

5. オジギソウは刺激を記憶するか？

静岡県立沼津東高等学校

2年 小早川友佑 後藤通哉 田上智大 土田美友 内藤進 長沼彩乃

1. 動機

オジギソウ (*Mimosa pudica*) は手で触ると葉を閉じる (接触傾性運動)。オジギソウの運動 (図1・図2) はチャールズ・ダーウィンも書籍『*The Power of Movements in Plants*』で研究していたとおり人類長年の謎である。私たちも興味を持ったので、調べたいと考えた。

2. 先行研究の調査

事前調査をしたところ、インターネット上でオジギソウが記憶するという不確かな情報を載せた日本語ウェブページ[1]を見つけた。引用元である英語紹介記事[2]をさかのぼって詳しく調べると、査読付き論文[3]を発見した。この文献では葉の運動にともなう疲労と記憶を区別して考察されていなかった。

3. 私たちのアイディア

文献[3]によると、繰り返し刺激を受けた個体はそうでない個体と比べて葉が開き気味になるという。しかし、私たちはオジギソウが疲労して動かなくなった可能性を排除できないと考えた。班員で相談し、葉が閉じる過程ではなく元に戻る過程を調べる、という新しい方法を考案した。オジギソウの「葉が元に戻るまでの時間が1回目より2回目の方が早い」という状況が人という記憶にあたり、「1回目より2回目の方が遅い」という状況が疲労にあたると思え、実験を行った。葉枕の角度を調べ、刺激を与えてから元に戻るまでの時間を計測した。元に戻った時に再び刺激を与え、同様に時間を計測した。疲労すれば時間は長くなり、記憶すれば短くなるはずだ。信頼性を高めるため多数のデータを得た。

4. 結果

1回目の時間と2回目の時間を比べると、50個体のうち35個体は時間が短くなっており、50個体のうち15個体は時間が長くなっていた。時間の短くなった実験は全体の70パーセントを占めており、時間の長くなった実験よりも多かった。

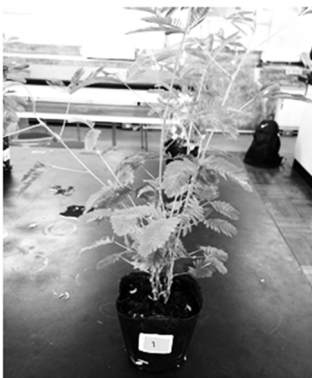


図1. 葉の開いたオジギソウ



図2. 葉の閉じたオジギソウ

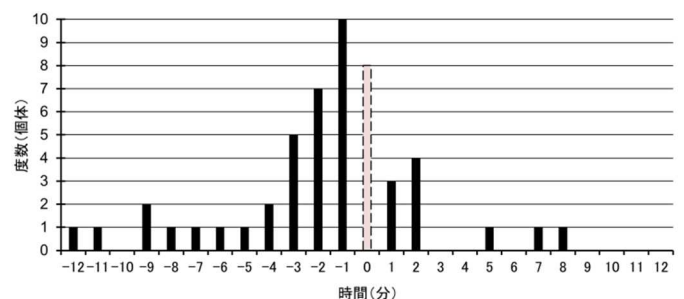


図3. オジギソウの葉の戻る1回目の時間 t_1 と2回目の時間 t_2 の差 $t_2 - t_1$ のヒストグラム。横軸に時間(分)を取り、縦軸に頻度の度数(個体)を取った。

5. 考察

(1) ヒストグラムの作成

得られたデータを可視化するために、まず度数分布を調べ、横軸を階級値、縦軸を頻度として、ヒストグラムを作成した（図3）。2回目の方が早くなる傾向があることが読み取れる。

(2) 母比率の区間推定

母比率の区間推定を行った。式①に標本比率 $\bar{p} = 35/50 = 0.70$ と標本サイズ $n = 50$ を代入した。

$$\bar{p} - 1.96\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}} \leq p \leq \bar{p} + 1.96\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}} \quad \cdots \text{①}$$

この計算により 95%信頼区間を求めた。95%の信頼性を持って1回目より2回目が速くなると言える母比率 p は不等式②で表される範囲にあると分かった。

$$0.573 \leq p \leq 0.827 \quad \cdots \text{②}$$

2回目の方が遅くなるならば、母比率 p は0.5より小さな値になるはずである。しかし、95%信頼区間は0.5より大きな範囲にある。そのため、2回目の方が早くなる傾向があると考えられる。

(3) t 分布を使った仮説検定

t 分布を使った仮説検定を行った。「(1回目の時間の平均) $\leq$ (2回目の時間の平均)」を帰無仮説とした。帰無仮説とは、主張したい結論を否定した仮説である。また「(1回目の時間の平均) $>$ (2回目の時間の平均)」を対立仮説とした。対立仮説とは、帰無仮説が正しくないと判断され、棄却されたときに採用される仮説である。

Microsoft Excel を使って、一対の標本による平均の t 検定を行った（図4）。危険度の値は0.0036だった。この値は「(1回目の時間の平均) $\leq$ (2回目の時間の平均)」が偶然に起こる確率を表している。危険度の値は0.05と比べてかなり小さかった。0.05という数値は、データの信頼度を判断する基準としてよく使われている。危険度の値が0.05以下であったので、帰無仮説「(1回目の時間の平均) $\leq$ (2回目の時間の平均)」は棄却された。帰無仮説の代わりに対立仮説「(1回目の時間の平均) $>$ (2回目の時間の平均)」が採用される。



図4. Microsoft Excel を使った仮説検定

対立仮説「(1回目の時間の平均) $>$ (2回目の時間の平均)」が起こる確率が高いと考えられる。偶然に「(1回目の時間の平均) $>$ (2回目の時間の平均)」となったと考えるよりは、「(1回目の時間の平均) $>$ (2回目の時間の平均)」となったのは必然だと考えたほうがもっともらしい。私たちは「(1回目の時間の平均) $>$ (2回目の時間の平均)」なのだと考えた。

(4) 私たちの考えるオジギソウの記憶現象

母比率の区間推定や仮説検定から、葉の戻る時間は1回目が長く、2回目が短いと判断し、これはオジギソウが刺激を記憶したためだと、私たちは考えた(図5)。

オジギソウ以外の植物には記憶があるのだろうか。人間のような頭脳を持たないが、コムギなどの植物では、開花能力の誘導が冬季の低温の記憶によって制御(春化)されている[4]。同様にオジギソウの葉の運動が記憶で制御されていても不自然ではない。

記憶があると生存の役に立つのだろうか。自然界には無害な刺激と有害な刺激があり、接触傾性運動は有害な刺激から身を守るために為されていると考えられている。植物は光合成により有機物と酸素を作り出しており、オジギソウも光合成を行う。接触傾性運動の後、オジギソウが葉を閉じている間は葉の表面が隠れているため光合成の効率が落ちる。無害な刺激の場合は、早く元の状態に戻り光合成の時間を増やしたほうがよい。このような理由で、オジギソウは記憶を進化させたのだらうと、私たちは考えている。

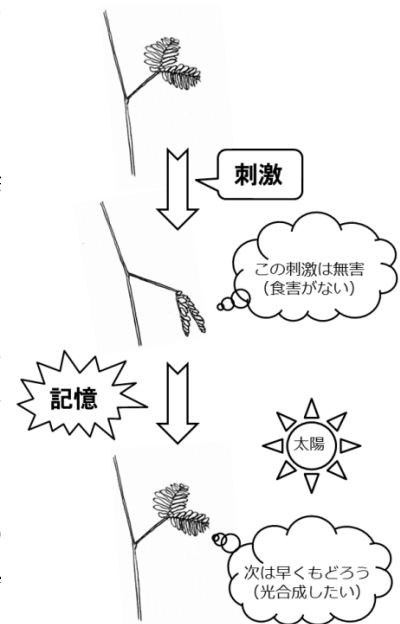


図5. 私たちの考えるオジギソウの記憶現象

6. 参考

[1] ロケットニュース 24, [2] Mail Online, [3] Monica Gagliano, Michael Renton, Martial Depczynski, Stefano Mancuso: "Experience teaches plants to learn faster and forget slower in environments where it matters." *Oecologia* (2014), [4] 教科書・生物 (数研出版)

7. 謝辞

この研究は沼津東高校理数科課題研究の中で行われました。沼津東高校の石川素久校長、高橋浩章理数科課長、私たちの班を担当した吉田亮祐教諭、およびお世話になった先生方に感謝します。