31816

食虫植物の生態

3522 田中　祐次　3511 加藤　とわ　3523 塚脇　聖　3613 近藤　杏香

要旨

食虫植物はどうして虫を得るようになったのか。消化液はどのような性質で虫を溶かしているのか調べるために、実際に虫を入れて消化液の pH を測った。また、ウツボカズラのツボはどのような構造でできているかを調べるために、顕微鏡を用いて観察した。この二つの実験から、食虫植物は悪い環境でも生きていけるように形を変えたことと、酸や塩基ではなく、何らかの酵素によって虫を溶かしていることが考えられた。また、ツボは虫が入りやすい構造になっていた。

１．目的

どうして食虫植物はほかの植物と違い虫を得ることで栄養を得て成長するという形になったのかを知ること。また、そのように植物が虫を得るためには、どのような構造をもち、どのような性質で虫たちを溶かして体に取り入れているのか知ること。

〈食虫植物とは〉

食虫植物は、もともとは他の植物と同じような構造だった。しかし、植物たちとの争いに負け、栄養のない土地へと追いやられてしまった。そのため、栄養をとることができるように、虫を捕獲する構造になっていった。食虫植物の構造として、落とし穴式、粘着式、はさみ罠式などがあげられる。

今回は、その中でも落とし穴式のウツボカズラを使用して実験を行った。

ウツボカズラとは、葉の先端から伸びたつるの先に獲物を捕らえるためのツボ状の捕虫器がついている植物である。捕虫器内部には、分泌液がたまっており、そこに落ちた獲物は分解、消化されウツボカズラの成長のために使われる。

図１　落とし穴式　ウツボカズラ

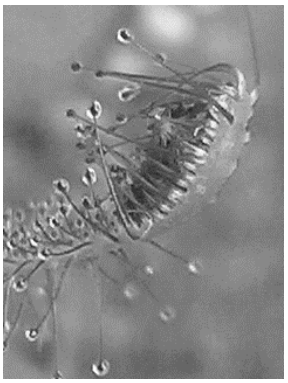

図２　粘着式　モウゼンゴケ

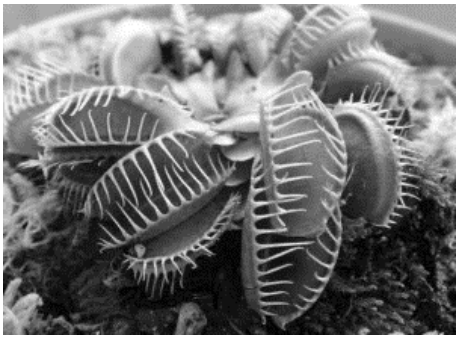

図３　はさみ罠式　ハエトリソウ

２．実験

［実験Ⅰ］

虫を消化する消化液はどういう性質を持っているのか。

Ⅰ-1 仮説

虫を入れる前と入れた後で pH が変わり、溶かす働きが強くなるため、酸性が強くなると考えた。

Ⅰ-2 使用した器具・装置

・pH 試験紙　　・スポイト
・シャーレ　　・ミルワーム（虫）

Ⅰ-3 手順

① 虫が入っていない状態で消化液の pH を測る。
② そのつぼにミルワームを入れる。
③ 溶けた後、pH を再度測る。

Ⅰ-4 結果

	虫を入れる前	虫を入れた後
pH	5	7

・消化液に触れた虫はすぐに動きを止め時間がたつにつれて黒色になった。

図４　ミルワームを入れた直後

図５　ミルワームを入れた 2 週間後

Ⅰ-5 考察

食虫植物の消化液は、虫を入れた後 pH5 から pH7 に変わった。仮説では、酸性側に近づくと考えたが結果から中性に近づくことがわかった。そこから、食虫植物はおそらく酸や塩基で虫を溶かしているわけではないと考えられる。よって、酵素によって虫を溶かしているのではないかと予想した。

［実験Ⅱ］

ツボはどのような構造でできているか。

Ⅱ-１仮説

入った虫が出ていかないよう、側面が滑らかな構造になっていると考えた。

Ⅱ-2 使用した器具・装置

・顕微鏡　　・はさみ
・ネイルトップコート

Ⅱ-3 手順

① ツボを上下で二つに分ける。
② それぞれの内側と外側にネイルトップコートをぬり、細胞の形をとる。
③ それぞれの内側、外側を顕微鏡で見る。

Ⅱ-4 結果

・孔辺細胞が葉の部分と比べて少なく、ほとんどなかった。
・ツボの下部の内側に小さな突起物が多くみられ、その突起物には小さな穴が開いていた。
・ツボの上部は滑らかになっていた。

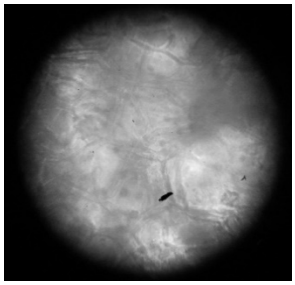

図６　ツボの上部の内部

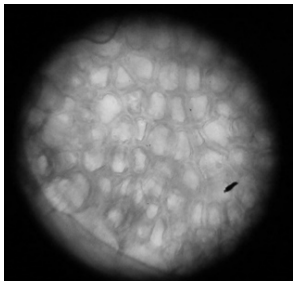

図７　ツボの下部の内側・消化液の分泌腺

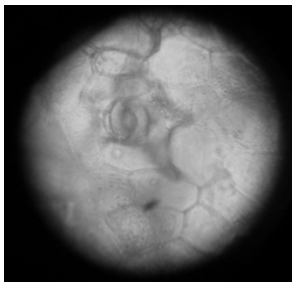

図８　ツボの上部の外側・孔辺細胞

Ⅱ-5 考察

孔辺細胞がないことから、ツボは虫を得るためのものであり、呼吸や蒸散を主な目的としているわけではないということが分かった。また仮説では、ツボの内側全体が滑らかになっていると考えたが、実際は上部・下部に構造が分かれており、滑らかな構造になっているのは上部だけだった。そして、ツボの下部の内側には小さな突起物があることと、そこに小さな穴が開いていることが分かった。この部分は消化液と触れているので、この構造は消化液と深い関係があるのではないかと考えられる。

［実験Ⅲ］

ツボができやすい条件は何か。

Ⅲ-1 仮説

ウツボカズラは熱帯雨林に多く生息しているため、湿度が高く、日光が当たらない環境でツボができやすいと考えた。

Ⅲ-2 使用した器具・装置

・衣装ケース　・黒画用紙　・簡易温室
・湿度計　・台

Ⅲ-3 手順

① 衣装ケースの半分に黒画用紙を貼り、台をおいて３㎝程水を張る。
② 簡易温室のウツボカズラに黒画用紙をかぶせる。
③ それぞれの場所にウツボカズラを置き、２週間ほど育てる。

※今回の実験は、簡易温室の湿度が 30%前後、衣装ケースの湿度が 60%前後の条件で行った。

Ⅲ-4 結果

	日光有り	日光無し
湿度 30%	① 枯れなかった	② 枯れた
湿度 60%	③ 枯れた	④ 枯れた

Ⅲ-5 考察

湿度 60%の衣装ケースを、はじめの 5 日間程、直射日光下に置いておいたところ、衣装ケース内が高温で、湿度が低い状態が続き、ウツボカズラが弱ってしまった。よって正確な結果とは言えない。そのため、インターネットで調べたところ、私たちが実験で使ったネペンテスアラタというウツボカズラは、山岳地帯に生息しており、高温に弱いことが分かった。そのため③の条件下で枯れてしまったと考えられる。

ウツボカズラは光合成をするため、完全な暗闇の中では成長できないこと、また、ツボは湿度 80%以上の環境でできやすいことが分かった。

〈ウツボカズラの消化液について〉

先行研究よりウツボカズラの消化液には主にネペンテシンⅠ,Ⅱ、β－1,3 グルカナーゼ、タウマチン、キチナーゼ等の消化酵素があることが知られており、現在も新たな酵素が発見され続けている。このうち、ネペンテシンⅠ,Ⅱは捕虫器に入った生物のたんぱく質を分解する。キチナーゼは昆虫の外骨格に多く含まれるキチンを分解するが、五種類あるキチナーゼの内、NaCHIT1 と NaCHIT3 が主に分解に関わっている。また、虫自体の腐敗や、バクテリアも分解に関わっている。NaCHIT1 の最適 pH は、コロイダルキチン分解時 3.9～6.9 でキチンオリゴ糖分解時 3.9 であるのに対し、NaCHIT1 は最適 pH がキチンオリゴ糖分解時 5.5 である。このことから、NaCHIT3 がキチンを分解し、キチンオリゴ糖が増加していく中で捕虫器内の pH が上昇し、活動が活性化した NaCHIT1

によってキチンオリゴ糖が分解されると考えられている。

このことは、私たちが行った実験Ⅰの結果から多少の誤差はあるが証明することができる。

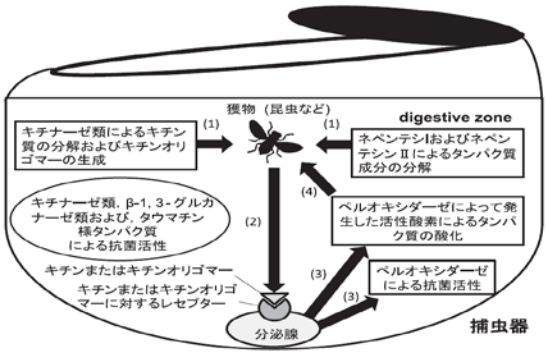

図９　ウツボカズラの消化サイクル

〈ウツボカズラの捕虫器の構造について〉

捕虫器の口の周辺部には蜜腺があり、ここから分泌される蜜によって昆虫などの獲物がおびき寄せられる。細かな構造としては表皮細胞が重なってギザギザの状態になっており、かつその表面が分泌液や水によって湿っていることにより、とても滑りやすい状態になっている。そのため、ここにとまった獲物は足を滑らせて、捕虫器の中に落ちてしまう。捕虫器内に落ちた獲物は、捕虫器内部から逃げようとするが、捕虫器内部の様々な仕組みにより逃げ出すことができない。まずその仕組みの一つとして、捕虫器の内側は、成分の異なる二層により構成されている。上層は、ワックスの結晶からなり、獲物の粘着性のある足にその結晶が付着することにより、足の捕虫器内壁への粘着力を低下させる。また、上層がはがれた後の下層は、表面が口同様凹凸状態になっていて、そのために獲物の足との接触面が少なく、足の捕虫器内壁への粘着力を低下させている。

もう一つの獲物が逃げ出せない仕組みは、粘度の高い捕虫器溶液である。チョウや蛾、ハエなど虫を捕らえるため、地表から離れたツボの消化液は粘度が高く、溶液が体に絡みついて飛んで逃げだすことできない。

４．結論

ウツボカズラは、虫を捕らえるため葉の先を進化させ捕虫器をつくった。また、消化液では、ネペンテシンなど独自の酵素によって虫を消化している。

捕虫器内部の表皮は滑らかで虫が落ちやすく、虫はキチナーゼ(NaCHIT1,NaCHIT3)やバクテリアなどによってほぼ完全に消化される。

５．今後の展望

消化液や捕虫器の構造について細かく知ることができたので、今後は、消化液や酵素のそのほかの働きや用途についてさらに詳しく調べていきたい。特に、酵素の働きを医学など、ほかのことに利用できるか実験を考えたい。

６．参考文献

キチナーゼの性質からみた食虫植物の消化機構:ウツボカズラの消化酵素の役割を考える
https://katosei.jsbba.or.jp/view_html.php?aid=358
ウツボカズラ
https://www.sbj.or.jp/wp-content/uploads/file/sbj/9010/9010_index.pdf