

2019年11月13日

「切っても切っても生えてくる」

葉の断片から再生する植物を用いて栄養繁殖の仕組みを解明

京都産業大学生命科学部の木村成介教授と生命科学研究科の天野瑠美らの共同研究グループは、葉の断片から再生する *Rorippa aquatica* (以下、*R. aquatica*) を実験に用いることで、植物の生殖方法の1つである栄養繁殖のメカニズムを明らかにしました。この研究成果は、国際学術雑誌の *Plant and Cell Physiology* に掲載されます。

【発表雑誌】

「*Plant and Cell Physiology*」(日本植物生理学会刊行の国際学術雑誌)

論文タイトル：

“Molecular basis for natural vegetative propagation via regeneration in North American lake cress, *Rorippa aquatica* (Brassicaceae)”

本研究成果は、国際学術雑誌「*Plant and Cell Physiology*」オンライン版に掲載されます。
情報解禁については以下の日時の遵守をお願い申し上げます。

【解禁日時】 日本時間 11月22日(金) 09:00

研究体制：

京都産業大学、東京大学大学院理学系研究科、東京学芸大学、理化学研究所、東京農工大学の研究グループの共同研究

著者：

天野瑠美¹、中山北斗²、桃井理沙¹、小俣恵美¹、郡司玄³、竹林裕美子⁴、小嶋美紀子

4、池松朱夏^{1,6}、池内桃子⁴、岩瀬哲⁴、坂本智昭¹、笠原博幸⁵、榊原均⁴、Ferjani Ali³、木村成介^{1,6}

¹京都産業大学、²東京大学、³東京学芸大学、⁴理化学研究所環境資源科学研究センター (CSRS)、⁵東京農工大学、⁶京都産業大学生態進化発生生物学研究センター

【研究の要約】

植物は動物と比べると高い再生能力をもち、一部の植物はクローンを再生することで個体数を増やす「栄養繁殖」によって繁殖します。栄養繁殖の性質はソメイヨシノの挿し木等の園芸手法として古くから応用されてきましたが、そのメカニズムはほとんど明らかになっていませんでした。研究グループは、葉の断面からクローンを再生する *Rorippa aquatica* という植物を用いて研究を行い、植物の成長を制御する3つの植物ホルモンのはたらきによりクローンが再生することを明らかにしました。この研究成果は、植物がもつ高い再生能力を支えるメカニズムの解明の他、種子で繁殖しにくい植物の増殖方法の開発に繋がることが期待されます。



葉の断片から再生により新しい個体をつくる *Rorippa aquatica*

【研究の背景】

多くの植物は受粉をして種子を作る有性生殖によって繁殖しますが、一部の植物は受粉をしない無性生殖によって繁殖します。無性生殖の中でも、葉や根、そして茎からクローンを再生するものは「栄養繁殖」と呼ばれます。栄養繁殖の性質は挿し木や葉挿し(図1)のように農業や園芸に古くから用いられてきましたが、そのメカニズムはほとんど明らかになっていませんでした。

【研究の成果】

R. aquatica はアブラナ科イヌガラシ属に属する植物で、北米の湖畔に生育し、陸上でも水中でも生育できる水陸両生を示します。*R. aquatica* は花を咲かせることはできませんが、何らかの原因で種子をつけることができません。その代わりに、水流などの影響で葉がちぎれると、葉の断面から「栄養分体」と呼ばれるクローンを再生します（図 1B、1C、および 1D）。この時、切断された葉（葉片）の基部断面（元々の葉の根元に近い方）からのみクローンが再生します（図 1B）。栄養繁殖を行う植物の多くは再生までに1〜2ヶ月程度の期間を要しますが、*R. aquatica* は2週間程度という比較的短期間で再生します。研究グループは、比較的短期間で再生する *R. aquatica* は観察や実験を行いやすいと考え、*R. aquatica* を栄養繁殖のメカニズムを解明するためのモデルとして用いることにしました。

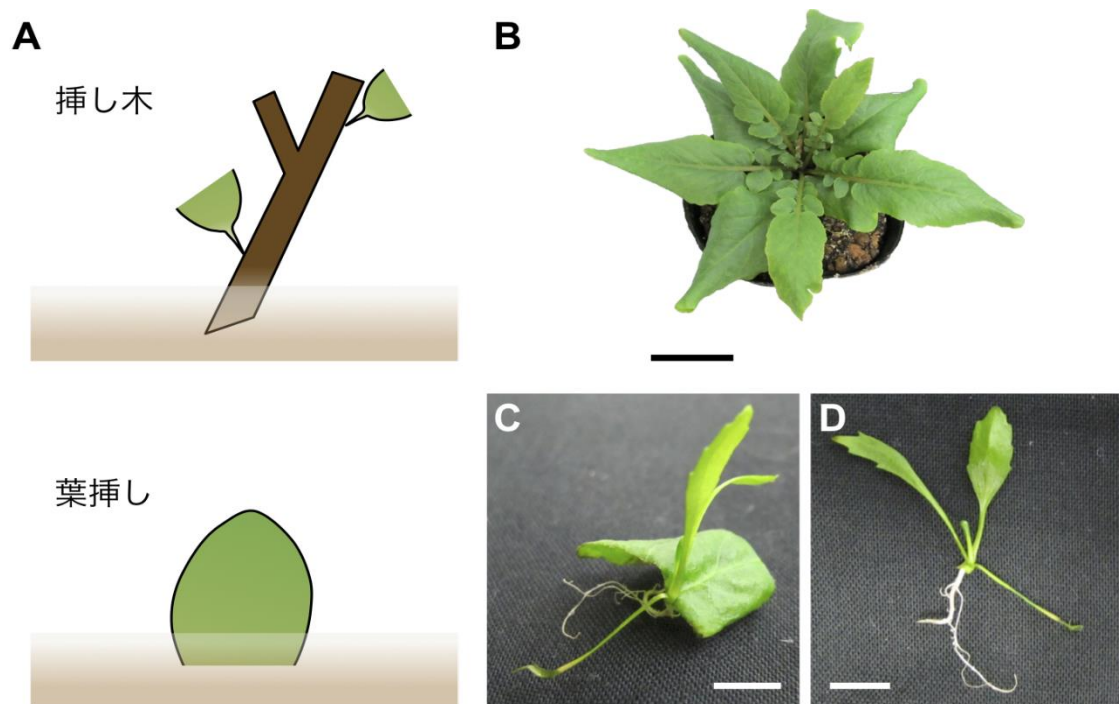


図1 栄養繁殖を行う *Rorippa aquatica*.

(A)植物の栄養繁殖の性質を活用した農業や園芸での繁殖手法。(B) *R. aquatica*。(C)クローンを再生している *R. aquatica* の葉片。根元に近い側である基部側（写真下側）の断面からのみクローンが再生する。(D) Cの葉片から切り離したクローン。根と葉が揃っており、1個体として生育できる。スケールバーはそれぞれ(B)が5 cm, (C)と(D)が1 cmを示す。Amano *et al.* (2019) の図を改変。

研究グループは *R. aquatica* の葉の断面からクローンが再生する過程を観察し、クローンは葉脈の断面にみられる維管束の細胞が分裂して再生することを明らかにしました。さらに、クローンの再生に重要な因子を特定するため、トランスクリプトーム解析

(RNA-seq 解析：次世代シーケンサを利用して網羅的に発現している(働いている) 遺伝子を調べる方法)を行いました。これにより、葉が切断されたことによる傷害への 応答の際にはたらく遺伝子は葉片の先端部側と基部側の両方で起こる一方で、根、茎、 葉といった器官の形成に関与することが知られている遺伝子群は基部側のみで活性化 することを明らかにしました。

また、葉が切断された直後に、植物ホルモンの一種であるオーキシンへの応答が、ク ローンが再生する部位で上昇することを発見しました。加えて、ちぎれた葉の先端部断 面(元々の葉の根元から遠い方)でオーキシンが合成され、先端部側から基部側に向か ってオーキシンが輸送されて蓄積することで新規の器官形成が開始し、最終的にクロー ンが再生することを明らかにしました(図2)。このクローンの再生について、茎と葉の 再生と根の再生に分けて考えると、茎と葉の再生は植物ホルモンの一種であるサイトカ イニンによって誘導され、根の再生には同じく植物ホルモンの一種であるジベレリンが 必要であることを明らかにしました。

オーキシンは植物の生育に非常に重要な植物ホルモンであり、サイトカインは葉の 再生に深く関与することが知られていましたが、本研究により、それらの重要性がさら に実証されました。また、ジベレリンはこれまで葉の成長にはたらくことが知られて いましたが、本研究により、*R. aquatica*においては根の再生へも関与することが初めて確 認されました。これらの結果は、植物の生殖や成長のメカニズムに新しい知見を提供す るだけでなく、これまで知られていなかった植物ホルモンのさらなるはたらきを提案す るものです。

【今後の展開】

本研究では、植物の生殖方法の一種である栄養生殖のメカニズムの一連の流れを明ら かにしました(図2)。植物は動物と比べて再生能力が高い種が多いですが、*R. aquatica* のように葉の断片から完全に新しい個体(根と茎と葉)を再生できる植物は限られてい ます。研究グループは、今回行ったトランスクリプトーム解析の結果をさらに解析して、 個体の再生に重要な遺伝子を探索することで、栄養繁殖のメカニズムをより詳しく理解 することができると考えています。

本研究により明らかとなった栄養繁殖についての知見を応用すれば、栽培作物など重

要な植物に高い再性能を付与できる可能性があります。また、長期的に見れば優良な性質を持つ個体の大量培養、F₁雑種系統の維持、絶滅危惧種の繁殖などにも応用可能であり、農業や園芸などの農学分野や保全生態学の分野で役に立つことが期待されます。

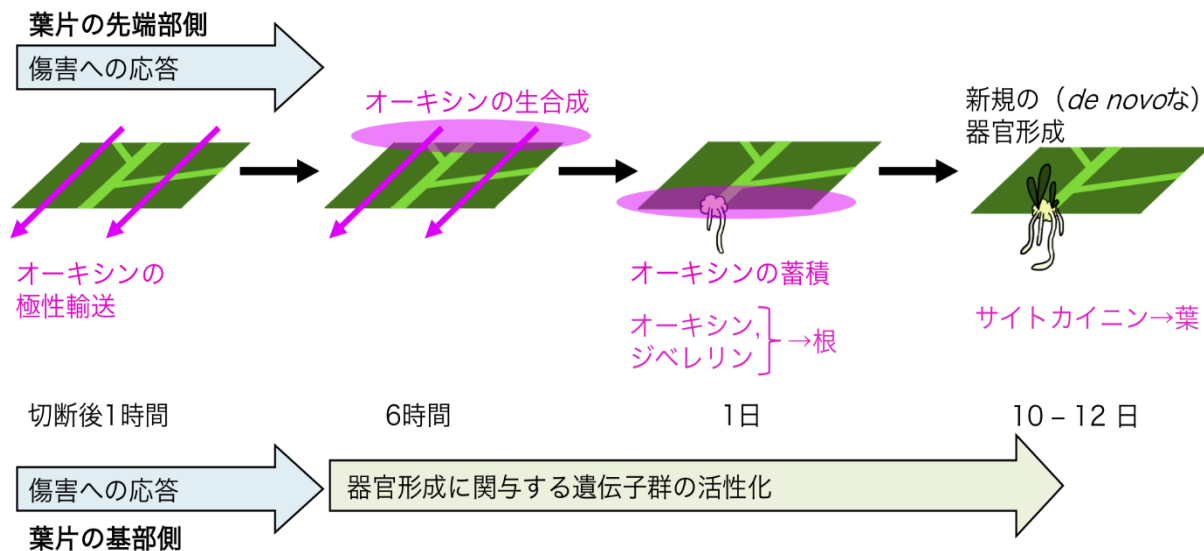


図2 今回の論文で明らかにした *Rorippa aquatica* の栄養繁殖のメカニズム

葉がちぎれたことによる傷害への応答は葉片の先端部側と基部側の両方で起こるが、根や葉といった器官を再生・形成するための遺伝子群は基部側のみで活性化される。基部側におけるこれらの遺伝子の活性化は、葉片の先端部側から基部側に向けて輸送されて蓄積したオキシジンによって引き起こされる。オキシジンとジベレリンは根を、サイトカイニンは茎と葉を再生する際にはたらく。

【研究に関するお問い合わせ】

京都産業大学 生命科学部 教授 木村 成介 (きむら せいすけ)
 TEL : 075-705-3113 Email : seisuke@cc.kyoto-su.ac.jp

【報道に関する問い合わせ】

京都産業大学 広報部
 TEL : 075-705-1411 FAX : 075-705-1987 E-mail : kouhou-bu@star.kyoto-su.ac.jp

東京大学大学院理学系研究科・理学部広報室
 TEL: 03-5841-0654 E-mail : kouhou.s@gs.mail.u-tokyo.ac.jp

東京学芸大学 総務部広報企画課 広報係
 TEL : 042-329-7116 E-mail : kouhouty@u-gakugei.ac.jp

理化学研究所 広報室 報道担当

TEL：048-467-9272 E-mail：ex-press@riken.jp

東京農工大学 企画課広報係

TEL：042-367-5895 E-mail：koho2@cc.tuat.ac.jp

【配信先】

京都産業大学：京都大学記者クラブ、大阪科学・大学記者クラブ、在阪民放四社京都支局連絡協議会、文部科学記者会、科学記者会

東京農工大学：府中市政記者クラブ

以 上