

植物の姿勢を決めるしくみの解明

～ まっすぐになろうとする力 ～

概要

植物の器官が光や重力などの環境の変化に応じて屈曲することは古くから知られています。しかし刻々と変化する環境条件下にあって、植物がどのようにしてまっすぐな姿勢を維持しているのかは分かりませんでした。今回の研究から、植物は器官をまっすぐに保つ機構をもっており、これがブレーキの役割を果たすことにより、素早く最適な姿勢をとることが分かりました。例えば、地上に倒れてしまった植物は茎を曲げて起き上がりますが、その際に、植物は曲がったことを感知して、曲がろうとする茎をまっすぐに戻そうとブレーキをかけていることが明らかになりました。この立役者は、茎の中でもとりわけ長い繊維細胞で、この細胞の中に発達しているアクチン-ミオシン細胞骨格が茎の曲がりを感じてブレーキをかけていると考えられます。このブレーキは、植物が環境変化に振り回されずに常に凜とした姿勢を保つために獲得してきたしくみといえるかもしれません。

1. 背景

植物は自ら移動することはできませんが、光や重力などの環境が変化すると生育に有利な条件を求めて器官を屈曲させます。この屈曲反応については多くの研究がなされてきました。しかし、その一方で、植物がまっすぐに伸びる性質については、1880年のダーウィンの著書の中にも登場するものの、まっすぐに伸びるしくみやその意義は135年間謎のままでした。

2. 研究手法・成果

私たちは、ミオシンモータータンパク質（ミオシン XI-f と XI-k）やアクチンタンパク質が壊れたシロイヌナズナ変異体では、茎やサヤがグニャグニャに曲がってしまうことを見いだしました（図1）。これらの変異体は、光や重力の刺激に対して過剰に応答します（図2）。また、光と重力の刺激をなくした状態（暗所かつ疑似微重力状態）では、野生型植物の茎はまっすぐに伸びますが、ミオシン変異体の茎は曲がり続けてループ状に変形します（図3）。これらの発見から、植物は、器官をまっすぐに伸ばすためのアクチン-ミオシン主導のブレーキを働かせていることが分かりました。さらに、ミオシン XI-f が茎の繊維細胞のみに存在していたことから、このブレーキの鍵は繊維細胞が握っていることが判明しました。周囲の細胞に比べてとりわけ長いという特徴をもつ繊維細胞は、長く発達したアクチンレールの束をもっていました。この長いアクチン束が屈曲センサーとして植物の姿勢を監視し、環境変化による曲がりやブレーキのバランスをとることによって、植物は体の姿勢を最適に保っていると考えています。

3. 今後の展望

植物はさまざまな環境刺激を受けながら成長します。大きな環境変化に対しては植物を曲げることによって対応する必要がありますが、微弱な環境変化にまで振り回されるのは、植物にとって無駄なコストがかかります。そのような状況を避けるために、植物はこのようなブレーキシステムを獲得したと考えられます。今後、ブレーキシステムのしくみをより詳細に解析することによって、環境変化の中をたくましく生き抜いている植物の知恵が明らかになるものと期待できます。

<論文タイトルと著者>

Regulation of organ straightening and plant posture by an actin–myosin XI cytoskeleton

Keishi Okamoto*, Haruko Ueda*, Tomoo Shimada, Kentaro Tamura, Takehide Kato, Masao Tasaka, Miyo Terao Morita and Ikuko Hara-Nishimura

*印の2名はこの研究で同等の貢献をした

<用語解説>

ミオシン：モータタンパク質として動物・植物に広く存在している。ミオシン XI-f と XI-k は植物固有のミオシンモータである。

アクチン：細胞骨格タンパク質で、ミオシンモータが滑るためのレールを構成するタンパク質。



図1. ミオシンXI欠損変異体の器官は異常に屈曲する。

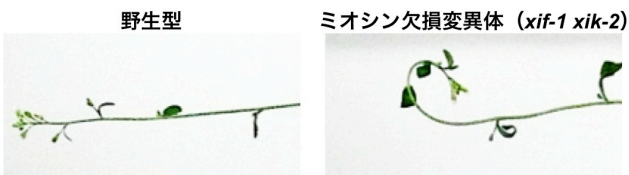


図3. ミオシンXI欠損変異体はまっすぐに伸びる性質を失っている。

重力に応答して曲がり始めた直後の茎を光と重力の刺激をなくした状態におくと、野生型の茎は曲がることを止めてまっすぐに伸びるが、ミオシンXI変異体の茎は曲がり続ける。



図2. ミオシンXI欠損変異体は重力に対して過剰に応答する。横倒しにした植物が起き上がる様子(左, 野生型; 右, ミオシンXI欠損変異体)。