

ウツボカズラの消化液の pH の変化

静岡県立富士高等学校 自然科学部生物班
2 年 森本陽南子 市川桜佳 1 年 久松ゆり

1 動機

ウツボカズラ(学名：*Nepenthesalata*)は、食虫植物の一種で消化液の入った捕虫袋を持つ。捕虫袋には蓋がついているが、一度開いた蓋はその後閉じることなく常時開いている。蓋が開いていれば雨水が入ったり、何らかのハプニングで消化液がこぼれてしまったりすることもあると考えられる。そこで、捕虫袋に水が入り、消化液が薄まったときや、捕虫袋の中の消化液が全てこぼれて無くなったとき、虫を消化するはたらきにどのような影響が出るのか。また、消化により捕虫袋内の pH に変化が見られるのか、ということに興味を持ったため実験を行った。

2 仮説

仮説 1 消化液が水で薄まったとき

→消化液の濃度が薄くなるので虫が溶けるまでに時間がかかる。

仮説 2 消化液が無くなったとき

→消化作用の強い液だけ出て補充され虫が溶けるのが早くなる。

という仮説を立てた。

3 目的

捕虫袋の消化液のはたらきと濃度及び酸の関係を捕虫袋の中(in vivo)、試験管の中(in vitro) で比較し検証する。

4 材料

- ・ウツボカズラ(2 株)
- ・ミルワーム
- ・pH 試験紙
- ・試験管
- ・電子ばかり
- ・ガラス棒

5 実験：ウツボカズラの pH 変化

① 捕虫袋、試験管内の液を以下のように調整する

～ウツボカズラと試験管中の液の内訳～

[ウツボカズラ]

捕虫袋 G：消化液 7 mL

捕虫袋 F：消化液 7 mL＋純水 5 mL

捕虫袋 C：純水 5 mL

捕虫袋 B：無し

[試験管]

試験管 x：消化液 7 mL



図 1 ウツボカズラの捕虫袋

試験管 y : 消化液 7 mL + 純水 5 mL

試験管 z : 純水 5 mL

- ② ①で調節したそれぞれの液の pH をはかる。
- ③ ミルワームを半分に切り、その質量をはかる。(図 3)
また、このときにミルワームの体液が中性であることも確認した。
- ④ ミルワームを捕虫袋、試験管にそれぞれ入れる。
- ⑤ 一日おきに pH をはかる pH をはかる時間は 16 時とする。
- ⑥ 2 週間後、ミルワームを取り出し、質量をはかる。



図 2 左から試験管 x、y、z



図 3 ミルワームの質量をはかっている様子。

6 結果

- ・ 各捕虫袋、試験管の pH 結果を図 4 に示す。
- ・ 実験開始日 9 月 5 日から 9 月 6 日まではどの捕虫袋および試験管内の液は変化しなかった。
- ・ 全ての捕虫袋において 9 月 8 日に pH が中性から酸性からへと変化した。
具体的には
 - ・ ウツボカズラの消化液のみを入れた捕虫袋 G では 9 月 8 日に pH が変化して以来、実験最終日までの間ずっと酸性のままであり、顕著に酸性となった。
 - ・ 消化液と純水の混合液を入れた捕虫袋 F は酸性になったが 9 月 16 日に中性へと変化した。
 - ・ 純水のみを入れた捕虫袋 C は、酸性になったが、9 月 20 日に中性に戻った。
- ・ 以上の捕虫袋 G、F、C、を比べると、純水と消化液の混合液を入れた捕虫袋 F、純水のみを入れた捕虫袋 C、消化液のみを入れた捕虫袋 G の順に pH が酸性から中性に変化した。
- ・ それぞれの捕虫袋 G、C、F、と対応する試験管 x、y、z では、実験期間中液の pH が中性のまま変化しなかった。
- ・ 何も液体を入れなかった捕虫袋 B の捕虫袋内には液体は出てこず、黒カビと思われる黒い物質が発生した。
よって B は液が確認できなかったため、pH は計測できなかった。

ウツボカ ズラ・試験 管/日付	← ウ G	ツ ボ F	カ C	ラ → B	← 試 x	験 y	管 → z
9/5 虫を入 れる前				測定不能			
9/5 虫を入 れた後				測定不能			
9/6				測定不能			
9/8				測定不能			
9/10				測定不能			
9/12				測定不能			
9/14				測定不能			
9/16				測定不能			
9/19				測定不能			
9/20				測定不能			

図4 ウツボカズラ消化液・試験管内の液のpH変化

- ・各捕虫袋、試験管内のミルワームの質量の減少結果を表1に示す。
- ・捕虫袋、試験管内に入れたミルワームは、全てにおいて実験開始日と実験最終日で比較すると、質量が減少した。
- ・捕虫袋Gから取り出したミルワームはほとんど原型を留めていなかった。(図5)
- ・捕虫袋F，Cから取り出したミルワームは外側を残して中身が無いようだった。
- ・捕虫袋Bから取り出したミルワームには、黒カビと思われる黒い物質が付着しており、中身は残っているようだった。(図6)

表1 ウツボカズラ・試験管内のミルワームの減少割合

ウツボカズラ・試験管 /日付	G	F	C	B	x	y	z
9/5(g)	0.046	0.047	0.049	0.049	0.051	0.050	0.045
9/20(g)	0.026	0.027	0.034	0.045	0.036	0.026	0.034
減少した割合(%)	43.5	42.6	30.6	8.20	23.5	48.0	24.4



図5 捕虫袋Gのミルワーム



図6 捕虫袋Bのミルワーム



図7 試験管xのミルワーム

7 考察

- ・捕虫袋Gの中の液が著しく酸性になるという結果からウツボカズラの捕虫袋の中の液に虫が入ると、それが刺激となり後から液を酸性にする物質が分泌され则认为られる。
- ・捕虫袋G、Fのミルワームの減少率にほぼ差がなかったことから捕虫袋の中の消化液に水が加えられても消化能力に差は無い。捕虫袋においては虫が入った後にも消化液が分泌されるため消化液の濃度は影響しないと考えられる。
- ・捕虫袋内に水や消化液を入れなかったBでは、ウツボカズラから新たな液の分泌は確認されず消化はできなかった。このことから消化液が一度すべてなくなると消化する機能が回復しない可能性がある。
- ・消化液のみを入れた捕虫袋Gと試験管xを比較して、Gの方がミルワームの減少率が大きかったことから、捕虫袋に虫が入ると消化酵素や酸が分泌され、形が崩れるほど消化されると考えられる。pHは下がったので何らかの酸が分泌されたことは明らかである。この酸が消化を促進するのに大きな役割をしていると考えられる。また、酸性ではたらきが促進されたことから捕虫袋内の消化酵素はペプシンのような酸性においてはたらく消化酵素と考えられる。

- ・試験管 x と y を比較して、y の方がミルワームの減少率が大きかったことから、試験管内においては消化液がある程度薄まっている方が消化効率が良い可能性がある。しかし、この結果は in vivo の G, F との結果と異なる。試験管内(in vitro)では酸が分泌されなかったため酵素のはたらく環境が違うため違う結果が出たとも考えられる。または、実験操作中に中身が出た可能性もあるため理由は断定はできない。
- ・仮説 1 は立証できなかったが、試験管内よりも捕虫袋内の方がミルワームがより消化されたことから、捕虫袋に虫を入れると、それが刺激となり、後から虫を消化を助ける酸性の物質が分泌されることがわかった。つまり、捕虫袋内の消化液が雨等で薄くなっても消化効率が低くならないようなシステムをもっているということがわかった。
- ・仮説 2 も否定された。消化液の補充はなかったということがわかった。

8 反省と課題

一日おきに計測し、pH の計測に pH 試験紙を使用したため

- ・ pH が変化した正確な時間
- ・ pH の正確な数値

そして

- ・試験管 y のミルワームの質量の減少率が大きかった理由

以上の点が不明なので、次に実験をする際に検証したい。

9 参考文献

『私、食虫植物の奴隷です。』 木谷美咲/著 水曜社

『食虫植物の世界 420種類 魅力の全てと栽培完全ガイド』 田辺直樹 / 著 エムピージェー

『食虫植物、おもしろ植物』 A Tropical Garden 井上熱帯園 / 監修 ブティック社