

# 植物と花粉媒介者（ポリネーター）

菊 沢 喜八郎

## 呼びよせることと去らせること

花粉を昆虫や鳥など動物によって媒介されている植物は、花粉媒介者（ポリネーター）を花へ来させることが先ず大事である。しかし大事なのはそれだけではない。ポリネーターの体に花粉を着けること、花粉を他の花へ運ばせること、が大切である。植物にとっては、ポリネーターを呼びよせることと同時に、彼等を去らせること、という矛盾したことをなしとげなければならぬのだ。

一方、ポリネーターにとっては、蜜や花粉は彼等の あるいはその子供たちの 食物であり、栄養源である。彼等は、質のよい食物をできるだけ効率よく集めたいと願っているだろうが、植物のために花粉を運んでやりたいと思っははいないだろう。花粉媒介はあくまで動物が効率よく食物をとることの結果にすぎないのだ。

植物と動物の「ふるまい」は、一見合目的的で相互に適応しているようにみえるけれども、植物にとっては花粉媒介を、動物にとっては餌の獲得を、それぞれ効率的に行おうとしていることが、うまく合致して相互に適応的となっているのだろう。植物は動物とちがって動かないから、植物の「ふるまい」という語は奇異に感じられるかもしれないが、いつ花を咲かせるか、蜜をどのように出すか、どれくらい花粉を出すかなどの植物の花にかかわる性質すべてを指している。

現在、一つの種 たとえばエゾヤマザクラ として知られるもののなかにも、長い進化の歴史のなかで、さまざまな変異が産み出されてきたにちがいない。それは、現在でも花の色や花弁の形などに相当な違いのあることが知られていることから明らかである。現在最も多く残っているのは、それらのなかでも、効率よくポリネーターを集め、他の花を受粉させ、画身もたくさん種子を着けたもの つまり、もっとも多くの子供を残せたもの であるにちがいないのである。だから植物の示すさまざまな性質のなかで、もっとも多くの子供を残すことにつながったような性質、ここで問題にしているのはそのなかでもポリネーターを集め、去らせる性質、を植物の示す「ふるまい」として理解しようというわけである。

動物の餌になるのは、蜜と花粉であるから、植物にとってポリネーターを集めるために制御できるのはとりあえず、蜜と花粉の量である。蜜の量を増やせば、ポリネーターを多く集めることができるが、植物にとってはコストがかかることになる。しかも蜜が大量にあれば、ポリネーターはその花に留まったままで、他へ移っていかないかもしれない。

### 蜜や花粉の「適度」な量

蜜量を人為的に増やしてやって、ポリネーターの訪花数がどの程度増すかを調べた例がある（ミチエルとウェイザー1992）。蜜量を1  $\mu\text{L}$  から5  $\mu\text{L}$  に増加させてやって比べると、確かに5  $\mu\text{L}$  のほうが柱頭に着く花粉数が多くなり、薬のなかに残っている花粉数は少なくなる（表-1）。しかし、その差はわずかで、違いは統計的に有意でない。したがって、自然に分泌されている花蜜量は「適度」な量に調節されているらしい。

持ち去られた花粉のうちどのくらいが、無事に他の花の柱頭に到達するのだろうか。直接調査するのはかなり困難だが、調べられた例で見ると、せいぜい1%程度であるらしい。しかも持ち去られた量が増えても、到達量はそれに比例しては増えず、その関係は飽和曲線になる（図-1）。ということは、大量に花粉が持ち去られても、他の花へ運ばれる効率は悪くなるのである。だから、花粉は少量ずつをポリネーターに与えるのがよい。そのためには小さな袋（薬）に入れ分けるのがよいだろう。

表-1 ハナシノブ科の植物 *Ipomopsis aggregata* の花蜜量と花粉数  
（ミチエルとウェイザー1992）

花蜜量	柱頭上の花粉数	薬に残っていた花粉数
1 $\mu\text{L}$	63.3 $\pm$ 7.8	4072 $\pm$ 97
5 $\mu\text{L}$	70.4 $\pm$ 7.9	3824 $\pm$ 97

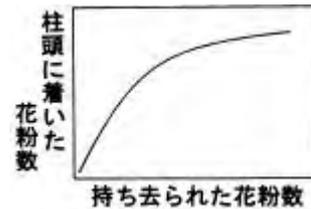


図-1 持ち去られた花粉数に対する柱頭に着いた花粉数

柱頭に着く花粉数は持ち去られた数が多くなっても比例的には増えず、飽和曲線状になる。  
（ハーダーとトンプソン1989）

### 集まって咲く

以上から植物にとっては、蜜や花粉は少量ずつを出したほうが効率的であることがわかった。しかし、そんなに少量で、ポリネーターがやってきてくれるだろうか。この問題に対処するのに植物は花を一斉に咲かせたり小さな花を多数集めて咲かせるという方策をとっている。前者はエゾヤマザクラなど多くの樹木で見られる。後者は花序である。ハナウド、エゾニユウのようなセリ科の植物、ミズキ、オオカメノキ、ミヤマガマズミ、ツルアジサイ、などはひとつひとつの花はごく小さいけれども、多数の花が集まって、大きな花のように見える花序を作っている。オオカメノキ、イワガラミなどは、ごていねいにも飾りの花を花序の回りに着けている。このように小さな花に分けるほうが花粉を少量ずつ与えるにも便利なのだろう。

花の数が増すと、飛来するポリネーターの数も増してくる。ただし、花の数に比例して飛来数が増すだけなら、ひとつの花当たりの飛来ポリネーター数は同じだ。花の数が増すにつれて、加速度的に飛来数が増えてくれなければ、せっかく多くの花を着けたかきがない。実際こういう関係を調べた例もある。ミツバチでは、花の数が増すにともなって、飛来数が加速度的に増加するが、他のハチでは必ずしもそうではない、といったデータも得られている。（図-2）。ミツバチでは巣に戻って仲間を連れてくるといった情報伝達の手段を持っていることも、関係しているかもしれない。

花序を大きくすると、多くのポリネーターを集められることは確かだろう。しかし花の数が多くなると他の植物から運んできた花粉で受粉されるよりも、同じ植物個体の別の花の花粉によって受粉される機会が多くなるのではないか。このような受粉を隣花受粉とよんでいるが、

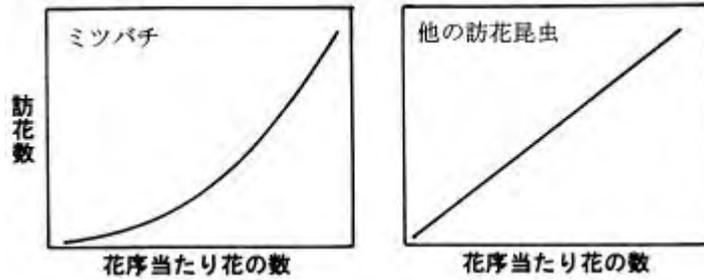


図 - 2 花序当たり花数に対するポリネーターの訪花数の関係  
花序あたり花数が増加すると一般の訪花昆虫の訪花は比例的に増加する。ミツバチは加速度的に増加する。(シーとバルタス 1987)

これも自家受粉の一種であり、自家受粉は受精の成功率や、種子の発育、成長などに悪い影響を与えることがあるとされている。自家受粉をさける仕組みとしては、一つの花については、雄しべと雌しべの開く時期を違える(雌雄異熟といっている)、あるいは雄しべを反り返らせて雌しべと離す、自家不和合性(自家受粉の場合は受精しないような仕組み)を発達させるなどのことが知られている。このほかに花序としての仕組みとしては、花によって咲く時期をすこしずつずらせて隣花受粉しないようにするという方法もある。しかし花を散らしてしまえば、花の集合としての花序のメリットはなくなるから、受粉の終わった花も花弁を散らしてしまわずに、ポリネーターを呼ぶのに参加させるといったことをしているらしい。たとえば、熱帯アメリカに分布するランタナという植物の花は黄色～オレンジ色～赤色と変色する。黄色の花だけが蜜を出し、雌蕊の柱頭にも受容性がある。オレンジ色や赤色の花は受粉済みの花なのである。しかし、オレンジ色や赤色の花を取り去るとチョウの飛来数が少なくなるから、これらの花もチョウをよぶのに役立っているのは明らかである(ワイス 1991)。このように花が終わっても変色してポリネーターをよぶのに役立っている花は動物媒介性の植物のうち、21%にも達するという。

### ポリネーターを去らせる

大きな花序にポリネーターを集めたとしても、適当なところで他の植物の花へ去っていかなくては、花粉媒介はうまく達成されない。植物はポリネーターを集めるとともに、立ち去らせるという矛盾した仕事をしなければならない。ポリネーターを立ち去らせるために、植物はどんな工夫をしているのだろうか。

青と黄色の色紙を使って人工的な花を作り、中心の小さな管に蜜をいれる。どの花にも一定量(2  $\mu$ L)の蜜をいれるとマルハナバチは黄色い花を好んで訪花しているようだった(図-3)。途中で花の状態を変える。青い花の蜜量は一定だが、黄色い花は3花のうち1花は6  $\mu$ Lを、他の2花は0にする(平均は同じ2  $\mu$ Lである)。ここで劇的な変化が起こる。マルハナバチは、青い花のほうを多く訪花するようになるのだ。平均蜜量は同じでも、ハチはばらつきを嫌うのだ。

平均すれば、得られる量は同じなのに、何故ばらつきを嫌うのだろうか。これには二つばかり説明が試みられている。一つは飢えを嫌がるというものである。これは私たちが狩猟民族であったとすればわかるような気がする。10日に一度、大きな獲物、たとえばバッファローが獲れるより、ウサギでもよいから毎日獲れたほうが安心だから。

しかし、ハチは1回に何10花をも訪花するから、そんなことは関係ないという説もある。花への出入り、蜜を吸うためのエネルギーなどを考慮すると、1回に大量の蜜を吸うより、コンスタントに吸うのがハチにとっても効率的なのだという考えもある。

いずれにしても、ハチがばらつきを嫌うとすれば、花序内で花間の蜜量に違いがあれば、これがポリネーターを去らせる方策になっているかもしれない、と思われる。今度は、人工的な「花序」を作り、空の花を何個訪問すれば、ハチが隣の花序へ飛びたつか、といった実験も行なわれている。二つ連続して空の花に当たると、花序を離れてしまう率が急が増えてくるのが、実験で示されている（ハートリングとプロウライト 1979）。

### ま と め

植物はポリネーターを集め、そして適度なところで去らせるという、矛盾した仕事をしなければならない。その一つとして、植物は小さい花を多数集めるという方策を編み出した。原始的な被子植物といわれるマグノリア類（ホオノキなど）は花が大きいことから、小さい花を多数着ける植物は進化した性質だろうと思われる。多分、小さい花に分けるのは、昆虫の幼虫などに食べられる危険を回避する上にも有用であっただろう。集ることによる不利（隣花受粉）を避けるのには、時間を分けて咲くこと、古い花も誇示用に利用すること、などの方策をとっている。ポリネーターを去らせるためには、少量の蜜や花粉を出すこと、花間で「違い」を作ることなどの方策をとっているらしい。

今回述べなかったけれども、植物にとってポリネーターはどのような動物であってもよい、というわけではない。同じ種類の植物の花から花へ移動してくれるもの、体に花粉が着きやすいもの、などが重要だ。花を傷つけるもの、別の植物の花へ行きたがるもの、などは「来てほしくない」と思っているだろう。このような要求を満たす仕組みはどのように達成されているだろうか。また別の機会に考えてみたい。

（森林資源部主任研究員）

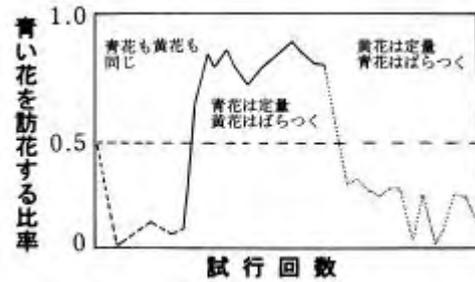


図 - 3 マルハナバチの訪花頻度は、花蜜量のばらつきによって変化する。人工的につくった多数の青い花に各2 $\mu$ Lの蜜を入れるハチは黄色い花を好むようである。（破線部）。そこで、黄色い花には3個に1個、6 $\mu$ Lの蜜を入れ、他の2個は空にする（青い花は変化しない）。平均量同じであるのに、ハチは青い花を選ぶ（実線部）。ばらつきが嫌いなのだ。青い花にばらつきを与えると黄色い花を選ぶようになる（点線部）。（リアル 1982）