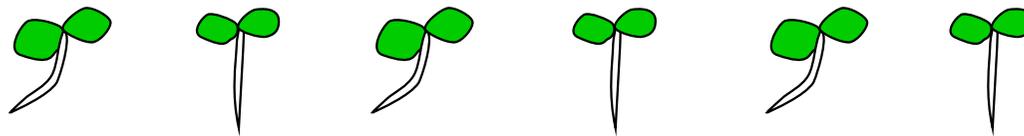


水を求めて根が伸びる

はじめに

植物の根は、地中へと伸びていきます。重力に向かって伸びているのでしょうか、水分を求めて伸びているのでしょうか。

19世紀に、ハンギングバスケットで栽培したエンドウの根が、バスケットから飛び出た後、重力に逆らって水分のある土に戻る様子が観察され、根端には水分に向かう性質があると考えられるとした記載があるそうです (Epanら、Plant Physiology 131、pp536 -546 2003)。



水分屈性

重力に対する植物の反応を屈地性(重力屈性)、光に対する反応を光屈性、そして水分に対する反応は、水分屈性といいます。根の水分屈性は当然のことと何気なく受け止められ、研究が遅れていると高橋氏が述べています(化学と生物 30巻 8号、pp510-513 1992)。

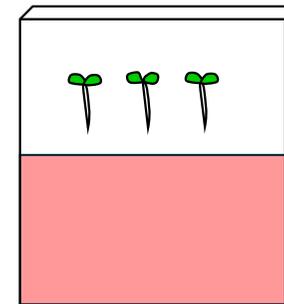
水分屈性を調べるには、重力屈性との区別ができるような厳密な実験が必要です。高橋氏は、エンドウの重力屈性反応欠損突然変異体や光にあたらなければ重力屈性は示さないトウモロコシ品種の根を用い、重力ではなく水分への屈性があることを示しました。

水分屈性を調べる実験

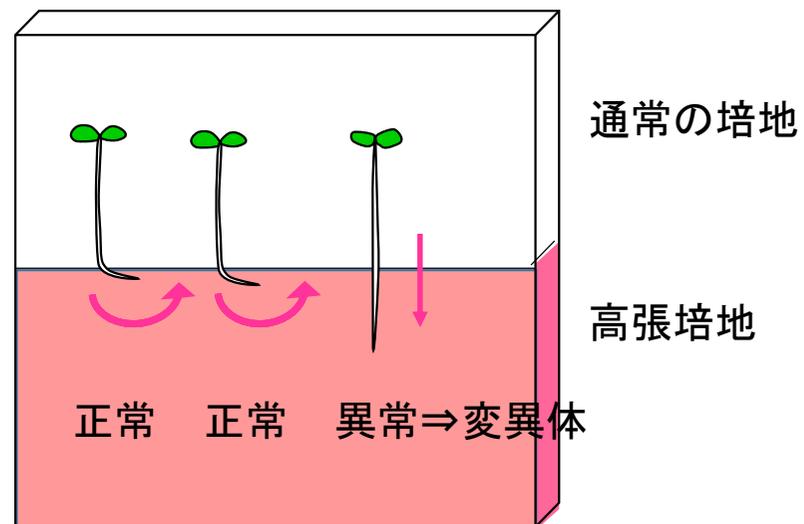
その後ゲノム解析が重視され、モデル植物のシロイヌナズナが水分屈性の実験に用いられるようになりました。

前述のEapanらは、突然変異を誘発する薬剤(EMS)を処理した種子の自殖2世代目の26000個体から水分屈性の変異体単離しました。

変異体のスクリーニングには、右図のように垂直に立てた角型シャーレの上側に通常の固化培地を置き、下側には高張液を固化した培地を置いた装置を用いました。通常の固化培地部分に発芽9日前後のシロイヌナズナ植物体を並べます。



水分屈性の正常な根は、高張液を避けて通常の培地内に留まろうと曲がります。そのまま伸びるような根は、水分屈性の異常な変異体であろうと考えられます。



変異体のスクリーニング

その結果、高張液を避けずに根を伸ばす異常な個体が2個体見
いだされました。2つのうち片方は発芽が悪かったため、片方(略称
nh_r 1)がその後の研究に用いられました。

*nh_r 1*変異は優性遺伝しますが、その変異のホモ個体(子供が父
母から1セットずつもらい、計2セットある遺伝情報の両方に*nh_r 1*変
異がある個体)は水分屈性以外にも異常があり、生育が極端に不
良でした。そのため*nh_r 1*変異の研究では、ヘテロ個体(変異のない
野生株との雑種である個体、2セットある遺伝情報の片方に*nh_r 1*変
異がある個体)を主に用いています。

また、先の実験装置における高張培地成分の副作用を排除するため、飽和塩溶液を用いて密閉容器内の湿度の勾配を生じさせ、根の曲りを調査する実験装置も用いられました。その精緻な実験方法は、高橋氏らが1991年に発表していました。

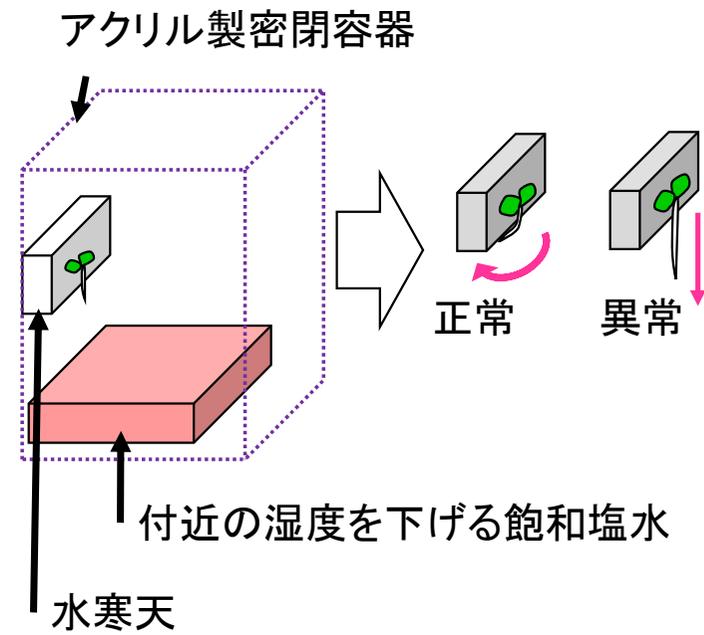
そして、*nhr 1*変異体の根がアブシジン酸とオーキシン輸送阻害剤への反応が鈍いことから、変異の原因はアブシジン酸とオーキシンの異常であろうと推測しています。ただこの変異は、成長の他に重力屈性の反応が早いという違いもありました。

水屈性という名の遺伝子

2007年高橋氏らは、重力屈性や成長などは正常で、水分屈性だけがみられないシロイヌナズナの変異体を報告しました(PNAS 104, no.11 pp4724-4729, 2007)。Eapanらと同じ変異誘発剤を用いていますが、もうじという植物体表面の毛の有無を雑種判定に用い、劣性の変異を効率良く選抜しました。

次図のように、根長が1.0から1.5cmの発芽すぐのシロイヌナズナを、密閉容器内の水寒天の側面に置きます。底面は湿度が低く、水分屈性が正常な場合は水寒天に添って根が伸びますが、水分屈性がないとそのまま下に垂れます。

こうして2つの突然変異体を単離し、そのゲノム解析からそれぞれに対応する水屈性(MIZU-KUSSEI)遺伝子1, 2を明らかにしました。



水分屈性の実験装置概要 (Miyazawa and Takahashi,
J of Plat Research 133:3-14 2020)

水屈性遺伝子1の正体

MIZ1 (略称) 遺伝子は、根の皮層で働く**水溶性(細胞質に溶けている)タンパク質**で、**カルシウムイオン**や**オーキシン**に関与すると考えられています。**オーキシン**は重力屈性による根の屈性にも関わる植物ホルモンであり、**カルシウムイオン**は、他のいろいろな反応のスイッチ役ともなる重要なイオンです。**MIZ1 遺伝子**は**陸上植物に広く分布すること**もわかりました。

また、水分制限下では**MIZ1 タンパク質**が過剰にあった方が生産性や生存率が高いという圃場レベルからの報告もあるそうです。

水屈性遺伝子2の正体

MIZ2(略称)遺伝子は、細胞内のタンパク質の移動に関わる既存のタンパク質グループの1つでした(Plant physiol. 149、pp835-840 2020)。特にオーキシン輸送タンパク質(PIN)の局在に関与し、根の伸長方向を決めると考えられています。水分センサーの信号を、MIZ1タンパク質より先に受け取ります。

水分センサーや信号を伝える成分など、未だ不明ですが、研究も佳境に入ったかもしれません。

今後

植物がそのしくみをみせてくれるのは、その現象の一端に気がついて、糸のもつれをほどいて整理し、丁寧な実験をしたときだけだと改めて思いました。