

ヘチマのつるやひげは、なぜしっかり巻きつくことができるのか

北区立豊川小学校5年 高田 智弘

1. 研究の動機

昨年度は、支柱の太さや種類によって、ヘチマのひげが巻きついたり、巻きつかなかったりすることを調べた。その実験を通して、そもそもヘチマのひげは、なぜしっかり巻きつくことができるのかと不思議に感じた。そこで、今年も家のベランダでヘチマを育て、ひげの巻きつき方を観察し、ひげが巻きつく時の工夫について考察することにした。

2. 予想

- (1)ヘチマのひげが、結果的に巻きつく位置をどのように決めているのかを疑問に感じた。ヘチマのつるは、よく風で動かされたり、つる自身の重さで倒れかかったりする。そこで、ぼくは、ヘチマのひげが風や重さによって、ぐう然支柱に触れて、支柱に巻きつくのではないかと予想した。
- (2)ヘチマのひげは、支柱に一巻きした後も、強い風によって、ひげが外れることがよくあった。ぼくは、一巻きした後に素早く何回も巻きつくことで外れないようにしていると考えた。

3. 調べ方

ヘチマのつるや巻きひげの動きを観察するために、図1のように実験装置を設置した。使用した道具を次に示す。

【道具】

- ・タイムラプスカメラ
- さつえい間かくは、30秒ごと
- 広角、日中／夜間モード
- ・カメラを固定するための椅子や物干竿

【観察実験の手順】

- ①椅子や物干竿に、タイムラプスカメラをセットする。ただし、ヘチマのつるの先端には、複数本の巻きひげがついているので、つるの先端を視野に入れてセットする。
- ②カメラで30秒ごとにさつえいする。朝から夕方までは日中モードにし、夕方から翌朝まで夜間モードに切り替える。ただし、夜間モードでは、ブレやボケにより、細かい構造が確認できないこともある。
- ③30秒ごとの写真動画から、つるの先端や巻きひげの動きを確認する。



図1：実験装置の全体像

4. 観察実験の結果

観察実験①：

ヘチマのつるの先端には、葉が出ている節ごとに、まきひげが2～3本ずつついている。最初に、ヘチマの先端の様子を半日ごとにタイムラプスカメラでさつえいした。

観察実験①の結果：

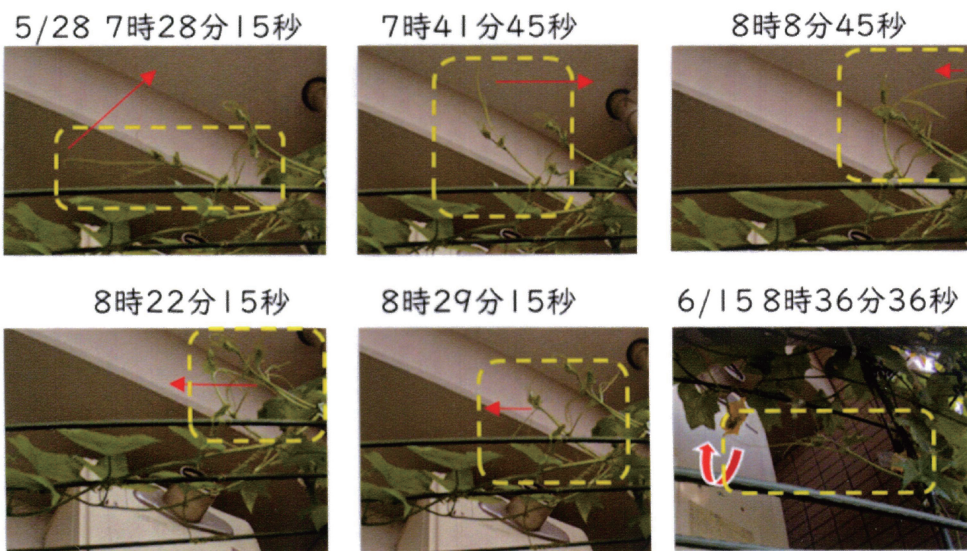


図2：つるの先端の時間変化、(左上から中下まで)5/28のつるの先端が上向きの場合、(右下)6/15のつるの先端が横向きの場合

図2に示されたように、つるの先端は、先端側から見ると、一つの円を描くように反時計回りでゆっくり回っていた。つるの先端が上向きの時も、横向きの時も、同じように反時計回りであった。ただし、強い風でつるの先端が少し飛ばされた場合は、その位置から、今までと同じような円の回転を続けた。

実験の解析②：

つるの先端は、どのような速さで回転しているかを調べた。さつえいした動画から、つるの先端が1回転する時間を読み取った。また、風の強弱と回転時間の関係について調べた。風の強弱は、タイムラプス動画中の葉のばたつきを見て、強風、弱風、無風の3つに分類した。

実験の解析②の結果：

表1：つるの先端の回転時間

観測期間	5/26	5/27-28	5/29	5/30	計
回転の回数	5	9	5	5	24
1回転にかかる時間の範囲	57分34秒～109分27秒				
1回転にかかる時間の平均	76分41秒				

表2：回転時間と風の強さの関係(5/27 18時48分～5/28 5時46分)

	回転1	回転2	回転3	回転4
開始時刻	18時48分15秒	19時45分49秒	20時51分19秒	22時25分19秒
回転時間	57分34秒	65分30秒	94分00秒	86分30秒
風の強さ	強風	強風→弱風	弱風→無風	無風→弱風

回転5	回転6	回転7	回転8	回転9
23時51分49秒	1時04分19秒	2時16分49秒	3時36分19秒	4時34分16秒
72分30秒	72分30秒	79分30秒	57分57秒	72分00秒
弱風→無風→弱風	弱風	弱風→強風→弱風	強風	弱風→無風

表1に示すように、つるの先端が1回転する時間は57～109分で、平均は約77分だった。5日分の動画から、24回転分のデータを用いて計算した。1回転に1時間以上かかるので、目で見ていただけでは、つるの先端の動きは確認できなかったが、タイムラプス動画で回転運動を確認できた。

また、表2に、5/27～28の例を示している。回転時間は大きくばらついていたが、強風の時は時間が短く、無風の時は時間が長かった。ただし、異なるつるの先端の場合、回転できるつるの長さが異なるため、時間も異なる。同じつるの場合は、風の強さによって回転時間が異なり、強風の時は回転速度が速く、無風の時は回転速度がゆっくりだったと言える。

観察実験③：

次に、ヘチマの巻きひげがしっかりまきつく仕組みを調べるため、ヘチマの巻きひげが支柱に巻きついた後の様子を、タイムラプスカメラでさつえいした。

観察実験③の結果：

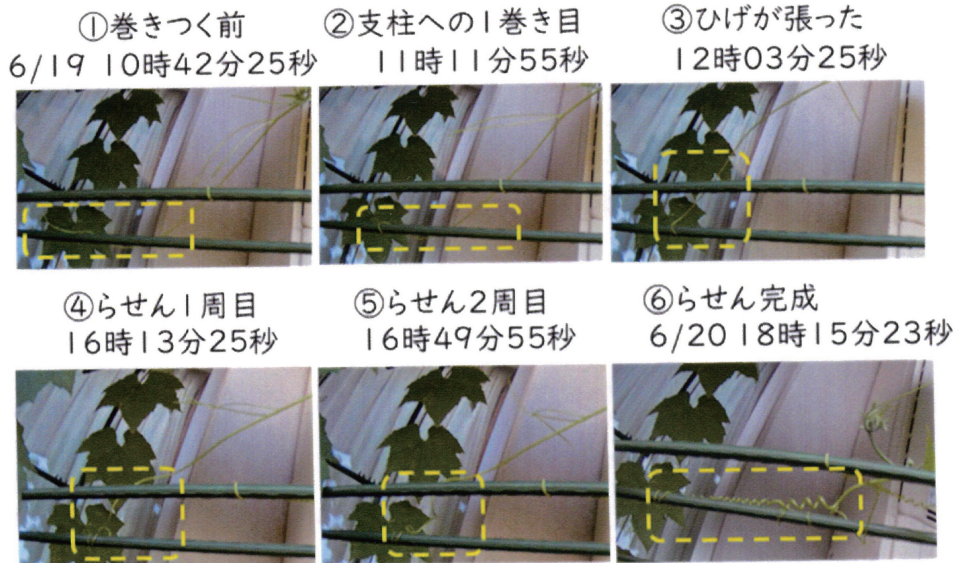


図3：支柱に巻きついた後、らせんを形成していく様子(6/19～20)

表3：らせん形成前の時間(6/19)

1周目の巻きつき時間	2周目の巻きつき時間	ひげが張るまでの時間
36分30秒	22分	29分30秒

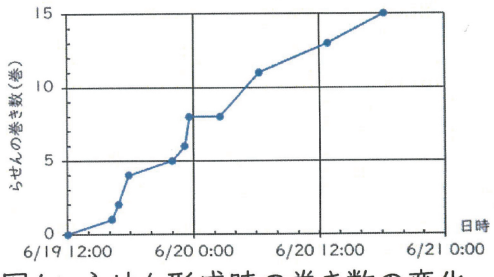


図4：らせん形成時の巻き数の変化

図3で示すように、巻きひげの先端は支柱に触れた後、30分程度で1周、合わせて60分程度で2周するように、支柱に巻きついた。その後、たるんでいた巻きひげがピンと張るのに、30分程度かかった。巻きひげは、よじれていき、らせん構造を形成した。

表3で示すように、巻きひげが支柱に触れてから、らせんを作る前までに90分程度かかり、その後、らせんの1巻き目ができるまでに250分かかった。図4で示すように、6/19-20の例では、らせんの4巻き目までは比較的早く(約6時間)でき、その後、らせんが15巻きするまでに、約30時間かかった。この巻きひげでは、らせんの巻き方は、巻きひげの先端から見て、時計回りのらせんと反時計回りのらせんの両方ができていた。

5. 考察: しっかり巻きつくための工夫

考察①:

つるの先端は、1時間くらいかけて、ゆっくり回転していた。つるの先端が回転することで、巻きひげが巻きつきたい支柱などに触れる機会を増やすためと考えた。さらに、つるの先端には、複数の巻きひげが、葉の間かくごとに出ていたため、支柱に触れやすくなっている。また、先端から見て、いつも反時計回りの同じ向きに回転しているが、逆向きの回転をすると、他のつるとからまりやすくなるからと考えた。

考察②:

同じつるの先端の場合、風が強いほど、回転時間は短かった。風によって先端が飛ばされることがあるので、できるだけ速く回ろうとしていたと考えた。

考察③:

巻きひげが支柱に2周くらい巻きついた後に、巻きひげはらせん構造を作った。これは、らせん構造により、巻きひげがばねのように伸び縮みしやすくなり、急な風の変化でも、巻きひげを支柱から外れにくくするためと考えた。実際、巻きひげが1周や2周でらせん構造ができていない状態では、強い風がふくと、すぐに巻きひげが外れることがあった。また、らせんは、1つの長いらせんではなく、複数のらせんがつながっている構造となっており、より伸びやすくなっている。

考察④:

今までの考察を踏まえて、ヘチマのつるや巻きひげがしっかり巻きつくためには、つるの先端の回転運動と、巻きひげのらせん構造が必要であると考えた。つるや巻きひげが動く速さには限度があると考えられるが、巻きつき回数をおさえて、らせんを作ることを優先することで、結果的にしっかりと巻きつくことができると考えた。

以上を踏まえて、図5に考察しているイメージをイラストとして描いた。

- ①つるの先端には、葉の間かくごとに、複数の巻きひげがついていて、つるの先端が回転することで、巻きひげが支柱と触れる機会が増えるようになっている。
- ②らせん構造の形成は、支柱に2回~3回巻きついた(①~③)後、よじれながら大きな輪の構造を作り(④)、徐々に小さな輪となっていく(⑤)。また、1つ目の輪を小さくしながら、2つ目以降の大きな輪を同時に作っている(⑥~⑦)。図5のCの位置は、巻く向きの異なる2つのらせん構造の間となっていて、最後に巻きひげが回転して、らせんが完成する(⑧)。この時、らせんが作られる順番は、端から順番通りとはならなかった。

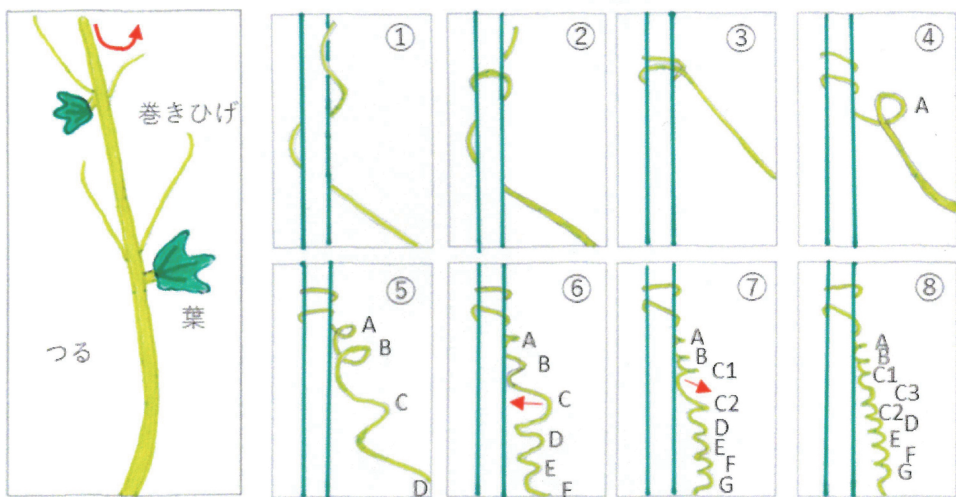


図5: 考察した(左)つるの先端の回転運動と、(右)巻きひげのらせん形成のイラスト

考察を踏まえた観察実験

④観察実験:

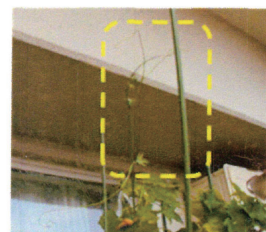
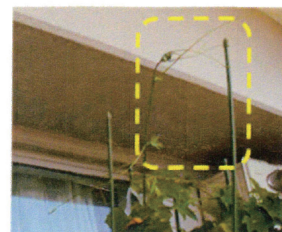
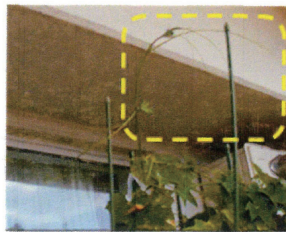
実際に、考察した理由が正しいかを観察実験で検証した。つるの先端が回転運動を行っている所に、新たな支柱を設置し、回転向きの支柱に巻きひげが触れるように設定し、巻きひげがらせん構造を作るまで、観察を行った。新たな支柱を追加した実験の様子を図6に示す。7月21日から22日の約32時間の間、観察を続けた。



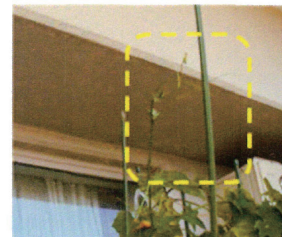
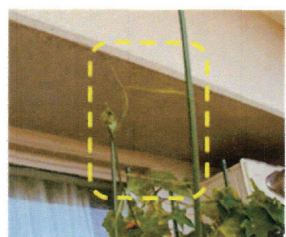
図6: 新たな支柱を追加した例

観察実験④の結果:

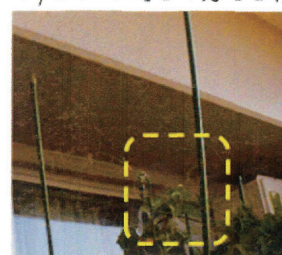
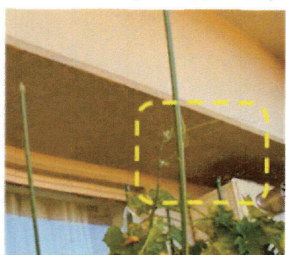
- ①巻きついていない状態 ②1回目巻きつき ③ほどけた1回目巻きつき
7/21 12時22分45秒 13時7分15秒 13時40分45秒



- ④2回目巻きつき ⑤ほどけた2回目巻きつき ⑥3回目巻きつき1周目
14時36分45秒 14時42分15秒 17時52分15秒



- ⑦3回目巻きつき2周目 ⑧3回目巻きつき3周目 ⑨らせん3周分作成中
17時57分45秒 7/22 7時34分56秒 8時1分27秒



- ⑩らせん3周分完成 ⑪らせん完成 ⑫伸びたらせんの例
9時48分27秒 15時23分27秒 16時3分27秒

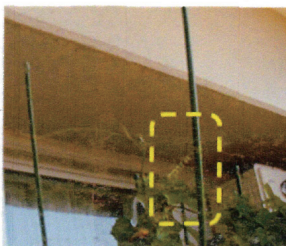


図7: 新たな支柱2本への巻きつきの様子(7/21~22)

図7に示すように、つるの先端の回転運動により、巻きひげが支柱に触れ、1~2周程度巻きついた。ただし、1回目と2回目のひげの巻きつきは、風で支柱の位置がずれたりすることで、比較的簡単に外れた。3回目の巻きつき時は、最終的に3周した後に、らせん構造の形成を始め、らせんが完成した。らせんが形成されると、支柱が風で大きく動いた場合も、巻きひげがばねのように伸びることで、支柱から外れにくくなった。

この実験を通して、考察①で考えたように、つるの先端が回転するのは、巻きひげが支柱に触れる機会を増やすためと考えられる。回転向きに支柱があって巻きひげが触れると、巻きつき始めることを確認できた。

また、考察②で考えたように、支柱への巻きつきだけでは、支柱から外れやすいことを確認できた。観察実験④では、3周した後に、らせんの形成に入り、らせんの巻き数が増えていくと、外れにくくなることを確認できた。

6. 研究のまとめ

この研究では、なぜヘチマが支柱にしっかりと巻きつくことができるのかをタイムラプスカメラによる観察実験を中心にして調べた。

ヘチマのつるの先端は、巻きつく物を探すために、葉の間かくごとに数本の巻きひげ(長さ2~20cm)を出した状態で、一つの円を描くように回転している。一回転する時間は、57~109分で平均は77分だった。この回転によって、巻きひげが支柱などに触れる機会を増やしていると考えられる。ただし、同じつるの先端の場合、風が強いほど、回転時間は短かった。風によって先端が飛ばされることがあるので、できるだけ速く回ろうとしていたと考えられる。

つるが支柱に巻きついた後、風で外れないために、巻きひげはらせん構造を作る。らせんは、長いつるで10巻き以上になり、1巻き目ができる時間は、約250分であるが、並行してらせん構造が作られており、約30時間で15巻きのらせんが作られた例があった。らせん構造を作ることで、ばねのような働きで、風の力に対して強くなると考えられ、実際、支柱が大きく移動した場合も、らせん構造が伸びて、巻きひげが外れにくくなっていた。

7. 感想

さつえいした動画から、回転時間やらせんが巻く時間を読み取り、表にまとめる作業がとても大変だった。また、実験しやすい巻きひげを見つけたり、巻きつけられるように整えたりするのが難しかった。さつえいした動画を何度も見直し、分かったことをイラストにすることは難しかったが、少しずつヘチマのつるの巻き方が分かったことがうれしかった。ヘチマのつるの先端が、支柱に巻きつくために、円を描くように回っていることにとってもおどろいた。また、らせんはいつも端から順番に作られるとは限らず、飛び飛びに形成されることもあったので、不思議だと思った。