

平成 19 年 1 月 30 日

報道関係者各位

国立大学法人 奈良先端科学技術大学院大学

植物が根を増やすメカニズム、作用するホルモンの謎を遺伝子で解明 ～ 過酷な環境での栽培や増収をねらい、根の数や量を調節、発根の誘導技術の開発に期待～

【概要】

奈良先端科学技術大学院大学・バイオサイエンス研究科・田坂昌生教授（形質発現植物学講座）・深城英弘兼任助教授（ゲノム機能学講座）らの研究グループは、植物が根を増やす仕組みに関わる遺伝子を米国の研究グループと共同で発見し、米専門誌「プラント セル」(インパクトファクター11.1) 1月号に発表した。(1月26日に電子ジャーナル版で公表)。これはオーキシンという成長を活発にする植物ホルモンに応答してその働きが活性化される遺伝子で、根から「側根」と呼ばれる新しい根を作らせることにより、地下に伸びる根の発達を促進している。今後、砂漠など過酷な環境での栽培ができるように根の発育をデザインし、新たに優れた性質を持った植物を育てるなど農業や園芸に大きく貢献すると期待される。

高等植物の地下部は、種が発芽して最初に伸びる根（主根）と、伸びている根の内部から新たに作られる根（側根）や地上部から作られる根（不定根）などから成り立っている。側根は根の内部に生じた分裂組織（根端分裂組織）から作られるが、この側根の分裂組織を次々と作ることで、植物は根を増やす。

このような根を増やす仕組みのうち、田坂教授らの研究グループは、双子葉植物のモデル植物であるシロイヌナズナを材料に使い、特定の遺伝子を欠いた突然変異体と比較することにより、側根を作り出す際に重要な働きがある遺伝子を見出した。これまでの研究でオーキシンに応答して働く2つの遺伝子（ARF7とARF19遺伝子）が側根形成に必要なことはわかっていたが、これらの遺伝子がどのようにして側根を作らせるのかは不明であった。今回は、オーキシンで活性化される別の2つのよく似た遺伝子LBD16とLBD29が、ARF7とARF19遺伝子の指令を直接受け、側根を作り出す際に重要な働きをすることを明らかにした。

根は土中の水分やミネラルを吸収して茎や葉に送るだけでなく、地上部を物理的にも支えている。また根を食用とする作物も多く知られている。今後、これらの遺伝子の働きを調節することで、人工的に根を多く作ることが可能となり、挿し木栽培の可能な作物種を新たに作り出すことや、根が発達しにくい環境でも根がよく増える品種を作り出すことが可能になるだろう。今回の発見は農業や林業、園芸上有用な品種改良につながる可能性がある。

【本プレスリリースに関するお問い合わせ先】

奈良先端科学技術大学院大学 バイオサイエンス研究科

形質発現植物学講座 田坂昌生 教授

TEL : 0743-72-5480 FAX : 0743-72-5489 E-mail : m-tasaka@bs.naist.jp

【解説】

研究の背景

高等植物の地下部は、種が発芽して最初に伸びる主根とよばれる根と、伸びている根の内部から新たに作られる側根や、地上部から作られる不定根などから成り立っている。個々の根はその先端にある分裂組織（根端分裂組織）の働きによって細胞数を増やし成長する。植物は根の分裂組織を次々と作ることで根を増やし、植物体の生育に必要な土中の水分やミネラルの吸収を行っている。これまで植物ホルモンの一つであるオーキシンが側根を作る過程を促進することがわかっていたが、遺伝子レベルでの仕組みはこれまでほとんど研究されていなかった。

研究の手法

シロイヌナズナの側根形成の初期段階に必要な ARF7 と ARF19 遺伝子の2つの機能が欠損した変異体（arf7 arf19）では、側根がほとんど作られない（補足図A）。ARF7 と ARF19 遺伝子がオーキシンにตอบสนองして他の遺伝子の働きを活性化させる鍵遺伝子であることから、この変異体で働きが低下している遺伝子のうち、側根形成の初期段階でオーキシンによって活性化される遺伝子が側根の形成で重要な働きを持つと予想した。そこで今回、そのような条件に合う2つの遺伝子（LBD16、LBD29）に注目し、側根形成におけるそれらの遺伝子の働きについて詳しく調べた。

結果

LBD16 とそれに良く似た LBD29 遺伝子は、オーキシンによって側根形成部位で活性化される遺伝子で、ARF7 と ARF19 遺伝子の2つの機能が欠損した arf7 arf19 変異体の中では、活性化されない。また ARF7、ARF19 遺伝子は、それぞれ他の遺伝子を作動させるスイッチになる転写因子と呼ばれるタンパク質を作り出ししているが、実際にこれらがオーキシンにตอบสนองして LBD16 と LBD29 遺伝子のスイッチを直接活性化する。つまり、このたんぱく質をつくるために必要な DNA の遺伝情報を伝令 RNA（mRNA）がコピー（転写）するさいに、mRNA を合成する段階を促進していることを明らかにした。

さらに、側根が作られなくなった arf7 arf19 変異体（補足図A）の中で、LBD16 や LBD29 遺伝子の働きを人為的に活性化させると、側根が新たに作られるようになった（補足図A）。また逆に、LBD16 遺伝子の働きを抑制した野生型植物では、側根の数が減少した（補足図A）。そして LBD16 や LBD29 遺伝子もまた、細胞の核の中で他の遺伝子の働きを調節する植物に特有なタンパク質をコードすることが示唆された。

このような結果から、LBD16 と LBD29 は、オーキシンの作用により、ARF7、ARF19 遺伝子の指令を受けて側根形成初期段階で働く遺伝子であることが示された。

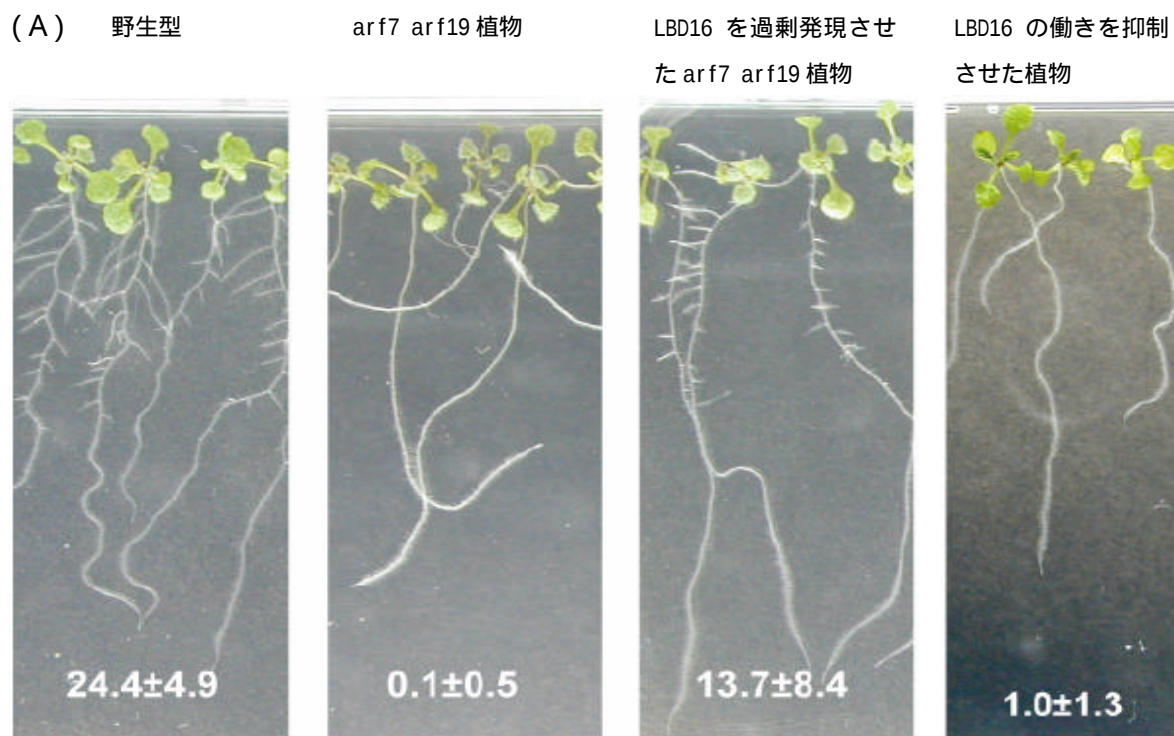
本研究の意義と位置づけ

オーキシンは植物の成長のさまざまな現象に働く重要なホルモンであるが、今回、植物が根を増やす際のオーキシン作用の仕組みが遺伝子レベルで明らかになった。この発見により、植物の根が作られる仕組みの全体像を分子レベルで解明する糸口が見つかった。また、植物が陸上で生育するために根の形と働きを進化させてきたメカニズムを理解する手がかりにもなる。さらに、今回の発見から、さまざまな環境に適応して発育する根をもつ作物・品種を人工的に開発する技術が生まれることが大いに期待される。

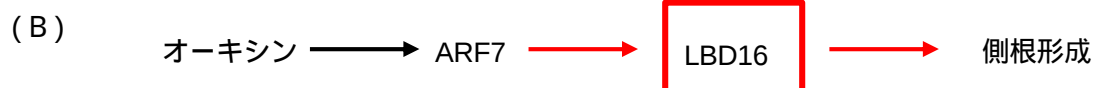
農学への応用

いくつかの果樹や花木は挿し木によって栽培生産されるが、このときに根の発根のしやすさが栽培上重要となる。今回、オーキシンに応答した根を増やす過程を遺伝子レベルで明らかにしたことから、これまで挿し木で栽培することが難しかった品種において、栽培を可能にする技術の開発に結びつく可能性が高い。また、根は土中の水分やミネラルを吸収するだけでなく、地上の茎や葉を支えるのにも役立つ。したがって林業や農業では、発芽後の実生が生育しにくい環境でも、地下部を発達させることで、実生の成長を維持・促進させることができるだろう。さらに、サツマイモやニンジンのように根を食用とする作物においては、これらの遺伝子の働きを調節することで、人工的に根を多く作る品種を作り出すことや、逆に側根の形成頻度を調節することもできると期待される。このように今回の発見は、農業や林業、園芸で重要な品種改良技術の開発につながることを期待される。

補足図



ARF7 と ARF19 遺伝子が機能しなくなった植物(左から 2 番目)では側根が作られないが、この植物の中で LBD16 遺伝子を活性化させると側根が作られる(右から 2 番目)。野生型では多くの側根が作られるが(1 番左) LBD16 タンパク質の機能を抑制すると側根が作られなくなる(1 番右)。



LBD16、LBD29 遺伝子はオーキシンに応答して活性化した ARF7、ARF19 の働きにより活性化(転写の誘導)し、側根形成を促進する。赤で示した部分は今回の発見による。