

植物の防衛戦略について

北海道ボランティアレンジャー協議会 三輪礼二郎

動けない植物は、長い進化の歴史の中で様々な工夫をしてその命をつないでいます。たとえば、化学物質を体内で合成して動物や細菌、あるいは紫外線から身を守っています（化学的防御）。また、器官の一部を変化させてトゲをつくって動物の食害から逃れたり（物理的防御）、アリなどの昆虫に蜜や住まいを提供するなどして、他の昆虫の食害を防いでいる（生物的防御）例も観察されています。

前年の研修会では、化学的防御についてお話しましたが、今回はこのような防衛戦略全体について概観してみたいと思います。

1. 化学的防御

（1）恒常的防御

植物はテルペノイド、アルカノイド、ポリフェノールなどを、恒常的に蓄えて細菌や植食者あるいは紫外線から身を守っている。これを恒常的防御という。

（2）誘導防御

植物が食害を受けたときに、いろいろな化学物質を合成して植食者から身を守る場合がある。これを誘導防御という。

植物が昆虫や動物に食べられて傷つくと、その刺激でさまざまな化学物質を合成したり、放出したりすることは広く知られています。たとえば、ジャガイモやトマトは、昆虫の幼虫に葉をかじられると、植物全体に昆虫のタンパク質分解酵素（プロテアーゼ）だけに働く阻害タンパク質をつくります。そのような葉を食べ続けた幼虫は、消化不良を起こして死んでしまいます。植物のしめす見事な防御反応といえます。

その感知機能についての詳細はまだよく分かっていませんが、このような傷刺激で生成される揮発性物質としては、有名なエチレンや、病気の感染で生成されるサリチル酸メチルなどがあります。また、近年、植物ホルモンであるジャスモン酸も防御反応の獲得に重要な働きをすることが分かってきました。これらの物質は（におい）食害を受けた組織で合成、放出されますが、その植物全体からも放出される場合があることも報告されています。

この匂いの成分によって、その植物自身の食害を受けた周囲の組織、あるいは植物全体が新たな防御反応を引き起こすだけでなく、放出された匂いを感知した周りの木も、防御物質をつくって自分の身を守ります。さらに、これらのにおいの成分のほか、森林の香りの主成分である揮発性テルペンも、被害株の隣に生息する健全株（同種ではなく異種でも構わない）の抵抗性を高める働きをするという報告もありますが、化学成分の詳しいことは分かっていません。

植物がどこでにおいの成分を感知するかについてですが、植物の細胞膜にはエチレンの受容体があり、エチレンを感知していることは明かです。ジャスモン酸やサリチル酸メチル、その他の受容体があるかどうか、今のところ明かではありませんが、あると思われます。その他に気孔があげられますが、まだ実証データはないようです。

（以上「これでナットク！植物の謎」講談社ブルーバックス）

2. 物理的防御

植物は、その身を守るために化学物質を合成する以外にも、物理的方法、たとえば棘をつくったり葉を固くしたり、あるいは毛を生じさせたりして植食者からの被害を防ぐ手段を講じている。

《棘》

植物の棘には、サボテンのように乾燥を防いだり、ジャケツイバラのように他の植物などによりかかって体を支えたりする働きがあるが、最大の働きは植食者、特に大型哺乳動物に対しての防御だと考えられる。そのため多くの植物が棘をもっており、その由来も枝、茎、葉とさまざまである。

- 枝に由来するもの
サイカチ、カラタチ、クコ、グミ、サンザシなど
- 表皮に由来するもの
バラ、キイチゴ、タラノキ、ワルナスビ、イラクサなど
- 葉に由来するもの
サンショウ、イヌエンジュ、サボテン、スグリ、メギなど

《葉》

地中海沿岸には、コルクガシやオリーブなどの葉の硬い樹木が主体の硬葉樹林が広がっている。その理由は、乾燥に耐えるためだと容易に想像される。日本には硬葉樹林は存在しないが、葉は春の芽出しから日射しが強くなるにしたがって段々硬くなっていく。これは主に蒸散や強風、紫外線を防ぐためと考えられるが、メリットはそれだけではない。

樹木は、その体を動物に食われないように何らかの防御をしている。この防御の仕方にもさまざまなやり方がある。いちばん簡単なのは、体を固くして食われ難くすることである。たとえば樹木の葉は、若葉の時には柔らかいがその内固くなってくる。若葉の時には多くの昆虫に食べられるが、ある程度固くなると食われ難くなる。この方法はどうやら一番効果的であるらしい。また、葉の裏に生えた毛なども、以前は樹木の種を識別くらいにしか用のないものと思われていたが、近年これはこれで、防御の役に立っていることが具体的に明らかにされている。

(「森林の生態」菊沢喜八郎、共立出版株式会社)

《毛》

植物の毛には、直射日光をさえぎって紫外線を避けたり、蒸散を押さえたりする働きがある。それが種子についている場合には、動物散布の際の付着器としては働く。また、植食者に対する防御の役割も担っていると考えられている。

棘が主として大型の植食者に対する防御であるのに対し、植物体表の毛は、昆虫でも特に小型の植食者に対して有効な防御となっている場合が多い。毛が生えていると、昆虫の歩行や定着が妨げられたり、絡めとられて死亡したりするばかりか、口吻が植物体に到達できなくなるなど摂食行動も妨げられる。同様に産卵も妨げられる。

(「昆虫による加害と植物の防御(Ⅰ)」鎌田直人 Tree Health Research Society, Japan)

3. 生物的防御

共生は、種間で互いに利益を得る関係であり、様々な生物間で知られている。植物の中には、イタドリ、アカメガシワ、サクラなどのように葉柄や葉身に蜜腺をつけ、アリに食料を提供する代わりに食害昆虫から身を守ってもらっている種もある。このような防御手段を生物的防御という。

アリ植物の一つであるアカシアは、内部が空洞の棘をアリの巣として提供している。タンパク質と脂肪に富んだ器官や、糖分に富んだ蜜腺といった器官をもっている。植物から住居と食物を提供されたアリは、他の植食者による食害からアリ植物を守っている。実験的にアリを除去すると、アカシアの生存率や成長が大きく低下する。

(鎌田直人「昆虫による加害と植物の防御(Ⅰ)」Tree Health Research Society, Japan)

東南アジアの熱帯の低地林にはトウダイグサ科のマカランガという樹木の属がある。この植物では茎が中空になっていて、その中にそれぞれのマカランガの種に特有なシリアゲアリ属のアリを住まわせている。植物はアリに住みかを提供しているだけではなく、葉についた蜜腺から蜜を出したり、托葉の裏にフードボディといわれる餌をつけたりして食物を提供している。アリはマカランガの葉を食べに来る他の昆虫を撃退したり、場合によっては、木にからみつくツル植物を切り取ったりする。

葉の裏の主脈と側脈の間にダニ室(ドメシア)というものをつくり、そこに捕食性のダニを住まわせボディガードにしている植物もある。韓国で調べられた例では、日本にも共通なイタヤカエデ、サワシバ、ミズキ、エゾヤマザクラなど多くの樹木で見られていて、一枚の葉に数頭から数十頭のダニがいるようである。こんな小さなダニが役に立ちそうにも思えないが、葉ダニを防いだり、カビから葉を守るのに役立っているのだろう。

(「森林の生態」菊沢喜八郎、共立出版株式会社)

《蜜腺》



エゾヤマザクラの蜜腺を舐めるアメイロアリ

例えばトウダイグサ属の総苞やソクズの花序の蜜腺体がある。

蜜腺(みつせん)とは、被子植物で蜜を分泌する器官あるいは組織。明瞭な突起となっている場合には腺体というが、蜜以外の物質を有する腺体もあるので、特に蜜腺体ともいう。

多くの植物(虫媒花)では花の内側、花弁・雄蕊・雌蕊の基部付近、あるいは花盤にあり、花内蜜腺という。また花弁や雄蕊が退化して蜜腺体になった植物も多い。花が咲くと蜜が分泌され、チョウやハチなどの昆虫、ハチドリなどの鳥類やコウモリがこの蜜を餌とする。植物としてはこれらの動物による授粉の役に立ち、その必要のない風媒花などでは蜜腺は退化している。虫媒花でも蜜腺が退化した「花粉花」もある。

普通は花が散ると蜜腺も役目を終えるが、その後も蜜腺が機能する植物もある(例えばキツネノマゴ科ルエリア属)。また花の中ではなく花序に独立の蜜腺ができる植物もあり、

花以外の部分に蜜腺(花外蜜腺)を持つ植物もある。例えばサクラ属やアカメガシワなどの葉の基部にあるものがよく知られる。これらではアリが集まっているのがよく観察され、一説には(上記の花後に残る蜜腺も含めて)アリを誘引して植物に有害な他の昆虫を排除する役割があるのではないかといわれる。(ウィキペディア)

*蜜腺を持つ植物

サクラ、アカメガシワ、サツマイモ、ヤマナラシ、イタドリ、ホウセンカ、フヨウなど

《ダニ室》

ダニ室というのは、葉の脈と脈の間にできる、小さな部屋のような器官です。虫こぶと違って植物側が作る器官ですが、何のために作っているのかは分かっていません。

ダニ室には肉食や菌食のダニも見られることから、ダニ室の共生説が今盛んに研究されています。この共生説とは、肉食や菌食のダニがダニ室を産卵場所や避難場所として使い、代わりにこれらのダニが葉に害を与える



クスノキのダニ室（左：葉の表側、右：葉の裏側）西田研究室

植食性のダニやカビなどを退治しているというものです。たしかに、さまざまな樹種で、ダニ室にこのような共生の機能があるという報告が出ています。

しかしクスノキのダニ室では、植食性と思われるダニが圧倒的に多く見られます。なぜクスノキのダニ室には、葉に悪さをする「悪い」ダニがいるのでしょうか？この謎を解くため、私たちはキャンパスのクスノキで 2001 年より調査をしています。実際にどんなダニ室が作られ、中にどんなダニがいるのかを調査した結果、クスノキでは 1 枚の葉に、幾つものダニ室があることがわかりました。そして、葉のどの部分にダニ室ができるかによって、ダニ室の形が違い、形が違くと中にいるダニも異なることがわかりました。

それでも、一番多いダニは、やはり植物に害を与える植食性のフシダニでした。そこで、このフシダニの増減とクスノキの葉の関係を一年間調べてみました。すると、ダニが最も少なくなるのは春で、その理由は、クスノキがダニをダニ室の中に入れたまま、多くの葉を落としてしまうためであることがわかりました。ダニ室の入り口は秋には狭くなり、ダニは中に閉じこめられてしまいます。クスノキのダニ室は、植食性のフシダニを閉じこめて排除する器官である可能性があります。現在、論文を準備中です。

(名古屋大学環境研究科 西田佐知子研究室)