

ハマヒルガオ *Calystegia soldanella* の 浸透圧からみた強光に対する適応戦略

2年3組 島村 幸乃 2年4組 井上みな実
2年4組 坂本 彩奈 2年4組 鈴木ちひろ
指導者 北原美沙紀

1 課題設定の理由

海浜植物は、強光によって引き起こされる高温や乾燥という強いストレス条件下に置かれているが、生命活動を維持している。山本らは、強光ストレスに対する適応戦略として光合成色素に注目して研究を行っており、光合成補助色素が重要な役割を果たしている可能性を示唆している（山本ら，2018）。本研究では、ハマヒルガオの含水率や葉面構造物に注目し、ハマヒルガオが浸透圧を高めることで強光が引き起こす高温・乾燥ストレスに適応しているのではないかと考え、研究を進めている。



図1 ハマヒルガオ

2 仮説

海岸植物の中でもハマヒルガオの浸透圧が高いという結果になれば、ハマヒルガオは高い浸透圧によって生体内の含水率を増加させ、体温を下げている。

3 調査地と実験の方法

愛媛県宇和島市石応の堂崎海岸（緯度 $33^{\circ}12'50''$ 、経度 $132^{\circ}30'57''$ ）を調査地とした（図2）。

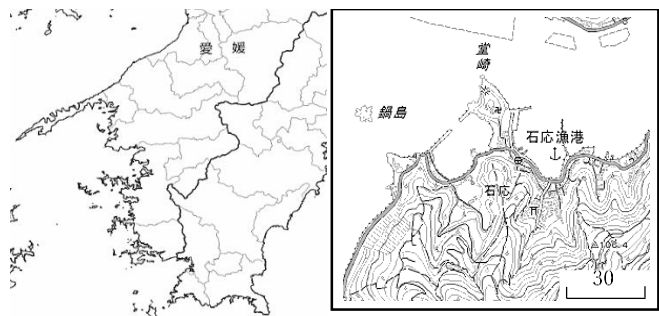


図2 調査地

（地理院地図「電子国土 web」より引用）

(1) 浸透圧の測定

0.1～0.7mol までのスクロース溶液を作り、それぞれの濃度での水の上昇率を調べる。データをグラフ化し、浸透圧の指標にする。ハマヒルガオのしぼり汁を採取し、作成した指標からハマヒルガオの浸透圧を計測する。また、ハマヒルガオ以外の海浜植物の浸透圧も計測する。

浸透圧の測定装置は手作りした（図3）。時間の経過とともに容器①中の水がセロハン膜を通り上へ移動し、容器②中の水量が増える。容器②の増えた水量をストローの水の位置で確認し、溶液の浸透圧を測定する。

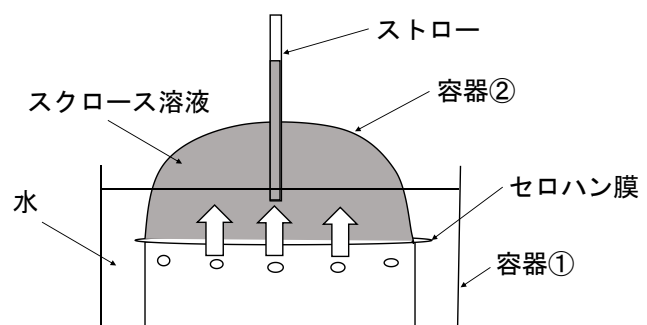


図3 自作した浸透圧測定装置

(2) 葉面構造物「謎の穴」の観察

事前調査で行ったスンプ法による葉面構造の観察では、気孔以外の「謎の穴」が観察された(図4)。そこで、この穴の正体に迫るために、以下の実験を行った。

ア 気孔数と謎の穴の数の計測

スンプ法によって、ハマヒルガオの葉の両面の気孔数と謎の穴の数を計測した。

イ ワセリンを塗った葉面温度の測定

ハマヒルガオの葉の表面のみ、裏面のみ、両面の3パターンに分けてワセリンを塗り、葉面温度を測定した。

ウ 走査型電子顕微鏡による観察

愛媛大学教育学部の向平和先生のご協力のもと、走査型電子顕微鏡写真の撮影を行わせていただいた。

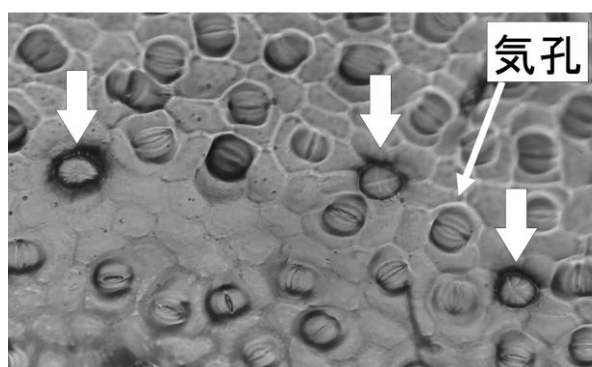


図4 スンプ法による葉面構造物の観察
(太矢印は気孔ではない謎の穴を示している)

4 結果と考察

(1) 浸透圧の測定

自作した装置は容器内のスクロース溶液が漏れ出たり装置そのものが途中で壊れてしまったりしたため、試行錯誤を重ねたが満足に実験を行うことができる装置を完成させることはできなかった。そこで、ハマヒルガオの葉の表皮細胞を用いて原形質分離の観察を行うことで浸透圧を調べようと試みた。ハマヒルガオの葉の表皮細胞は透明で、原形質分離の様子を観察することは困難であった。そのため、色付きの溶液に浸すことで原形質分離を起こしているかどうか観察することにした。

試しに、濃い色の酢酸カーミン溶液に浸して光学顕微鏡(×150)で観察を行った(図5)。いくつかの表皮細胞で原形質分離らしきものを観察できたが、細胞膜と細胞壁がいまいにしか観察することができなかったため、現時点では断言することが難しい。今後、改良を重ねていく必要があると感じている。

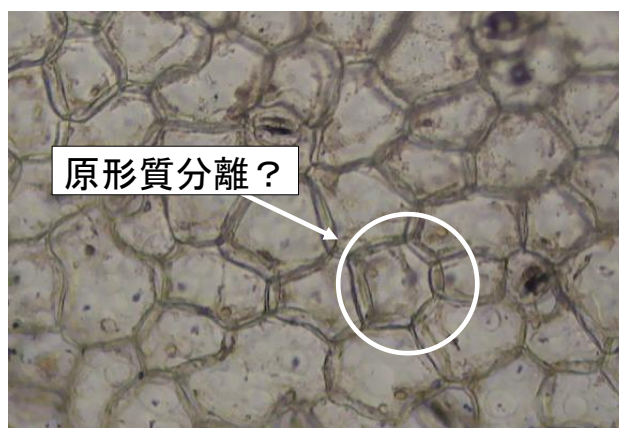


図5 原形質分離の観察(×150)

(2) 葉面構造物「謎の穴」の観察

ア 気孔数と謎の穴の数の計測

スンプ法によって、ハマヒルガオの葉の両面の気孔数と謎の穴の数を計測したところ、表1の結果が得られた。気孔数と謎の穴は表面よりも裏面に多く存在していることが分かった。ハマヒルガオの葉は日中に採取してスンプ法を行ったが、裏面の気孔は約36%が閉じていた。百合田ら(2017)による

表1 葉面構造物の計測

	ハマヒルガオの葉 (10mm ²)	
	表面	裏面
開いている気孔	11	38
閉じている気孔	7	21
謎の穴	1	4

と、ハマヒルガオは日中に気孔を開く C₃植物のような振る舞いをしている可能性が示唆されていたが、今回の計測では閉じている気孔が多く見られた。

イ ワセリンを塗った葉面温度の測定

ハマヒルガオの葉面にワセリンを塗り、葉面温度の変化を測定したところ、表2の結果が得られた。百合田ら(2017)は、ハマヒルガオは蒸散によって葉面温度を下げることで強光による高温ストレスから身を守ると考えていた。今回の測定では、ワセリンを塗り気孔を潰した方が、葉面温度が低下していたことから、

表2 葉面構造物の計測

ワセリンの塗り方	0分後	20分後	変化
Control		33.71°C	-1.42°C
表面	35.13°C	32.19°C	-2.94°C
裏面		29.98°C	-5.15°C
両面		30.55°C	-4.58°C

2019年9月24日 15:20~測定
 気温 27.0°C、地表温度 36.71°C、
 地中温度 33.13°C (15時20分時点)

から、私たちは、謎の穴は気孔が潰れたものではないかと予想している。しかし、今回の測定は1回しか試行できなかったことと、試行時期が真夏ではなかったことや測定時間が遅かったことが関係している可能性もあるため、今後再検証する必要がある。

ウ 走査型電子顕微鏡による観察

走査型電子顕微鏡で撮影を行ったところ、葉の両面で謎の穴を観察できた(図6)。周辺には気孔が見られるが、明らかに気孔ではない構造物である。文献を調べたが正体は分からなかった。私たちは気孔の痕跡という予想を立てているが、まずは断面構造を観察し、気孔の断面と比較したいと考えている。

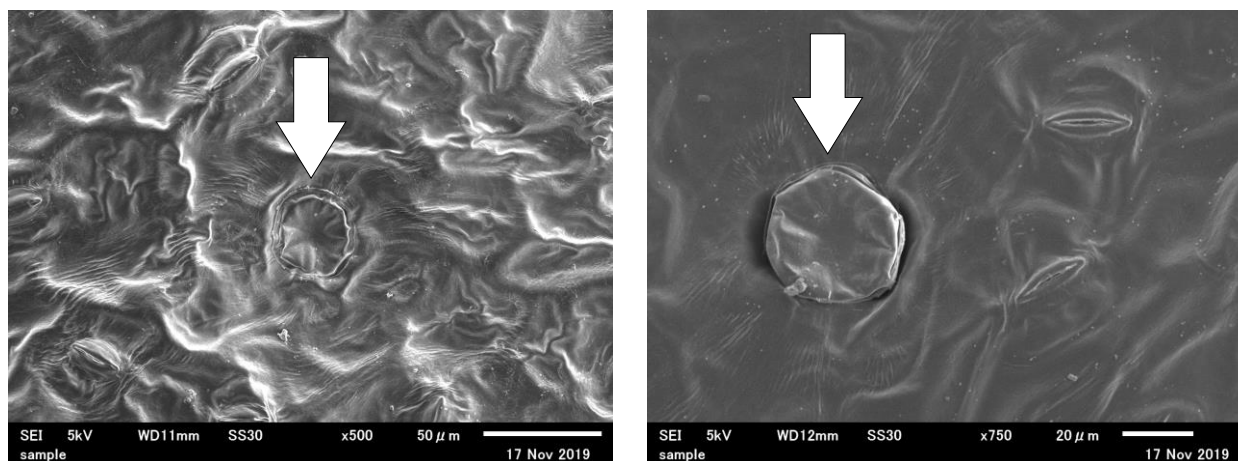


図6 ハマヒルガオの葉面の様子(SEM)
 左: 表面(×500) 右: 裏面(×750)

5 まとめと今後の課題

浸透圧を測定することができなかつたため、今後浸透圧を測るための新しい装置を考えたい。謎の穴の解明ができなかつたので、まずは断面構造を観察し、気孔と比較してみたい。今回は調べることができなかつたが、「沖ノ島のハマニガナ」の先行研究が参考になるとアドバイスをいただいたので、自分たちの研究に取り入れて実践していくつもりである。他にも、サボテンは早朝に露を出しておりハマヒルガオもそのような現象は見られるかどうか調べてみてはとアドバイスいただいた。

ハマヒルガオは千切ると乳液のような白い液体を出すことから、高い浸透圧によって強光による高温・乾燥ストレスに耐えると仮定していたが、この白い液体の成分を解析することも進めていきたい。

謝辞

本研究にあたり、愛媛大学教育学部の向平和先生のご協力を賜った。また、本校の先生方には終始熱心なご指導をしていただいた。この場を借りて感謝の意を示す。

参考文献

- ・山本美桜、石丸愛美、二宮もも、濱瀬みづき（2018）「ハマヒルガオ *Calystegia soldanella* の強光に対する適応戦略」『平成 30 年度宇和島東高等学校 SSH 生徒研究論文集』 p.107
- ・百合田彩加、高橋恵美彩、河野瑞紀（2017）「砂浜における植物たちの暑さ対策」『平成 29 年度宇和島東高等学校 SSH 生徒研究論文集』 p.117
- ・鈴木倫史、大鹿聖公（2013）「動植物細胞の体液浸透圧の測定」『日本理科教育学会』 p.211
- ・濃度の違いで一方通行，NGK サイエンスサイト，<https://site.ngk.co.jp/lab/no74/tools.html>
- ・葉の断面と気孔の観察(植物スライサーを使って)，
<http://www2e.biglobe.ne.jp/shinzo/jikken/happa/happa.html>