

咲かす

植物は、決まった季節に芽吹き、花を咲かせ、葉を落とすなどの季節現象を示します。春に花を咲かせる植物もあれば、夏や秋、冬の植物もあります。寒い冬のある地域に生育する樹木は、寒くなる前に冬芽を形成して低温や凍結に対する芽の耐性を高め、冬を迎える準備をします。植物が季節の移り変わりを感知する情報の一つに日長があり、例えばこれから寒くなることを日長が短くなること、実際には夜が長くなることから情報を得ています。

花卉栽培では日長と花芽分化の関係を利用して、葉を造る芽から花になる芽が発生する花芽分化の時期を、自然条件よりも早めたり遅らせたりすることによって開花時期の調節が行われています。ある時間よりも日長が短くなる（夜の時間が長くなる）と花芽分化が誘導される短日植物であるキクの栽培では、夜中に照明を点灯させて暗期を中断して連続暗期の長さを短くして花芽分化を遅らせたり、夕方から覆いをかけて暗黒にし、連続暗期を長くして花芽分化を早めたりする操作が行われています。

日長の変化と気温の変化との関係は緯度によって異なり、例えば同じ樹種でも生育地の緯度が高いほどより長い日長で冬芽形成が誘導される傾向があり、生育地の環境への遺伝的適応が認められています。近年、温暖化に代表される気候変動が顕在化し、季節外れの高温や低温が観測されることが頻繁になってきました。温暖化しても日長の季節変化は変わりません。自然植生にどのような影響が生じるのが危惧されます。



東京大学大学院農学生命科学研究科長・農学部長

丹下 健

イネの開花期の研究を始めて、二十年が経つ。やればやるほど、複雑な仕組みが見えてくる。キリがない。そこで、発想を変えてみた。「咲く」仕組みを知るのではなく、「咲かす」工夫をすることにしたのである。Analyze（分解する・分析する）から、Synthesize（合成する・創り出す）への転換。それが、花咲爺さん計画である。



農学生命科学研究科
生産・環境生物学 育種学研究室
いざわ たけし
井澤 毅教授



花咲爺さん計画。

教えて！Q&A

光周性

多くの生き物は、一年の中で最適な時期に生殖活動を行うように、季節変化を予測する能力を持つ。その予測能力の中で、年次変動のない環境変化である日長の変化を認識できる能力を光周性と呼ぶ。植物や鳥類での研究が盛んであり、概日時計と光信号伝達系の相互作用により日長を認識していることが遺伝子レベルで明らかになっている。イネは、短日植物であり、日長が短い栽培環境で花芽形成が誘導される。

プラントアクティベーター農薬

特定の遺伝子の働きを誘導することで、植物がもつ内在性の耐病性機構を活性化する作用機作を持つ特殊な農薬。イネの農薬で言えば、オリゼメートやルーチンという商品名で、市販されている。今回の研究では、これらの農薬で活性化を受ける遺伝子を、遺伝子発現を網羅的に解析する手法（いわゆる、トランスクリプトーム解析）で特定し、遺伝子の働き方を調整する領域のDNA配列をHd3aフロリゲン遺伝子に融合することで、農薬で活性化されるフロリゲン遺伝子を創出した。

フロリゲン（花芽形成ホルモン）

約80年前の接ぎ木実験等から、植物の花を咲かせるホルモン（生体内を移動する化学物質）の存在が提唱され、フロリゲンと命名された。そして、2007年に、日本やドイツの研究者により、それが、約175アミノ酸からなる小さいタンパク質をコードする遺伝子が正体であることが明らかとなった。フロリゲンは、植物が日長の変化を認識することで、葉の維管束領域で転写・翻訳され、維管束を通過して、茎の先端に運ばれる。そこで、花芽形成遺伝子をONにすることで、花芽形成を起こす。イネでは、Hd3aやRFT1と呼ばれる。

作物の開花期は、収穫のタイミングだけでなく、果実・実生の収量や品質に大きな影響を与える重要な農業形質である。花が咲く時期は、その環境応答性を含め、遺伝子の働きで決まるので、一旦、特定の品種を栽培し始めると、あとは、おてんとうさまに任せて、花が咲くの待つことになる。そこで、我々は、栽培開始後であっても、栽培する側が希望する時期に開花する作物を創出できないかと考えた。これができれば、全く新しい能力を持った作物を生み出したことになる。バイオマスや収量や品質の調整を栽培地に合わせて最適化することができるのだ。育種選抜から、栽培地に合った開花遺伝子の組み合わせを選ぶという縛りを取り除くことだってできる。

イネは、短日植物であり、通常は、日長による開花期の制御を受けている。つまり、いずれは咲く運命を背負っているのである。そこで、開花期を自由に設定するために、まず、咲かないイネ

を作成した。花芽形成を抑える遺伝子を強力に働かせたのである。できたイネ系統は、株分岐で維持しているが5年間以上、一度も咲いていない。その上で、フロリゲン（花芽形成ホルモン）遺伝子を、人為的な刺激で発現誘導できる遺伝子を作り出し、それも、イネに導入した。人為的な刺激は、特定の遺伝子を誘導できる

コストを考えてのことである。これらの工夫によって、農薬刺激により花芽形成時期を自由に誘導できるイネを生み出すことに成功したのである。ポット栽培ではあるが、野外での開花誘導も確認した。次は、水田環境での栽培試験を実施したいと考えている。一緒に研究を進めてくれる若手研究者や、社会実装に向けての共同研究先を募集中である！

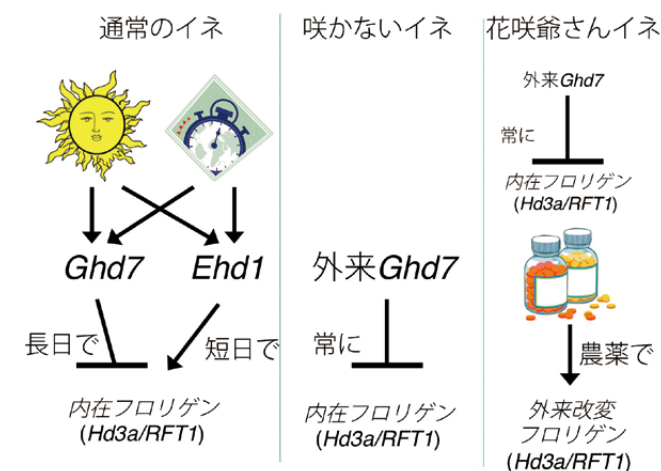


図1 「花咲爺さん計画」のアイデア

左) 通常のイネは、短日でEhd1が発現し、Hd3a/RFT1を誘導する。長日で、Ghd7が発現し、Hd3a/RFT1を抑制する。中) Ghd7を強力に常に働かせることで、内在性のHd3aを抑え込む。咲かないイネができる。右) 内在性のHd3aを抑えつつ、プラントアクティベーターで誘導がかかる人工Hd3aを創出し、導入。農薬刺激で花が咲くイネができる。

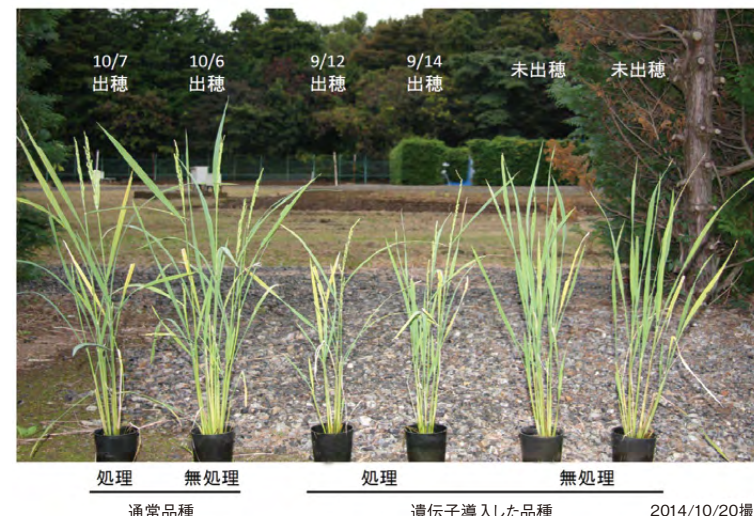
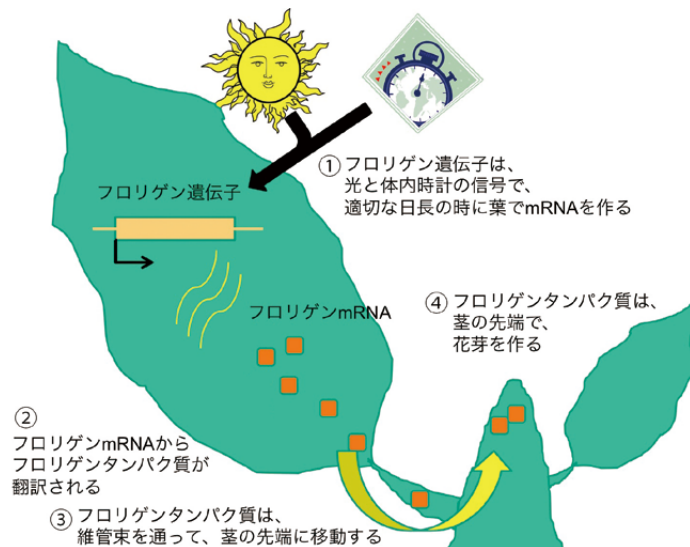


図2 野外でのポット栽培実験
比較対照：出穂 誘導個体：出穂 非誘導個体：未出穂