

PRESS RELEASE (2025/08/08)

クルミの葉から他の植物の生育を抑える新たな成分を発見

～環境に優しいバイオ除草剤の開発に期待～

ポイント

- ① 自然の環境を模倣したバイオアッセイ(※1)を確立し、オニグルミ(*Juglans mandshurica*)の葉より植物の生育を抑制する2Z-デカプレノールを発見
- ② 2Z-デカプレノールは植物の防御バランスを乱すことで他感作用を高める
- ③ 今後環境に優しい次世代型のバイオ除草剤(※2)としての利用に期待

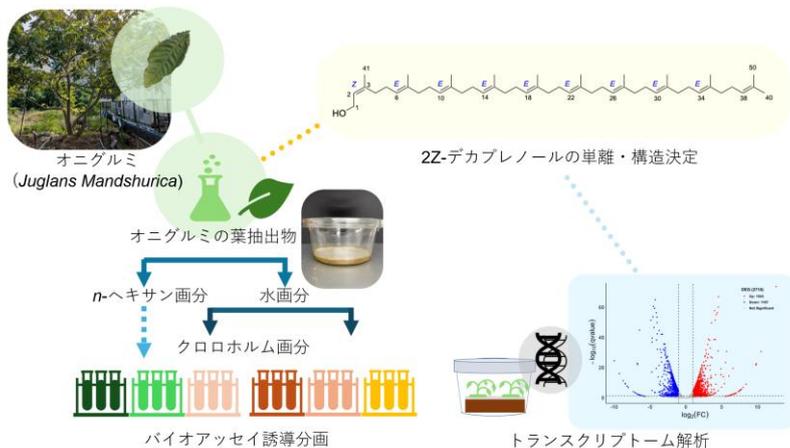
概要

アレロパシー（他感作用）は、ある植物が特定の化学物質を放出して周囲の植物の成長などに影響を及ぼす現象であり、生育を抑制するアレロケミカル(※3)は天然由来の除草剤の候補として注目されています。クルミ属の植物は強いアレロパシー活性を示すことが知られており、長い間その原因物質はジューグロン(※4)であると考えられてきました。

九州大学大学院薬学研究院の Poomraphie Nuntawong 助教、森元聡名誉教授、坂元政一准教授らの研究グループは、順天堂大学薬学部の宮本智文教授、チュラロンコン大学薬学部の Varalee Yodsurang 助教と共同で自然の環境を模倣した土壌ベースのバイオアッセイを確立し、オニグルミ (*Juglans mandshurica*) の新たなアレロケミカルとして 2Z-デカプレノールを発見しました。更に、2Z-デカプレノールが一部の防御応答系の経路（二次代謝産物の生合成や細胞壁修飾など）を活性化する一方で、ストレス応答系の経路（ジャスモン酸シグナル伝達や小胞体ストレス応答など）を抑制し、防御バランスを乱すことで標的植物に対する感受性を高めることを明らかにしました。

本研究成果は、植物間の化学的相互作用の理解を深めるだけでなく、環境に優しい次世代型のバイオ除草剤の開発に役立つことが期待されます。

本研究成果は、米化学会の学術誌「Journal of Agricultural and Food Chemistry」に2025年7月23日（水）にオンライン掲載されました。



本研究の概要図

研究者からひとこと：

今回確立した簡易なバイオアッセイは、クルミ以外の植物にも応用可能であるため、現在はより強力な活性を示すアレロケミカルの探索を進めています。本研究が、環境に優しいバイオ除草剤の普及、ひいては持続可能な農業の実現に貢献することを期待しています。

(坂元政一)

【研究の背景と経緯】

アレロパシーとは、植物から放出される化学物質が周囲の植物の成長などに影響を及ぼす現象です。これは連作障害や雑草による作物の生育抑制といった、比較的身近な場面でも見られます。この現象を引き起こす化学物質はアレロケミカルと呼ばれ、特に成長を抑制するタイプは、天然由来のバイオ除草剤の有望な供給源として注目されています。

クルミの木の周囲では雑草が育ちにくいことが古くから知られており、主要なアレロケミカルとしてジグロンが同定されています。アレロパシーの発現経路には複数ありますが、クルミの場合、落ち葉や植物体の残渣から放出される物質が直接作用している可能性が高いことに着目し、葉を模したろ紙を用いた土壌ベースのバイオアッセイ法を確立しました。この方法を、クルミ属のオニグルミ (*Juglans mandshurica*) に適用し、モデル植物(※5)であるタバコに対してアレロパシー活性を示す物質の探索を行いました。

【研究の内容と成果】

まず、確立したバイオアッセイを用いて、オニグルミの葉から抽出した n -ヘキサン画分が、タバコの幼植物の生育を強く抑制することを発見しました。興味深いことに、この画分は他と比べてジグロンの含有量が最も少なかったことから、今回の生育抑制活性はジグロンによるものではない可能性が示唆されました。そこで、バイオアッセイ誘導分画を6回にわたって行った結果、主要な活性成分の単離と構造決定に成功しました。本化合物は、イソプレノイド系の2Z-デカプレノールであり、オニグルミの葉に最大0.27% (w/w) 含まれていることが確認されました。この物質はこれまで見過ごされてきましたが、植物のバイオマスや根・茎の長さを著しく低下させる強い生理活性を持ち、根の巻き込みといった形態異常も引き起こすことが明らかになりました (図1)。

さらにこの化合物が植物に及ぼす影響を分子レベルで調べるため、モデル植物シロイヌナズナに対して2Z-デカプレノール処理を行い、RNA シークエンス(※6)によるトランスクリプトーム解析を実施しました。その結果、合計2,710の遺伝子が発現変動を示し(1,543が発現上昇、1,167が発現低下)、上昇遺伝子は二次代謝産物の生合成や細胞壁修飾など防御応答系の経路に富んでいました。一方、ジャスモン酸シグナル伝達経路や小胞体内のタンパク質プロセッシングなどの主要なストレス応答経路は大きく抑制されていました。このような二重の制御パターンは、2Z-デカプレノールが一部の防御反応を活性化させる一方で、他の重要な防御反応を抑制することで、標的植物の脆弱性を高めていることを示唆しています (図2)。

本研究では、オニグルミの葉から新たなアレロケミカルとして2Z-デカプレノールを発見し、植物における独自のトランスクリプトーム応答を明らかにしました。本成果は、植物間の化学的相互作用の理解を深めるとともに、合成化学物質への依存を減らす、次世代の環境調和型バイオ除草剤の開発に向けた重要な基盤となるものです。

【今後の展開】

これまでに、オニグルミのアレロケミカルとしてジグロンが報告されています [Am. J. Bot., 15(1928)620]。しかし、ジグロンは土壌中で微生物による分解や土壌成分への吸着によって不活性化されるため、実際にはアレロケミカルとして機能しない可能性が指摘されており、その真偽については初報以来、長年にわたり議論が続いてきました。

本研究では、土壌表層における落葉由来のアレロパシーを再現するバイオアッセイ法を確立し、それにより、従来見逃されてきた新たなアレロケミカルの発見につながりました。今後はこのアッセイ系を他の植物にも応用することで、多様なアレロケミカルの探索を進め、環境に優しいバイオ除草剤の開発へとつなげていくことを目指します。

【参考図】

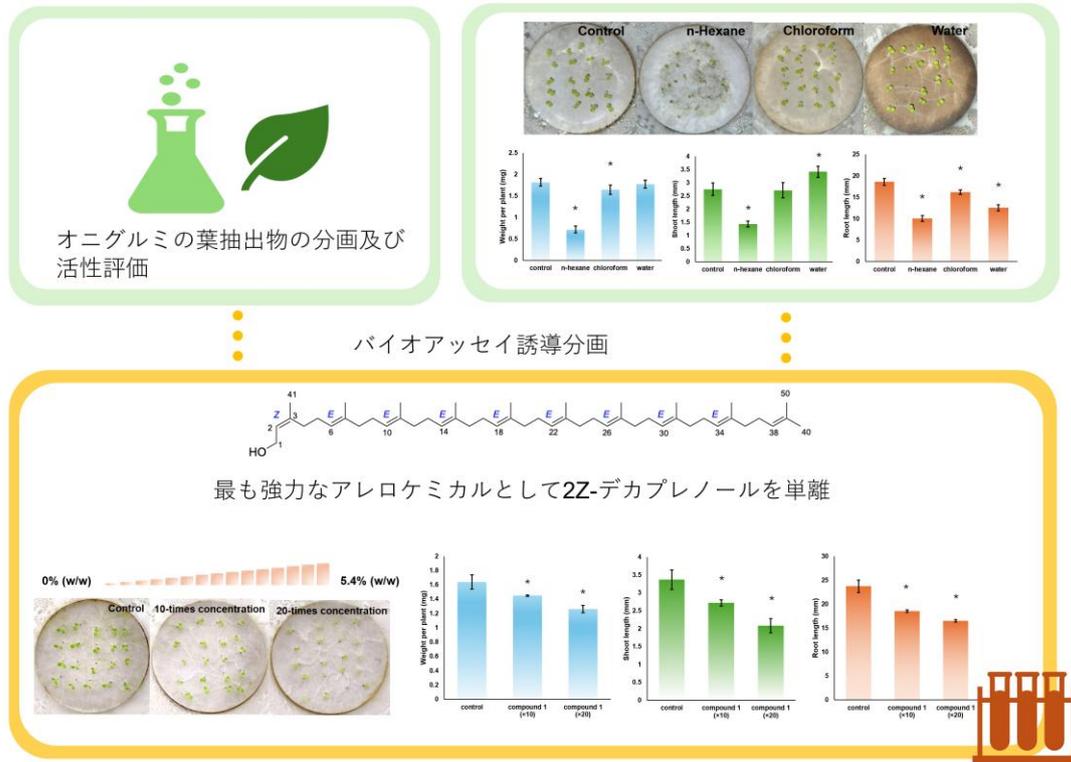


図1 バイオアッセイ誘導分画による2Z-デカプレノールの単離・構造決定

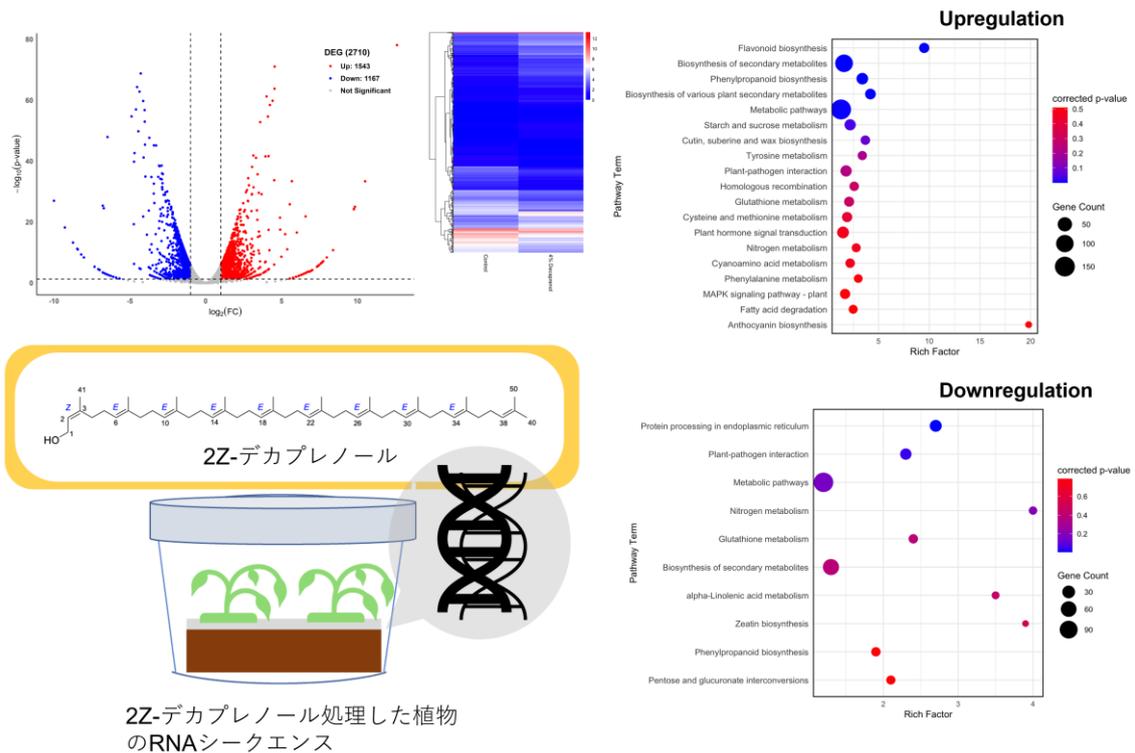


図2 2Z-デカプレノール処理した植物のトランスクリプトーム解析

【用語解説】

(※1) バイオアッセイ

生物(動植物や微生物)を利用し、ある物質の効果や毒性などを測定・評価する方法である。本研究では、植物の生育を抑制する画分を追い、2Z-デカプレノールを発見した。

(※2) バイオ除草剤

天然に存在する微生物や植物由来の化学物質などを利用して、雑草の生育を制御する除草剤のことで、化学合成された農薬などと異なり、環境に優しく、土壌や水中で分解されやすいため、持続可能な管理方法として注目されている。

(※3) アレロケミカル

植物が生成・分泌し、他の植物などの成長や発芽などに影響を与える化学物質。植物間のみならず、微生物や昆虫にも影響を与える場合がある。

(※4) ジュグロン

クルミ科の植物から単離された 1, 4-ナフトキノン骨格を持つ天然化合物であり、アレロパシー活性を有し、周囲の植物の成長を抑制する作用が古くから知られている。

(※5) モデル植物

生物学や遺伝学の研究で代表的に使われる植物種。研究の基礎データが豊富で、実験の効率が良く研究に適しているため、植物の基本的な仕組みや遺伝子の働きを理解するための「標準的な材料」として使われる。

(※6) RNA シークエンス

細胞内の RNA を高精度に解析し、遺伝子の発現量やスプライシングの違い、新規転写産物を明らかにする技術である。次世代シーケンサーを用い、病気や環境変化による遺伝子発現の変動も解析可能である。近年は単一細胞レベルでの解析も行われ、多くの研究分野で利用されている。

【論文情報】

掲載誌：Journal of Agricultural and Food Chemistry

タイトル：Allelochemical from leaves of *Juglans mandshurica* Maxim. and its transcriptomic effects in plants

著者名：Poomraphie Nuntawong, Kosei Ando, Tomofumi Miyamoto, Keisuke Matsuura, Thi Huynh Anh Huynh, Varalee Yodsurang, Satoshi Morimoto, Seiichi Sakamoto

D O I : 10.1021/acs.jafc.5c08261

【お問合せ先】

<研究に関すること>

九州大学大学院薬学研究院 准教授 坂元政一（サカモトセイイチ）

TEL：092-642-6581 FAX：092-642-6581

Mail：s.sakamoto@phar.kyushu-u.ac.jp

<報道に関すること>

九州大学 広報課

TEL：092-802-2130 FAX：092-802-2139

Mail：koho@jimu.kyushu-u.ac.jp