



根の再生メカニズムを解明

～盆栽作りに科学のメスを入れる～

研究成果のポイント

- ・「植物のたくましさ」に関わる根の再生メカニズムを解明。
- ・根が傷つくと、植物ホルモンであるオーキシンの生産と輸送が促されることを発見。
- ・根切りが必要な盆栽をはじめとした園芸技術や農業技術の進展に期待。

研究成果の概要

「植物の根は切っても新しい根ができる」ことは、経験的に広く知られています。綿引雅昭准教授らの研究グループは、このような根切りによる傷害を克服する「植物のたくましさ」の解明を試みました。研究の結果、根を切ると植物の成長と形作りに必要な植物ホルモンであるオーキシンの量が増えることを発見し、オーキシン合成遺伝子 *YUCCA9**¹ を特定しました。さらにオーキシンを移動させる極性輸送*² も、根切りの克服に重要な役割を果たしていることがわかりました。世界中で親しまれている日本伝統の園芸芸術、盆栽作りでは慎重に根の剪定（根切り）を行います。根切りされた植物（盆栽）は、水や養分を効率よく吸収できる若い根を限られた空間（鉢）で再生します。本研究成果は盆栽作りの過程で起こると考えられる分子メカニズムの一端を明らかにしました。根の剪定技術は農業生産性の向上にも利用されており、本研究成果は今後の農業技術の進展にも寄与すると考えられます。



なお、本研究は文部科学省科学研究費補助金（新学術領域）「植物の環境感覚」（23120501）の支援を受けて実施されました。

論文発表の概要

研究論文名：*YUCCA9*-mediated Auxin Biosynthesis and Polar Auxin Transport Synergistically Regulate Regeneration of Root Systems Following Root Cutting (*YUCCA9* を介したオーキシン合成とオーキシン極性輸送は根切りによる根の再生を制御する)

著者：徐 冬陽¹、繆 嘉航¹、湯本絵美²、横田孝雄²、朝比奈雅志²、綿引雅昭^{1,3}（¹北海道大学大学院生命科学院、²帝京大学理工学部、³北海道大学大学院理学研究院）

公表雑誌：Plant and Cell Physiology（日本植物生理学会による植物科学の国際誌）

公表日：日本時間 2017 年 9 月 1 日（金）（オンライン公開）

研究成果の概要

(背景)

「雑草のようにたくましい」という比喻にもあるように、引き抜いた植物（雑草）を放置しておく、その場所に新たに定着していることがあります。これは、根を切断しても新しい根が再生することで、植物が新たに生活を営む例です。また園芸では、植物の移植や地上部の生育促進の技術として、根の一部を切断する「根切り」がよく知られています。根切りは新しい根を人為的に発生させ、水や養分の吸収を促進させると考えられています。植物にとって根の障害は脱水という形で直ちに地上部に影響してしまう緊急事態であり、根を切られた植物はできるだけ早く根を再生しようとする性質があるため、園芸ではこのような植物の性質をうまく利用して植物を増やしたり、鉢での栽培を行っています。これまで根切りについて、農学的見地から効率的な方法が研究されてきましたが、土の中で目視できない根の傷害応答^{*3}については注目されておらず、根が再生するメカニズムについての研究はありませんでした。また、根は自発的に枝分かれして新たな根（側根）を作るので、自発的に作られる側根と傷害によって誘導される側根の区別が難しいことが、研究を困難にしていました。

(研究手法)

本学大学院生の徐 冬暘氏と繆 嘉航氏は厳密にコントロールされた育成室を使い、アブラナ科モデル植物であるシロイヌナズナでも根切りによって根の再生が起こることを確認しました。シロイヌナズナはすべての遺伝情報が明らかになっており、根や植物ホルモンに関する突然変異体も豊富です。さらにオーキシンの合成と極性輸送に関する阻害剤を使い、根切り応答に関する遺伝子を特定しました。

(研究成果)

根を切ると新しい根が作られると同時に、すでにある根の成長も促進されることがわかりました。また、根の再生には、11種類あるオーキシン合成遺伝子 *YUCCA* のうち *YUCCA9* が特に重要な働きを示すことを、遺伝子発現、阻害剤、突然変異体の解析から明らかにしました。これらから、根切りが根のオーキシン量を増やしていると予想されました。そこで帝京大学理工学部・朝比奈雅志准教授の研究グループと共同研究を行い、根切りによって実際に根のオーキシン量が増加していることを確認しました。

これらの結果から、オーキシン合成が根の再生に決定的な役割を担っていることが証明されました。また、オーキシン合成同様、根の再生においてもオーキシンの極性輸送が必要であることが遺伝子発現、阻害剤、突然変異体の解析で明らかになりました。

(今後への期待)

「根切り」による傷害応答と根の再生のメカニズムは、シロイヌナズナのみならず多くの植物が共有している性質です。本研究で明らかになったメカニズムを応用することで、雑草を抜いても根が再生しない状況を作り出す、もしくは根に障害が起こってもさらに根の再生を促進させるなど、園芸や農業上の応用が期待されます。

お問い合わせ先

北海道大学大学院理学研究院 准教授 綿引 雅昭 (わたひき まさあき)

TEL : 011-706-4473 FAX : 011-706-4473 E-mail : watahiki@sci.hokudai.ac.jp

ホームページ : <https://www.sci.hokudai.ac.jp/watahiki/mkwhp/>

【参考図】

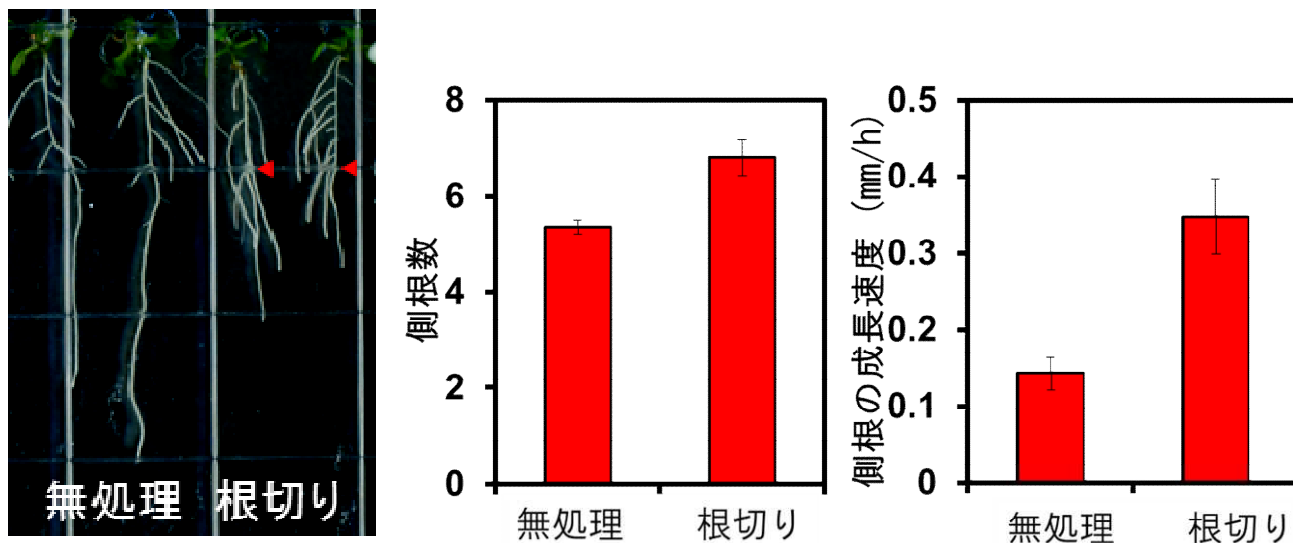


図 1 無処理のシロイヌナズナと生育途中で主根を切ったシロイヌナズナの様子（左図）及び側根数，側根の成長速度のグラフ（右図）。無処理の方が主根は長くなるが，根切りをした方が側根が多く，成長速度も速くなっていることがわかる。（左図は処理後4日目の写真。赤矢印は主根を切った位置）。



図 2 本研究で明らかになったメカニズム。根切りをすることで *YUCCA9* 遺伝子が活性化，オーキシシンの合成等を経て，側根が作られたり発達したりする。ただし，根切りがどのようなシグナルを引き起こして *YUCCA9* を活性化させているかはまだ同定できておらず，今後の研究が待たれる。

【用語解説】

- *1 YUCCA … オーキシシン合成の最終段階で重要な役割を果たす酵素。
- *2 極性輸送 … たとえば茎の先端部で作られたオーキシシンが根の方向に移動するなど，決まった方向にオーキシシンを移動させる仕組み。植物が光や重力によって曲がる要因であることが知られている。
- *3 応答 … 刺激に対する反応のこと。特に細胞や器官に加えられた刺激に対する直接的な反応を指す。