

【本件リリース先】

文部科学記者会、科学記者会、
広島大学関係報道機関



広島大学

NEWS RELEASE

広島大学広報室
〒739-8511 東広島市鏡山 1-3-2
TEL : 082-424-3749 FAX : 082-424-6040
E-mail: koho@office.hiroshima-u.ac.jp

令和5年8月21日



成長制御において相反する作用を示す2つの植物ホルモンによる成長制御機構が明らかに

論文掲載

【本研究成果のポイント】

- ・ジベレリン（GA）は植物の成長を促進し、ジャスモン酸（JA）は、植物が虫や病原体からの攻撃に晒されると合成され、防御応答を促進する植物ホルモンとして知られている。2つの植物ホルモンは、成長制御において拮抗したはたらきをするが、その詳細は明らかになっていませんでした。
- ・JAを与えた植物では、GA生合成が抑制され、さらに、活性型GAが不活性化されることで、植物の成長が抑制されることを明らかにしました。
- ・GA内生量が低下すると、植物はフィードバック制御によりGA量を元に戻そうとしますが、JAはmiRNAの合成を介してフィードバック制御を阻害することで効率的にGA量を低下させることを明らかにしました。

【概要】

広島大学大学院統合生命科学研究科基礎生物学プログラムの深澤壽太郎助教、高橋陽介教授、瀬尾光範教授（当時・理化学研究所、現・琉球大学）からなる研究グループは、外敵からの攻撃時に植物が生産する植物ホルモン・ジャスモン酸が、植物の成長ホルモン・ジベレリンの生合成を抑制し、不活性化を促進、さらには、フィードバック制御を阻害することで効率的に植物の成長を抑制することを明らかにしました。植物の防御応答と成長抑制はトレードオフの関係にありますが、近い将来、病害応答にも強く、成長も阻害されないような植物の創出の基盤になる可能性があります。

本研究成果は、2023年8月11日（日本時間）、Plant Physiology 誌に Advance Article としてオンライン掲載されました。

【背景】

ジベレリン（GA）は、植物の発芽、伸長成長、花成、花芽形成を促進する植物ホルモンです。GAは、植物体内で6段階の酵素反応を経て、活性型GAが合成されます。GA内生量は、厳密に制御されており、GA量が低下するとフィードバック制御により生合成遺伝子の発現量を増加させ、元に戻そうとします。一方、ジャスモン酸（JA）は、外敵ストレス時に合成される植物ホルモンで、植物の成長を止め防御応答を促進します。GAとJAは、植物の成長において拮抗的なはたらきをしますが、JAによるGA内生量制御機構についての詳細は明らかになっていませんでした。

【研究成果の内容】

本研究では、GA 信号伝達の抑制因子である DELLA タンパク質が、GA 量低下時核に蓄積しますが、JA 処理時にも核に蓄積することを発見しました(図 1)。さらに、JA 処理により蓄積した DELLA タンパク質は、GA 依存的に分解されることから、JA 処理した植物体では、GA 内生量が低下する可能性が考えられました。そこで、GA 内生量を定量すると JA 処理した植物では、活性型 GA の量が低下していることが明らかとなりました。活性型 GA 量の低下の原因を探る為、GA 生合成酵素遺伝子や GA 不活性化酵素遺伝子の発現量を調べた結果、JA 処理により複数の GA 生合成酵素遺伝子の発現量が低下しており、また、GA 不活性化酵素遺伝子 *GA2ox* の発現量は増加していました。一方、JA 処理した植物では、活性型 GA の量が低下するため、GA フィードバック制御により GA 生合成遺伝子 *GA3ox1* の発現量は増加すると思われましたが、実際にはむしろ減少していました。この結果より、JA は *GA3ox1* の mRNA の分解を促進している可能性が考えられました。本研究において、JA によって発現が誘導される新奇 miRNA を発見し、この miRNA が積極的に *GA3ox1* の mRNA を分解することで、JA 処理した植物では、活性型 GA 量が低下するにも関わらず、フィードバック制御が阻害されることを明らかにしました。(図 2)。

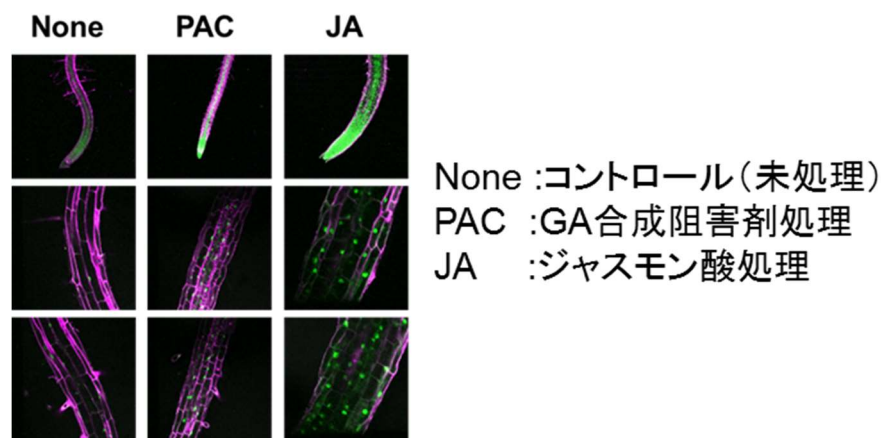


図 1 DELLA-GFP (蛍光タンパク質) 融合タンパク質を発現する根の蛍光観察。GA 合成阻害剤 PAC 処理と同様に、JA 処理によっても DELLA タンパク質が蓄積する。

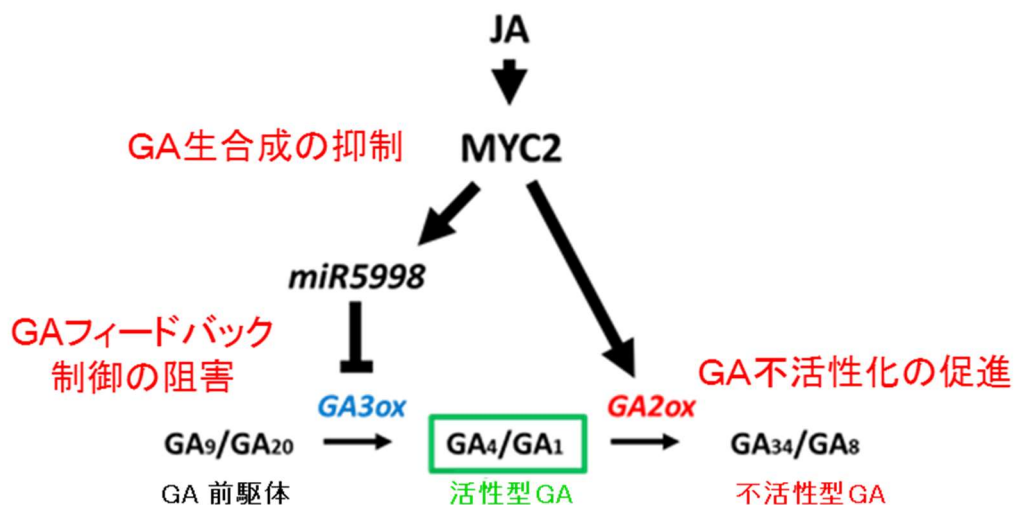


図 2 JA による 3 段階の GA 内生量調節のモデル図

虫や、病原体などのストレスを受けた植物は JA を合成し防御応答を引き起こすが、同時に植物の成長は抑制される。この時、JA は、GA 生合成遺伝子の発現を抑制し、かつ GA 不活性化酵素遺伝子の発現を増加させることで GA 内生量を低下させることを見出した。さらに、JA 誘導性の miRNA が GA 量低下時の GA フィードバック制

御による GA 生合成遺伝子 *GA3ox1* の発現量増加を阻害する。JA 信号伝達のマスター転写因子 *MYC2* によって GA 不活性化酵素遺伝子 *GA2ox* と *miRNA5998* の発現は制御される。JA は、GA 生合成の抑制、活性型 GA の不活性化の促進、フィードバック制御の阻害の 3 段階で、効果的に GA 内生量を低下させる。

【今後の展開】

本研究により、植物が外敵からのストレス応答時に合成する JA が、いかにして GA 内生量を制御し植物の成長を阻害するのかの一端が明らかとなりました。DELLA タンパク質は、多くの信号伝達因子と相互作用することで、成長を抑制することが知られています。GA は、DELLA タンパク質の分解を促進することや、DELLA を介した JA の信号伝達とのクロストークが報告されており、植物の防御応答と成長はトレードオフの関係にあります。詳細なメカニズムを明らかにすることによって、病害に強く、成長が抑制されないような植物の生育システムの構築につながることを期待されます。

【論文情報】

タイトル：Jasmonate inhibits plant growth and reduces gibberellin levels via *microRNA5998* and transcription factor *MYC2* in *Arabidopsis*

著者：深澤 壽太郎（広島大学大学院統合生命科学研究科、筆頭著者、責任著者）

森 和也（広島大学大学院統合生命科学研究科・博士課程前期修了）

安藤 広記（広島大学大学院統合生命科学研究科・博士後期課程 1 年）

森 亮太（広島大学大学院統合生命科学研究科・博士課程前期修了）

菅野 裕理（理化学研究所）

瀬尾 光範（理化学研究所、現・琉球大学）

高橋 陽介（広島大学大学院統合生命科学研究科）

掲載誌：Plant Physiology

DOI: 10.1093/plphys/kiad453

【用語解説】

※1 転写因子：遺伝子の転写やその調節に関わるタンパク質群

※2 ジベレリン (GA)：植物の発芽、伸長成長、花成などを促進する植物ホルモン。黒澤英一により馬鹿苗病を引き起こす病原菌がつくる病因物質として発見され、藪田貞次郎により単離、命名された。種無しぶどうの作製にも使用される植物ホルモン

※3 ジャスモン酸 (JA)：食害などのストレスに晒されると植物体内で合成される植物ホルモン、植物の成長を抑制するが、代わりに防御応答を促進する。

※4 DELLA タンパク質：ジベレリン信号伝達の抑制因子。ジベレリン存在下では速やかに分解される。

※5 miRNA：microRNA、多段階の生成過程を経て合成される 20~25 塩基長の RNA、相同性の高い mRNA を標的とし分解を促進する。

【研究サポート】

本研究は、以下のサポートを受けて実施されました。

科学研究費補助金：20K06688、23K05818、住友財団基礎科学研究助成、内藤記念科学奨励金・研究助成

【お問い合わせ先】

大学院統合生命科学研究科 基礎生物学プログラム 植物生理化学研究室

深澤 壽太郎

Tel : 082-424-7454

E-mail : jutarouf@hiroshima-u.ac.jp

発信枚数 : A 4 版 4 枚 (本票含む)

