

ダンゴムシの研究

1 研究の動機

小さい頃からダンゴムシに興味があり、小学校 1 年生から 9 年間、ダンゴムシ（オカダンゴムシ）について継続研究してきた。今年は、9 年間の理科研究のまとめとして、今まで調べてきたダンゴムシの特徴を整理するとともに、小学校 4 年生、5 年生、6 年生でも調べた「交替性転向反応」と触角の働きについてさらにいろいろな視点から詳しく調べてみることにした。

2 研究経過

小学校 1 年生から中学校 2 年生までの、ダンゴムシに関する 8 年間の研究で明らかになったことの概要を以下にまとめる。

(1) ダンゴムシの体の仕組み

ア 7つの節があり、触角、足、脇腹に触ったり、温度変化（40℃以上、5℃以下）があったり、体に振動、衝撃が加わったりすると体が丸くなる。ダンゴムシが体を丸くするのは、外敵から自分の体を守るための行動であると考えられる。

イ 足は 14 対あり、それぞれの足にはとげのようなものがある。そのとげのようなものを引っかけて、仰向けの状態から起きあがったり、傾いたところを上ったりする。表面がつるつるしているところでは、起きあがったり上ったりすることはできない。

ウ 触角の周りには細かい毛のようなものがあり、その毛で周りのものに触って物を感じている。したがって、触角がないと思うように進めず、不自然な動きをする。

(2) ダンゴムシの食べ物とふん

薄くて柔らかい物を好んで食べる。葉を好んで食べるが、葉だけでなく、野菜や果物、ミミズ、セミなどの昆虫や、朽ちた木なども食べる。また、新聞紙や段ボール等の紙類も食べる。

餌を食べてから 4 時間から 5 時間でふんを出す。ダンゴムシは、生き物（植物や動物）を食べて消化し、ふんにして土の中に返している。

(3) ダンゴムシの成長

何十もの卵を自分の腹の中で育てる。腹の薄い袋の一部が破れ、そこから薄いクリーム色の幼虫（約 0.5mm）が出てくる。成長するにつれて背中に黒い筋が表れ、体全体が次第に茶色になる。ダンゴムシは、2 回に分けて脱皮する。最初は体の後ろ半分、次に前の部分を脱皮する。

(4) ダンゴムシの限界

水中でも 1 時間 30 分以上生き続けることができる。ダンゴムシはエビやカニの仲間なので水の中でも長く生き続けることができるのであろう。

(5) ダンゴムシの性質

ア ダンゴムシは湿った場所、暗い場所を好む。湿度、明るさに反応する。

イ ダンゴムシは酢や唐辛子、酒等を染みこませた食べ物には近づかないことから、臭いに反応する。

ウ ダンゴムシはテントウムシのように上に向かう習性はない。平地で平面的に生活しているためであると考えられる。

エ ダンゴムシの「交替性転向反応」

・ダンゴムシは、迷路において、一つ目の曲がり角で右に曲がった場合、次の曲がり角では

左に曲がり、次の曲がり角では右に曲がるというように交互に曲がる性質（「交替性転向反応」）がある。

- ・ダンゴムシは触角が1本の時や両方の触角がないときには、食べ物の位置や強いにおいに反応しない。ダンゴムシは、触角で臭いや進む方向を確認している。

3 研究の内容と方法

- (1) 「交替性転向反応」は、どのくらいの割合で起こるのか。

方眼紙上に、図1のような幅2cmの幅の道を作り、30匹のダンゴムシをスタート地点に刺激を与えないように静かに置き、どんな動きをするのか（曲がり方、歩く速さ）を観察する。

対照実験として、刺激（体をつつくなど逃げ出す状況を作る）を与えたダンゴムシ30匹をスタート地点に置き同様の観察をする。

- (2) 「交替性転向反応」を条件を変えてその正確性を調べる。

ア 図2のような道を作り、ダンゴムシが、左→左と進んだとき、「交替性転向反応」が起こるかを調べる。

イ 図3のように、1つ目の曲がり角で強制的に左に曲がらせ2つめの曲がり角に直進できる道を作ったとき、「交替性転向反応」が起こるかを調べる。

ウ 図4のように、1つ目の曲がり角から2つ目の曲がり角までの長さを変化（10cm、20cm、30cm、40cm）させたとき、「交替性転向反応」が起こるかを調べる。

エ 図5、6のように、イの道を変形させ、2つ目の曲がり角の角度を40度から140度まで10度ずつ変化させたとき、「交替性転向反応」が起こるかを調べる。

オ 道が傾斜している場合、

「交替性転向反応」が起こるかを調べる。

a 図7のように、ダンゴムシの動く道に5度から25度まで5度ずつ上り坂の傾斜をつけたとき、「交替性転向反応」が起こるかを調べる。

b 同様に図8のように下り坂の傾斜をつけたとき、「交替性転向反応」が起こるかを調べる。

- (3) 触角をさらに詳しく調べる。

ア 触角の動き方（動く範囲、動く方向等）やつき方を調べる

イ 触角を切ったダンゴムシと触角が2本付いているダンゴムシの動き方を観察する。

ウ 触角を切ったダンゴムシの方眼上の道の歩き方を観察する。

- (4) ダンゴムシは触角で明るさや湿度を認識するか。

ア 明るさ

箱の片方に横1cm、縦1.5cmの穴を開ける。その穴を光が入っ

てくる方向に向け、その中に2本の触角を切ったダンゴムシ20匹を入れる。その箱にふたをかぶせ、20分後にふたを開けダンゴムシの様子を観察する。対照実験として、同じ条件の箱に触角が2本あるダンゴムシ20匹を入れて同様の実験を行う。

イ 湿度

箱の片方に乾燥剤を置き、その反対側に、水で湿らせたキッチンペーパーを置き、その箱

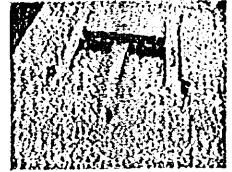


図1

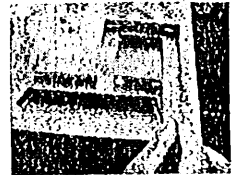


図2

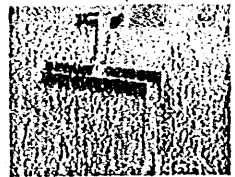


図3

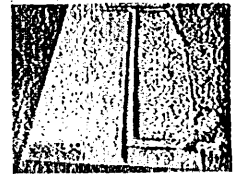


図4

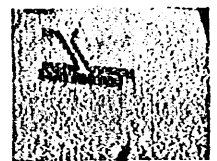


図5



図6



図7



図8

の中に2本の触角を切ったダンゴムシ20匹を入れダンゴムシの様子を観察する。対照実験として、同じ条件の箱の中に触角が2本あるダンゴムシ20匹を入れて同様の実験を行う。

4 研究の結果と考察

(1) 「交替性転向反応」はどのくらいの割合で起こるのか。

刺激を与えない歩行では、76.7%の交替性転向反応率であった。それに対し、刺激を与えた場合は93.3%の交替性転向反応率であった。このことから、刺激を受けた場合は、交替性転向反応率が高くなるということが分かる。また、この迷路を抜け出すまでにかかる時間も、刺激を与えた場合の方が短かった。3倍弱の速さでこの迷路を抜け出した。

これらのことから、刺激を受けた場合、つまり、ダンゴムシから見ると敵から逃れようとする際には、より正確に交替性転向反応を示し、さらに歩行速度も速くなる。早足で交替性転向反応を正しく行うことにより敵から遠くに逃げようとする習性があることが分かる。

(2) 「交替性転向反応」について条件を変えてその正確性を調べる。

ア ダンゴムシが、左→左と進んだとき、「交替性転向反応」が起こるかを調べた結果、強制的に左→左と歩かせても、次は右に曲がる、つまり交替性転向反応をある程度高い割合(73.3%)で示すことが分かった。

交替性転向反応を示す典型的なパターンとして、スタート後、右側の壁に沿って進んでいき、3つめの角で右に曲がるパターンと、最初左側の壁に沿って進み、2番目の角で右側の壁に付き、そのまま右の壁に沿って進み、同じく3つめの角で右に曲がるパターンである。

交替性転向反応を示さない典型的なパターンとして、左側の壁に沿って進み、3つめの角も壁に沿って左に曲がるというパターンである。道は、2cmの幅があるが、ほとんどのダンゴムシは、右か左のどちらかの壁に沿って進んでいた。曲がり角に近づき、右もしくは左の壁がなくなったとき、触角を激しく動かしていた。

イ 1つ目の曲がり角で強制的に左に曲がらせ、2つめの曲がり角に直進できる道を作ったとき、「交替性転向反応」が起こるかを調べた結果、強制的に左に曲がらせても、次の角では86.7%という高い割合で交替性転向反応を示すことが分かった。

交替性転向反応を示す典型的なパターンとして、スタート後右側の壁に沿って進み、2つめの角で右に曲がるパターンと、最初に左側の壁に沿って進み、1つめの角で右側の壁に付き、そのまま右の壁に沿って進み、2つめの角で右に曲がるパターンである。

交替性転向反応を示さない典型的なパターンとして、ずっと左側の壁に沿って進み、2つめの角も直進するというパターンである。この場合もアと同様、ほとんどのダンゴムシは、右か左のどちらかの壁に沿って進んでいた。

ウ イで強制的に曲がらせても次の角で「交替性転向反応」を高い割合で示すことが分かったので、その後の実験はこのパターンを基本として行う。

1つめの角で強制的に右に曲がらせ、その1つ目の曲がり角から2つ目の曲がり角までの長さを変化(10cm、20cm、30cm、40cm)させたとき、「交替性転向反応」が起こるかを調べた。

1つめの曲がり角から2つめの曲がり角まで10cmのときに「交替性転向反応」が起こる割合は76.7%、20cmのときは90%、30cmのときは76.7%と、比較的高い割合で「交替性転向反応」を示した。しかし、40cmになると50%と、極端に低くなった。

1つ目の曲がり角から2つ目の曲がり角までの長さが長くなると、直線部分で途中から壁から離れ道の真ん中を歩くダンゴムシが多くなった。そのため、壁を意識せずに、2つめの曲がり角で右に曲がるというパターンが多かった。したがって、途中の道の長さが長くなると「交替性転向反応」を示しにくくなることが分かった。

エ イの道を変形させ、2つ目の曲がり角の角度を40度から140度まで10度ずつ変化させたとき、「交替性転向反応」が起こるかを調べた結果、2つめの曲がり角の角度が、60度から

130度までの間は交替性転向反応率が高い割合を示すことが分かった。

また、歩行パターンを調べると、40度や50度、140度のように、曲がる角度が大きかったり小さかったりすると、ダンゴムシは直角に近い角度で曲がろうとするので、曲がった後壁に当たり、まっすぐ行けないと判断して戻ってきてしまうというパターンが多かった。

曲がり角では、他の実験同様、触角を盛んに動かして自分の進むべき方向を探っていた。

オ 道が傾斜している場合、「交替性転向反応」が起こるかを調べる。

a ダンゴムシの動く道に5度から25度まで5度ずつ上り坂の傾斜をつけたとき、「交替性転向反応」が起こるかを調べた結果、上りについては、25度のとき以外は、交替性転向反応率は全て100%であった。上り勾配が25度以上になると、上に登って敵から逃げるといふ力が弱くなるのだろうか。基本的には、ダンゴムシは平地で暮らしているのだから、上に登るという習慣はあまりないのかもしれない。

b 同様に下り坂の傾斜をつけたとき、「交替性転向反応」が起こるかを調べた結果、下りについては、5度から25度までは、概ね80%以上であり、交替性転向反応を示している。下りについては、敵から下りながら逃げていくというパターンになるので、ダンゴムシにとってあまり無理がないのかもしれない。

(3) 触角をさらに詳しく調べる。

ア 触角の動き方(動く範囲、動く方向等)を観察した。ダンゴムシは、左右の触角を前から真横までそれぞれ90度ずつ動かしながら自分の進む方向を探っている。特に迷路で曲がり角に差し掛かるとひっきりなしに触角を動かす。また、道幅が2cmの道では、その真ん中を通ることは少なく、どちらかの壁に寄り添いながら、触角を当てながら前に進んでいる。また、ダンゴムシは、歩き始める前、2本の触角を斜め前に出し、体も触角も止め、静止をしている。その後、触角を小刻みに動かしながら前に進んでいく。

イ 触角を切ったダンゴムシと接触が2本付いているダンゴムシの動き方を観察すると、触角が2本付いているダンゴムシは、箱の中で直線的に進み、歩くスピードも速い。その後、箱の壁に沿って歩いていた。しかし、1本の触角を切ると、動きが遅くなり、直線的な動きが減る。右の触角を切ったダンゴムシは、右回りが多くなった。1本の触角を前から真横まで盛んに動かし、道を探りながら右に回っていた。

(4) ダンゴムシは触角で明るさや湿度を認識するか。

ア 明るさ

両方の触角のあるダンゴムシは、光の当たらない隅の方に動いていた(ダンゴムシは暗いところを好むことは確認済み)。のに対して、両方の触角のないダンゴムシは、光の入ってくる穴の方へ来て外へ出てしまったり、光が当たる場所にいたりするなど、光を認識していないことが分かった。つまり、ダンゴムシは触角で光を認識することが分かった。

イ 湿度

両方の触角のあるダンゴムシは、乾燥剤の所に9匹動いていたのに対し、両方の触角のないダンゴムシは、全く乾燥剤の所へは行かなかった。多くはぬれたキッチンペーパー(ダンゴムシはしめった場所を好むことは確認済み)の所へ動いていた。このことから、ダンゴムシは触角で湿度を認識していることが分かった。

5 まとめ

9年間ダンゴムシについて研究し、多くのことが分かった。特に今年は、ダンゴムシの「交替性転向反応」と触角の働きについて詳しく調べることができた。小さなダンゴムシであるが、生きていくために様々な特性があることが分かった。

9年間ダンゴムシについて研究を続け、工夫して探究することの楽しさを味わえました。満足感と達成感を得ることができ、本当によかったと思う。