



平成 27 年 2 月 20 日
独立行政法人国立科学博物館

花の香りが変わると新種誕生！

～化学物質の平行進化によってアジア産チャルメルソウ属の送粉者による生殖隔離が生じた～

独立行政法人国立科学博物館(館長:林良博)の研究員、奥山雄大(植物研究部)は、森林総合研究所および京都大学大学院人間・環境学研究科との共同研究により、植物の新しい種が生まれる仕組みに花の香りが重要な役割を果たしていることを、日本列島の谷川に特有の植物「チャルメルソウ」の仲間を用いた研究によって明らかにしました。本研究成果は 2015 年 2 月 20 日、Journal of Evolutionary Biology(ヨーロッパ進化生物学会誌・電子板)に掲載(発表)されました。

○研究のポイント

- ・チャルメルソウが、花の香り成分「ライラックアルデヒド」(ライラックの花にも含まれる特殊な化学物質)を用いて、花粉を運ぶ特別な昆虫を誘引していることを発見
- ・ライラックアルデヒドを含む花の香り成分が、種の誕生に伴い繰り返し進化していることを発見
- ・特定の花の香り成分の進化が生殖隔離の原因となり、植物の新しい種を生むきっかけになることを実証

現在、地球上の植物の9割以上、約30万種を被子植物(花を咲かせる植物)が占めています。なぜ花を咲かせる植物で際立ってたくさんの種が生まれたのか?この疑問は、進化論の父ダーウインをはじめとして、多くの生物学者を悩ませた問題でした。その謎を解く鍵のひとつは、花粉を運ぶ動物(送粉者)との関係にあるのではないかと考えられています。

本研究では、花の香りが変化することで送粉者が変わり生殖隔離が生じた結果、新しい植物の種が生まれうることを示されました。これまで同様の仕組みは、ある種のランのような極めて特殊なケースでしか知られていませんでしたが、自然界に広く見られる可能性があることを示唆するものです。

本件についての問合せ

独立行政法人 国立科学博物館

筑波研究施設 研究活動広報担当：吉田 聡宏

担当研究員：奥山 雄大(植物研究部多様性解析・保全グループ)

〒305-0005 茨城県つくば市天久保 4-1-1

TEL:029-853-8901 FAX:029-853-8998

E-mail:outreach@kahaku.go.jp

国立科学博物館 筑波研究施設HP

<http://www.kahaku.go.jp/institution/shinjyuku/index.html>

研究成果の詳細について

【発表論文】

表題：Parallel chemical switches underlying pollinator isolation in Asian *Mitella*.

著者：Okamoto, T., Okuyama, Y., Goto, R., Tokoro, M., Kato, M.

掲載紙：Journal of Evolutionary Biology （ヨーロッパ進化生物学会誌・電子版、2015.

DOI: 10.1111/jeb.12591)

(URL) <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/jeb.12591/abstract>

【研究の背景】

現在、地球上には30万種を越える植物が生きていますが、このうち9割以上を被子植物（花を咲かせる植物）が占めています。このようなたくさんの植物の種は、新しい種が生まれる「種分化」という現象を繰り返して起こしたことで誕生したと考えられます。なぜ花を咲かせる植物で際立ってたくさんの種が生まれたのか？この疑問は、進化論の父ダーウィンをはじめとして、多くの生物学者を悩ませた問題でした。

その謎を解く鍵のひとつは、昆虫をはじめとする花粉を運ぶ動物（送粉者）との関係にあるのではないかと考えられています。なぜなら花は、植物が決まった送粉者に花粉を運んでもらい、繁殖を成功させるために獲得した被子植物固有の器官だからです。また、異なる植物種がそれぞれ別の送粉者に花粉を運んでもらうことで、同じ場所に様々な植物種が共存できている例がよく見られることも、送粉者との関係の重要性を裏付ける根拠になります。しかし、どのような要因が引き金となって植物に何が起こり、またそれに対し送粉者がどう反応することで種分化が起きるのかについてはよく分かっていませんでした。本研究はこの、「送粉者が関与した植物の種分化」の仕組みのひとつを解明したものです。

【研究の内容】

有性生殖を行う生物の種の間には相互に交配が起こらない状態、すなわち生殖隔離があります。例えば動物の場合は、体の模様や、フェロモン、あるいは鳴き声などで同種と別種を識別することが多く、これが生殖隔離のメカニズムとして働いていることが知られています。「種分化がいかんして起きるのかを理解する」ということはすなわち、どうやってこの生殖隔離が新たに生じるかを明らかにすることなのです。

チャルメルソウの仲間（図1）は、本州以南、山地の溪流沿いに13種もが知られている多年草で、海外に似た種がほとんど無いため、日本列島を舞台に独自の種分化を遂げたと考えられる植物です。これらはお互いにとても近縁で、人工的に交配を行うと簡単に雑種ができてしまうにも関わらず、野外で別種が共存していてもほとんど雑種を作ることがありません。このため、植物の新しい種が生まれる仕組みを研究するのに、チャルメルソウの仲間はどうやってつけの研究材料です。



図1：チャルメルソウの自生地での姿（左）と、チャルメルソウの仲間12種の花（右）。とても小さな花ですが、種ごとに花の香りが異なります。

私たちは、野外でチャルメルソウの雑種が出来ない仕組みを調べていくうちに、同じ場所に生えているチャルメルソウの仲間の2種の間では、花粉を運ぶ昆虫「キノコバエ」の種が異なることを発見しました（図2）。



図2：同じ場所（京都市貴船）に生えているチャルメルソウ（左）とコチャルメルソウ（右）の間では、自然に雑種が出来るとはほとんどありません。これは、チャルメルソウが長い口を特徴とするミカドシギキノコバエだけを花に呼ぶのに対し（左）、コチャルメルソウが口の長くないコエダキノコバエを花に呼ぶ（右）ことで、お互いの間で花粉のやり取りが起こらないためであることを発見しました。

また、この2種の昆虫に実際にチャルメルソウの花の匂い成分を与え、反応を調べる実験を行ったところ（図3）、匂い成分「ライラックアルデヒド」は、一方のチャルメルソウの種の花粉を運ぶ「ミカドシギキノコバエ」には好まれ、同じ場所に生えるもう一方のチャルメルソウの種の花粉を運ぶ「コエダキノコバエ」には反対に嫌われる性質があることがわかりました。つまり、このライラックアルデヒドが、特別なキノコバエだけを花に誘引するのに重要な役割を果たしていることを突き止めたのです。

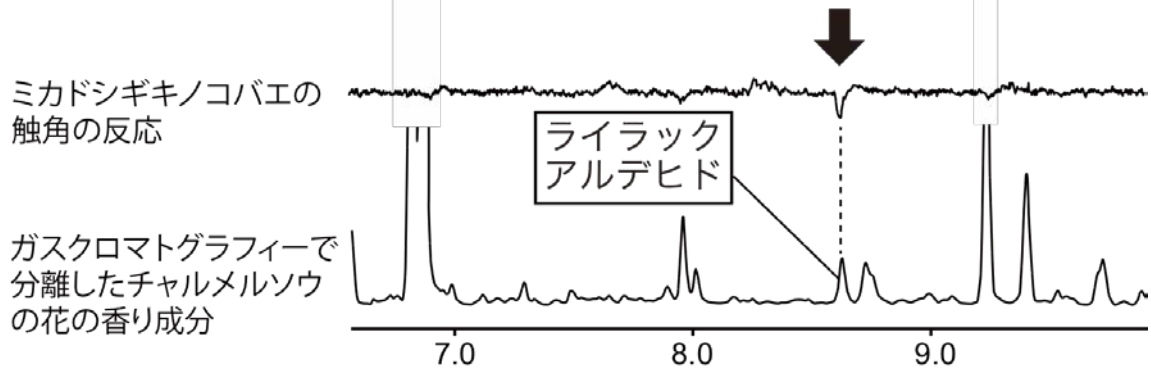


図3：チャルメルソウの花の香りを成分別にミカドシギキノコバエの触角に当てて反応を見た実験（GC-EAD法）。ライラックアルデヒドにだけミカドシギキノコバエの触角が反応していることが分かります。

そこで、チャルメルソウの仲間13種の種分化の歴史をDNA配列から調べたところ、このライラックアルデヒドを含む花の匂いが進化することで起きた種分化がおそらく過去5回繰り返し起きたことを突き止めました（図4左の星印）。これは、日本列島で繰り返しチャルメルソウの新しい種が生まれる際に花の香り成分「ライラックアルデヒド」が重要な役割を果たしたことを示しています（図4右）。

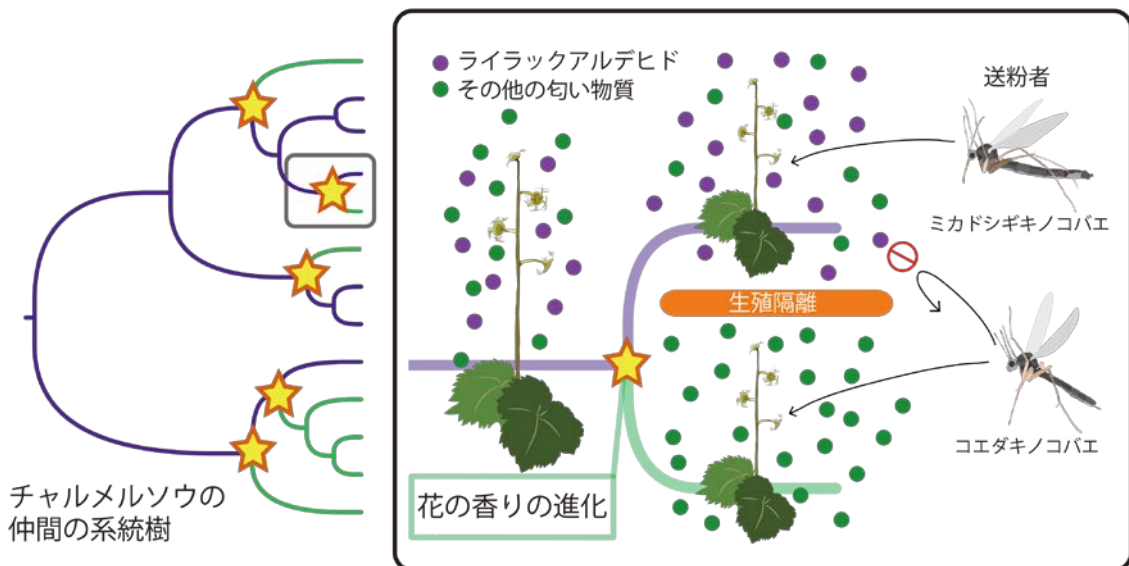


図4：明らかになったチャルメルソウの仲間の新しい種が生まれる仕組み。例えば、ライラックアルデヒドを持つ祖先種の中から、ライラックアルデヒドを持たない個体が生じると、ライラックアルデヒドを嫌うコエダキノコバエが訪れるようになり、一方でライラックアルデヒドを好むミカドシギキノコバエは訪れなくなるため、生殖隔離が生じます。

これまで、花の香りが変化することで送粉者が変わり、新しい植物の種が生まれることは、送粉者を偽のフェロモンでだまして花に呼び寄せるラン、といった極めて特殊な例で知られていただけでした。本研究から、チャルメルソウのように、花の蜜を求めてやってくる昆虫に花粉を運んでもらうような、より一般的なタイプの花でも同様の種分化が起きうることが実証されました。すなわち、花の香りの進化による植物の種分化が自然界により広く見られる可能性があることが示されたのです。

【今後の展望】

チャルメルソウの仲間ではライラックアルデヒドを含む花の匂いが進化し、それによって送粉者が変化することが今回の研究から明らかになりました。しかし、一体どのような環境要因が引き金となり、またどのような自然選択が働いて花の匂いの進化が起きたのかは不明なままです。今後、チャルメルソウの仲間の花の匂いの多様性が生まれる仕組みを遺伝子レベルで解き明かし、また、チャルメルソウの仲間の種ごとの生態的特性などをより詳細に調べることで、これらの謎を解明していく予定です。これによって、花の香りの進化が植物の種の多様性を生む仕組みとして本当に重要なのか、またどのような場合にこのような種分化が起きるのかをより詳しく知ることが出来ると考えられます。さらに、その過程で、香水にも欠かせないライラックの香りの主成分であるライラックアルデヒドが植物体内でどのように作られるかを明らかにすることも出来るかもしれません。