

アリの生態について～庭のアリはどんなアリ？～pt.6

沼津市立金岡中学校

2年 細谷暖

1 始めに (動機)

僕のアリの研究は今年で6年目になる。アリが見せる様々な挙動に毎年驚かされ、僕の探究心は止まらない。昨年の研究ではアリたちの情報伝達(コロニーの判別、匹数把握、自分の閾値(しきいち)は全体の何%に入るのか等)が「触覚を合わせる」という行為のみで行われているということが確認できた。この触覚を合わせるという行為はどうしてこんなにも多くの情報を一瞬で伝えることができるのかとても興味を持った。専門家の研究では、アリは“頭部に存在する一对の触覚で相手の体表面に存在する体表炭化水素の情報を読み取り、巣仲間・労働タスク・カーストといった様々な情報を識別する”ということがわかってきている。体表炭化水素という言葉には6年生の時の研究で少し触れている。体表炭化水素がアリの行動の基本にあるようだと考え、このことを念頭に置き、様々な条件をアリに与えてアリ各々が相手の体表炭化水素を探らなければいけない状況を作り、詳細な観察ができるような場面を探してみたいと思った。

2 実験

(1) 実験① 庭の砂場からトビイロシワアリを3匹捕獲しコップに入れた。3匹は早速違和感なく触覚を合わせ続けたので、この3匹は同じコロニーの仲間同士であると仮定した。ここで1匹を取り出し薄めた酢を体に塗り、またコップに戻した(酢の中には炭素が入っているため、体表炭化水素の組成に何かしら影響を与えられないかと期待した)。アリを取り出す際に1本の足を傷つけてしまったらしく、戻したときに後ろ足を引きずっていた。そのアリは酢の影響か自分の触覚をしきりに磨き始めた。コップにいた2匹は酢を塗られたアリに寄ってきて、敵対する様子もなく触覚をしきりに合わせた。そしてどうやら酢ではなく怪我のほうを気にしているようで、過去の実験でも見られた介抱するような仕草を2匹揃って示した。足を怪我したアリに2匹が何か液体を塗っているようなそぶりが見られた。長い時間そうしていると驚くことに怪我をしたアリが回復し元気に歩き出した。感動的な光景だった。酢に対してはあまり反応は示さず、怪我をしたアリに対する対処が見られた。



(2) 実験② 庭の砂場から新しい3匹を捕獲しコップに入れた。3匹は敵対する様子は見られなかった。同じコロニーの仲間と推測したが、しばらく見ても触覚を合わせる様子が見られなかった。組織的に行動しようとしていた実験①の3匹との差を感じた。たまたま選んだ3匹なので、閾値などの反応への個体差があるのだろうかという疑問に思った。1匹を取り出し体表に自分の呼気(二酸化炭素)を吹きかけコップに戻した。様子を観察すると面白い行動が見られた。息を吹きかけられた1匹と、元の2匹のうちの1匹が、触覚の片方だけを恐る恐る合わせ始めた。ちょっと合わせては離し、また合わせては離し、という行為を繰り返した。なんだか人間らしい面白い行為に見えた。相手の体表炭化水素はコロニー特有のものに感じるが、ほんの少し異質なものが混じったような気がして判定しきれない、と感じたのかもしれない。ここで3匹に削った炭をうっすらとふりかけてみた。すると3匹ともパニックになり、しばらく触覚を激しく磨く行動が見られた。炭を使った理由はやはり炭の中に炭素が入っているからである。体表炭化水素に影響を与えたのかどうかはわからなかったが、アリの触覚機能に何か影響を与えたことは間違いない。



(3) 実験③ アリ2匹をコップに入れ、追加で1匹入れて匹数の変化を察知しているような行動が見られるかどうかを観察した。2匹の状態でも、3匹にしたところでも、実験①のような触覚での円滑なコミュニケーションをとる姿は見られなかった。しばらくの間観察していると、1匹が残りの2匹に蟻酸でやられ

る姿が見られた。よく見ると形が似ていながらも1匹は少し細く、どうやら違う種のようなのだ。そこでこの1匹を逃がし、トビイロシワアリと思われる砂場の巣のそばにいた1匹を新たに追加した（同じ仲間と期待をして）。3匹が触覚を合わせる姿を待っていたがなかなか見られなかった。しばらく観察を続けると新しく追加した1匹のアリ（Cとする）が、元からいた2匹（A、Bとする）を仲間と認識しているような動きで何度も触覚を合わせに行き始めた。ところがA、BはCと触覚を合わせた後、数秒考えて逃げるような姿が何度も見られた。同じコロニーであるがコロニーが大きいので体表炭化水素が微妙に違ってしまい、誤差の範囲と認識するCと、違うコロニーのアリではないかと判断するA、Bとに分かれたように見えた。今までの実験で明らかに違う種・コロニーのアリ同士だと、近づいて触覚を合わせると同時にどちらかが飛びのくので、この「考えてから逃げる」ような仕草がとても気になって、上記のような推測しか今のところ出来なかった。

（4）実験④ 砂場にハムを置きトビイロシワアリが集まるのを待つ。集まったところでその中から2匹をコップに入れる（この2匹は同じ場所で同じ指令の下えさとりをしているので、同じ種・コロニーのアリと仮定する）。さらにトビイロシワアリと思われる1匹を離れた場所（離れたレモンの木の手を歩いている）から捕獲し投入した。最初に捕獲した2匹同士に特に目立った動きはなかったが、レモンの木のアリを投入したところ激しい動きが見られた。レモンの木のアリは他の2匹と触覚が触れそうになるだけで激しくのけぞり、急いで逃げる姿が確認できた。この1匹は砂場のトビイロシワアリとはコロニーが違うことが想像できた。もしかしたら見た目はとてもよく似ているがトビイロシワアリですらないかもしれない。

（5）実験⑤ 砂場にて紙コップに入れたハムと、紙コップに入れた砂糖を隣同士に置き、トビイロシワアリが集まるのを待つ（同じ種・コロニーであると予測する）。アリが集まったところでハムの方（大きなえさなので砂かけをするという指令フェロモンに従っている）から2匹、砂糖の方（小さいえさをとるという指令フェロモンに従っている）から1匹を捕獲し、紙コップに合わせて入れて触覚を合わせる様子を観察した。すぐに3匹で触覚を合わせる姿が見られた。どうやら3匹の体表炭化水素は同じと認識されたようだ。違う指令フェロモンに従って仕事をしていたのではないかと推測したが、体にまとった「えさを捕獲する」というフェロモンに違いがなかったのか、触覚を合わせてお互いの体表炭化水素を確認する際には指令フェロモンは影響しないのか、お互いが不自然に感じているような行動は一切見られなかった。

（6）実験⑥ 実験④で捕獲したレモンの木の手のアリを再度観察してみるために、レモンの手の上に紙コップに入れたハムを置いてみた。続々と小さなアリが集まってきた。しかしこのアリたちにはトビイロシワアリ特有のえさに砂かけをするという行為が見られず、少しずつえさをかじって運んでいた。体の形をよく観察すると、尻の部分がとがっていた。どうやらトビイロシワアリではないらしい。このたくさん集まったアリの中に、砂場のハムのところにいるトビイロシワアリを一匹投入してみた。するとトビイロシワアリが一瞬のうちに捨て身でそばにいるアリに噛み付いた。噛み付かれたアリがSOS フェロモンを出したのか、周りの仲間のアリたちがすぐに寄ってきてトビイロシワアリを触覚でさわり、引き剥がそうとしているような動きが見られた。どちらも「ハムというえさを運ぶ」仕事をしているアリ同士ではあるが、種やコロニーが違うと敵対するということが確認できた。観察していて気がついたことは、トビイロシワアリは強いのではないかということだ。他の種と混じると瞬時に蟻酸をかけて攻撃したり噛み付いたりしている。このレモンの手のアリ、茶色っぽいアリ、クロオオアリは足が速く、反してトビイロシワアリはとてもゆっくり歩く。足が遅いから、種を守る機能として強い攻撃性を得たのかもしれない。



（7）実験⑦ 砂場のハムに集まっているアリ3匹（A、B、C）と、砂場右端を行ったり来たりしているトビイロシワアリのようなアリを1匹（D）捕獲し紙コップに入れて観察した。砂場の下の巣は全部つながっているであろうことを4年生の研究で確認しているので、DはA、B、Cと同じ種同じ巣であると予測する。同じ仲間でエサを運ぶ仕事をしているアリと、エサ運びをしていないアリを合わせるとどのような行動が見られるかを観察した。DがA、B、Cの触角に触れるたび飛びのく姿が確認できた。歩いていたアリだったので、もしかしたらレモンの手のアリの種だろうか、とも思ったが、先程見られた噛み付くような攻撃的な行動は見られなかった。形をよく見てみたが尻がとがっていなかったため、やはりレモンの手のアリとは違うよう

だ。形はトビイロシワアリに見えた。だがDは尻の大きさがほんの少し小さくも感じた。また違う種類のアリなのか、同じトビイロシワアリ同士で違う巣のアリなのか。4年生の研究では砂場の下の巣は全てつながっていることがわかったが、砂場のところをウロウロ歩いている違う巣のものもいるのか、同じ巣だけれど微妙に体表炭化水素のずれが生じて違和感を覚えたのか。具体的な推測が次々とわいてくるほどアリと親しくなれた気がするが、どれが真実なのかは証明できず悔しい。



(8) 実験⑧ 実験⑦で捕獲したアリDの正体を知るため、Dを捕獲した辺りにハムを置いてみた。この場所は色々なアリの通り道になっており、ハムにはクロヤマアリと小型で茶色く足の長いアリとトビイロシワアリらしいアリがすぐに集まってきた。このように違う種のアリが集まるといつも見られる光景は、体の一番大きなクロヤマアリが相手の体表炭化水素を触覚で触った瞬間大きく飛びのく姿である。茶色いアリも触覚でほかのアリに触れるなり飛びのいて逃げる姿が確認できた。この2種は足がとても速い。足が速いアリは相手の体表炭化水素をいち早く敵と認識でき、いち早く逃げられるようにできているのかもしれない。またトビイロシワアリはここでも飛びのく姿は見られず、どんと構えて蟻酸で相手を攻撃していた。身体機能に基づき、敵と出合った時にできる対処の方法がそれぞれ進化の過程で変わったのかもしれない。しばらくすると、期待通りトビイロシワアリと思われるアリが残ってたくさん集まっていた。ここに砂場のハムに集まっているトビイロシワアリを5匹ほど連れてきて投入してみた。アリたちは触覚を合わせているように見え、違和感を覚えている様子がなくコミュニケーションをとり行動をした。この2箇所のアリは体表炭化水素が同じ、仲間のトビイロシワアリなのだろうと推測できた。となると、実験⑦のアリDはやはりトビイロシワアリで、微妙な体表炭化水素の違いに反応した可能性もある。たくさん数がいると誤差も平均化されそれぞれがそこまで強く反応しないが、少ない数だと相手との違いをより強く感じてしまうようなこともあるのだろうか。

(9) 実験⑨ 実験⑧で砂場の右端に置いたハムは、更に時間が経過すると最終的にクロヤマアリによって独占されていた。においを広げたのか、こうなってしまうともうほかのアリたちの姿は見えなくなっていた。そこでこのクロヤマアリの集団の中に、砂場のハムにトビイロシワアリによってかけられている砂を入れてみた。クロヤマアリの何匹かがパニックになって慌てだした。敵のにおいに反応する閾値に個体差があるのか、砂に激しく反応する2~3匹と、全く反応をしないで一心不乱にエサをかじるアリとに分かれた。砂に反応したアリは、慌てて何度も自分の触覚を磨く姿が見られた。この行動は過去の実験を通して幾度も見られている。この触覚を磨く行為にはどんな意味があるのだろうか。

3 考察 全ての実験を終え、以下の三つの項目に分けて考察をしてみた。

(1) 怪我をしたアリの介抱について

今回の実験①や過去の実験でも、怪我をしているアリを仲間のアリたちが介抱しているような姿を度々見ている。ドイツの研究者の論文で、大型のアリ、メガポネラアリが負傷した仲間を治療することがわかったと書かれているものがあるそうだ。ぼくは明らかにトビイロシワアリにもこの行為を行う習性があると思う。傷ついたアリに仲間が唾液を塗るような行為をし、介抱されたアリが回復している姿を何度も目撃している。この人間に例えると介抱に見える動きも、アリが進化した末の知恵であり、戦力を少しでも減らさないために行われる反射的な行動なのだろう。ところどころ人間の感情論を当てはめたくなるような行動が見られ、人間はこのアリたちがすることについて魅せられてしまう。

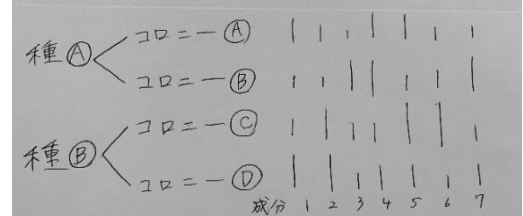
(2) 触覚を磨くような行為について

アリたちが何か刺激的なものに触ったり敵のアリに触れたりした後、触覚を磨くような仕草を行うのを何度も見てきた。調べたところアリの頭部の脳の上には後部咽頭腺と呼ばれる貯蔵器官があるそうだ。その後部咽頭腺内には巣仲間と同じ炭化水素がためられており、その端は口へと通じているらしい。アリが前脚を口へ持っていったはその脚で触覚を拭うセルフグルーミングという仕草は、触覚の汚れを掃除しているようにも見えるが、後部咽頭腺に溜め込んだ巣仲間個体もつ炭化水素の平均的組成を触覚に塗りつけているとも推測できるようだ。(昆虫のケミカルコミュニケーションの生物学—社会的適応行動の発現機構 山岡亮平、尾崎まみこ 計測と制御 第46

巻 第12号 2007年12月号 より) この推測をあてはめるとぼくが観察で確認できたアリたちの行動をととてもよく説明できる。実験②でアリたちに炭をかけた時この触覚を激しく磨く行為が見られた。記憶している自分や巣仲間の体表炭化水素の組成が乱れ、後部咽頭腺から溜め込んだ見本を取り出しリセットしていたのではないだろうか。実験⑨でクロヤマアリがトビイロシワアリの砂を触覚で触った後、やはり激しく触覚を磨いていた。これも他種のおいによって自分たちの固有の組成の記憶が乱されたため、正しい組成の記憶に修正している行為だったのではないだろうか。今まで所々見られたこの触覚を磨くという行為は体表炭化水素の記憶を正しく保つための行為だと推測するととても納得がいく。

(3) 体表炭化水素について

種特異性の認められる昆虫の体表炭化水素の組成は自然界のバーコードと言えるそうだ。ぼくなりイメージを絵に描いてみた。各アリはクローンではないので、どうしても多少の個体差が生まれるものではないかと思う。この個体差への許容範囲も、また個体によって変わってくるのではないだろうか。例えば敵に対して反応して攻撃をするという閾値が低いアリ(実験③でいうとA、B)はほんの少しの誤差に反応し、その閾値が低くないアリ(実験③でいうとC)は誤差に寛容なのかもしれない、という仮設も考えられる。また昨年の実験②でぼくはすべての指令の根底に「同じ学校の皆さん」というものがまずあり、その次に「A組の皆さん」「B組の皆さん」というものがあり、更にその次に「えさをとりましょう」などの指令があると仮定した。この仮定を改めて見てみると「同じ学校の皆さん」と表現したものはまさに体表炭化水素にあたるものだろうと気づいた。そう考えると次の「A組の皆さん」「B組の皆さん」というものはどういう概念にあたるのだろうか。ぼくなり考えてみた。このグループ分けと思われるものは昨年の実験から推測するとおそらく体表炭化水素の組成とは関係しておらず、後天的に出た判別要素なのであろう。ということは状況に応じて出されるフェロモンの一部と考えるのが妥当だろう。数々の実験を思い返すと、実験を始めるためにアリたちを集めたとき必ず何匹かが(今回の3匹の実験では3匹全部が)今自分たちが置かれている状況の一番外側の壁をぐるぐる回る姿が見られた。もしかしてこれはグループを決めるために、例えるなら地図上の範囲を見定めている行為なのではないかと思った。場所的にここまでの範囲にいる仲間を今回の指令の対象とするというような信号がフェロモンの中に含まれるのではないだろうか。今回の実験⑤でハムをとっているアリと砂糖をとっているアリを合わせたが、特に違和感を覚えるようなそぶりは見られなかった。これはとても近くで作業していたアリ同士なので



体表炭化水素(一致)

+

グループ(作業している場所が一致)

+

指令(えさをとるという指令で、差がなかった)

の3段階が全て一致した結果なのではないか。それに対しレモンの木のとこでハムを捕獲するアリと、砂場でハムを捕獲するアリが、同じハムをとっているという指令を運びながらも、根底の段階が違うため攻撃しあったのも同じ図で説明できる。

体表炭化水素(違う)

+

グループ(違う)

+

指令(えさをとるという指令ではある)

このようなアリたちの複雑な認識の形態について考えてみると、やはりアリたちはコロニーを守るためにそれぞれに特有で膨大な信号をAIのように照合しているだけなのかもしれない。つい人間が考えてしまう感情的なものや心があるようなしぐさや状況を感じとっているような動きは幻想で、そのようなものは存在しなく、パターンとして全てを処理しているのであろうか。アリたちの行動はコスト重視で、組織を守るための割り切ったものなのかもしれない。あくまで憶測だが、種の繁栄のために体表炭化水素の仕組みを利用しているアリたちがいる。サムライアリやアメイロアリである。体表炭化水素というものを掘り下げてよく理解した今となつては、このアリたちが進化の過程で得た戦略は本当に驚くべきものだと感じた。

アリの全てが分かる日はまだ遠いのかもかもしれないが、ぼくの中ではアリへの理解はこの6年で大変深まった。観察を重ねるごとに、きっとまた新しい発見ができるのではないかと考えている。