

オカダンゴムシの交替性転向反応 以外の行動を誘発する条件の探索

八丈サイエンスクラブ

児童

1)八丈町立大賀郷小学校、2)八丈町立三根小学校、3)八丈町立三原小学校

*卒業生

指導者

特定非営利活動法人八丈島観光レクリエーション研究会

石田裕幸

この研究は全員小学生で行いました。卒業生は小学生時代にのみ、研究に携わりました。

緒言

オカダンゴムシ (*Armadillidium vulgare*) の迷路で見られる交替性転向反応は、ジグザクに進むことによって、天敵から効率よく逃げるためといわれている(渡辺、岩田、1956; 小野、高木、2006)。

左に曲がれば次は右、右に曲がれば次は左と必ず曲がるのであれば、次の行動は容易に予測でき、天敵は、口を開けて待っているだけで、苦勞せずにダンゴムシを食べることができる。それでは、八丈島からダンゴムシは簡単に絶滅してしまう。しかし、実際にはそのようなことは起きていない。

より複雑な環境の野外では、ダンゴムシは、予測しやすい交替性転向反応以外の行動をする仕組み(条件)を持っているはずである。

この条件を探すために、本研究を始めた。

材料と方法

オカダンゴムシは八丈高校、三原小学校、大賀郷小学校の構内で採集した。

迷路は工作用紙またはプラ板で作製した。場合によっては、セロファンテープで迷路を覆った。

実験室の条件は気温20.7-28.6°C、湿度60.2-83.8% R. H.だった。実験室の気温が低い場合はホットカーペット上で実験を行なった。

1個体を迷路に30回供試し、選択された行動を集計し、この一連の操作を5回以上繰り返した(一つの結果の図の作成のために、30回 X 5回 =150回以上の実験をした)。渦巻状の迷路は、ダンゴムシが解くのに時間がかかったため、10回の行動実験をした。

選択された行動数の平均値と標準誤差を求めた。有意差の有無はStudent's T test ($P<0.01$)で求めた(標準誤差と有意差の計算は指導者が行った)。

結果

1. 一般的に交替性転向反応で使用される迷路におけるダンゴムシの行動

私たちの行動実験は、過去の報告と同じ結果になるかどうかを調べるため、交替性転向反応の実験で一般的に使用されている迷路を作製し、行動実験を行なった。

ダンゴムシは、通常の迷路では、左右、右左の同じ割合で交替性転向反応を示した(図1)。以上から、私たちの実験技術が、過去の報告のものと同様であることが分かった。

2. 入り口を除く中心と左半分あるいは右半分の床をセロファンテープで覆った迷路におけるダンゴムシの行動

野外では様々な触り心地の環境がある。そこで、迷路の床や壁にセロファンテープを貼り、ツルツルの迷路を作製し、行動実験を行なった。

入り口を除く中心と左半分の床をセロファンテープで覆った迷路では、左右、右左の交替性転向反応を示した個体数は有意差なしだった（図2）。

入り口を除く中心と右半分の床をセロファンテープで覆った迷路では、左右、右左の交替性転向反応を示した個体数は有意差なしだった（結果省略）。

3. 入り口を除く中心と左半分あるいは右半分の壁と床をセロファンテープで覆った迷路におけるダンゴムシ行動

入り口を除く中心と左半分の壁と床をセロファンテープで覆った迷路では、左右（ 5.4 ± 2.9 頭）、右左（ 23.2 ± 2.5 頭）で、右左の行動をとった個体が有意に多かった（図3）。

右側をセロファンテープで覆った実験では、左右の行動をとった個体が有意に多かった（結果省略）。

4. 素材の違う渦巻き状の迷路におけるダンゴムシの行動の違い

ダンゴムシは、床と壁をツルツルの素材で迷路を作ると、避ける傾向があった。次に、工作用紙（ザラザラ）とプラ板の（ツルツル）の素材の違う渦巻き状の迷路を作製し、ダンゴムシの行動の変化を観察した。

表面がザラザラの工作用紙製の迷路では、ダンゴムシは迷路を解かず、すぐに壁を登って脱走した（参考1）。表面がツルツルのプラ板製の迷路では、ほとんどのダンゴムシは渦巻き状の迷路を解き、最後に交替性転向反応を見せた（参考2）。

四方のみを工作用紙で作製した壁で囲んだ箱にダンゴムシを入れると、すぐに脱走した（結果省略）。参考1では、ダンゴムシが四方を囲まれたと認識したために、すぐに壁を登ったと推察した。

一方、参考2では、壁も床もツルツルのため、壁を登れず、迷路を最後まで解かなければならなかったと推察した（参考1、2の実験は平成30年度東京都小学生科学展で発表済み）。

以上から、ダンゴムシは、床のみからの情報よりも、床と壁からの情報を組合せたときに、大きな影響を受けた。ダンゴムシは、触角と脚の両方から周りの情報を集め、行動を決めているのではないかと推察した。

5. ツルツルとザラザラの素材が交互に出てくる迷路におけるダンゴムシの行動

次に、床一面を均一の素材にするのではなく、ツルツルとザラザラの素材が交互に出てくる床に対するダンゴムシの行動を観察した。

メスのダンゴムシは、各出入り口の壁と床をセロファンテープで覆った迷路では、通常の交替性転向反応を示した（図4）。

オスのダンゴムシも同様の結果だった（結果省略）。

6. 25°傾けたツルツルとザラザラの素材が交互に出てくる迷路（手で抑えない）におけるダンゴムシの行動

野外の地面は、様々な角度で構成されている。そこで、図4の迷路を25°傾けて、同様の実験を行なった。

25°の傾きは、図5のような坂を作製した。坂の足場は、支えがないので、グラグラで不安定だった。

メスのダンゴムシは、25°傾けた各出入り口の壁と床をセロファンテープで覆った迷路（迷路に手を触れない）では、通常の交替性転向反応を示した（図6）。

オスのダンゴムシも同様の結果だった（結果省略）。

7. 25°傾けたツルツルとザラザラの素材が交互に出てくる迷路（片手でおさえる）におけるダンゴムシの行動

次に、同じ迷路を片手でおさえて、同じ実験を行なった。

メスのダンゴムシは、25°傾けた各出入り口の壁と床をセロファンテープで覆った迷路（迷路を片手でおさえる）では、右左、右右、左右、左左、その他の全ての行動が見られた（図7）。

オスのダンゴムシも同様の結果だった（結果省略）。

図6と図7の同じ条件の迷路を用いたダンゴムシの行動実験で、「迷路に手を触れない」と「迷路を片手でおさえる」では、全く違う結果となった。

図7で、ダンゴムシがランダムな行動を示したのは、メスオスは関係なく、触角や脚がついている場所の材質、形状、手からの細かな振動によるものと推察された。

考察

野外では、ダンゴムシは、表面がザラザラした枯葉は直進、表面がツルツルの葉は避け、斑入りあるいは部分的に枯れた葉は一度歩き始めたら直進すると考えられる（図8）。

ダンゴムシは、自身の足場の触り心地と安定性に影響されて、行き先を変えていた。

位置が固定した斑入り、あるいは、部分的に枯れた葉は直進するが、例えば、風で動かされた足場が不安定の葉ではメスオスともランダムに行動するのかもしれない（図9）。

以上の理由から、八丈島のオカダンゴムシは、天敵からの捕食を避け、生存できたのではないかと推察した。

参考文献

渡辺、岩田（1956）動物心理学年報, 6, 75-82

小野、高木（2006）日本応用動物昆虫学会誌, 4, 325-330

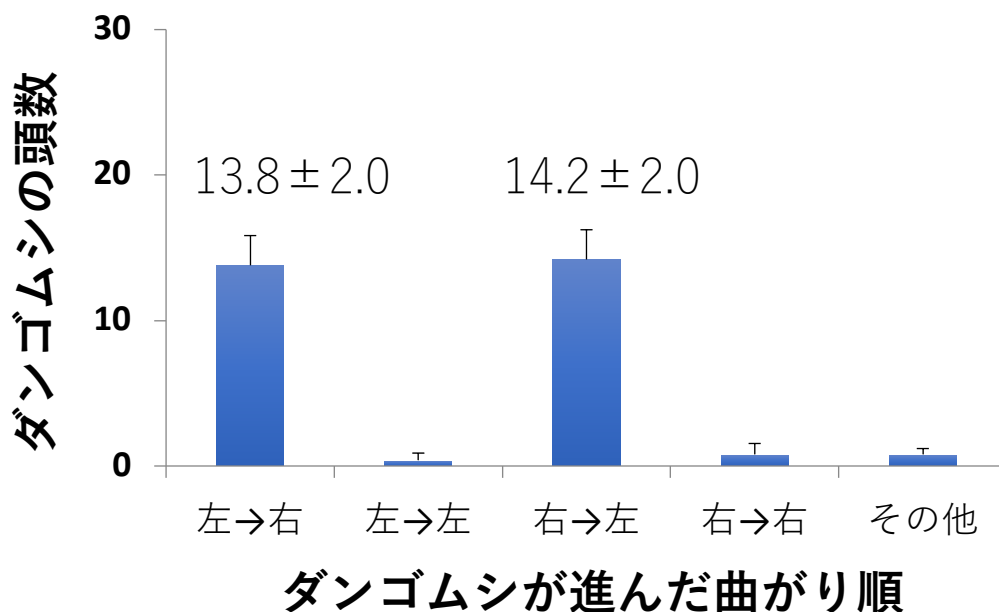
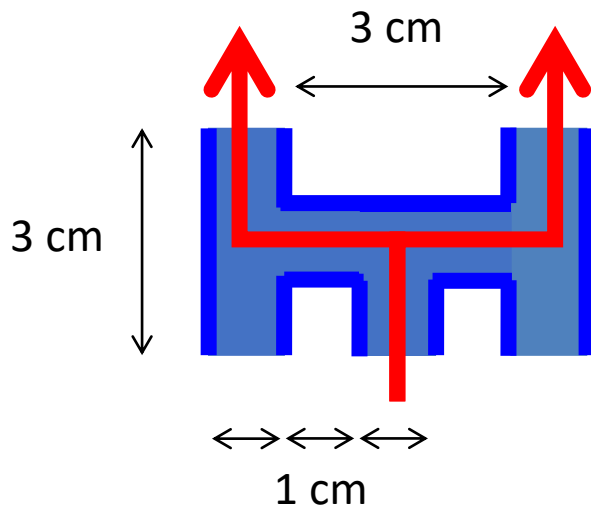


図1. 通常の迷路におけるオカダンゴムシの行動

通常の迷路において、30回の試行を5回繰り返した実験のうち、左右、右左の交替性転向反応を示した平均個体数と標準誤差は、それぞれ 13.8 ± 2.0 頭、 14.2 ± 2.0 頭だった。Student's T test ($P < 0.01$)を用いた統計解析では、左右と右左のそれぞれの平均値に有意差はなかった。これまでの結果を追試できたことから、私たちは過去の実験と同じくらいの実験技術があると判断した。

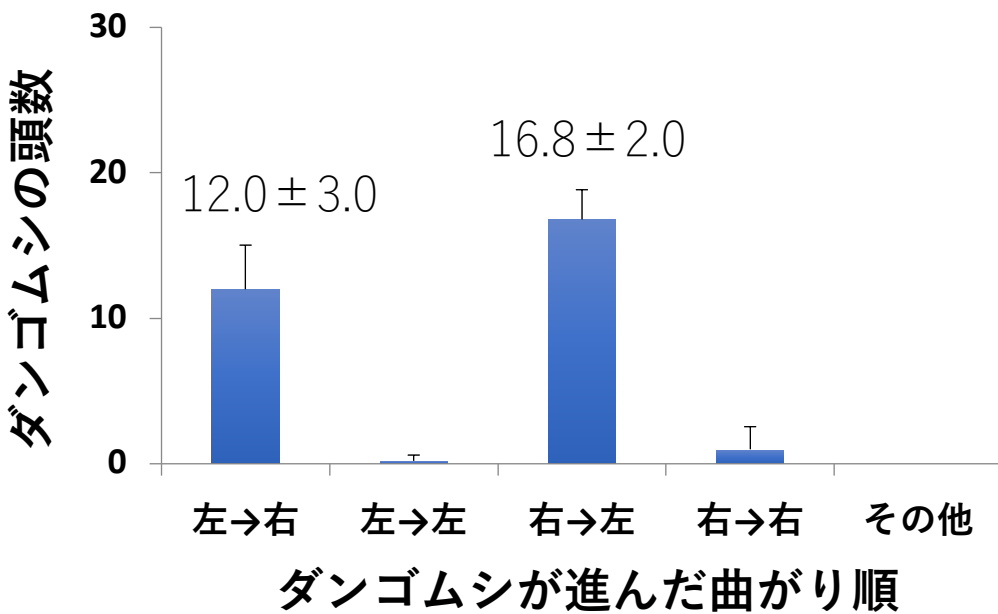
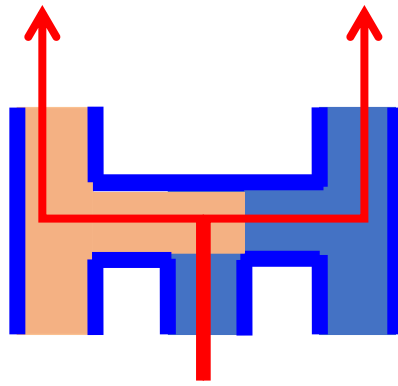


図2. 入り口を除く中心と左半分の床をセロファンテープで覆った迷路におけるオカダンゴムシの行動

本迷路において、左右、右左の交替性転向反応を示した平均個体数と標準誤差は、それぞれ 12.0 ± 3.0 頭、 16.8 ± 2.0 頭だった。Student's T test ($P < 0.01$)を用いた統計解析では、左右と右左のそれぞれの平均値に有意差はなかった。

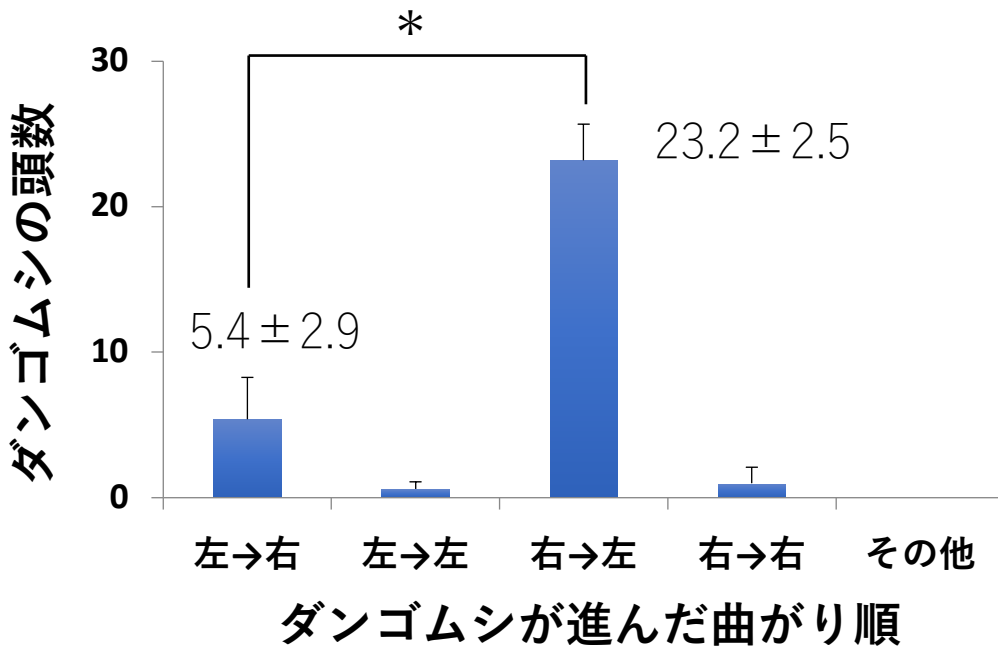
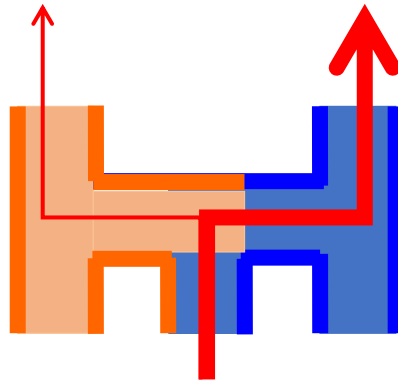
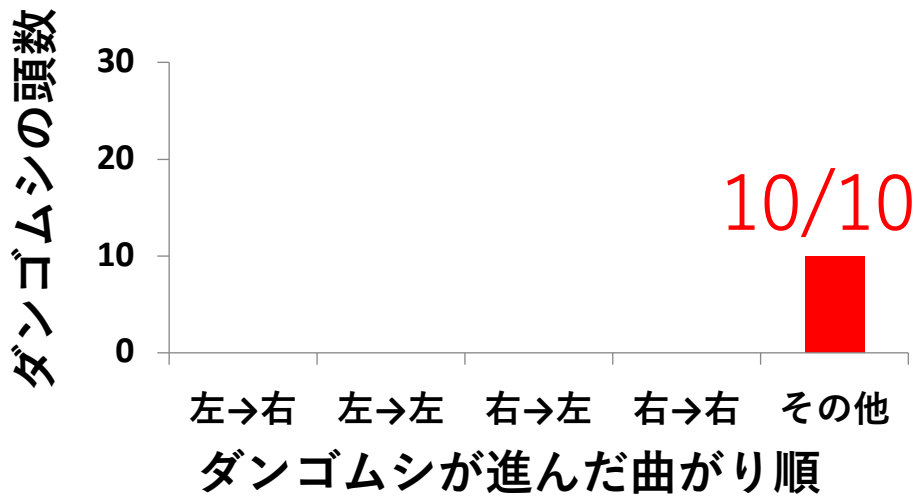
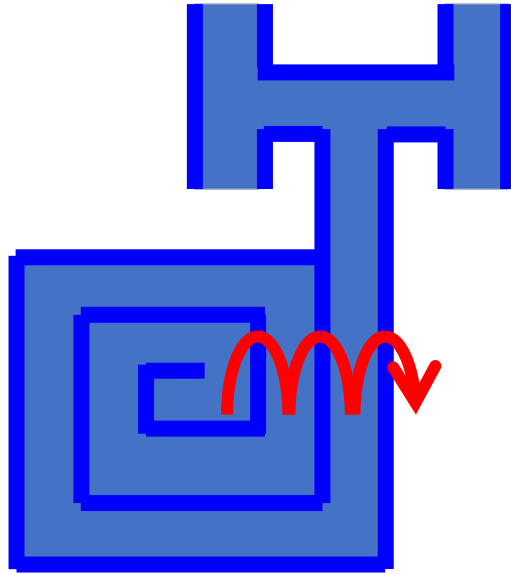


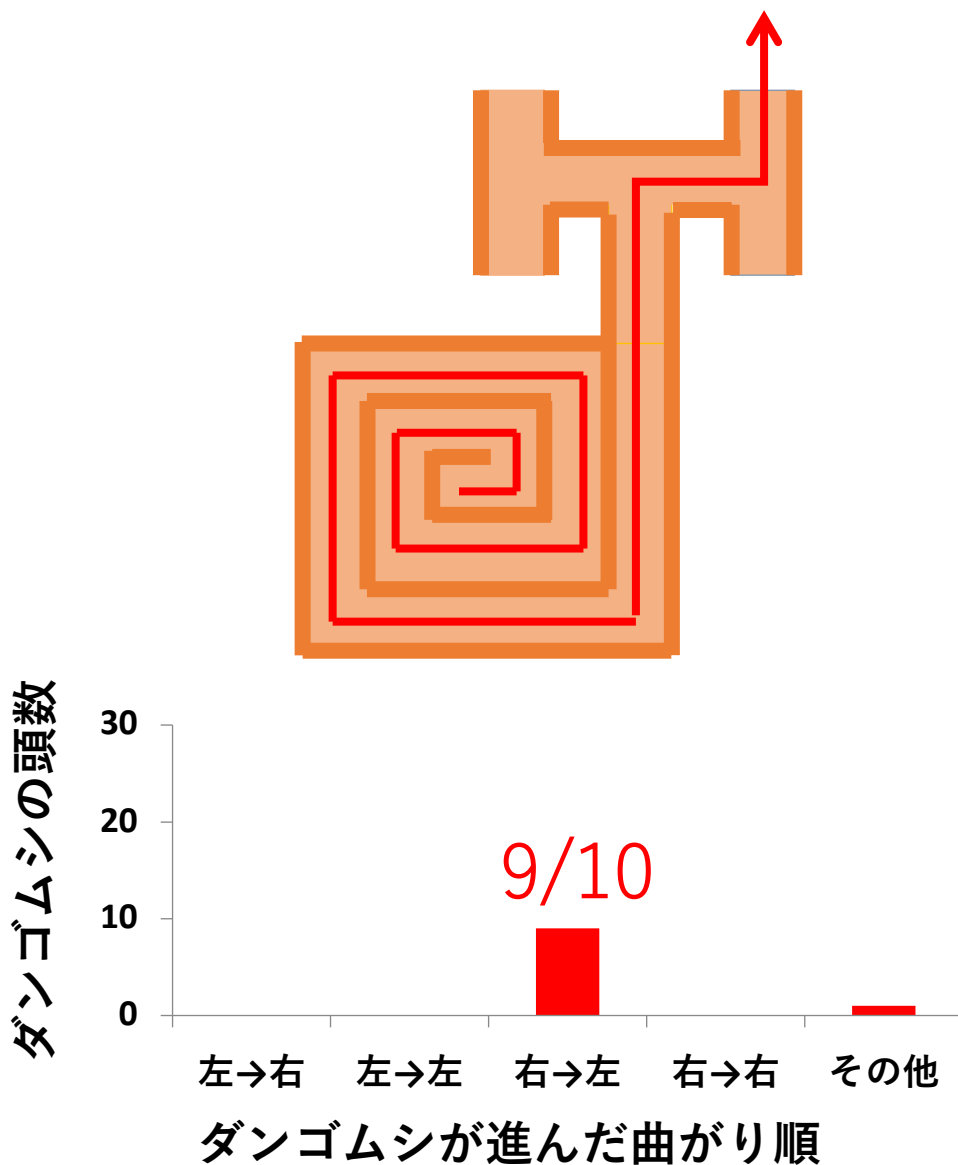
図3. 入り口を除く中心と左半分の壁と床をセロファンテープで覆った迷路におけるオカダンゴムシの行動

本迷路において、左右、右左の交替性転向反応を示した個体数は、それぞれ 5.4 ± 2.9 頭、 23.2 ± 2.5 頭だった。Student's T test ($P < 0.01$)を用いた統計解析では、左右と右左のそれぞれの平均値に有意差があった。



参考1. オカダンゴムシの工作用紙製の渦巻きの迷路での行動

表面がザラザラの工作用紙製の迷路では、すべてのオカダンゴムシは迷路を解かず、壁を登って脱走した。



参考2. オカダンゴムシのプラ板製の渦巻きの迷路での行動

同じ形状の迷路をプラ板で作製し、同じ行動実験をした。ほとんどのオカダンゴムシは渦巻きの迷路を解き、最後に交替性転向反応を見せた。

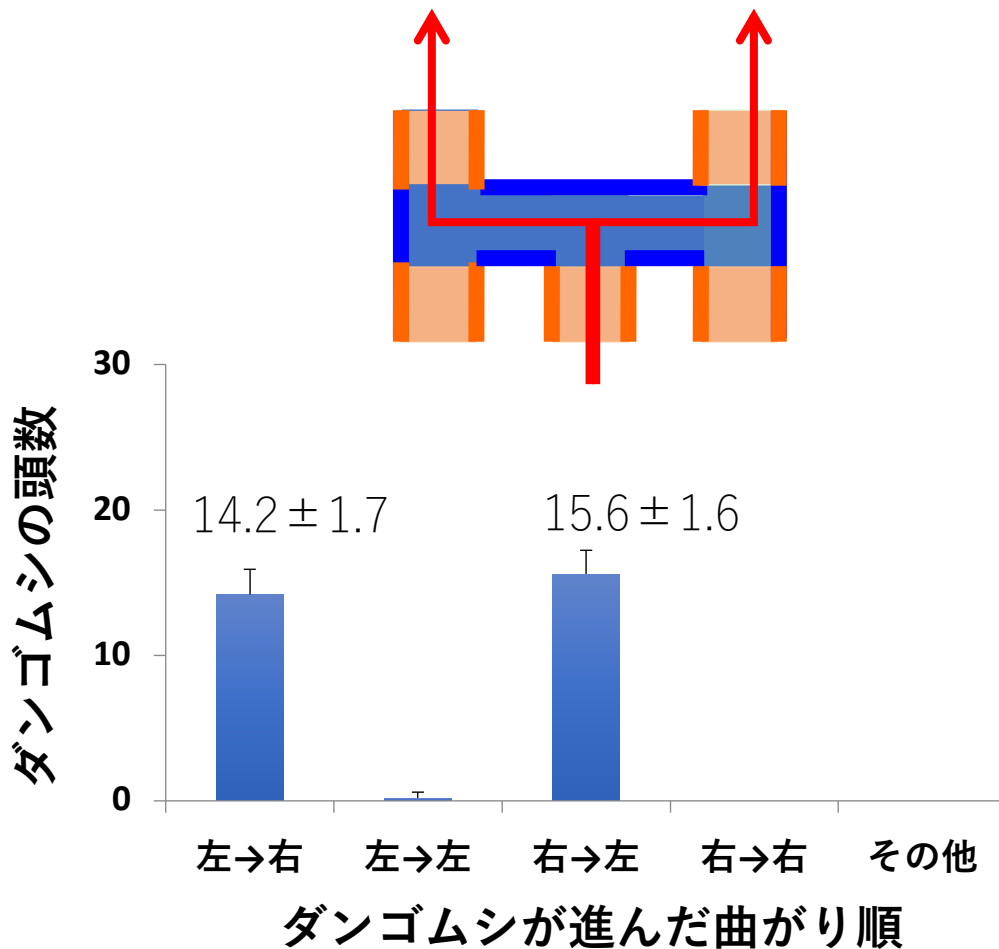


図4. 各出入り口の壁と床をセロファンテープで覆った迷路におけるメスのダンゴムシの行動

本迷路において、左右、右左の交替性転向反応を示した個体数は、それぞれ 14.2 ± 1.7 頭、 15.6 ± 1.6 頭だった。Student's T test ($P < 0.01$)を用いた統計解析では、左右と右左のそれぞれの平均値に有意差はなかった。

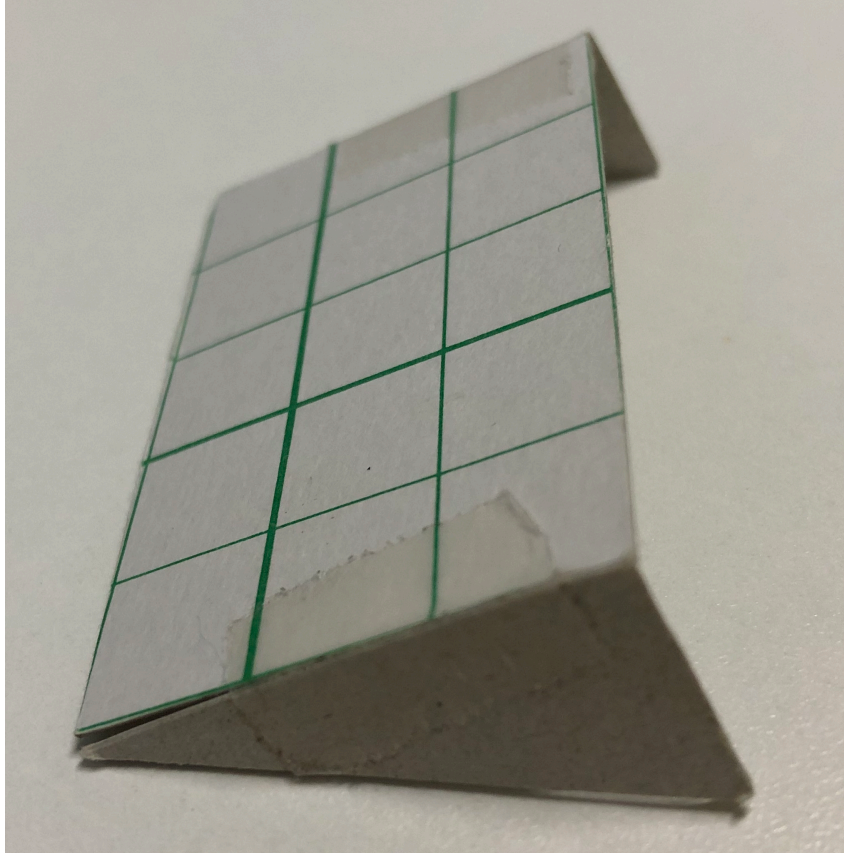


図5. 実験で使した25°の坂

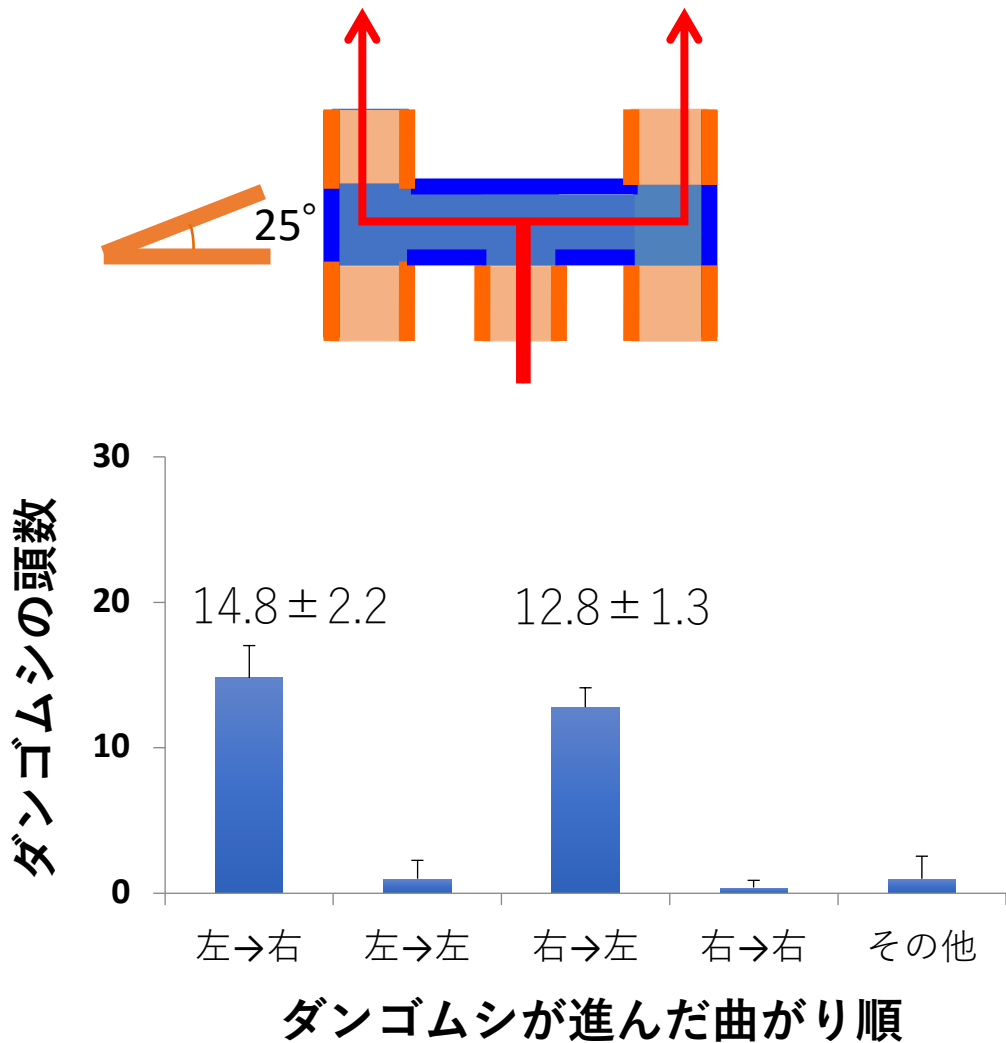


図6. 各出入り口の壁と床をセロファンテープで覆い、25°傾けた迷路（触らない）におけるメスのダンゴムシの行動

迷路において、左右、右左の交替性転向反応を示した個体数は、それぞれ14.8 ± 2.2頭、12.8 ± 1.3頭だった。Student's T test ($P < 0.01$)を用いた統計解析では、左右と右左のそれぞれの平均値に有意差はなかった。

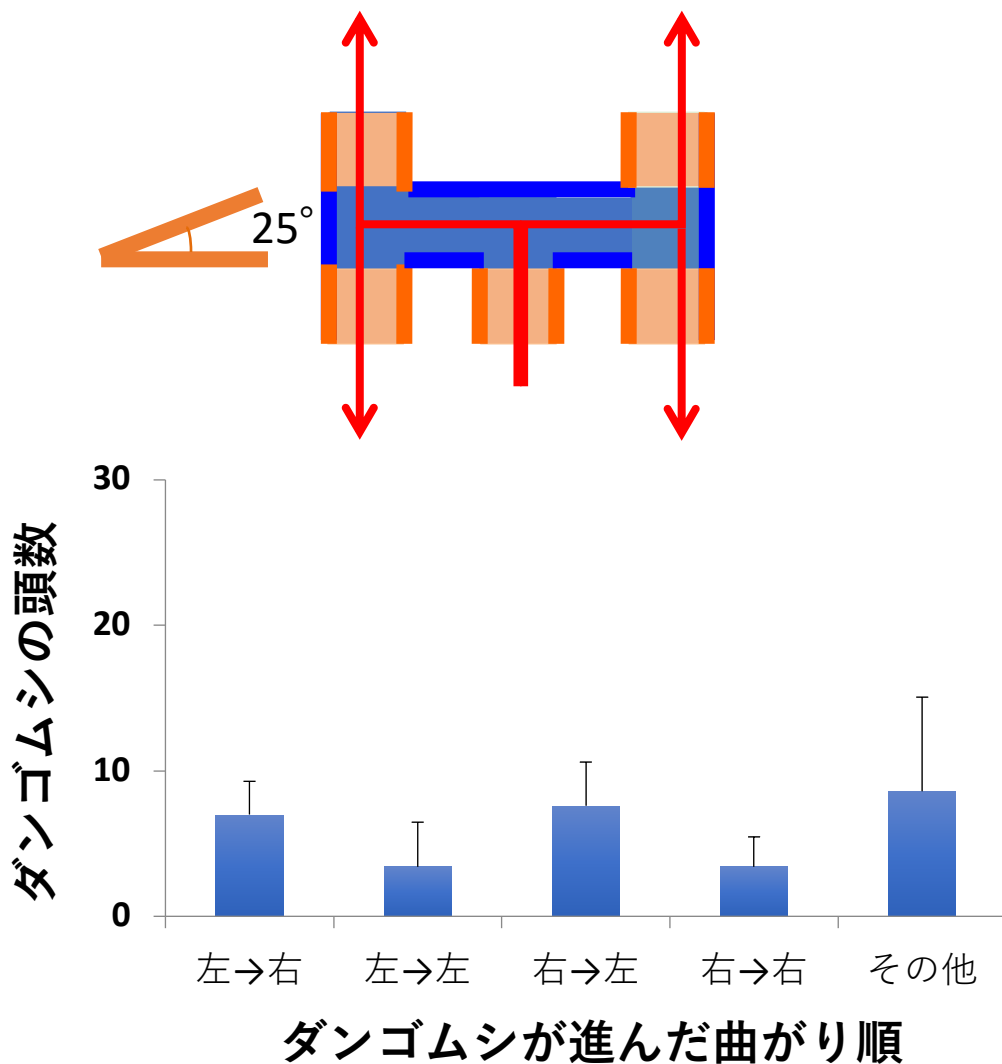


図7. 各出入り口の壁と床をセロファンテープで覆い、25°傾けた迷路（片手で押さえる）におけるメスのダンゴムシの行動

右左、右右、左右、左左、その他の全ての行動が見られた。



図8. 野外におけるオカダンゴムシの行動

表面がザラザラした枯葉は直進。表面がツルツルの葉は避ける。斑入りあるいは部分的に枯れた葉は一度歩き始めたら直進する。

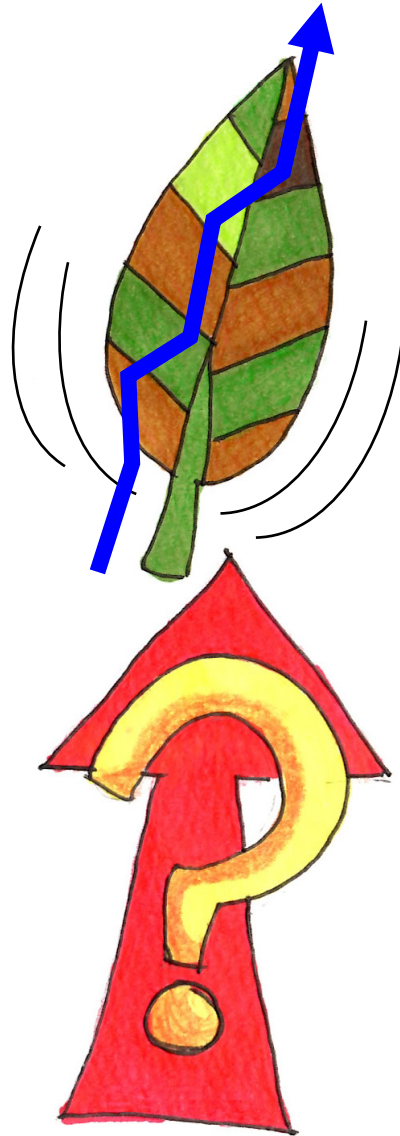


図9.足場が動くときのオカダンゴムシの行動

オカダンゴムシは、自身の足場の触り心地と安定性に影響されて、行き先を変えていた。位置が固定した斑入りあるいは部分的に枯れた葉は直進するが、例えば、風で動かされたり、足場が不安定の葉ではメスオスともランダムに行動するのかもしれない。