりました。



西村・国土地理院穂高岳測量班 (2013)

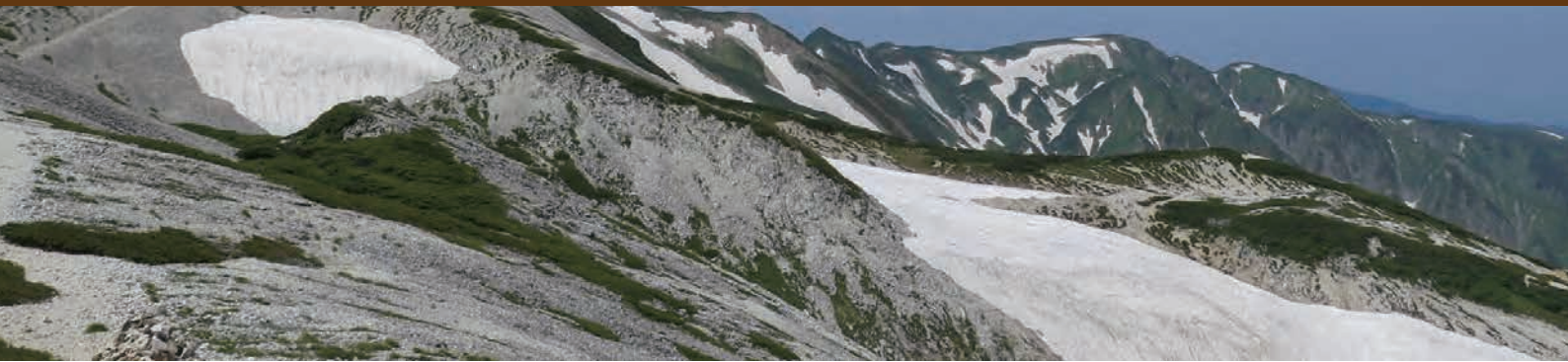


第2章

日本の高山植物群落の成り立ち

Formative process of alpine plant communities in Japan

工藤 岳（北海道大学地球環境科学研究院准教授）



第1部 高山環境の多様性：高山植物群落は風衝地 - 雪田連続体によって育まれる

高山帯の緯度的推移

日本列島は世界有数の生物多様性ホットスポットであり、少なくとも7000種以上の維管束植物^{いかなそく}が分布しています。豊かな生物多様性を生み出しているのは、沖縄県の亜熱帯から北海道の亜寒帯まで、3000キロに及ぶ緯度変化に沿った多様な気候環境です。さらに同じ緯度であっても、標高増加に伴う気温の低下は気候の変化を作り出し、多様な生物の生育を可能にしています。標高が100メートル増すと気温は約0.55℃下がるので、標高3000メートルの北アルプスは、低地と比べて16.5℃も気温が下がります。その垂直距離の中には、温帯から極域に相当する気候帯が凝縮されています。長野県には約3000種の維管束植物が分布しており、この極めて高い種多様性は標高差が生み出した産物です。

標高の増加に伴って森林を構成する種は広葉樹から針葉樹へと推移し、ある標高で森が途絶えます。そこが森林限界で、森林帯と高山帯の境目です。高山帯に入ると植物の種組成はがらりと変わります。植物はそれぞれ適した光環境^{りんしょう}に合わせて分布しているので、薄暗い林床と明るい高山帯では生えている植物の種類が大きく異なるのです。さらに、寒冷な高山環境では、短い生育シーズンに成長と繁殖を速やかに行うことのできる植物のみが生育できます。高山の寒冷環境に適応した植物を、私たちは高山植物と呼んでいます。

北アルプスの森林限界は標高2600～2800メートル付近にありますが、森林限界は緯度があがるとともに低下していきます。東北地方では森林限界は2000メートル付近ですが、高い山が少ないので高山帯は断片的にしかありません。北海道の大雪山では森林限界は1500～1600メートルにまで下がるので、再び広大な高山生態系が現れます（図1、文献1）。一方で、北アルプス、中央アルプス、南アルプスからなる中部山岳域より南には、高山帯^{なんげん}はありません。中部山岳域は高山帯の南限なのです。

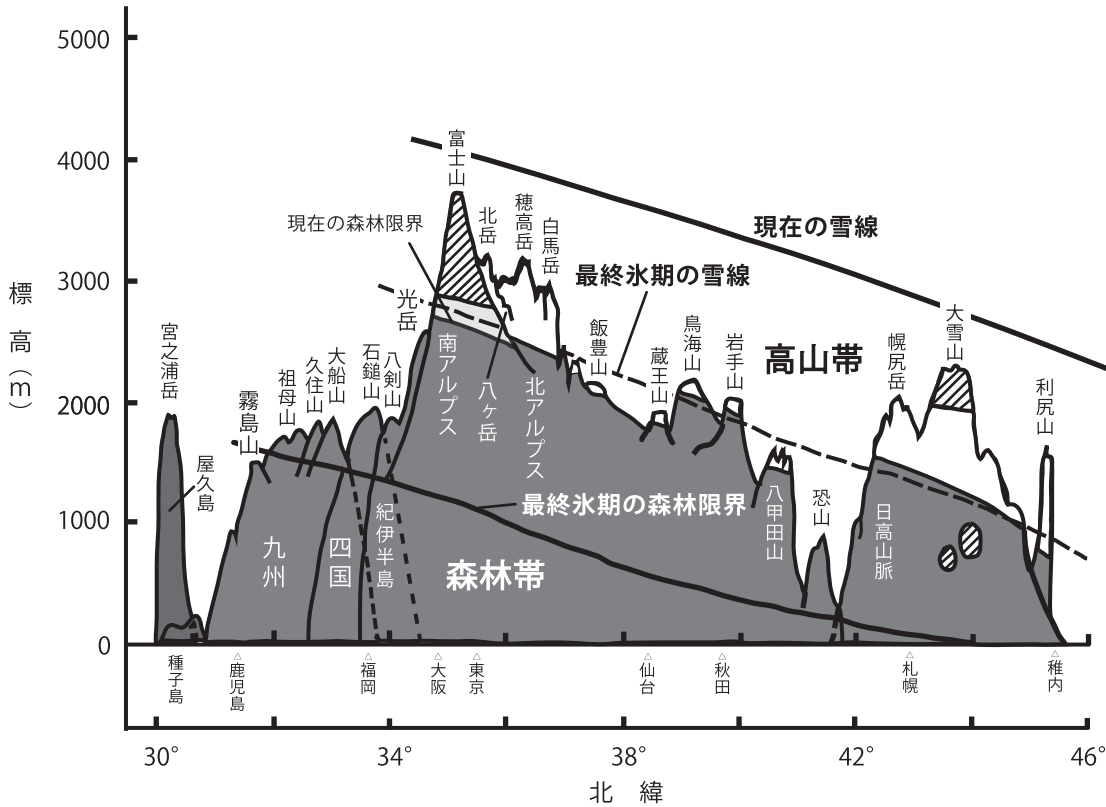


図1. 日本の高山帯分布の緯度的変化。森林限界は緯度の増加に伴い低くなる。斜線部は永久凍土の分布を示す(文献1を改変)。

多様な高山植物群落のモザイク分布

高山帯は山岳上部に現れるちっぽけな生態系です。異なる山域にある高山生態系は、互いに森林帯によって隔離されています。高山生態系は、広大な樹海に浮かぶ「天空の孤島」と例えられる由縁です。過酷な気象環境にある高山帯は、限られた生物のみが生きていける単調な生態系なののでしょうか？実はその反対で、高山帯は多様な植生タイプがモザイクのように複雑に組み合わせられてきています。例えば、白馬岳周辺の植生図を見ると、森林帯には同じタイプの植生が大きな広がりを見せているのに対して、高山帯では多様な植生タイプが入り交じっています(図2)。この複雑な植生構造は、高山帯の自然環境が多様であることの表れです。夏山シーズンに北アルプスの登山道を歩くと、様々な花々が途切れなく現れます。時期を変えて同じコースを歩くと、咲いている花の種類が変わっていたり、同じ種類の花でも咲いている場所が違っていることに気づくことでしょう。高山生態系は決して単調な世界ではなく、多様に富んだダイナミックな生態系なのです。

中部山岳域は、長い地質時代の中で繰り返された地殻変動、火山活動、氷河の影響を受けて、複雑な地形と地質を有しています(第1章参照)。母岩の違いは、酸性度、保水性、栄養塩類が異なる多様な土壌を形成し、そこに生育する高山植物の種類に強く影響します。例えば、石灰岩や蛇紋岩などの特殊土壌には、特定の植物のみが生育しています。微気象の影響も重要です。絶えず強風や強い日射に晒される稜線部は、乾燥・強風・強光・厳しい寒さに耐えることのできる植物のみが生育できます。火山性の急傾斜地は土壌が不安定で、砂礫されきの移動による攪乱が頻繁に起こります。また、噴火口周辺部は硫黄性ガスの影響が強いため、生育できる植物はわずかです。そして高山植物の分布に最も強い影響を及ぼしているのが積雪分布です。日本は世界有数の豪雪地域で、高山には万年雪が見られる場所がいくつもあります。複雑な山岳地形は、積雪深の著しい違いを作り出し、この積雪分布の不均一性が高山植物群落の多様性に強く関係しているのです。

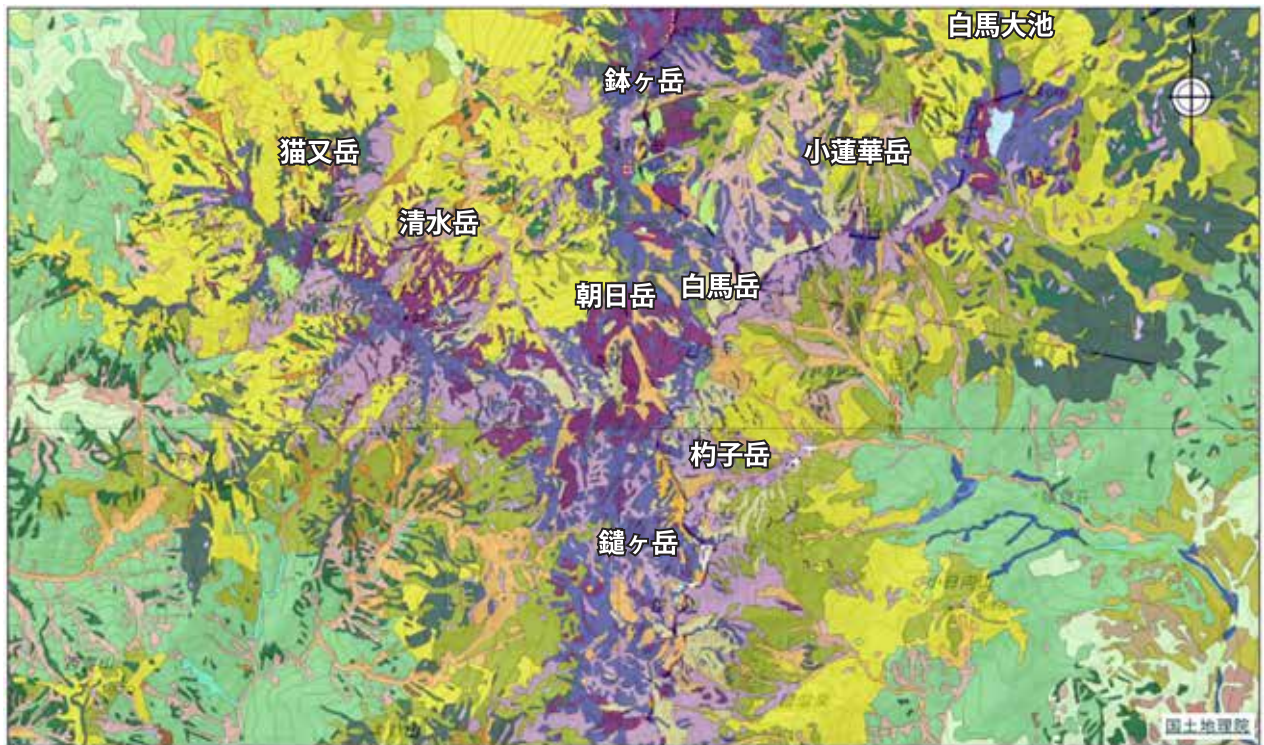


図2. 高山植生のモザイク構造 (環境省 1/2.5万植生図 白馬岳より抜粋)

環境省生物多様性センター : <http://gis.biodic.go.jp/webgis/sc-002.html#webgis/553716>

積雪が作り出す環境傾度

高山生態系の構成要素は、稜線部や風上斜面など強風のためにほとんど雪が積もらない「風衝地^{ふうしょうち}」と呼ばれる場所と、風下斜面や窪地など雪の吹き溜まりとなって遅くまで雪が残る「雪田」と呼ばれる場所に大別できます。そして高山帯では、風衝地から雪田に至る積雪量の推移（雪解け傾度）が繰り返し現れます。この雪解け傾度こそが、高山植生のモザイク構造を作り出しているのです。

積雪は植物の生育環境を大きく変える作用を持っています。雪には断熱効果があるので、深い雪の下では高山帯の厳しい冬にも土壌凍結が起こりません（図3、文献2）。植物は厳しい寒さに晒されることなく越冬できます。夏には雪が遅くまで残るので、雪解け水の供給を受け、土壌が湿潤に保たれます。一方で、雪解けの遅れは、もともと短い生育シーズンをさらに短縮してしまうので、成長や繁殖のスケジュールに強く影響します。高山帯では植物の生育シーズンは6月から9月までの4ヶ月程ですが、7月下旬によく雪が解ける雪渓跡地では、実際の生育シーズンはわずか2ヶ月に半減してしまいます。このような非常に短い生育環境で生きていける植物は限られます。

多くの高山植物は、風衝地と雪田という対照的な立地をつなぐ雪解け傾度の中で、それぞれ適した環境を選んで生育しています。稜線上の風衝地には強風や乾燥に耐えることができる植物が分布し、雪解けの遅い雪田には短期間でも生きていける植物が分布しています。日本の高山帯を特徴づけているハイマツは、風衝地と雪田の中間部に現れます。風衝地から雪田にかけてのわずか100メートル程の距離でも、高山植物群落の構成種は大きく変わります（図4、文献2）。積雪環境の変化に伴う急速な植物種の入替わりは、積雪による環境変化作用を反映したものです。局所的な雪解け傾度の存在によって、高山生態系の生物多様性は維持されているのです。

風衝地は高山帯で最も過酷な環境です。強風と乾燥のため土壌が発達せず、冬に地面は完全に凍結します。そのため、風衝地に生える植物と雪田に生える植物では、寒さに耐える能力（耐寒性）が

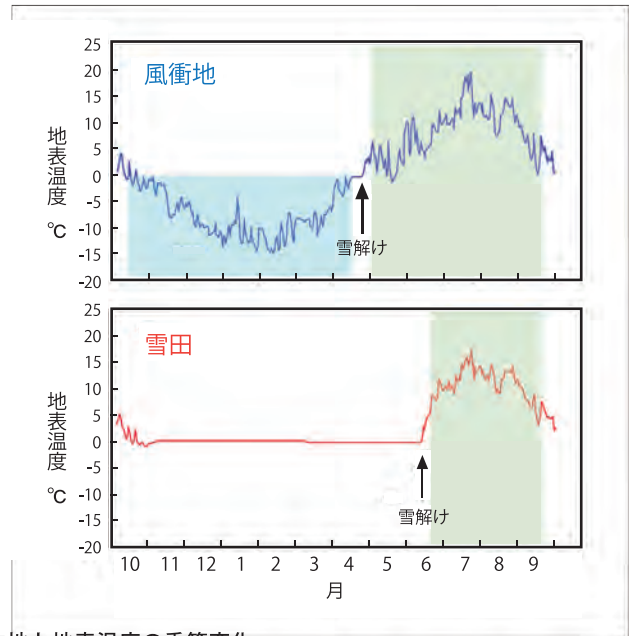
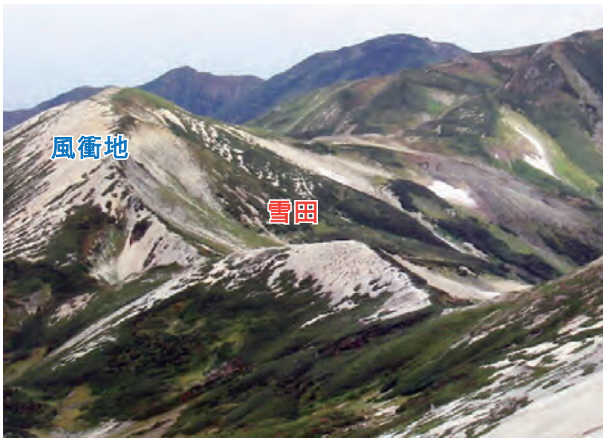


図3. 高山生態系の構成要素である風衝地と雪田の立地と地表温度の季節変化。
雪田環境では積雪の断熱効果により土壤凍結が起こらないが、雪解けが遅いため生育シーズンは短い(文献2を改変)。

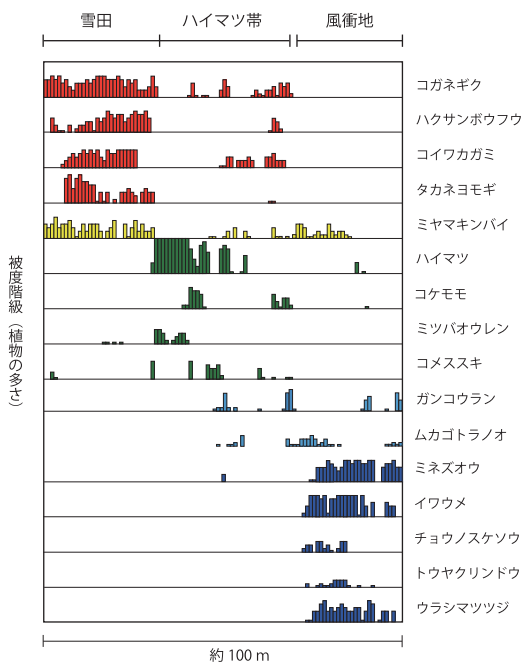


図4. 風衝地と雪田連続体における高山植物の分布様式。立山浄土山付近の測定例 (文献2を改変)。

大きく異なります。また、夏と冬では耐寒性が大きく変わります。夏には光合成活性を高めるために耐寒性を下げ、冬には光合成をほぼ停止して耐寒性を最大限に高めます。風衝地に生える植物は、冬には -200°C 近い超低温下でも生存できるという研究例があります(図5、文献3)。一方、土壤凍結が起こらない雪田に生える植物は、冬でも -20°C 程度までしか耐えられません。積雪により保護される雪田では、耐寒性を高める必要がないからです。このように、積雪分布は高山植物の様々な生態的・生理的能力にも影響を及ぼしています。

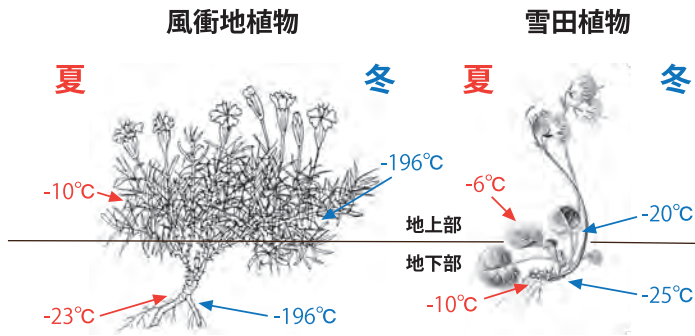


図5. 風衝地植物と雪田植物の耐寒性の違い。寒さに耐える能力は、季節や生育地によって大きく異なる(文献3を改変)。

表1. 日本高山植物の要素(文献4)

要素	被子植物種数	割合
汎世界分布	8	1.7%
周北極要素	116	25.2%
アジア要素	172	37.4%
太平洋要素	71	15.4%
低山要素	50	10.9%
準日本固有要素	43	9.3%

第2部 中部山岳域に分布する高山植物の特徴

高山植物の生い立ち

日本の高山植物は、いったいどこから来たのでしょうか？高山植物の成立過程は、氷期一問氷期の気候変動が深く関係しています。日本に分布する高山植物はおよそ460種です。それらの約8割は、北極を取り巻く高緯度地域に広く分布する「周北極要素」、ヒマラヤからシベリアにかけて分布する「アジア要素」、アラスカ周辺部から千島列島にかけて分布する「太平洋要素」を起源とする植物で構成されています(表1、文献4)。これらのグループは、氷期に大陸から北海道を經由して本州まで渡ってきたものです。また日本で独自に高山植物として進化したと考えられる種(低山要素と準日本固有要素)が2割程度あります。高山帯が各山域で隔離されているにもかかわらず、北海道から中部山岳域まで多くの共通種が分布しているのは、氷期には高山帯が現在よりも低標高にまで広がっていたために、高山植物の南北の移動が可能だったからです。最寒冷期(2万1千年～1万8千年前)の気温は現在よりも5～7℃も低かったと推定され、北日本では低標高でもツンドラのような植生であったと考えられています。

最終氷期が終わり気候が温暖になると、高緯度起源の植物は北上していきました。低標高域は再び森林に覆われ、高山帯は山岳上部に押し上げられ、山域間で隔離されていきました。その過程で、一部の北方起源植物や寒冷適応した低地性植物は高山帯に取り残され、現在の高山植物相が作られました。

高山に取り残された植物たちの現状

最終氷期後にそれぞれの山岳域に取り残された高山植物は、祖先集団とは遺伝的にかなり違っていることが、最近の研究によって明らかになってきました(文献5)。氷期と間氷期はおよそ10万年周期で繰り返され、その都度北方系植物の南下と北上が起きました。氷期が強いと多くの植物は南下し、弱ければ南下の度合いも弱まります。中部山岳域ではより早い時期に南下した植物が取り残され、高緯度にある北海道では最後の氷期に取り残されたグループが現在の高山植物相を構成していると考えられています(図6、文献6)。同じ高山植物種であっても移入時期が異なると、山域間で異なる遺伝子組成を持っている可能性があります。さらに、山域毎に小さな集団に分断されていることで遺伝的交流が制限され、遺伝子組成や遺伝的多様度が変化します。北方起源の高山植物の遺伝子組成を比較した研究では、多くの植物で北海道の集団は高緯度地域の集団と遺伝的に類似しているのに対し、中部山岳域の集団は山域毎に異なる遺伝子組成を有している傾向が分かってきました(文献5)。すなわち、中部山岳域に分布する高山植物は、同じ種であっても大陸や北海道の集団とは遺伝的に異なる集団なのです。

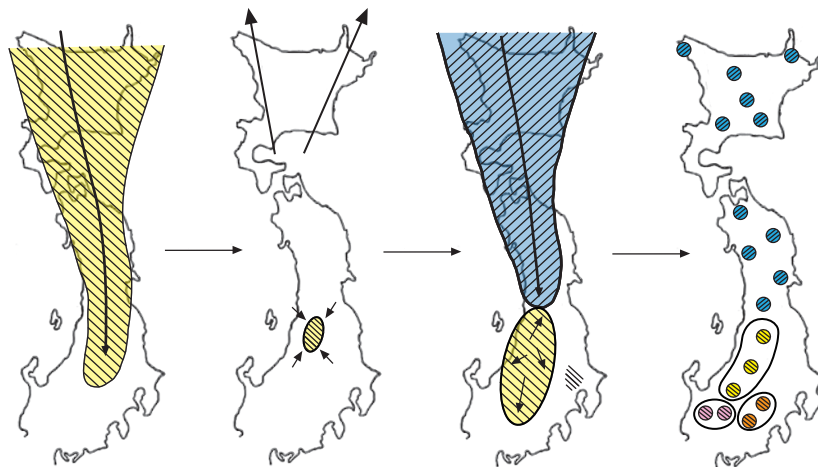


図6. 中部山岳域の高山植物の遺伝構造の特殊性は、氷期と間氷期に繰り返された気候変動により生じた。氷期が弱まるにつれて、以前の氷期に侵入した遺存集団と新たに侵入した集団が隔離され、侵入時期の異なる集団間に遺伝的分化が生じたと考えられる（文献6を改変）。

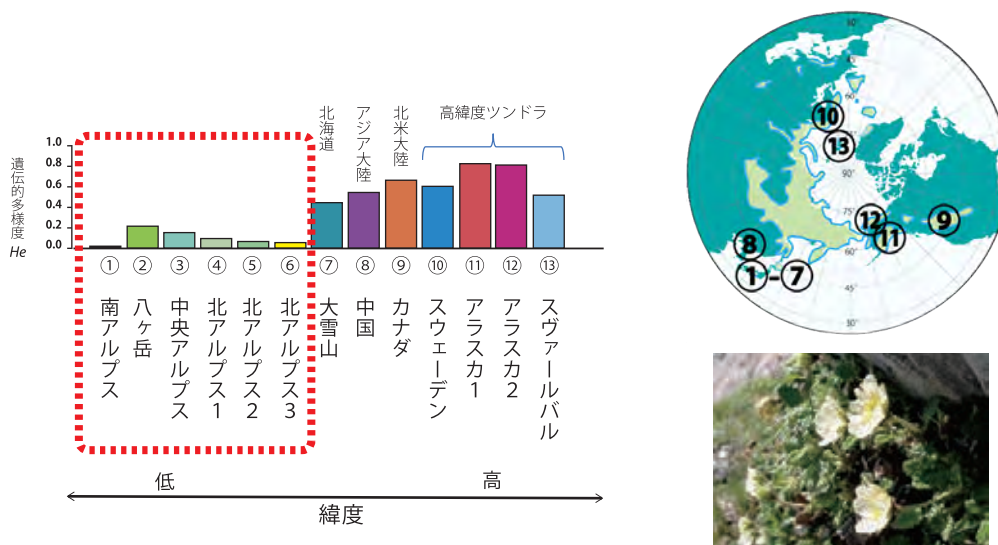


図7. チョウノスケソウ（広義）の遺伝的多様性の地理的分布。分布南限の本州中部で遺伝的多様性は激減する（文献7を改変）。

チョウノスケソウは北極周辺に広く分布する高山植物です。氷期には北半球の中緯度地域に広く分布していたことが、地層に残された花粉の分析から示されています。日本では北海道大雪山と中部山岳域周辺部に見られる風衝地植物です。現在の分布域から採取したチョウノスケソウの遺伝的多様性を比較した研究では、大雪山の集団は遺伝的多様性が北極域の集団とそれほど変わらなかったのに対して、中部山岳域ではいずれの集団でも遺伝的多様性が非常に低いことが明らかになりました（図7、文献7）。

急峻な地形の中部山岳域では風衝地は稜線付近に小規模に現れるので、チョウノスケソウは小さな集団に分断され、遺伝的交流が制限されたために遺伝的多様性が低下したと考えられます。遺伝的多様性の低下は、環境の変化に対する適応能力を弱める可能性があり、個体群の維持に影響が及ぶ可能性もあります。



図8. ミヤマキンバイの風衝地型と雪田型の形態的な分化。(a) 風衝地型、(b) 雪田型、(c) 温室で育てた形態の違い、(d) 地下部の形態の違い (文献8.9を改変)。

高山環境で繰り返される進化

中部山岳域に取り残された高山植物群落は氷期の遺物であり、高山帯は歴史的な証拠が残された博物館のような場所なのでしょうか？そんなことはありません。現在の環境で繁殖し、子孫を残していく過程で、生物は新たな環境に適応進化していきます。その証拠を示している植物のひとつがミヤマキンバイです。図4で示されているように、ミヤマキンバイは風衝地にも雪田にも分布しています。環境が全然違う場所でミヤマキンバイはどうやって生き延びているのでしょうか？実は、風衝地集団と雪田集団は遺伝的にも生態的にも大きく異なっています。風衝地のミヤマキンバイは葉が小さく、背丈が低く、開花期間が長いのにに対し、雪田では大きな葉を立ち上げ、雪解け後すぐに一斉に開花する性質を持っています (図8、文献8)。風衝地では土壤凍結への耐性を高めるためにひげ根を発達させ、雪田では急速な成長を可能にするために太い根茎を発達させています (文献9)。そしてこれらの性質は、低地の温かな環境で育てても変わらない、遺伝的な性質であることが分かりました (図8)。つまり、数十メートルしか離れていない風衝地と雪田という隣り合った場所で、それぞれ適応進化が起きているのです。さらに、このような局所的な適応は、中部山岳域でも大雪山でも独立に起きていることが分かりました (文献10)。

局所的な適応進化の事例は他にもあります。ミヤマアキノキリンソウは低標高から高山帯まで広い標高域に分布します。低地では開花が晩夏に起こりますが、高山帯では盛夏に開花します。気温の低い

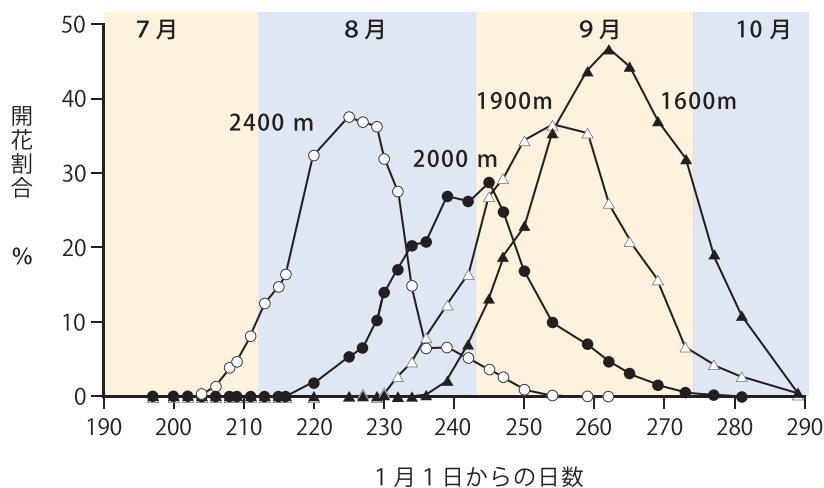


図9. ミヤマアキノキリンソウの標高傾度に沿った開花時期の違い。高標高の集団ほど早く開花する傾向がある(文献11を改変)。

高山帯では、生育開始時期が遅いにも関わらず早く開花が起こるのです(図9、文献11)。生育シーズンの短い高山帯では、開花が遅いと種子が成熟するまでに降雪や霜により枯れてしまう危険性があります。そこで、急速に成長し、繁殖を早める生活サイクルが有利となります。繁殖開始時期の早まりは標高傾度だけでなく、高山帯の雪解け傾度に沿った集団間でも起きています。また、蛇紋岩地に生育するミヤマアキノキリンソウは、通常の土壌に生育する集団に比べて開花が早まることが知られています(文献12)。蛇紋岩土壌は乾燥しやすいので、雪解け直後の湿った時期に繁殖を行う方が有利なためと考えられます。このように、様々な生育環境で高山植物は今も適応進化を繰り返しているのです。

おわりに

中部山岳域の高山帯は、生物の分布、生態、進化を理解する上でとても重要な場所です。最南端の高山生態系には、氷期の気候変動が作りだしたユニークな植物群落が形成されています。一方で、人類が引き起こした地球温暖化は、かつてないスピードで地球環境を改変し、「天空の孤島」に生きる生物にとって大変な脅威となっています。寒冷環境に適応した高山植物は、温暖化に対して特に脆弱だからです。高山帯のお花畑は、気候変動に対する生態系保全について多くのことを学べる場所でもあるのです。



第3章

高山植物の花、果実、種子、芽生え ときどきふしぎ発見！

Flower, fruit, seed, seedling and occasionally mysterious discovery of alpine plant

千葉悟志（市立大町山岳博物館学芸員）

白井伸和（白山高山植物園）



協力：藤田淳一（長野県植物研究会）

はじめに

高嶺の花、高山植物。その数は400種以上ともいわれ、それらにより多様な高山植物群落が形成されています。しかし、芽生えや花の内部形態、またそれらの生活について知ろうとすると、詳しく図示した図鑑等は見当たらず、調べれば調べるほどにすべてがなぞめいているように感じます。

本章では、栽培や現地での観察で得た事柄をもとに【花】、【果実】、【種子】、【芽生え】の4つに【ときどきふしぎ発見！】を加え、50種あまりのとおきおきの情報をご紹介します。

なお、ここで扱う高山植物は、清水建美著「高山に咲く花」（山と溪谷社）の掲載種を基本としていますが、一部に高山帯でよくみかける種も含めました。植物用語は、基本的に「図説 植物用語事典」（八坂書房）に従いました。

ミズバショウ

Lysichiton camtschatcense

山地帯から亜高山帯の湿原や林間の湿地に生える多年草



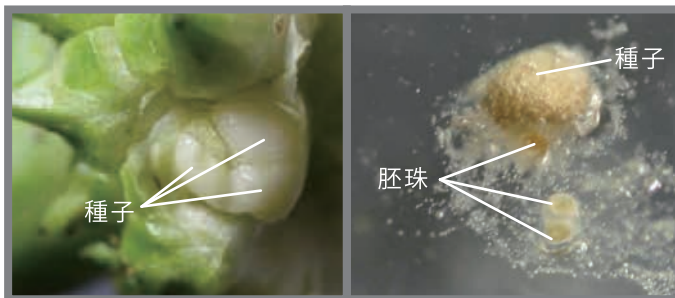
【花】 Flower

棒状の花序にくすい（肉穂花序：最下写真左）には、200～400個ほどの花が集まっています。花は最初に雌しべが現われて雌性期（写真左）となり、その後、雄しべが現われて雌しべと雄しべのある両性期（写真右）となります。雄しべは最初に上下が現われた後に左右のいずれかの順番で現われます。^{*1}



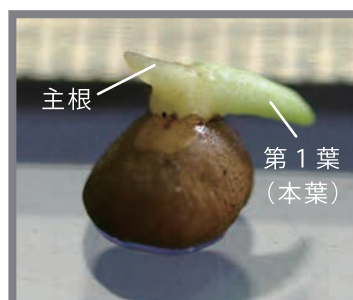
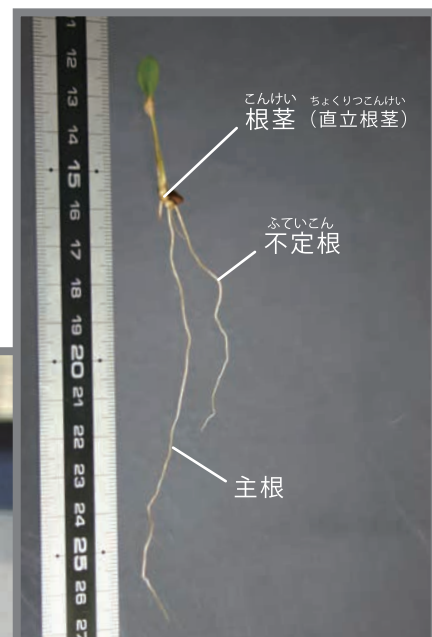
【ふしぎ発見！】 Find out

生育地を想像すると雪深く、ミズバショウは寒さに強いように思えますが、実際には流水により冬は0℃以下にならない環境で、夏は比較的涼しい環境で育っているものと考えられます。



【果実】 Fruit (Berry; Bacca) 【種子】 Seed

棒状の果実たかか（写真最下右）と呼ばれ、1つ1つの漿果しょうかからできています。漿果内には4個の胚珠はいしゅがあり、このうち1～2個が種子となります。漿果は夏に熟し、茎ごと倒れて腐り、なかの種子が水に流されます。種子は5mmほどで、ゼリー状の粘膜に包まれています。水に浸かっているとこの間にか粘膜がなくなります。^{*2}



【芽生え】 Seeding

発芽は種子が落ちた（散布）その年の夏で、秋までに写真右のように成長します。子葉は種子のなかにとどまり（カンゾウ型）、主根が長く伸びるとともに第1葉（本葉）が現われます。

ヒメイワショウブ

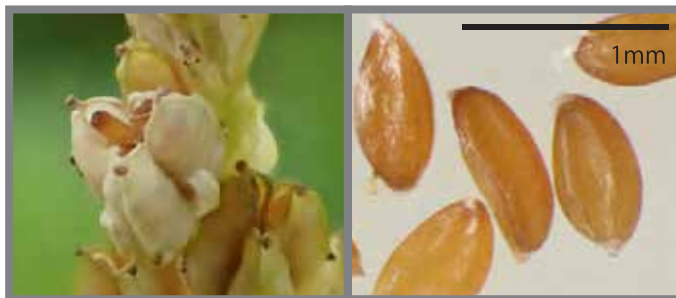
Tofieldia okuboi

亜高山帯から高山帯の礫地や岩上に生える多年草



【花】 Flower

6枚の花弁に見えるのは、3枚の萼片と3枚の花弁からなり花被かひといます。質や形が似ている場合は、外側にある3枚を外花被、その内側にある3枚を内花被と呼びます。また雄しべが6本、雌しべが3本で3を基本につくられている花です（3数性）。



【果実】 Fruit (Capsule)

花が終わると、花被片かひへんが閉じ、子房を包み込みます（【花】写真右）。果実は蒴果さくかと呼ばれ、先端から縦に裂け茎が揺れる際や蒴果内に吹き込む風で外に飛ばされたりするものと考えられます。種子は長さが1mmよりやや短く、一端に短い糸状の附属体があります。

【種子】 Seed



【芽生え】 Seeding

子葉は線形で扁平、先端部だけ吸収器として種皮のなか
あり、先端は種皮をかぶります（ネギ型）。主根は垂直に伸び、
所々に短い根毛が生えています。

線形
縦横比（～12:1）

【ふしぎ発見！】 Find out

ヒメイワショウブの花は茎の下の花から上の花へと開花が進み（無限花序）、短期間のうちにすべての花が開花に至ります。一方、花などが似ているイワショウブの開花は茎の上の花から下の花へと進む（有限花序）点で異なります。

イワショウブ

Triantha japonica

山地帯から高山帯の湿地などに生える多年草



【花】 Flower

開花は花序（赤色の点線枠）の上にある花から下にある花へと進みます。花は3数性（ヒメイワショウブ：36ページを参照）で、花びら（花弁）にみえる部分は、^{かひへん}花被片といいます。雄しべは花被片に平行に位置し、^{やく}葯は内側に向きます（内向葯）。



【ふしぎ発見！】 Find out

昆虫が茎にとまると腺状の突起から出る粘液によって、くっつき動けなくなります。なぜ、粘液を出す必要があるのか、いろいろと考えを巡らせてみてはいかがでしょうか。



【果実】 Fruit (Capsule) 【種子】 Seed

花が終わると、^{かひへん}花被片と子房は濃い紅色に変わり、果実の成熟とともに淡い褐色となります。果実は蒴果と呼ばれ、先端から縦に裂け茎が揺れる際や蒴果のなかに吹き込む風で外に飛ばされたりするものと考えられます。種子の長さは1.5mmほどで、一方の端に長い糸状の附属体があります。



【芽生え】 Seeding

子葉は線形で先が一定期間、種皮をかぶるためネギ型の子葉とも呼ばれます。本葉は扁平で、つぎに開く葉は向かい側で生じます。主根は長く伸び、所々に根毛が生えます。

線形
縦横比（～12:1）



コバイケイソウ

Veratrum stamineum

高山帯の開けた草原に生える多年草



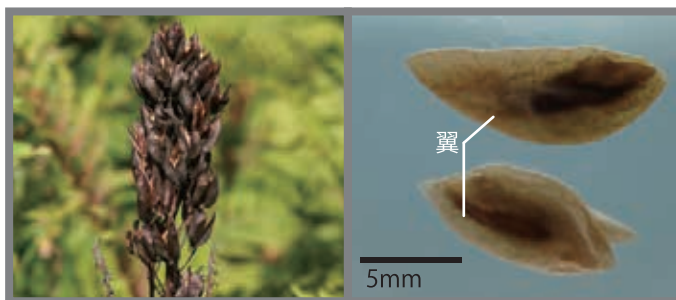
【花】 Flower

花序は円錐形（円錐花序）で、先端の枝には雄しべと雌しべのある両性花（写真左）からなる花が密集してつき、わきから出る枝には雄花（写真右）からなる花が密集してつきます。雄花には退化した雌しべがみられます。



【ふしぎ発見！】 Find out

茎は上の葉の2～3個を除き、葉の根本（基部）が長い鞘となり順々に内側の葉鞘を包み込むため、偽茎（仮茎）と呼ばれます。晩秋、花をつけない偽茎が地面にしなびている一方、果実をもつ茎は直立したままでした。この違いはなんなののでしょうか。気になります。



【果実】 Fruit (Capsule)

【種子】 Seed

両性花のみが結実に至るため、雄花からなる枝からは花が秋までに脱落します。果実は蒴果と呼ばれ、先端から縦に裂け、風で茎が揺れる際や蒴果のなかに吹き込む風で外に飛ばされるものと考えられます。種子の長さは10～15mmほどで、縁は翼状となります。



【芽生え】 Seeding

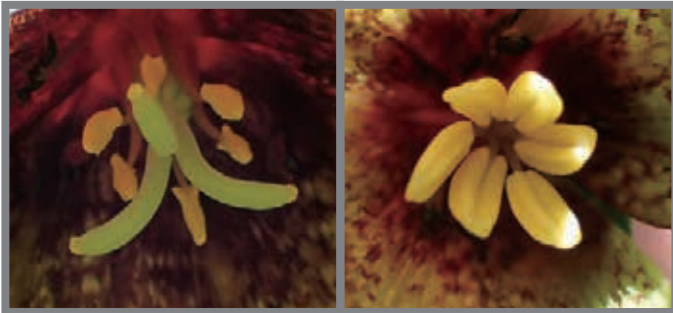
子葉は線形で扁平、先端部だけ吸収器として種皮のなかにあり、先端は種皮をかぶります（ネギ型）。主根は長く伸び、根毛は根全体にあり、密に生えます。

線形
縦横比（～12:1）

クロユリ

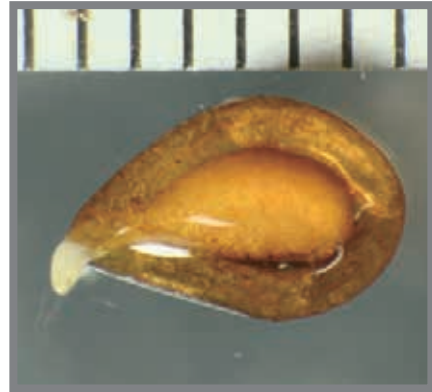
Fritillaria camschatcensis

亜高山帯から高山帯の開けた草地に生える多年草



【花】 Flower

花には、雄しべと雌しべの両方をもつ両性花（写真左）と雄しべのみをもつ雄花（写真右）の2型があり、個体の状態によって年ごとに性表現が変化するとされています。^{※4}



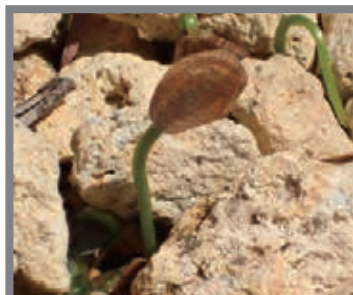
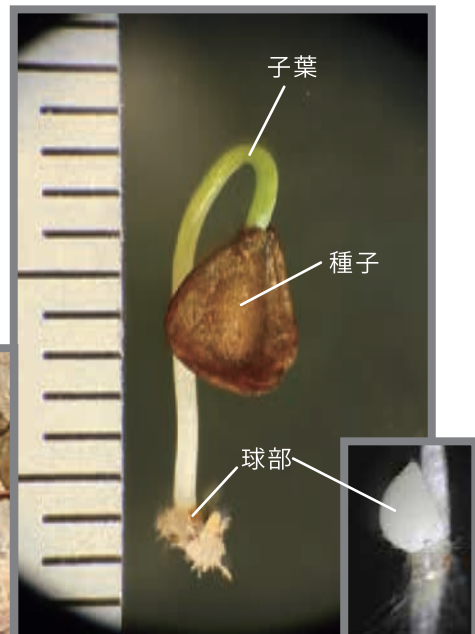
【ふしぎ発見！】 Find out

日本に自生するユリ属（*Lilium*）には3つの発芽型があり、そのうち最も発芽が遅いのは地下遅発芽型で1年ほどを要し、種皮をかぶったままさらに地中で過ごします。^{※5}一方、クロユリは *Fritillaria* 属で、発芽には2年を要します。発芽に要する期間の違いが何を意味するのか興味深いです。



【果実】 Fruit (Capsule) 【種子】 Seed

果実は蒴果^{さくか}と呼ばれ、外側の線に沿って裂け、蒴果のなかに吹き込む風で種子が外に飛ばされるものと考えられます。種子にはわずかに翼があり、扁平で、長さは10mmほどです。



【芽生え】 Seeding

緑色の部分が子葉で、先端は種子のなかにとどまったまま地上に現われ、ネギ型とも呼ばれます。球部は子葉原基が球状に肥厚したもので鱗茎葉^{りんけいよう}であり、球根ではありません。

ゼンテイカ

Hemerocallis dumortieri var. *esculenta*

山地帯から高山帯の草地や湿原に生える多年草

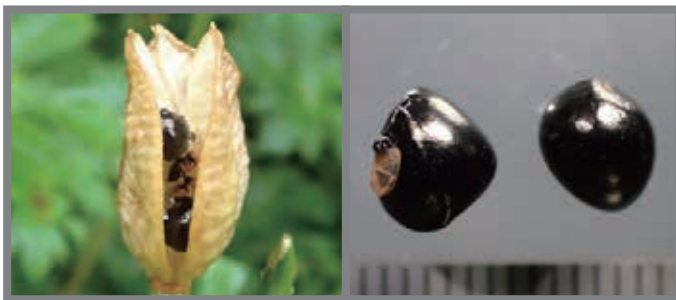


【花】 Flower

黄色の花弁のように見える部分は、質や形が似ていることから花被と呼び、1枚1枚は花被片と呼びます。花はかたむり形花序（写真右内の図）で、番号順に咲いていきます。雄しべの葯は上向きからやや花の中央に向き、雌しべの先の柱頭は雄しべよりも突き出ます。

【ふしぎ発見！】 Find out

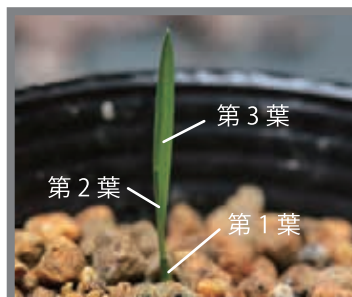
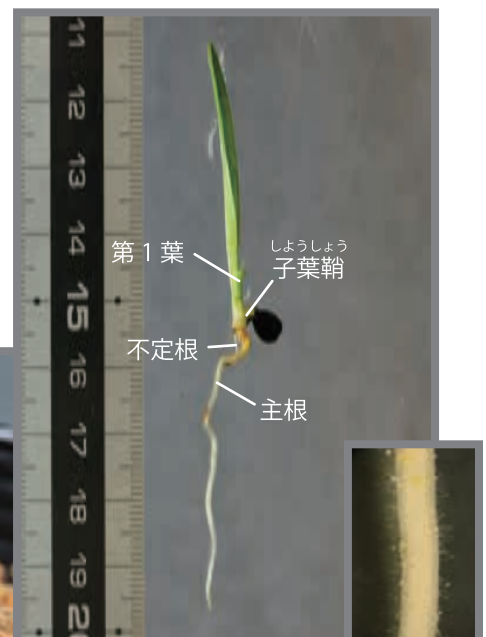
花の寿命は2日で、その間に花が開いたり、閉じたりします（開閉花）。花には、アゲハチョウ類やトラマルハナバチなどが訪れますが、1花のみの開花でも種子ができることから、自家受粉の可能性を含めて調べてみると何かがわかるかもしれません。



【果実】 Fruit (Capsule)

果実は蒴果と呼ばれ、子房は最初、横向きですが、すぐに直立しはじめます。熟すと蒴果の先端～中間にかけて裂け、風などで茎が揺れて種子が落下すると考えられます。種子は長さが5mmほどです。

【種子】 Seed



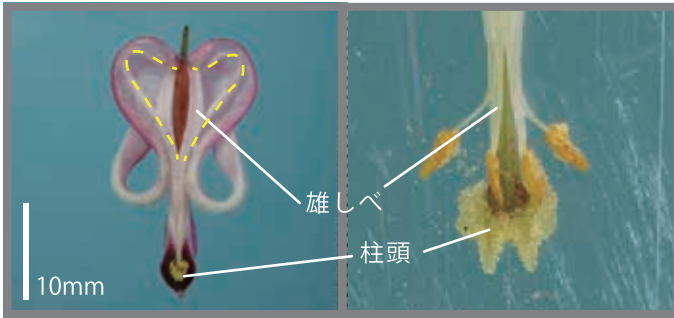
【芽生え】 Seeding

子葉は先端が吸収器として種子内にとどまり、根本のあたり（基部）は鞘になって幼芽を包みます（カンゾウ型）。主根は垂直に伸び、短い根毛が密に生えています。茎からは不定根の発根もみられます。

コマクサ

Dicentra peregrina

高山帯の砂礫地に生える多年草



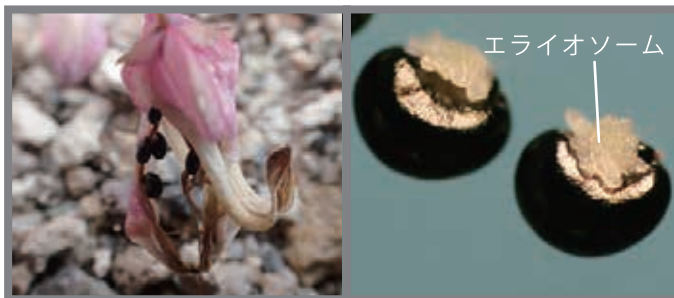
【花】 Flower

柱頭は鬼のお面を逆さにしたような形をしていて、雄しべは左右に各3本が束となり（合糸雄しべ）、間に挟まれている1本の花糸が長く外側に大きく曲がり、ハート形にみえます。花序あたりの開花は、まず先端にある花（頂花）が咲き、その後には下にある花から上にある花の順番で咲きます。^{※6}



【ふしぎ発見！】 Find out

博物館のような低地（標高約780m）で種子をまいてみると、アリは種子を巣まで運び（写真）、エライオソームがエサとして認識されていることがわかります。一方、高山で何度か観察しましたが、自然の状態でアリが種子を運ぶ姿はまだ一度も確認できていません。



【果実】 Fruit (Capsule) 【種子】 Seed

果実は蒴果^{さくか}と呼ばれ、子房にある2本の線に沿って縦に大きく裂け、種子が落下します。種子の長さは2mmほどで光沢があり、アリのエサとなり得る乳白色のエライオソームが附属しています。



【芽生え】 Seeding

子葉は狭楕円形^{いけい}で1枚であることから、異形子葉と呼ばれます。本葉は第1葉から深く切れ込みます。主根は長く伸び、根全体に長い根毛が密に生えます。



高山のお花畑で受粉を担うハエの仲間とマルハナバチ

石井 博（富山大学理学部教授）

高山のお花畑では、短い季節の中で色とりどりの花が次々に咲きます。これらのお花畑では、どのような虫たちが植物の受粉を担っているのでしょうか。

じつは高山帯で最も多く観察される送粉者（植物の受粉を担う動物）は、ハエの仲間（ハエ目昆虫）です。世界全体で送粉者として最も多く観察されるのは、なんとと言ってもハチの仲間（ハチ目昆虫）です。しかしハチの仲間は、その多くが寒さにあまり強くありません。このため、寒さに強い種もたくさん含まれるハエ目の昆虫が、高山帯では重要な役割を果たしているのです。ただし一口にハエの仲間と言っても、高山帯で送粉者として活躍しているハエの仲間は、ハナアブの仲間、ハナバエの仲間、オドリバエの仲間など種類がとても多く、その姿形はじつに様々です。

では、高山帯ではハチの仲間は送粉者として重要ではないかといえば、決してそのようなことはありません。少なくとも北半球の高山帯では、マルハナバチという寒さに強いハチが大活躍しています。北アルプスの場合、ヒメマルハナバチをはじめとした数種類のマルハナバチ達が、たくさんの植物種の受粉を担っています。

さて、高山帯では、送粉者の多くがハエの仲間とマルハナバチだけで占められているのですが（チョウやガは割合にするとそれほど多くありません）、彼らが利用する花には、いくつかの例外を認めつつ、その特徴にいくつかの違いがみられます。例えば、ハエの仲間が利用する花は、形が単純（皿型や碗型）で、白か黄であることがほとんどです。一方、マルハナバチが利用する花には、形が複雑なものや、青や紫のものが多く含まれています。なぜこのような違いがあるのでしょうか。こうしたことを考えつつ、ハエの仲間が来るのかマルハナバチが来るのかを予想しながら花を観察すれば、高山のお花畑を散策する際の楽しみが増えること間違いありません。

皆さんも試してみたいはいかがでしょうか。



ムカゴトラノオを訪れるオドリバエ



ミヤマアキノキリンソウを訪れるケヒラタバ



ミヤマホツツジを訪れるヒメマルハナバチ

ハクサンイチゲ

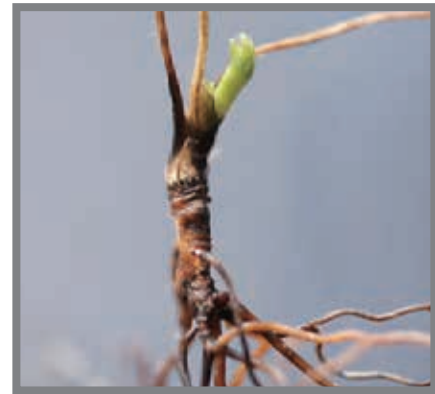
Anemone narcissiflora subsp. *nipponica*

高山帯の乾いた草原に生える多年草



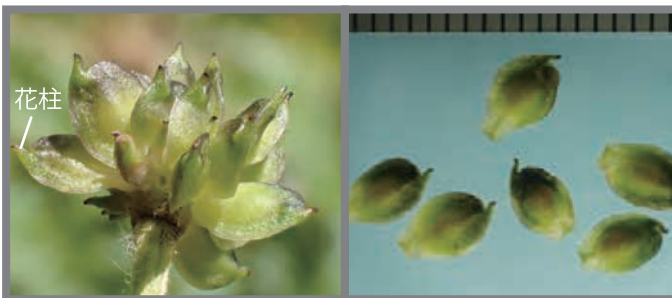
【花】 Flower

つぼみの頃には、すべてが浅い緑色です。雄しべと雌しべの数に決まりはなく、開花すると外側の雄しべの葯から裂けて花粉を出し終わると外側に倒れ込みます。柱頭は花柱と一体となっています。



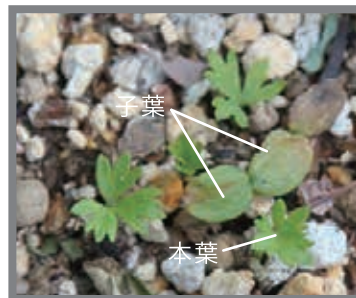
【ふしぎ発見！】 Find out

根茎は地上茎の一部であった器官が次第に地中に埋もれて根茎に移行することから、二次根茎と呼ばれ、さらに根茎が垂直方向に伸びることから直立根茎と呼ばれます。写真は発芽してから3年を経過した個体です。今後どのように成長していくのが楽しみです。



【果実】 Fruit (Achene; Akene)

1つの大きな果実に見えるのは、集合果（写真左）といい、1つ1つは瘦果（写真右）と呼ばれます。瘦果は扁平で、長さは5～7mm、先に花柱が残ります。高山では夏真っ盛りころに熟し、ばらばらになって地面へと落下します。



【芽生え】 Seeding

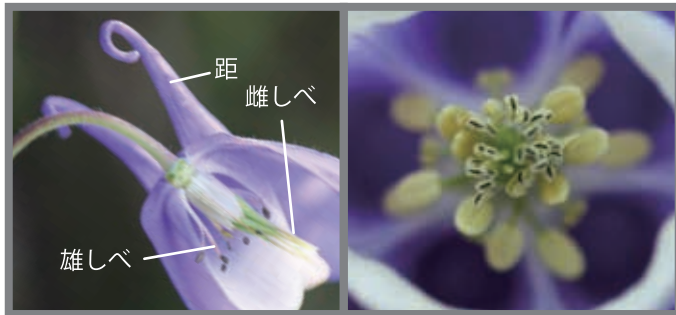
子葉は楕円形～卵形で、本葉は小葉が直接つく（柄がない）複葉で茎の頂部から生じます。主根を伸ばすとともに盛んに側根を出します。根毛はほとんどないです。



ミヤマオダマキ

Aquilegia flabellata var. *pumila*

高山帯の砂礫地や乾いた草地に生える多年草



【花】 Flower

花は花弁^{きよ}に距をもつことから有距花冠^{ゆうきよかかん}といい、雄しべは雌しべを取り囲むように配列されています。花が複数つく場合、まず先端にある花（頂花）が咲き、つぎに最下位の花、その後は下にある花から上にある花の順番で咲いていきます。これはコマクサといっしょです。



【ふしぎ発見！】 Find out

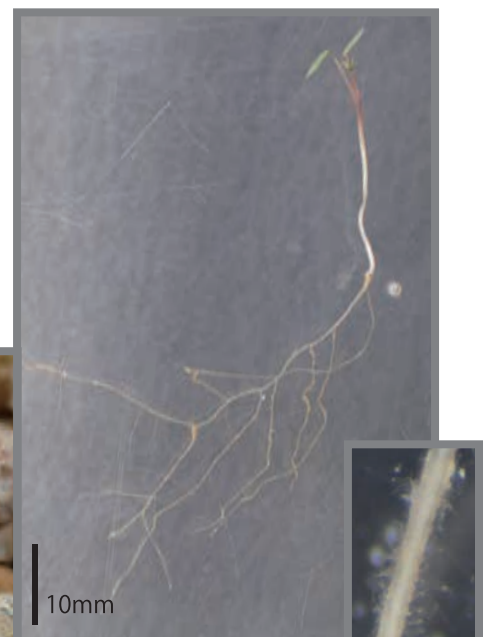
高山ではオオマルハナバチ^{とうみつ}の盗蜜行動（写真左）ばかりが目立ち、ほかのマルハナバチはほとんど訪れません。ミヤマオダマキは自家受粉が可能で、ミツバチ^{じょうか}上科の1種（写真右）の集粉は一見、受粉に効果をもたらしているように思えますが、真相はどのようなのでしょうか。



【果実】 Fruit (Follicle)

果実^{たいか}は袋果と呼ばれ、5～6個が集まってできていて、熟すと先端～中間にかけて裂けます（内包裂開）。種子の長さは2～3mmで、表面には光沢があります。胚は種子散布の頃には十分に成熟しています。

【種子】 Seed



【芽生え】 Seeding

子葉は卵形で、表面にはごく短い毛がまばらに生え、裏面に長い毛が生えます。本葉は複葉で表裏面から柄にかけて長い毛が生えます。根には長い根毛が密に生えます。



リュウキンカ

Caltha palustris var. *nipponica*

山地帯から亜高山帯の流れや池のふちに生える多年草



【花】 Flower

花には蜜がないため、花粉を集める昆虫が訪れます。雄しべはらせん状につき花粉を出し終えたものから外側に倒れます。雌しべは中央に集まり、雄しべと雌しべの数に決まりはありません。



【ふしぎ発見！】 Find out

種子は水に浮かび続けることができます。2回の実験では、平均で1回目が66.5日、2回目が67.54日でした。また乾燥した状態で種子を置いてみると（写真左）、6時間後にはしわしわになり（写真右）、発芽能力を失いました。種子は常に保湿が必要であることがわかりました。



【果実】 Fruit (Follicle) 【種子】 Seed

果実^{たいか}は袋果と呼ばれ、種子は裂開した袋果上にありますが、風などにより茎が揺れることで落下し、その後、水に流されてひろがります。種子の長さは2mmほどです。乾燥に弱く常に水分が供給される必要があります。



【芽生え】 Seeding

子葉は狭楕円形で、本葉は基部が心臓形（心形：オレンジ色の線）となります。短い茎からは主根とともに不定根が長く伸び、根毛は長く密に生えます。



ミツバオウレン

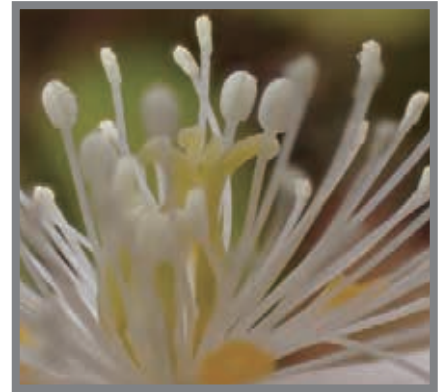
Coptis trifolia

亜高山帯から高山帯の森林、林縁、湿原に生える多年草



【花】 Flower

白色の部分は萼片で花卉ではありません。黄色の部分は、^{がくへん} 仮雄しべ (仮雄ずい) と呼ばれ、雄しべが退化したもので、^{かりお} かたつむりの目のように白く長く伸びた部分が雄しべです。^{やく} 葯は外側の雄しべから裂開する傾向にあり、柱頭は花柱と一体となっています。



【ふしぎ発見！】 Find out

博物館では花は咲くものの結実に至ったことがありません。その理由はわかりませんが、^{ほうか} 訪花昆虫がないために受粉に至らないのか、花が同一個体であるために受粉しても結実に至らない自家不和合性によるものなのか、思いを巡らすと意外に楽しいです。



【果実】 Fruit (Follide)

子房の柄は花の頃から伸びはじめるとともに外側に徐々に開き、子房が肥大成長します。ほぼ水平に開いた果実は袋果と呼ばれ、1心皮からなり、熟すと内側の線に沿って裂け、種子が落下します。種子は1mmよりやや長く、光沢があります。

【種子】 Seed



【芽生え】 Seeding

子葉は楕円形～倒卵形で、柄は根本（基部）に向かって狭くなります。本葉は3～5裂し先はとがり、表面と縁にごくわずかに白色の毛があります。根にはごく短い根毛が密に生えます。



ククロモソウ

Saxifraga fusca subsp. *kikubuki* var. *kikubuki*

山地帯～高山帯の湿った草地や流れの沿った岩上に生える多年草



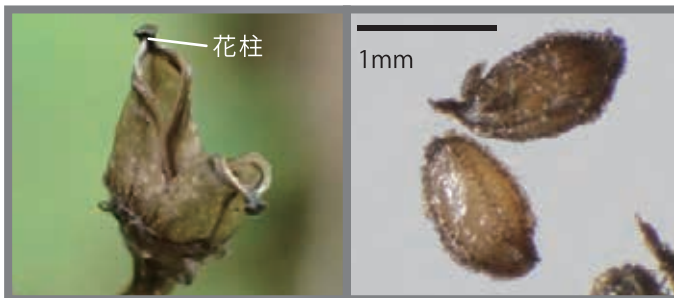
【花】 Flower

開花はわきの枝（側枝）の先にあるつぼみから生じます。花は全体的に暗紫色で、^{かくへん}萼片（正確には萼裂片）と花弁はともに5枚あり、雄しべは10本、雌しべは2本で子房はほぼ^{かぼん}花盤に埋もれています。



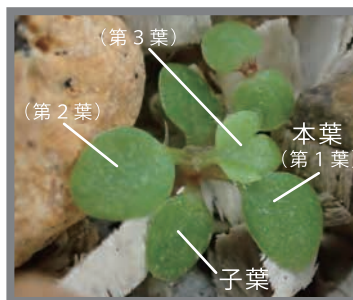
【ふしぎ発見！】 Find out

キノコバエが受粉にかかわる植物の多くは、花が暗赤色の花色や短い雄しべが共通し、最近の研究でアセトインを主とする花の匂いで引き寄せているとされています。^{※7} 写真のヒメアオキ（右）やヒメタケシマラン（左）の花の受粉もキノコバエは関係するのでしょうか。



【果実】 Fruit (Follicle) 【種子】 Seed

子房はすぐに大きく成長するとともに外側に反り返ります。花弁が落ちる一方、花柱は長らく残ります。果実は袋果と^{たいか}呼ばれ、内側の線に沿って先端～中間にかけて裂けます。種子は長さが1mmほどで、表面には^{おうとつ}凹凸があります。



【芽生え】 Seeding

子葉は倒卵形で、本葉は第1葉と第2葉までは倒卵形ですが、第3葉くらいから切れ込みがみられるとともに毛（単列毛）が密に生えるようになります。根には細長い根毛が密に生えます。



イワベンケイ

Rhodiola rosea

高山帯の風当たりの強い岩場や乾いた草地に生える多年草



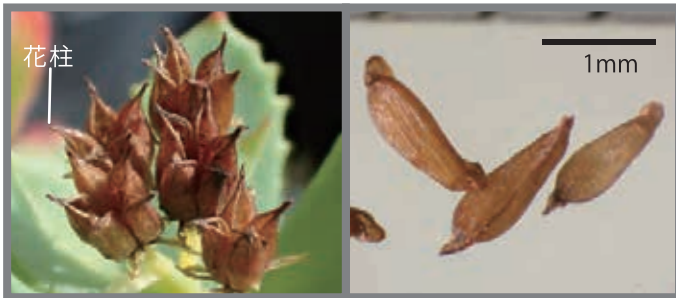
【花】 Flower

花は4~5数性です。雌花のみがたくさん集まってできた株（写真左）と雄花のみがたくさん集まってできた株（写真右）の2型があり、それぞれ独立生活をする単性の植物体は雌雄異株と呼ばれます。



【ふしぎ発見！】 Find out

雌花は花弁と萼片の区別がつきづらいです。最も外側（最外輪）の器官（花葉）を萼、それより内側（内輪）にある花葉を花弁とすべきか、萼片と花弁をあわせて花被片とし、最外輪の花葉を外花被片、それより内側にある花葉を内花被片とするべきか悩むところです。



【果実】 Fruit (Capsule)

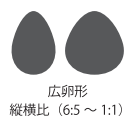
果実は袋果と呼ばれ、袋果の先には短い花柱が残り、熟すと内側の線に沿って縦に裂けます。種子は袋果のなかに吹き込む風で、種子が外に飛ばされるものと考えられます。種子は長さが1.2~1.5mmほどで、先はとがり膜のようになります。表面には縦の線があります。

【種子】 Seed



【芽生え】 Seeding

子葉は厚く広卵形です。本葉も厚く広卵形で縁はわずかにへこみます。伸びた下胚軸の先で不定根が盛んに発根し、枝分かれします。根には細長い根毛が密に生えます。



イワオウギ

Hedysarum vicioides subsp. *japonicum* var. *japonicum*

山地帯上部から高山帯の岩場や礫まじりの草地に生える多年草



【花】 Flower

花は蝶形花冠と呼ばれ、旗弁 1 個、翼弁 2 個、竜骨弁 2 個からなります。萼裂片は萼歯と呼ばれ、萼の下側がより長く伸びます。雄しべが共にくっついた両体雄しべ（両体雄ずい）で、1 本の雄しべが上側に離れ、9 本が下側にあります（赤色の点線枠）。



【ふしぎ発見！】 Find out

花にはマルハナバチが訪れます。白馬岳ではイワオウギに似た花をもつリシリオウギやタイツリオウギ、シロウマオウギを含む 4 種が同所的に生育していますが、マルハナバチはそれらの花をちゃんと見分けて訪れています。



【果実】 Fruit (Loment) 【種子】 Seed

果実は分離果の 1 つで、節果（分節果、節莢果）と呼ばれ、莢が縦に連なったいくつかの部屋に仕切られた分果をつくり、分果は 1 つの種子を含み裂開しません。種子は長さが 3mm ほどです。



【芽生え】 Seeding

子葉は楕円形です。本葉は第 1 葉や第 2 葉では 3 小葉です。柄（葉柄）には上向きの毛が生えています。根には長い根毛が所々に密に生えています。



ミヤマダイコンソウ

Geum calthifolium var. *nipponicum*

高山帯の岩場の陰や草原などに生える多年草



【花】 Flower

花弁は5枚で先がややへこみます。花弁には脈状の模様があり、付け根（基部）の付近はオレンジ色になっています。柱頭は糸状で花柱と関節によって連なっています。葯は内に向き（内向葯）、花には蜜を求めてハエ目や甲虫目の昆虫が訪れます。



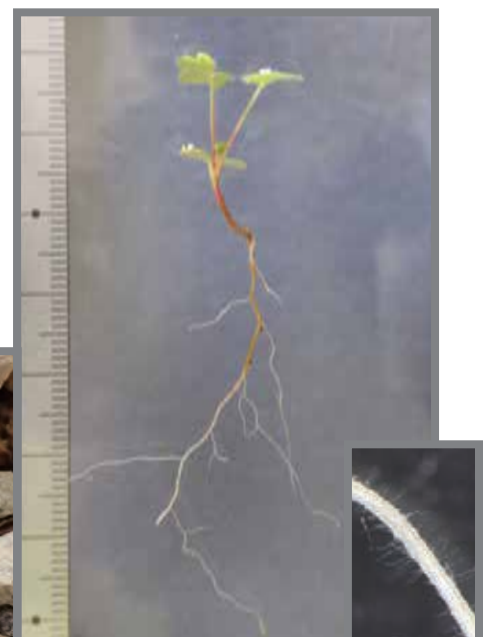
【ふしぎ発見！】 Find out

ダイコンソウなどの瘦果は動物にそうかくつきひろがる（散布）とされています^{※8}。一方、柱頭の先がかぎがた鉤型とならないミヤマダイコンソウは風により散布されるものと考えられています^{※9}、長く伸びる花柱や剛毛の役割は明らかにされていません。



【果実】 Fruit (Cypsel)

果実は1つ1つの下位瘦果かいそうかが集まったもので、下位瘦果の側面からは花柱が伸び（写真右上）、本体から花柱の基部にかけて長い毛が生えます。下位瘦果本体は2mmよりもやや長く、全体に毛が生え、花柱に近づくほど毛が長く、また太くなります。



【芽生え】 Seeding

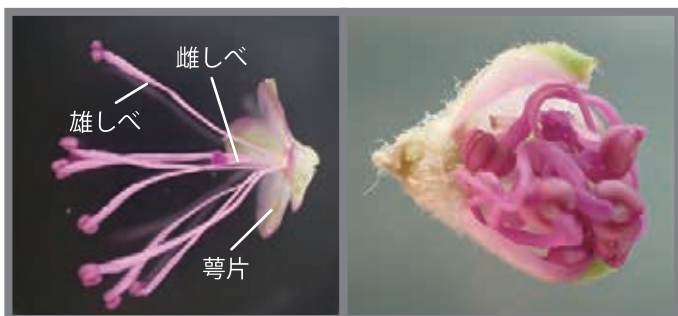
子葉は卵形です。本葉は浅く3～5裂し、葉の表には毛がまばらに、葉の裏には脈状に毛が多く生えるほか、葉の縁や柄にも長い毛が生えます。根には細くて長い根毛が密に生えます。



カライトソウ

Sanguisorba hakusanensis var. *hakusanensis*

亜高山帯から高山帯の砂礫地や乾いた草地に生える多年草



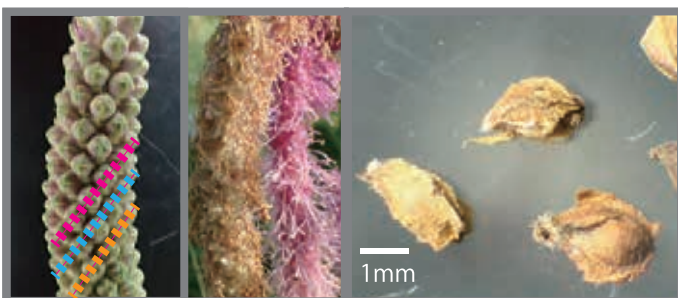
【花】 Flower

1つの房（花穂）あたりの花数は132～277個（5個の花穂の平均は205.4個）でした。雄しべと雌しべは、うまく折りたたまれた状態でつぼみに収まっていて、開花とともに伸びます。花びら（花弁）にみえるのは萼片で、花から分泌される蜜は粘ります。



【ふしぎ発見！】 Find out

清水健美氏の著書「高山に咲く花（山と溪谷社）」によれば、分布は白山、北アルプス、三国山に限られ、開花は先端から茎の基部に向けて進みますが、白馬山系には、タカネトウチソウとの自然雑種と思われるユキクラトウチソウがみられ、開花は基部からはじまるとあります。



【果実】 Fruit (Achene; Akene)

果実は集合果で穂状に稔ります。1つ1つの果実は瘦果とと呼ばれ、らせん状につきます（【果実】：写真左はつぼみの状態。点線のようにならせん状に配列されています）。瘦果の長さは3mmよりもやや短く、花後、4枚の萼片は1つの子房を包むように閉じ、そのまま残ります。



【芽生え】 Seeding

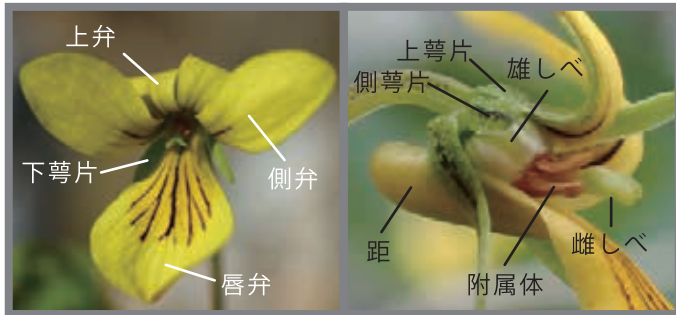
子葉は広楕円形で、先がわずかにへこみ、基部は心臓形（心形）です。本葉は3小葉で、つぎの葉が開くのは向かい側で生じます。根の所々に根毛が生えます。



キバナノコマノツメ

Viola biflora var. *biflora*

亜高山帯から高山帯の礫地、岩場、開けた草地に生える多年草



【花】 Flower

花は、スミレ形花冠（かかん離弁・りべん左右相称花冠）と呼ばれ、花弁は上に1対のじょうべん上弁、中間に1対のそくべん側弁、下に距のあるしんべん唇弁1つからつくられています。花には開放花と閉鎖花（【果実】写真左）の2つがあります。



【ふしぎ発見！】 Find out

花の形態からマルハナバチが蜜を吸う際に距に長い口（こうふん口吻）を差し込むことで花粉が口吻につき、つぎの花へと運ばれると想像されます。しかし、実際にはハエ目（もくハエ目）の昆虫が多く訪れ、花と昆虫が一体どういう関係にあるのか興味深いところです。



【果実】 Fruit (Capsule)

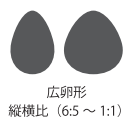
果実は蒴果と呼ばれ、3部屋（しつ室）ある子房は熟すと背側の線に沿って裂けます。1室あたり種子は2~3個つくられます。閉鎖花は自家受粉により結実し、種子は長さが2mmほどで、へその部分にはアリのエサとなり得るエライオソームが附属しています。

【種子】 Seed



【芽生え】 Seeding

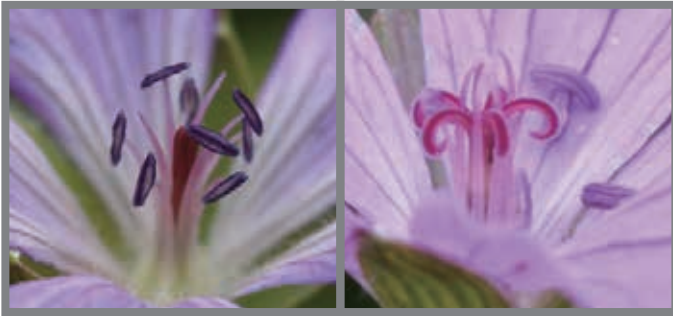
子葉は広卵形で、先がわずかにへこみます。本葉は心臓形（心形）で縁の鋸歯は粗く、毛が生えます。根には長い根毛が密に生えています。



ハクサンフウロ

Geranium yezoense var. *nipponicum*

亜高山帯から高山帯の開けた草地に生える多年草



【花】 Flower

花の寿命は2日ほどです。開花した日（初日）は雄しべだけです（写真左）。翌日になると葯が落ちて、中央から雌しべ（花柱分枝）が反り返って現われ、雌性期になります（写真右）。このようにずれて性成熟することを雌雄異熟といい、雄しべが先に熟すものを雄性先熟といいます。



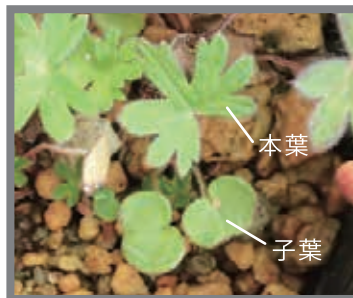
【ふしぎ発見！】 Find out

雄しべは短い花糸と長い花糸が各5本あって、横から見ると上下2段になっています。これは、花にやってくる多種類の昆虫たちの体に効率よく花粉をつける仕組みと考えられます^{※10}。また雄しべは丁字着^{ちようじちやく}になっていてどの角度にも対応できるようになっています。



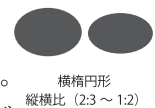
【果実】 Fruit (Capsule) 【種子】 Seed

果実は蒴果^{さくか}と呼ばれ、花が終わると萼片^{かくへん}が閉じ、子房を包むようになります。熟すと乾燥によって心皮間柱^{しんぴかんちゆう}（中軸）を軸に果体^{かたい}から外反して巻き上げられて裂開し（赤色の線）、その勢いで種子が遠くに飛ぶ仕掛けになっています（自発散布）。種子は長さが2mmほどです。



【芽生え】 Seeding

子葉は横楕円形で、柄には白色の短い毛が生えています。本葉は表裏面に毛が密に生えるほか、柄には下向きの伏毛^{ふくもう}が生えています。根全体には長い根毛が密に生えています。



横楕円形
縦横比 (2.3 ~ 1.2)

ヤマガラシ

Barbarea orthoceras

高山帯の雪渓わきや礫地などに生える多年草



【花】 Flower

^{かかん}花冠は4枚の花冠裂片が1対ずつ十字に対生することから十字形花冠と呼ばれます。開花は朝に集中し、茎の下の方にある花から咲く傾向にあります。



【ふしぎ発見！】 Find out

白山から秋（10月）に採集した種子をまいた実験では、発芽はつぎの春にはじまりました。一方、博物館で育ててみると初夏に果実が熟し、発芽は夏だったことから、散布期に種子は休眠状態になく、高山では低温が発芽を抑制しているのかもしれませんが。



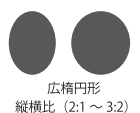
【果実】 Fruit (Siliqua; Siliqua) 【種子】 Seed

果実は^{ちょうかくか}長角果（2心皮性）と呼ばれ、間にある隔膜で2つの部屋（室）に分かれています。熟すと長く縦に2片に割れ、ロールカーテンのように巻きあがり種子が落下します。種子は扁平で、長さが2mmほどです。表面はややささくれたようになっています。



【芽生え】 Seeding

子葉は広卵形で先がややへこみます。本葉は心臓形（心形）で縁が波打ちます。主根から発根した側根はさらに枝分かかれし、根には全体的に細長い根毛が生えます。



ミヤマタネツケバナ

Cardamine nipponica

高山帯の礫地などに生える多年草



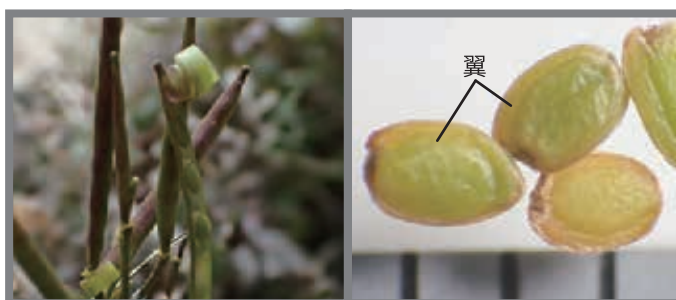
【花】 Flower

花には6本の雄しべがあって、2本が短く、4本が長い特徴をもち、^{きょうお}4強雄しべと呼ばれます。花にはハエ^{もく}目の昆虫が蜜を求めて訪れます。



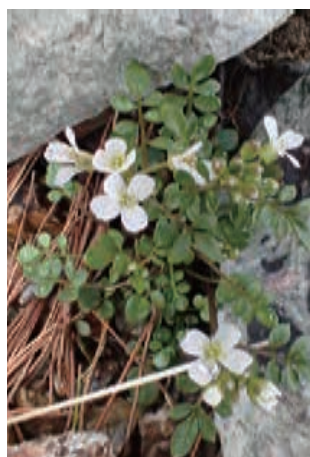
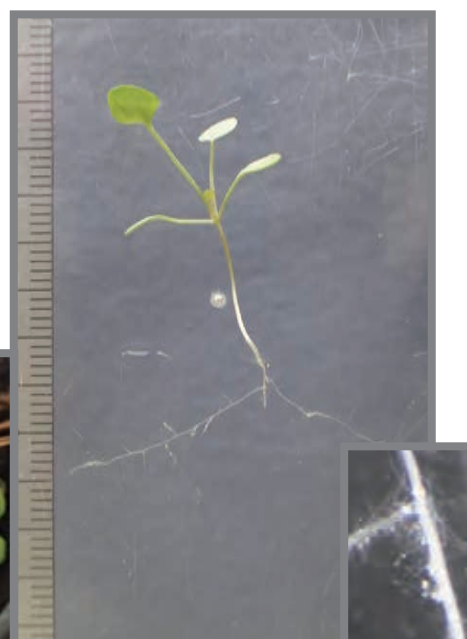
【ふしぎ発見！】 Find out

開花は茎の下の方にある花から順次はじまります。また上からみると、花は咲いている花の向かい側で生じていることがわかります(①～⑤の順番で開花が生じます)。これは、葉のつき方、葉序(旋廻葉序)と関係しているのかもしれません。



【果実】 Fruit (Siliqua; Siliqua) 【種子】 Seed

果実は^{ちようかくか}長角果(2心皮性)と呼ばれ、間にある隔膜で2つの部屋(室)に分かれています。熟すと長く縦に2片に割れ、ロールカーテンのように巻きあがり種子が落下します。種子は扁平で、長さは1.5mmほどです。表面にはしわ状の模様があり、縁にわずかな翼があります。



【芽生え】 Seeding

子葉は卵形です。葉は放射状に開き根出葉と呼ばれ、初期に開く葉は広卵形です。根は側根が著しく長く伸び、側根には細くて長い根毛が生えています。



オンタデ

Aconogonon weyrichii var. *alpinum*

高山帯の礫地や崩壊地に生える大型の多年草



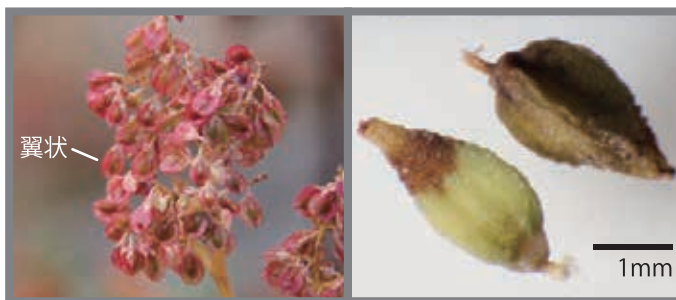
【花】 Flower

株によって雌花のみをつける株と雄花のみをつける株があり（雌雄別株）、雌花は8本の雄しべが退化し（写真左）、雄花は3本の雌しべが退化しています（写真右）が、まれに写真左のように4本の雌しべをもつ花もあります。



【ふしぎ発見！】 Find out

清水健美氏の著書「高山に咲く花（山と溪谷社）」によれば、立山や針ノ木岳にはオンタデとウラジロタデ（写真：左が雌花で右が雄花）が生育し、白馬岳はウラジロタデだけ、槍ヶ岳、穂高岳、乗鞍岳、中央アルプスや南アルプスはオンタデだけが生育するとあります。



【果実】 Fruit (Nutlet; Nucula; Nucule; Nuculanium)

果実は成熟しても開かない閉果（不裂開果）で、小堅果（堅果の小粒のもの）と呼ばれる一方、瘦果に含めることもあります。小堅果は長さ^{※3}が2mmよりやや長く、翼状の部分は内花被片にあたります。



【芽生え】 Seeding

子葉・本葉ともに卵形で、本葉の縁には毛が生えます。上胚軸と下胚軸はともに伸びます。主根を伸ばすと同時に側根が盛んに発根し、根には長くて細い根毛が密に生えます。



ムカゴトラノオ

Bistorta vivipara

亜高山帯から高山帯の草地や林縁に生える多年草



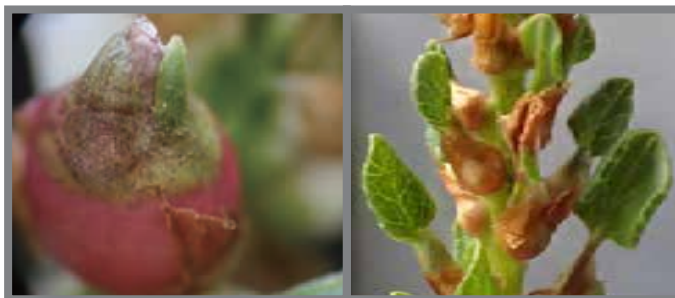
【花】 Flower

花はらせん状につき、開花は茎の下の方にある花からはじまります。白色の部分は花弁ではなく萼片^{がくへん}で、その内側に10本の雄しべと3本の雌しべがあります。雌しべは個体ごとに短い花（写真左）か長い花（写真右）のどちらかとなります。



【ふしぎ発見！】 Find out

高山で観察していると、花には蜜を求め多種類の昆虫が訪れます。しかし、清水建美氏の著書『高山に咲く花（山と溪谷社）』によれば、「ふつう果実はできない」とあります。蜜までつくって花に昆虫を呼び寄せる意味はなんなのでしょうか。



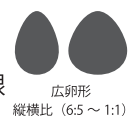
【果実】 Fruit (Propagule)

花は茎の上部につくものを除き、基本的に1枚の膜質の苞^{ほう}（苞葉）に1花がつき、その後「むかご（珠芽）」へと成長します。通常、むかごは腋芽^{えきが}が肥大したものです^{※3}が、ムカゴトラノオの場合は果実がそのままむかごに成長します。ときには、親の栄養体から離れる前に葉を出すことがあります。



【芽生え】 Seeding

本葉は最初、広卵形で先がわずかにとがります。茶褐色の根は前年の不定根で垂直に伸びるとともによく枝分かれます。根には細い（宿存）根毛が密に生えています。



広卵形
縦横比 (6.5 ~ 1:1)

シナノナデシコ

Dianthus shinanensis

山地の河原や谷沿いの岩場に生える二年草から多年草



【花】 Flower

雄しべと雌しべがある花（両性花）をもつ株と雌しべだけがある花（雌花）をもつ株があります（雌性両全性異株）。写真はともに両性花で、先に雄しべが熟す雄性期の（写真左）後、葯が落ちる頃に雌しべが現われ雌性期（写真右）となることから、雄性先熟の特徴をもっています。



【ふしぎ発見！】 Find out

花を咲かせると株ごと枯れる1回結実性の特徴をもちます。低地では光や角度により人の目には花色が違ってのように映るのはふしぎです。また雌しべが萎れても花を保ち続けることには何かしらの意味があると思われます。



【果実】 Fruit (Capsule)

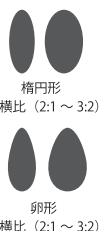
【種子】 Seed

果実は蒴果^{さくか}と呼ばれ、先端～中間にかけて4片が外側に反り返って裂けます。種子は薄く、長さが2mmほどです。風で茎が揺れ、蒴果の外へ種子が落下するか、あるいは茎ごと倒れて種子がこぼれ落ちると考えられます。



【芽生え】 Seeding

子葉は楕円形です。本葉は楕円形～卵形で対生に現われます（十字対生）。主根を長く伸ばすとともに側根が伸び、さらにその先で枝分かれます。根全体には長い根毛が生えます。



タカネナデシコ

Dianthus superbus var. *speciosus*

高山帯の礫地や岩場に生える多年草



【花】 Flower

1節から枝が2つ生じる二出集散花序をつくります（センジュガンピ：60ページを参照）。花には雄しべと雌しべのある両性花からなる株（写真左）と雌しべのみの雌花からなる株（写真右）があり、これを雌性両全性異株といいます。



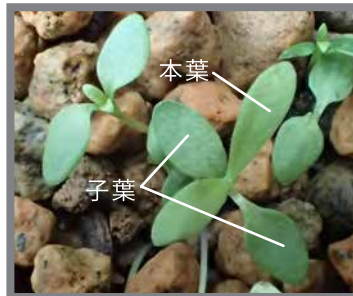
【ふしぎ発見！】 Find out

図鑑によっては「つぼみの間は、葯は内向きになっているが、開花する頃には外向きとなる」とありますが、葯の付き方は丁字着（写真左：掃除機の先のような形態）で、どの角度にも向くことができるため実際には、外にも内にも上向き（写真右）にもなります。



【果実】 Fruit (Capsule) 【種子】 Seed

果実は蒴果と呼ばれ、先端～中間にかけて4片に裂けて外側に反ります。種子は長さが2.5～3mmほどで、一端に尾状の突起があり、表面には微細な脈状の模様が密にあります。



【芽生え】 Seeding

子葉は卵形です。本葉は狭倒卵形～倒卵形で、1対が対生で現われます。主根は垂直に伸びるとともに側根がよく枝分かれし、長い根毛が密に生えます。



センジュガンピ

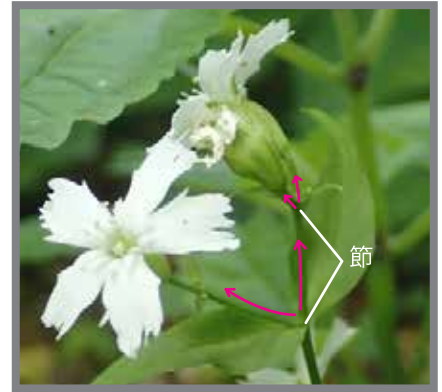
Silene gracillima

亜高山帯の半日陰などに生える多年草



【花】 Flower

花は雄しべが先に熟し、時間が経つにつれ外側に倒れ込みます。その後、雌しべの柱頭が放射状に反り返って現われ、このようにずれて性成熟することを雌雄異熟といい、雄しべが先に熟すものを雄性先熟といいます。



【ふしぎ発見！】 Find out

花序は二出集散花序^{にしゅつ}と呼ばれ、枝が1節から2つ生じます。分枝様式からいえば^{かりしく}仮軸分枝によって形成されると理解でき、仮軸分枝とは側軸があたかも主軸のようになる分枝様式で、このように生じたみかけの主軸は^{れんじく}仮軸(連軸)^{*3}と呼ばれます。



【果実】 Fruit (Capsule)

果実は^{さくか}蒴果と呼ばれ、上部が放射状に裂けて反り返り、茎が風などで揺れることで種子が落下するものと考えられます。種子の長さは2mmほどで、表面には円錐状の突起がみられます。

【種子】 Seed



【芽生え】 Seeding

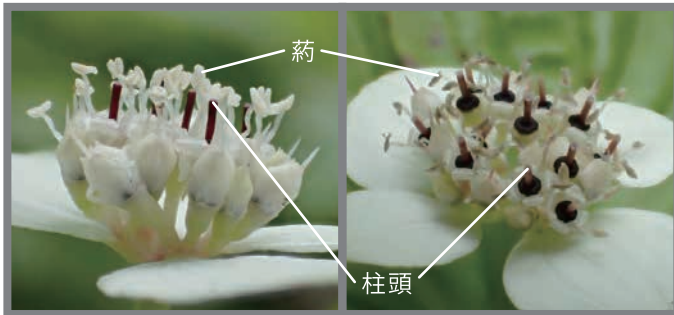
子葉は狭卵形です。本葉は卵形で先がとがり、1対が対生に現われます。葉の柄の表面に毛があるほか、茎には下向きの長い毛が密に生えます。根全体には長い根毛が密に生えます。



ゴゼンタチバナ

Cornus canadensis

亜高山帯から亜高山帯の林床に生える多年草



【花】 Flower

花は雄しべと雌しべのある両性花からなり、それらが集まり散形花序をつくります。葯は時間とともに雌しべから離れるように外側にひろがり、写真では柱頭も次第に熟しているように見え、雄性先熟の可能性が考えられます。



【ふしぎ発見！】 Find out

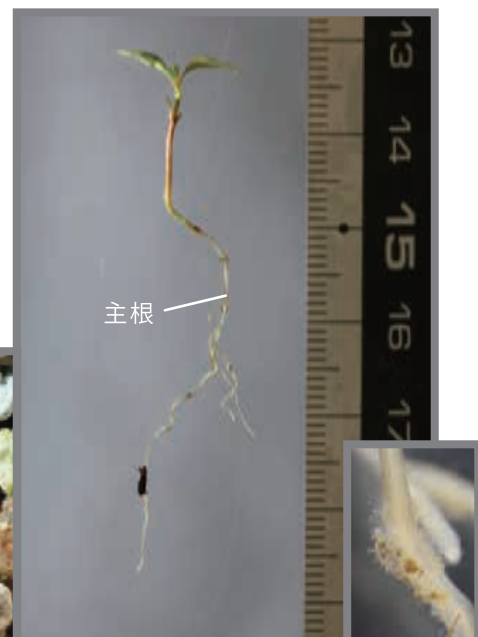
図鑑には「葉は一年以内に枯死、落葉する落葉性多年草」とするものがありますが、時期のことは書かれていませんでした。育ててみると葉は冬の間は枯れずに春を迎え、地下茎から新たな芽が地上に出て、大きく開いた頃に、入れ替わるように前の地上茎が枯れることがわかりました (写真左)。



【果実】 Fruit (Drupe)

【種子】 Seed

結実すると子房が球体状に肥厚します。果実は核果 (かくな) (石果) (せきか) と呼ばれ、熟すと赤色になります。種子に見えるものは核といい、内果皮が木質化したものです。長さは2.5～3mmほどで、基部はとがります。



【芽生え】 Seeding

子葉は卵形で、本葉は卵形～広卵形です。葉の表面にはまばらに、裏面には全面的に毛 (伏毛) (ふくもう) が生えています。根全体の所々には短い根毛が生えています。



ハクサンコザクラ

Primula cuneifolia var. *hakusanensis*

亜高山帯から高山帯の雪田の融雪跡や湿った草地に生える多年草



【花】 Flower

花には個体により葯のある位置よりも柱頭のほうが高い長花柱花（写真左）とその逆で柱頭のほうが低い短花柱花（写真右）の2型があり、これを二異形ずい性あるいは二異形花柱性といいます（イワイチョウ：80ページを参照）。



【ふしぎ発見！】 Find out

蜜は花筒の奥底にあるため、蜜を吸える昆虫は口（口吻）の長い昆虫に限られます。花にはヒメマルハナバチのほか、低地でみられるオオマルハナバチやキアゲハ（写真左）、クロスキバホウジャク（写真右）も訪れ、これらは、サクラソウの訪花昆虫でもあります。



【果実】 Fruit (Capsule)

【種子】 Seed

果実は蒴果と呼ばれ、熟すと残存する花柱を中心にふたのように果皮がはずれ、縦に裂けます。種子は風により莖が揺れ落下しますが、晩秋になっても蒴果のなかに残る種子は、積雪で莖ごと倒され、親個体の周辺に散布されるものと考えられます。種子は長さが1mmほどで、縁に狭い膜状のものがあります。



【芽生え】 Seeding

子葉は狭卵形で、本葉は縁が浅く切れ込みます。主根は垂直に伸びるとともに側根を枝分かれさせ、短い根茎からは不定根を盛んに発根させます。根毛は短く、密に生えます。



コラム③

エゾコザクラが北方起源でないことが明らかに！

藤井紀行（熊本大学理学部准教授）

従来、日本の高山植物は北方起源であると考えられてきました。つまり起源が日本よりも高緯度地域の北方にあり、そこから過去の気候変動の中で分布を日本列島まで南下させてきたのではないかとのことです。

第四紀更新世には複数回の氷期があったとされており、そうした寒冷化によって、分布を温暖な日本まで拡大させたと考えられています。私もこれまで、葉緑体 DNA を使った解析の中で、日本の高山植物の祖先集団は基本的に北方から入り込んできたものだとすることを前提に分布変遷仮説を提唱してきました。しかし、岡山大の池田啓博士を中心に進められたエゾコザクラ (*Primula cuneifolia*) の研究によって、その前提が大きく崩れる結果が示されました。ここでは、その研究成果 (Ikeda et al. 2020) をご紹介いたします。

広義のエゾコザクラは、主に雪田環境でよくみかけるサクラソウ科の多年草です (図 1)。本州中部山岳ではハクサンコザクラ、青森県の岩木山ではミチノクコザクラ、北海道ではエゾコザクラ (狭義) というように、地域によって種内多型がみられます。種としては日本の本州中部から北米北西部にかけての北太平洋沿岸に広く分布しています。この植物の分布域をほぼ網羅するようにサンプリングして、次世代シーケンサーを用いた遺伝的な解析が行われました。そして、地域集団間の系統樹を作った結果、本州中部や岩木山のサンプルが系統樹の最も基部につき、アラスカやカムチャッカ半島の集団は北海道の系統の一部から分化してきたことが示されました (図 2)。この結果は、エゾコザクラの起源が日本にあり、最近になってアラスカ方面に分布を北上させたことを示唆しています。これまでの定説では北方地域から南下してきたという歴史が想定されていたのですが、それとは全く逆の歴史が推定されたのです。今後、日本の高山植物の北方起源仮説は疑ってかかる必要がありそうです。

引用文献：

Ikeda H, Yakubov V, Barkalov V, Sato K, Fujii N (2020) East Asian origin of the widespread alpine snow-bed herb, *Primula cuneifolia* (Primulaceae), in the northern Pacific region. *Journal of Biogeography* 47: 1-13.



図 1 エゾコザクラの一変種ハクサンコザクラ。本州中部では日本海側の雪田群落で見かける種である (石川県白山にて撮影)

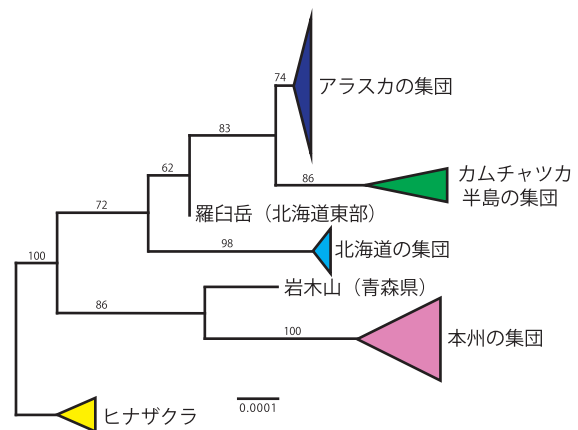
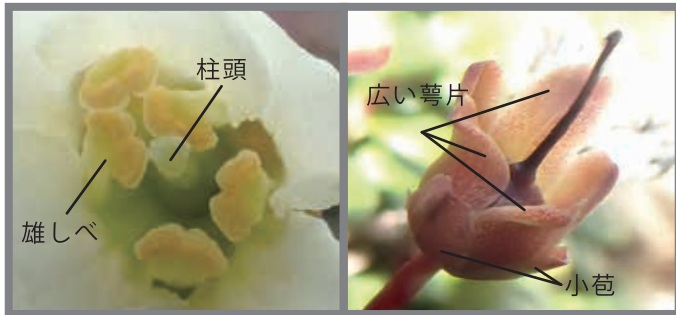


図 2 エゾコザクラ集団間の最尤系統樹。枝上の数字は各系統の支持率を示す (Bootstrap 確率)。

イワウメ

Diapensia lapponica L. subsp. *obovata*

高山帯の岩場に生える矮小低木



【花】 Flower

雄しべは花冠の下の方に直接ついていて（花冠上生：【ふしぎ発見！】写真右を参照）、葯は内側に向きます（内向葯）。柱頭は3裂したものが1本となり、5個の萼片のうち、広いものが3個、狭いものが2個あります。直下には2個の小苞があります。



【ふしぎ発見！】 Find out

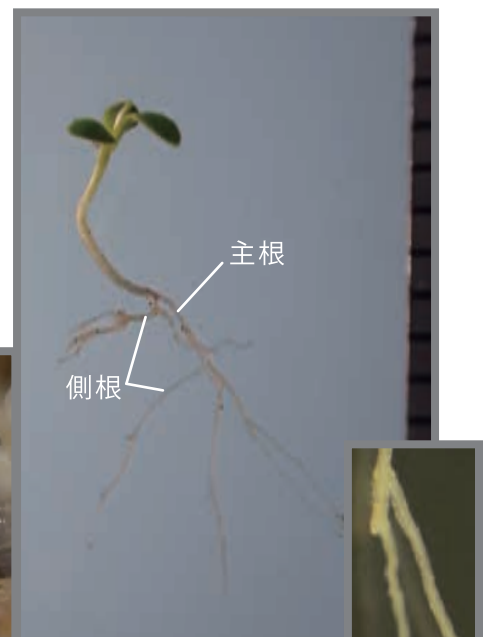
つぼみの頃の葯の位置は明らかに柱頭よりも低い位置にありますが、開花がはじまると花冠が縦に伸びるのにもない、花冠上生する雄しべの位置も高くなるため、最終的に葯は柱頭よりも高いかやや低い位置となります。



【果実】 Fruit (Capsule)

【種子】 Seed

果実は蒴果と呼ばれ、熟すと先端～中間にかけて縦に裂け、種子は蒴果のなかに吹き込む風により外に飛ばされるか、あるいは上向きの蒴果に直撃する雨粒の衝撃により飛び出すことも考えられます（オヤマリンドウ：71ページを参照）。種子は長さが0.5mmほどで、表面には網目模様があります。



【芽生え】 Seeding

子葉・本葉ともに卵形でやや厚みがあります。主根が伸びるとともに側根が盛んに枝分かれします。根に根毛はありません。



イワカガミ

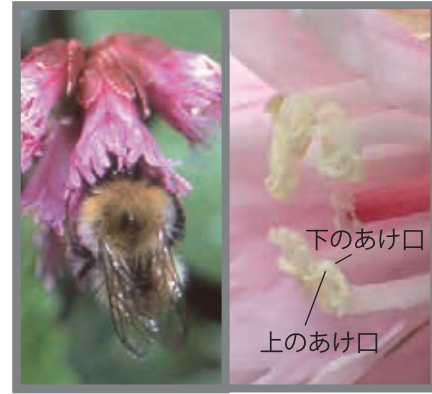
Schizocodon soldanelloides var. *soldanelloides*

山地帯から高山帯に生える多年草



【花】 Flower

雄しべは5本の雄しべと5本の仮雄しべ（仮雄ずい）からなり、葯は内側（花の奥側）を向き、柱頭は葯よりも低い位置にあるかやや高い位置にあり、柱頭と空間的な距離がとられています。これにより、みずからの花粉が付きにくい仕組みになっているものと考えられます。



【ふしぎ発見！】 Find out

葯は例えるなら、がま口財布が横になった状態で、下のあけ口の方がやや大きめとなっています。マルハナバチが蜜を吸いに顔を突っ込むと下のあけ口が引っかかり、財布が開き、そこからお金が出るかのように花粉が出る仕組みになっていると考えられます。



【果実】 Fruit (Capsule) 【種子】 Seed

果実は蒴果と呼ばれ、熟すと子房線に沿って先端から3裂し、種子は蒴果内に吹き込む風により飛ばされるものと考えられます。種子の長さは1mmにも達しません。種子の先は膜質で三角状にとがり、表面には縦長の網目模様があります。



【芽生え】 Seeding

子葉は広卵形で、本葉は卵形で先がわずかにとがり、第2葉までの観察では鋸歯はまったく目立ちません。主根と茎から発根した不定根は細く、根毛はみられません。



アオノツガザクラ

Phyllodoce aleutica

高山帯の岩場や草地に生える常緑矮性低木



【花】 Flower

葯は昆虫が蜜を吸いにやってくると花粉がふりかかる仕組みになっています（孔開葯）。花粉を受け取る柱頭の面は下向きで、みずからの花粉で受粉しにくいようになっていると考えられます。



【ふしぎ発見！】 Find out

株にはたくさんの花が咲くことから、同じ株内での受粉（隣家受粉）は避けられないのではないのでしょうか。だとすれば、自家受粉により結実に至るのか、はたまた他家受粉を有利にする何かしらの機能が働くのか調べてみると面白いことがわかるかもしれません。



【果実】 Fruit (Capsule)

【種子】 Seed

果実は蒴果^{さくか}と呼ばれ、晴れて湿度が低く乾燥すると開き、雨など湿度が高くなると閉じることを繰り返します。種子は風により蒴果のなかから飛ばされるものと考えられます。種子はごく小さく、長さは0.5mmほどです。種子の表面には網目模様があります。



【芽生え】 Seeding

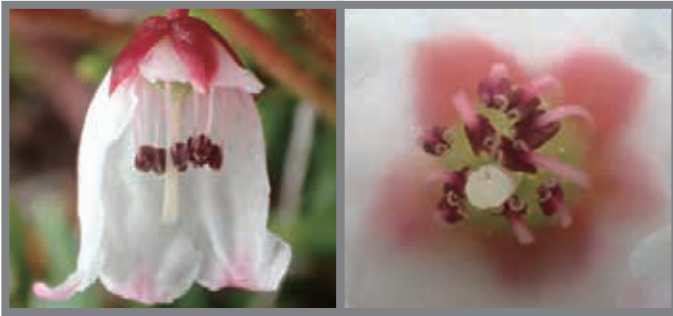
子葉は卵形です。本葉は狭卵形～卵形で縁に腺毛^{せんもう}がわずかにあります。主根は長く伸びるとともに側根が枝分かれます。根毛はほとんどないかあってもまばらで、とても短いです。



ツガザクラ

Phyllodoce nipponica subsp. *nipponica*

おもに高山帯に生えハイマツなどと混生する矮小低木



【花】 Flower

花は5数性で、花葉（萼片5枚、5枚の花弁がくっついた花冠、5本がくっついた雌しべ、5片に割れる子房、10本ある雄しべ）は、すべて5が基本となっています。



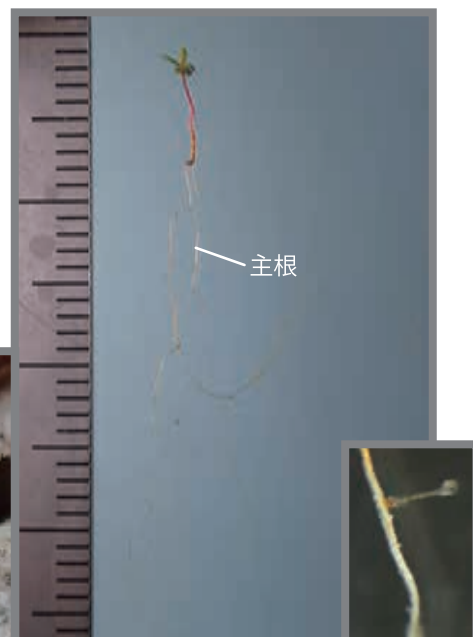
【ふしぎ発見！】 Find out

ツガザクラ（写真左）とアオノツガザクラ（写真右）の芽生えはよく似ています。しかし、ツガザクラの葉（本葉）の縁には腺毛が多数生えるのに対して、アオノツガザクラの葉の縁には1～2本ほどしか生えていない点で異なります。



【果実】 Fruit (Capsule) 【種子】 Seed

果実は蒴果と呼ばれ、子房は熟すと5片に割れます。種子は風が蒴果のなかに吹き込むことで、飛ばされるものと考えられます。種子はごく小さく、長さが0.5mmほどです。種子の表面には網目模様があります。



【芽生え】 Seeding

子葉は卵形です。本葉は狭卵形～卵形で、葉の縁に腺毛があります。主根は長く伸び、側根は盛んに枝分かれます。根毛はほぼないか、あってもまばらでとても短いです。



クロウスゴ

Vaccinium ovalifolium

亜高山帯から高山帯にかけて低木林をつくる落葉低木



【花】 Flower

花冠はつぼ状の筒形で5枚の花びら（花弁）がくっついたもので、先が少し反り返ります。柱頭は花冠から外へわずかに突き出ます。雄しべは10本あり、花糸は扁平で、雌しべの根本の方に曲がります。半葯の背面には1本の突起状の附属物があります。



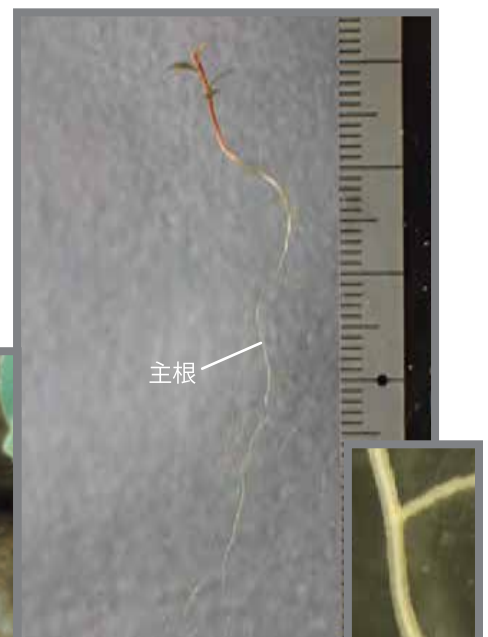
【ふしぎ発見！】 Find out

葉にギザギザの鋸歯があるものはシラタマノキやアカモノの葉に似ていて、鋸歯がない葉（全縁）はクロウスゴやクロマメノキの葉に似ています。実はこの葉は同じ株からなるもので、クロウスゴです。なぜこのようなことが起き得るのかふしぎです。



【果実】 Fruit (Berry; Bacca) 【種子】 Seed

果実は漿果と呼ばれ、熟すと黒紫色になります。種子は長さが1mmほどです。種子の表面には網目模様がみられます。10個の漿果をもとに種子をかぞえたところ、完熟の種子は26～67個（平均45.3個）、未熟の種子は13～46個（平均38.1個）でした。



【芽生え】 Seeding

子葉は楕円形～卵形です。本葉には不ぞろいで浅い鋸歯（ピンク色の線）があり、茎には上向きの毛（屈毛）があります。主根を長く伸ばし、根毛は細長く、まばらに生えています。



クロマメノキ

Vaccinium uliginosum var. *japonicum*

おもに高山帯の生えハイマツなどと混生する矮小低木



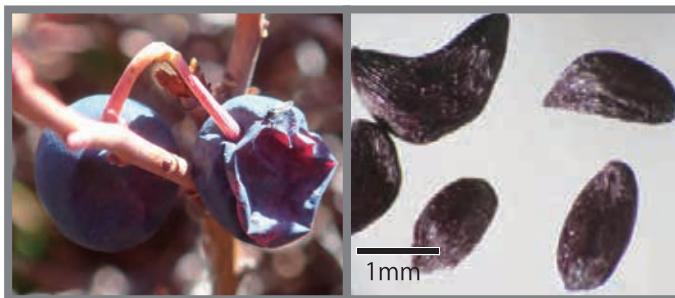
【花】 Flower

花は下向きに咲きます。花冠は壺形花冠^{かかん つぼがた}と呼ばれ、先は細くくびれ、裂片が反り返ります（合弁・放射相称花冠）。雄しべは10本で、半葯の背面に1本の突起状の附属物^{はんやく}があり、結実^{※11}は自家受粉と他家受粉によります。



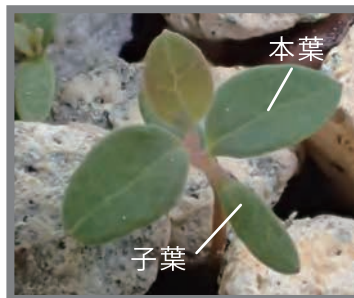
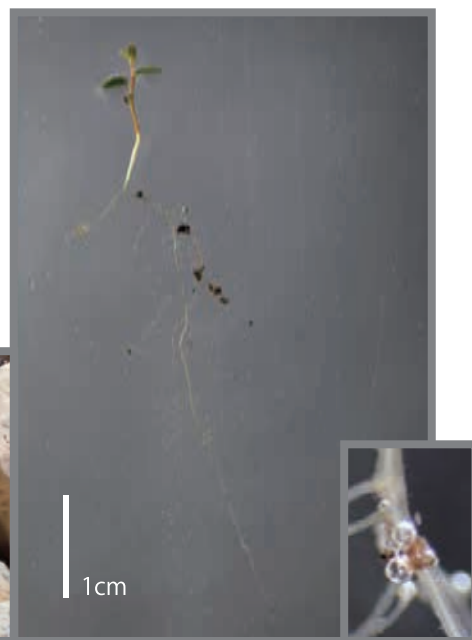
【ふしぎ発見！】 Find out

写真右はクロウスゴ、写真左はクロマメノキの幼木で、芽吹き頃です。クロウスゴの葉は冬になっても枯れずに春を迎える傾向にあり、クロマメノキの葉は秋に落ち冬を迎えます。大きくなった成木の場合はどうなのかと考えると、成長が待ち遠しいです。



【果実】 Fruit (Berry; Bacca) 【種子】 Seed

果実^{しょうか}は漿果と呼ばれ、10個の漿果をもとに種子をかぞえたところ、完熟の種子は7～25個（平均16.8個）、未熟の種子は0～10個（平均3.7個）で、結実率は、80%以上でした。種子は暗紫褐色で、長さは2mmほどです。



【芽生え】 Seeding

子葉は狭楕円形～楕円形で、本葉は卵形です。茎に毛はありません。定根を垂直に長く伸ばすとともに側根を枝分かれさせます。根毛はほぼありません。



コケモモ

Vaccinium vitis-idaea

亜高山帯から高山帯のハイマツ林、林縁、草地、岩場に生える常緑矮性低木



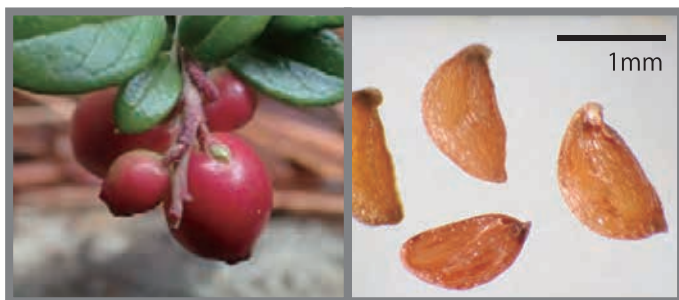
【花】 Flower

花は4数性です。花序は前年枝の先端に生じ、開花は花序の下の方（根本の方）にある花からはじまります（無限花序）。葯は孔開葯で筒状に長く、半葯の背面にわずかに突起する附属物があります。雌しべは開花すると長く伸び、花冠（鐘形花冠）から長く突き出ます。



【ふしぎ発見！】 Find out

写真右はイワカガミで、黒色の矢印は仮雄しべ（仮雄ずい）です。一方、写真左はコケモモで、こちらにも似たものがあります（白色の矢印）。しかし、どの図鑑を調べてもこの部分の説明は載っていません。



【果実】 Fruit (Poricidal capsule; Porous capsule)

果実は液果（中果皮が多肉質または液質で水分を多く含み、裂開しないもの）で、漿果と呼ばれます。熟すと赤色になりますが、写真左の状態指で押しつぶそうとしても漿果は簡単にはつぶれません。種子は扁平で、長さは1mmほどです。

【種子】 Seed



【芽生え】 Seeding

子葉は卵形です。本葉も卵形で縁の鋸歯は目立ちません。茎には毛（屈毛）が密に生えています。主根から発根した側根は長く伸びます。根毛はないかあってもまばらです。



オヤマリンドウ

Gentiana makinoi

亜高山帯から高山帯に生える多年草



【花】 Flower

葯は外向き（外向葯）になることで柱頭に触れないようになっていて、葯が裂開した後に雌しべが現われるため雄性先熟と考えられます。しかし、実際には柱頭がみずからの花粉でおおわれていることが多いです。



【ふしぎ発見！】 Find out

トウヤクリンドウの場合は葯よりも柱頭の方が高いため、みずからの花粉でおおわれない仕組みになっています。ほかのリンドウの仲間ではどうなのか、自家受粉が可能なのかも含めて調べてみると面白いことがわかるかもしれません。



【果実】 Fruit (Capsule) 【種子】 Seed

果実は蒴果^{さくか}と呼ばれ、先端～上部にかけて裂けます。リンドウ属のいくつかの種では、雨粒が蒴果のなかに落ちた際に衝撃で種子が外に飛び出たり、流れ出たりするとされています。^{※12} 種子（本体）の長さは1mmほどで、両端には大きさの異なる翼状のものがあり、これは外種皮が伸びてできたものです。



【芽生え】 Seeding

子葉・本葉ともに卵形です。本葉は1対で現われます（十字対生）。主根は長く伸びるとともに側根が枝分かれます。根毛はないか、あってもごくわずかです。



ミヤマムラサキ

Eritrichium nipponicum var. *nipponicum*

亜高山帯から高山帯の砂礫地や岩場に生える多年草



【花】 Flower

花冠のほとんど根本（基部）の近くから裂片が開くため、
 車形（輻状）花冠と呼ばれます。葯は内側を向き花冠上につ
 き（花冠上生）、柱頭は葯の下に位置します。萼は宿存萼で
 深く切れ込み（5深裂）、上向きの毛が密に生えます。



【ふしぎ発見！】 Find out

図鑑によっては、総状花序とありますが、写真左のモデル図のように左右相互に直角な面で枝分かれをし、立体的になるさそり形花序（さそり状集散花序・互散花序）とも考えられ、果たしてどのようになっているのか現地で確かめてみてはいかがでしょうか。



【果実】 Fruit (Capsule) 【種子】 Seed

果実は分離果と呼ばれ、扁平で4分果からなります。これは子房が部分的に成長したもので、また分果の縁は最初、なめらかな状態となっていますが、成長とともにトゲのようになり、先端がかぎ状に発達します。かぎ状のトゲの役割等
 はわかっていません。



【芽生え】 Seeding

子葉は卵形です。本葉は楕円形で葉の表と縁には粗い毛が生えます。主根は垂直に長く伸びるとともに側根を伸ばし、根には長い根毛が生えます。



ヒメクワガタ

Veronica nipponica var. *nipponica*

亜高山帯から高山帯の岩場のすき間や低茎草原などに生える多年草



【花】 Flower

4枚の花冠裂片^{かかん}の先端はポート状となります。花を正面からみると、2本の雄しべ^{やく}は花冠裂片との間にあり、葯は内側を向きます（内向葯）。雌しべは1本で雄しべよりも短いです。



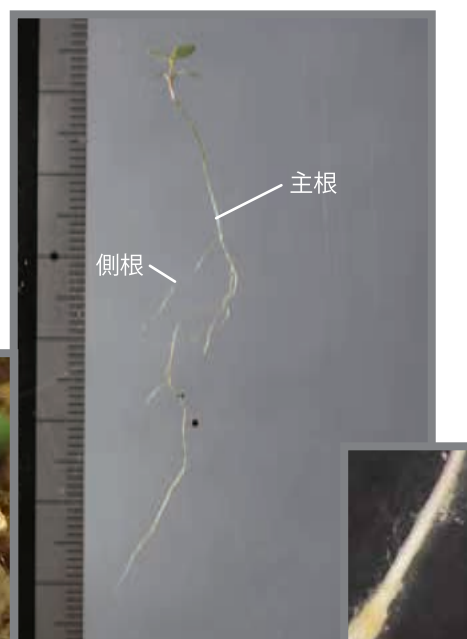
【ふしぎ発見！】 Find out

写真は雨のもので撮影したもので、花がほぼ閉じた状態になっています。前日までは開花していたものですが、天候が回復すると再び花が開くのかどうか確認ができていません。もし、雨の日に見舞われたら、チャンスと思って観察してみてくださいはどうか。



【果実】 Fruit (Capsule) 【種子】 Seed

果実^{さくか}は蒴果と呼ばれ、扁平で熟すと上部が開いた状態となります。種子は風が蒴果のなかに吹き込み対流することで外に飛ばされるものと考えられます。種子は薄く扁平で、長さが1mmにも達しません。



【芽生え】 Seeding

子葉は楕円形です。本葉は卵形でわずかに切れ込みます。葉の表面には毛が生え、茎にも上向きの毛が生えます。主根は長く伸び側根を枝分かかれさせ、根の所々に長い根毛が生えます。



楕円形
縦横比 (2:1 ~ 3:2)



卵形
縦横比 (2:1 ~ 3:2)

ミヤマクワガタ

Veronica schmidtiana f. *senanensis*

高山帯の礫地に生える多年草



【花】 Flower

花は茎の下の方から開花がはじまります。花糸と花柱は開花後に伸びます（写真右：同一の花で、左は午前4時頃の状態、右は午前7時頃の状態）が、雌しべは開花前に花内より突き出る傾向にあり（写真左）、雌性先熟の可能性がありません。



【ふしぎ発見！】 Find out

薬^{やく}のすべてではありませんが、裂ける直前に黄白色（【花】写真右と上の写真は同じ花）からヒスイ色へと変化することが多いです。なぜこのようなことが起きるのか、調べてみると面白いかもしれません。



【果実】 Fruit (Capsule)

果実^{さくか}は蒴果と呼ばれ、扁平で熟すと、がま口財布のように上部が開いた状態となります。種子は風が蒴果のなかに吹き込み対流することで外に飛ばされるものと考えられます。種子は薄く扁平で、長さが1mmよりも大きいです。

【種子】 Seed



【芽生え】 Seeding

子葉は卵形で、本葉は1対が対生に現われ（十字対生）、浅く切れ込みます。主根は垂直に伸びるとともに側根を出し、所々に根毛が生えています。



ミヤマコゴメグサ

Euphrasia insignis subsp. *insignis* var. *insignis*

高山帯の矮性低木に混生して生える半寄生植物



【花】 Flower

雌しべは薬の上部から花の外に突き出ます。薬は下向きに開くため、柱頭のみずからの花粉がつかない仕組みになっています。また薬にある毛は花粉を出すときに関係するものと思われていますが、はっきりしたことはわかっていません。



【ふしぎ発見！】 Find out

博物館で育ててみると、春に発芽し2ヶ月ほどで子葉をつけたまま開花に至りました（写真右）。しかし、花は1個しかつげず、高山で見る形（写真左）とはかけ離れていました。また低地では一度も結実に至っておらず、その原因はわかっていません。



【果実】 Fruit (Capsule) 【種子】 Seed

果実は蒴果と呼ばれ、扁平で2部屋（室）に分かれ、熟すと外側の線に沿って長く縦に2片に割れます。種子はやや扁平で、長さは2mmほどです。表面には凹凸があり、ひだ状となります。



【芽生え】 Seeding

子葉は楕円形～卵形です。本葉は1対で現われ、つぎの1対の葉と重ねると十字になります（十字対生）。主根は垂直に長く伸び、側根を盛んに出します。根毛はあってもわずかです。



ヨツバシオガマ

Pedicularis chamissonis var. *nipponica*

高山帯の草原などに生える多年草でイネ科植物に半寄生する植物



【花】 Flower

薄いピンク色の部分は^{かかんかしん}花冠下唇と呼び、濃い紫色をしたくちばし状の部分は^{かかんじょうしん}花冠上唇と呼びます。葯は花冠上唇の膨らんだ場所に収まっていて、花冠下唇の先からは柱頭が出ています。



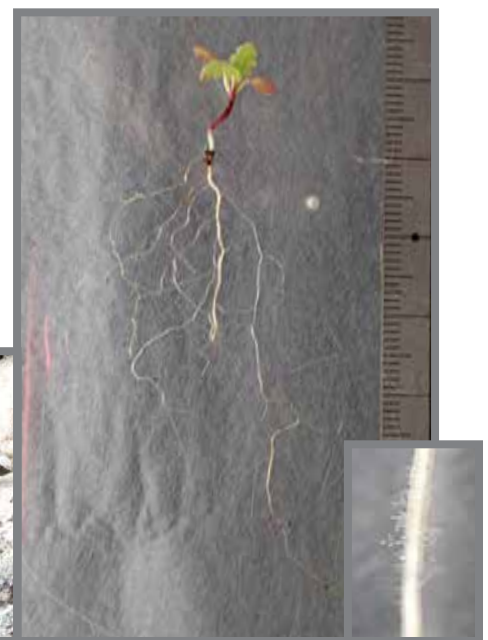
【ふしぎ発見！】 Find out

工藤 岳氏（北海道大学地球環境科学研究院准教授）によれば、マルハナバチが花を訪れると細かく揺れ、これは振動集粉と呼ばれ、それにより雌しべが出ている漏斗状^{ろうとうじょう}の先から花粉がこぼれ落ち、マルハナバチの体につき、つぎの花へと運ばれていくとのことでした。



【果実】 Fruit (Capsule) 【種子】 Seed

果実^{さくか}は蒴果と呼ばれ、成長した子房^{かくとう}は萼筒から上部が出る形で熟します。蒴果は先端～中間にかけて裂け、風で茎が揺れる際や蒴果内を対流する風により飛ばされるものと考えられます。種子は長さが3mmほどです。種子の表面には網目模様があります。発芽率は83%（2015年調べ）でした。



【芽生え】 Seeding

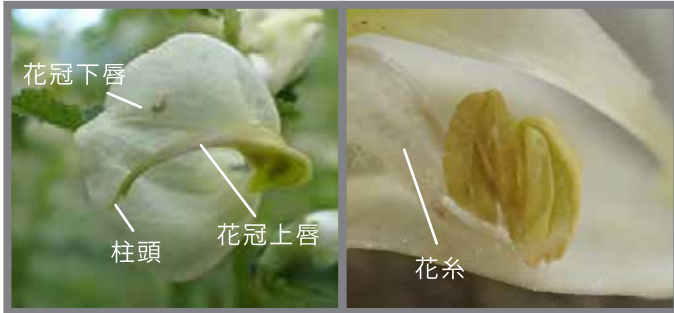
子葉は広卵形～卵形で、本葉は1対が対生に現われ（十字対生）、浅く切れ込みます。主根は垂直に伸び、側根はよく枝分かれします。根には根毛がまばらに生えています。



エゾシオガマ

Pedicularis yezoensis var. *yezoensis*

高山帯の草原などに生える多年草で半寄生植物



【花】 Flower

つぼみは花冠上唇^{かかんじょうしん}を花冠下唇^{かしん}が包む状態で収まっています。開花が進むとともに、くちばし状の花冠上唇からは柱頭が突き出ます。雄しべは膨らんだ場所から根本（基部）にかけて収まり、花糸には白色の毛が密に生えています。



【ふしぎ発見！】 Find out

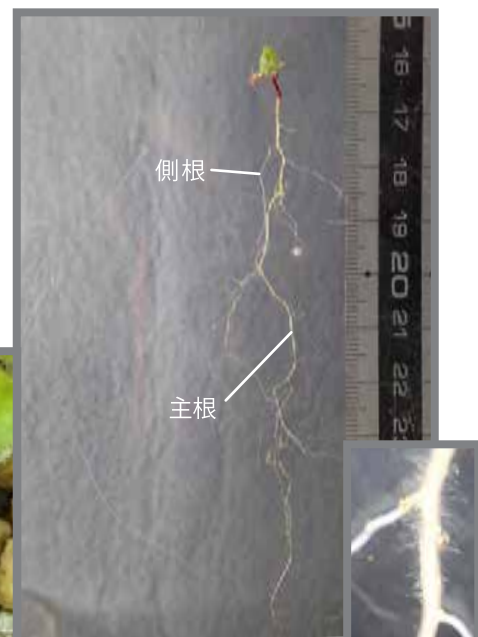
花冠上唇^{かかんじょうしん}はほとんどの花でねじ曲がっていることから、ヨツバシオガマのようにロート状の花冠の間から花粉がうまくこぼれ落ちるのか疑問に思い、撮りためた画像を調べてみると、ロート状の先がほとんどの花で下向きになっていました。



【果実】 Fruit (Follicle)

果実^{さくか}は蒴果と呼ばれます。熟すと先端～中間にかけて縦に裂け、風で茎が揺れたり蒴果のなかを対流する風により種子が飛ばされるものと考えられます。種子は長さが2.5～3mmほどです。種子の表面には凹凸^{おうちつ}の網目模様があります。

【種子】 Seed



【芽生え】 Seeding

子葉は楕円形～卵形です。本葉は卵形で対生に現われ、縁は浅く切れ込み、表面や葉の柄には白色の毛が密に生えます。主根は長く伸び、側根を出します。根には根毛が密に生えます。



楕円形
縦横比 (2:1 ~ 3:2)



卵形
縦横比 (2:1 ~ 3:2)

ハクサンシャジン

Adenophora triphylla var. *japonica* f. *violacea*

亜高山帯から高山帯の開けた草地に生える多年草



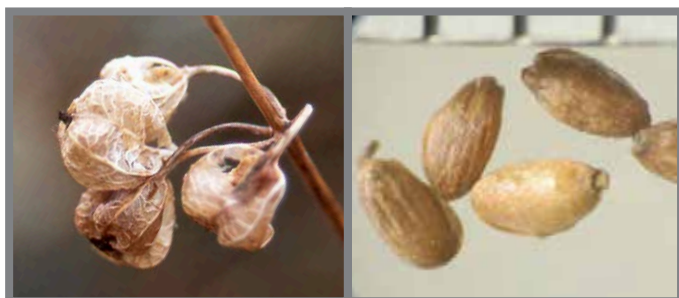
【花】 Flower

花は鐘形花冠で、開花前から葯が裂開して棒状の雌しべの柱（花柱）の部分に花粉がつく仕組みになっています。柱頭やくは時間をおいて反り返って現われ、自家受粉を避けているものと考えられます（イワギキョウ：79ページを参照）。



【ふしぎ発見！】 Find out

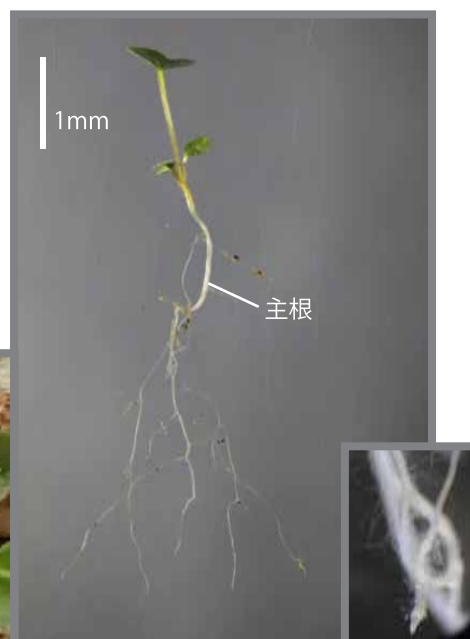
ツリガネニンジンの花は夕方から咲きはじめ、臭いが強く漂うことから夜行性のガがおもに訪れます。^{※13}一方、高山型のハクサンシャジンには昼間、マルハナバチ（写真左）やガ（写真右）が訪れていました。夜間はどのような昆虫が訪れるのか調べてみるとよいかもしれません。



【果実】 Fruit (Poricidal capsule; Porous capsule)

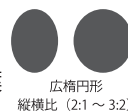
果実こうかいさくかは孔開蒴果と呼ばれ、熟すと上部に穴が開いた状態となり、蒴果内に吹き込む風が対流する際に穴の部分から種子が外に飛ばされるものと考えられます。種子は長さが1.5mmほどです。

【種子】 Seed



【芽生え】 Seeding

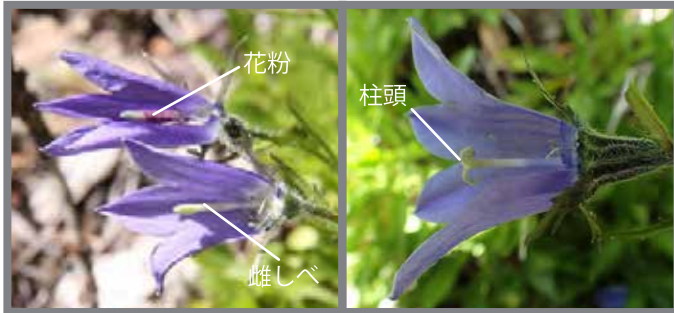
子葉は広卵形で先がややへこみ、1ヶ月ほどで枯れます。本葉は心臟形（心形）で葉の表面と縁に毛（単細胞毛）があります。定根からは側根が盛んに枝分かれし、根毛は所々で密に生えます。



イワギキョウ

Campanula lasiocarpa

高山帯の礫の際など生える多年草



【花】 Flower

花は雄しべが先に熟し（雄性先熟）、開花前に花のなかでやくが裂け、雌しべの中間あたりに濃い紫色の花粉がつきます（雄性期）。その後、雌しべの先にある柱頭が反り返って現われ、雌性期となります（写真右）。



【ふしぎ発見！】 Find out

イワギキョウ（写真左）とチシマギキョウ（写真右）は、見分ける際、^{かかん}花冠の毛の有無により、わけられることはよく知られていますが、実は花粉の色の違いによっても見分けることができるのです。



【果実】 Fruit (Poroidal capsule; Porous capsule)

【種子】 Seed

果実は孔開蒴果^{こうかいさくか}と呼ばれ、穴のあいた場所に吹き込む風により種子が外に飛ばされるようになっています。種子は1mmにも満たない大きさで細長く、縁にはわずかに翼状になった薄い膜のようなものがみられます。



【芽生え】 Seeding

子葉は卵形で、本葉は倒卵形です。本葉の縁には1対の低い角状の突起があり、葉の柄の基部に長い毛がわずかに生えます。主根から枝分かれした根には長い根毛が密に生えます。



卵形 縦横比 (2:1 ~ 3:2)



倒卵形 縦横比 (2:1 ~ 3:2)

イワイチョウ

Nephrophyllidium crista-galli subsp. *japonicum*

高山帯の湿った草原などに生える多年草



【花】 Flower

花は個体により、葯の位置よりも柱頭の位置の方が高いもの（長花柱花）と葯の位置よりも柱頭の位置のほうが高いもの（短花柱花）の2型があり（二異形ずい性または二異形花柱性）、これは、花粉の送受粉が異なるタイプ間で促進されるためと考えられていて、^{※14}ハクサンコザクラにもみることができます。



【ふしぎ発見！】 Find out

二異形ずい性（二異形花柱性）ですが、雄しべと雌しべの高さの違いはわずかで、昆虫が動き回ること自家受粉してしまうことが考えられます。^{※15}一方、みずからの花粉や同じタイプからの花粉では受精しない性質をもつことが考えられ、調べてみると面白いかもしれません。



【果実】 Fruit (Capsule)

果実は蒴果^{さくか}と呼ばれ、熟すと先端の付近のみが縦に裂け、種子は風が吹いて茎が揺れることで、こぼれ落ちるものと考えられます。種子にはへこみがあり、長さは2.5～5mmほどです。種子の表面には白色の毛（突起毛）がまばらに生えます。

【種子】 Seed



【芽生え】 Seeding

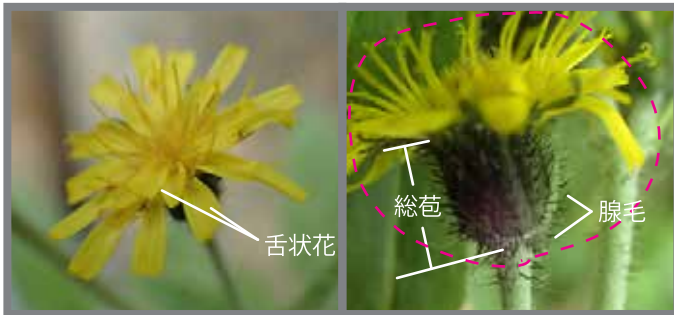
子葉は狭倒卵形で厚みがあります。本葉（第1葉・第2葉）は倒卵形で浅く切れ込みます。主根は垂直に長く伸び、全体に細く長い根毛が密に生えます。



ミヤマコウゾリナ

Hieracium japonicum

亜高山帯から高山帯の開けた礫地に生える多年草



【花】 Flower

開花は茎の先端にある花（頂花）から順次、下の花へと進みます。花（頭花：ピンクの点線）は舌状花のみからなり、開花は外側の舌状花からはじまります。総苞は黒色で、1枚1枚を総苞片と呼び、2列あり、鋭くとがった黒色の毛（腺毛）が張り出します。



【ふしぎ発見！】 Find out

博物館で育てて観察してみると、花は夕方に閉じ、朝になると開くことをくり返しました（開閉花）。またほかの花から花粉を受粉させない環境で育ててみると、発芽能力のある種子が稔りました。昆虫との関係を含めて調べてみると面白いかもしれません。



【果実】 Fruit (Cypsel) Cypsel

写真左は下位瘦果が集まってできたもの（集合果）で、下位瘦果の長さは2.5mmほどです（写真右下：白色のバーの幅は1mmを示す）。瘦果の表面には10本の凸状の稜があります。萼片が変化した冠毛には細かくて短い針状の毛があり、風により飛ばされます。



【芽生え】 Seeding

子葉は楕円形です。本葉は広卵形で全体的に白色の毛が生え、葉の柄にも同じような毛があります。主根は長く伸び、枝分かれしながら水平にひろがります。根毛は長く密に生えます。



楕円形
縦横比 (2:1 ~ 3:2)



広楕円形
縦横比 (2:1 ~ 3:2)

ウサギギク

Arnica unalascensis var. *tschonoskyi*

高山帯の岩場の陰や草原などに生える多年草



【花】 Flower

花は周辺花である舌状花と、筒状花（または管状花）の2種類で1つの頭花（赤色の点線枠）をつくり、筒状花の開花は外側にあるものから徐々に中心に向かって進んでいきます。



【ふしぎ発見！】 Find out

写真上は、前日の午後3時45分頃に撮影したものです。写真下は、つぎの朝の午前6時40分頃に撮影したものです。ヒマワリはつぼみの頃に特に太陽を追いかけるように角度をかえること（向日性）が知られていますが、ウサギギクではどうなのでしょう。気になります。



【果実】 Fruit (Cypsela)

写真左の果実は下位瘦果が集まってできています。下位瘦果は冠毛により風で飛ばされると考えられますが、現地には写真左のように発芽能力を持つ下位瘦果がそのまま飛ばされずに晩秋までとどまることがあります。下位瘦果の長さは3.5mmほど（写真右下）で、短い毛が生えています。一方、冠毛には細かくて短い針状の毛があります（写真右上）。



【芽生え】 Seeding

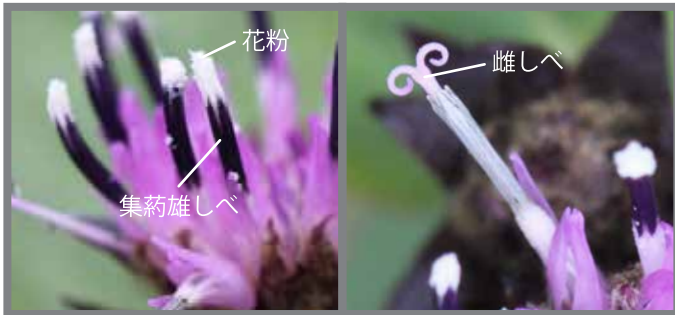
子葉は倒卵形です。本葉は1対が対生に現われ（十字対生）、縁や葉の裏にまばらに毛が生えます。主根は垂直に長く伸び、所々に短くて細かい根毛が生えます。



クロトウヒレン

Saussurea sessiliflora

亜高山帯から高山帯の開けた草地に生える多年草



【花】 Flower

葯やくは5個の葯が互いにくっついて1つの輪になっていて、昆虫が花の上を歩き回って刺激を与えると花粉しゅうやくおが湧き出てきます。雌しべは花粉が湧き出た後に現われることから雄性先熟であることがわかります。



【ふしぎ発見！】 Find out

花には多種類の昆虫が訪れますが、秋に高山で下位瘦果かいそうかを手にとってみると成熟していないものが多く見受けられました。また博物館で育て開花したのものにおいても捻り具合は非常に悪く、何が原因なのか調べてみると発見があるかもしれません。



【果実】 Acypsela

果実かいそうかは下位瘦果かくへんが集まってできたもので、下位瘦果は萼片かんもうが変化した冠毛により風で飛ばされます。下位瘦果の長さは4mmほどで、冠毛には細かくて長い針状の毛があります。



【芽生え】 Seeding

子葉は倒卵形で、本葉には全体的に白色の毛が生えます。主根は長く伸び、側根を出します。根茎からは複数の不定根が伸び、主根との見分けがつかえません。根毛は長く、密に生えます。



タカネマツムシソウ

Scabiosa japonica var. *alpina*

高山帯の礫地に生える多年草



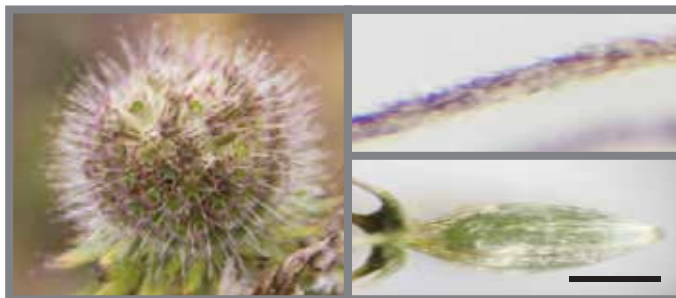
【花】 Flower

頭状花序で花は周辺花と中心花の2つからなります。開花は周辺花が先にはじまり、続いて中心花が周囲から中央に向かって咲きます。雌雄異熟で雄しべが先に熟し、開花した頃に短かった雌しべは経過とともに伸び、柱頭が反り返り雌性期となります。



【ふしぎ発見！】 Find out

清水健美氏の著書『植物用語事典（八坂書房）』によれば、「花は一見、ひとつの花に見えることから偽花と^{ぎか}呼ばれる。また胎座は懸垂胎座で、^{たいざ}胚珠の減数と胎座型の単純化を通して^{けんすい}進化したものと考えられている」とあります。



【果実】 Fruit (Cypsela)

写真左の果実（集合果）は下位瘦果が^{かいそうか}集まってできたもので、下位瘦果本体の長さは3mmほどです（黒色のバーの幅は1mmを示す）。上部にのみ上向きの毛が生えている（写真右下）一方、5本の針状の^{がくれっぺん}萼裂片には全体にわたり上向きのごく短い針状の毛があります（写真右上）。



【芽生え】 Seeding

子葉は卵形～倒卵形です。本葉には浅い鋸歯があり、柄から^{きよし}葉全体にかけて毛（単細胞毛）があります。主根から側根が枝分し、所々には長短の根毛がまばらに生えています。



ミヤマセンキュウ

Conioselinum chinense var. *filicinum*

亜高山帯から高山帯下部の林縁や草地に生える多年草



【花】 Flower

複散形花序（イブキゼリモドキ：87 ページを参照）で、散形花序（写真左）の複数の針状の苞は小総苞^{ほう}といいます。花は外側から内側にむけて開花が進み、雄しべは柱頭と触れないように開花と同時に花糸を伸ばしながら放射状に外側に張り出します。



【ふしぎ発見！】 Find out

ミヤマセンキュウの花には雄しべと雌しべをみることはできますが、イブキゼリモドキには葯^{やく}があって雌しべがみられない花（写真左）と雌しべがあって葯がみられない花（写真右）があります。花の性成熟を観察してみるとわかるかもしれません。



【果実】 Fruit (Cremocarp)

花の位置に関係なくよく結実します。果実^{そうけんか}は双懸果と呼ばれ、分果の長さは5mm ほどです。分果は扁平で、3本の稜が目立ちます。花柱は分果に残る傾向にありますが、同色となるため目立ちません。分果の縁は翼状となり、熟すと分れて落下します。



【芽生え】 Seeding

子葉は狭楕円形です。本葉は3小葉（複葉）で、つぎに開く葉は向かい側に生じます。直立根茎で主根からは側根が盛んに発根し、根毛は短く密に生えます。



ハクサンボウフウ

Peucedanum multivittatum

亜高山帯から高山帯の開けた草地に生える多年草



【花】 Flower

散形花序（節間がまったく伸びず傘型になる）が組み合わさってできた複散形花序です。散形花序（写真左）の花は外側から内側に向けて開花が進む傾向にあります。花弁の間（がくれっぺん）にみられる萼裂片は小さく、萼齒（がくし）と呼ばれます。



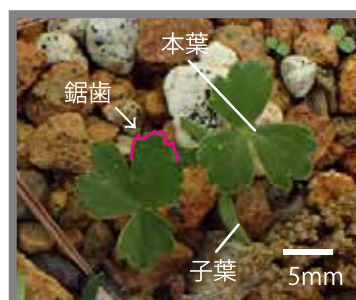
【ふしぎ発見！】 Find out

花にはハエ目（もく）の多種類の昆虫が入れ替わり立ち替わり訪れます。花が小さいため昆虫の目的が蜜なのか花粉なのかわからなかったため、撮影してみると、花からは透明な蜜があふれんばかりに出ていて昆虫の目的が蜜であろうと考えられました。



【果実】 Fruit (Cremocarp)

散形花序の外側に位置する花は雌しべが長く伸びます。一方、内側に位置する花の雌しべはほとんど伸びず、結実に至るのは外側の花のみです。1個の果実が縦に2つに分かれ、ぶら下がり、双懸果（そうけんか）と呼ばれ、1つ1つを分果といいます。分果は扁平で長さは7mmほどです。縁は翼状になり、熟すと落下します。



【芽生え】

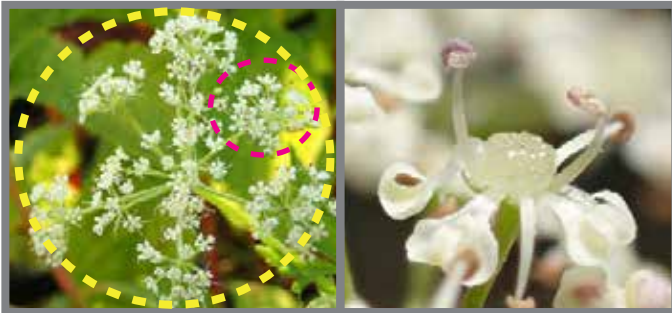
子葉は狭楕円形で1ヶ月ほどで枯れます。本葉は複葉で3小葉からなり鋸齒（きよし）は鋭くとがります。主根を長く伸ばし、側根を盛んに枝分かれさせます。根毛は短く、全体的に密に生えます。



イブキゼリモドキ

Tilingia holopetala

山地帯から亜高山帯の林縁に生える多年草



【花】 Flower

散形花序（ピンク色の粋）が組み合わさってできた複散形花序（黄色の粋）で、花びら（花弁）は内側に巻き込み、根本のあたりが狭まるためすき間が目立ちます（写真右）。花糸はやや内側に曲がり、葯は薄い紫色です。役目を終えた雄しべはしなだれるように外側に強く反り返ります。



【ふしぎ発見！】 Find out

開花したばかりの花には雄しべばかりみられず、雌しべが見当たりません。しかし、葯が落ちる頃になると雌しべが現われます（写真）。このことから、花は雄性期の後に雌性期となる可能性が考えられ、調べてみると面白いかもしれません。



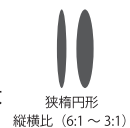
【果実】 Fruit (Cremocarp)

花の位置に関係なくよく結実します。果実は1個の果実が縦に2つに分かれる双懸果そうけんかと呼ばれ、1つ1つの分果は扁平です。長さは5mmほどで、低い稜があり、分果の先には花柱が残ることがあります。縁はほとんど翼状にならず、熟すと落下します。



【芽生え】 Seeding

子葉は狭楕円形です。本葉は複葉で3小葉からなり不規則な鋸歯きよしがあります。定根を長く伸ばし、根毛はないか、あってもまばらで、とても短いです。



セリ科シシウド属の識別ーミチノクヨロイグサを例にー

藤田淳一（長野県植物研究会）

梅雨が開けた頃、長野県内の高原や登山道沿いに人の背丈を上回る大きな植物で白い花の塊をつけるシシウドといえば、誰もが容易に想像がつくものでしょう。しかし、本当のシシウドは晩秋に咲き、大きさが1m程度のものと聞いたら驚くでしょう。本当のシシウドは、愛知県などの太平洋側の丘陵地に生育しており、長野県のシシウドと呼ばれてきた植物は本当のシシウドとミチノクヨロイグサという種が交雑して出来上がった雑種ばかりだったのです。また片親のミチノクヨロイグサは、生育地が高山帯か、日本海側の豪雪地帯の山地という極端な分布をしているのです。疑問に思い、学術的な歴史を詳しく調べると、もともとミチノクヨロイグサは高山に生育するものを指しており、豪雪地帯の山地に生育するものは、姿が似ているだけの全くの新種ということが判明したのです。

では、シシウド、ミチノクヨロイグサとミチノクヨロイグサにされてきた新種はどうやって見分けるのか、表にまとめてみました。



ミチノクヨロイグサと呼ばれながら新種だった植物（新潟県津南町）

表 シシウドとミチノクヨロイグサとミチノクヨロイグサにされてきた新種の特徴

項目	シシウド	ミチノクヨロイグサ (高山帯)	ミチノクヨロイグサに されてきたもの (豪雪地帯：新種)
分布	•太平洋岸の丘陵地	•中部地方以北の高山帯	•日本海側の豪雪地帯
植物の大きさ	•1.0～1.2m	•1.2～1.5m	•2.5～3.5m
花の時期	•10～11月	•7～8月	•6～7月
葉の裏の毛	•たくさんあり	•なし	•なし

太平洋岸の丘陵地、高山帯、豪雪地帯に行けば、典型的なものがみつかることがあります。ところが、実際の長野県内は、表に挙げた3つの親の特徴を持った交雑種ばかりで、山の上に行くほどミチノクヨロイグサに、南信ほどシシウドに、北信ほどミチノクヨロイグサにされていた新種に近い特徴になりながらも3種の親の特徴を中途半端な形で引き継いでおり、一言では言い表せない状態です。従来から「ミヤマシシウド」という名で呼ばれてきた植物のタイプ標本*は、表に挙げた3種の特徴をすべて有したもので、長野県内に生育するのは、標高や地域に関係なくほぼ全てミヤマシシウドであるという事実が明らかになってきました。

*：タイプ標本とは、新種を記載するときその種の特徴を持った典型的なものを標本にして、永久に公的機関に保存されるもの。基準標本とも呼ばれる。

主な植物用語

《花と葉》

【花葉】^{かよう} 萼片・花弁・雄しべ・心皮など、花を構成する葉的な器官の総称です。

【萼片と萼】^{がくへん} ^{がく} 花の最外輪にある花葉の1つ1つを萼片といい、内輪の花葉と質的に異なる場合をいいます。萼は萼片全部をいいます。

【花被片と花被】^{かひへん} ^{かひ} 萼片と花弁をあわせて花被片と呼び、その全体を花被といいます。また質や形が同じか似ている場合には萼(片)・花冠(花弁)といわず、外花被(片)・内花被(片)といいます。

【花冠】^{かかん} 離弁花冠と合弁花冠、放射相称花冠と左右相称花冠に大別されるほか、分類によっては特有の形となり、特別の呼称をもつ場合があります。

【十字形花冠】^{じゅうじけいかかん} 離弁・放射相称花冠。4個の花弁が1対ずつ十字形に対生します。アブラナ科に特有の花冠をいいます。

【蝶形花冠】^{ちょうかたかかん} 離弁・左右相称花冠。マメ科マメ亜科の花冠をいいます。

【スミレ形花冠】^{すみれかかん} 離弁・左右相称花冠。スミレ属の花冠をいいます。

【有距花冠】^{ゆうきよかかん} 少なくとも一部の花弁が距をもつ花冠をいいます。オダマキ属は離弁・放射相称花冠ですべての花弁に距があります。

【壺形花冠】^{つぼがたかかん} 合弁・放射相称花冠。花冠の上部が壺のように細くくびれ、くびれた部分から裂片が開出するものをいいます。

【車形(輻状)花冠】^{くるまがた} ^{ふくじょう} ^{かかん} 合弁・放射相称花冠。花冠筒がごく短くて、花冠のほとんど基部近くから裂片が開出するものをいいます。

【鐘形花冠】^{しょうけいかかん} 合弁・放射相称花冠。花冠筒の長さは直径の2倍以下、筒状ないし上に向かって少しひろがるものをいいます。

【筒状(管状)花冠】^{とうじょう} ^{かんじょう} ^{かかん} 合弁・放射相称花冠。細い花冠筒と微小な裂片からなるものをいいます。

【数性】^{すうせい} 真正双子葉植物や単子葉植物では、複数の花器官が花の中心から等距離にあり、輪状に並んでいるようにみえます。このような同心円状の配置を輪生と呼び、輪状に並んだ花器官の集まりは whorl と呼ばれます。真正双子葉植物や単子葉植物の多くの花の花被は両花被と呼ばれるタイプで、花被片が輪状に並んだ whorl を2つもちます。両花被の場合、2つの whorl に含まれる花器官の数は同じであることが多く、この数を数性と呼びます。

【葯】^{やく} 雄しべの中で花粉を生成し、収納する部分を外見的にみた場合をいいます。

【半葯】^{はんやく} 葯の中で花粉を収納する外見的な単位をいいます。

【丁字着】^{ちようじちやく} 葯の向軸面・背軸面を問わず葯隔の1点で連なる場合をいいます。

【内向葯】^{ないこうやく} 葯は花糸の向軸側または向軸面にあつて、花の中心に向いて開裂する場合をいいます。

【外向葯】^{がいこうやく} 葯の花糸の背軸側または背軸面にあつて、花冠に向いて開裂する場合をいいます。

【孔開葯】^{こうかいやく} 葯室の先端が細まり、その部分の組織が喪失して小孔を生じる場合をいいます。

【花糸】^{かし} 雄しべの中で葯を支える部分をいいます。

【花冠上生】^{かかんじょうせい} 合弁花類においては、雄しべが花冠筒内面につく状態をいいます。

【集葯雄しべ(集葯雄ずい)】^{しゅうやくお} 葯が互いに合着した雄しべ群のことをいいます。

【両体雄しべ(両体雄ずい)】^{りょうたいお} 雄しべが合着して2組になるものをいいます。イワオウギ属などのマメ科植物では、1本の雄しべが上側に離れ、9本が合着して下側にきます。

【仮雄しべ(仮雄ずい)】^{かりお} ^{かゆう} 多少とも形は残っていますが、退化して花粉をつくらなくなった雄しべをいいます。

【4強雄しべ(4強雄ずい)】^{よんきょうお} ^{よんきょうゆう} 6本ある雄しべのうち、4本が長い場合をいいます。アブラナ科に特有で、花弁と互生する外輪の2本が短く、花弁と対生する内輪の4本が長い状態になっています。

【柱頭】^{ちゅうとう} 受粉をおこなう雌しべの表面部分をいい、粘性を分泌したり、突起があったりするなど受粉しやすい仕組みになっています。

【花柱】^{かちゅう} 柱頭と子房をつなぐ雌しべの柄の部分をいいます。

【心皮間柱】^{しんぴかんちゅう} 花軸は各花葉間を均等に伸びるのではなく、部分的に長く伸びる場合があります。フウソロウ属では花軸は心皮の間を貫いて雌しべの基部から花柱に達します。

【花盤】^{かばん} 雌しべ群の基部を取り巻く肉質の花蜜を分泌する器官をいいます。

【子房】^{しぼう} 雌しべの胚珠を収容する部分をいいます。

【胎座】^{たいざ} 子房の中にあつて胚珠のつく子房壁の表面をいいます。

【胚珠】^{はいしゅ} 心皮内面の組織が隆起してつくられた構造で、受精によりその内部で胚を形成し、成熟して種子となる器官をいいます。

【距】：花葉の基部が膨れるか伸長して盲管となり、蜜を蓄える部分をいいます。

【苞と小苞】花序の基部または花の基部にあつて、大きさ、質、色が多少とも変化した葉を、それぞれ苞と小苞と呼びます。キク科では花序の基部に鱗片状の多数の苞があります。これらはあわせて総苞で、それぞれの苞片は総苞片といえます。

【両性花】1つの花に雄しべと雌しべのどちらもある花のことをいいます。ただし、どちらかまたは両者が形態的に識別できても、退化してそれぞれの機能を果たさない場合は除かれます。

【雌花】雌しべだけある花のことをいいます。

【雄花】雄しべだけのある花のことをいいます。

【雌雄異熟】両性花にあつて雌しべと雄しべの成熟時期に時間的なずれがあり、自家受精を防ぐ性質のことをいいます。

【雄性先熟】雄しべの成熟が雌しべより早い性質のことをいいます。

【雌性先熟】雌しべの成熟が雄しべより早い性質のことをいいます。

【二異形ずい性（二異形花柱性）】花柱が雄しべよりも長い長花柱花と花柱が雌しべよりも短い短花柱花の2型からなる性質をいいます。受精は異なる型の花間でのみおこなわれます。

【自家不和合性】1つの両性花のなか、または同一個体の花の間で雄しべと雌しべが同時に成熟し、受粉がおこなわれない現象をいいます。

【他家受粉】雌雄異株はもちろん異なる個体（クローンを含む）の花の間で受粉がおこなわれる現象をいいます。

【自家受粉】開放花において1つの個体（クローンを含む）の花の雌しべが同一個体の花粉によって受粉する現象をいいます。1つの両性花内で受粉が行われる場合は同花受粉といい、1つの個体の異なる花の間でおこなわれる場合は隣家受粉といえます。

【雌性両全性異株】雌性異株ともいいます。両性花と雌花をもつ個体をいいます。

【無限花序】求心性花序とも呼ばれ、開花はふつう下の花から上の花へと進み、最後に頂花が咲く場合をいいます。

【有限花序】遠心性花序とも呼ばれ、開花は頂花から咲きはじめ、下の花へと進む場合をいいます。

【複散形花序】散形花序が組み合わさったものをいいます。

【円錐花序】複合花序のうち、枝の分枝回数や長さは問いませんが、下方の枝が上方の枝より長く、花序全体が円錐形になるものをいいます。

【肉穂花序】花序軸が肉質になるものをいいます。

【散形花序】節間がまったく伸長せず、傘形になるものをいいます。

【かたつむり形花序（かたつむり状集散花序）】同一方向に直角な面に分枝し、立体的な渦巻きになるものをいいます。

【二出集散花序（岐散花序）】枝は1節に2本生じるものをいいます。

【頭状花序】花序軸の先に2個以上の無柄の花がつくものをいいます。

【子葉】種子植物の胚発生において、最初につくられる葉をいいます。

【十字対生】葉などの対生する1対の器官が、節ごとに交互に直角につく状態をいいます。

《毛》

【腺毛】蜜・粘液・毒液などの物質を分泌する働きをもつ毛をいいます。先端にしばしば球状につきます。

《果実》

【偽果】果実の大部分が果被以外の附属物で占められる場合をいいます。

【多花果（複合果）】1つの果実が複数の花の子房または子房群に由来する場合をいいます。

【蒴果】複数の心皮からなり、複数の種子があるものをいいます。

【長角果】2心皮性の蒴果で、間に隔膜があり、長く縦に2片に割れるものをいいます。

【孔開蒴果（孔蒴、有孔蒴）】先端や側壁にあながあくものをいいます。

【袋果】1心皮からなり、背腹両側で縦裂するものをいいます。

【瘦果】1心皮からなり、1種子を含むものをいいます。一見種子にみえます。

【下位瘦果】複数の心皮からなり、子房下位で果被が萼と癒合するものをいいます。偽果の1つで、一見、種子のように見える点では瘦果と同じで、単に瘦果として扱われることが多いですが、本書では下位瘦果としています。

【堅果】複数の心皮からなり、果皮が木質になって1個の種子を包むものをいいます。

【小堅果】堅果の小粒のものをいいます。

【^{ぶんりか}分離果】1個の果実が縦にくびれて複数の分果に分かれるものをいいます。分果は1種子を含み、裂開しません。

【^{そうけんか}双懸果】1個の果実が縦に2つに分離し、ぶら下がるものをさします。

【^{せつか}節果（^{ぶんせつか}分節果、^{せつきょうか}節莢果）】分離果の1つで、莢が縦に連なったりいくつかの部屋に仕切られて分果をつくるものをいいます。分果は1種子を含み裂開しません。

【^{かんもう}冠毛】菊果の頂部につく輪状に配列する萼と相同な、ふつうは毛状の器官をいいます。

《**莖・根**》

【^{にじこんけい}二次根莖】地表植物や地上植物の根莖に該当します。

【^{ちよくりつこんけい}直立根莖】垂直方向に伸びる根莖をいい、節間はごく短いです。

【^{じょうはいじく}上胚軸】種子植物の実生において、子葉より上にある莖の部分の部分をいいます。莖全体をさすことも第1関節のみをさす場合もあります。本書では第1関節を上胚軸としています。

【^{かまいじく}下胚軸（^{はいじく}胚軸）】種子植物の胚や実生の一部で、子葉柄の基部と幼根の間の部分をいいます。単に胚軸といいますが、上胚軸に対して下胚軸ともいいます。本書では下胚軸としています。

【^{しゅこん}主根】幼根が発達して生じた主軸にある根をいいます。

【^{そっこん}側根】主根から生じた根をいい、枝分かれの順にしたがって一次側根、二次側根のように呼びます。

【^{こんもう}根毛】根端から少し離れた伸長帯で、ふつうの表皮細胞に混在する根毛形成細胞に生ずる突起をいいます。細い根を土壤に密着させて安定させたり、根の表面を増大することによって水や栄養塩類の吸収を高める役割をもつと考えられています。

【^{ていこん}定根】種子が発芽しはじめると、種子の中の幼根が伸長し、1本の根を伸ばします。この根は、初生根といい、やがて分枝して側根を生じます。幼根と幼根から派生した根を定根（狭義）といいます。

【^{ふていこん}不定根】定根以外のすべての根をいいます。

上記用語は、清水建美（1995）『日本草本植物根系図説（平凡社）』、清水健美（2001）『図説 植物用語事典（八坂書房）』、北沢美帆・藤本仰一（2019）『総説 花の器官数を決める数理・生物物理 59（5）：266-270（https://www.jstage.jst.go.jp/article/biophys/59/5/59_266/_pdf、2021年6月24日確認）』より引用したものです。

なお、用語の読み方は、図鑑により異なることが見受けられます。たとえば、十字形花冠は（じゅうじけいかかん）または（じゅうじがたかかん）。このため、本書では基本的に音読みとしています。ただし、すでに一般的に用いられている用語、たとえば、車形花冠（くるまがたかかん）や壺形花冠（つぼがたかかん）などについては、そのままとしています。

主要参考文献・引用文献

《第1章》

- Acocella, V. (2007) Understanding caldera structure and development: An overview of analogue models compared to natural calderas. *Earth-Science Reviews*, 85, 125–160.
- 赤羽貞幸・加藤碩一・富樫茂子・金原啓司 (1992) 中野地域の地質. 地域地質研究報告 (5万分の1地質図幅), 106p., 地質調査所.
- 青木賢人 (2002) 日本アルプスにおける氷河の高度分布特性と類型化. *地学雑誌*, 111, 498-508.
- 藤岡導明・亀尾浩司・小竹信宏 (2003) テフラ鍵層に基づく横浜地域の大船層・小柴層と房総半島の黄和田層との対比. *地質学雑誌*, 109, 166-178.
- 藤岡導明・亀尾浩司 (2004) テフラ鍵層に基づく銚子地域の犬吠層群小浜層と房総半島の上総層群黄和田層, 大田代層および梅ヶ瀬層との対比. *地質学雑誌*, 110, 480-496.
- フォッサマグナの隆起過程編集委員会 [編] (1991) フォッサマグナの隆起過程. 地団研専報告, 38, 181p., 地学団体研究会.
- 福井幸太郎・飯田肇・小坂共栄 (2018) 飛騨山脈で新たに見出された現存氷河とその特性. *地理学評論*, 91, 43-61.
- Hamblyn, W.K. and Christiansen, E.H. (1995) *Earth's Dynamic System*, Seventh Edition. 710p., Prentice Hall.
- 原山 智 (1990) 上高地地域の地質. 地域地質研究報告 (5万分の1地質図幅), 175p., 地質調査所.
- Harayama, S. (1992) Youngest exposed granitoid pluton on Earth: Cooling and rapid uplift of the Pliocene-Quaternary Takidani Granodiorite in the Japan Alps, central Japan. *Geology*, 20, 657-660.
- 原山 智 (2015) 北アルプス鹿島槍ヶ岳—爺ヶ岳に露出する, 直立した第四紀陥没カルデラ—黒部川花崗岩コンプレックス: 短縮テクトニクスによる傾動山脈隆起の典型例. *地質学雑誌*, 121, 293-308.
- 原山 智・山本 明 (2014) 「槍・穂高」名峰誕生のミステリー—地質探偵ハラヤマ出動. 349p., 山と溪谷社.
- 原山 智・竹内 誠・中野 俊・佐藤岱生・滝沢文教 (1991) 槍ヶ岳地域の地質. 地域地質研究報告 (5万分の1地質図幅), 190p., 地質調査所.
- 原山 智・滝沢文教・加藤碩一・駒澤正夫・広島俊男・須藤定久 (1996) 20万分の1地質図幅「富山」. 地質調査所.
- 原山 智・高橋 浩・中野 俊・苅谷愛彦・駒澤正夫 (2000) 立山地域の地質. 地域地質研究報告 (5万分の1地質図幅), 218p., 地質調査所.
- 原山 智・大藪圭一郎・深山裕永・足立英彦・宿輪隆太 (2003) 飛騨山脈東半部における前期更新世後半からの傾動・隆起運動. *第四紀研究*, 42, 127-140.
- 原山 智・大塚 勉・酒井潤一・小坂共栄・駒澤正夫 (2009) 松本地域の地質. 地域地質研究報告 (5万分の1地質図幅), 63p., 地質調査所.
- 原山 智・高橋正明・宿輪隆太・板谷徹丸・八木公史 (2010) 黒部川沿いの高温泉と第四紀黒部川花崗岩. *地質学雑誌*, 116: 63-81.
- Hasegawa, S. (1979) Foraminifera of the Himi Group, Hokuriku Province, Central Japan. *Tohoku Univ., Sci. Rep., 2nd ser. (Geol.)*, 49, 89-163.
- 平野昌繁 (1981) 変分原理にもとづく氷河谷のU字断面の一説明. *大阪市立大学文学部紀要 (人文研究)*, 33 (第4分冊: 地理学), 1-14.
- 伊藤真人・正木智幸 (1987) 後立山連峰, 鹿島槍ヶ岳, 大冷沢流域における氷河地形と氷河前進期. *地理学評論*, 60 (Ser. A), 567-592.
- 伊藤真人・正木智幸 (1987) 北アルプス針ノ木岳・蓮華岳周辺の氷河地形と氷期の地形的雪線高度. *東北地理*, 39, 247-567.
- 岩田修二 (2003) 日本アルプスにおける最終氷期の重力地形・氷河最拡大期・山岳永久凍土. *第四紀研究*, 42, 181-193.
- 岩田修二 (2014) 転向点にたつ日本アルプスの氷河地形研究: 今村学郎・五百沢智也と今後の課題. *第四紀研究*, 53, 275-296.
- 鹿野和彦・加藤碩一・柳沢幸夫・吉田史郎 (1991) 日本の新生界層序と地史. *地質調査所報告*, 274, 114p., 地質調査所.
- 加藤碩一・佐藤岱生 (1983) 信濃池田地域の地質. 地域地質研究報告 (5万分の1図幅), 93p., 地質調査所.
- 加藤碩一・佐藤岱生・三村弘二・滝沢文教 (1989) 大町地域の地質. 地域地質研究報告 (5万分の1地質図幅), 111p., 地質調査所.
- 加藤碩一・赤羽貞幸 (1986) 長野地域の地質. 地域地質研究報告 (5万分の1地質図幅), 120 p., 地質調査所.
- 川澄隆明 (2000) 氷成堆積物と火山噴出物からみた立山における後期更新世前半の氷河前進期. *地理学評論*, 73A-1, 26-43.
- 北アルプス研究グループ (1998) 長野県北部に分布する前期更新世初頭の指標火砕流堆積物—大峰溶結凝灰岩層と "TZ100" 火山灰流堆積物・"T4" 凝灰岩層との対比—. *地球科学*, 52, 318-323.
- 北村晃寿 (2004) 第四紀の気候変動と種多様性: 氷期-間氷期サイクルに対する海生生物の応答. *化石*, 75, 54-59.
- 小疇 尚 (1983) 第四紀後半の日本の山地の地形形成環境. *第四紀研究*, 26, 255-263.
- 小疇 尚 (2011) 日本の寒冷地形に関する研究. *第四紀研究*, 50, 133-148.
- 小林巖雄・立石雅昭・高安克己・的場保展望・秋山雅彦 (1992) 古日本海東縁の新第三系—層序・古地理・古環境—. *地質学論集*, 37, 326p., 日本地質学会.
- 小坂共栄 (1980) 大峰帯の礫岩. *信州大学理学部紀要*, 15, 31-46.
- 黒川勝己 (1999) 新潟地域における七谷層～魚沼層群の火山灰層序. *石油技術協会誌*, 64, 80-93.
- 黒川勝己・樋渡晴美・大橋理香・野口真由子 (2000) 新津丘陵～加茂市周辺の平層に見出されたSK110およびSK100火山灰層. *地球科学*, 54, 342-347.
- 黒川勝己・矢萩春菜・丹 真紀子・長橋良隆 (2004) 男鹿半島北浦層のKm2テフラ層と新潟地域のSK100テフラ層の対比. *地球科学*, 58, 345-350.
- 町田 洋・山崎晴雄・新井房夫・藤原 治 (1997) 大峰火砕流堆積物: 北アルプス形成史研究のための一指標テフラ. *地学雑誌*, 106, 432-439.
- 松井 健・小川 肇 編著 (1987) 日本の風土. 日本の自然, 第2巻, 110p., 平凡社.
- 村松敏雄 (2007) 新潟市新津丘陵に分布する凝灰岩及び火山岩のフィッシュ・トラック年代. *フィッシュ・トラック ニュースレター*, 20, 44-47.
- 長橋良隆 (1998) 中部日本, 大峰地域の鮮新世火砕流堆積物—層序・記載岩石学的特徴—. *地質学雑誌*, 104, 184-198.
- 長橋良隆・里口保文・吉川周作 (2000) 本州中央部における鮮新-更新世の火砕流堆積物と広域火山灰層との対比および層位噴出年代. *地質学雑誌*, 106, 51-69.

- 長森英明 (1998) 長野県北信地域に分布する鮮新統の軟体動物化石群集と古環境. 地球科学, 52, 5-25.
- 長森英明・古川竜太・早津賢二 (2003) 戸隠地域の地質. 地域地質研究報告 (5 万分の 1 地質図幅). 109p., 産総研地質調査総合センター.
- 長森英明・竹内 誠・古川竜太・中澤 努・中野 俊 (2010) 小滝地域の地質. 地域地質研究報告 (5 万分の 1 地質図幅). 130p., 産総研地質調査総合センター.
- 中野 俊・奥野 充・菊川 茂 (2010) 立山火山. 地質学雑誌, 116, S37-S48.
- 中野 俊・竹内 誠・吉川敏之・長森英明・苅谷彦彦・奥村晃史・田口雄作 (2002) 白馬岳地域の地質. 地域地質研究報告 (5 万分の 1 地質図幅), 105p., 産総研地質調査総合センター.
- 納谷友規・本郷美沙緒・植木岳雪・八戸昭一・水野清秀 (2017) 関東平野中央部の地下に分布する鮮新 - 更新統の層序と構造運動. 地質学雑誌, 123, 637-652.
- 日本第四紀学会 [編] (1987) 日本第四紀地図. 4 葉 +119p., 日本第四紀学会.
- 新井田清信・高澤栄一 (2007) 幌満かんらん岩体の層状構造とその起源. 地質学雑誌, 113, 167-184.
- 西村卓也・国土地理院穂高岳測量班 (2013) 北アルプス穂高連峰の隆起に関する測地的検証〜一等三角点穂高岳での GNSS 観測〜. 国土地理院時報, 124, 117-123.
- 及川輝樹 (2003) 飛騨山脈の隆起と火成活動の時空的関連. 第四紀研究, 42, 141-156.
- 及川輝樹・和田 肇 (2004) 飛騨山脈北部における 1Ma 頃の急激な隆起—北部フォッサマグナ西縁, 居谷里層の礫組成を指標として—. 地質学雑誌, 110, 528-535.
- 小野有五 (1982) 氷河地形による最終氷期の降雪量の復元と海水準変動. 第四紀研究, 21, 229-243.
- 小野有五 (2012) 日本における 1960-2010 年の氷河地形研究. 地学雑誌, 21, 187-214.
- 里口保文・長橋良隆・黒川勝己・吉川周作 (1999) 本州中央部に分布する鮮新—下部更新統の火山灰層序. 地球科学, 53, 274-290.
- 坂井 一・黒川勝己 (2002) 新潟地域の SK10, SK100 火山灰層と房総半島黄和田層の Kd25, Kd24 火山灰層の対比. 地球科学, 56, 217-230.
- 佐藤 剛・苅谷彦彦 (2005) 飛騨山脈・白馬岳北部地域の地すべり地形発達. 地学雑誌, 114, 58-67.
- Scheidegger, A.E. (1970) Theoretical geomorphology (Second Edition). 435p., Springer.
- 柴 正博・渡邊恭太郎・横山謙二・佐々木昭仁・有働文雄・尾形千里 (2000) 掛川層群上部の火山灰層. 海・人・自然 (東海大博研報), 2, 53-108.
- 志久見川団体研究グループ (1991) 新潟・長野県境地域の魚沼層群の層序と火山活動. 地球科学, 45, 345-362.
- 白石建雄・白井正明・西川 治・鈴木隼人・古橋恭子・星多恵子 (2008) 男鹿半島 - 能代地域の地形と第四系. 地質学雑誌, 114, S33-S55.
- 角 靖夫 (1967) 三日市地域の地質. 地域地質研究報告, 5 万分の 1 図幅, 104p., 地質調査所.
- 角 靖夫・野沢 保 (1973) 魚津地域の地質. 地域地質研究報告, 5 万分の 1 図幅, 104p., 地質調査所.
- 鈴木毅彦・村田昌則 (2011) 上総層群黄和田層とその相当層に介在するテフラの層序と対比. 地質学雑誌, 117, 379-397.
- 田村系子 (2005) テフロクロノロジーに基づく中央日本の鮮新 - 更新世古環境復元—富山県東部吳羽山礫層の広域テフラおよび室田層の室田凝灰岩と佐布里テフラとの対比からみた飛騨山脈の隆起時期の推定—. 地学雑誌, 114, 631-637.
- 田村系子・山崎晴雄・中村洋介 (2010) 富山積成盆地, 北陸層群の広域テフラと第四紀テクトニクス. 地質学雑誌, 116, S1-S20.
- 田村系子・山崎晴雄 (2004) 北陸層群のテフロクロノロジー—テフラ層序および広域テフラ層との対比に基づく北陸層群の堆積年代—. 地質学雑誌, 110, 417-436.
- 丹真紀子・黒川勝己 (2006) 水中重力流堆積物としての SK110—Km3 テフラ層. 地球科学, 60, 301-314.
- 東宮昭彦 (2016) マグマ溜まり: 噴火準備過程と噴火開始条件. 火山, 61, 281-294.
- 植木岳雪 (2000) 糸魚川 - 静岡構造線活断層系北部の活動開始時期—断層の東に分布する中期更新統の層序・年代に基づいて—. 月刊地球, 22, 699-705.
- 宇井忠英・鎌田桂子 (1986) 大規模火砕流と給源の陥没カルデラ. 火山, 30, S211-S235.
- ト部厚志 (1992) 三浦・房総半島の三浦層群における火砕層対比—重鉱物組成と化学組成による再検討—. 地質学雑誌, 98, 415-434.
- 山田直利・足立 守・梶田澄雄・原山 智・山崎晴雄・豊 遥秋 (1985) 高山地域の地質. 地域地質研究報告 (5 万分の 1 地質図幅), 102p., 地質調査所.
- 山田直利・野沢 保・原山 智・滝沢文教・加藤碩一・広島俊男・駒澤正夫 (1989) 20 万分の 1 地質図幅「高山」. 地質調査所.
- Yamada, R. and Harayama, S. (1999) Fission track and K-Ar dating on the Hida Mountain Range, some granitic rocks of Central Japan. Geochemical Journal, 33, 59-66.
- 柳沢幸夫・金子隆之・赤羽貞幸・栗田泰夫・釜井俊孝・土谷信之 (2001) 飯山地域の地質. 地域地質研究報告 (5 万分の 1 地質図幅), 144p., 地質調査所.
- 吉村 昭 (1975) 高熱隧道. 266p., 新潮社.
- https://www.city.saku.nagano.jp/kurashi/iza/bosai_bohan/asamayama/01222018052510162014.html
- https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Five_Myr_Climate_Change-ml.svg
- https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Ice_Age_Temperature.png
- <https://vldb.gsi.go.jp/sokuchi/level/KENSOKUSYUROKU/index.htm>

《第 2 章》

- 1) 小疇尚 (1991) 山を読む. 岩波書店.
- 2) 和田直也 (2005) 雪と高山植物. 日本植物学会第 69 回大会公開シンポジウム.
- 3) Larcher W. (1980) Klimastress im Gebirge – Adaptationstraining und Selektionsfilter für Pflanzen. Rheinisch Westfäl Akad Wiss (Düsseldorf) Naturwiss Votr 291: 49–88.
- 4) 清水建美 (1983) 原色日本高山植物図鑑 (II). 保育社.

- 5) Fujii N. & Senni K. (2006) Phylogeography of Japanese alpine plants: biogeographic importance of alpine region of Central Honshu in Japan. *Taxon* 55: 43–52.
- 6) 植田邦彦・藤井紀行 (2000) 高山植物のたどった道. 工藤岳編著「高山植物の自然史」. 北海道大学図書刊行会.
- 7) 平尾章 (2014) わが国の高山植物の遺伝的多様性と脆弱性: 温暖化条件下で氷期遺存種の南限集団が示すこと. *地球環境* Vol. 19: 63–70.
- 8) Shimono Y. et al. (2009) Morphological and genetic variations of *Potentilla matsumurae* (Rosaceae) between fellfield and snowbed populations. *American Journal of Botany* 96: 728–737.
- 9) Makoto K. & Kudo G. (2020) Intraspecific differentiation in the root system of *Potentilla matsumurae* along a snow-accumulation gradient in mid-altitude alpine environment. *Arctic, Antarctic, and Alpine Research* 52:408–415.
- 10) Hirao et al. (2019) Ecotypic divergences of the alpine herb *Potentilla matsumurae* adapted to fellfield-snowbed habitats across a series of mountain sky islands. *American Journal of Botany* 106: 772–787.
- 11) Sakurai A. & Takahashi K. (2017) Flowering phenology and reproduction of the *Solidago virgaurea* L. complex along an elevational gradient on Mt. Norikura, central Japan. *Plant Species Biology* 32: 270–278.
- 12) Sakaguchi et al. (2019) Maintenance of soil ecotypes of *Solidago virgaurea* in close parapatry via divergent flowering time and selection against immigrants. *Journal of Ecology* 107: 418–435.

《 第 3 章 》

- ※ 1 田中 肇 (1998) ミズバショウの受粉生態学的研究. *植物研究雑誌* 73 : 35-41
- ※ 2 千葉悟志・尾関雅章 (2017) 居谷里湿原 (長野県大町市) におけるミズバショウの生活史について - 日本産草本植物の生活史研究プロジェクト報告第 8 報 -. 市立大町山岳博物館研究紀要 2 : 27-34. 市立大町山岳博物館
- ※ 3 清水建美 (2001) 図説 植物用語事典. 八坂書房
- ※ 4 Shimizu T., Hatanaka Y., Zentoh H., Yashima T., Kinoshita E., Watano Y. & Shimizu T. (1998) The role of sexual and clonal reproduction in maintaining population in *Fritillaria carntschatscensis* (L.) Ker-Gawl. (Liliaceae). *Ecological Research*. 13:27-39.
- ※ 5 千葉悟志・清水建美 (2004) 長野県準絶滅危惧ササユリの生活史および訪花昆虫 - 日本産草本植物の生活史研究プロジェクト報告第 4 報 -. *長野県植物研究会誌* 37 : 1-8.
- ※ 6 千葉悟志・清水建美 (2006) コマクサの生活史および繁殖特性 - 日本産草本植物の生活史研究プロジェクト報告第 6 報. *長野県植物研究会誌* 39 : 5-13.
- ※ 7 Mochizuki K. & Kawakita A. (2018) Pollination by fungus gnats and associated floral characteristics in five families of the Japanese flora. *Annals of Botany* . 121 : 651 - 663.
- ※ 8 小林正明 (2007) 花からたねへ種子散布を科学する -. 全国農村教育協会
- ※ 9 藪田泰基・佐藤利幸 (2009) 日本産ダイコンソウ属の種子形態比較〜鉤に着目した機能の考察〜. *長野県植物研究会誌* 42 : 5-7.
- ※ 10 千葉悟志・清水建美 (2005) 長野県準絶滅危惧 IB 類ビツチュウフウロの生活史および開花特性 - 日本産草本植物の生活史研究プロジェクト報告第 5 報. *長野県植物研究会誌* 38 : 29-32.
- ※ 11 井出 萌・芳賀由奈・高橋一秋 (2020) 浅間山高山帯におけるツツジ科小低木の受粉様式 - クロマメノキ・コケモモの人工受粉実験 - *長野大学紀要* 41(3) : 13-26.
- ※ 12 中西弘樹 (1994) 種子はひろがる 種子散布の生態学. 平凡社
- ※ 13 Funamoto D. & Ohashi K. (2017) Hidden floral adaptation to nocturnal moths in an apparently bee-pollinated flower, *Adenophora triphylla* var. *japonica* (Campanulaceae). *Plant Biology* 19 : 767 - 774.
- ※ 14 菊沢 喜八郎 (1995) 植物の繁殖生態学. 蒼樹書房
- ※ 15 西廣 淳 (2000) 花のかたち: 二型花柱性植物における花の形態変異と繁殖成功. 種生物学会編「花生態学の最前線 美しさの進化的背景を探る」. 文一総合出版.

謝 辞

企画展にあたり、解説書の作成では、石井博氏、工藤岳氏、原山智氏、藤井紀行氏、藤田淳一氏、矢野孝雄氏、富山市科学博物館の皆様に執筆及び貴重な写真・資料、情報をご提供をいただきました。

故金栄健介氏のボタニカルアートのデータは、NPO法人白山高山植物研究会様よりご提供いただきました。山田恭子氏には、ボタニカルアートのデータをご提供いただくとともに本企画展にあわせ、7種を新たに書き下ろしていただきました。

花・種子・果実・芽生えの観察では、白山高山植物園様より種子及び苗をご提供いただき、栽培にあたっては、毎年、ご助言をしていただきました。また村井良徳氏（筑波実験植物園植物研究部 多様性解析・保全グループ）にも、実験植物園をご案内いただきながら高山植物の栽培について情報交換させていただきました。

高山での観察及び高山植物の植替えなどは、大町山岳博物館友の会サークル「花めぐり紀行」の有川美保子氏、板橋和子氏、瀬戸口三栄子（当時）氏、原田弘美氏、丸山優子氏、宮澤陽美氏にご協力いただきました。

現地での観察では、烏帽子小屋、唐松岳頂上山荘、種池山荘、冷池山荘、針ノ木小屋、白馬大池山荘、白馬山荘、白山室堂のスタッフの皆様にお世話になりました。

本書の編集では、生前ご指導賜りました清水建美先生の著書等を大いに参考とさせていただきます。

ここに、心より深く感謝の意を表するとともに、厚くお礼申し上げます。

市立大町山岳博物館創立 **70** 周年記念
令和3年度 市立大町山岳博物館 企画展

北アルプス誕生とそこに息づく高山植物のものがたり
ー花、果実、種子、芽生え ときどき ふしぎ発見！ー

発行日 2021（令和3）年7月17日

編集・発行 市立大町山岳博物館
〒398-0002 長野県大町市大町 8056-1
TEL.0261-22-0211 / FAX.0261-21-2133
E-mail:sanpaku@city.omachi.nagano.jp
URL : <https://www.omachi-sanpaku.com>

印刷・製本 有限会社北辰印刷
〒398-0002 長野県大町市大町 3871-1
TEL.0261-22-3030 / FAX.0261-23-2010



氷河のまち
大町市

