

ディビジョン番号	7
ディビジョン名	天然物化学・生命科学

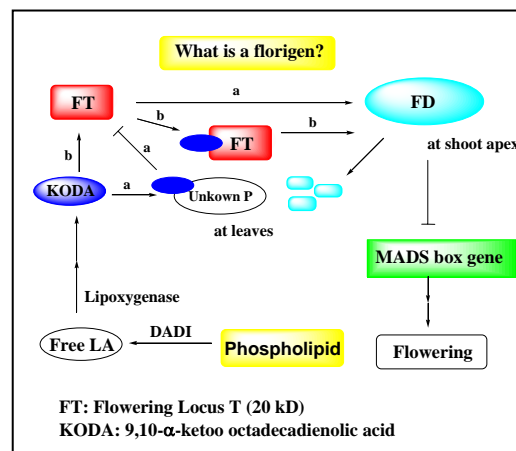
大項目	1. 理工系天然物化学
中項目	1-6. ケミカルバイオロジーとその周辺分野
小項目	1-6-5. 花成ホルモン、花芽形成物質

概要

1937年、M. K. Chalakyianにより花成ホルモン (florigen) の存在が報告されて以来、花芽を誘導するストレス物質が多数報告されているが、真の花成ホルモンは見つかっていない。

最近、アオウキクサの乾燥ストレス物質として KODA が単離されたが、種々の理由から、花成ホルモンの可能性はあると考えている。

一方、花成誘導の係わるタンパク質 (FT 及び FD) が発見され、FT タンパク質が florigen と推定されているが、未解明の部分も多い。統一的な説明ができないかと考えている (右図を参照)。

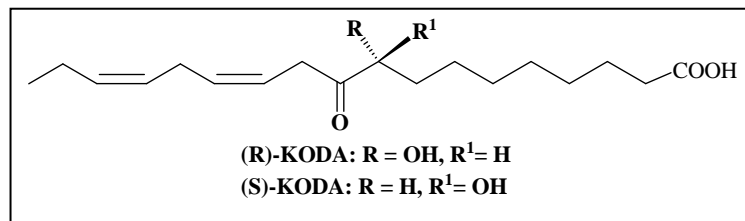


現状と最前線

1937年、M. K. Chalakyianにより花成を誘導する化合物 (florigen と命名) が葉で作られることが報告されて後、多数の研究者がその探索を試みてきた。これまで、花芽誘導物質として安息香酸、サリチル酸、ニコチン酸アミド、ピペコリン酸などが単離されているが、真の花成ホルモンは見つかっていない。ところが、最近になり、アオウキクサの乾燥ストレス物質として、リノレン酸の酸化体 (KODA: 9-hydroxy-10-oxo-12(Z), 15(Z)-octadecadienoic acid) が横山らにより単離され、その後アサガオからも KODA が見出された<sup>1)</sup>。本化合物が真の花成ホルモンと言えるかどうかは今後の研究に待たねばならないが、以下の点でその可能性はある。

1. KODA は花芽誘導活性を示す。
2. KODA の濃度は日長の変化に合わせて増減する。
3. KODA はジャスモン酸と同様にリノレン酸カスケードに含まれる。
4. リポキシゲナーゼを活性化することにより花芽形成と塊茎形成を誘導する<sup>2)</sup>。
5. KODA は  $\alpha$ -ketol 部分に一個の不斉炭素を持っているが、R 体のみが活性を示す。

筆者らは (R)-KODA, (S)-KODA 及びそのラセミ体をそれぞれ合成した。その結果、天然の R 体は強い花芽形成活性を示し、ラセミ体はその半以下の活性を、また S 体は全く活性を示さなかった<sup>3)</sup>。現在、(R)-KODA に対応するレセプターがあると推定し、種々な三員環類縁体及びフォトラベル誘導体の合成研究が進められている。



一方、分子生物学の手法により、花芽形成に係わる2種のタンパク質 (FT, FD) が見出されている<sup>4)</sup>。その中、FT タンパク質は葉で作られ、このFT が花芽誘導遺伝子 (MADS box gene) を抑制しているFD タンパク質に直接または間接的に働き、その結果、FD タンパク質による抑制がはずれることによりMADS 遺伝子が発現し花成を誘導すると考えられる。現在、FT タンパク質が真の花成ホルモンである可能性が示唆されているが、FT タンパク質とFD タンパク質が構造的にどのようなメカニズムで相互作用をするのか、またその間に何か別のタンパク質や生理活性小分子が関与するのかなど不明な点も多い。さらに、2006年、植物ホルモンABAのレセプターが報告され、ABAの関与する花成誘導のメカニズムが提案されている<sup>5)</sup>。

筆者らは上図に示したメカニズムを想定し、その第一歩としてKODAの標的タンパク質を明らかにすることである。現在、そのためのKODA及びその類縁体の光親和性プローブの合成が進められている<sup>6)</sup>。

#### 文献

1. M. Yokoyama *et al.*, *Plant Cell Physiol.*, **41**, 110 (2000); S. Yamaguchi *et al.*, *ibid.*, **42**, 1201 (2001); M. Suzuki *et al.*, *ibid.*, **44**, 35 (2003).
2. 吉原照彦:「植物の知恵—化学と生物学からのアプローチ」(山村庄亮、長谷川宏司編) 大学教育出版、pp. 180-192 (2005).
3. Y. Yokokawa *et al.*, *Chem. Lett.*, **32**, 844 (2003).
4. T. Araki *et al.*, *Science*, **309**, 1052 (2005); P. A. Wigge *et al.*, *ibid.*, **309**, 1056 (2005).
5. F. A. Razem *et al.*, *Nature*, **439**, 290 (2006).
6. H. Toshima *et al.*, unpublished results.

#### 将来予測と方向性

・5年後までに解決・実現が望まれる課題

- 1) 花成ホルモンの解明
- 2) FT タンパク質のX-線結晶構造解析による三次元構造の決定
- 3) 花芽誘導活性天然小分子の標的タンパク質の解明
- 4) 有機合成による有用物質の創出

・10年後までに解決・実現が望まれる課題

- 1) 花芽形成のメカニズムの解明
- 2) 植物のライフサイクル制御物質としての花成ホルモン及び関連化合物の有効利用

#### キーワード

ケミカルバイオロジー; 花成ホルモン; 花芽誘導物質; リノレン酸カスケード; FT タンパク質

(執筆: 山村庄亮)