

研究の詳細

【研究の背景】

食べられる危険をいかに回避するかは、自然環境の中で生きる動物と植物に共通する重要な課題です。動物が逃避やカモフラージュ、擬態といったさまざまな対捕食者戦略を有するように、植物もまた多様な防御戦略を進化させてきました。その中でもとりわけユニークな方法が、接触などの物理的な刺激に応答し素早く動くことで植食者から身を守る、運動による防御です（ホームセンター等で売られているオジギソウの葉が有名です）。

2018 年、私たちは運動による防御の新たな例として、モウセンゴケ属が花のまわりに接触刺激を受けると、2～10 分ほどで花を閉じる行動を発見しました（Tagawa *et al.* 2018; 動画 <https://www.youtube.com/watch?v=ls45d7DWFfA>）。その後の実験から、この素早い花閉鎖運動は、モウセンゴケ属を専門に食べるモウセンゴケトリバというガの幼虫（植食者^{注1}）から、花内部の胚珠を守るために役立っていることがわかりました（**図 1**; Tagawa *et al.* 2022）。

しかし、接触刺激は植食者の接近のみを示すものではなく、風や雨、あるいは無害な生物によっても引き起こされる極めてあいまいな刺激です。もし、植食者がいない状況で誤って花を閉じれば、素早い運動のためのエネルギーを浪費するだけでなく、他家受粉^{注2}の機会を失ってしまいます。一方、植食者の接近を見逃せば、胚珠を食い荒らされ、繁殖の器官を完全に絶たれてしまいます。このジレンマの中で、植物は自分自身が置かれた状況において「どのくらいの刺激を受けたときに、どのくらいの強さで花を閉じるのか」を適切に調整する必要があるといえるでしょう。

私たちは、モウセンゴケ属は過去に「自分の体が食べられた経験」を参照することで、この閾値を調整しているのではないかと考えました（**図 2**）。モウセンゴケトリバの幼虫は、卵から生まれた直後の初期段階では葉を食べ、数日を経て成長した後には花や果実を食べるようになります。つまり、葉を食べられた株では、将来花が食べられる危険性が相対的に高まった状態にあるといえます。もし植物がこの「葉を食べられた」という被害経験を記憶し、将来の花への危機を予測する情報として利用できるのであれば、葉を食べられた経験をもつ株はもたない株と比較して、あいまいな接触刺激に対してより強い花閉鎖運動を起こすはずです。本研究ではこの可能性を実験的に確かめることを通して、植物が器官を越えて情報を統合し、防御行動を最適化しているという仮説を検証しました。

【研究の成果】

モウセンゴケ属の 1 種であるコモウセンゴケが過去の葉への被害経験を記憶し、花での防御行動を強化できるかを明らかにするために、照度と気温を統制した室内実験を行いました。具体的には、開花 1 日前のコモウセンゴケの葉を切除し食害を模倣した「葉食害経験群」と、処理を行わない「対照群」を用意し、それぞれの開花時にピンセットを用いて花の

がく筒に一定の接触刺激を与えました。接触刺激を与えてから 15 分後の花の開き具合を比較すると、葉食害経験群は対照群と比較して、統計学的に有意に強く花を閉じること（より小さな角度まで花を閉じること）が明らかになりました（図 3 a）。

また、接触刺激に対する反応の強さと刺激を与えた時刻との関係性は 2 つの群で明確に異なっていました（図 3 b）。対照群のコモウセンゴケは、花を開いた直後の朝早い時間帯には接触刺激に対してあまり強く花を閉じず、時間が経過して体内時計によって花が閉じる時刻が近づくにつれて、より強く花を閉じるように変化する傾向を示しました。これは、開花直後は他家受粉のチャンスを最大限活かすために、防衛を開始する刺激の閾値を高く保ち、受粉の機会が減少するにつれて防衛を優先するようにシフトする反応として解釈できます。これに対して、葉食害経験群のコモウセンゴケは、時刻に関わらず、接触刺激を受けて常に強く花を閉じました。これは、接触刺激が植食者由来である確率の上昇を受けて、受粉の機会を犠牲にしてでも強力な防衛行動を優先するよう、植物の意思決定が変化した可能性を示唆しています。

【研究の意義と今後の展望】

本研究の意義は、脳を持たない植物が過去の食害経験を一種の記憶として保持し、それを別の器官でのあいまいな刺激に対する防衛の強さの調整という意思決定に利用している可能性を示した点にあります。オジギソウを用いた過去の研究では、植物の同じ器官において、過去の食害経験がその後の運動防御の強度を高めることが示されていました（Cahill et al. 2013）。本研究はこの概念を拡張し、植物が異なる器官の食害経験を参照し運動防御の強さを調整できることを明らかにしました。また、本研究の結果は、コモウセンゴケが過去の食害に関する情報を少なくとも 1 日保持し、その後の行動の調整に利用していることを示唆しており、このような情報保持と利用は一種の記憶とみなされる可能性があります。今後はこうした現象の分子メカニズムや、種間比較を通じた進化的背景の解明が望まれます。

引用文献

- Cahill Jr, J. F., Bao, T., Maloney, M., & Kolenosky, C. (2013). Mechanical leaf damage causes localized, but not systemic, changes in leaf movement behavior of the Sensitive Plant, *Mimosa pudica* (Fabaceae) L. *Botany*, 91(1), 43-47.
- Tagawa, K., Watanabe, M., & Yahara, T. (2018). A sensitive flower: mechanical stimulation induces rapid flower closure in *Drosera* spp. (Droseraceae). *Plant Species Biology*, 33(2), 153-157.
- Tagawa, K., Osaki, H., & Watanabe, M. (2022). Rapid flower closure of *Drosera tokaiensis* deters caterpillar herbivory. *Biology Letters*, 18(10), 20220373.

用語解説

- 注 1. 植食者 植物体を食べる動物のこと。
- 注 2. 他家受粉 異なる株の花間で起こる受粉のこと。1 つの株の花間で起こる受粉と比較して、子の遺伝的多様性が高まるなどのメリットがある。

【発表雑誌】

雑誌名： *Ethology*

公開日： 2026 年 7 月 2 日 (Early View)

論文タイトル： Leaves Alert Flowers: Prior Leaf Herbivory Enhances Contact-Induced Defensive Floral Closure in *Drosera spatulata* (Droseraceae)

著者： Kazuki Tagawa, Haruka Osaki, Mikio Watanabe

URL： <https://doi.org/10.1111/eth.70093>

【研究チーム】

田川 一希* (鳴門教育大学大学院 学校教育研究科 高度学校教育実践専攻)

大崎 遥花* (兵庫県立人と自然の博物館 自然・環境マネジメント研究部)

渡邊 幹男 (愛知教育大学教育学部 理科教育講座)

*: 共同責任著者

【研究助成】

日本学術振興会 科学研究費助成事業

- 若手研究「モウセンゴケ属の花閉鎖速度の変異はなぜ生じるか？」(JP24K18182) 代表者：田川一希
- 基盤研究 C「食虫植物の捕虫葉はどのように多様化したか？：PPC 仮説の検証」(JP25K09739) 代表者：渡邊幹男, 分担者：田川一希

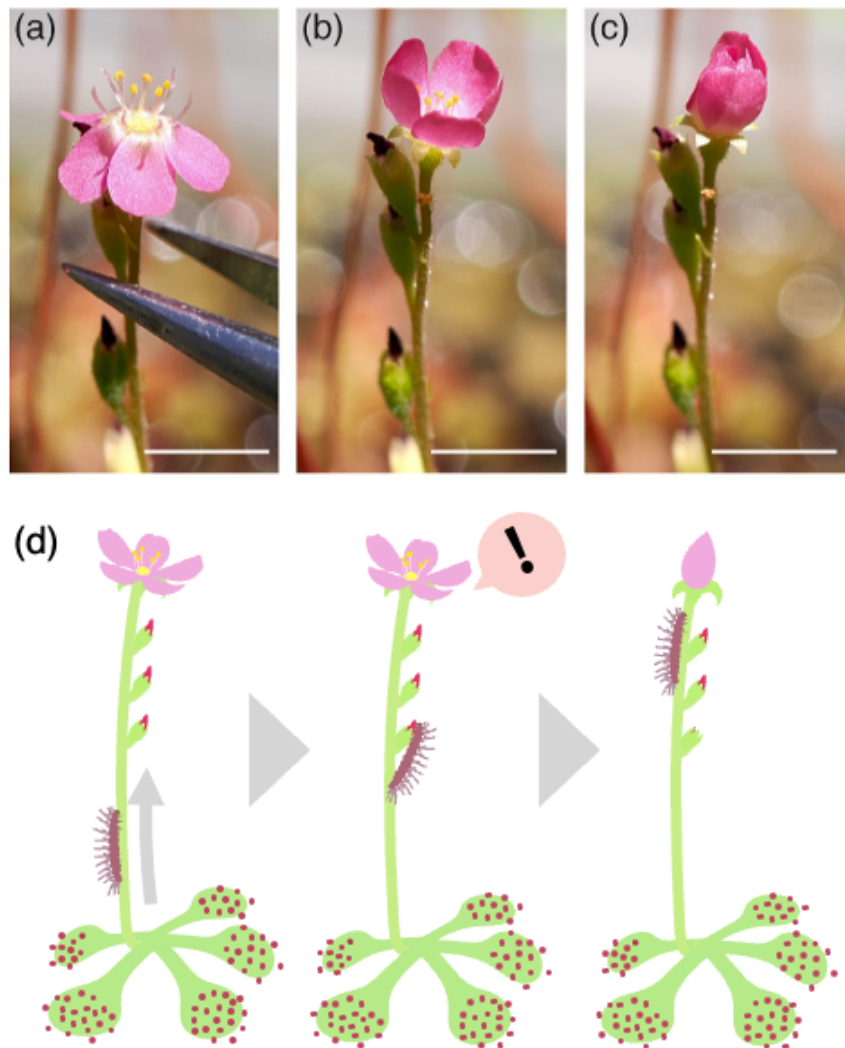


図1. モウセンゴケ属の接触刺激に応答した花閉鎖運動とその防御機能。

モウセンゴケ属の花周辺に接触刺激を与えると花が閉鎖する (a: 0 分, b: 5 分, c: 15 分)。こうした反応は植食者であるモウセンゴケトリバの接近を感知し, 花内部の胚珠を防御するうえで効果的である (d)。

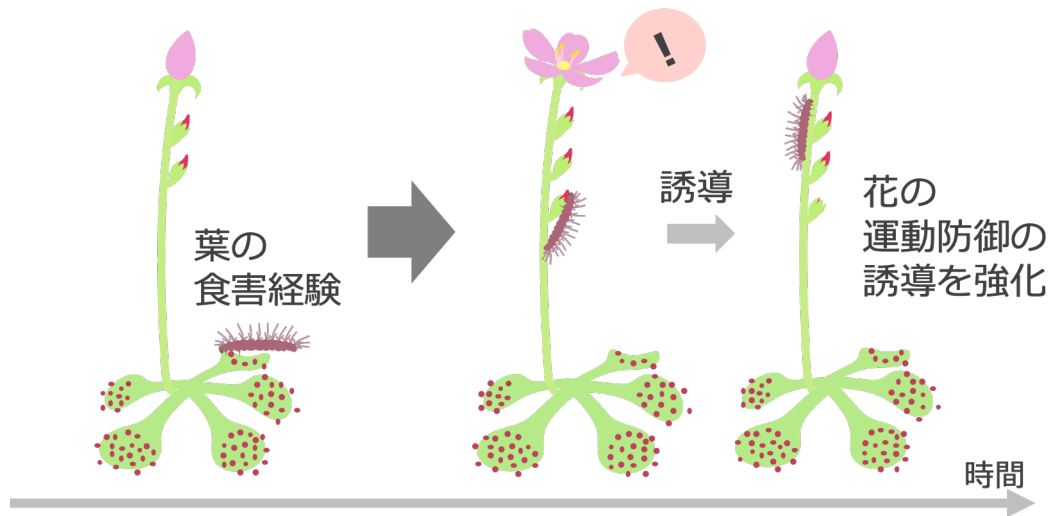


図2．本研究の仮説：過去の葉の食害経験をもとにした，花の運動防御の強化。
 過去に葉食害を受けた株では，あいまいな接触刺激に応答してより強く花を閉鎖するかもしれない。

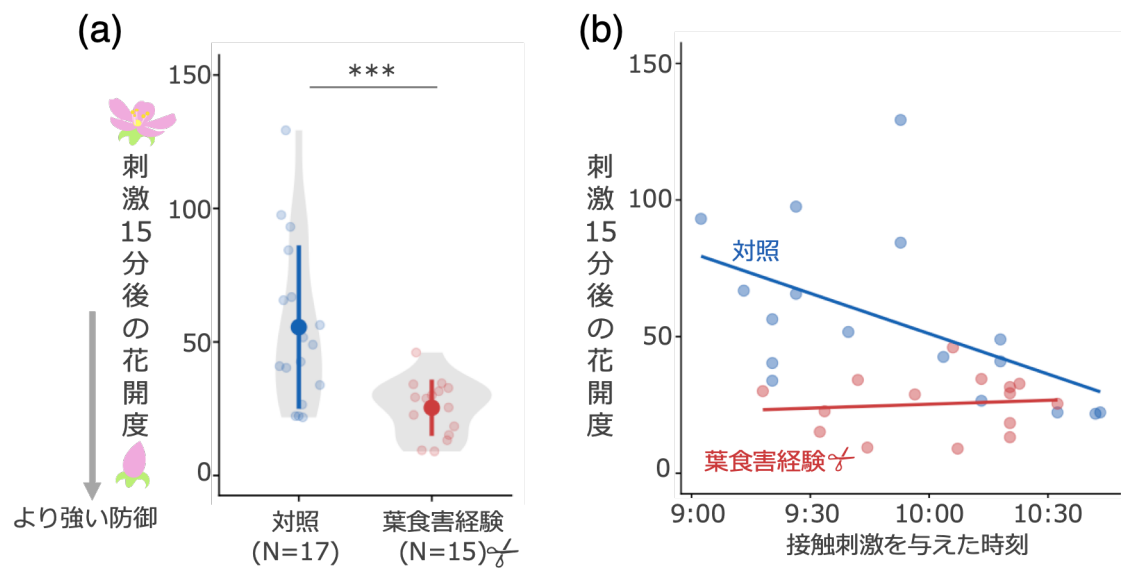


図3. 本研究で得られた結果。

(a) 葉食害経験株は対照株と比較して、刺激 15 分後の花開度が統計学的に有意に小さかった（より強い防御を誘導した）。***GLM $p < .001$, (b) 対照株では、接触刺激を与える時刻が遅いほど、刺激 15 分後の花開度は小さくなった。葉食害経験株では、接触刺激を与える時刻によらず、刺激 15 分後の花開度は常に小さかった。