

植物の姿勢を調節する姿勢復元機構の解明に向けて
Toward the elucidation of organ straightening mechanism
to adjust plant postures

甲南大学 上田 晴子



植物は、光や重力など環境からの刺激の方向を認識して成長方向を変化させることで、茎や根をはじめとした器官を屈曲させる（屈性とよばれる）。このような屈性運動によって、植物は周囲の環境に適した姿勢を獲得する。屈性運動は古くから植物生理学の研究対象として扱われ、刺激受容から屈曲に至る分子メカニズムが少しずつ明らかになりつつある。一方、適切な姿勢を維持するためには、器官を曲げるだけでなく屈曲具合を調節して姿勢を安定化するしくみも必要であるが、その分子メカニズムはほとんど未解明である。われわれはこれまでに、シロイヌナズナのミオシン XI 変異体 (*xif.xik* 二重変異体) が光や重力刺激に対して過剰に屈曲することを見出し、アクチン・ミオシン XI 細胞骨格が関与する「姿勢復元」が、曲がり過ぎを抑えて植物の姿勢を力学的に安定化することを明らかにしてきた。姿勢復元の実体は植物のまっすぐに伸びる性質であり、ダーウィンの時代から知られる現象であるにもかかわらず、学術的な解析はほとんど行われてこなかった。本研究では、アクチン・ミオシン XI 細胞骨格が姿勢復元に必要とされる組織を明らかにすることで、姿勢復元が植物体のどの組織で実現されているのかを探ることを目的とした。

まず、姿勢復元に主要な役割を果たす 2 種類のミオシン (Xif, Xik) のうち *Xif* の発現組織を解析し、その結果をもとに組織特異的プロモーターを選抜した。これらを用いて、*xif.xik* 二重変異体に *Xik* を発現させた形質転換体、および野生型植物にアクチンの機能を阻害するドミナントネガティブ型 ACTIN8 (ACT8D) を発現させた形質転換体を作出した。これらの植物に重力刺激を与えて茎を屈曲させた後、低速回転によって重力方向を攪乱することで、姿勢復元力を評価した。その結果、*Xik* あるいは ACT8D を発現させた組織によって植物体の姿勢復元力が異なったことから、アクチン・ミオシン XI 細胞骨格が姿勢復元において特定組織で機能することが示唆された。これらの発現部位と姿勢復元力との関係をより明確にするためには、姿勢復元を定量的に評価することが課題となる。茎は複雑な運動を示すことから、二次元画像からの定量化が難しい。現在、工学分野との共同研究により、植物の姿勢の経時変化を三次元的に追跡する画像解析技術の開発を進めている。本研究により、これまでほとんど未解明であった姿勢復元機構について、その機能部位を細胞・組織レベルで解析するための基盤が整った。今後は、三次元画像解析と組み合わせることで、「環境刺激に応答して器官を屈曲させるしくみ」と「過剰な屈曲を抑えて姿勢を安定化するしくみ」がどのように協調して植物の姿勢を制御しているのか、その統合的理解を目指したい。

【キーワード】 シロイヌナズナ, 姿勢復元力, 屈性, ミオシン XI

【参考文献】

- Tsugawa, S., Miyake, Y., Okamoto, K., Toyota, M., Yagi, H., Morita, M. T., Hara-Nishimura, I., Demura, T., and Ueda, H. Shoot gravitropism and organ straightening cooperate to arrive at a mechanically favorable shape in *Arabidopsis*. *Sci. Rep.* (2023) 13, 11165.
- Okamoto, K., Ueda, H., Shimada, T., Tamura, K., Kato, T., Tasaka, M., Morita, M. T., and Hara-Nishimura, I. Regulation of organ straightening and plant posture by an actin–myosin XI cytoskeleton. *Nat. Plants* (2015) 1, 15031.