

環境要因がポプラの根の成長や糖関連遺伝子の発現に与える影響

鈴木陽佳 (筑波大学 生物学類)

指導教員：佐藤忍 (筑波大学 生命環境系)

背景・目的

多年生の落葉性木本植物には、冬の低温や乾燥といった過酷な環境を突破するための“休眠”と呼ばれる環境適応機能が備わっている。晩夏から秋にかけて、短日を感じし、茎葉における頂芽分裂組織の生長を停止して茎の先端に休眠芽を形成する。そして冬の間、一定期間以上の低温にさらされることで、休眠が解除され、春の気温上昇とともに、茎の生長が開始する。このように木本植物が一年を通してその生育に年周期性を有していることは、明らかにその周りの外部環境の影響を受けているためと考えられ、環境変化に対してどのように植物が応答し適応しているのかを理解することが非常に重要である。

先行研究では、*Populus nigra* の根で合成された有機物質や、根で吸収された無機イオンを含む導管液の成分が年間において変動していることを見出した。中でもタンパク質量やグルコース量は、冬から春先に多く、夏から初秋にかけては少ないといった顕著な違いが観察された。このように季節における環境要因の変化によって導管液中の成分が変化していることは根の機能が年周期性をもち、ポプラの生育の年間リズム形成へ重要な役割を担っていることが考えられる。

そこで本研究では、冬季に増加するグルコース量に注目し、スクロースをフルクトースとグルコースに加水分解する酵素の一つであるインベルターゼを中心に研究を行った。これまでの研究でインベルターゼは短日条件、その後の低温によって発現が誘導されることが分かっており、低温耐性に関与している可能性が考えられた。そこで本研究では、インベルターゼの発現解析とともに、環境応答におけるインベルターゼの機能を明らかにすることを目的として研究を行った。関連して、近年明らかになった SWEET と呼ばれる細胞内および細胞内外の間で膜を通過するスクロース輸送に関与する糖輸送体にインベルターゼとの相関があるかを明らかにすることを目的とした。

材料と方法

研究材料には全ゲノムが解読された多年生の落葉性木本植物であるトリコカルパ (*Populus trichocarpa*) と多くの研究に使用され、世界的に資材として利用されているハイブリッドアスペン (*Populus tremula* × *P. tremuloides*) line T89 を用いた。

1. 形態観察及び根の計測

培養室内においての、擬似年間サイクル (長日 3 週 → 短日 10 週 → 低温 4 週 → 長日 3 週) の中で、トリコカルパを 9 個体、ハイブリッドアスペンを 1 2 個体、地上部、根の形態に注目しながら育てた。特に根の成長に注目し、キルビメーターで計測を行い、成長量を求めた。各ステージで無菌ポットのポプラの地上部をデジタルカメラで撮影し、根についてはスキャナーを使用し記録した。

2. インベルターゼ、SWEET の発現解析

擬似年間サイクルの中で、各ステージで根をサンプリングし、mRNA を抽出して合成した cDNA を鋳型にして、リアルタイム PCR により発現解析を行った。

結果

地上部の成長はトリコカルパ、ハイブリッドアスペン共に、SD 2 週目に止まり、LD に戻した 1 週目で芽吹き始めた。それに対し、根の成長はトリコカルパでは LD 3 週目に成長量が最大になり、SD に移すと徐々に減少し、LT でほぼ完全に成長が止まり、LD に戻すと成長を再開した。また、ハイブリッドアスペンでは SD 2week 目に最大になり、その後徐々に減少し、トリコカルパ同様、LT で完全に成長がとまり、LD に戻すと成長を再開した。

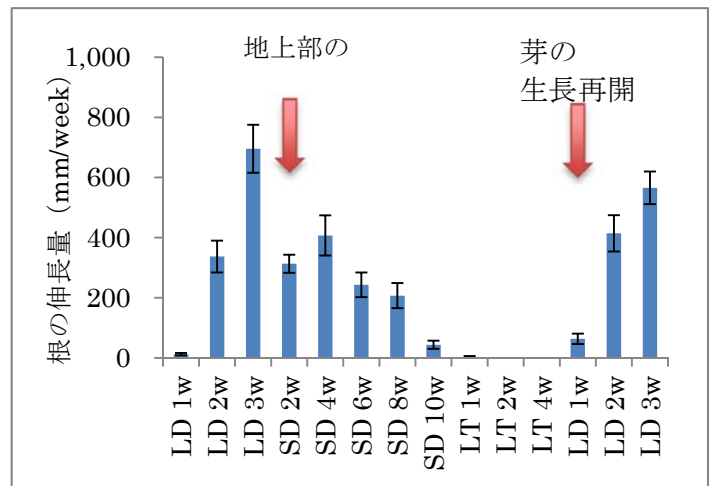


図 トリコカルパにおける根の伸長速度

LD : 長日 (16 時間明期/8 時間暗期)、

SD : 短日 (8 時間明期/16 時間暗期)、LT : 低温 (4°C、SD)

考察

培養室内で挿し木後の非常に若い株のポプラ (トリコカルパ、ハイブリッドアスペン) の 2 種類を無菌培地のポットで生育して擬似年間サイクルによる栽培を行った。また休眠の研究において、あまり注目されていない根の形態に注目した。その結果、2 種ともに擬似年間サイクルに対応して疑似的に操作した四季の中で成長の停止や休眠芽の形成、成長の再開という環境応答を示し、特にトリコカルパの根の成長は、地上部に比べ短日処理下においても長期間にわたって継続され、低温条件では完全に成長が停止していた。このことから、地上部よりも根での成長が長期間続いており、根の成長が地上部とは異なる環境応答の制御下にあることが示唆された。

今後はインベルターゼ、SWEET の RNAi 法による機能解析や、プロモーター-GUS、*in situ* ハイブリダイゼーションによる組織特異的発現解析を進めていく予定である。