

細胞壁というドームを支える、細胞内部の役者たち 植物の抗重力反応における微小管—原形質膜—細胞壁連絡の役割

Resist Wall

背景

今から約数億年前、海から陸にあがった植物たちが、重力に逆らって真っ直ぐ伸びるために発達させた「細胞壁」は、自分の体を支えるためになくてはならないものです。

では、重力の影響のほとんどない宇宙ステーションで細胞壁はどう変化するのでしょうか。この実験では、細胞壁を支える細胞の内側のしくみに焦点をあてて、細胞壁の変化にせまっていこうとしています。

植物が自分の体を支えるとき、外側にある細胞壁がいくら頑丈でも、それを内部から支えないと植物はしっかりと育つことができません。その内側から支える構造はどうなっているのでしょうか？

植物の細胞には、細胞壁の内側に細胞膜があり、さらにその内側に微小管と呼ばれるタンパク質の管が張りめぐらされて、内張りするように支えています。たとえば、全天候型の野球場やプールなどのドーム状の建物の中には、大きな膜をフレームで支えているものがあります。このフレームにあたるのが微小管です(図1)。

つまり、植物では細胞壁と細胞膜と微小管、これらが連続体として全体で働いて、細胞壁を支えていると考えられているのです。

それでは重力がなくなると、それぞれの役割はどう変化し、結果的に細胞壁を支える全体の働きはどのようになっていくのでしょうか？

この実験では、それを遺伝子レベルから明らかにしようとしています。

目的

シロイヌナズナを宇宙で種から育てます。細胞壁と細胞膜と微小管という一連の構造が宇宙でどんな役割を果たしているか見るために、微小管や細胞膜が正常でない、突然変異体を持っていて、正常なシロイヌナズナと成長の仕方を比べます(図2)。

地上では、これらの突然変異体は曲がったり小さくなったりして大きく成長することはできませんが、微小重力の宇宙ステーションでは、正常なものと同じように大きく育つ可能性があります。

これらの成長の様子を観察すること、また遺伝子レベルで解析して、細胞壁と細胞膜と微小管のどこでどんな遺伝子が働いているのかを調べることで、重力に対してこの一連の構造の中でどう役割分担がなされているのかを解明しようとしています。

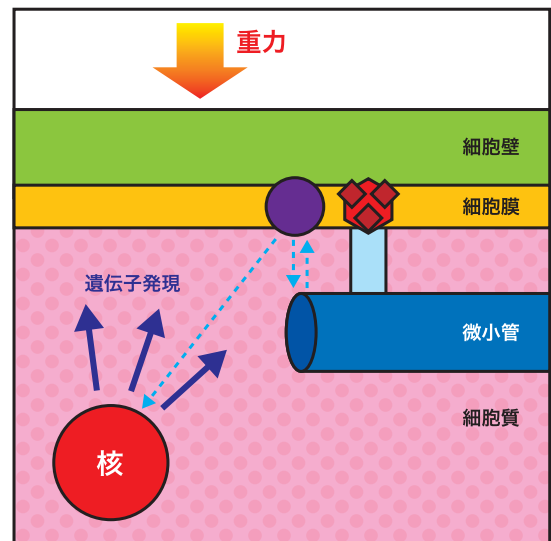


図1 植物の細胞壁と重力

細胞壁を支えるように細胞膜と微小管がある。微小管に重力が加わったことを感知すると、核から様々な遺伝子が働くように指示が出て、結果的に細胞壁が強くなるように働く。



図2 通常に育ったシロイヌナズナと突然変異体の写真

実験内容

シロイヌナズナの乾燥種子を地上でまいて打ち上げます。ヨーロッパ実験棟のコロンバスモジュール内にある植物用栽培装置を利用して実験します(図3)。

種子には正常なものと、突然変異体2種類を用意します。突然変異体は微小管の構造がねじれているタイプと、細胞膜の発達が悪いタイプを持っていきます。

栽培装置内には微小重力状態と、回転することによって重力を発生させる機器が2つあり、重力の影響だけを比較して見るために、それぞれを微小重力状態と約1Gにセットして実験を行います。

宇宙で自動的に給水を始め、成長が始まります。毎日、宇宙からシロイヌナズナの写真が送られてくるので、成長の様子がわかります。宇宙で約40日間生育させて、茎の長さが10センチになったら宇宙飛行士がハサミで切って収穫し、薬剤で保存し凍結して持ち帰ります。

この実験では、シロイヌナズナの成長の様子を、宇宙での微小無重力下、回転による重力下、地上での対照実験の3種類で比較します。また、地上に持って帰った茎全体を引っ張ってその強度を物理的に計測します。さらに遺伝子を解析し、どの部分でどんな遺伝子が働いたかを調べます。



図3 地上予備実験として宇宙実験用の培養装置(Plant Cultivation Chamber)を用いて生育中のシロイヌナズナ(ノルウェーのESA実験室)

ココがポイント!

植物の体を支える構造は、細胞壁そのものだけに焦点をあてても解明することはできません。様々な角度からアプローチする必要があります。その点で、細胞壁—細胞膜—微小管が相互に関係し合っ細胞壁を支えているというしくみに焦点を当てたこの実験は、世界でも例がない実験です。また、地上では正常に育たない突然変異体を使って、宇宙で正常に育つかどうか、遺伝子レベルまで調べようと言う点でも、宇宙でしかできない実験だと言えるでしょう。

プロフィール



保尊 隆享

大阪市立大学大学院 理学研究科
教授

専門：植物生理学

1998年、向井千秋飛行士が行った細胞壁の実験とは？

実は、細胞壁の実験は1998年の向井千秋宇宙飛行士の宇宙飛行でも行われています。このときは保尊隆享先生が中心となり若林和幸先生も参加して、シロイヌナズナとイネの種子を使って、宇宙で発芽させて成長させました。このときの実験結果から、やはり宇宙では細胞壁が地上のものより薄く弱くなることがわかりました。今回の実験は、それをさらに発展させて、細胞の内側や細胞壁の構造まで探ろうとしています。