

アブラムシが甘い蜜で随伴アリを操作していることが判明

～生物多様性の維持の解明への貢献に期待～

ポイント

- ・甘露を搾取されるだけとされていたアブラムシが、随伴アリを利己的に操作していたことが判明。
- ・甘露中のドーパミンがアリを攻撃的にし、アブラムシへの保護が強化されることを解明。
- ・自然選択による利己的な進化が、生物多様性の維持に果たす役割の解明へ期待。

概要

北海道大学大学院農学院修士課程の工藤達実氏、同大学院農学研究院の長谷川英祐准教授らの研究グループは、ヨモギに付随するアリ随伴型のヨモギヒゲナガアブラムシが排泄する糖を含む液体(甘露)には、脳内アミンの1種であるドーパミンが含まれており、甘露を摂取した随伴アリの攻撃性が上がることを解明しました。

自然界に見られる膨大な生物多様性がどのように維持されているのかを解明することは、生態学、進化生物学の最大の課題の一つです。現在、唯一の適応進化の説明理論である自然選択説からは、より利己的な形質が進化する事が予測されていました。本研究から、アブラムシが自らを外敵から守ってもらうために、アリに化学物質が入った甘露を与えて行動を操作し、攻撃的にさせた結果、アブラムシとアリの双方にとって、共生関係からそれぞれ利益を得る、いわば“win-win”の関係を進化させたと考えられます。

かつて、アブラムシは一方向的に甘露を吸われるだけのアリの家畜のような存在だと考えられてきました。しかし、本研究では、アブラムシも自己利益を最大化するためにアリの随伴を主体的に利用している事が明らかになりました。よって、競争の観点からのみ理解が試みられてきた生物多様性の維持機構に関して、自然選択による利己的な進化を極めた結果、双方にとって“win-win”の関係が進化し、お互いの利益のために生物多様性が必要とされ、維持されるという新しい観点を導きだしました。

本研究の成果は、自然選択が生物多様性の維持に果たす役割の理解をより一層深めるための重要な成果といえます。

なお、本研究成果は、2021年9月17日(金)公開の Scientific Reports 誌にオンライン掲載されました。



ヨモギヒゲナガアブラムシ (写真左上) と
それに随伴するトビイロケアリ (写真右下)

写真：川内谷 亮太

【背景】

生物が互いに利益を与え合う相利共生関係は、裏切り者の侵入に弱く壊れやすいと予測されています。しかし、実際には、相利共生関係は自然界において多く存在します。そのため、相利共生関係が維持される仕組みの解明は、進化生態学における重要な課題の1つとされてきました。

アブラムシには、分泌する甘露中の糖やアミノ酸を目当てにアリが随伴する種類があります。アリは甘露を餌として受け取る代わりにアブラムシを外敵から保護するため、この2者は相利共生関係にあるとされます。しかし、なぜアリがアブラムシを裏切って保護することをやめないのかは解明されていませんでした。

共生相手の裏切りを防ぐ仕組みには、今までいくつかの仮説が検証されていますが、近年、共生相手の行動を利己的に操作し、共生関係を維持している例が報告されています。研究グループは、アブラムシが甘露を介してアリの攻撃性を操作し、裏切りを防いでいるという仮説を立て、これを検証しました。

【研究手法】

相利共生関係にあるヨモギヒゲナガアブラムシとトビイロケアリを用いて、まずアブラムシと接触したアリと接触していないアリの攻撃性を比較しました。攻撃性の指標には、アブラムシの捕食者であるナミテントウに対して攻撃行動をとった回数を用いました。次に、アブラムシが分泌する甘露に含まれる生体アミンの組成と検出されたアミンがアリの攻撃性に及ぼす影響を調べました。

【研究成果】

ヨモギヒゲナガアブラムシと接触した後のトビイロケアリの攻撃率は、接触していないアリよりも約2.6倍高いことがわかりました（図1）。アブラムシが分泌する甘露には、昆虫の意思決定に影響する生体アミンの1種であるドーパミンが約0.048mM含まれていることが判明しました（図2）。アリにこのドーパミンを混ぜた砂糖水を飲ませると、ドーパミンの濃度と共に攻撃性が上昇し、ドーパミンの拮抗阻害剤はこの効果を打ち消すことがわかりました（図3）。

【今後への期待】

本研究により、一見搾取されているように見えるアブラムシは、自分の利益を最大化するためにアリの随伴を主体的に利用している事が明らかになりました。よって、自然選択による利己的な進化の結果、お互いの利益となるいわば“win-win”な関係が維持されているということが示唆されました。この研究成果は、自然選択が生物多様性の維持に果たす役割の解明へ貢献すると期待されます。

論文情報

論文名	A symbiotic aphid selfishly manipulates attending ants via dopamine in honeydew (アリと共生関係にあるアブラムシの1種は、甘露中のドーパミンによりアリを利己的に操作する)
著者名	工藤達実 ¹ , 青沼仁志 ^{2†} , 長谷川英祐 ³ (¹ 北海道大学大学院農学院, ² 北海道大学電子科学研究所, ³ 北海道大学大学院農学研究院, [†] 現所属 神戸大学大学院理学研究科)
雑誌名	Scientific Reports (科学論文一般を扱う総合科学誌)
DOI	10.1038/s41598-021-97666-w
公表日	2021年9月17日(金)(オンライン公開)

お問い合わせ先

北海道大学大学院農学研究院 准教授 長谷川英祐（はせがわえいすけ）

T E L 011-706-3690 F A X 011-706-2494 メール ehase@res.agr.hokudai.ac.jp

U R L <http://lab.agr.hokudai.ac.jp/ecosys/ecolgy/aml.htm>

配信元

北海道大学総務企画部広報課（〒060-0808 札幌市北区北8条西5丁目）

T E L 011-706-2610 F A X 011-706-2092 メール jp-press@general.hokudai.ac.jp

【参考図】

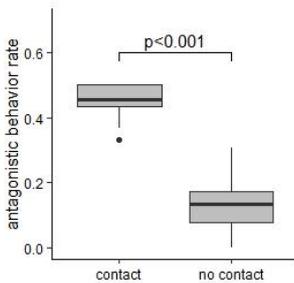


図 1. アブラムシ接触前後のアリの攻撃性, アブラムシと接触すると攻撃性(噛みつく, 蟻酸をかける)が約 2.6 倍に上昇する。

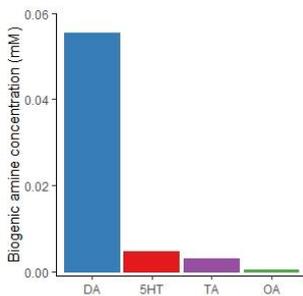


図 2. 甘露中の生体アミン量 (DA:ドーパミン, 5HT:セロトニン, TA:チラミン, OA:オクトパミン)

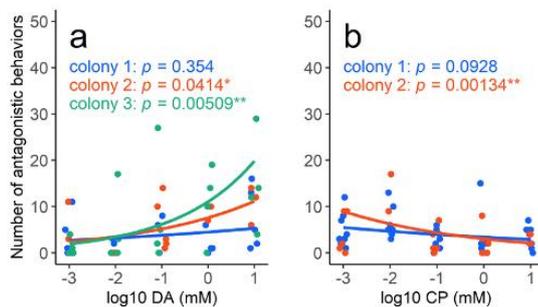


図 3. a. 投与したドーパミン濃度とアリの攻撃性, b. 投与したドーパミン阻害剤濃度とドーパミンの効果の抑制。与えたドーパミン濃度が上がるとアリの攻撃性も上昇し, 阻害剤はドーパミンの効果を抑える。