



令和元年8月26日  
国立大学法人弘前大学

報道関係各位

## 葉脈の損傷により 養分獲得のための根の生長が阻害される

### 【本件のポイント】

- ・葉脈を傷つけると栄養獲得のための根の生長が阻害されることを発見した。
- ・地下部での土壌養分を獲得のための根の生長応答は、葉脈を通じた地上部からの情報伝達が関与していることを示唆した。
- ・動物による葉脈の食害は、植物の情報伝達を阻害し、栄養獲得のための応答を低下させる可能性がある。

### 【本件の概要】

弘前大学農学生命科学部の山尾僚助教と大学院生の大崎晴菜さん、カナダのアルバータ大学の Jr Cahill 教授は、植物の葉脈を傷つけると、土壌中の栄養分を効率的に吸収するための根の生長が阻害される現象を発見しました。植物は、多くの動物に餌として利用され、葉を食害されます。本研究の成果は、食害による葉の損傷が、単に光合成器官を減少させるだけでなく、土壌栄養分の吸収効率をも低下させてしまうことを意味しています。また、動物に葉のどの部位を食べられるのかによって、植物の栄養吸収効率に与える影響が異なる可能性があります。今後は、植物の情報伝達機構と動物による食害様式や部位を組み合わせることで、動物による食害が植物にどのような影響を及ぼすのかを正確に予測することができると期待されます。この研究成果は、日本時間の8月9日に「American Journal of Botany」誌に掲載されました。また、American Journal of Botany 8月号の注目の論文として紹介されました。

### 【取材に関するお問い合わせ先】

(所属) 国立大学法人弘前大学農学生命科学部生物学科 森林生態学研究室  
(役職・氏名) 助教 山尾 僚 (やまお あきら)  
(電話・FAX) 0172-39-3822  
(E-mail) [yamawo.aki@gmail.com](mailto:yamawo.aki@gmail.com)

植物の葉は、光合成による炭素同化によって栄養を作り出すだけでなく、植物が外環境に対して



様々な応答を示す際の情報伝達及び処理の役割も担っています。特に、葉脈に存在する維管束は、葉や根などで受容された情報の伝達に関わる重要な部位です。葉や根などで受容された外環境由来の情報は、情報伝達物質（シグナル）として維管束を通して伝達され、植物の環境に応じた適切なふるまいを可能にしています。そのため、維管束を含む葉脈の損傷は、植物の外環境に対する応答に重大な影響を与えられと考えられます。

植物が生育する自然界では土壌中の栄養資源が不均一に存在しているため、植物は栄養分の分布に合わせて根を発達させることで、効率的に土壌栄養分を吸収しています。近年、植物の土壌栄養分をめぐる根の応答において、葉を介した情報伝達が重要な役割を果たしていることが明らかにされました。栄養条件の良い土壌にある根は、維管束を通じて地上部の葉へとシグナルを伝達し、さらに葉でそれらのシグナルを受容・処理し、再び維管束を通して栄養吸収を高めるように根へシグナルを伝達します。これにより、栄養条件が良い土壌にある根をさらに発達させ、養分吸収効率を高めることを可能にしています。

我々は、植物の葉に存在する葉脈は、土壌栄養分の不均一性に対する根の生長応答に必要な環境情報を伝達・処理する重要な役割を担っていると予想しました。すなわち葉脈が傷つけられると、根の養分獲得効率を高めるための根の生長は阻害されると予測されます。一方、情報伝達に殆ど関与しない葉肉の損傷は、根の養分獲得応答には影響を与えないと予測しました。そこで我々は、あらかじめ根の養分獲得応答を示すことが知られている、オオバコ *Plantago asiatica* とヤマザクラ *Prunus jamasakura* の苗を使ってこの仮説を検証しました。

#### （研究の）内容・意義

---

オオバコとヤマザクラの苗をそれぞれ30株準備して、各苗の根を二方向に等分割しました。これらの苗を、栄養条件が異なる2種類の土壌にまたがるように植え付けました（図1）。その後、それぞれの植物の葉を動物の食害を模倣して、穴あけパンチを用いて①葉肉に穴をあける処理（葉肉ダメージ処理）と②葉脈（葉脈ダメージ処理）の先端に穴をあける処理を施しました。十分に生長させた後に、2種類の土壌における根の生長度を調べました。

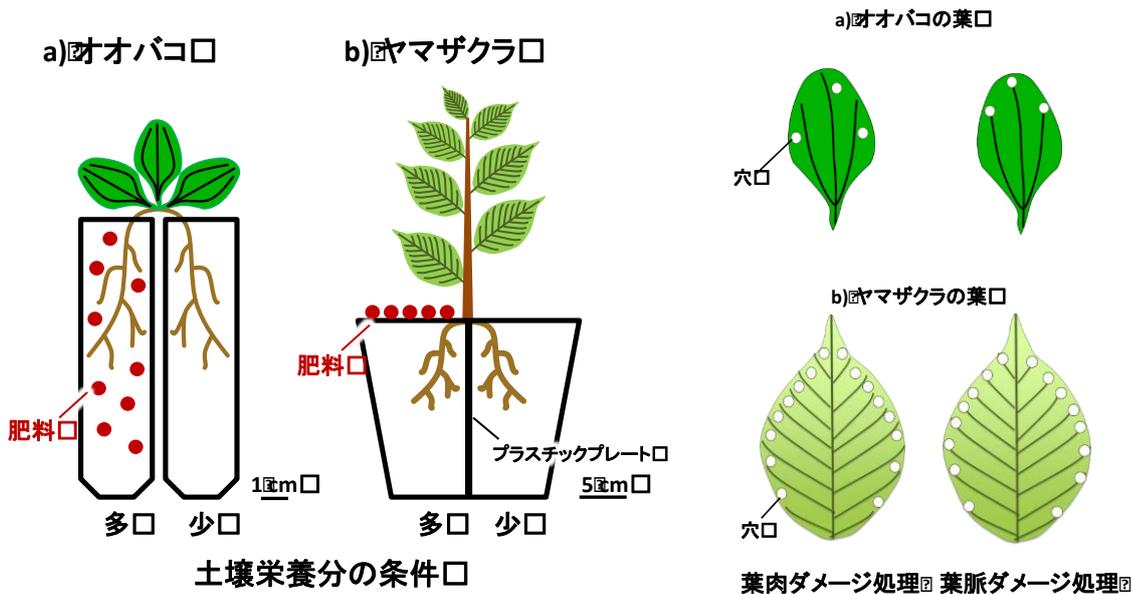


図1) 実験の概要

その結果、オオバコにおいてもヤマザクラにおいても、葉肉ダメージ処理の苗は、栄養条件の悪い土壌ではほとんど根を発達させなかったのに対して、栄養条件の良い土壌では多くの根を発達させることができました（図 2 a, b）。すなわち、葉肉の損傷は、土壌栄養分の効率的な吸収に必要な根の発達を完全に妨げることはありませんでした。一方、葉脈ダメージ処理の苗は、植物の種類に関わらず、栄養条件の違いに応じて根の応答を変えることはできず、栄養条件の良い土壌でも悪い土壌でも、同等量の根を発達させることが明らかになりました（図 2 c, d）。この結果は、我々の予想通り、葉脈の損傷により葉における情報伝達が阻害されたことで、土壌中の栄養分を効率的に吸収するための根の生長が阻害されたことを示唆しています。本研究では、オオバコやヤマザクラという異なる二種の植物において同様の結果が得られたことから、草本と樹木といった植物の生活史型に関わらず、葉が受ける損傷の部位によって根の環境応答に与える効果が異なることを、世界で初めて明らかにしました。

さらに興味深いことに、今回の実験で用いたヤマザクラの苗は50枚以上もの葉をつけていたにも関わらず、わずか5枚の新葉の葉脈が傷つけられただけで根の応答が阻害されました。つまり、樹木の若木では、新葉が土壌養分の不均一性に対する根の応答において重要な役割を担っていることを示しています。

自然界に存在する植物は、様々な要因で葉を傷つけられますが、特に動物による食害は深刻です。植物は、様々な動物に食物として利用されており、どのように葉が食べられるかは動物種によって異なると考えられます。例えば、体サイズの小さなハムシやナナフシの仲間からは葉脈部分は食害を受けず、葉肉部のみを齧られるように食害されます。一方、ヨトウガなどのチョウ目



の仲間の幼虫からは葉肉と葉脈の両部分を食害されます。このように、動物の食害様式によって、植物の土壌養分の吸収効率に与える効果が異なるという考え方は、動物と植物の相互作用を考える上で全く新しい視点です。

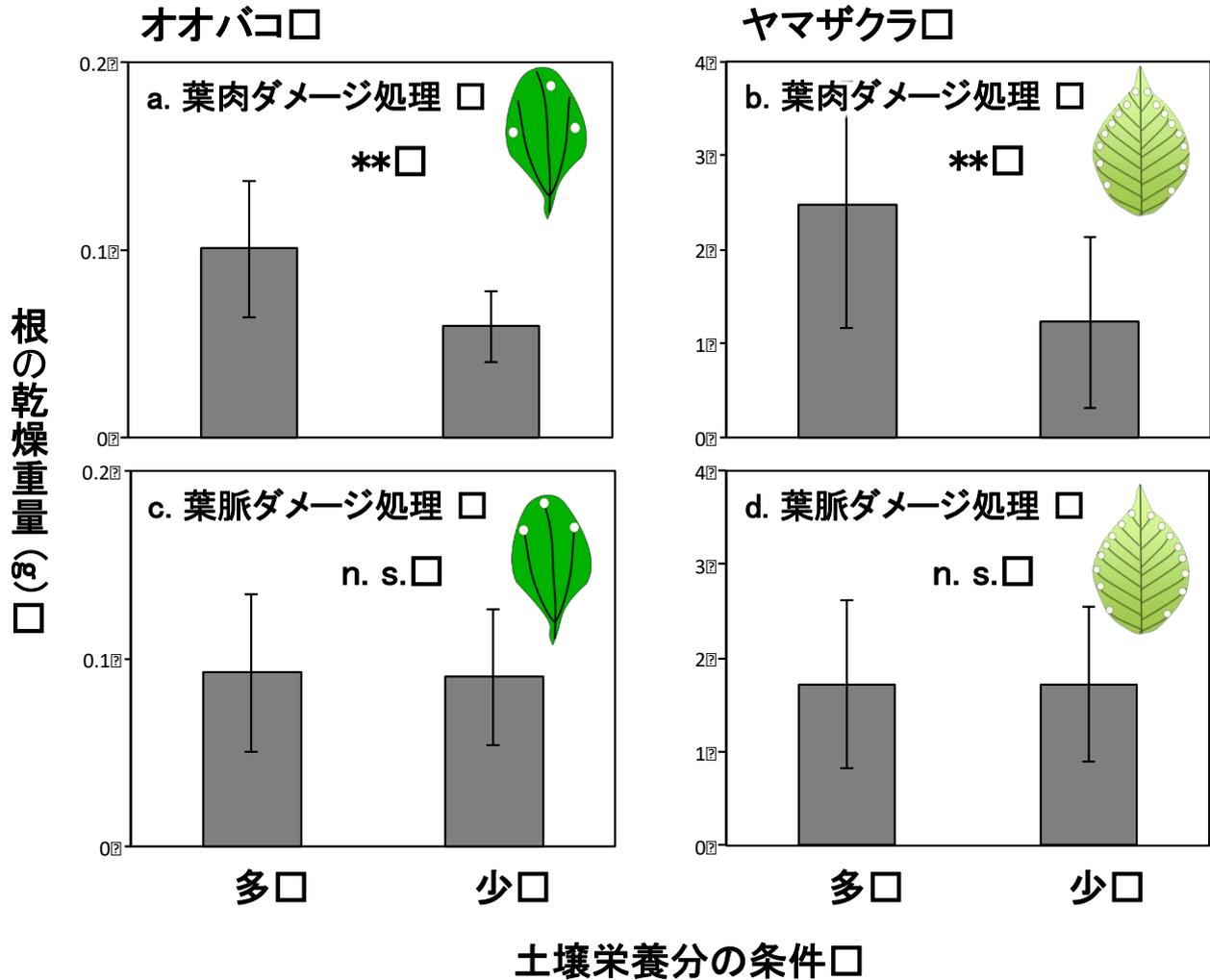


図2) 結果概要

これまでの植物の防御戦略に関する研究により、多くの植物種が古い葉に比べて新しい葉をより頑健に葉を食べる動物から護っていることが報告されてきました。また、多くの植物種では、葉脈は葉肉部分に比べて植食者による食害を物理的に阻害する効果を持つ毛が密生しています。本研究の結果は、このような植物の防御機構が植物の情報処理器官や情報伝達器官機能を効率的に護るよう進化してきた可能性も提示しています。

#### 今後の予定・期待

本研究では、植物体内の情報伝達および処理機構を考慮することで、異なる植物組織の損傷が植物の環境応答に及ぼす効果を予測することができました。植物の情報伝達・処理システムの側面から、動物と植物における食う一食われるの関係性を捉え直すことで、動物による食害が植物に与える様々な影響を正確に予測できるようになることが期待されます。



HIROSAKI  
UNIVERSITY

プレス発表資料  
PRESS RELEASE

【論文情報】

タイトル

「Damage to leaf veins suppresses root foraging precision.」

著者

Akira Yamawo, Haruna Ohsaki, James F Cahill.

掲載誌

American Journal of Botany

DOI: <https://doi.org/10.1002/ajb2.1338>