

ケイ酸質の葉毛は中型・大型土壌動物による葉の分解を抑制するのか —葉毛の新たな生態学的意義の解明に期待—

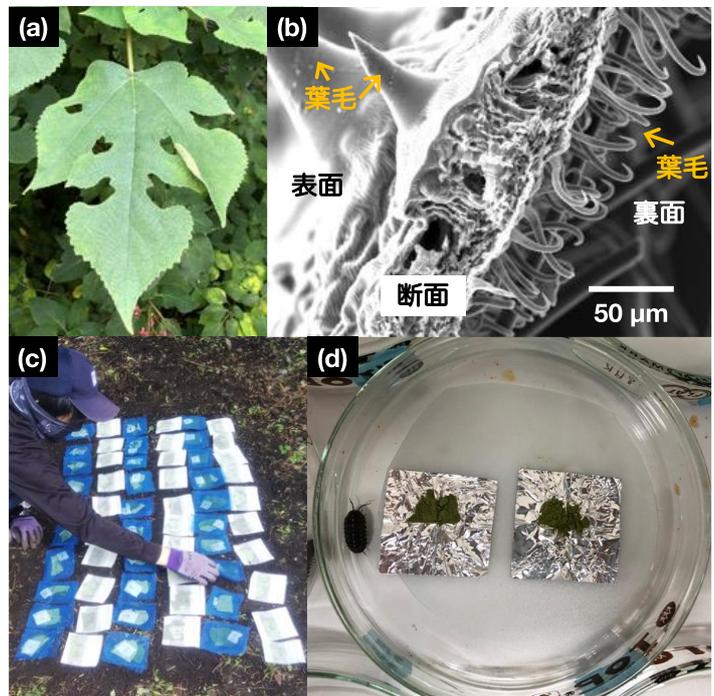
概要

京都大学生存圏研究所 中村亮介 ミッション専攻研究員（研究当時、現・京都大学大学院アジア・アフリカ地域研究研究科助教）、京都大学大学院農学研究科 甘田岳 博士課程学生（研究当時、現・国立研究開発法人海洋研究開発機構 ポストドクトラル研究員）、梶野浩史 同博士課程学生、京都大学大学院理学研究科 森里恵 研究員、金森主祥 同助教、同志社大学理工学部環境システム学科 長谷川元洋 教授らの研究グループは、葉毛の特徴が大きく異なるクワ科近縁の二樹種（ケイ酸質の葉毛を高密度で有するカジノキ *Broussonetia papyrifera* と葉毛をほとんどもたないヤマグワ *Morus australis*）を用いて研究を行い、ケイ酸質の葉毛が中型・大型土壌動物による葉の分解を抑制する可能性を実験的に明らかにしました。

葉毛は植物において広く見られる葉の形態学的な特徴の一つです。葉毛が植食者に対する防御機能を有することは知られていましたが、葉が地面に脱落した後の葉の分解におよぼす影響はこれまで明らかになっていませんでした。本研究では、葉毛が中型・大型土壌動物による葉の分解を抑制するという仮説を立て、検証を行いました。一連の実験結果は、カジノキのケイ酸質の葉毛が中型・大型土壌動物による葉の分解を抑制する可能性を支持しており、葉毛が葉の分解に大きな影響をおよぼしうることがわかりました。植物は多様な形態学的、化学的性質の葉毛を有しています。本研究は葉毛の特徴が異なるクワ科の二樹種を対象にしましたが、今後より多くの植物種を含めて検証を行い、生態系レベルでの分解における葉毛の意義の解明が期待されます。

本成果は、2021年11月19日に、国際学術誌「Plant and Soil」の特集号「Silicon at the root-soil interface」でオンライン掲載されました。

図：中型・大型土壌動物による分解に対する葉毛の効果を調べた実験の様子。(a) 本実験に用いたカジノキ (*Broussonetia papyrifera*)、(b) カジノキのケイ酸質の葉毛（裏面の葉毛密度が非常に高い）、(c) 異なるメッシュバッグを用いた分解試験、(d) オカダンゴムシ (*Armadillidium vulgare*) を用いたカフェテリア試験。



1. 背景

葉の分解に関連する要因の解明は、全球規模での炭素循環、生態系の栄養塩動態等を明らかにする上での重要な研究課題です。葉の分解を調べた先行研究から、葉の化学的性質の重要性が認識される一方、葉の形態学的な特徴である葉毛は葉の分解に影響をおよぼす要因としては考慮されてきませんでした。葉毛は植物において広く見られる葉の形態学的な特徴の一つで、葉毛が植食者に対する防御機能を有することは知られていました。そこで本研究では、葉毛が中型・大型土壤動物による葉の分解を抑制するという仮説を立て、検証を行いました。

2. 研究手法・成果

本仮説を検証するため、葉毛を高密度で有するカジノキ *B. papyrifera* と、葉毛をほとんどたないヤマグワ *M. australis* の葉を用いて実験を行いました。

初めに、二樹種の葉毛の特徴を走査電子顕微鏡で調べ、葉の化学的性質と合わせて、その特性をまとめました。葉の裏面において、カジノキはヤマグワと比較し、ケイ酸質の葉毛が約 150 倍もの高密度で存在していました (1650 vs. 11 mm⁻²)。化学的性質においては、カジノキはヤマグワよりも分解者にとって質の高い葉 (窒素などの栄養を多く含み、また一般的に分解しにくいリグニン等の物質の含有量が小さい葉) であることがわかりました。

次に、京都大学北白川試験地にて分解実験を行いました。分解実験とは、葉をメッシュでできた袋に入れ、野外の土壤環境に一定期間放置し、分解者による葉の減少率を測定する方法です。網目の大きさが異なるメッシュを使うことで、その組み合わせから対象とする大きさの分解者の影響を評価することができます。本分解実験では、二種類のメッシュ (細かいメッシュ: 微生物、小型土壤動物を対象とする 0.2 mm 以下の網目、粗いメッシュ: 上述した分解者に加えて中型・大型土壤動物を対象に含む 5 mm の網目) の袋を使用し、25 日後の葉の減少率に対する中型・大型土壤動物の影響を測定しました。実験結果では、細かいメッシュにおいて、カジノキとヤマグワの葉の減少率に有意な違いは見られませんでした。しかし、葉毛をほとんどたないヤマグワの葉において、粗いメッシュでは減少率が有意に増加した一方、ケイ酸質の葉毛を高密度で有するカジノキの葉では、粗いメッシュで減少率の増加が見られませんでした。この結果から、ケイ酸質の葉毛を高密度で有するカジノキの葉は、中型・大型土壤動物による分解の影響がほとんど受けていなかったことがわかりました。

本分解実験の結果は仮説を支持するものでしたが、これまでの実験結果からのみでは、葉毛以外の要因によって二種間の葉の減少率の違いが説明される可能性が排除できていませんでした。そこでさらに、京都大学北白川試験地で高い密度を示し、分解への影響が大きいと考えられるオカダンゴムシ (*Armadillidium vulgare*) を用いて、カフェテリア実験を行いました。カフェテリア実験とは、特定の試料を対象とする生物に与えることで、その生物の嗜好性を明らかにする試験です。本実験では、葉毛を含む葉の物理的性質の影響を排除した葉のパウダー状の試料をオカダンゴムシに与え、二樹種の葉の化学成分に対する嗜好性を調べました。実験結果では、ヤマグワのパウダー状の試料に対して、カジノキのパウダー状の試料はオカダンゴムシによって有意に多く消費されました。この結果から、ヤマグワの葉と比べ、ケイ酸質の葉毛を高密度で有するカジノキの葉は、中型・大型土壤動物によって化学的に食べられにくいわけではなさそうだということがわかりました。

一連の実験結果は、カジノキのケイ酸質の葉毛が中型・大型土壤動物による葉の分解を抑制する可能性を支持しており、葉毛が葉の分解に大きな影響をおよぼしうることがわかりました。

3. 波及効果、今後の予定

本研究は葉毛の特徴が異なるクワ科の二樹種を対象にしましたが、今後より多くの植物種を含めて検証を行い、生態系レベルでの分解における葉毛の意義の解明に発展することが期待されます。とくに熱帯地域の一部の森林においては有毛種が多く存在するとされており、そのような地域での実証的な研究が必要になります。

4. 研究プロジェクトについて

本研究は、京都大学生存圏研究所ミッション専攻研究員に対する研究助成を受けて行われました。

<研究者のコメント>

研究当時、葉に分解における葉毛の意義というのは、あくまで推測されているに過ぎませんでした。本研究は、葉毛が分解において重要な役割をもちうるという可能性を実験的に示した初めての成果になると思います。また、ケイ酸質の葉毛を対象とすることで、葉の分解におけるケイ素の意義についても、先行研究とは違った視点から言及することができました。当初、本研究の仮説は突拍子もない考えだとも思いましたが、様々な実験結果から葉毛の効果の可能性が支持された時には、生物が織りなす複雑な生態系の世界に改めて深く感動しました。(中村亮介)

<論文タイトルと著者>

タイトル：Silicious trichomes as a trait that may slow down leaf decomposition by soil meso- and macrofauna (ケイ酸質の葉毛が中型・大型土壤動物による葉の分解におよぼす影響)

著者：Ryosuke Nakamura, Gaku Amada, Hirofumi Kajino, Kei Morisato, Kazuyoshi Kanamori, Motohiro Hasegawa

掲載誌：Plant and Soil DOI：10.1007/s11104-021-05223-1