

2021年6月 17日

報道関係者各位

国立大学法人 奈良先端科学技術大学院大学

植物はDNAに傷が入った時、柔軟に対処する独自のしくみを持っている ～2種の植物ホルモンを使い分けて統御する機構を解明 環境ストレスに強い農作物の作出に期待～

【概要】

奈良先端科学技術大学院大学（学長：塩崎一裕）先端科学技術研究科バイオサイエンス領域植物成長制御研究室の梅田正明教授、高橋直紀助教らは、植物のDNAが傷ついた時に、サイトカイニン、オーキシシンという生理作用を調節する2種の植物ホルモンの作用を変化させることで、DNA損傷ストレスに臨機応変に対処する植物独自のしくみを世界に先駆けて突き止めました。この成果は、環境ストレスに強い農作物の作出などの技術開発につながることで期待されます。

植物のDNAが損傷を受けると、モデル植物のシロイヌナズナの根では、細胞分裂の停止や幹細胞の細胞死、細胞分裂から次の段階であるDNA倍加への早期な移行など事態の推移に即した適切な応答を積極的に引き起こすことで、DNA損傷に対処していることが知られていました。しかし、これらの応答をどのように統御することで、植物がDNA損傷を克服しているのかという機構についてはわかっていませんでした。

今回、梅田教授らは、DNA損傷を受けると、根の先端で植物ホルモンの一つであるサイトカイニンの量が増えることを突き止めました。そして、サイトカイニンの増加は、細胞分裂からDNA倍加への移行を促進するとともに、別の植物ホルモンであるオーキシシンの作用を弱めることで、細胞分裂の停止や幹細胞での細胞死の誘導にも関与していることを発見しました。本研究では、植物が2つの植物ホルモンを巧みに利用することでDNA損傷を受けた時の様々な応答を統御するという植物独自の環境応答機構の存在を裏付けました。

また、サイトカイニンを生合成できないシロイヌナズナの変異体では、DNA損傷ストレスに対して強くなり、根の成長が抑制されることなく、伸び続けました。そのことから、本研究の成果は、植物ホルモンの量を操作することで、環境変動に対して頑強な農作物の作出に向けた新たな戦略を見出すことができるものと期待されます。

この研究成果は、2021年6月16日（水）14時（EST）付けで「Science Advances」オンラインサイトに掲載されました（プレス解禁日時：日本時間2021年6月17日（木）4時）。

つきましては、関係資料を配布するとともに、下記のとおり記者発表を行いますので、是非ともご出席くださいますよう、お願い申し上げます。

記

<日時>2021年6月15日（火）14時00分～（1時間程度）

<場所>オンライン（現地では開催しません。）

参加希望がございましたら、企画総務課渉外企画係（s-kikaku@ad.naist.jp）までご連絡願います。おって、URL等をお知らせいたします。

<説明者>

奈良先端科学技術大学院大学 バイオサイエンス領域 植物成長制御研究室 高橋直紀助教

【ご連絡事項】

(1) 本件につきましては、奈良先端科学技術大学院大学から奈良県文化教育記者クラブをメインとし、学研都市記者クラブ、大阪科学・大学記者クラブへ同時にご連絡しております。

(2) 取材希望がございましたら、恐れ入りますが下記までご連絡願います。

(3) プレスリリースに関する問い合わせ先

奈良先端科学技術大学院大学 先端科学技術研究科 バイオサイエンス領域 植物成長制御研究室
助教 高橋直紀 TEL : 0743-72-5592 E-mail : naoki@bs.naist.jp

【解説】

植物は環境ストレスにさらされると、一時的に成長を抑制することでストレスへの対処を優先させます。環境ストレスについては、高温や高濃度の塩などにさらされて発生する活性酸素のほか、土壌中に含まれるアルミニウムやホウ素、紫外線や病原菌の感染などがあり、それらの要因により植物細胞内のDNAが損傷を受けることが知られています。

モデル植物であるシロイヌナズナの根は、先端部分に根端分裂組織と呼ばれる細胞増殖を行う組織を持っており、大本の幹細胞から生み出された細胞が、その組織で盛んに細胞分裂を行なっています。そして、根端分裂組織から出て分裂が停止すると、その細胞内のDNA数を倍加（DNA倍加）することにより細胞を肥大化させます。

これまでの研究で、シロイヌナズナがDNA損傷を受けると、根では根端分裂組織での細胞分裂が停止するとともに、幹細胞での細胞死が生じ、細胞分裂からDNA倍加への早期な移行といった応答を起こすことで、DNA損傷に対処していることが知られていました。そして、これら様々な応答は、DNAの修復や幹細胞の維持など、根が持続的に成長するために重要であることが明らかにされてきました。しかし、DNA損傷に応答した、根でのこれら様々な応答がどのように統御されることで、DNA損傷を克服しているのかは今までわかっていませんでした。

梅田教授らは、シロイヌナズナがDNA損傷を受けると、サイトカニンという生理作用を調節する植物ホルモンの生合成が活性化され、根端でサイトカニンが蓄積することを発見しました。そして、DNA損傷を受けると、野生型植物は根の伸びが遅くなり、やがて止まってしまいますが、サイトカニンの生合成の機能を失ったシロイヌナズナの変異体では根の伸長抑制が起こらずに、伸長し続けることを明らかにしました（図1）。

また、サイトカニンの蓄積は、DNA倍加への移行を促進するとともに、別の植物ホルモンであるオーキシンのシグナル（情報伝達）を弱めることにより、根端分裂組織での細胞分裂を停止させることを発見しました。さらに、DNA損傷による幹細胞での細胞死にもオーキシンシグナルの低下が関係していることも明らかにしました（図2）。本研究では、植物は二つの植物ホルモンを組み合わせることで、DNA損傷を受けた時の根での様々な応答を統御する植物独自の環境応答機構を解明しました。

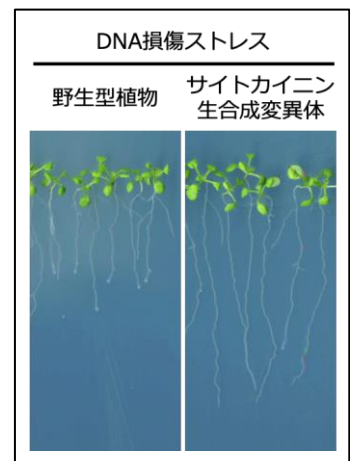


図1 DNA 損傷処理したシロイヌナズナの根の伸長。

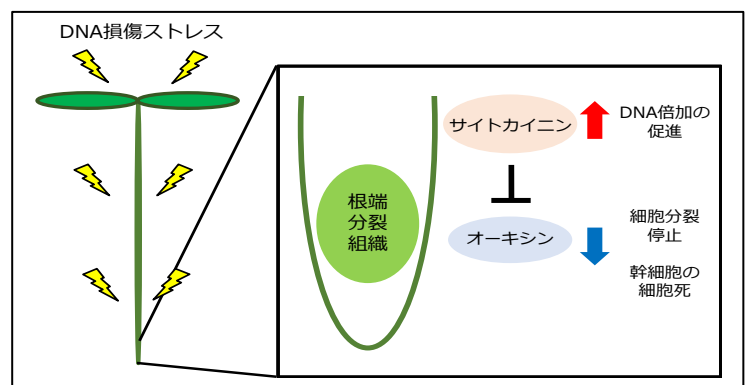


図2 サイトカニンとオーキシンがDNA 損傷ストレスに応答した根での様々な応答を統御する。

【今後の展開】

植物のDNAは通常の生育過程だけでなく、様々な環境要因によっても常に損傷を受けることが知られています。本研究により、DNAが傷ついた時の根での様々な応答に、植物ホルモンのサイトカイニンとオーキシンが関わっていることが明らかになったことから、これら植物ホルモンの量を操作して根の成長を人為的にコントロールすることで、ストレス環境下でも植物全体の成長を自在に制御することが可能になることが期待されます。それにより、農作物の収量増加や植物バイオマスの増産をもたらす技術開発につながることを考えられます。そして、環境変動に対して頑強な農作物が作出できれば、食料・環境問題の解決に向けた新たな戦略を見出すことができると期待されます。

【用語解説】

● 植物ホルモン

サイトカイニン、オーキシンなどがある。サイトカイニンやオーキシンは受容体に感知され、そのシグナルが転写因子に伝達されることで、様々な遺伝子の発現を制御する。シロイヌナズナの根端ではサイトカイニンとオーキシンは拮抗的に働くことで、根の伸長を調節する。

● DNA 損傷

DNA 損傷は通常の成長活動の中でも絶えず起きている。さらに、紫外線、放射線、活性酸素、病原菌感染、重金属などによっても、植物はDNAに損傷を受けることが知られている。

● DNA 倍加

細胞が分裂せずに、一つの細胞内で染色体が複製を繰り返す現象で、核DNAが倍々に増える。被子植物の約70%でDNA倍加が起きることが知られている。そして、DNA倍加は細胞の成長(肥大化)をもたらす。

【論文情報】

雑誌名 : Science Advances

論文タイトル : Alternations in hormonal signals spatially coordinate distinct responses to DNA double-strand breaks in *Arabidopsis* roots

著者 : Naoki Takahashi, Soichi Inagaki, Kohei Nishimura, Hitoshi Sakakibara, Ioanna Antoniadis, Michal Karady, Karin Ljung, Masaaki Umeda

【共同研究者】

Umeå Plant Science Center

Karin Ljung 教授

名古屋大学大学院生命農学研究科

榑原 均 教授

【お問い合わせ先】

<研究に関すること>

奈良先端科学技術大学院大学 先端科学技術研究科 バイオサイエンス領域 植物成長制御研究室
教授 梅田正明

TEL : 0743-72-5592 携帯番号 : 090-2455-0428 FAX : 0743-72-5599 E-mail : mumeda@bs.naist.jp

研究室ホームページ : <https://bsw3.naist.jp/umeda/>

<報道に関すること>

奈良先端科学技術大学院大学 企画総務課 渉外企画係

TEL : 0743-72-5063 FAX : 0743-72-5011 E-mail : s-kikaku@ad.naist.jp