



2025 年 5 月 28 日

大阪公立大学

## 病気に強くても老けやすい？ 植物の葉の老化を促す新因子を発見

### <概要>

植物の細胞骨格を構成する重要な構造の一種であるアクチン繊維<sup>\*1</sup>は、細胞形状の維持や細胞分裂の制御など、さまざまな細胞活動に関わっており、アクチン脱重合因子（ADF<sup>\*2</sup>）と呼ばれるタンパク質によって、構造や運動を制御されています。

大阪公立大学大学院農学研究科の松本 朋子大学院生（博士後期課程3年）、稲田 のりこ教授、大学院理学研究科の小林 康一教授の研究グループはこれまでの研究で、ADF 遺伝子が欠損したシロイヌナズナでは、植物の葉や茎に白い粉状のカビが発生する病気で、大麦や小麦、ブドウによく感染することが知られている“うどんこ病”への抵抗力が高まることを明らかにしていました。本研究では、これらの ADF 遺伝子が欠損したシロイヌナズナ（ADF 欠損変異体）の葉では、遺伝子変異がないシロイヌナズナ（野生型）の葉よりも早く黄化することに着目（図1）。ADF 欠損変異体と野生型で葉の老化具合にどの程度差があるのかを、葉に含まれるクロロフィル<sup>\*3</sup>量や遺伝子発現などから分析しました。その結果、ADF 欠損変異体では、野生型よりも早くクロロフィル量が低下し始め、葉の老化に伴って上昇する遺伝子の発現量が、野生型よりも早く上昇することが分かりました。この結果は、ADF が葉の老化を制御する新たな因子であることを示しており、ADF がもつ機能を解明することで、作物の収量や農業の持続可能性向上にも繋がることが期待されます。

本研究成果は、2025 年 5 月 30 日（金）に国際学術誌「Plant & Cell Physiology」のオンライン速報版に掲載されました。



図1 播種後49日間育てた野生型のシロイヌナズナと ADF 欠損変異体の葉を並べた写真。

左が最も古い葉で、右が最も若い葉。野生型の葉では全ての葉が緑色をしているが、ADF 欠損変異体では左の古い葉はすでに枯死しており、それ以降の葉も黄化が進んでいる。枯死、黄化部分を白矢印で示す。

植物の老化は作物の収量に関わる重要なテーマです。本研究では、細胞骨格タンパク質が葉の老化を制御することを明らかにしました。先生方と議論を重ねる中で、自身の発見が形になっていく過程に大きな達成感がありました。今後も基礎研究を通じて植物生理機構の理解を深め、持続可能な農業への貢献を目指します。



松本 朋子大学院生

## <研究の背景>

陸上植物の葉は、成長を終えた後、葉に含まれるクロロフィルやタンパク質が分解されて黄化し、最終的には枯死します。この一連の過程は「葉の老化」と呼ばれます。老化は、葉に含まれる栄養分を若い器官や生殖器官へと移行させることで植物個体の成長を促進し、種子を育てる重要な過程であるため、その仕組みについては古くから研究されてきました。

本研究グループでは、アクチン繊維の構造や動態を制御し、細胞の形や細胞内の物質輸送を制御している因子、アクチン脱重合因子 (ACTIN DEPOLYMERIZING FACTOR、ADF) に着目して研究を進めており、*ADF* 欠損株ではうどんこ病など病原体への抵抗性亢進を示すことや、植物の大きさそのものが大きくなることを、モデル植物であるシロイヌナズナを用いて明らかにしてきました。

## <研究の内容>

本研究では、*ADF* 遺伝子が欠損しているシロイヌナズナ変異体の葉が、野生型植物の葉よりも早く黄化するという観察結果に基づき、葉に含まれるクロロフィル量や遺伝子発現など、葉の老化の指標について調べました。その結果、*ADF* 欠損変異体では、葉が完全に展開したあと、野生型よりも早い時期にクロロフィル量が低下し始めること、葉の老化に伴って上昇することが知られている遺伝子の発現が、野生型よりも早い時期に上昇することが明らかになり、*ADF* の欠損が葉の老化を促進させること、つまり、*ADF* が葉の老化を制御する因子であることがわかりました。*ADF* は細胞内でアクチン繊維の構造を制御しており、アクチン繊維は、細胞質、特に細胞の表層で主に働いています。一方、本研究グループでは、糸状菌病原体への応答において、*ADF* は細胞核の中で働くことを明らかにしています。本研究では、葉の老化制御においても同様に、細胞核内における *ADF* の機能が重要であることが示されました。

## <期待される効果・今後の展開>

本成果は、葉の老化の制御機構を理解する上で重要な手がかりとなるもので、植物全体の成長や種子の形成に重要な役割を果たす葉の老化の制御について、新たな知見を提供するものです。さらに、これまで細胞質での働きしか注目されていなかった、アクチン繊維と *ADF* の新たな機能を明らかにする基盤となるもので、生物の基本単位である細胞の仕組みを理解する上で重要な成果であると言えます。

*ADF* は葉の老化以外にも、病害応答や植物成長の制御に関わる因子であるため、今後は *ADF* の機能を詳細に明らかにすることによって、作物の収量向上、農業生産の持続可能性向上に繋がることが期待されます。

## <資金情報>

本研究の一部は、公益財団法人大隅基礎科学創成財団 (第7期研究助成・一般)、NOVARTIS、山田科学財団、笹川科学研究助成、JST SPRING (JPMJSP2139)、および JSPS 科研費 (24K09518、22H05076) の助成を受けて実施されました。

## <用語解説>

※1 アクチン繊維…真核生物の細胞内部に形成される、細胞骨格と呼ばれる繊維状構造。細胞内の物質の輸送や、細胞の形の維持などに働く。

※2 Actin Depolymerizing Factors (ADF) …アクチン繊維の構造制御に働くタンパク質。

※3 クロロフィル…植物に含まれる緑色の色素で、光合成に必要な光を集める働きをする。

<掲載誌情報>

【発表雑誌】 Plant & Cell Physiology

【論文名】 *Arabidopsis thaliana* ACTIN DEPOLYMERIZING FACTORs play a role in leaf senescence regulation

【著者】 Tomoko Matsumoto, Koichi Kobayashi, Noriko Inada

【掲載 URL】 <https://doi.org/10.1093/pcp/pcaf027>

【研究内容に関する問い合わせ先】

大阪公立大学大学院農学研究科

教授 稲田 のりこ (い나다 のりこ)

TEL : 072-254-9463

E-mail : [norikoinada@omu.ac.jp](mailto:norikoinada@omu.ac.jp)

【報道に関する問い合わせ先】

大阪公立大学 広報課

担当：竹内

TEL : 06-6967-1834

E-mail : [koho-list@ml.omu.ac.jp](mailto:koho-list@ml.omu.ac.jp)