

# *Selaginella* 属植物の高い乾燥耐性に寄与する 細胞壁コンポーネントの解明

埼玉大学大学院理工学研究科生命科学部門 助教

高橋 大輔

## 【研究背景】

陸上植物は乾燥ストレスに曝されると、細胞の水分損失に伴って硬い細胞壁から細胞膜が引き剥がされて不可逆的な原形質分離が起こり、最終的に細胞死に至る。しかし、「復活植物」と呼ばれるある種の小葉植物は、極めて低い含水率に到達するまで乾燥を進行させても、再吸水により生命活動を迅速に回復させる機構をもつ。このような乾燥耐性を「Desiccation tolerance」といい、大量に蓄積するトレハロースと呼ばれる二糖が、細胞内成分の保護に関わっていることが従来から示されてきた。

Desiccation tolerance を持つ植物の代表例が、小葉植物 *Selaginella* 属のイワヒバ (*S. tamariscina*) である (図 1)。イワヒバは日本全土の水気の少ない岩場に着生しており、生息地では強い乾燥ストレスに高頻度で曝されている。しかし、イワヒバは乾燥すると 5% 以下まで水分含有量が低下し、しかもその状態を長期間維持することができる。このような性質を獲得するには、トレハロースの寄与に加えて、乾燥や吸水過程で細胞の形状変化に柔軟に対応できるような細胞壁構造が必要であると考えられる。

一方で、イワヒバと同じ *Selaginella* 属植物であるイヌカタヒバ (*S. moellendorffii*) は高い乾燥耐性を持っていない (図 1)。したがって、これら 2 種の植物の乾燥耐性の差異には、トレハロース量の違いや、異なる性質の細胞壁が関与すると考えられる。そこで本研究では、高い乾燥耐性を持つイワヒバと耐性をもたないイヌカタヒバを研究対象として、細胞壁構造に着目した比較解析を行い、*Selaginella* 属の異なる乾燥耐性を生み出すメカニズムの解明を試みた。

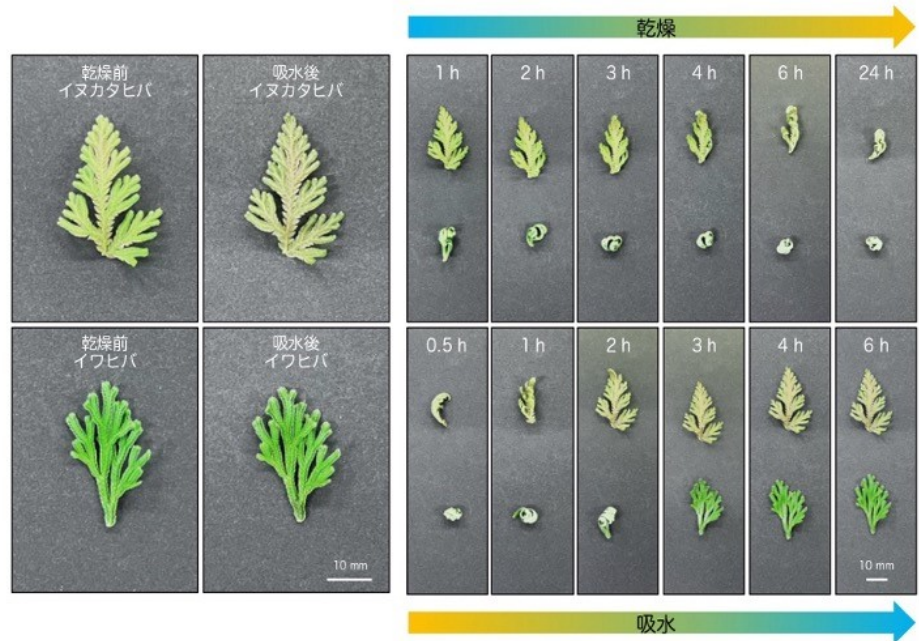


図 1 イワヒバとイヌカタヒバの乾燥・吸水過程での変化  
判別しづらいが、イヌカタヒバは吸水後に褐変している。

## 【結果】

### 1) 乾燥・吸水過程における細胞形態変化

乾燥や吸水過程で組織や細胞の構造がどのように変化するか明らかにするために、Cryo-SEMを用いて細胞形態を観察した(図2)。その結果、乾燥処理により両種共に細胞を判別するのが難しいほど大きく歪むことがわかった。さらに、その後の吸水処理によってイヌカタヒバは本来の細胞形態を取り戻せなかったのに対し、イワヒバは乾燥前に近い形態を復元していた。

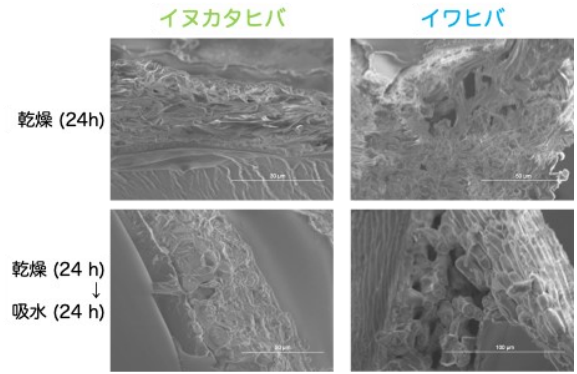


図2 イワヒバとイヌカタヒバの乾燥・吸水過程での細胞形態変化

### 2) 乾燥過程における細胞壁組成変化の比較解析

まず、2種の植物を採取し、トレハロースなどを含む可溶性画分と細胞壁多糖を含む細胞壁画分に分離した。その結果、2種の植物はいずれも多量のトレハロースを蓄積しており、その量に差異がないことがわかった。また、2種の植物の細胞壁は、主にグルコース(Glc)を主成分として細胞壁の骨格をなすセルロース微繊維と、セルロース微繊維を水素結合で架橋するヘミセルロースの2成分から成ることがわかった。そこで、ヘミセルロースに着目して構成糖組成を分析したところ、アラビノース(Ara)とキシロース(Xyl)の構成比率が2種の植物で異なっていることがわかった(図3)。これら2つの構成糖は、ヘミセルロースの一種であるアラビノキシランに由来すると考えられる。アラビノキシランはXylのポリマーの主鎖に、Ara残基が側鎖として付加されている多糖で、Ara残基とフェルラ酸(FA)を介してアラビノキシラン同士、あるいはアラビノキシランとフェノール性物質のリグニンの架橋を形成していると考えられている(図4)。このようなアラビノキシラン構造の差異が2種の植物の性質に影響を及ぼしている可能性が示唆された。

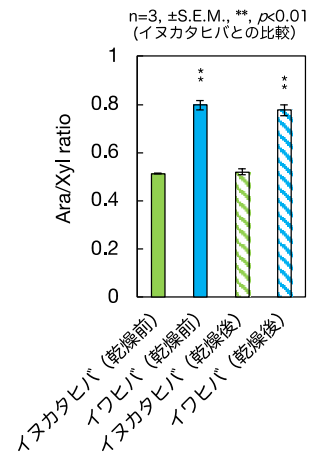


図3 アラビノキシランの構成糖組成比

## 【今後の展望】

本研究で、乾燥耐性への寄与が示唆されたアラビノキシランの組織分布を観察するとともに、2種の植物のアラビノキシラン生合成系の違いを、バイオインフォマティクスを駆使して明らかにしたい。また、本研究を通じてアラビノキシラン以外にも乾燥耐性に関わる要因が示唆されたため、イワヒバの持つ特異な性質を統合的に明らかにしたいと考えている。



図4 イワヒバのアラビノキシランの推定構造