



アリの秘密

—アリはどうやって滑らかな壁を登っている?—



日本学生科学賞

大阪教育大学附属高等学校天王寺校舎 (大阪府)

ブランデル

葉奈

指導教諭

森中 敏行

●どんな研究なの?

アリが窓ガラスを登っているところを見て、どのようにして登っているのか不思議に思いました。そこで、文献調査を基に立てたファンデルワールス力説、爪や毛をひっかけている説、粘着説、吸盤説の4つの仮説を検証し、アリがどのようにして滑らかな壁を登っているのか明らかにしました。

●研究(実験)の方法

- (1)ファンデルワールス力を使用して壁を登るヤモリは、低表面エネルギーのテフロン面を登ることができません。そこで、ファンデルワールス力説の検証のため表面エネルギーの小さいガラス板を垂直に立て、ア리를登らせました。
- (2)爪や毛をひっかけている説の検証のため、原子間力顕微鏡、走査電子顕微鏡を用いて、アリの爪や毛とガラス板の凹凸のスケールを比較しました。
- (3)ガラスビーズは粘着物質に付着します。そこで、粘着説の検証のためアリの足先にガラスビーズを付着させて壁を登らせました。
- (4)吸盤外の気圧を下げれば吸盤が使用できなくなります。

そこで、吸盤説の検証のためアリにアクリル真空容器内の壁を登らせ真空引きしました。また、壁の角度は 90° 、 120° 、 180° の3種類で行いました(図1)。

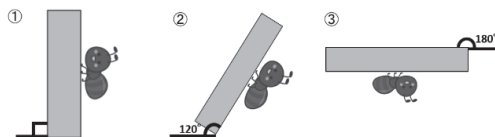


図1 真空引き実験における壁の角度
① 90° ② 120° ③ 180°

●研究(実験)の結果

- (1)アリは表面エネルギーの小さい壁を、表面エネルギーの大きい壁と同じように登ることができるという結果が得られました。
- (2)アリの爪は約 $5\mu\text{m}$ 、毛は約 $2\mu\text{m}$ 、ガラス表面の凹凸は約 10nm という結果が得られました。
- (3)ガラスビーズを足先に付着させたアリは壁を登ることができないという結果が得られました。
- (4)壁を登っていたアリは真空中で落下するという結果が得られました。また、 120° の壁では、 90° や 180° よりも高い気圧でアリが落下しました。これは、3種類の壁での粘着物質にかかる応力の違いにより、吸盤による吸着力が異なるためであると考えられます。さらに、アリが落下する瞬間のアリの足における力のつりあいの式を立てて計算すると、粘着力と大気圧下での吸盤による吸着力はほぼ同じくらいはたらくことがわかりました。

●研究の結論

アリは滑らかな壁を登る際、主として吸盤と粘着物質を使用していると判明しました(図2)。壁の角度の違いは、吸盤による吸着力に影響を及ぼすと考えられます。ファンデルワールス力による影響は小さく、爪や毛をガラスなどの滑らかな壁にひっかけることは不可能であるとわかりました。

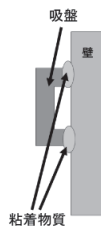


図2 アリの足の吸着概念図

●研究のアピールポイント/今後について

生物が吸盤を使用して壁を登ることを真空引きの実験から証明したのは、この研究が世界初です。今後は、粘着物質のはがれ方などを全反射顕微鏡を用いた観察で確かめ、この吸着メカニズムを人工的に再現して垂直やオーバーハングの滑らかな壁を登ることができるナノロボットの製作を目指したいです。