今日の話題

植物が茎を伸ばす仕組みで働くスイッチの発見 植物の背丈を人為的に操る技術につながるか？

背の高さは植物種によってさまざまであり、また、同じ種内においても品種ごとに大きく変わることもあることから、植物の形態を特徴づける大きな要因の一つである。さらに、植物は芽生えた場所でのさまざまな環境の変化に柔軟に適応して生育する必要がある、その環境適応の際には背丈を柔軟に調節することも多い⁽¹⁾。以上のように、背丈をコントロールする仕組みの解明は、植物種ごとに固有な形作りのメカニズムの解明にとってだけでなく、環境適応といった生存戦略の理解のためにも重要である。一方で、植物の背丈は作物の生産性にも大きくかわることが知られている。有用部位の生産力を変えずに背丈だけを低くできると、作物が倒れにくくなり栽培の手間が省けるとともに、倒伏してかさばってしまうことも防止できることから作物を密度高く栽培することにもつながる。耕地面積に制限があり、また、農業従事者の高年齢化が急速に進んでいるわが国において、これら農作業の労力と効率の改善は喫緊の課題の一つである。さらに、作物の背丈を低く抑えると、茎の成長のためのエネルギーが有用部位に回るので肥料の効率的な使用も可能となる。肥料の使用を軽減すると、過剰な肥料による環境汚染の軽減にもつながる。このように、植物の背丈を変化させる技術の開発は、作物の生産性の向上を目指すにあたって利点が多い。この技術の開発において新しい角度からのアプローチを導入するためには、そもそも植物が背丈をどのようにコントロールしているのかに対する解明を深め、そうして得る新しい知見をうまく活用していく必要がある。

生物がさまざまな機能を発揮するにあたっては、細胞表面でアンテナのように働く細胞膜結合型受容体と呼ばれるタンパク質が重要な役割を果たすケースが多い。一般に受容体が活性化すると、その受容体が担当する仕組みのスイッチがONとなる。生物はそれぞれの役割ごとに担当する受容体をもっており、たとえば、細胞分裂を促進する受容体、細胞の分化を開始する受容体、など、さまざまな受容体が存在する。そして、これら受容体を活性化するのは、リガンドと呼ばれる生理活性物質である。リガンドが受容体に作用すると、その受容体が受けもつ仕組みが動き出す。リガンドと受容体の関係は極めて特異的であり、両者がぴったりと合う組み合わせがそろった場合にのみその担当するスイッチが入ることになる。リガンドを鍵、受容体を鍵穴とたとえるとわかりやすい。その極めて高い特異性のために、ある特定のリガンド・受容体ペアの結合を変化させる化合物を用いると、その担当する仕組みだけを選択的に変化させることが可能となることから、リガンドと受容体は副作用の少なさを求められる医薬品などのターゲットとして極めて多くの例で利用されている。したがって、植物の背丈の話に戻ると、植物の背丈を特異的にコントロールするリガンドと受容体の組み合わせを発見すれば、背丈を選択的に操るための薬剤の開発などが可能になり、作物の生産性向上につながると期待される。しかしこれまでに、そのようなリガンド・受容体ペアの報告はなかった。

双子葉類のモデル植物として基礎研究で多用されているシロイヌナズナにおいては、ERECTAという受容体

図1 ■ 植物の背の伸びを制御するリガンドであるEPFL4・EPFL6とその受容体であるERECTA

リガンドであるEPFL4とEPFL6が、細胞表面でアンテナのように存在する受容体のERECTAに作用すると、背丈が伸びるスイッチがONになる。通常のシロイヌナズナと比べて、受容体であるERECTAやリガンドであるEPFL4とEPFL6がなくなった植物では背丈が特異的に低くなる。

が背丈のコントロールにかかわることは知られていた⁽²⁾。一方で、その際に働くリガンドは不明であったのだが、最近ついにそのリガンドが報告された⁽³⁾。見つかったリガンドはEPFL4とEPFL6という同じ能力をもつ2つの類似したタンパク質で、どちらか一方でもERECTA受容体に作用すると背丈を伸ばすスイッチがONになる(図1, 上)。受容体であるERECTAが欠損している植物体や、リガンドであるEPFL4とEPFL6を両方ともたない植物では、通常の植物と比べて背丈が半分ほどになる^(3,4)(図1, 下)。また、面白いことに、リガンドのEPFL4とEPFL6が茎の内皮という組織から分泌され、それらを受容体のERECTAが篩部という組

織で受け取ることが、この仕組みでは重要であるようである⁽³⁾。このことは、内皮と篩部の間で情報がやり取りされていることを意味しており、これまでに全く報告のない新しい組織間コミュニケーションとして植物の基礎発生学の観点からも極めてユニークな発見である。

上記のように植物の背丈を特異的にコントロールするリガンドと受容体の組み合わせが発見されたことを受け、今後そのリガンド・受容体ペアの結合を選択的に変化させる化合物の開発などが容易になるだろう。そういった化合物・薬剤を用いて作物の背丈を特異的に低くさせることで生産性向上を目指す技術の開発が期待される。そのためには、このリガンド・受容体ペアの働きについて、今回報告のあったシロイヌナズナ以外にも稲やトウモロコシなどの穀物やその他の有用作物でも同じ仕組みが働いているかなど、広範な植物種を用いた研究を進める必要があるだろう。実際の農業生産性の向上に向け、今後のさらなる解析が楽しみである。

- 1) S. E. Sultan: *Curr. Opin. Plant Biol.*, **13**, 96 (2010).
- 2) K. U. Torii, N. Mitsukawa, T. Oosumi, Y. Matsuura, R. Yokoyama, R. F. Whittier & Y. Komeda: *Plant Cell*, **8**, 735 (1996).
- 3) N. Uchida, J. S. Lee, R. J. Horst, H. H. Lai, R. Kajita, T. Kakimoto, M. Tasaka & K. U. Torii: *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, **109**, 6337 (2012).
- 4) E. B. Abrash, K. A. Davies & D. C. Bergmann: *Plant Cell*, **23**, 2864 (2011).

(打田直行, 名古屋大学トランスフォーマティブ生命分子研究所)

プロフィール

打田 直行 (Naoyuki UCHIDA)

＜略歴＞2004年東京大学大学院薬学系研究科機能薬学専攻博士後期課程修了, 博士(薬学)／同年カリフォルニア大学デービス校博士研究員／2007年奈良先端科学技術大学院大学バイオサイエンス研究科グローバルCOE国際リサーチフェロー／2008年奈良先端科学技術大学院大学バイオサイエンス研究科助教／2013年名古屋大学トランスフォーマティブ生命分子研究所(WPI-ITbM)特任准教授＜研究テーマと抱負＞多細胞空間における情報制御の仕組みの解明と、そうして得られた知見の利用技術の創出＜趣味＞散歩と本屋巡り