

構造生物学のパラダイムシフト –花成ホルモン受容体の発見を例に–  
Paradigm shift in structural biology  
–Structure-based discovery of flowering hormone receptor–

児嶋長次郎・大阪大学蛋白質研究所

花成ホルモン(フロリゲン)は、植物が日長や気温などの環境の変化の刺激を受けて葉で作られ、その後に花を作る組織である茎の先端部に移動して花を咲かせるホルモンである。今回、KEK ビームラインなど構造生物学の手法を積極的に用いることで、フロリゲンの細胞内受容体の発見に世界で初めて成功した。また、フロリゲンと受容体との結合強度を変えることにより、花を咲かせる時期を変化させることにも成功した。この成果により、自在に植物の花を咲かせる技術の可能性が拓け、穀類や果実の増収や、バイオ燃料作物の生産技術への波及効果が期待できる。

多くの植物は1年の決まった時期に花を咲かせ子孫を残す。この開花制御には日長が重要な役割を果たしている。1937年にロシアの研究者 Chailkyhan は、日長の変化に応答して葉で作られた物質が茎頂に運ばれて花芽形成を誘導すると考え、そのような物質を花成ホルモン「フロリゲン」と名付けた。以後70年以上の間、フロリゲンの存在を支持する多くの実験結果が報告されたが、フロリゲンの実体は謎のままであった。しかし、2007年の奈良先端大の島本らの研究などによって、シロイヌナズナ FT 蛋白質とその相同因子であるイネ Hd3a 蛋白質がフロリゲンの分子実体であることが明らかにされた。FT 蛋白質と相互作用する因子として、シロイヌナズナ FD が報告されている。FD は bZip 型の転写因子であり、FT と FD の両者の過剰発現により花成誘導遺伝子の1つである *AP1* 遺伝子の発現が誘導される。そこで、イネ Hd3a と FD ホモログとの複合体の構造解析を試みた。しかし NMR 実験などから Hd3a は FD ホモログと直接相互作用していないことが分かった。さらに相互作用解析を進め、14-3-3 蛋白質が Hd3a と直接相互作用する唯一の因子であることや、FD ホモログが 14-3-3 と直接相互作用することなどを明らかにした。Hd3a、14-3-3、FD ホモログの3者からなるフロリゲン活性化複合体の結晶構造解析を行い、最終的に、培養細胞および形質転換イネを用いた実験から、14-3-3 が細胞内でフロリゲン受容体として働くことや、フロリゲン活性化複合体がイネの花芽形成遺伝子の転写を活性化し、花成を誘導することを明らかにした。