

カラスウリの花

どうやって夜を感じとっているの？
どのような仕組みで花は開閉しているの？

焼津市立豊田中学校

2年 市川 迅

1 動機

高草山に咲く『カラスウリの花』は、夜に咲くことだけでもめずらしいのに、花は周りにレースのような糸がついていてとてもきれいで変わった形をしている。ただきれいだけではないカラスウリの花の形の秘密を知りたいと思って研究することにした。

2 探究① カラスウリの観察

(1) カラスウリの観察

カラスウリはウリ科カラスウリ属の宿根草。ツルは、葉で地面を覆うように山の斜面に上から下に広がっていることが多い。夏の日が照りつける中、葉で覆われた地面は湿っているので、根元を守っているようにみえる。葉には細かい毛がびっしり生えていて、水をかけると葉から水全部落ちずにとどまる。暑い夏に水を確保するのに役に立っていそう。

(2) 花の観察

寿命は1日。最初は1日で枯れるなんて儚いと感じたが、次の夕方にはまた新しい花が咲き、毎日次から次へと咲くのですごいエネルギーだと思った。

2種類の花があり、観察してみると、子房を持つ雌花と花粉を持つ雄花だった。雌株には雌花しか咲かず雄株には雄花しか咲かない雌雄異株だった。雌株と雄株は葉や茎に違いはなく、花を見ないとわからなかった。

写真1 雌花 写真2 雄花



3 探究② どうやって夜を感じとっているのか？

(1) 実験① 花はいつ開閉するのか

ア 仮説

花の開閉には光が関係し、光を感じなくなると咲き光を感じると萎むのではないかな。

イ 実験方法

5分間隔で光の強さと花の面積を測る。

(ア) 光の強さは、照度計で測る。

(イ) 花の面積は、5分おきに写真を取り、五角形の面積を画像処理 imagej というアプリを使って(写真3のように)測る。



写真3 画像処理 imagej を使った五角形の取り方

5枚の花弁はそれぞれ開く速度が違うので花弁ごとに一番開いている箇所を頂点とする五角形で測った。

ウ 結果

(ア) 開花 8/2 日没 18:50 なので 18:00 から観察

写真4 開花の様子

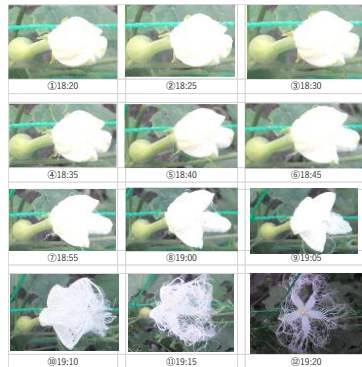
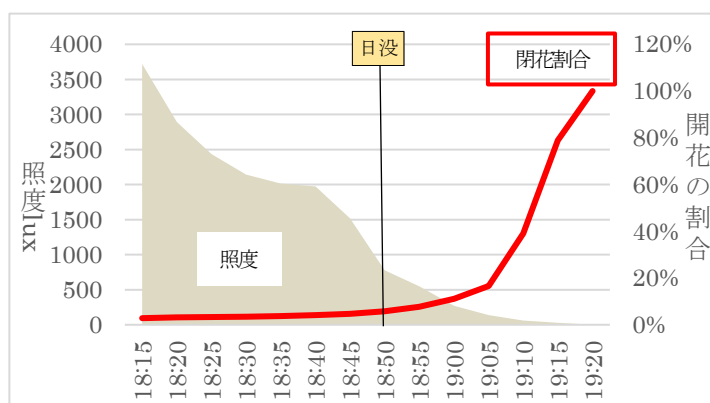


図1 開花データ

時刻	照度 (lux)	花の面積 (cm ²)	開花割合	時刻	照度 (lux)	花の面積 (cm ²)	開花割合
①18:20	2,892	1.18	3%	⑧18:55	548	2.80	8%
②18:25	2,434	1.20	3%	⑨19:00	271	4.10	11%
③18:30	2,143	1.28	3%	⑩19:05	136	6.08	17%
④18:35	2,012	1.35	4%	⑪19:10	62	14.35	39%
⑤18:40	1,975	1.52	4%	⑫19:15	29	29.00	79%
⑥18:45	1,515	1.73	5%	⑬19:20	2	36.77	100%
⑦18:50	777	2.10	6%				

図2 開花と照度の関係



開花は1時間から1時間半かかる。

日没 18:50 の場合、18:00 から光が弱まるにつれて徐々に蕾が開き始め、日没して暗くなると開く速度が一気に上がる。

周りのカラスウリの花もほぼ一斉に咲いた。

(イ) 閉花 8/23 日の出 5:12 なので 3:30 から観察

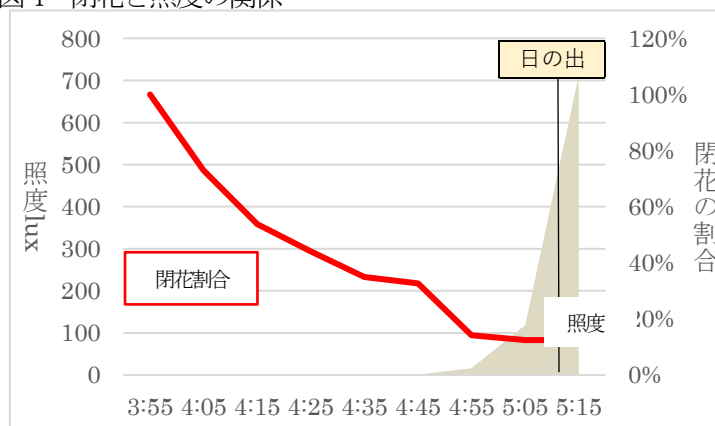
写真5 閉花の様子



図3 閉花データ

時刻	照度 (lux)	花の面積 (cm ²)	閉花割合	時刻	照度 (lux)	花の面積 (cm ²)	閉花割合
①4:00	0	28.41	100%	⑨4:40	0	9.78	34%
②4:05	0	27.58	97%	⑩4:45	1	9.27	33%
③4:10	0	20.72	73%	⑪4:50	4	9.23	32%
④4:15	0	17.23	61%	⑫4:55	16	4.04	14%
⑤4:20	0	15.28	54%	⑬5:00	44	3.54	12%
⑥4:25	0	13.16	46%	⑭5:05	119	3.54	12%
⑦4:30	0	12.54	44%	⑮5:10	333	3.54	12%
⑧4:35	0	12.08	43%	⑯5:15	712	3.54	12%

図4 閉花と照度の関係



まだ暗く光がない時間から花は閉じ始めて、日の出の時間に閉じた。

周りのカラスウリの花を見ると 30 分くらい遅く閉花しているものもあった。

エ 考察

- ・開花は、光が弱まったことが引き金となり、どの花も一斉に始まる。
- ・閉花は、照度0の時から始まっていることから光に反応して閉花が始まるのではないことがわかる。花によっても早いものと遅いものがあり個体差が大きい。

カラスウリの花は1日で萎れて、次の日にはまた新しい花を咲かすのにたくさんのエネルギーが必要なのに、なぜわざわざキレイに花が閉じる必要があるのだろうか。観察していると閉じた花は水分がなくなりカラカラになっていたことから、水分がなくなることにより丸まりながら閉じていくのかもしれないと思った。開花はどの花も一斉だが閉花は花によって遅くなることも、閉花の時の水分のいき具合によるものかもしれないと思った。

では、どこで光の強さを感じとっているのだろうか。

(2) 実験② カラスウリはどこで光の強さを感じとっているか

ア 仮説

植物は葉緑体で光合成をしているから、葉で光の強さを感じていると考えられる。夕方になり光の量が少なくなって光合成がストップすることが引き金になり開花するのではないか。

イ 実験方法

葉を午前中に全部取り除き、花が咲くことができるか観察する。

ウ 結果

写真6 8/17 9:15に葉を取り除いた



写真7 夕方普段と変わらず咲いた。次の日もその次の日も普段と変わらず咲いた



エ 考察

葉を全部取り除いても普段と変わらず同じ時間に咲いたので、葉以外でも光の強さを感じることができることが分かった。全くの予想外である。日に当たっているところといえば蕾と茎なので、これらで光を感じとることができるということである。

花は、葉が進化してできたという説があるから、蕾について調べてみようと思う。

まず、花の開閉運動についてインターネットで調べてみた。

花卉には表と裏の表皮がありますが、花が閉じている時気温が上昇すると、花卉で包み込まれた内側の温度は外気よりも高くなります。そうすると、内側と外側の表皮細胞の成長速度に違いが生じます。つまり、成長はある温度範囲では温度が高い方が速度が速くなります。したがって、花卉は開くことになります。気温が下がると内側は直接に影響を受けやすく、外側の表皮よりも成長速度が低下します。そのため、花卉は閉じることになります。

日本植物整理学会 植物Q&A みんなのひろば

https://jspp.org/hiroba/q_and_a/detail.html?id=37

この資料から、開花は、花卉の外側と内側の成長差により起こることを知った。

暗くなって咲くということは、光がなくなってから花卉の外側より内側の方が成長するということである。蕾でも光の強さを感じることができ、蕾に当たる日光の量が減ったことで花卉の内側と外側で成長差ができて開花するのではないだろうか。

蕾について実験してみる事にした。

(3) 実験③ 蕾の日光を遮ると夜と勘違いして開花するだろうか

ア 仮説

暗くなると、蕾に日が当たらなくなることにより

- ・花弁の外側は成長がストップ
- ・花弁の内側はためておいた栄養を使い成長し続け

外側より内側の方が成長し、長さの差が生じて開花するのではないかな。

イ 実験方法

- (ア) 15:30 から蕾を黒いお椀で覆い日光を遮り、花が咲くか観察する。
(蕾に日光が当たらないと花弁の外側と内側で成長差がおき開花時間が早まるかな?)
- (イ) 前日 20:00 から蕾を黒いお椀で覆い日光を遮り、次の日花が咲くか観察する。
(蕾の日光を遮ると花弁の外側と内側の成長差は出来ず開花できないのでは?)
- (ウ) 花が咲いている状態をお椀で覆い、日光を当てないと閉花できるか観察する。
(花に日光が当たらないと、閉花することができないのでは?)

ウ 結果

図5 蕾の日光を遮った結果

	覆う時刻	結果
(ア)	15:30	普段の開花時間と変わらず、日没直後に咲く
(イ)	前日 20:00	蕾は成長するが開花できずに枯れる
(ウ)	19:30	だいたいの花は午前7:00頃閉花するが、黒い袋で覆った花は午前8:00頃閉花する

エ 考察

- ・15:30 に蕾の日光を遮っても開花が早まらず開花時間は狂わない。つまり蕾だけが暗くなっただけでは開花しない。
- ・前日 20:00 から蕾の光を遮った場合は開花できなかったのも、蕾に光が当たらないと開花できないことがわかる。このことより、暗くなると開花するのではなく、昼間蕾が光に当たった時間により開花するのかもしれないと思った。
- ・19:30 から日光を遮り朝日を当てなくても閉花した。

この3点から、カラスウリは日光に当たることで時間感覚を持って、花が開閉するリズムを調整するのかもしれないと考えた。

(4) 実験④ どのくらい蕾に日が当たれば開花するか

ア 仮説

体内時計があり、少しでも蕾に日が当たれば、次の日と感じ開花するのではないかな。

イ 実験方法

時間を決めて蕾に日光を当てる。その時間以外は黒い袋で覆う。

ウ 結果

図6 蕾に時間を決めて日光を当てた結果(8/21)

日に当てた時間		結果
1分		咲かない
10分		咲かない
日の出～6:00	1時間	咲かない
午前	約6時間	7個中2個咲いた
午後	約6時間	6個中3個咲いた
日の出～15:00	約9時間	咲く

エ 考察

蕾に日光を1時間当てても開花しなかった。このことから、少し光に当たただけでは開花できない。開花には6時間以上日光を当てることが必要なことがわかった。

午前中だけ日光に当てた蕾で、開花できなかったが蕾が大きくなり割れている蕾があった。開花時刻に成長が間に合わなかったように感じたので、よく観察するために咲く当日の蕾を朝(午前8時)と夕方(午後5時)と比べると、薄緑色の蕾がだんだん白色になり少し大きくなって、開花に向けて変化していた。このことから、開花当日も蕾は昼間日光に当たることにより開花に向けて成長していることが分かる。咲けなかった蕾は、咲かないまま散っていた。

(5) 探究②のまとめ

カラスウリの開花の引き金は、光が弱まることである。しかし、ただ暗くなれば開花するのではない。開花には蕾に6時間以上日光が当たる必要条件である。

蕾は、開花当日の昼間も成長している。昼間の成長には蕾に日光が当たることが必要で、咲く日に6時間以上日光に当てないと咲けないまま萎れてしまう。開花できる水準まで、蕾が成長できなかったからと考えられる。

実験②では、葉を取り除いても枯れずに花を咲かせ続けるカラスウリの生命力にびっくりした。植物は単純に、葉で光合成をし、根から水と養分を吸っているだけと思っていたが、葉以外でも光を感じられるし、カラスウリは冬は芋になる宿根草であることから、芋にデンプンを蓄えることができ、光合成ができない場合は芋のデンプンを使うのかもしれないと思った。

また、実験したことにより咲き損ねた花は、次の日成長を再開せず萎れてしまうのもすごい仕組みだと思った。開花に失敗した花は枯らして、次の新しい花を開花させることに切り替えているということになる。この次の開花の切り替えは、どのように行われているのだろうか。咲き損ねた花の細胞はどのようにして死んでしまったのか。栄養がストップされて栄養失調なのか、それとも咲けなかったが開花スイッチが入ることで細胞が破壊されるのか、細胞に決められた寿命があるのか。今まではカラスウリの花ひとつひとつに注目していたが、カラスウリ「全体のネットワーク」から開花の仕組みを考える必要があると思った。

4 探究③どのような仕組みで花は開閉してるのか?

カラスウリは水がたくさん必要な植物だ。観察していると、雨の次の日にすごい急成長をする。このことから、カラスウリと「水の関係」を考えるようになった。

カラスウリの花の特徴は花の周りのレースだ。この複雑なレースが絡まることなく咲くことができるのはなぜだろう。閉花の観察のとき、閉花時間は個体差が大きく水分がなくなることによりレースを巻きながら開花するように感じたことや、雨の降った日には花卉が反り返っているものが多い。このことから、花の開閉する仕組みにも「水」が関係あるかもしれないと考えた。

植物には2つの成長の仕方がある。1つ目は細胞分裂、2つ目は細胞が大きくなる伸長がある。開花は1時間の急成長であるし、その後閉花もしなければならぬから、1つ目の細胞分裂は考えにくい。だから、開花は細胞が大きくなる伸長の可能性が高いと考えた。閉花後の蕾に水分がないことに注目すると、光が弱まることが開花の引き金となり、水分が送られ細胞伸長するのではないかと予想した。花の開閉運動である花卉の内側と外側の成長差については、2つの仮説を立てた。

仮説① 花卉にも葉のような気孔があって、花卉の表と裏の気孔の数が異なり蒸散する量が異なることによって開花するのではないかと。

仮説② 蕾の細胞の数が表と裏で違い、細胞が水により膨張することにより開花するのではないかと。

カラスウリ内部の水分量を時間ごとに調べたかったが、方法が見つからなかったため、まずは蒸散量から調べることにする。

(1) 実験⑤ いつ葉からの蒸散の量が多いのか

ア 仮説

体温調整のため、昼間は熱を逃がすため葉から大量に蒸散し、夜は開花に水を使うため花に水がいつてしまい、葉から蒸散する量は少なくなるのではないだろうか。

イ 実験方法

土から水が蒸発することを防ぐため、プランターに植えたカラスウリをビニール袋で覆い葉だけを出し、1時間ごとに体重計で重さを測り減った重さ(=蒸散量)を測る。

ウ 結果

図7 プランターの重さのデータ(8/23)

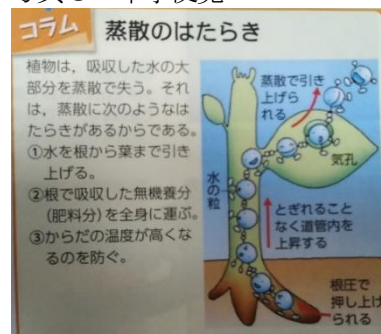
時刻	22:00	23:00	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00
重さkg	16.6	16.6	16.6					16.4	16.4	16.3	16.3	16.3	16	16	16	15.8	15.7	15.5	15.5	15.5	15.3	15.3	15.2	15.2
減少量kg		0	0					-0.2	0	-0.1	0	0	-0.3	0	0	-0.2	-0.1	-0.2	0	0	-0.2	0	-0.1	0

エ 考察

夜の重さの減少量は少ない。減少量は水分なので夜の蒸散は昼間より少ないことがわかった。昼間は葉の裏で蒸散することで根元の土の湿り気を守っているのではないかと考えられる。蒸散について調べると(写真8)、植物は、葉の気孔から水を蒸散することにより根から吸収した水を上昇させる原動力となり、植物内の水の循環を行っていることが分かった。

プランターで育てたカラスウリは花を咲かせることができなかったなので、花が水を吸い上げることができるかは別の方法で実験しようと思う。

写真8 中学便覧



(2) 実験⑥ 蕾だけでも水に浸して開花できるだろうか

ア 仮説

花にも気孔があることで蕾だけでも水を吸い上げることができ、開花するのではないかと。

イ 実験方法

蕾を色水に入れた紙コップに入れて開花できるか観察する。

開花できたら色のつき方を観察する。

ウ 結果

開花することができた。開花時は花弁に色がついていなかったが、閉花時には花弁が赤く染まった。

エ 考察

蕾だけを水に浸けて開花できたので、蕾だけでも水を吸い上げることができるということである。花弁にも気孔があるのかもしれない。

写真9

蕾だけで開花した様子



(2) 実験⑦ 花弁にも気孔があるだろうか

ア 仮説

花弁にも葉のように気孔があって、花弁の表と裏の気孔の数が異なり蒸散する量が異なることによって開花するのではないかと。

イ 実験方法

カラスウリの花弁の表皮を顕微鏡で観察し、気孔があるか調べる。

表皮を剥がそうとしたが、カラスウリの花弁は柔らかくて表皮を剥がせなかった。そのため、花弁に液体のりをつけ乾燥させ型をとり、作った花弁の表皮の型を観察することにした。

ウ 結果

写真10 開花時の花弁の表皮の型

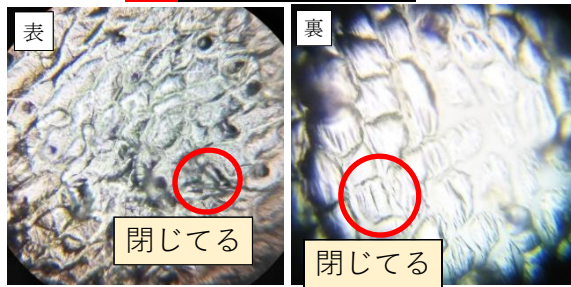
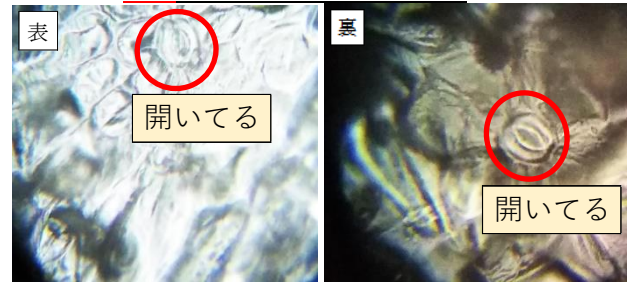


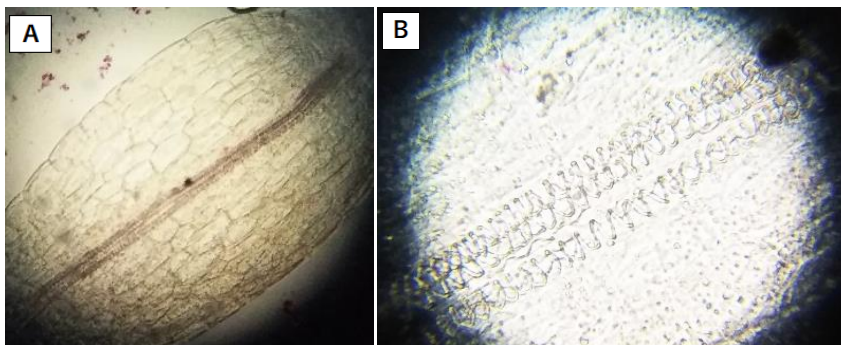
写真11 閉花の状態の花弁の表皮の型



花弁にも気孔があった。

花のレースは細すぎて表皮の気孔は調べることができなかったので、花のレースはそのまま観察した。すると細胞(写真12A)が観察できた。レースの中心にある線を拡大すると、3本の螺旋状(写真12B)になっていた。

写真12 花のレース、100倍(A)、400倍(B)



エ 考察

花弁にも気孔があった。

開花時の気孔は閉じていたが(写真10)、閉花後の気孔は開いていた(写真11)。つまり、開花時は、気孔は閉じて花弁に水分がいても蒸散できず花弁の細胞が膨張し開花が起こり、閉花時には気孔が開いて蒸散してしまって花弁の細胞が縮み閉花が起こるのではないかと考えた。

花のレースには真ん中に螺旋状のものがあつた(写真12B)。レースは、開花する時絡まらずに広がる。つまり、蕾の時は押し縮められてしまわれているが、開花時に水がいくと螺旋状のものの中を通りバネが伸びるようにしてレースがピンと広がるのではないかと考えた。

(4) 実験⑦ レースの螺旋状のものはなにか

ア 仮説

開花時に水がいくと螺旋状のものの中を通りバネが伸びるようにしてレースがピンと広がるのではないと思うので、螺旋状のものは道管であると思う。

イ 実験方法

花に色水を吸わせ、色水を吸わせた花のレースを顕微鏡で観察する。

ウ 結果

写真13 レース 50倍



写真14 レース 100倍



エ 考察

花のレースは赤く染まったので、レースまで水がいきわたっていることが分かる。

レースの螺旋状の部分は濃い赤で染まり、螺旋の周りの細胞は薄い赤に染まったので、螺旋状の部分は道管で、周りの細胞に染み出ているということが分かる。

このことから、開花時には、螺旋状の道管に水が通り、周りの細胞にも水がいき細胞が膨張し、押し縮められていた螺旋状の道管も細胞に引っ張られてバネのように伸びて、レースは絡まらずに開くことができるのだらうと考えた。

(5) 探究③のまとめ

植物には、人間の心臓のようなポンプはない。植物内の水の循環は、葉の気孔から水を蒸散させることによって根から吸収した水を吸い上げている。気孔は葉にしかないと思っていたが、花卉にもあった。カラスウリは開花や閉花する仕組みにも、うまくこの気孔を使った水の循環を利用していると考えられる。

開花の様子を観察すると、まず蕾の中身が納まりきれなくなり割れ、次に花卉が開いて最後にレースが広がる。蕾の中身が納まりきれなくなり割れる時間は個体差が大きく、早いと4時頃から割れているが、花卉は暗くなり一斉に開く。閉花は、先にレースが縮んで最後に花卉が閉じる。閉花時間は個体差が大きい。このことから

開花の仕組み

- ①開花当日の夕方までに咲ける状態までに成長しきり、蕾が割れる。
- ②暗くなることが引き金で、花卉の気孔が閉じ水が溜まり細胞が膨張して花卉が開く。
- ③螺旋状の道管に水が通りバネのように押し縮められていたレースがピンと伸びる。

閉花の仕組み

- ①花卉の気孔が開き蒸散し細胞が縮み、レースの張りが無くなりレースが丸まる。
- ②花卉にも水分なくなり、丸まるように閉じるのではないかな。

4 おわりに(感想・さらに知りたいこと)

カラスウリの花はなんでこんな形をしているのだろうか。どうやって咲いているのだろうか。そんな疑問からカラスウリの花の仕組みを知りたくて研究を始めた。

植物内の水分量の変化を測りたかったが方法が見つからず試行錯誤していた時、学校の理科の時間に顕微鏡で玉葱の細胞や微生物を観察する授業があり、カラスウリの内部構造も見てみたいと思った。理科の先生に相談したところ、色々なアドバイスをくださり夏休みの間顕微鏡を貸していただけることになり、実験の幅も広がって分かったこともたくさんあり本当にありがたかった。

今回、カラスウリの花弁の気孔と花のレースの中に螺旋状の道管を発見して、カラスウリのレースが絡まらずに咲く事ができる理由がわかった。わからなかった事は、閉花の引き金だ。開花は条件がそろわないと咲けないが、閉花は時間に個体差があるが確実に行われる。このことから、僕の閉花の引き金についての仮説は、開花する際に水により細胞が死んでしまって、細胞が死んでしまうことにより、花の構造上、閉花は自動的に行われているのではないかと考えている。ナメクジに塩をかけると濃度差により体内の水が出て死んでしまうが、カラスウリも、花の蜜により濃度差ができて細胞内の水が奪われることによって死んでしまい、次の開花の切り替えを行っているのではないかと思いついたので、今後調べたい。

5 参考文献

- (1) 植物のふしぎ ポプラ社
- (2) 顕微鏡の世界 Gakken