

京都大学	博 士 (理 学)	氏名	岡本 圭史
論文題目	植物の屈性応答に関わる分子機構の解析		
(論文内容の要旨)			
植物細胞の大きな特徴としては、オルガネラとサイトゾルのダイナミックの動きが挙げられる。この現象は原形質流動として古くから知られており、さまざまな研究がなされてきた。近年はモデル植物シロイヌナズナを使った生化学的・遺伝学的研究が盛んになっており、原形質流動の原動力となっているのは細胞骨格のアクチンフィラメントとそのモータータンパク質であるミオシンXIであることが明らかになった。特にシロイヌナズナの表皮細胞においては、ミオシンXI・アクチンフィラメント・小胞体(ER)の三者による相互作用が引き起こしているという仮説を本研究室では提唱している。しかしながら、アクチン・ミオシン細胞骨格やER関連タンパク質以外で原形質流動に関わる因子の報告は未だになく、原形質流動の構造全体の解明にはほど遠い。 本研究ではシロイヌナズナの花茎のよく伸長した細胞で非常にダイナミックな原形質流動が見られることを見出した。この細胞では、プラスチドの動く最大速度が7.26 $\mu\text{m}/\text{sec}$ であったが、この値は以前から報告されているオルガネラの速度よりも大きかった。驚くべきことに、abcb19-101変異体で、この最大速度が1.11 $\mu\text{m}/\text{sec}$ にまで低下していた。この変異体はABC (ATP BINDING CASSETTE) トランスポーターの1つである、ABCB19を欠損している。ABCB19はPINとともに植物ホルモンオーキシンの極性輸送に関わることが知られている。極性輸送は植物の形態形成と屈性応答の両方に非常に重要な役割を果たすオーキシン濃度勾配を作り出すと考えられている。また、ABCB19の欠損は花茎の過剰な重力屈性を引き起こすことも明らかにした。この結果から、ABCB19によるオーキシン輸送は屈性応答だけでなく、原形質流動にも関わっていることが示唆された。 また、植物は、動物のように移動することはできないが、外部環境変化の中で最適な生育条件を獲得するために重力や光の刺激に応答してダイナミックに曲がるのが、古くから知られている。その一方で、身の回りの樹木や雑草に目を向けると、多くの植物がまっすぐ上に向かって伸びていることがわかる。このような「植物が真直ぐに伸びる性質 (straightening)」という概念は100年以上前から提唱されていたが、その機構や分子実体はわかっていなかった。それに対して、本研究では、原形質流動の駆動力であるミオシンモータータンパク質がstraighteningをも制御していることを初めて明らかにした。また、花茎の繊維細胞がstraightening機構の司令塔として働いていることが示唆された。			

(論文審査の結果の要旨)

岡本圭史氏は、花茎の細胞に着目し、ABCB19が屈性応答だけでなく、原形質流動にも関わっていることを見出した。ABCB19はオーキシン排出に関わるトランスポーターであり、その変異体が胚軸と根で過剰屈性応答を示すことが知られていたが、細胞内部のオルガネラの形態や動態に関する異常はこれまで報告されていなかった。本論文では*abcb19*変異体が花茎においても過剰な重力屈性応答が起こることを見出すとともに、原形質流動に異常があることも明らかにした。本研究では花茎内部の細胞に着目し、そこで活発な原形質流動が起こっていることを見出した。この原形質流動の速度は他の細胞に比べて非常に速く、驚くべき発見であった。ミオシンの速さが植物の成長に大きな影響を与えるという報告もあり、花茎の速い細胞には大きな意義があると考えられる。

本研究で発見された*abcb19*変異体が原形質流動に異常を示すという表現型は全く予想外の現象である。この変異体は、成長異常のみならず、花茎に異常な屈曲が見られたり草丈も低くなるという表現型を示す。しかし、オーキシントランスポーターという性質から、原形質流動との関連性は容易に考えつくことではない。アクチン・ミオシン細胞骨格系が原形質流動を駆動していることは古くから知られているが、ここに新たな因子が加わることで、原形質流動の新たな一面が明らかになるという点から、本研究は高く評価された。

一方、岡本氏は、環境刺激に応答した植物の屈性反応の際に、植物体の過剰な屈曲を抑制することで、植物が短時間で効率的に適切な姿勢に到達するために働く機構straightening)に關与する分子を同定した。岡本氏の発見から、「外部環境変化に対する屈曲」と「straightening」のバランスによって植物体の姿勢を適度に保つために、植物はミオシンモータを使って自身の姿勢の監視、あるいはstraighteningシステムの発動を行なっていることが考えられた。Straighteningは古くから知られていた現象であるにも関わらず、その分子機構はこれまで明らかになっていなかったことを考慮すると、本研究の発見は価値あるものといえる。

本研究は、植物の古くからの課題である原形質流動やStraighteningを制御する新たな因子を同定し、その機構に迫ったもので、この分野の研究に新しい視点を与えたものとして高く評価された。本論文の内容の前半は、植物科学の国際学術誌の一つであるPlant Signaling & Behavior誌に掲載され、後半は掲載予定である。岡本氏が実施した研究の質は高く、本論文は博士(理学)の学位論文として価値あるものと認める。また、平成27年1月29日に論文内容とそれに関連した口頭試問を行った。その結果合格と認めた。