

# らいちょう

自然とふれあい自然を愛す 忘れたものを探しに

Vol. 7 ✨ 2008・5



NPO法人 ライチョウ保護研究会

## NPO 法人ライチョウ保護研究会設立にあたって

人という生き物は、自然の恩恵を受けながら、加速的に増加し続けてきました。氷河期の生き残りと呼ばれるニホンライチョウは、高山帯の過酷な気象条件に適応進化し、生存してきました。でも、いつしか3,000羽とも言われる個体数にまで減少してしまいました。

野生生物の生存を脅かす主要因として、生息地の破壊、乱獲、環境汚染、帰化生物の侵入などが挙げられます。現在、特別天然記念物に種指定されているニホンライチョウには、乱獲の心配は無くなりました。しかしながら、生息地での人為的攪乱は、生態学的秩序を乱すこととなり、ニホンライチョウの種の存続に多大な影響を及ぼすことになっています。

環境問題に対する対策の基本は、人々が自然のメカニズムに対して理解を深め、自らの行動を律することにあります。ニホンライチョウの棲む精妙な世界は、とくにこの考え方を顕著に要求される世界です。

われわれは、現在の生活を犠牲にすることなく、先に生を受けたものとして子や孫に素晴らしい自然を受け継ぐ義務をもっています。そのためには、生物間相互作用に秘められた自然のもつ素晴らしい構造機能を改めて見つめ直す必要があります。

この「ライチョウ保護研究会」の設立を希望する発起人一同は、自然とふれあい自然をこよなく愛するものであると同時に、科学的な体系的知識を持つことを望むものです。これまで数十年間にわたり、ニホンライチョウの生態、生息環境の生態系について保全生態学的な視点から調査研究を行ってきました。その結果を踏まえ、山岳関係者、自然愛好家、山小屋関係者、行政機関などと合意形成をはかりながら、自然の保護・保全に努めてきました。この活動をさらに推し進め、子や孫に素晴らしい自然を残すために、特定非営利活動法人「ライチョウ保護研究会」を設立します。

平成 15 年 5 月 6 日  
特定非営利活動法人ライチョウ保護研究会  
設立代表者 鹿熊安正

目次

第3回

ライチョウと生息環境を考える会議=開催報告

事務局/時田昇臣 ……2

基調講演

高山生態系の構造と高山植物の生態特性

— 北海道大雪山系を中心に —

工藤 学 (北海道大学大学院地球環境科学研究院) ……3

シリーズ ライチョウを知ろう

コマンドル諸島におけるライチョウ (*Lagopus mutus*) の生態の特徴

A. V. Andreev 訳: 藤巻裕蔵 (NPO 法人ライチョウ研究会) ……10

ここは空の中、大地の切っ先 2

大村 顕介 (東京農工大学) ……12

ライチョウの糞からわかること

— 拾い続けた4年間 —

市川 陽子 (日本大学) ……18

編集後記・入会案内 ……22

## 第3回ライチョウと生息環境を考える会議＝開催報告

今回の会議開催については、平成19年5月19日、富山県赤坂会館（東京都港区）において開催された総会において決定されました。テーマについては、第2回会議に引続き、高山帯における植生環境、特に、温暖化による影響を取り上げることとしました。また、並行して、2007年度に新たに展開されたライチョウの食性研究や疾病の発生問題などを取り上げることとしました。高山環境の異質性を保全することにより、高山の生物の多様性を維持することが出来ると考え、演者を決めることとしました。

実行委員会（古林委員長ほか5名）では、テーマの具体化、講演者の選定と依頼、会場選択、プログラム作成、会員への通知、後援依頼などの対応にあたり、9月7日には開催内容を最終的に決定しました。

「地球温暖化と高山の生物適応戦略」をテーマとして、平成19年12月8日（土）に日本獣医生命科学大学（東京都武蔵野市）を会場として開催するに到りました。

プログラムは基調講演1題、話題提供4題および総合討論から構成されました。また、ライチョウの生息地を視覚的に理解するために「ライチョウの四季」（デジタルビデオ）を作成し、上映しました。さらに、別室を設けて、「高山の写真展」も開催しました。

当日の参加者は55名であり、一般市民の参加も多くありました。最新のデータを集積してライチョウを取り巻く実状を理解する会議となりました。会議後の懇親会にも多数お集まりいただき、交流の絆が深められました。

最後に、講演者やご参加の皆様をはじめ、後援いただいた環境省、WWF ジャパン、大蓮華保勝会、山の自然学クラブ、関係各位に厚くお礼申し上げます。

（事務局／時田昇臣）



# 基調講演 高山生態系の構造と高山植物の生態特性

## — 北海道大雪山系を中心に —

工藤 学（北海道大学大学院地球環境科学研究院）

寒冷な気候を持つ高山生態系には、低地の森林生態系とは異なる生物集団が生活しています。その代表的なグループがいわゆる高山植物であり、夏には多くの登山者が、鮮やかなお花畑に憧れて高山帯を訪れます。人知れず細々と生き延びているように見える高山植物ですが、高山生態系は、その厳しい環境からは想像し難い多様で独特の構造を持っています。高山生態系の生物多様性の仕組みについて、北海道大雪山系を中心に紹介します。

### 高山環境と高山植物の特徴

大雪山系は、標高2,000メートル級の山々が連なる日本最大の山岳国立公園です。そこには、日本の高山植物の約4割に相当する、約240種の高山植物が生育しています。大雪山系の高山植生が他の山域と比べて豊かなのは、主に3つの理由があります。最初にあげられるのは、「地形的な要因」です。大雪山系の山々は一般になだらかな山容のものが多く、稜線部は平坦な高原になっています。これは溶岩台地と呼ばれ、大雪山系の成因と関係しています。大雪山の形成期に活発な噴火活動が続き、大量の溶岩が噴出しました。それは細かく複雑な起伏を埋め尽くし、平坦な台地を作り出しました。本州の中部山岳地域では、主稜線が細い尾根で構成され、高山帯が線状に分布しているのとは対照的です。高山帯が面的に広がることによって、多くの生物が生育できる環境基盤が作られているのです。

二番目が「地理的な要因」です。北海道は高緯度にあり、大雪山が内陸に位置していることから、寒冷な大陸性気候が作られています。本州中部地方の森林限界は2,800メートル付近にあります。大雪山系の森林限界は約1,600メートルで、北アルプスに比べて1,000メートル以上も低いのです。山の高さは2,000メートルそこそこと低いのですが、森林限界が低いのと、高山帯の面積が広いために、日本最大

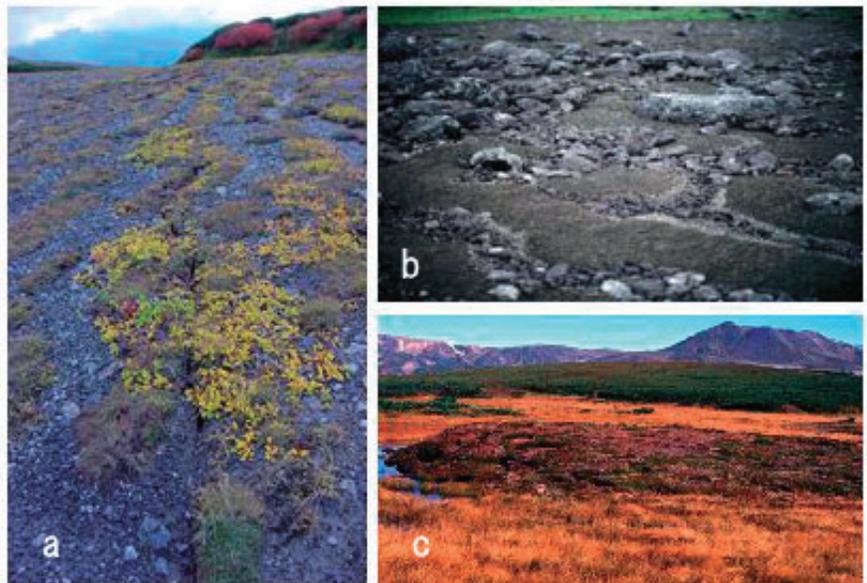


写真1. 大雪山系で見られる周氷河地形の例。(a)凍結割れ目、(b)多角形土（ポリゴン）、(c)パルサ（凍結小丘）

の高山生態系が作られているのです。そこには一年中凍結したままの永久凍土も存在し、アースハンモックやパルサと呼ばれる土壌凍結によってできた小丘や凍結割れ目、凍上作用によってできた多角形土（ポリゴン）など、周氷河地形が見られます（写真1）。大雪山系の高山帯の景観は、シベリアやアラスカのツンドラ地域にとっても良く似ています。

三番目に、「歴史的な要因」が大きく関係しています。北海道は、第四紀の氷期と間氷期の気候変動に際して北方圏から日本列島へ侵入した寒地性植物の通り道でした。北海道を經由して日本列島に入り込んだ植物が、約2万年前の最終氷期以降高山に取り残され、現在の高山植物になったと考えられて

います。日本の高山植物は、北極圏に分布する極地植物と中央アジアの高地植物を起源とするものが多いのですが、これらの植物の多くは東シベリアを經由して、サハリンや千島列島伝いに北海道へ侵入したと考えられています。すなわち、北海道の中央部に位置する大雪山系は、日本へ渡ってきた高山植物の祖先の最初の定着場所なのです。

このような歴史的背景があるために、日本の高山植物相は北海道と本州中部地方では異なっていることが最近の研究で明らかになってきました。地理的に広い分布域を持つ高山植物の遺伝的性質を集団（個体群）間で比較すると、同じ種であっても地域的に遺伝的組成が異なることがDNA解析などにより示されました。ヨツバシオガマやサク

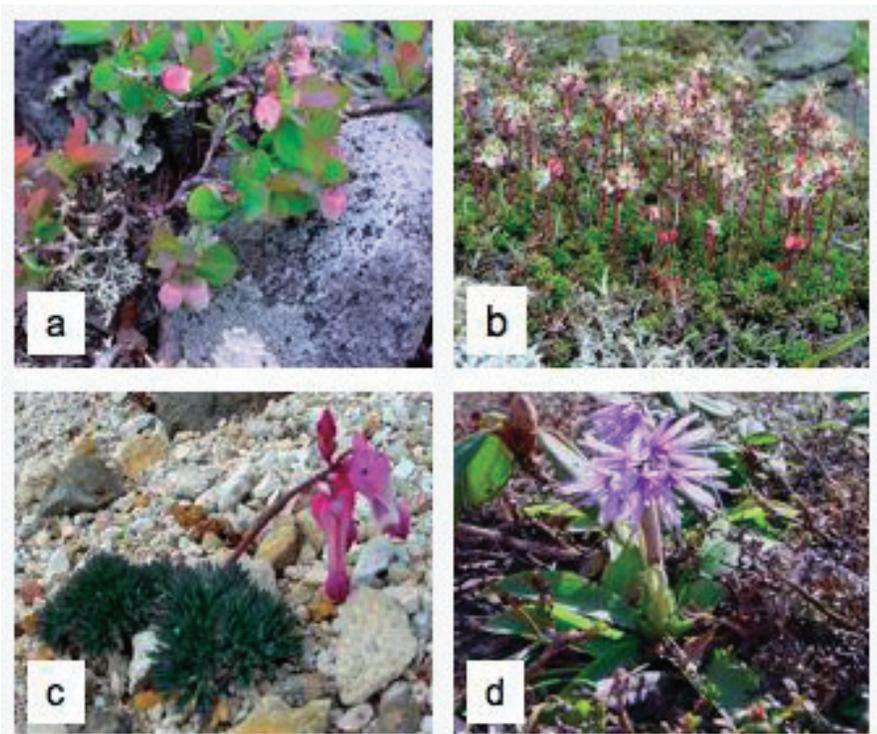


写真2. 高山植物に広く見られる主な生育型の例. (a) 匍匐型植物(クロマメノキ)、(b) マット状植物(チシマツガザクラ)、(c) クッション植物(コマクサ)、(d) ロゼット植物(ショウジョウバカマ)

ラソウ属植物(エゾコザクラやハクサンコザクラ)などの研究では、北海道の集団はカムチャッカ半島や千島列島など、より北方域の集団と遺伝的な類似性が高いことが分かりました。一方で、本州中部地方の集団は、遺伝的に異なる小集団に分断化している傾向がありました。これは、間氷期に高山帯に取り残された小集団がそれぞれ独自の遺伝組成を残したためだと考えられています。植物は気候変動に伴い南北に移動します。氷期には南下し、間氷期には北上します。しかし一部は間氷期にも北上せず、山岳地域上部に取り残されます。氷期の度に寒地性植物が

南下してきますが、その際、以前の氷期に南下し高山帯に取り残されていた植物と再び出会います。しかし、氷期が弱ければ南下の程度も低く、より低緯度の山岳地域に取り残された植物とは出会うことがなかったかも知れません。そのため、北方圏由来の高山植物の南限にあたる本州中部山岳地域の高山植物は、異なる侵入履歴を持った植物集団が混在しているのではないかと考えられているのです。このように、同じ高山植物種であっても、地域によってその履歴や遺伝的な性質は大きく違っているのです。

高山生態系を特徴づける環境要因と

して、(1) 寒冷・多雪であること、(2) 植物の生育期間が短いこと、(3) 強風で乾燥しやすいこと、(4) 土壌が未発達で栄養分や保水性に乏しいこと、(5) 日射や紫外線が強いことなどがあげられます。このような過酷な環境では、背丈の高い樹木は生育できません。高山植物はいくつかの共通した形態的な特徴を持っています。その一つが矮生化(小型化)です。熱帯多雨林では樹木は樹高60メートルにもなりますが、高山植物や極地植物では樹高数センチメートルのものもたくさんあります。矮生化により、地表付近の弱風・温暖環境を効率的に利用し、また雪圧等にも耐えることができます。また、枝葉を密生させて表面積を小さくするような生育形態が一般的です。主なものに、匍匐型、クッション型、マット型、ロゼット型などがあります(写真2)。このような生育形態は、葉からの放熱や蒸散を防ぐ効果があります。さらに、葉をつけたまま越冬する常緑性植物は、クチクラ層の発達した小型で密生した葉を持ったものが多いです(写真3)。これも、強風による蒸散を防ぐための適応形態です。

### 高山生態系の仕組みと植生分布

気候の厳しい高山環境で色鮮やかなお花畑ができるのはどうしてでしょうか？ それは、冬の間に豊富に積もった雪と関係があります。(1) 積雪分布の場所による偏りが植物の生育環境の違いを作り出し、多様な種の分布を可



写真3. 常緑性矮生低木に一般的な葉の形態. (a) 線型葉(コエゾツガザクラ)、(b) 小型葉(ミネズオウ)、(c) 鱗片葉(イワヒゲ)



図1. 大雪山系で見られる主要な高山植物群落とその立地環境。雪解け時期と土壌水分条件によって高山植物群落のタイプが決まる

能にしていること、そして(2) 雪解け時期の違いが複雑な季節性を作り出し、多様な開花パターンを引き起こしていること。この2つが高山帯に多様なお花畑ができる原動力です。最初に、積雪分布と植生タイプの関係について見ていくことにしましょう。

高山環境の両極は、「風衝地」と「雪田」と呼ばれる立地です。風衝地は、山頂付近や稜線付近に現れる吹きさらしの場所です。ここでは、冬季の強い季節風により雪が吹き飛ばされてしまうので、雪がそれほど積もりません。そのため寒気が直接地面に達し、地表付近の温度は $-20^{\circ}\text{C}$ 以下になります。土壌は深くまで凍結し、越冬中の植物は強い耐寒性を持っていないと生きていけません。さらに土壌は未発達で栄養分に乏しい上に、乾燥しやすく絶えず強風にさらされるので、乾燥ストレスに耐える能力も要求されます。風衝地植物は、夏から秋にかけて耐寒性が急速に高まります。耐寒性の獲得は気温の低下によって誘導される生理的な反応で、葉に含まれるリン脂質濃度の増大と関係があります。耐寒性を獲得した植物は、 $-200^{\circ}\text{C}$ 近い超低温状態

でも生存することが知られています。一方で雪田は、季節風の風下に当たる南東向き斜面や窪地に現れます。ここは雪の吹きだまりになるため、雪の断熱性により土壌はほとんど凍結しません。植物は比較的温暖な環境で越冬できますが、雪解けが遅いため生育期間は非常に短く、短期間で成長と繁殖を終わらせる必要があります。つま

り、気候的なストレスはそれほど強くないが、短い生育期間が植物の定着と生存を難しくしているのです。このように、一口に高山環境といっても植物にとっての環境の「厳しさ」は、生育場所によって違った形で現れます。高山植物の分布は、この両極環境の間でそれぞれの種が適した場所を選んだ結果であると考えられます。

大雪山系で見られる主要な高山植物群落は、風衝地植物群落・ハイマツ群落・雪田植物群落・高茎草原群落・高層湿原群落に大別できます(図1)。風衝地植物群落は、イワウメ・ミネズオウ・チシマツガザクラ・コメバツガザクラなどの常緑矮生低木やハナゴケなどの地衣類が発達する群落です。冬季は積雪に覆われるが5月上旬頃には雪が解ける岩礫斜面には、ハイマツ群落が発達します。ハイマツは日本の高山帯を特徴づける植物ですが、その分布は北東アジアに限定されています。東シベリアでは低地のカラマツ林や山地帯に生育しており、日本以外の高山地域ではハイマツ帯はほとんど発達しません。雪解け後に適度の水分が保たれる比較的土壌の発達した場所には、ハクサンイチゲ・チシマノキンバイ



写真4. 雪解け傾度に沿った高山植物群落の出現パターン。風衝地から越年雪渓(万年雪)にかけて、植生タイプが入れ替わっていく。

ウ・ナガハキタアザミ・ミヤマバイケイソウなど草丈のある草本植物からなる高茎草原群落が見られます。雪解け後に過湿状態となる水はけの悪い場所には、ミズゴケ・スゲ属植物・エゾキスゲ・モウセンゴケなどが発達する高層湿原群落ができます。そして、最も雪解けが遅い場所にはエゾコザクラ・アオノツガサクラ・ミヤマリンドウ・ハクサンボウフウ・ミヤマクロスゲなどが発達する雪田植物群落ができるのです。雪田の中でも特に雪解けが遅く、8月になってようやく雪が解ける場所では、生育できる植物はごくわずかです。このような場所にはスギゴケなどの鮮苔類がわずかに生える雪田荒原となります。このように、高山植物群落タイプは、雪解け時期の違いとその後の土壤水分状態によって決まります。ちょっとした地形の違いや斜面の方向によって積雪分布や水分環境は変化するので、群落タイプもがらりと変わります。わずか数百メートルの範囲でも多様な群落タイプがモザイク状に隣り合って現れます(写真4)。そのため、高山植生は変化に富んだものになっているのです。

### 雪解け時期の違いが作り出す多様な生物間相互作用

次に雪解け時期の違いが高山植物の季節性に及ぼす影響について紹介します。高山植物の開花時期は、いつ雪が解けたかによって決まります。だから同じ植物であっても、雪解けが違う場所では花期も変わります。風衝地と雪田では開花パターンが大きく異なります(図2)。風衝地植物群落では6月上旬から徐々に開花が始まり、7月中・下旬に開花のピークとなり、8月中旬にはほとんど咲いている植物はなくなります。一方で、雪田植物群落の開花は雪解け直後に始まります。7月中旬に雪が解けた場合、雪解け後10日から20日で開花ピークとなり、開

花は9月上旬まで続きます。さらに雪解けが遅い場所では9月末まで開花が見られることもあります。場所による雪解けの違いは、冬に積もった雪の深さによって決まります。大雪山では、窪地や沢状地形のように雪の吹きだまりになりやすいところでは、積雪が20メートルにも達することもあります。一夏かかっても解けきらず、越年雪渓(万年雪)になる場所もあります。雪解け時期の違いがあることにより、その地域の植物群落の開花パターンは多様になり、地域全体としての花の季節は長くなります。

個々の植物の花の寿命は短いのに夏中お花畑が見られるのは、雪解けが季節を通してゆっくりと進むからです。

花蜜や花粉を餌とする昆虫類にとって、花期が長くなるのは非常に都合の良いことです。なぜかという、雪解けに伴って短い距離を移動することで、同じ種類の花を長期間利用できるからです。雪解け傾度に沿った移動は、季節を後戻りするのに似た効果をもたらします。このようなユニークな現象は、高山生態系を除いてまず見られません。もし雪解けが生育シーズン初期に一斉に起きると、高山帯の開花期間は8月中旬には終わることになるので、花を利用する昆虫の餌資源はシーズン後期

に枯渇してしまいます。高山帯の昆虫層は現在の状態よりもおそらくずっと単調なものになってしまうでしょう。

一方で、植物にとって開花時期の変異はどのような意味があるのでしょうか？ 昆虫の数や種類は、気温の変化に対応して季節的に変化します。高山帯では、まだ気温の低い6月に花を訪れる昆虫は限られています。高山生態系で最も重要な花粉媒介者であるマルハナバチ類は、明瞭な季節性を持っています。単独で越冬した女王バチは、高山帯では6月によく現れます。この時期は主に花蜜を利用し、花粉の運搬にはそれほど貢献しません。やがて営巣し、最初の働きバチが現れるのが7月中旬です。働きバチは花粉を集めて花を飛び回るので、花粉媒介者として非常に有効です。7月下旬から8月にかけて働きバチの数は急増し、頻繁にいろいろな花を訪れるのが観察できます。このような花粉媒介昆虫の季節性を反映し、高山植物の受粉成功率(花粉を受け取る確率)も季節を通して大きく変動します。雪解けが早く、シーズン初期に開花する植物は、一般に花粉の媒介がうまく行われずに結実に失敗する危険性が高まります。7月下旬から8月上旬にかけて開花する植物で最も結実率が高まります。雪解け

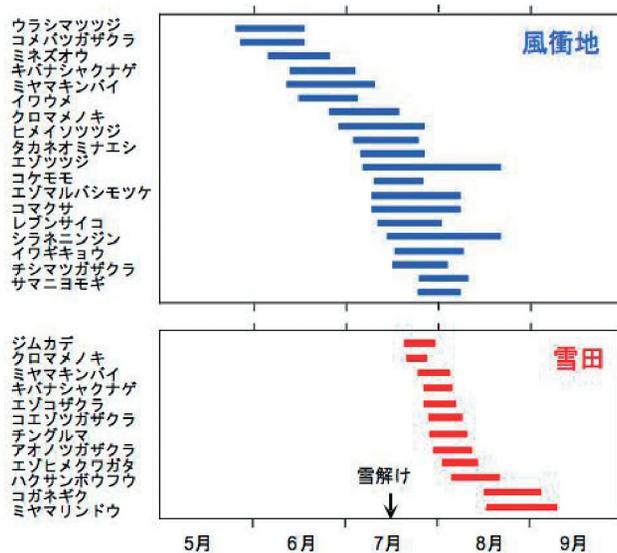


図2. 風衝地植物群落(上図)と雪田植物群落(下図)の主要虫媒花植物の開花時期の比較。

が非常に遅いため8月中旬以降によく花を咲かせた植物では、受粉に成功してもその後果実を成熟させる前に生育シーズンが終わってしまい、結実に失敗する危険性が高まります。大雪山では、例年9月下旬には雪が降り始め、ほとんどの高山植物は活動をやめてしまうので、8月以降に雪が解ける場所では、わずかひと月半しか生育期間はないこととなります。すなわち、高山植物の結実成功は、開花が早い場合の「花粉制限」と、遅い場合の「時間的制限」という季節的な制約があるのです。花が咲いてから種子ができるまでの期間は、植物の種類によって異なります。一般に草本植物は種子生産に要する期間は短く、常緑性低木で長い傾向があります。例えば、雪解けの遅い場所によく見られるエゾコザクラやミヤマリンドウは、開花から結実までに要する期間は3週間程度ですが、雪解けの早い場所に生育するキバナシヤクナゲは種子生産に2ヵ月近くもかかります。従って、生育期間内に種子を作ることでできる最も遅い開花時期は、種によって変わります。高山植物にとって、結実の可能性が高まる時期に合わせて花を咲かせる反応が適応的なのですが、実際の開花時期は植物が生えている場所の雪解け時期によって決まります。また、同じ場所でも実際の雪解け時期は年によって大きく変動します。そのために、同じ個体群で観察しても結実率は年によって大きく変動します。

高山植物群落の複雑な開花パターンは、花粉媒介昆虫の獲得競争を激化させる場合もあります。花粉媒介を巡る種間相互作用には、花粉媒介昆虫を少しでも多く引きつけようとする植物種間の資源獲得競争（搾取型競争）と、異なる種間の花粉移動を回避しようとする干渉型競争があります。いくらたくさんの昆虫に花粉を持って行っても、その昆虫が異なる種類の花に花粉を運んでしまえば、種子を作

って子孫を残すことができません。場合によっては、雑種ができてしまうこともあります。雑種は多くの場合稔性が低く、子孫を残すことができないので、種間交雑は一般に不利です。大雪山にはツガザクラ属の高山植物が何種類か生育しています。その多くは雪田環境に分布しているのですが、そのいくつかは種間交雑による雑種であることが最近の遺伝解析により明らかになりました（写真5）。例えば、雪田に広く分布するコエゾツガザクラは、雪解けの早い場所に生育するエゾノツガザクラと遅い場所に生育するアオノツガザクラの雑種第一代（F1）であり、まれに見られるニシキツガザクラは、コエゾツガザクラとアオノツガザクラの戻し交配の結果作られた雑種であることが分かりました。このような雑種形成は、ツガザクラ属植物の花粉媒介昆虫であるマルハナバチが種間を移動して花粉を運んだために起きた現象です。花粉媒介を巡る種間競争を回避するために、いろいろと繁殖戦略を進化させてきた高山植物もいます。例えば、競争相手の種が開花する前に咲いてしまうのも一つの戦略です。風衝地に生育するウラシマツツジやコメバツガザク

ラは、例年5月末頃に開花を始めます。この時期はまだ気温が低く昆虫の活動も極めて不活発なので、なかなか花粉を運んでもらえないようです。時折訪れる穏やかな天候時に昆虫がやってきます。これら早咲きの植物にとって、遅く開花して他種と競争するよりも、昆虫の活性が少なくとも競争者のいない早い時期に開花するほうが有利な面があるのでしょうか。また、冬眠から目覚めたマルハナバチ女王にとって、早い時期に咲くこれらの花は貴重な蜜源植物になります。

熱を集めて昆虫を誘引する植物もいます。例えば、チョウノスケソウは太陽の方向に合わせて花を動かし、太陽熱で花の内部を暖めます。また、マルバヤナギの花序はセーターを着たような柔毛を密生させて熱を保ちます（写真6a, b）。自分で体温を上げることのできない昆虫類は、植物が作り出したこのような熱スポットを求めてやってきます。その際に、花粉媒介が行われるのです。熱による花粉媒介者の誘引は、寒冷環境に特有のユニークな戦略です。

花粉を運んでもらう相手を限定してしまう植物もいます。エゾオヤマノリンドウの花は、天気の良い日でも少し

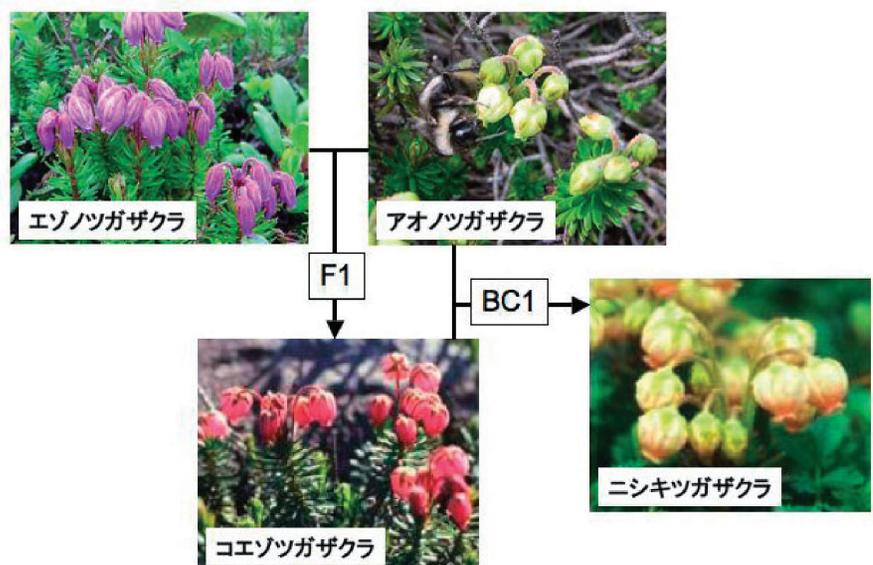


写真5. ツガザクラ属植物の雑種形成メカニズム。母種エゾノツガザクラとアオノツガザクラの雑種第一代（K1）がコエゾツガザクラであり、コエゾツガザクラとアオノツガザクラの戻し交雑（BC1）によりニシキツガザクラが作られる。

## 地球温暖化と高山生態系

近年、人類が排出した温室効果ガスの影響による地球温暖化が盛んに話題に上るようになりました。地球温暖化で予測される環境変化には、平均気温の上昇、降水量や積雪量の変化、雪解け時期の早期化、土壌の乾燥化、土壌養分の変化などがあります。陸域生態系の中で最も寒冷地域に位置している極地生態系や高山生態系は、地球温暖化の影響が最も早くかつ深刻に現れるのではないかと危惧されています。温暖化が進行した場合に高山生態系では、(1) 植物の生育開始時期の早期化、(2) 生育期間の延長、(3) 成長速度の増大が起こると予測されます。これらの変化はいずれも、現在の高山植物にマイナスに作用し、高山生態系の生物多様性を減少させるのではないかと考えられています。

開花が早まることにより高山植物は霜害を受けやすくなります。寒さに強い高山植物ですが、花などの繁殖器官の耐寒性は一般に低く、しばしば遅霜による損傷を受けます。春が温暖で開花が早く起こった年には、夜間の凍害で花がほぼ全滅することもあります(写真7)。このような現象が恒常的に起きるようになると、種子生産ができないために世代交代がうまく行かず、高山植物集団は縮小する可能性があります。また、雪解け時期の早期化で開花が早く進行し、群落全体の開花シーズンが短縮されると、花を利用している昆虫類の餌資源が不足する事態となります。それが数年続けば、地域の昆虫相も変化していくかも知れません。

高山植物の季節性変化が引き起こす重大な影響として、花粉散布を介した遺伝子流動パターンの変化があげられます。自ら移動することのできない植物にとって、空間を移動できるのは、受粉時の花粉散布と、結実期の種子散布のみです。花粉散布を介しての空間移動は、開花期が重複する植物間を花

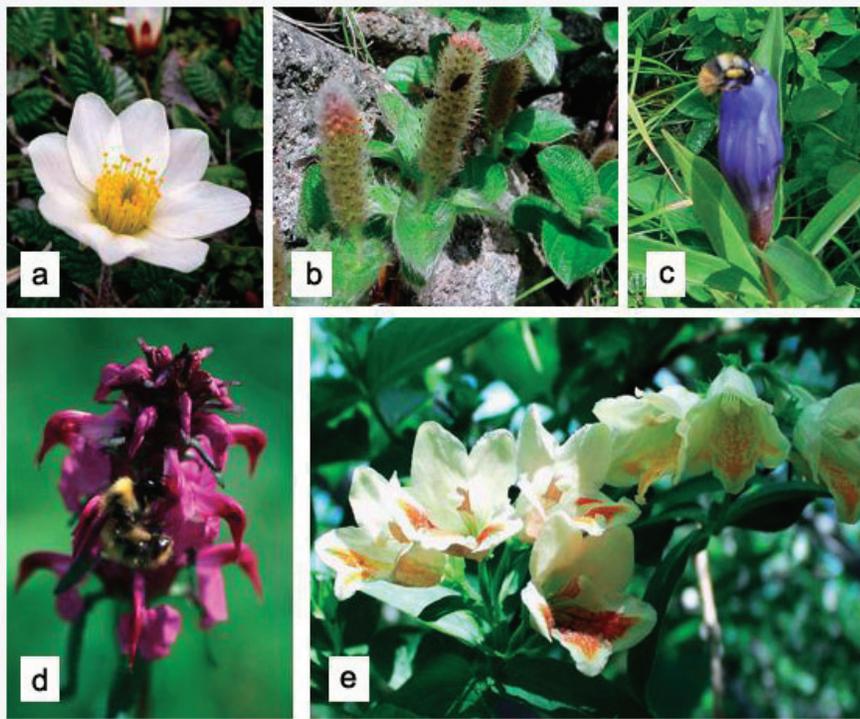


写真6. 高山植物で見られる様々な繁殖戦略。(a) 太陽の向きに花を合わせるチョウノスケソウ、(b) 柔毛を発達させ保温効果高め昆虫を引き寄せるマルバヤナギ、(c) 花を開かずに訪れる昆虫の種類を選別するエゾオヤマノリンドウ、(d) ヨツバシオガマで振動受粉を行うマルハナバチ、(e) 花の色を変化させるウコンウツギ

しか開きません。力の強いマルハナバチのみが花弁をこじ開けて花の内部に入り込み、蜜を得ることができるのです(写真6c)。また、ヨツバシオガマは蜜を作りません。花粉のみが昆虫への報酬ですが、この花粉は花を細かく震動させたときのみ落ちてきます。これを振動受粉と呼びます。この花から花粉を得ることができるのは、高度なテクニックを身につけたマルハナバチのみです(写真6d)。このように花粉媒介のパートナーを限定することにより、効率的な花粉の受け渡しができるでしょう。

さらに巧みな戦略として、花色を変える植物もいます。ウコンウツギは同じくマルハナバチに花粉媒介を頼っていますが、性機能のなくなった古い花もすぐには落とさずに、しばらくつきたままです。新しい花には蜜があり、花の内部にはマルハナバチに識別できるネクターガイドというオレンジ色のマークが付いています。ところが、蜜を出さなくなった古い花ではこの部分が赤く変色し、マルハナバチには

蜜がないと識別できるようになります(写真6e)。このような花色変化は何の役に立つのでしょうか？ 実はこれは、マルハナバチを早く他の株へ追いやるための戦略なのです。植物にとって、昆虫を呼び寄せることは重要ですが、いつまでも同じ株に昆虫がとどまると自家受粉ばかり起きてしまいます。自家受粉による種子生産は、他家受粉種子に比べて生存率が低いなど不利な場合が多いので、自家受粉を減らす性質が有利となります。だから、昆虫が数個の花を訪れた後に速やかに立ち去ってもらう必要があります。マルハナバチは蜜のない変色花が混在した株では早く立ち去る傾向のあることがわかりました。つまり、花色変化をすることにより、植物が昆虫の行動をコントロールしているのです。このように、植物と昆虫を巡る相互作用は大変多様で、また面白いものです。まだまだ私たちの知らない不思議な関係がたくさん見つかる可能性があります。



写真7. 遅霜により凍害を受けたキバナシャクナゲの花

粉媒介昆虫が移動することで起こります。だから雪解けに沿った開花時期の違いは、遺伝子流動の範囲を狭めることとなります。高山植物集団内には、雪解け傾度に沿った開花時期の違いに対応した遺伝構造があることが最近の研究で明らかになってきました。一見ひとつの大きな集団のようでも、実は遺伝的に異なる小集団に分かれている可能性もあります。雪解けが早期化し、開花が一斉に進行すると、開花の重複する範囲が広まり、今までとは異なる遺伝子流動が起こる可能性があります。このような遺伝子攪乱が高山植物の集団維持にどのような影響をもたらすのかについては、ほとんど明らかにされていません。しかし場合によっては、遺伝構造の均質化や遺伝的多様性の低下が起こる可能性もあります。

生育シーズンの延長や成長速度の増加は、一見すると植物にとって都合の良いことのように見えます。しかし、成長促進は、植物の光や養分を巡る種間競争を激化させることとなります。大雪山系で行っている温暖化実験によっても、温暖化により種間競争が激化し、成長速度の遅い植物は徐々に被圧されて減少していくことが示されてい

ます(写真8)。また、高山帯の気候条件が緩和されることで、これまで高山帯に侵入できなかった植物が入り込んで来る可能性があります。ヨーロッパや北アメリカでは、過去10数年間に森林限界が上昇してきたことが報告されています。日本の高山帯で最近見られる植生変化として、チシマザサのお花畑への侵入があげられます。もともと低地性のチシマザサは、高山では矮小化してハイマツの林縁部にわずかに生えていたのですが、最近の雪解けの早期化と土壤の乾燥化によりお花畑

への侵入が目立ってきました。温暖環境下ではきわめて競争能力の高いチシマザサは、高山植物を被圧して徐々にその勢力を広めているようです。

地球温暖化との関連性についてはさらなる調査が必要ですが、高山帯の温暖化は急速な植生変化と多様性の減少を引き起こしかねません。注意深く変化の兆候を監視していく必要があります。

以上、高山生態系の構造と高山植物の生態特性について大まかに紹介しました。高山生態系は、一般に考えられてきた以上に多様な生物間相互作用があること、多様性を生み出すメカニズムは積雪と強く関係していること、環境変化に対して脆弱な生態系であることを理解してもらえれば幸いです。

#### 主な参考図書

- ・「大雪山のお花畑が語ること：高山植物と雪渓の生態学」工藤岳著、京都大学学術出版会、2000年刊。
- ・「高山植物の自然史：お花畑の生態学」工藤岳編著、北海道大学図書刊行会、2000年刊。
- ・「高山植物とお花畑の科学」水野一晴著、古今書院、1999年刊。
- ・「高山植物の生態学」増沢武弘著、東京大学出版会、1997年刊。



写真8. 大雪山で行った解放型温室 (OTC) を用いた温暖化実験。温室設置により日平均気温は約2°C上昇する。

# －シリーズ ライチョウを知ろう－

## コマンドル諸島における ライチョウ (*Lagopus mutus*) の生態の特徴

A. V. Andreev 訳：藤巻裕蔵 (NPO 法人ライチョウ研究会)

ライチョウはコマンドル諸島も含め、アリューシャン列島全域に生息し、7亜種に分けられている (Peters 1934)。コマンドル諸島の亜種 *Lagopus mutus ridgwayi* は大陸の個体群とは異なり、より暗色でやや小型である。この亜種については短い報告があるだけである (Iogansen 1934, Marakov 1962)。ライチョウのいろいろの亜種の行動の特徴に関する報告はまったくない。亜種間で、行動の型は分類カテゴリーや系統関係を決めるのに補助的なよい基準となる。

メドヌイ島で1969年7～8月に観察を行った。島の面積は186km<sup>2</sup>である。島の環境は大きく4区分できる：1) 斜面下部の川沿いの草地で、高茎草本が密生する、2) ツンドラで、普通は草地の上部、また丘陵下部の急斜面に発達する、3) 植物が疎生する岩礫地で、山頂や鞍部にみられる、4) 平坦で湿潤な所にある湿原である。

ライチョウは1日のどの時間帯でも、どの季節でも、これらのどの環境でも見られる。ディスプレイや抱卵の時期には、ほとんどツンドラにいる。午前中には植被のない岩礫地に行き胃石用の小石をとったり、そこでディスプレイをする。換羽期 (8月中頃から) には反対に植被

のない岩礫地で普通となる。普通ライチョウは草地とツンドラの境、または湿潤な場所で採餌する。このようにライチョウは島の主要な環境を全て利用している。

雄は3～4月にディスプレイを始める (Iogansen 1934)。ディスプレイは7月中頃まである程度観察できる。ディスプレイの期間がこのような長いのは、多分第一に春が長いこと、第二にいつも島内を歩き回っているホッキョクギツネによる卵の捕食がよくあるためである。

雄のディスプレイは多くの要素からなり、そのうち最も目立つのは次のようなディスプレイ飛翔である。斜面から飛び立ち、速いスピードで高く舞い上がり、それから滑空を始める。翼を動かさずに滑翔し、急に上昇して頂点に達し、独特の軌跡を描く (図1)。この飛翔は垂直に降りることで終わるが、ときにはこの急上昇が数回繰り返される。このときライチョウは円を描いて長く飛ぶ。ディスプレイ飛翔するときには、必ず鳴く (図1キャプション参照)。急上昇はディスプレイ飛翔が最高潮になったときである。飛翔が終わるとき、半円型の尾と翼を広げる特徴のある姿勢をとり、降りるとき白い風切羽がとくに目立つ。ヌマライチョウ (*Lagopus lagopus*) のディスプレイ飛翔は、これとほぼ同様の軌跡を描く (Mikheev 1948)。

降りてから地上でディスプレイするとき、すべてのライチョウ類に特有な特徴のある姿勢をとる (図2e)。このときには首を伸ばし、半円型の尾をほぼ垂直に上げ、翼を半開きにし、そのため白い風切羽がよく目立ち、赤い肉冠がとくに赤くなる。この姿勢でゆっくり歩き、ディスプレイのときの鳴き声の続きで、ときどき (3～5秒おき) 1音節の声で鳴く。雄は近くに雌を見つけると、ディスプレイ飛翔せずに同じような行動をする。

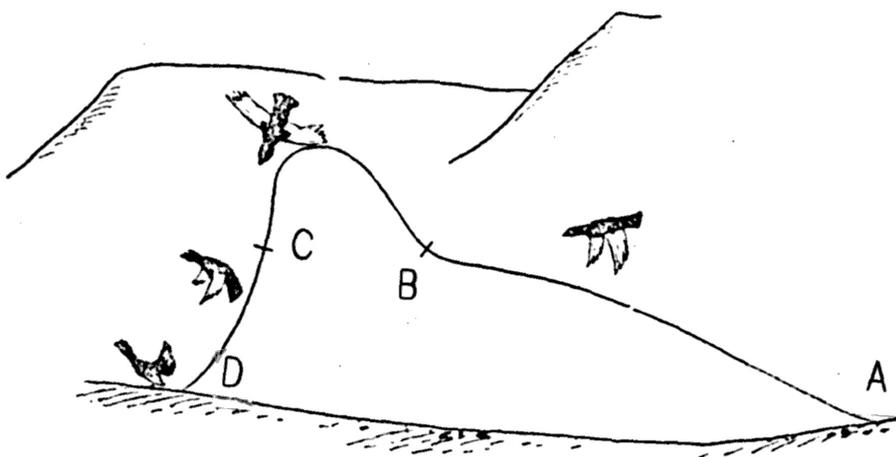


図1. ライチョウのディスプレイ飛翔。A～B= 直線飛翔、B～C= 鳴きながら飛び上がる、C～D= 降下。

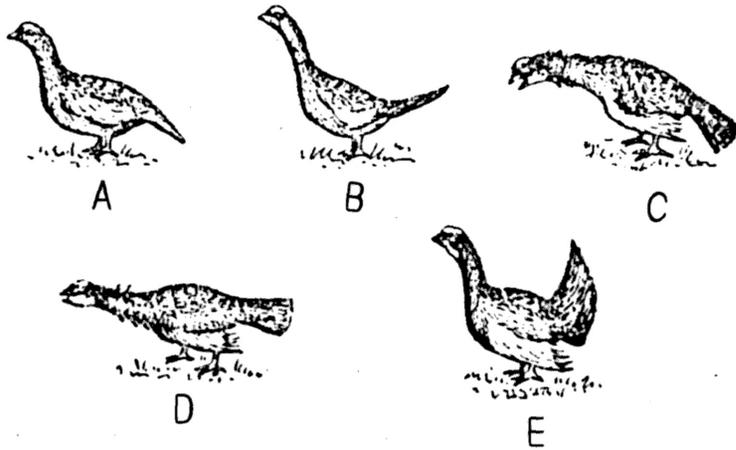


図2. 雄のさまざまな姿勢. A= 静止姿勢, B= やや興奮したときの姿勢, C=「場所誇示の姿勢」, D= 威嚇姿勢, E= ディスプレーのときの基本姿勢.

雄が飛びながらなくディスプレイのときの声は、二つの「長い」1音節の声と「トリル」の3部分からなる。鳴き声は個体や状況によって異なり、鳴き声の長さは「トリル」の長さによる。この鳴き声の特徴は、離れていても小さくならないことである。近くで鳴いているように聞こえても、観察者から150～200 m離れている。鳴き声の他の特徴は、ディスプレイをしていないときでも雄が飛ぶときに聞かれることである。よく着地するときには鳴くが、ときには飛び立つとき、ときには飛翔の最初と最後に鳴く。ライチョウの声のこのような特徴は、島で頻繁に発生する霧や非常に起伏のある地形という条件で、多分同種個体間の連絡の働きをする。雄の鳴き声は、見通しが悪いのを補い、近くの個体がお互いの動きを知らせるのに役立つ。

なわばり執着性は8月初めまで最も強い。この時期に雄は小高い所にじっと立っているのがよく観察される。この時期には雄も雌もそれほど警戒しない。観察者が近づくと、「少し興奮」した反応を示す。このような場合に示す姿勢は、座って休息する姿勢とは違う(図2a, b)。このような行動は、営巣地以外で見られる個体に特有である。

雄の行動で目立つのは、「場所を誇示する姿勢と信号」である。雄はよく目立つ場所にて、ときどき体をかがめ、首の羽毛を立てて首を伸ばし、尾を下げる(図2c)。このような行動は攻撃状態にあることを示し、この場合は多分威嚇姿勢よりもっと儀式的である。このような姿勢をとるときには独特の声で鳴く。これは変調した「長い」音節の声で、第一声は非常に短く(0.1秒)、第二声はもっと長く低く1～2秒である。この声の後に周辺から隣の個体の応答の鳴き声がよく聞かれる。

コマンドル諸島のライチョウは一夫一妻である。私が7月初めに標識した雌雄は、8月中頃まで一緒に見られた。Iogansen (1934) の観察によると、産卵は6月下旬であ

る。日中の採餌をしていないときには標高200 m以上で見られるので、多分巣はツンドラ上部にある。巣周辺における行動は独特である。近くに巣があることは、普通小高い所において人が現れると素早くその人に向かって飛んで行く雄の特徴ある行動から明らかである。この飛翔は鳴き声を伴う。飛んできて羽毛を立てて首を水平に伸ばし、尾を水平に広げ、左右に動きながら近くを歩きまわる。このとき、普段ライチョウが出す声とはまったく違ったシューという声が聞かれる。このような行動は自分のなわばりから他の雄を追い払う

雄で見られる。幼鳥のそばで警戒する雌も、同様の「攻撃行動」(図2e)を見せる。

幼鳥は7月末～8月に現れる。7月28日には7羽の綿羽幼鳥の群れが見られた。8月3日に同じくらいの日齢の幼鳥(6羽)がいる群れを、8月22日(2羽)に幼鳥連れの群れを見つけた。最後の幼鳥群は多分やり直し繁殖で生まれたものであろう。この2番目の群れは8月15日にも再び見られた。幼鳥はすでにかかなりの距離(200 mまで)を飛べた。

換羽開始(8月中旬)から行動は非常に変化する。繁殖期に特有な攻撃性やなわばり性は弱くなる。雄は単独か群れ(6羽以下)で岩礫地で見られ、ここに集まっている。薄暗いうちに雄が飛来し、これらの鳴き声が聞かれる。日中に隠れている個体が、ツンドラ下部でときどき見られるだけである。行動のこのような変化は生理的な変化によるもので、7月8日と8月6日に採集した雄2羽では体重に対する生殖器重量の比がそれぞれ0.6, 0.08%であった。

コマンドル諸島のライチョウ個体群は、島の典型的な海洋性気候、多雪の冬、長引く春、限られた面積、高密度のホッキョクギツネ個体群の存在などといった独特の条件下に生息している。ライチョウ個体群が構成要素となっている生態学的複合体が比較的単純なことで、これが多くの生物学的諸問題の解決のためのよい「モデル」となる。狩猟対象としてのコマンドル諸島のライチョウの実際的な重要性は、この島の自然の記念物としての科学的価値に比べれば明らかに小さい。

<文献省略>

[A contribution to the ecology of *Lagopus mutus* on the Commander Islands. *Zoologicheskii Zhurnal* 50:1260-1262, 1971]

# －シリーズ ライチョウを知ろう－

## ここは空の中、大地の切っ先 2

大村 顕介（東京農工大学）

### 下界で考えること

2006年はフィールドで暴れまわった年でしたが、2007年は思考する年でした。2006年に後輩たちととったデータから何が言えるのかを考え、補強のためのデータを収集しました。そして、秋にはライチョウのフォーラムのためにDVDを作成せよとの指令が下ったので、ほぼひと月かけて写真の選定、動画の編集を行いました。

4年間で撮り溜めた膨大な数の写真をああでもないこうでもない組み合わせ、スライドショーにし、採食物同定のために撮ったビデオから動画をキャプチャーし、どうにかこうにか、春から秋までのライチョウを紹介するDVDが完成しました。

写真に写っているのは、自分の目から見た山の姿であり、それを並べていくと、その時何を考えてこの写真を撮ったのかが思い出されます。さながら記憶の旅です。この日は、雨の中を登

ったのだった。この時見つけたライチョウは霧の中でずっと砂浴びをしていた。この日は大量に測量をして、足に血豆ができて歩けなくなった日だった。思い出に浸りながら作業を続けました。

めまぐるしく変わる季節、風景、天気をうまく現すには、場面を考えて作成されていて、しかもシンプルで編集のしやすいゲーム音楽が良かろうと、わざわざ渋谷のタワーレコードまで音源を捜しに行きました。

そうして私の記憶の断片をかき集めたDVDが完成しました。それと同時に、修士論文の構成もほぼ固まりました。私は何時間も机に向かって勉強のできない子でした（今もそうです）。この記憶の旅は修士論文の構成を決めるのに絶好の機会だったと言えます。

12月頃から執筆に入り、2月上旬に脱稿。80枚ほどの修士論文が完成しました。卒業論文の時は、どんなにがんばっても30枚程度だったことを考えると、研究に専念した修士の2年間

というのは人生の中で大変濃密だったと思います。

そんな私の修士論文タイトルは「北アルプス上ノ岳におけるニホンライチョウ雌成鳥の交尾産卵期・抱卵期の採食戦略」です。

### 大地の切っ先で起きていること

前号にも色々書き散らしてしまったので、ここでは2007年にわかったことを中心にご紹介します。

図1に示すのは、ある雌成鳥の縄張り内の植生と雌成鳥の採食植物のつばみ割合を示したものです。右側にはなわばり内にあった植物の積算優占度（SDR<sub>3</sub>）です。値が大きいほど、その植物は量的に多いことを示しています。植物名は積算優占度の高い順に並べました。バーのパターンは生活型を示しています。左側にはその植物のつばみ割合を示しています。もっと多くの

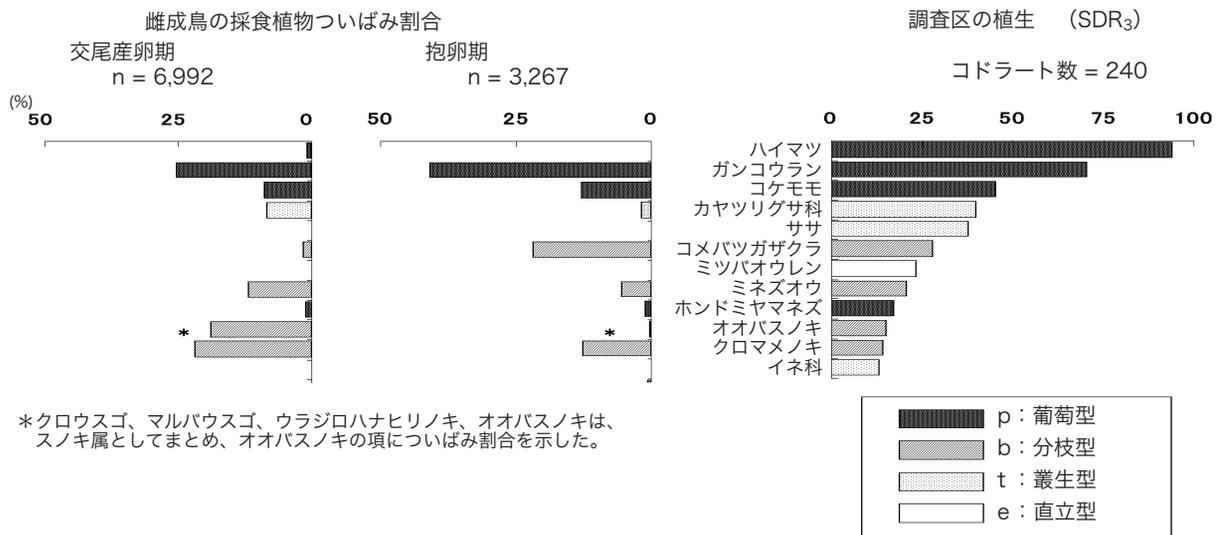


図 1



種が出現していますが、ここでは積算優占度の高い植物のみを示しました。

まず、基本的にはついでみ割合が大きい植物は積算優占度も高い、ということがわかります。

次についでみやすさという問題です。ついでみ割合の高い植物は匍匐型と分枝型の小型の本木植物に集中しました。これらの植物は数cmほどの高さで面的に広がる植物であり、風で揺れにくいので、地面をつつくように採食を行うライチョウにとって採食しやすいと考えられます。

これらに比べて積算優占度の高いハイマツはついでみ割合が低くなっています。ハイマツは葉が大型の針葉であることからライチョウにとってついでみにくい植物であると考えられます。また、単に不嗜好性の植物なのかもしれません。カヤツリグサ科の採食については穂の部分をついでんでいました。風に揺れる穂の部分を狙ってついでむので、ずいぶんついでみにくそうです。ライチョウの採食をじっと見ていると、チョンチョンチョンと、3回ぐらいついでんで顔をあげる、ということを繰り返します。クチバシに入るだけ入れ

て、飲み下しているのでしょうか。抱卵期になるとこれが交尾産卵期の2倍の速度で行われますので、カヤツリグサ科の穂のようなものは抱卵期になるとついでみ割合が減るようです。

ところで、抱卵期にはスノキ属（オオバスノキ、クロマメノキ）といった落葉木本のついでみ割合が下がり、代わってガンコウラン、コメバツガザクラのついでみ割合が増えます。どれも、量的には多いですし、地面に這いつくばる植物です。

そこで、今度は植物の分布という視点から考えてみます。

植物というのは不均一に分布するものです。ライチョウの縄張り内にベター面で生えているような植物であれば、これは非常に利用しやすい植物ですし、偏って生えているならそれを食べるにはその場所へ出向く必要があります。主要な採食植物の中から分布に特徴のあった植物としてハイマツ、ガンコウラン、コメバツガザクラ、スノキ属の分布を図2に示します。縄張りを含むように設置した調査区の内部を景観によってABCDEF<sub>1</sub>F<sub>2</sub>GHに区切り、各区での各植物の積算優占度を出したものです。グラフの横軸には植生区を消雪順に並べています。最も消雪が早

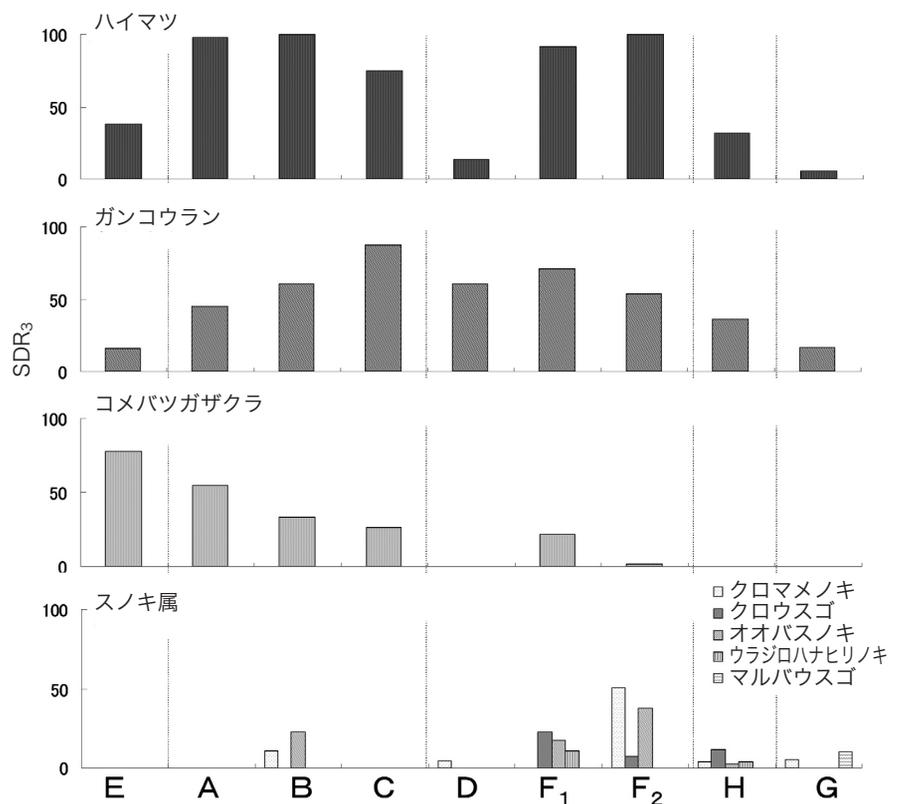


図2



い稜線西側の①E区は5月上旬に露出しており、風衝地と呼ばれます。続いて西斜面の②ABC区、稜線東側の③DF<sub>1</sub>F<sub>2</sub>区が露出し、6月の下旬に東斜面の④G区、7月頃に⑤H区が露出します。

さて、ハイマツは消雪の最も早いE区と消雪の遅いH区以外の植生区で優占度が高くなっています。これにガンコウランが同調しています。同じハイマツ群落でも西斜面（ABC区）のハイマツ群落は背が低く、稜線東側と東斜面（F<sub>1</sub>F<sub>2</sub>G区）のハイマツ群落は背が低いという違いがあります。これは、西斜面のほうに季節風の影響で雪が浅いので、雪から出てしまった部分が枯れるためと考えられます。西斜面のハイマツ群落には所々にハイマツのない部分（ギャップ）があり、そういう場所を中心にガンコウランが優占します。一方、稜線東側と東斜面のハイマツ群落では、ハイマツ群落のソデ群落としてガンコウランが優占しています。ガンコウランは寄らば大樹の陰的にハイマツ群落に生育しているといえます。つまり、ライチョウにとってガンコウランというのは分布が広く、量的にも多いという点で有用な植物と

考えられます。もちろん場所が変われば、別の植物がこのような性質を持っている可能性もあります。

次にコメバツガザクラを見てみますと、コメバツガザクラは消雪の最も早いE区で優占します。E区は雪で覆われないために、冬季の土壤凍結、強風による乾燥にさらされやすい場所ですが、コメバツガザクラは石の隙間を充填するようにしぶとく生育しています。その葉は「米葉」の名のとおり、硬く、



小さなものです。ガンコウランの生育できない風衝地で敢えて生育する戦略を取っているようです。

スノキ属は、主に稜線東側（DF<sub>1</sub>F<sub>2</sub>区）に出現しました。背の高いハイマツ群落内で生育しているといえます。

さて、スノキ属の冬芽、新葉というのは、他の主要採食植物に比べて繊維質が低く、タンパク質が高い、つまり柔らかくておいしい採食物だということが2006年の調査でわかっています。交尾産卵期も抱卵期もスノキ属の冬芽と葉ばかり食べていけばいいのではないかと思います。

しかし、問題となるのは抱卵期の雌の生活事情です。雌は日がな一日巣の上に座って卵を温めています。巣を離れるのは一日に約4回、合計約60分の間だけです。この間、前述したように猛烈なスピードでつばみを行います。それだけではなく、その動きも交尾産卵期と比べ物にならないぐらいに早く、ビデオカメラで追うのも一苦労です。巣を離れている間に卵が冷え切ってもいけませんし、オコジョなどにアタックされる可能性もあるので、このような忙しい動きをするのだと考えられます。

これだけ忙しいとおいしい餌を探索している暇がない。そこで、見つけたものの中で食べられる物は手当たり次第に採食していると考えられます。それには背の高いハイマツ群落に行くと出現頻度の低いスノキ属を探すよりも、風衝地や背の低いハイマツ群落に行くと、豊富に手に入るガンコウランやコマバツガザクラを手(クチバシ)当たり次第についばんだほうが良いのでしょうか。

産卵前のキジ科の鳥は、卵を産む都合、普段要求されているよりも大目のタンパク質が要求されることが知られています。交尾産卵期の雌成鳥のクロマメノキの採食割合が高かったのはそういう事情もあると考えられます。

実際、雌の移動場所を測量していきますと、交尾産卵期の雌は東側斜面を主な活動場所にしており、抱卵期になって飛来するのは西側斜面が多いという結果になりました。

交尾産卵期と抱卵期の雌成鳥は、その栄養要求度と採食に対する制限の違いから、結果として縄張り内の植生を使い分けていると言えそうです。ということは、少なくともこの地域のライチョウならば、縄張りを作るには風衝地にハイマツ群落が隣接しているよう

な、不均一な環境が必要ではないかと考えられます。多くの調査で稜線にライチョウが縄張りを作る場合は稜線に沿うように縄張りができるというように報告されています。これはこうした事情からではないでしょうか。稜線部でもハイマツがしっかり覆っているようなならかな稜線や、丸ごと風衝地になるような急傾斜の稜線では縄張りが作りにくいのではないかと考えられます。

今後、ライチョウの生息調査を行う際はこのような研究を念頭において行っていただければと思います。

### 体の中を考えること

これまでライチョウについて「見えること」を中心に研究をしてきましたが、見えない部分というものもあります。病気は小さすぎて私の目に見えませんが、ライチョウの分布などになってきますとこんどは大きすぎて見えません。いまひとつ見えないのはライチョウの中身、特に消化構造です。唐澤先生の論文から引用させていただくと、「鳥類の中でオウム、ハチドリ、タカ、ハヤブサ、アマツバメ、ペンギン、キツツキおよびカワセミなどは

盲腸を持たず、ハトなどは小さな盲腸を持っている。盲腸の長いトリとしてはライチョウ、ダチョウ、ウズラ、キウイなどが知られている。ライチョウと同じキジ科の鳥類であるニワトリは左右一対、体重Kgあたり20cmの盲腸を持っているが、ニホンライチョウは盲腸を二つ持ち、その長さは一対で体重kgあたり188cmにもなっている」(唐澤 1995)ということですから、ライチョウの体重が大体600gとするとならば一対で約122cm、片方で約60cmとなります。これだけ長いものをお腹に収めて歩き回っているわけですから、盲腸は重要な役割を果たしているに違いないと思いたいところですが、確かな情報筋(学術論文)をたどると盲腸はグレーな、不可解な消化管であることがわかってきます。

盲腸というのは謎の消化管です。特に人間では大体の栄養は小腸で吸収してしまうので、盲腸は消化吸収という観点からは「なくてもいい、不要な消化管」と言われてしまっています。虫垂(盲腸の先端部)など、虫垂炎になってしまうだけの迷惑極まりない部位として遠慮なく切除されてしまいます。

これがウマならば、盲腸の中で繊維を微生物発酵して、続く大腸からその微生物タンパクをタンパク源として吸収するので、盲腸は非常に重要な消化管になります。ウサギの場合は大腸が短く、十分吸収できないので、盲腸糞を摂食することで微生物タンパクを利用します。このように草食動物の中には盲腸をフル稼働させてほぼ植物だけで生きているものもいるのですが、これが鳥となると謎は深まります。何しろ、鳥の場合大腸と呼べる部分が総排泄口(尿も糞も一緒に出てくるので肛門と呼ばずに総排泄口と呼びます)付近のほんの数センチなのです。盲腸はそのそう排泄口に程近いところに、二つの袋としてついているのです。盲腸で微生物発酵が行われていても、その微生物タンパクを吸収することができ



ないと考えられます。

可能性として、盲腸から直接吸収している説があります。これを検証するために、鶏の盲腸の入り口を糸で縛って、盲腸に消化管内容物が流入しないようにしたり、盲腸を切除したりした研究があります。その結果「盲腸がなくても鶏は生きていける」ことが証明されています。しかし、鶏というのは卵を沢山とるためにいい餌をもらっているの、交尾産卵期、抱卵期のライチョウのようにほとんど植物の葉しか与えませんという状態にしたら話は別なのかもしれません。

続いて、微生物による繊維発酵の過程で生成された短鎖脂肪酸が吸収されているのだという説です。しかし、これも盲腸壁から脂肪酸が吸収されているという確証が得られていません。

では、ウサギのように盲腸糞を摂食しているのではないかと、という説もあります。ウサギと同じくライチョウも盲腸糞を排泄します。べっちょりとした緑の絵の具のような糞です。秋になって果実食が多くなると紫の絵の具になります。この中にはたくさんの微生物がひしめいているはずですから、これを食べればいいのです。そこで、ライチョウの糞を拾うために、ライチョウのお尻をじっと観察し続けて3年の日大の市川さんに「糞って食べる？」と尋ねたところ、「食べてない」とのことでした。ライチョウのお尻を3年間も双眼鏡で観察してきた女が言うのだから間違いありません。

現在のところ、盲腸の役割として私が有望視しているのは、排泄に回った尿素を窒素源として盲腸から再吸収しているという説です。結局、ライチョウは繊維を消化吸収できないのだ、と仮定します。すると、大量に冬芽や葉を食べて、その中のジュースがメインで吸収されていると考えます。大量に食べて、大量に搾られたジュースから得られた糖分、タンパク質を吸収します。それは代謝や活動のエネルギーと



して使われたり、血や筋肉を作るのに使われます。そして、いらなくなった老廃物として尿中に出てきます。これをもう一度、盲腸から回収している、のではないかと。こうするとただでさえ少ない窒素源を有効利用できる、という説です。

窒素回収系があることは確認されているのですが、どの程度ライチョウの栄養効率に寄与しているのかは不明です。これ以上のことはライチョウの飼育でもして確かめないと無理なのです。

盲腸も長いけれど、盲腸についての話も果てしなく長く、そしてグレーです。少なくとも「ライチョウは盲腸で繊維を消化している」という短絡思考では語れないことは事実です。

### 空を見上げて考えること

鳥には2種類いる。飛んでいる鳥と飛んでいない鳥だ。

ライチョウはほとんど飛びません。飛ぶのは、縄張り雄が縄張りに侵入してきたあぶれ雄を追い出す時ぐらいでしょうか。「槍ヶ岳から双六岳に向かって、ライチョウが編隊飛行をしていた」とか、そんな話は聞きません。

立山室堂では調査のためにライチョ

ウの脚に脚輪をつけていますが、室堂で脚輪をつけられたと思しき個体を雄山（室堂のすぐ近くの山）で見かけたことはあります。

科学的なデータがないので断言できませんが、たとえば北アルプスの個体が、南アルプスへ行くといった大規模な移動はないと考えられます。お腹の中に重たい盲腸を持っているので長距離飛行は苦手なんでしょう。普通、小鳥などは食べたものを一刻も早く排泄して体を軽くし、飛行するものですが、ライチョウはわざわざ繊維質の高いものを食べ、わざわざ長い盲腸を持っていることで他の生物との競争に勝ってきたのだとすると、その代償として移動能力を奪われていると考えられます。

ある場所の個体がどこまで移動するのか、ということは保全生態学の中で重要な課題です。遺伝子が広範囲に、十分にシャッフルされていることが、病気などに対する抵抗性を獲得する上で重要になります。さらに、環境が変化しても生存に適した環境を探して移動できるということは種の存続の上で重要です。

さて、移動をどう調べるかといいますと、方法その1は脚輪です。脚輪をつけた個体の目撃情報を収集すれば、少

なくともどの範囲で移動していたかはわかるでしょう。方法その2は遺伝子です。専門家ではないので難しい話は省きますが、遺伝子からライチョウの遺伝的な交流範囲を調べることができます。こうした調査から、ライチョウが谷をまたいだ移動をしているか、稜線上を移動していくのか、各山岳間に交流はあるのか、ということ調べていくことができます。

もし、ライチョウがほとんど移動をしていないとなれば、ますます気候変動による高山環境の変化がライチョウに与える影響が心配になります。

温暖化したら高山植生がどうなるかという議論は工藤先生たち専門家に譲りますが、先に述べたように、交尾産卵期と抱卵期で雌が欲している環境が違うのだとすれば、植生が単純化したり、主要採食植物の分布が変わればライチョウのピンチと言えます。

### 空の中で考えること

ニホンライチョウは人間を見ても逃げない、そのままの姿をさらしてくれる、数少ない貴重な生物です。ライチョウを中心に高山を眺めて見れば、植生、地形・地質、雪、気象といった物

理的な環境とそのシステムが見えてきます。ライチョウの研究とは自然の基本的な仕組みを紐解くものです。とかく、研究と言うのは植物だけ、地形・地質だけ、気象だけといったように専門化していくのが常ですが、ライチョウの研究は生物間相互作用、生物と物理環境の相互作用を見ていくものでした。ライチョウもヒトも複雑なリンクで作られる生命のネットワークの中の構成員なのだということがよくわかります。

ほうっておいても地球の気候は変動します。暖かくなったり、寒くなったり、海流が変わったりして環境は変化し、その変化についていけなかった生物は篩い落とされていきました。ニホンライチョウというのは結局どこかで篩い落とされる種なのかもしれませんが、それが私たちヒトのせいであるならば、ニホンライチョウを皮切りに私たちは多くの生物を篩い落としていき、ついには深海生物ぐらいしかお友達がいらないという状況になるかもしれません。

ヒトも生態系の中で生きているので、いつかどこかで篩い落とされるかもしれません。

そうならないために、どう生きれば

いいでしょう？

私は安易にエコロジー商品に飛びついて「私は環境にやさしい」という受身姿勢ではられないのです。研究を終えた今、「私は環境の一部です」という言葉からもう一度始めてみようと思っています。「環境」とは「私の周りの全て」のことであり、「環境問題」とは「私と私の周りの間に生じた問題」のことと言えます。こう捉えなおすだけで環境問題はより身近になると思います。

環境問題、とくに地球規模の気候変動に関する問題は遠い世界のことのよう騒がれます。南極の氷が溶けて沈む国があるらしい。氷河が後退したらしい。日本に波及するのはいつのことかとぼんやり考えてしまいますが、実は地球上どこにしよう気候変動の影響を受けています。

日本の中部山岳地帯周辺は、アルプスの豊富な雪解け水を水源としています。もし、ライチョウが繁殖できなくなるほど高山の積雪量が減り、高山の植生が変わった時、私たちの生活にどう影響するでしょう？ その時はさほど影響はないのかもしれませんが、けれども、ライチョウがいなくなってしまうと後、私達は川の水が減ったことに気付くでしょう。当然のこと、農業や工業に差支えが出てきます。周りに自生している植物もずいぶん様変わりしているでしょう。

この先、若い誰かがライチョウを研究していかないでどうするんだというのが私の意見です。フィールドに出て、淀みない目でライチョウを見つめて、この国の天辺の辺りから、この国で何が起きているのか、起ころうとしているのかを見てきて欲しいと思います。



# －シリーズ ライチョウを知ろう－ ライチョウの糞からわかること －拾い続けた4年間－

市川 陽子 (日本大学)

## 出会い

なぜライチョウの研究をすることになったのかはあまりよく覚えていない。単純に大学の研究室に入ったら野生動物について研究したいという思いと、フィールドに出たいという思いがライチョウ研究と一致したのだろう。私の出身が長野県だから、自然と導かれたともいえなくない。当時、決して体力があったわけでも登山経験者でもなかった私が、死ぬ思いで初めて高山へ調査に出かけた時、目の前に現れたライチョウ(オス)の雄姿に心底感動した。その一方で変な鳴き声だとも思った。いずれにしても高山帯のような厳しい環境下で生き続けているライチョウに非常に興味をそそられた。

## コクシジウムとは?

私の研究室では主に野生鳥類の原虫感染について研究を行っている。ライチョウに感染が認められている主な原虫にはロイコチトゾーン (*Leucocytozoon*) 属とアイメリア (*Eimeria*) 属の2種が挙げられる。私は獣医学科の先輩が行っていたアイメリア属コクシジウムの研究を引き継ぐことになった。コクシジウムと聞いてピンと来る人は少ないだろう。私も研究を始めるまでは聞いたこともなく、

寄生虫(正確には寄生原虫だけ)と言われればあまりいい印象をもたないのが普通かもしれない。

簡単にコクシジウムの説明をさせて頂くと、本原虫は一宿主性で、中間宿主をとらずに同一の宿主内で無性生

殖と有性生殖が行われ、生活環が完了する。主に草食、雑食性の鳥類・哺乳類の消化管に寄生するが、宿主特異性が極めて高い。感染宿主の糞便と共に未成熟オーシスト(胞子未形成)が外界に排泄され、一定の条件下では2-4日ほどで感染能を獲得する(胞子形成)。成熟オーシストは2年近くにわたり感染性を保持するとされている。感染は新たな宿主が成熟オーシストを経口的に摂取することで成立する。未成熟オーシストを取り込んでも感染は成立しない。ライチョウのコクシジウムは1969年に飼育個体から初めて検出された。その後野生個体においても感染が認められ、*Eimeria uekii* (和名:ライチョウコクシジウム)と命名された。野鳥におけるコクシジウム感染は一般に不顕性(感染しても症状を示さない)であると考えられているが、家禽では免疫能の低い幼若個体などにおいて強い病原性を示す事から重要病原体の一つとして認識されている。飼育下のライチョウでも幼若個体の死亡原因になることが国内外で確認されている。

## ライチョウとコクシジウム

ライチョウの生息数が減少傾向にあるのはご存知でしょう。その原因については色々と調べられているが、直接的な原因はよくわかっていない。近年、病原体の感染が野生鳥類の絶滅や個体数減少の引き金となることが理解されつつある。鳥嶋などの隔離生態系では固有鳥類の絶滅が加速度的に進行することが示唆されているか、隔離状態ではない生態系においても、感染症と個体群変動との間に関係性が認められている。例えばスコットランドに生息するアカライチョウ (*L. lagopus scoticus*) では、蠕虫の一種である *Trichostrongylus tenuis* 感染がアカライチョウの個体数変動に影響を与えていると考えられている。このように、海外では生態学や保全生物学の分野で野生動物の「宿主-病原体関係」が注目されているが、国内では未だ関連研究が少ないのが実情だ。国内のライチョウにおいても原虫感染が認められていることから、その影響について知る必要があると思い、ライチョウのコクシジウム感染に関する研究を開始した。



*Eimeria uekii* の成熟オーシスト



見張りオスの気分

## 「ウンコ娘」と呼ばれて

しかし、いったいどのようにしてライチョウがコクジウムに感染しているかを調べればよい

のだろうか？

ご存知の通り、ライチョウは国の特別天然記念物で環境省のレッドリストにも記載されている希少鳥類の一種である。そのため、たとえ研究目的であったとしても、捕獲するには文化庁や環境省の厳しい審査を経る必要があり、審査資料の作成に多大な労力が必要となる。これでは、多山域の多数個体の感染状況を短期間に把握することなどできない。

ところがである。先ほども書いたが、コクジウムはライチョウの糞と共に排泄される。つまり鳥が感染していた場合、糞中にコクジウム・オーシストが存在する。ということは、わざわざ鳥を捕まえずとも糞を拾って検査すればよいのだ！

鳥の糞といえば、ハトやカラスが排泄する臭くて迷惑な代物を思い浮かべるかもしれない。しかし、地上性でかつ植物食であるライチョウの糞はまったく違う。まず、本種の糞便は大きく腸糞・盲腸糞・抱卵糞の3種類に分けられる。腸糞は湾曲した硬い円筒状を呈しており、主に植物繊維で構成されている。ライチョウは高線維質の植物を主食とするため盲腸が発達しており、長さはニワトリのものに比べると約8倍もある。盲腸糞は盲腸内微生物の消化作用を受けているため、ペースト状で独特の香りをもっている。抱卵糞は抱卵期にメスが排泄する糞便で、大きさは腸糞の数倍もある。これらの糞便は他の鳥類のものと明らかに異なる形態をしているため容易に識別が可能である。

糞便調査に欠かせない「三種の神器」は、1) 糞を拾う

ためのピンセット、2) 糞を入れるためのチャック付ビニール袋、3) 冷蔵状態で保管・輸送するためのクーラーボックスである。

糞＝汚いと思われがちだが、糞はすばらしい情報源だ。食べ物（食性）から健康状態まで、糞を通して分ることはかなり多い。

その情報を得るために、どこへ行ってもライチョウより糞を探している私は、いつしか「ウンコ娘」と呼ばれるようになった。

## 立山での調査

学部時代の2年間でいくらか山に慣れた私は、ライチョウの血液原虫感染について研究を行っている玉田さんと共に立山室堂平を中心として調査を行うことになった。それまでは山岳環境研究所の肴倉先生の下で調査を行ってきたが、2人だけという非常に心もとない状況でコクシジウム感染を調べることになったのである。季節変化などを研究するため、4月から11月までの毎月、室堂平に通うことになった。室堂平は国内有数の観光地で、登山者以外の観光客が普通にいる。ソフトクリームをなめながら登山道を散策し、足元はサンダルやハイヒール。ここは高山なのかという錯覚を覚えてしまう。訪れる人々のマナーも他の山に比べて非常に悪いように思うこともあった。そんな環境ではあるが、ライチョウはマイペースで暮らしている。古くから信仰ために保護されてきたという事も相まって、どの山よりも人間に対する警戒心は薄いようだ。

アプローチが簡単という利点以外に、立山のライチョウは富山雷鳥研究会によって足輪が装着されているという研究上のメリットがある。つまり個体を識別して調査することが可能なのだ。足輪を観察しながら調査していると自然と親近感も沸いてくるし、この個体は強いとか、いじめられっ子とか色々な個性も垣間見えてくる。さらに年齢も分かり、10歳前後の個体をよく見かけた。ただ、若者におされ気味ではあるが……。このような個体の情報を踏まえ



腸糞



盲腸糞



抱卵糞

ライチョウの糞の種類

つつ、ライチョウの糞を拾うという日々を送ることになった。

## ストーカーも忍耐だ

できる限り新鮮な糞を集めるため、ライチョウを見つけるたびに一定時間（糞をするまで）つけ回すというストーカー的な調査を行った。もちろん、ライチョウが気にしない程度の距離を保ちつつ。

腸糞は一定時間おきに排泄されるのだが、なかには便秘ぎみの個体もいるため、風雨に耐えつつ糞を待たねばならない時もあった。晴れた日の夏山ほど過ごしやすい所はないが、夏とはいえガスれば体感温度が0℃なんてざらである。夏山や零下の雪山でひたすら脱糞を待ち続けていたが、言葉が出ないような状況下に置かれることもしばしばあった。そんな時には、「なんでこんなことをし



調査風景



戦利品たち

ているのだろうか？」という思いが頭を過ぎったが、自分たち以上に耐え忍んでいる（ように見える）ライチョウを見ていると、そのような弱気もすぐに消えた。今となっては懐かしい思い出だ。

## 立山の感染状況

話を元に戻して、2006年から2007年の間に、計502個の糞便を採集した。個体識別が可能であったのはオスが40、メスが13の計53個体で、すべて成鳥であった。

雪解けが始まる4月には糞便中にオーシストを認めるようになり、8月に検出率が最も高くなった。その後、減少傾向を示した。

個体識別が可能であった53個体中28個体（52.8%）に感染が認められた。オスは55.0%（22/40個体）、メスは46.2%（6/13個体）の感染率で、性差は認められなかった。

一般に、ニワトリのkokosium感染率は春に上昇し、秋に減少を示す傾向が認められているが、飼育施設の室温が一定に管理されている場合には季節性は認められない。本調査結果でオーシスト検出に季節性が認められたことから、環境温度との関連が示唆された。

## 他の山域における感染状況

立山以外の山域も可能な限り調査した。2年間で調査した山域は、北アルプスの乗鞍岳、白馬岳、朝日岳、爺ヶ岳、双六岳、大天井岳、燕岳、槍ヶ岳、大喰岳、中岳、南岳、穂高岳の計12山域であった。時には約1ヶ月間も高山を渡り歩くなつていうこともあり、よく体力がもったものだといながら感心している。

12山域を対象とした調査では、10山域で採集した糞便中にkokosium・オーシストが確認された。場所によってサンプル数に偏りがあるため、今後はより多くのサンプルを集めて解析する必要がある。しかし、一人で多くの山を同季節に調査するこ



冬の調査は完全防備それでも寒い



新雪にはまって動けなくなることもしばしば

とは困難というか不可能だ。そのため、各山域の山小屋関係者やグリーンパトロールの方々に協力していただいた。改めて感謝の意を表したい。

山によって環境や個体数が異なるため、今後は、それらを加味したうえで感染状況の把握を行いたいと考えている。糞拾いに協力してもよいという方がおられましたら、是非ご一報いただきたい。

## 温暖化との関わり

ライチョウのコクシジウム感染にも気候変動（地球温暖化）の影響が及ぶと考えている。上述したように、コクシジウム感染には環境温度が密接に関与している。現段階では、4月頃から検出率が増加し、8月にピークに達した後に減少に転じている。しかし、高山帯の気温が上昇すると、コクシジウムの孢子形成時間が短縮し、ライチョウのコクシジウム感染率が高まる可能性がある。その結果、健康になんらかの影響が及ぶことが予想される。

野生のライチョウに対するコクシジウム感染の影響については未だ不明な部分が多い。野生動物の死因を特定することは、死体が見つかることさえ稀なためかなり困難な状況にある。コクシジウム感染がライチョウ個体群に与える影響を評価するためには、糞便を拾い検査するという地道なモニタリング調査が必要であると考えている。

## これから・・・

これからライチョウはどうなるのだろうか？勝手な思いではあるが、つらい思いをして高山に登っても、ライチョウが出て来てくれないととても物足りなく、そして寂しい気持ちになる。山好きな人もそうでない人もライチョウに興味を持っている人は多いはずだ。しかしながら、



山頂にて（一番の楽しみ？）

ライチョウについて深く知る機会は稀れである。調査の際に、心無い人がライチョウを追いかけようとしている姿を見かけたことがある。立山に観光で来る人でもライチョウという貴重な鳥が生息する事や高山帯という特殊な環境について理解している人はそうそういないようだ。ライチョウや高山に興味のある人、ない人を含めてライチョウ保全のための普及啓発活動を行うことが、調査研究と共に大切になるのではないかと思う。それだけに、NPO法人ライチョウ保護研究会の活動は重要な役割を担っていると考える。

最後になったが4年間研究を行っていくうえで、数え切れないほど多くの方々にご指導、ご協力を賜った。とくに主な調査地であった立山室堂平の室堂山荘の皆さんには非常にお世話になった。同じくライチョウ研究を行っている東京農工大学や東京農大の学生さんたちと知り合うことが出来たのも、大きな喜びであった。たとえ地理的に離れていても、研究テーマが違って、みんなライチョウを思う気持ちは同じだ。そういう人がどんどん増えてくるように、これからも研究に励みたい。



槍の穂先をバックに



登山道脇で落ち着くヒナ

## 編集後記

世界の人口は中世から近世の始めにかけて4億から5億へと緩やかに増加した。18世紀になって、6億から9億へ、19世紀には9億から16億へと伸びた。そして20世紀には、とうとう40億以上という途方もない大増加を招くこととなった。21世紀には人口はどこまで増加するのだろうか。少なくとも、また40億は増加することだろう。

世界人口の爆発的な増加によりいろいろなインパクトが社会の隅々にまで及び、種々の問題が生じてきた。

ニホンライチョウの生息する高山環境は、人為的攪乱に対する反応が早い。しかしながら、研究の手が伸びていない分、どのような問題が生じてきているのか明瞭になっていないだけだろう。

2007年12月に、高山環境に適応進化してきた植物の話をご依頼した。高山の環境の異質性を維持しなければ、高山における生物の多様性を保全することは出来ない。異質性を維持している大きなファク

ターとして積雪がある。積もり方、融け方、雪の質などなど持続的に収集しなければならないデータは山とある。みんなが共有できる気象観測データ、その発信が可能になる体制は確立されているのだろうか。

キリマンジャロの氷河の話、どここの氷河の話がマスメディアで取り上げられる。

Thinking is globally, Act is locally.

人為的な攪乱に素早く反応する身近なところで、しっかりとしたデータを蓄積しなければ、的確な対応策は打てない。それだけははっきりしている。

この3月多くの若者が社会へ旅だった。一段とたくましくなってきた帰ってきてくれるだろう。NPO法人ライチョウ保護研究会の平均年齢は上がる一方。その分、行動範囲が狭まっていく。中身の濃いものにするためにも会員各位のさらなる協力が必要になってきた。

(古林)

## \* 入 会 案 内 \*

特定非営利活動法人・ライチョウ保護研究会は、ニホンライチョウを保護するための調査研究事業、広く一般市民を対象とした観察会や学習会などによる環境教育事業、及び自然環境の保護・保全に関する普及啓蒙事業を行い、自然と人間が共存・共生できる豊かな社会の実現に寄与することを目的としています。この会の目的に賛同、賛助する個人や団体のどなたでも入会できます。

NPO法人・ライチョウ研究会の会員になることで、みなさんがレクリエーションに訪れる山々が、いつまでも多様性が残る豊かな自然であり続けるようにしましょう。

会員の方には年数回の機関誌「らいちょう」、各イベントのお知らせ等をお送りします。

### 入会金、会費

正会員（個人・団体）

- (1) 入会金 10,000円 3,000円(大学生・院生)
- (2) 年会費 5,000円 3,000円(大学生・院生) 1,000円(高校生)

準会員

- (1) 入会金 0円
- (2) 年会費 5,000円 3,000円(大学生・院生) 1,000円(高校生)

賛助会員（個人・団体）

- (1) 入会金 50,000円
- (2) 年会費 10,000円

### 入会金、会費の振り込み先

- ・郵便局 口座記号番号：00180-9-296429
- ・加入者名：ライチョウ保護研究会
- 上記口座への“入会金+1回分の年会費”の振り込み入金日をもって入会日とします。



---

らいちょう Vol.7 2008年5月1日発行  
発行所：特定非営利活動法人・ライチョウ保護研究会  
〒183-0054 府中市幸町3-1-1-522  
監修：古林賢恒  
編集・デザイン：大村 顕介・高橋久子・高橋啓起

---

