



ハチ目



ハエ目



チョウ目



コウチュウ目

●送粉者として機能する種を多く含む昆虫4目

間が送粉者として機能しているという報告もあります。カメムシ目(半翅目)やハサミムシ目(革翅目)の仲間にも、花蜜や花粉を求めて花にやって来るものが少なくないので、彼らのなかにも送粉者として機能しているものがいても不思議ではありません。中生代のジュラ紀から白亜紀にかけての時代、まだ被子植物が少なく、訪花性昆虫の多様化が起きていなかったころ

虫。成虫の翅は膜状ではなく、棒状の本体に細かい毛が羽毛のように総状に密生しています。このため総翅目とも呼ばれます。
14 ゴキブリ目による送粉
例えばヤッコソウ(ヤッコソウ科)という寄生植物(自分で光合成をせず、他の植物種から養分を奪って生活する植物)が、ゴキブリやカマドウマ、スズメバチに送粉されていることが、神戸大学の末次健司さんによって報告されています。

前章では、花粉を媒介する動物のことを、「送粉者」という言葉で一括りにしてきました。しかし実際には、非常に多くの種類の動物種が送粉者として機能しています。ある見積もりによれば、じつに20万〜30万種の動物種が、送粉者として機能しているとのこと。種子植物の種数が約35万と見積もられていることを踏まえると、種子植物の種数に匹敵するだけの動物種が、送粉者として機能していることとなります。

こうした送粉者の多くは昆虫です。小さくて飛び回ることができる昆虫は、花から花へ花粉を運ぶ担い手として、とても適した存在です。送粉者として機能している昆虫は、特にハチ目(膜翅目)・ハエ目(双翅目)・チョウ目(鱗翅目)・コウチュウ目(鞘翅目)に多く、この4目で**9割以上**の動物媒植物種の受粉を担っているといわれています。

とはいえ、この4目以外にも、送粉者として機能している動物種は知られています。例えば、**アザミウマ目**(総翅目)の昆虫は、主に熱帯地方で、いくつかの植物種の送粉者として重要な役割を果たしているといわれています。太平洋のガラパゴス諸島やインド洋の海洋島では、バツタ目(直翅目)の昆虫に送粉を依存している植物種が報告されています。数は少ないものの、**ゴキブリ目の仲**

12 9割以上
ただしこの見積もりは、今後研究が進み、マイナーな送粉者たちの働きが明らかになるにつれて、下がっていくかもしれません。

13 アザミウマ目
細長い体型の微小な昆虫



●ヤッコウソウの花を訪れるサツマゴキブリ [写真提供] 末次健司氏

ての役割をもつものが多く、1000種以上が送粉者として機能しているといわれています。コウモリにも送粉者として重要な役割を担っているものが比較的多く、熱帯地方を中心に60種ほどが送粉者として機能していると考えられています。その他、樹上性や地上徘徊性の哺乳類（ポッサムやサル、ネズミなど）、爬虫類（トカゲ）、そして軟体動物（カタツムリやナメクジなど）までもが、送粉者



●花の中のアザミウマ [写真提供] 酒井章子氏

には、裸子植物のなかに、**シリアゲムシ目**（長翅目）の昆虫を送粉者として利用していた植物があったのではないかとはいわれています。この時代のシリアゲムシの化石から、花蜜を吸うような長い**口吻**（こうぶん）をもつものが見つかったことと、この時代の裸子植物の化石に、動物媒と思われる大きな花をもつものが含まれていたことが、この説の根拠となっています。私自身シリアゲムシの仲間が花に来て花粉を食べているのを見かけることがあるので、彼らの一部は、現代でも送粉者としての機能を有しているのかもしれない。

昆虫以外では、鳥類に送粉者とし

15 シリアゲムシ目
細長い体、長い足、膜状の翅をもつ、儂げな昆虫。オスが腹の端（尻）を背中側に持ち上げているので「尻上げ虫」と名づけられたようです。これがサンリの尾のように見えるので、英語圏ではスコープオンフライ（scorpionfly）と呼ばれています。

16 口吻
口周辺の突起状の構造物。花蜜を吸う昆虫の口吻は、多くの場合、ストローとしての役割をもっています。



●花を訪れるシリアゲムシ



●花蜜を吸うカメムシ



●花粉を食べるハサミムシ

として機能しているという事例が報告されています。このように、送粉者として機能している動物は、昆虫を中心にさまざまなものがいて、その姿形や性質はじつに多様です。

一方、これら送粉者たちが訪れる、動物媒植物種の「花」に視点を移してみると、その形質も非常に多様であることに気がつきます。例えば花の色は、赤、青、黄、白と、非常に多彩です。形に関しても、皿やお椀のような単純な形もあれば、筒状や壺状の形、もっと複雑で特徴的な形など、さまざまです。花の匂いも、甘い香りのするものや、腐った肉の匂い、キノコの匂いがあるものまで千差万別。花の大きさや



●多様性に富む花

ここに挙げた写真の花は、すべてカナディアンロッキーの山麓に生育する植物の花です。同じ地域内に生育する植物の花にさえ、これだけの多様性が存在しています。なぜ植物の花はこんなにも多様なのでしょうか。

咲く向きなど、植物種による花の形質の違いは、数え上げたらきりがありません。植物種によって、葉の形態や枝ぶりにもある程度の違いは見られますが、形質の多様さは、植物の部位のなかでは花が飛び抜けています。花を咲かせる目的（種子をつくる）はどの植物種であっても同じはずなのに、なぜこんなにも花の形質は多様なのでしょうか。

この答えを解く鍵のひとつは、送粉者の種類が多様であることにあります。送粉者は、その種類によって、姿形や性質が異なります。このため、異なる送粉者を利用する植物の花は、それぞれが利用する送粉者の性質に応じて、別々の形質に進化してきたのだと考えられるのです。事実、同じ種類の送粉者に送粉を依存している植物種は、たとえそれらが系統的には離れていても、花の色や形、匂いなど、一連の花形質に共通の特徴が見られる傾向があります。このような、花の形質と送粉者の種類との対応関係のことを「送粉シンドローム」といいます。

実際のところ、植物種と送粉者の関係は、一部の例外を除き、「互いにこの相手じゃないとダメ」というような限定的なものではなく、その時々状況によって、縁が切れたり結びれたりするような、比較的ゆるやかな関係です。ま

ハナバチが訪れる花



花蜜や花粉が目的の
ハ工目昆虫が訪れる花



蝶（チョウ）が訪れる花



甲虫が訪れる花



鳥類が訪れる花



狩りバチが訪れる花



産卵目的の
ハ工目昆虫が訪れる花



蛾（ガ）が訪れる花



アザミウマが訪れる花



コウモリが訪れる花



●送粉シンドローム

近い種類の送粉者に送粉を依存している植物種は、たとえそれらが系統的に離れていても、花の色や形、匂いなど、花の形質に共通の特徴が見られる傾向があります。これを送粉シンドロームといいます。ただし、送粉シンドロームは絶対的なものではなく、多くの例外を含みます。ここに挙げたのは、それぞれの送粉者グループが頻繁に利用する花の例ですが、それぞれの送粉者グループが、これらの花を排他的に利用していることを意味するものではありません（本文参照）。

[写真提供] ※1、2 酒井章子氏、※3 Josch13氏（Pixabay.com）、※4 David Hembry氏、※5 Atamari氏 [2007 CC BY-SA 3.0]

https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Adansonia_digitata_0013.jpg

た、1種類の植物種がさまざまな種類の送粉者を利用しているようなことも珍しくありません。このため、送粉シンドロームに当てはまらない事例も、野外では数多く観察されます。しかし、数多くの例外を認めつつも、全体として見れば、送粉シンドロームとして認識される「送粉者の種類と花形質の大まかな対応関係」はたしかに存在しています。このことは、多種多様な花の形質が進化してきた背景に、それらを訪れる多種多様な送粉者の存在があることを明確に示しています。

この章では、さまざまな種類の送粉者のことを、送粉シンドロームにも触れつつ紹介します。このことを通じて、多種多様な花が生み出された背景について考えてみたいと思います。

ハチ目（膜翅目）

ハチ目は、「膜翅目」という名前の由来となった4枚の膜状の翅をもつ昆虫のグループです。スズメバチやミツバチといった、いわゆる「ハチ」の仲間と、「アリ」の仲間が含まれます。ハチ目は現在までに約13万種が記載されていますが、未発見や未記載のものも含めれば、少なくとも30万種、もしかしたら200万種はいるかもしれないといわれており、**昆虫のなかでも1、2を争うような大きなグループ**です。

花を訪れるハチ目は、ハナバチの仲間（ミツバチやマルハナバチなど）、狩りバチの仲間（スズメバチやアシナガバチなど）、**ハバチの仲間**、**寄生バチの仲間**など、いくつかのグループに分けることができます。これらのなかで送粉者として特に重要なのは、なんといってもハナバチの仲間です。生態学者はハナバチのことを、すべての送粉者グループのなかで最も重要なグループだと考えています。これはひとつには、ハナバチの種数と個体数が非常に多いためです。ハナバチの仲間は既知種だけでも、世界中で2万種以上が報告されていて、そのほとんどが送粉者として機能していると考えられています。そして、熱帯から冷温帯

17 アリの仲間

アリには翅がないじやないか、という方もいるかもしれませんが、雄アリや巣をつくる前の女王アリは、ちゃんと4枚の膜状の翅をもっています。

18 記載

生物学における「記載」とは、ある生物種を分類学的に位置づけて、学術論文などを通じて、その生物種に学名を付与することをいいます。

19 ハチ目は昆虫のなかで1、2を争う大きなグループ

一般に昆虫は、地球上の生物のなかで最も種数が多い分類群だといわれています。そのなかでも、



狩りバチの仲間



寄生バチの仲間



ハナバチの仲間



ハバチの仲間

●花を訪れるハチ目昆虫の例

にかけての多くの地域で、最も個体数が多く観察される送粉者なのです。しかし、ハナバチが最も重要な送粉者とみなされるのは、その数が多いからだけではありません。**彼らは植物にとって都合のいい、送粉者として優秀な性質をたくさんもっているのです。**まず、ハナバチの仲間は、そのほとん

コウチュウ目の種数が抜kindで多いといわれます。しかし、ハチ目やハエ目をはじめ、昆虫には未発見・未記載の種が多いため、コウチュウ目がいちばん種数が多いとは限りません。実際に考えている研究者も少なくありません。実際のところは、各分類群に属する生物種数の見積もりは難しく、異論が多いのが事実なのです。なかには、センチュウ（線虫）の仲間のほうが昆虫よりも種数が多いのではないかと、という主張もあります。というわけで、このあたりはよくわかっていないと、お茶を濁すしかありません。

どが訪花性（花を訪れる習性）をもっています。これは彼らが幼虫を養育するための食糧を、花粉と花蜜だけに依存しているからです。このためハナバチは、自分自身がお腹いっぱいになれば花を訪れる必要がなくなる他の多くの訪花性の動物種と異なり、**巣に花蜜や花粉を持ち帰る**ため、精力的に花と花の間を飛び回ります。花から花へ花粉を運んでもらいたい植物にとって、これは非常に都合がよい性質です。

花蜜を吸うための口吻が発達しているものが多いのもハナバチの特徴です。この発達した口吻のおかげで、ハナバチの仲間には、口吻が短いハエやアブには採餌できない、花蜜が花の奥に隠された花からでも花蜜を吸うことができます。口吻の長さはハナバチの種によって大きく異なっていて、花に対する好みの違い（選好性）を生み出しています。また、ハナバチの仲間は学習能力が高く、個々の個体が同じ種類の花を続けて訪れる性質（定花性）が強いともいわれています。このような選択的な訪花傾向は、同所的に開花している同種植物種間の送粉を促進します。これも植物にとって都合のいい性質です（選好性と定花性については、第4章で詳しく取り上げます）。

他にも、ハナバチの多くは体中が毛で覆われていて、花粉が体表に付着しやすいという特徴をもっています。飛行能力が高く、遠くの花まで花粉を運搬することができるともいわれています。ハナバチの仲間が、いかに植物にとって**優秀な送粉者**であるか、おわかりいただけただけでしょう。

さて、ハナバチを含めたハチ目の昆虫は、その生活様式をもとに、しばしば「社会性」か「単独性」かに区別されます。社会性とは、集団で生活している動物に、分業的な役割分担が存在することをいいます。特に複数の世代が一緒に生活し、子孫を残す個体と、子孫を残さずに集団のために働く個体とに役割分担が発達している場合、これを「**真社会性**」^{★25}といます。

ハチ目が社会性か単独性かに区別されることが多いのは、ハチ目には社会性をもつ種が、他の分類群の動物に比べて多いためです。ただし、そうはいっても、社会性をもたない単独性のハチの種のほうが多数派であることは、付け加えておきたいと思います。ハナバチの仲間も、いくつかの種は社会性を有しています。ミツバチの仲間（約9種）、マルハナバチの仲間（約450種）、ハリナシバチの仲間（約500種）で、これら3つのグループに属するハナバチは、そのほとんどが真社会性を有しています。

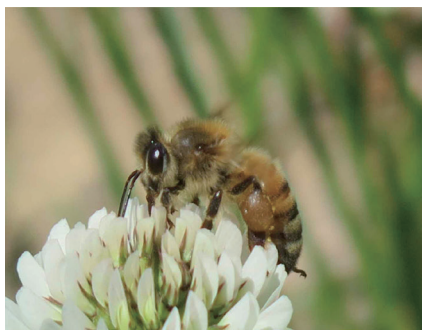
20 ハバチ
腹部の付け根にくびれのない寸胴型の体型をしている、毒針をもたないハチ目の昆虫。ハチ目のなかで原始的な形質をもつグループだといわれています。

21 寄生バチ
卵を他の虫（宿主）の体表や体内に産みつけるハチ。幼虫は宿主の体液や組織を食べて育ち、成虫または蛹になるときに、宿主の体内から出てきます。このとき宿主は死んでしまいます。このような生活スタイルのことを捕食寄生といえます。寄生バチの種類は非常に多く、ハチ目全体の種数のうち、かなりの割合が寄生バチによっ

て占められています。

22 彼ら
この本では「彼ら」という言葉を、性別（オス／メス）の情報を含まない言葉として用いているので誤解なきようお願いいたします。ミツバチなど社会性ハナバチ（後述）の働きバチは遺伝的にはメスなので、花に来るハナバチ全体ではメスのほうが多いはずですが、あえて「彼女ら」という言葉は使いませんのでご注意ください。

23 ハナバチは巣に花蜜や花粉を持ち帰る
ただしオスのハナバチは巣に食糧を運び込む習性をもたないので、その限りではありません。



ミツバチ



マルハナバチ



※1

ハリナシバチ

●真社会性ハナバチを多く含む3グループ
※1[写真提供]奥山雄大氏

真社会性のハナバチは一般に、**大家族**が同居する巣をつくるため、同じ地域のなかでたくさん個体が観察されます。また、ミツバチを筆頭に人間との関わりが深く、巣のなかの蜜（ハチミツ）や蟻（蜜蟻）が利用されたり、農作物の受粉用昆虫として飼育されたりしてきました。このため、真社会性ハナバチの3つのグループ（ミツバチ、マルハナバチ、ハリナシバチの仲間）は、ハナバチのな

24 優秀な送粉者

ただし、自然には例外が付きものです。ハナバチが優秀な送粉者とならないこともあります（第5章参照）。

25 真社会性

昆虫の社会性には、他に

かでも、特に大きな注目を受けてきました。事実、これまでに行なわれてきた送粉生態学の研究のうち、かなりの割合が、これら3つのグループのいずれかを対象にしたもので占められています。

しかし、単独性ハナバチの送粉者としての重要度が社会性ハナバチに劣るのかといえ、そういうわけではありません。実際のところ、高山帯や**ツンドラ**のような**寒冷な地域を除けば**、社会性のハナバチだけでハナバチ集団の大多数

も、亜社会性（親子が一緒に生活する）や、側社会性（血縁のない個体同士が集団をつくる）など、いくつかのバリエーションが存在します。

26 大家族

巣の規模は、ミツバチで1〜6万匹、ハリナシバチで数百〜数万匹、マルハナバチで数十〜数千匹になります。

27 ツンドラ

低温で植物の生長可能期間が短いため、背の高い樹木が生育できない地域のこと。

を占めてしまうことは稀で、単独性ハナバチの個体数が、社会性ハナバチの個体数を上回る地域も多く存在しています。特に、花資源が安定的に供給されないような地域（乾燥地や市街地など）では、単独性のハナバチたちが主要な送粉者となっているようです。これは、社会性のハナバチは、その巣を維持するために、季節を通じて安定的な花資源の供給を必要とするからだと思われます。ですから、「**ハナバチ**」という言葉が出てきたときには、ミツバチなどの社会性ハナバチだけではなく、単独性ハナバチを含む、多種多様なハナバチ種が含まれているのだと思ってください。

さて、ハナバチに受粉を依存する植物（ハナバチ媒）の花は、以下のような特徴をもつことが多いといわれています。

さで、ハナバチに受粉を依存する植物（ハナバチ媒）の花は、以下のような特

28 寒冷な地域を除けば
高山などの寒冷な地域では、ハナバチ群集の多く



●オダマキの距

るな種が含まれているからでもあると思われます。

ハナバチに受粉を依存する植物の立場からすると、それぞれの種が異なる形質の花を咲かせたほうがいいという都合もあるのかもしれない。

というのも、ハナバチは多くの地域で主要な送粉者であるため、ハナバチを利用する植物種は、必然的に同じ地域内に多く生育することになるからです。そうした植物種たちが互いに似たような形質の花を咲かせたら、ハナバチはそれら植物種の花を区別できな

・筒状や壺状の花、距(きよ)をもつ花など、立体的で複雑な構造の花が比較的多い。皿状や椀状など、放射相称で単純な構造の花も少なくない。

・左右相称の花が比較的多いが、放射相称の花も少なくない。

・青色系や桃色の花が比較的多いが、白や黄色の花も少なくない。

・下向きや横向きの花が比較的多い。

・蜜標をもつ花が比較的多い。

・甘い香りがするものが多い。

・日中に開花する。

ここに列挙された特徴を見ればわかるように、じつはハナバチ媒には「送粉シンドロームなんてないんじゃないか」と言いたくなるくらい、さまざまなタイプの花が含まれています。実際のところ、ハナバチ媒は、この後で紹介するハエ媒や鳥媒などの花に比べ、共通の特徴で括るのが困難なグループです。これは、ハナバチの採餌能力が高く、どのような形質の花からでも採餌する能力を持っているからでもあります。ハナバチが多様性の高い大きなグループであるため、ハナバチのなかにも個体サイズや口吻の長さなどが異なる、いろいろ

が、真社会性ハナバチであるマルハナバチで占められる傾向があります。

29 「ハナバチ」という言葉

ちなみに、英語ではハナバチのことをbee(ビー)といいます。日本人には、「bee=ハチ」だと思っっている人が多いのですが、じつのところ「bee=ハナバチ」なのです。ハナバチ以外のハチのことはwasps(ワスプ)といいます。

30 距

ランやスマレ、オダマキなどの花に見られる、花冠から花の後方に突き出した、管状の構造のこと。通常、その奥には蜜腺が

あり、そこから花蜜が分泌されます。

31 左右相称の花と放射相称の花

対称軸が1つしかない花を左右相称花、対称軸が複数ある花を放射相称花といいます。

32 蜜標

花蜜のある場所を指し示す花弁の模様。ネクタールガイドともいいます。



左右相称花



放射相称花

●放射相称花と左右相称花



●蜜標 (ネクターガイド)

くなくなってしまいます。そして、ハナバチが異なる植物種の花を区別できずに飛び回れば、異なる植物種間で花粉がやりとりされるリスクが高まってしまいます。つまり、ハナバチ媒の植物種は、互いに異なる形質の花を咲かせることでハナバチの選好性や定花性を引き出し、異種間送粉のリスクを抑えているのかもしれないのです。こうしたことも、ハナバチに受粉を依存する植物種の花の形質が多様になった理由のひとつかもしれないと考える研究者もいます。

33 シタバチ

美しいメタリック光沢をもつものが多いため、昆虫収集家に人気があります。

34 レック

ハナバチのなかには、中南米の熱帯地方に分布の中心をもつミツバチ科のシタバチのように、植物と特殊な関係を築いているものもいます。シタバチは、名前の由来である非常に長い舌(口吻)をもっていて、花蜜が奥深くに隠された花からでも花蜜を吸うことができます。興味深いのは、花蜜の代わりに芳香物質を報酬としてシタバチのオスを誘引するラン科の植物が、600種以上も存在しているということです。シタバチのオスは、こうしたランの花から芳香物質を集め、メスを惹きつけたり**レック**を形成したりするのに利用します。それぞれのシタバチ種のオスは、それぞれ特定の1種(または数種)のランだけを利

用します。このことが、同種のランの間での送粉を確実にしているのです。ハナバチ以外のハチ目の送粉者についても少し触れます。まず、スズメバチ