

ダンゴムシとワラジムシの生き残り作戦

港区立青南小学校 6年 高橋 郁人

研究の動機

ダンゴムシを探して、石を持ち上げると、一斉に走って逃げるワラジムシが観察できる。走って逃げるワラジムシに対して、逃げ遅れて丸くなって防御姿勢をとるダンゴムシも見られる。ダンゴムシがいるところにはワラジムシもいる。見た目もよく似ていて、同じような環境にいる両者だが、生き残るためにどちらが有利なのか、エサの奪い合いなどにならないのかと疑問がわいてきた。そこで、ダンゴムシとワラジムシの能力を比べてみることにした。



研究1 ダンゴムシとワラジムシの逃げ切り能力比べ

研究1-① 逃げ足の速さ比べ

ワラジムシは、フナムシ等の仲間だ。海岸でフナムシが、素早く動き回っている。また、丸くならないワラジムシは素早く逃げる必要がある。圧倒的にワラジムシが速いと考えた。

配線コードカバーのコースの様子



実験1-①

幅1.5cmの配線コードカバーにダンゴムシとワラジムシを1匹ずつおいて50cmを進む時間を比べた。

結果 表1 速さ比べ

	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	No.6	No.7	No.8	No.9	No.10	平均
ワラジムシ	0m18s	0m57s	0m21s	0m32s	0m30s	0m39s	0m28s	0m40s	0m16s	0m40s	0m32s
ダンゴムシ	0m49s	—	0m49s	—	—	—	0m50s	0m43s	0m47s	0m57s	0m49s

速さ：ワラジムシ 秒速1.6cm ダンゴムシ 秒速1.0cm

※ ダンゴムシは、動き出してからの時間を測定した。2分経過後も動かなかったり、途中で止まってしまったりした場合は、「—」とした。

ワラジムシは一目散にレールをゴールに向かって進むが、ダンゴムシは、触覚で探り、なかなか動かないものが多かった。また、動き始めても途中で止まってしまう個体もいた。

結論

ワラジムシの方が、速い。

考察

ダンゴムシは、慎重に様子を探りながら動いている。ワラジムシは、とにかく動き続けている。ワラジムシは、丸くならず防御の姿勢が取れないため、とにかく逃げ回って、動くことで身を守っていると考えた。動きだしてから速さを比べてみると、最高速度はワラジムシが速いが、ダンゴムシも本気を出せば結構速く動けると思った。このスピードの差が、生き残りに有利に働くほどなのか疑問に思った。このスピードで走り続けると、どのくらい疲れないで進むことができるのだろうかと考え、走り続ける距離について調べてみることにした。

研究1-② 逃げる距離比べ

実験1-②

実験1-①と同じ、幅1.5cmの配線コードカバーをつないで長くして、ダンゴムシとワラジムシを1匹ずつおいて一気に進む距離を調べた。

結果

表2 移動距離比べ

	No.1	No.2	No.3
ワラジムシ	2m23cm	3m65cm	3m45cm
ダンゴムシ	52cm	41cm	1m80cm

結論

ワラジムシの方が、一気に移動する距離はかなり長い

考察

実験に使ったダンゴムシとワラジムシの体長は、約1cmであった。ワラジムシは体長の365倍移動でき、ダンゴムシは、体長の180倍移動できたことになる。ワラジムシは、疲れずに相当遠くまで逃げられる。これだけ逃げられればかなり有利だと考えられる。その点ではダンゴムシよりワラジムシの方が優れていると考えられる。

実験をしていると配線カバーの壁を登ってコースアウトする個体が現れた。自然の中では石や草をよじ登って逃げる必要がある。よじ登り能力には違いがあるのかを調べることにした。

研究1-③ 斜面を登る能力比べ

実験1-③ア

大型分度器に、実験1-①と1-②で用いた配線カバー（長さ30cm）を取り付けて、斜面の角度を変えてダンゴムシとワラジムシが端まで登ることができるかを調べた。

傾斜角のつけ方



結果

表3 登れる傾斜角

ワラジムシ	29度
ダンゴムシ	27度

プラスチック製の配線カバーを登らせようとしても、30度近くになるとどちらも滑って落ちてきてしまった。滑りやすい斜面では、登る力に違いがない。厚紙で調べることにした。

実験1-③イ

滑りにくい厚紙でコース（登れる部分：幅1.6cm・長さ30cm・壁の高さ2cm）を作り、ア同様に角度を変えて調べた。一つの角度で体長1cmくらいの2個体を選び出して実験を行った。実験は、ダンゴムシやワラジムシが疲れているといけなないので、すべて違う個体で実験した。

結果 表4 ワラジムシとダンゴムシが登れる傾斜角

	20度	30度	50度	90度	100度	110度
ワラジムシ	○	○	○	○	○	○
ダンゴムシ	○	○	○	○	○	○

ダンゴムシもワラジムシも100度以上になると上手く登ることができなかったため、あらかじめコースの中央につかまらせてからコースを逆さまにして、角度をつけた。

表5 つかまらせた状態でスタートした場合

	110度		120度以上	
ワラジムシ	少し進んでUターンして下る	少し進んでUターンし下る	落ちる	落ちる
ダンゴムシ	踏ん張って動かない	踏ん張って動かない	落ちる	落ちる

考察

ワラジムシは、登れない角度になるとUターンする性質があるようだ。

実験1-③ウ

木製の板の側面の中央にワラジムシとダンゴムシを3個体ずつつかまらせてみた。すると、ワラジムシは3個体ともUターンして下り始めた。それに対してダンゴムシは、触覚を動かしてじっとしていた後、やがて登り始めた。さらに高さ60cmのざらざらしたコンクリート製の壁の10cmの高さにダンゴムシとワラジムシを10個体ずつつかまらせた。



結果 表6 10cmの高さにつかまらせたとき

	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	No.6	No.7	No.8	No.9	No.10
ワラジムシ	×	U	U	U	○	U	U	U	U	U
ダンゴムシ	→	○	○	○	○	○	○	○	○	U

U：Uターン
○：のほりきる
×：落ちる
→：横に進む

結論

斜面を登る力に差は見られないが角度が大きくなった時の対処の仕方に違いがある。

考察

どちらもざらざらした壁ならば登ることが分かった。角度が大きくなるとワラジムシは下りようとするが、ダンゴムシはじっとつかまっている。つかまる力のないワラジムシは、速さを生かしてできるだけ早く下りようとして、つかまる力のあるダンゴムシはじっとつかまって様子を見ていたと考えた。ダンゴムシの方がワラジムシよりつかまる力があるのだろうか。次につかまる力について調べてみることにした。

タコ糸を渡るワラジムシ



研究1-④ つかまり力比べ

体長1cmの個体を10個体選び平均体重を見ると、ダンゴムシは0.1g、ワラジムシは0.05gであったが、体が強いダンゴムシの方がつかまっていられるのではないかと考えた。

実験1-④

2台のスタンドに、厚紙、竹ひご、タコ糸、木綿糸を渡し、ダンゴムシとワラジムシを下向きにつかまらせて、ぶらさがって移動することができるかを調べた。それぞれ違う5個体ずつ調べた。

表8 ワラジムシとダンゴムシの綱渡りつかまり力調べ
(○5cm以上移動 △少し移動して落ちる ×すぐ落ちる)

結果

1cmの幅の厚紙は、ワラジムシが左右の足ではさみ込むことができないため少し進んであきらめて落ちてしまった。厚紙の幅をせまくすると左右の足で厚紙のふちをはさみ込んで移動していた。細いタコ糸や木綿糸は、はさめず落ちてしまった。ダンゴムシは、幅のある厚紙も細い糸も左右の足ではさみ込んで移動することができた。

		厚紙(横幅)			竹ひご	タコ糸	木綿糸
		1cm	5mm	2mm			
ワラジムシ	No.1	△	○	×	○	×	×
	No.2	△	○	×	○	×	×
	No.3	△	○	○	○	×	×
	No.4	△	○	×	○	×	×
	No.5	△	○	○	○	×	×
ダンゴムシ	No.1	○	○	○	○	○	○
	No.2	○	○	○	○	○	○
	No.3	○	○	○	○	○	○
	No.4	○	○	○	○	○	○
	No.5	○	○	○	○	○	○

考察

ダンゴムシとワラジムシでは、つかまる力そのものに違いがあるかもしれないが、「左右の足ではさめるか、はさめないか」というつかまり方の能力も関係していると考えられる。ダンゴムシとワラジムシの足の作りには違いがあるのではないかと考えた。

観察

ダンゴムシもワラジムシもつかまる時は、爪の先をふちに引っかけてつかまっている。竹ひごにつかまる様子を見るとダンゴムシは、長くしっかりした足で竹ひごをかかえ込むことができている(写真右上)。それに対し、ワラジムシは竹ひごの上まで足の先が届いていない(写真右下)。ワラジムシが幅1cmの厚紙につかまろうとするとすぐ落ちてしまったのは、足の先が厚紙のふちまで届かなかったためと考えられる。ダンゴムシとワラジムシをひっくり返して足の着き方を観察してみると、やはりダンゴムシの足は、先端まで太くしっかりしていて、長い。ワラジムシの足は細く弱々しく、やや短い。そのため足を広げても届く範囲がワラジムシの方が狭い。また細い糸につかまらせた様子を見ると、ダンゴムシは、左右の足を中央で交差して挟んでつかまることができるのに対して、ワラジムシは、左右の足の間を広げることができないように見えた。そのため、細いタコ糸や木綿糸は、左右の足の間を通り抜けてしまうのでつかまることができないと考えられた。

竹ひごにつかまるダンゴムシ



竹ひごにつかまるワラジムシ



ダンゴムシ(上段) ワラジムシ(下段)

結論

体の重さから考えると、ダンゴムシの方が力はある。ダンゴムシの方がいろいろな太さのものに足の先をひっかけることができる分だけ、有利であると考えられる。どちらも、ぶら下がることができれば移動は簡単にはできる。ワラジムシは、力が弱い分、すぐにあきらめて、Uターンしたり、落ちたりする回避方法で対処している。

考察

ワラジムシの体は、やわらかくて、短い脚を折りたたむと薄く平らになる。ダンゴムシは、堅く、丸くなるが厚みがある。逃げるには、せまいすき間に入り込める方が有利である。潜り込み力を比べてみることにした。

研究1-⑤ 隙間に潜り込む能力

実験1-⑤ 観察

初めに体長と厚みを比べた。

表9 ダンゴムシとワラジムシの体長と厚み調べ

		No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	No.6	平均	体長に対する厚み
ワラジムシ	体長	1.1cm	1.2cm	1.1cm	1.1cm	1.2cm	1.1cm	1.13cm	
	厚み	0.3cm							
ダンゴムシ	体長	1.3cm	1.3cm	1.0cm	1.1cm	1.1cm	1.1cm	1.15cm	0.40
	厚み	0.5cm	0.5cm	0.4cm	0.5cm	0.5cm	0.4cm	0.46cm	

結果

ダンゴムシの方が、厚みがある。

実験1-⑥

バットを1mm 隙間をあけて区切り、反対に餌となる寒天を置いて、ダンゴムシとワラジムシを5匹ずつ入れ、エサにたどり着くことができるかを調べた。

結果

1mm の隙間の仕切りでは、3匹のワラジムシは、潜り込んだが、ダンゴムシは途中で引っかかってしまい、ワラジムシだけが餌のある側に移動した。

結論

ワラジムシの方が、狭い隙間に体を押し込むようにして潜り込むことができる。

1mmの隙間をあけたバット内の様子



研究3 ダンゴムシとワラジムシの食べ物発見能力比べ

ダンゴムシとワラジムシは、同じような場所で同じようなものを餌としている。奪い合いはおこらないのか。また、奪い合いがあるとしたらどちらが有利なのかと疑問がわいてきた。そこで、ダンゴムシとワラジムシの食べ物の見つけ方について調べることにした。

実験3-① 予備実験

念のため、砂糖の濃度を変えた寒天を作りワラジムシがダンゴムシと同じように食べるかを調べた。

結果

すべてのワラジムシが1%の寒天に集まった。ワラジムシもダンゴムシと同じ甘さ控えめの寒天が好きだった。

実験3-②

ダンゴムシ5匹とワラジムシ5匹をバットの端に入れ、反対側に置いた1%の砂糖寒天に、どちらが先にたどり着くかを調べた。実験に使う個体を変えて3回行った。

結果

ダンゴムシは、触覚を動かしながら進み、寒天の近くまで行くとすぐに食べ始めた。ワラジムシは、寒天の横を何度も通り過ぎ、なかなか食べなかった。時間がたつとほとんどの個体が、寒天に集まった。

考察

予想に反して、動きの速いワラジムシより、確実に簡単に近づいたダンゴムシが、先に餌にたどり着き、最後にはダンゴムシとワラジムシが一緒になって食べている。なかなか餌にたどり着かないワラジムシだが、ダンゴムシと一緒にいることで餌を見つけやすくなっているのかもしれないと考えた。そこでダンゴムシとワラジムシと一緒にいるときとそうでないときの餌にたどり着くまでの時間を調べてみることにした。

実験3-③

バットに餌の寒天を置いてワラジムシ1匹だけ、ダンゴムシ1匹だけを餌の反対に置き、エサを食べ始めるまでの時間を測った。さらにダンゴムシとワラジムシと一緒にバットに入れて寒天を食べるまでの時間を調べ、比べた。

結果 表12 単独で餌にたどり着くまでの時間

	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	No.6	No.7	No.8	No.9	No.10
ダンゴムシだけ	1m06s	0m54s	1m17s	0m58s	1m25s	0m56s	0m57s	1m02s	0m14s	1m04s
ワラジムシだけ	0m27s	5m24s	1m17s	2m01s	3m21s	2m16s	1m18s	5m23s	4m23s	6m32s

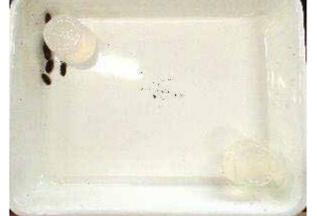
表13 一緒にしたときの餌にたどり着くまでの時間

一緒に入れた時	No.1	No.2	No.3	No.4
ダンゴムシ	0m35s	0m45s	1m07s	1m47s
ワラジムシ	1m06s	0m46s	2m07s	2m12s
ダンゴムシとの時間差	0m31s	0m01s	1m00s	0m25s

表11 餌にたどり着く順番

	1位	2位	3位
1回目	ダンゴムシ	ダンゴムシ	ダンゴムシ
2回目	ダンゴムシ	ダンゴムシ	ワラジムシ
3回目	ダンゴムシ	ダンゴムシ	ダンゴムシ

寒天に集まるワラジムシ



研究2 ダンゴムシとワラジムシの危険察知能力比べ

ダンゴムシの大きな能力に「丸くなる」ということがある。ワラジムシは丸くなることのできない代わりに、身を大きくそらせることで、ひっくり返った時に素早く起き上がることができる。研究1を続けている時に、コース上で丸くなってしまったダンゴムシが、コースを指で揺らすと、すぐに体を広げて動き出すことに気づいた。試しに丸まったダンゴムシの横で指先で地面をたたいて振動と音を与えると、丸くなっていたダンゴムシが体を広げて動き出した。せつかく丸くなっていても大きな敵が近づいた時には、丸くなっては危険である。大きな敵の接近や、異常から逃げるために、音や振動に反応するのもかもしれない。そこで、音や振動に反応があるのかを調べることにした。



実験2-①

ラジオカセットのスピーカー部分にワラジムシと丸まったダンゴムシをそれぞれ乗せ、ラジオカセットのボリュームを変えて、観察した。音はラジオのハム音を利用した。

結果 表10 音と振動への反応調べ

ラジオカセットのボリューム		0	1	2	3	4	5
ワラジムシ	No.1	1m00s	0m06s	0m02s	0m03s	0m04s	※振動で登れない
	No.2	1m59s	1m00s	0m02s	ぐるぐる回る	0m14s	0m25s
ダンゴムシ	No.1	0m56s	0m07s	0m05s	0m05s	0m14s	※振動で登れない
	No.2	1m00s	1m06s	0m04s	0m04s	0m01s	0m01s

※ワラジムシは、大きさに関係なくスピーカーの上のせたとたんに動き回り、同じ所をぐるぐる動き回る時間が長い。

ダンゴムシは、音の大きなボリューム2や3にすると、とたんに体を伸ばして動き出し、スピーカーの斜面を登って逃げようとした。音が大きくなればなるほど、すぐに動き出した。

考察

ワラジムシは、音の大きさと動きには関係がないように思われた。それに対してダンゴムシは、音と振動の大きさに反応して、防御姿勢を解いて逃げ出そうとしていると思われる。音と振動のどちらに反応しているのだろうか。

実験2-②

ワラジムシとダンゴムシが、音と振動のどちらに反応するかを調べるために、それぞれ5匹ずつバットに入れて、近くで電子ホイッスルを鳴らして様子を観察した。

結果

ダンゴムシ：5匹とも音に反応し、音がするたびに動きを止める様子が観察できた。

ワラジムシ：5匹とも音に関係なく動き回っていた。

実験2-③

丸くなったダンゴムシの近くで電子ホイッスルを鳴らして、動き出すかを調べた。5匹のダンゴムシで調べた。ワラジムシは、触れると動き出すので、飼育ケースの中にある個体に向けて、電子ホイッスルを鳴らした。

結果

ダンゴムシ：防御姿勢を解いて、動き出す。

ワラジムシ：反応なし。

実験2-④

左右に置いた2本の筒の上にバットを置き、丸くなったダンゴムシをのせ、静かに揺らして、揺れによって5匹のダンゴムシが体を伸ばして動き出すかを調べた。実験2-③同様にワラジムシは飼育ケースごと揺らして調べた。

結果

ダンゴムシ：5匹とも丸まった防御姿勢を解いて、体を伸ばして動き出した。

ワラジムシ：反応なし。

結論

ダンゴムシは、音と振動に反応して逃げようとする。ワラジムシは、常に動き回り、音や振動に特別な反応はしない。じっとしている個体でも、音や振動へ反応しない。

考察

ワラジムシは、音や振動に特別な反応を示さなかったが、ダンゴムシは電子ホイッスルの音や揺れに反応した。音自体が振動であることを考えると、音と振動が加わった、大きな音にはより反応すると思われる。隠れていた石がどかさされた時は、ダンゴムシもワラジムシも一斉に逃げ出すことから、光にはどちらも反応しているが、ダンゴムシの多くが丸くなって防御姿勢をとる。ダンゴムシはより大きな天敵である小鳥やトカゲなどの生き物の接近を、音や振動で察知して、防御姿勢を解いて逃げることによって身を守っているのではないかと考えた。常に動き回って危険を回避するワラジムシに対し、ダンゴムシは危険の状況に応じて、より確実に危険を回避する力を身に付けていると考えられる。

考察

予想に反して、動きの速いワラジムシより、確実に簡単に近づいたダンゴムシが、先に餌にたどり着き、最後にはダンゴムシとワラジムシが一緒になって食べている。なかなか餌にたどり着かないワラジムシだが、ダンゴムシと一緒にいることで餌を見つけやすくなっているのかもしれないと考えた。そこでダンゴムシとワラジムシと一緒にいるときとそうでないときの餌にたどり着くまでの時間を調べてみることにした。

実験3-③

バットに餌の寒天を置いてワラジムシ1匹だけ、ダンゴムシ1匹だけを餌の反対に置き、エサを食べ始めるまでの時間を測った。さらにダンゴムシとワラジムシと一緒にバットに入れて寒天を食べるまでの時間を調べ、比べた。

結果 表12 単独で餌にたどり着くまでの時間

	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	No.6	No.7	No.8	No.9	No.10
ダンゴムシだけ	1m06s	0m54s	1m17s	0m58s	1m25s	0m56s	0m57s	1m02s	0m14s	1m04s
ワラジムシだけ	0m27s	5m24s	1m17s	2m01s	3m21s	2m16s	1m18s	5m23s	4m23s	6m32s

表13 一緒にしたときの餌にたどり着くまでの時間

一緒に入れた時	No.1	No.2	No.3	No.4
ダンゴムシ	0m35s	0m45s	1m07s	1m47s
ワラジムシ	1m06s	0m46s	2m07s	2m12s
ダンゴムシとの時間差	0m31s	0m01s	1m00s	0m25s

餌を食べているダンゴムシに近づくと、ワラジムシは動きを止めて餌の寒天を食べ始める様子が確認できた。

考察

実験結果にばらつきがあるが、ワラジムシだけの時は、餌の寒天を食べ始めるまで3分以上かかった個体がいるが、ダンゴムシと一緒に入れると、ダンゴムシのすぐ後に餌の寒天を食べ始めた個体があった。ダンゴムシが餌を食べ始めてから、ワラジムシが餌を食べ始めるまでの時間を調べてみると、1分以内にワラジムシも餌を食べている。ダンゴムシがいる方が餌の寒天を食べるまでの時間が短くなるようだ。ダンゴムシが食べている餌の寒天では、もっと早くワラジムシも餌を食べ始めると考えた。

実験3-④

バットの寒天を2匹のダンゴムシに食べさせておく。その反対側にワラジムシを置いて寒天を食べ始めるまでの時間を調べた。さらに2匹のワラジムシに寒天を食べさせておき、その反対側にワラジムシを置いた時の時間を同じようにして調べた。

結果 表14 ワラジムシが餌にたどり着くまでの時間

	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	No.6	No.7	No.8	No.9
ダンゴムシがいる餌	0m38s	0m20s	0m23s	1m45s	0m26s	0m56s	0m57s	1m02s	0m14s
ワラジムシいる餌	1m45s	1m20s	0m42s	1m04s	1m01s	2m16s	1m18s	5m23s	4m23s

ワラジムシはダンゴムシがいる餌を通り過ぎず、寒天に近づくとすぐに食べ始めた。

考察

逃げ回ってばかりのワラジムシは、なかなか餌にたどり着かない。しっかり餌を見つけたダンゴムシがフェロモンのようなものを出していて、それを手掛かりにワラジムシは餌にたどり着いているのではないかと考えた。そこで、ダンゴムシに食べさせておいた寒天と新しい寒天のどちらに集まるかを調べた。

実験3-⑤

ダンゴムシに食べさせておいた寒天(写真右下)と新しい寒天(写真左上)をバットに置き、ワラジムシを8匹入れ、どちらの寒天に集まるかを調べた。実験は日を変えて2回行った。

結果

2回ともダンゴムシが食べた餌(右下)に集まっていた。

結論

ダンゴムシは確実に餌にたどり着くが、ワラジムシは、ダンゴムシを頼りに餌にたどり着くことができる。

寒天に集まるワラジムシ



研究を続けて気付いたことは、体の弱いワラジムシは、とにかく逃げることで身を守っていることである。そのため、落ち着いて餌を探したり、危険に気付いたりする能力も低い。また、実験のために飼育をする中で、ダンゴムシに比べて寿命も短いように感じた。しかし、観察中に次々に赤ちゃんが生まれたことから、繁殖力は高いと考えられる。それに対して、ダンゴムシは触覚で探って考えながら判断して行動している。意外と逃げ足も速い。堅い体で防御姿勢をとったり、足を組み合わせる綱渡りしたり、急な斜面も足をひっかけてのぼることができる。また、音や振動による危険察知能力もある。ダンゴムシが食べた物にワラジムシが集まることで、餌を見つけるだけでなく危険も回避しやすくなる。これらのことからダンゴムシとワラジムシは片利共生の関係にあるのではないかと考えた。ダンゴムシはフェロモンのようなものを出していて、ワラジムシはそれを利用しているのではないかと考えた。種類の違うワラジムシがダンゴムシのフェロモンに反応しているのか疑問がわいてきた。よく似たダンゴムシとワラジムシに大きな違いや関係性があることに驚いた。今後同じ場所ですらす生物の関係性について調べていきたいと考えている。