

令和7年1月23日

植物の素早い運動の進化に影響する要因を解明：モウセンゴケ属の素早い花閉鎖の進化は高い食害圧と関連

鳴門教育大学の田川一希准教授、京都大学の大崎遥花研究員（日本学術振興会特別研究員CPD・ノースカロライナ州立大学）、愛知教育大学の渡邊幹男教授の研究チームは、接触に応答して素早く花を閉じるというユニークな特徴を持つモウセンゴケ属を対象に研究を行い、天敵である昆虫に食害されやすい種ほど素早く運動する傾向があることを明らかにしました。この成果は、植物における素早い運動の種間変異が進化した背景を初めて解明したものです。

本研究成果は、2025（令和7）年1月2日に進化生物学の国際誌「Biological Journal of the Linnean Society」のオンライン版で発表されました。

■論文

Interspecific variation in defensive flower closure of Drosera (Droseraceae) is related to the herbivory pressure

■著者

Kazuki Tagawa, Haruka Osaki, Mikio Watanabe

田川 一希（鳴門教育大学：責任著者）・大崎 遥花（京都大学・ノースカロライナ州立大学）・渡邊 幹男（愛知教育大学）

■研究のポイント

- ・モウセンゴケ属は、接触刺激に応答して数分で花を閉じるという特徴を持っています。ただし、属内には花を閉じない種や、閉鎖速度が遅い種も存在しており、その進化的背景はこれまで不明でした。
- ・閉鎖速度が速いトウカイコモウセンゴケと遅いモウセンゴケという近縁2種を比較した結果、速い花閉鎖は植食者による食害から胚珠をより効果的に防御することが分かりました。また、野外調査では、トウカイコモウセンゴケがモウセンゴケよりも高い食害圧にさらされていることも明らかになりました。
- ・これらの結果は、花閉鎖速度の種間の違いが、それぞれの種が受ける食害圧の違いによって進化してきた可能性を示唆しています。

◇発信元◇

国立大学法人鳴門教育大学
経営企画戦略課 広報・デジタル推進室
萩庭、三好
TEL：088-687-6035
E-mail：kohou@naruto-u.ac.jp

国立大学法人愛知教育大学
総務・企画部 広報課 広報・渉外係
加藤、向井
TEL：0566-26-2738
E-mail：kouhou@m.auecc.aichi-edu.ac.jp

〔問合せ先〕

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 理科教育コース
准教授 田川 一希
E-mail：ktagawa@naruto-u.ac.jp

愛知教育大学理科教育講座
教授 渡邊 幹男
E-mail：sasanabe@aecc.aichi-edu.ac.jp

研究の詳細

【研究の背景】

植物の運動は、動物と比較すると一般的に非常にゆっくりで、私たちがその動きを認識することはほとんどありません。しかし、例外的に素早い運動を見せる植物も存在します。たとえば、オジギソウは刺激を受けると数秒以内に葉を折りたたみ、ハエトリソウは感覚毛に対する刺激を受けてわずか 0.5 秒で葉を閉じ昆虫を捕まえます。このような接触刺激に応答した植物の素早い運動は、ダーウィンの時代から多くの人々を驚かせ、魅了してきました。

私たちの研究グループは、接触刺激に応答した植物の素早い運動の新規な例として、モウセンゴケ属が、花周辺への接触に応答し 2–10 分で花を閉じる反応を発見しました(Tagawa *et al.* 2018)。さらに、この花閉鎖運動には、花を食害から守る効果があることが分かりました。具体的には、モウセンゴケトリバというガの幼虫が花内部へ侵入するのを物理的に防ぎ、胚珠(将来種子になる部分)が食べられるのを妨げる役割を果たしています(Tagawa *et al.* 2022)(図 1)。このようにモウセンゴケ属の花閉鎖運動には明確な適応的意義が存在するにもかかわらず、種によって反応の有無や速度には違いが見られます。「みんな素早く閉じればいいのでは？」というようにも感じますが、こうした種間の反応の違いが存在することにはどのような理由があるのでしょうか。

私たちは、この反応の違いは、それぞれの種の野外での食害の受けやすさ(食害圧)の違いを受け進化したものではないかという仮説を立てました。つまり、野外でモウセンゴケトリバによる食害を受けやすい種ほど、素早く花を閉じ、効果的に胚珠を守ることができるようになっていないかということです。また、もう1つの仮説として、花を閉じることで、他の花から花粉を受け取る機会(他家受粉の機会)を失うコストの大きさが、種によって異なる可能性も考えました。すなわち、自家受粉では他家受粉と比較して種子数が顕著に少なくなってしまう種では、花閉鎖はゆっくりかもしれません。

これらの仮説を検証するために、私たちは、近縁種であるモウセンゴケとトウカイコモウセンゴケを材料とした比較研究を行いました。具体的には、花閉鎖速度と胚珠の防御効果、自生環境における食害率、花閉鎖のコストを測定し、2 種間でその傾向を比べました。

【研究の成果】

気温と照度を制御した実験室内での比較実験では、トウカイコモウセンゴケはモウセンゴケよりも素早く花を閉じることが確認されました(図 2)。一方、モウセンゴケでは反応速度に大きなばらつきが見られ、素早く閉じる個体もいれば、ほとんど反応しない個体も存在しました(図 2)。さらに、モウセンゴケトリバの幼虫を用いた行動実験の結果、トウカイコモウセンゴケの胚珠が食べられる割合は約 50%であったのに対し、モウセンゴケでは約 80%に達しました。これにより、花を素早く閉じるトウカイコモウセンゴケのほうが、胚珠を防御する効果が高いことが示されました(図 3)。次に、滋賀県内の自生地での野外調査では、トウカイコモウセンゴケがモ

ウセンゴケよりもモウセンゴケトリバによる食害を受けやすいこと、またトウカイコモウセンゴケがより乾燥した場所に自生していることが分かりました(図 4)。乾燥した環境ではモウセンゴケトリバが株間を移動しやすく、これがトウカイコモウセンゴケに高い食害圧をもたらしていると考えられます(図 5)。花閉鎖のコストを調べるために、受粉の様式(自家受粉・他家受粉)と接触刺激の有無を組み合わせる種子数を調べる実験を行いました。両種ともに処理間で種子数に大きな違いは見られず、花閉鎖のコストは検出されませんでした。

以上の結果から、モウセンゴケ属の近縁 2 種における花閉鎖速度の違いは、それぞれの種が受ける食害圧の違いに応じて進化してきた可能性が示唆されました。具体的には、乾燥地に自生し食害を受けやすいトウカイコモウセンゴケでは、素早く花を閉鎖する形質が進化した一方、湿潤地に自生し食害を受けにくいモウセンゴケでは、顕著に素早い閉鎖は進化しなかったと考えられます。さらに、花閉鎖に伴うコストが小さいため、閉鎖速度を遅くするように働く選択圧も小さく、モウセンゴケの種内では閉鎖速度に大きなばらつきが維持されていると考えられます。

【研究の意義と今後の展望】

植物が接触刺激に応じて素早く運動する現象とその種間の反応の違いは、これまで複数の分類群で知られていましたが、その進化的背景は解明されていませんでした。本研究では、モウセンゴケ属の近縁 2 種を比較することで、植物の素早い運動の進化を稼働する要因(食害圧の強さ)を初めて明らかにしました。

モウセンゴケ属は世界中に 250 種以上が知られており、それぞれの種で生態学的特徴に応じた異なる花閉鎖形質が進化している可能性があります。今後、モウセンゴケ属全体を対象に花閉鎖速度と生態学的特徴を調べ系統樹上にマッピングすることで、植物の素早い運動の進化の全体像を明らかにした最初のモデルとなり、その進化の解明に貢献することが期待されます。

【発表雑誌】

雑誌名: Biological Journal of the Linnean Society

掲載日: 2025 年 1 月 2 日

論文タイトル: Interspecific variation in defensive flower closure of *Drosera* (Droseraceae) is related to the herbivory pressure

著者: Kazuki Tagawa, Haruka Osaki, Mikio Watanabe

DOI: [10.1093/biolinnean/blae127](https://doi.org/10.1093/biolinnean/blae127)

【研究チーム】

田川 一希(鳴門教育大学: 責任著者)

大崎 遥花(京都大学・ノースカロライナ州立大学)

渡邊 幹男(愛知教育大学)

【研究助成】

科学研究費助成事業： JSPS KAKENHI: JP24K18182, JP21K15154, JP21K06315

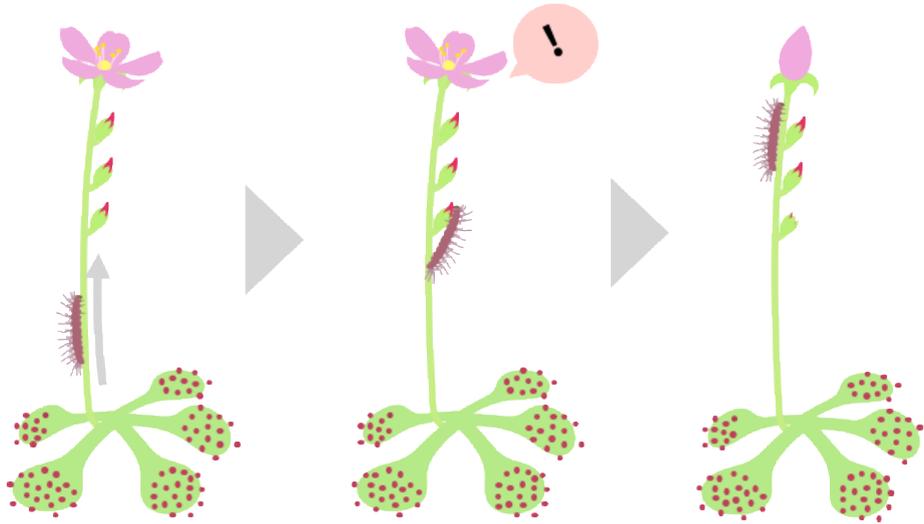


図 1. モウセンゴケ属の花閉鎖運動の適応的意義. モウセンゴケトリバによる食害に応答して花を閉鎖し、花内部の胚珠を食べられないようにする.

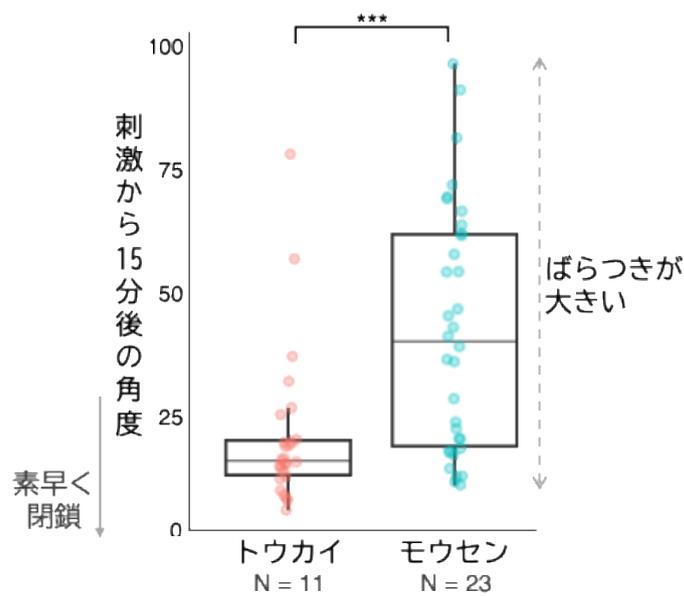


図 2. トウカイコモウセンゴケとモウセンゴケの花閉鎖速度.

*** $P < .001$ (GLM ガンマ分布 log link).

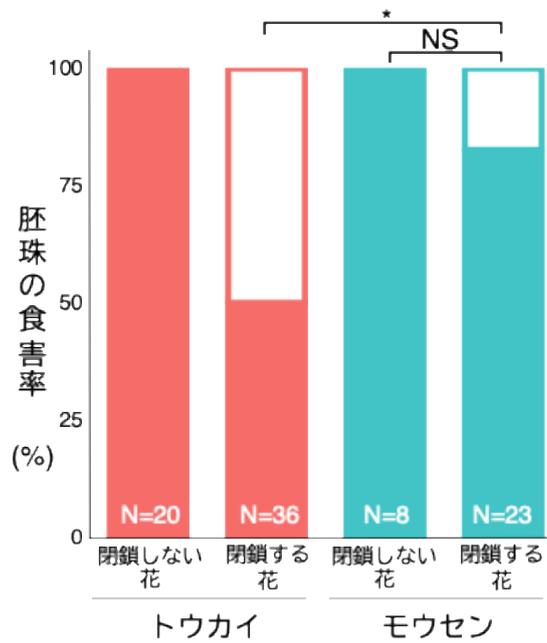


図 3. トウカイコモウセンゴケとモウセンゴケの花閉鎖による胚珠防御効果. * $P < .05$ (Fisher の正確確率検定).

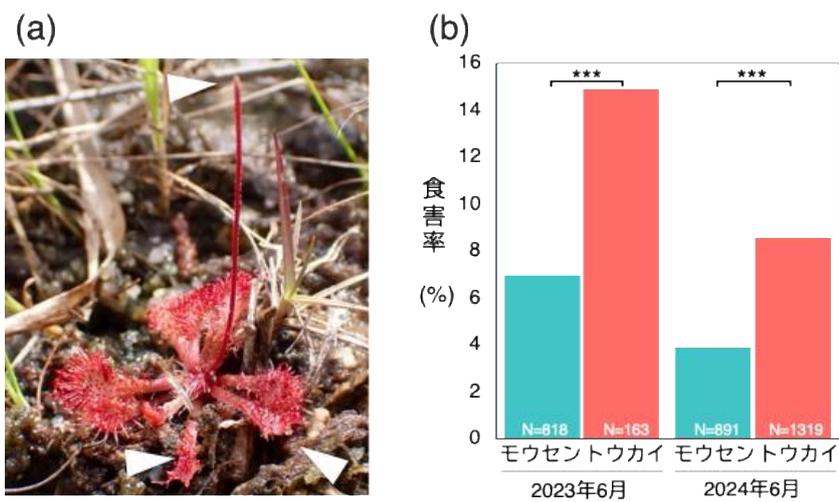


図 4. トウカイコモウセンゴケとモウセンゴケの野外での食害圧. A) 茎, 葉, 花など, 植物体のいずれかの場所を食害された株をカウントした. B) *** $P < .001$ (Fisher の正確確率検定).

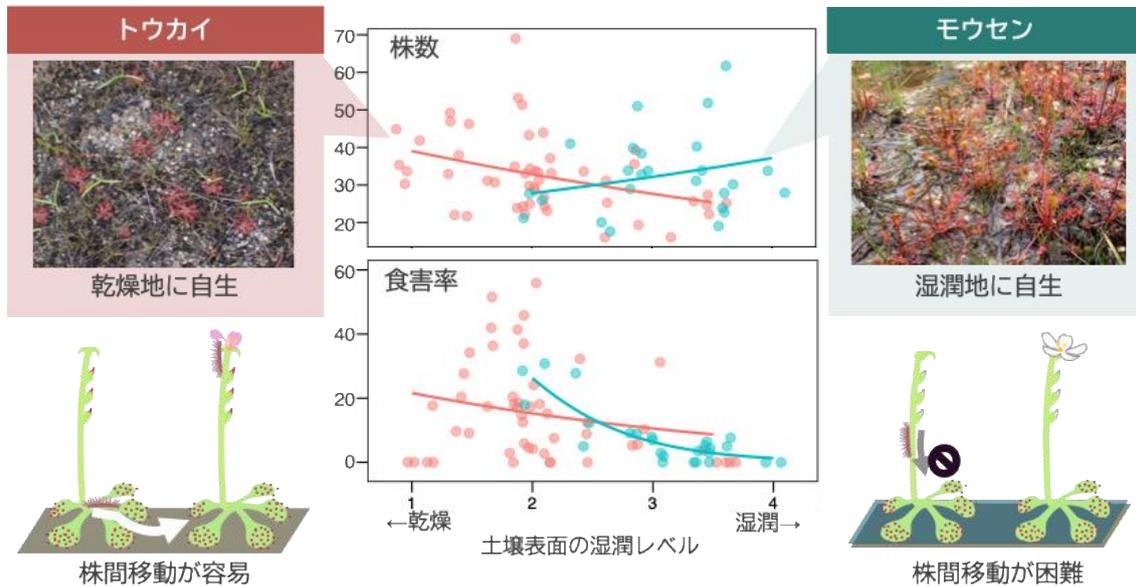


図 5. 野外での土壌表面の湿潤レベルと株数・食害率の関係.

(関連文献)

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.