

ストレスで誘導されるガラクチノール合成酵素遺伝子 (GoIS) は植物の気孔開閉に関与することを発見

生物工学研究領域

バイオマス化学研究領域
住友林業株式会社
林木育種センター

宮澤 真一、西口 満、田原 恒、
毛利 武、横田 智、丸山 毅
掛川 弘一
古川原 聡
楠城 時彦

要 旨

植物は葉の表面にある気孔を開くことで二酸化炭素をとりこみますが、同時に気孔を通して多くの水を失います。気孔の開閉メカニズムを明らかにすることは、乾燥などのストレスに対して耐性をもつ植物を開発する上で重要です。そこで私たちは、植物のストレス耐性を強化させる遺伝子であるガラクチノール合成酵素遺伝子 (GoIS) に着目して研究を行いました。GoIS を人工的に増やした遺伝子組換えポプラを作製し、乾燥ストレスとの関係を調べたところ、GoIS が水の通導性を抑え、気孔を閉じやすくすることで、植物体からの水の蒸発を防ぐという新たな知見を見出しました。

乾燥地の緑化によって地球温暖化を緩和

砂漠のような極端な乾燥地域を除いても、世界の陸地面積の約 3 割以上、約 50 億ヘクタールが乾燥地に相当します。このうち 5 ～ 10 億ヘクタールが人為的影響による荒廃地といわれています。荒廃地を森林に転換した場合、年間約 5 ～ 10 億トンの純炭素固定量が見込めます。石油などの化石燃料の消費によって放出される炭素量は、地球全体で年間約 90 億トンに達することから、荒廃地を緑化することができれば、化石燃料に由来する炭素量の約 6 ～ 11% を再固定できる計算になり、地球温暖化を緩和する有効な手段になると期待できます。荒廃地を森林に回復させる有力な方法の一つが乾燥や塩ストレスに強い植物の開発です。

ストレス耐性を強化させる遺伝子候補：ガラクチノール合成酵素遺伝子 (GoIS)

植物は乾燥、塩、低温といったストレスにさらされるとガラクチノール合成酵素遺伝子 (GoIS) の発現量を増やし、ガラクチノールやラフィノース族オリゴ糖類(ラフィノース、スタキオースなど)の合成を活発化させます(図 1)。遺伝子組換え技術によって、GoIS の発現を人工的に増やしたシロイヌナズナでは、乾燥に対して強くなることが報告されています。ガラクチノールやラフィノース族オリゴ糖類は細胞の浸透圧の調節やタンパク質の保護などの機能があるといわれていますが、どうし

て GoIS を増やすと乾燥に対して強くなるのか、具体的な仕組みはよくわかっていませんでした。

遺伝子組換えポプラでわかった GoIS の新たな機能

私たちはポプラ (*Populus nigra* var. *italica*) の葉から 6 種類の GoIS 遺伝子を単離し、中でも *PnGoIS2* 遺伝子が乾燥や塩ストレスに強く応答することを発見しました(図 2)。*PnGoIS2* の発現を人工的に増やした遺伝子組換えポプラを作製し、植物体内の水の通りやすさ(通導性)や葉の気孔開度(どれぐらい気孔を開いているかの指標)などを解析しました。その結果、遺伝子組換えポプラは、植物体内の水の通導性が低下し、気孔も開きにくくなっていることが明らかになりました(図 3 左)。さらに、組換えポプラでは、水を与えない状態で枯れてしまう葉の枚数が少ない傾向がありました(図 3 右)。これらの結果は、GoIS が樹体内の水の流れをコントロールする重要な遺伝子であることを示しています。組換えポプラを使って GoIS の機能がさらに明らかになれば、ストレスに強い樹木の開発につながると期待できます。

本研究は、森林総合研究所交付金プロジェクト「高バイオマス生産性と高ストレス耐性を付与した組換え樹木の開発」による成果です。

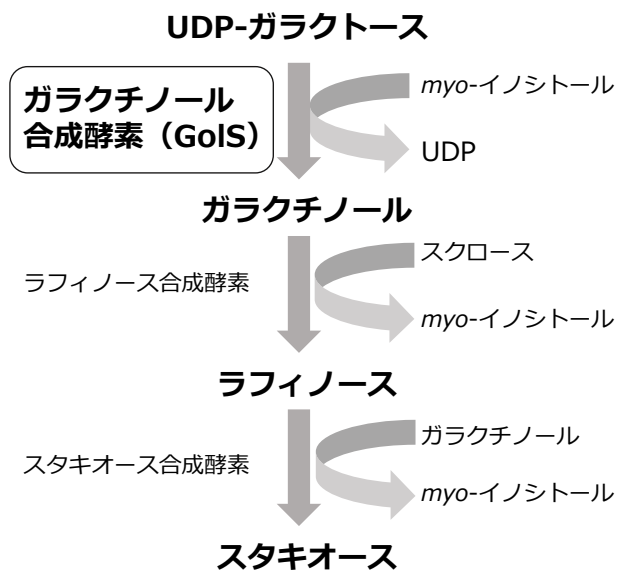


図1 ガラクチノール合成酵素 (GoS) が関わる代謝経路

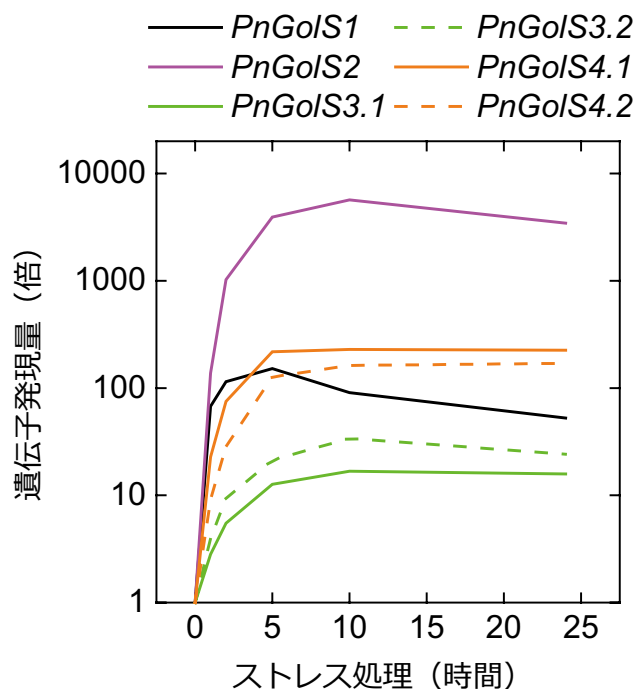


図2 ポプラの葉片を乾燥させたときの *GoS* 遺伝子群の発現量変化 (処理前の発現量を1)

PnGoS2 の増加が特に大きく、結果は塩ストレスでも同様でした。

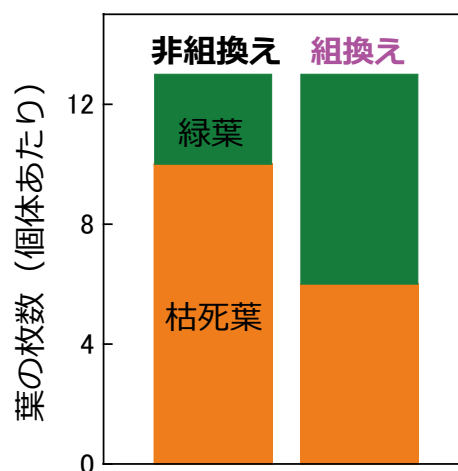
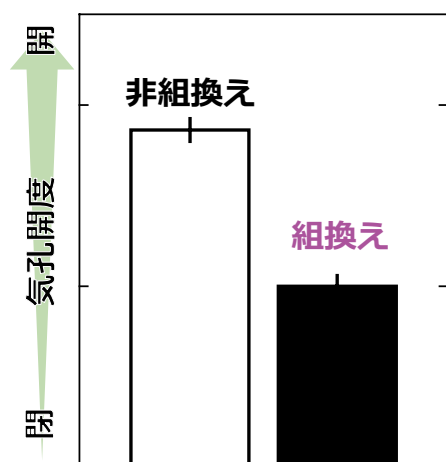


図3 *PnGoS2* を過剰に増やした組換えポプラは気孔が開きにくく (左)、また、2週間水を与えずに育てても、枯死する葉の数が少ない傾向がありました (右)。

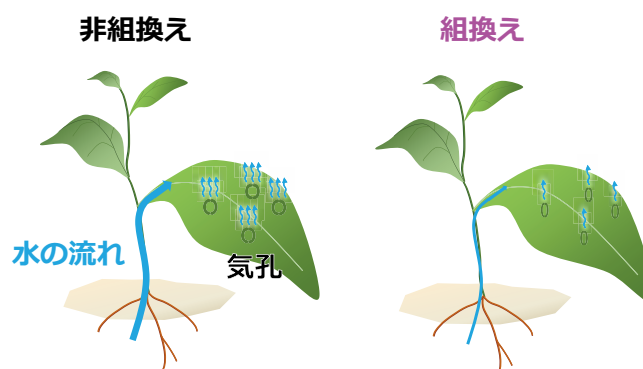


図4 *PnGoS2* を過剰に増やした組換えポプラは、気孔が開きにくく、水分の蒸発が少ないと推察されます。