

イネの細胞壁は宇宙でどう変化するか 重力によるイネ芽生え細胞壁のフェルラ酸形成の制御機構

Ferulate

背景

海から陸に進出する過程で、生物は1Gの重力に対してその体を支える必要が生まれました。動物は骨や筋肉を発達させました。植物ではこの骨や筋肉にあたるものが「細胞壁」です。また細胞壁は、病虫害や微生物の進入を防ぐと共に、水や養分の吸収やその輸送にも関係しており、植物にとって非常に大事な構造体なのです。

では、微小重力の宇宙ステーションに行ったときに、この細胞壁はどう変化するのでしょうか。この実験では、単子葉イネ科植物の代表であるイネを使います。近年、多くの研究でシロイヌナズナが材料として使われていますが、シロイヌナズナは双子葉植物であり、単子葉イネ科植物と双子葉植物では、細胞壁の構造・成分が違っているのです。

シロイヌナズナなど双子葉植物の細胞壁中では、セルロースという鉄骨に相当する物質の間をキシログルカンと呼ばれる物質がつないでいます。しかし、イネ、トウモロコシ、コムギなどの単子葉イネ科植物にはキシログルカンはほとんどありません。

イネ科植物の細胞壁中では、セルロースの間をつなぐ役割をするものは、 β -グルカンやアラビノキシランという物質です。この実験では、イネの細胞壁内に多く存在するアラビノキシランと、アラビノキシランに結合している「フェルラ酸」という物質に注目しています。フェルラ酸は、2つ結合すると「ジフェルラ酸」というものになります。このジフェルラ酸がアラビノキシラン分子の間を橋渡しをするような働きをすることで、セルロースの間をつなぐ力が強くなると考えられます。この補強材のような「フェルラ酸」という物質が、宇宙で変化をするのではないかと考えているのです(図1)。

目的

では、フェルラ酸は宇宙でどう変化するのでしょうか？

この実験では、フェルラ酸とジフェルラ酸の変化に注目しています。これら化合物の量や化学的な構造の変化が、細胞壁の強度に影響を及ぼしているのではないかと考えています。

イネを使った細胞壁の実験は、保尊隆享先生が中心となって若林和幸先生も参加し、1998年にスペースシャトル(STS-95ミッション)で向井千秋宇宙飛行士が実験を行っています(図2)。そのときは、細胞壁が薄くなることがわかりました。その実験結果を発展させて、今回はフェルラ酸を含む化合物に注目して、これらの物質の合成や分解に関わる酵素の働き、また遺伝子の働きについても調べるというように、実験の手法自体も非常に進化しています。

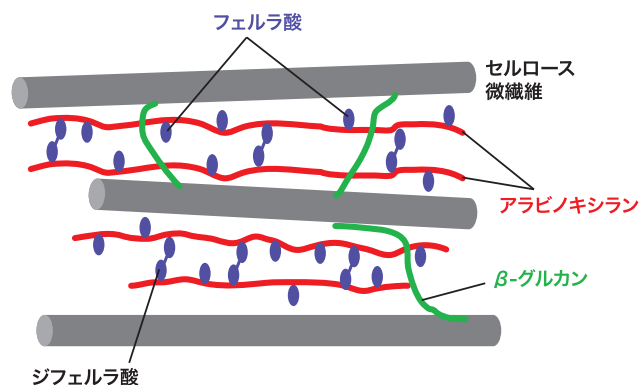


図1 フェルラ酸とセルロース

イネの細胞壁では、鉄骨のようなセルロースの間をつなぐ役割をするのは β -グルカンやアラビノキシランという物質。さらに、そのつなぐ力を強める「フェルラ酸」「ジフェルラ酸」という物質が、宇宙で変化をするのではないかと考えている。

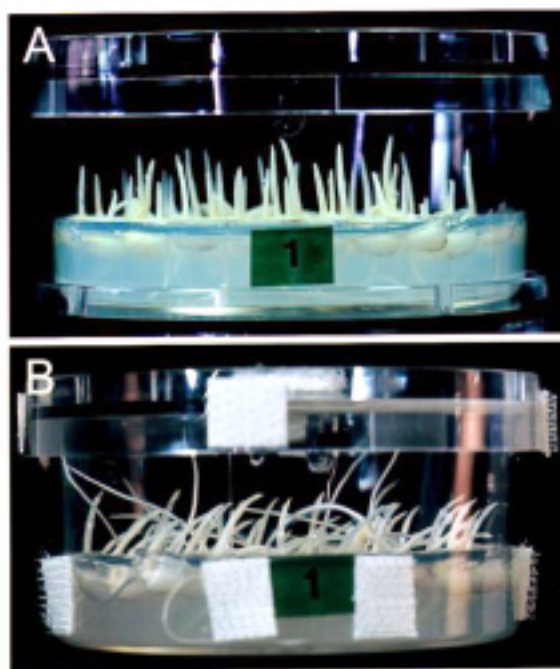


図2 STS-95の時のイネ実験の写真
地上で育てたコシヒカリ(A)と宇宙の微小重力(STS-95)(B)で育てたコシヒカリ

実験内容

日本の細胞培養装置を使って実験を行います。プラスチックの容器に滅菌処理した寒天を入れ、コシヒカリの種子を植え付けます。発芽しないように5℃以下に冷蔵した状態で打ち上げます。

宇宙に到着後、温度を25℃に上げて発芽させます(図3)。約6日間成長させた後に、凍結状態にして地上に持ち帰ります。実験装置には微小重力状態と、回転することで約1Gの重力を発生させる装置があり、重力の影響だけを調べるために両方にセットして同じように実験を行います。

地上に回収した後、各種の分析機器を用いて、細胞壁の強度、化学成分、酵素の働き、遺伝子の働きなどを調べます。

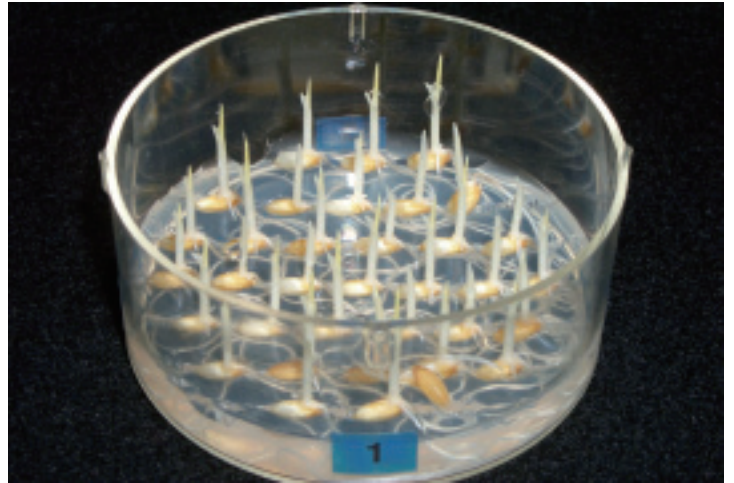


図3 寒天上で生育させたイネの芽生え

打ち上げの時は発芽しないように5℃以下に温度を下げて打ち上げる。宇宙で温度を25℃に上げて発芽させて約6日間成長させる。

ココがポイント!

シロイヌナズナなどの双子葉植物とイネなどの単子葉イネ科植物の細胞壁の構造は大きく異なっています。植物の細胞壁を扱うと言っても異なるアプローチが必要です。

イネ、トウモロコシ、コムギなどは食糧生産に欠かせない植物であり、それらがどのように重力に対して自分の体を支えているか、そのメカニズムを知ることは非常に重要です。

研究の結果として、細胞壁を丈夫にして風に倒れにくい丈夫なイネを作るなど、地上での品種改良にも生かされる可能性がありますし、また宇宙での植物生産にも役立つと期待されます。

プロフィール



若林 和幸

大阪市立大学大学院 理学研究科
准教授

専門：植物生物学

単子葉植物と双子葉植物

植物の仲間を分類する方法は色々ありますが、子葉の数が1枚か2枚かで分ける分類の方法があります。子葉が1枚のものが単子葉植物で、2枚のものが双子葉植物です。双子葉植物は発芽したときに2枚の子葉が出てきます。単子葉植物は1枚の本葉が出てきます。単子葉イネ科植物にはイネ、トウモロコシ、コムギなど重要な穀類が多く、双子葉植物には、アサガオやヒマワリなど、理科の観察でおなじみの植物が含まれています。単子葉イネ科植物と双子葉植物は、その形態だけでなく細胞壁の構造も違ってきます。