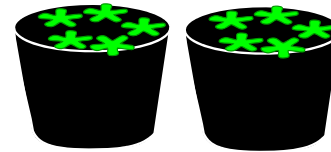


植物の低温耐性

はじめに

日本の四季の移り変わりは風流なものですが、最近では寒暖差が厳しく、体調管理がたいへんになったように感じるのは年齢のせいでしょうか。

植物も寒暖差を感じ、さまざまなダメージいわゆるストレスをうけます。今回は、植物の低温ストレスに関してモデル植物のシロイヌナズナで新たな報告がありましたので紹介します。



低温ストレス

低温にさらされると、細胞の代謝反応を触媒する**酵素の活性が低下し代謝が落ちます**。また本来流動的であるべき細胞内外の**膜の流動性が低くなり、膜を介して行われる代謝が滞ります**。これらがダメージをもたらす低温ストレスとなります。

低温といっても細胞内外の水分が凍る温度では、氷による物理的なダメージを受けます。状況が異なることから、このような**凍害 (freezing)**は**低温 (chilling)**とは別と考えられています。

低温対策に関わる遺伝子

低温ストレスに対処するため、植物は何百もの遺伝子を発現させ組織や代謝を変化させます。多くの遺伝子を迅速かつ整然と発現させるため、**マスターキー役の遺伝子が一連の遺伝子の発現を一斉に制御**するしくみになっています。

低温に対処するマスターキー役遺伝子は「**乾燥適応因子1**」(略称 ***DREB1***) 遺伝子であることがわかっており、今回の報告でもこの遺伝子にまず注目しています。

乾燥適応因子1 (略称DREB1)

実はDREB1遺伝子は乾燥や塩ストレスなどにも対処し、それぞれに応じた多くの遺伝子を発現させる万能遺伝子です。しかもこの遺伝子は、多くの植物で共通に働きます。

DREB1遺伝子を過剰発現させたイネでは、低温や乾燥、塩耐性が増したそうです。ただ耐性に関与する遺伝子が常に働くと収量が上がらないので、必要な時だけ働くような、より細やかな遺伝子発現調節が求められているそうです。

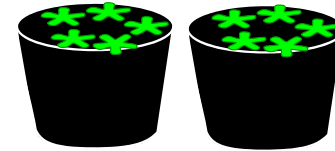
水稻の他に、陸稲、コムギの遺伝子組み換え体が、農林水産省の新農業展開ゲノムプロジェクト: DREB遺伝子等を活用した環境ストレスに強い作物の開発(2014年報告)に報告されています。

シロイヌナズナの栽培環境

一般に植物への栽培環境を調査する実験では、温度と光が制御できる人工気象室で植物を栽培します。

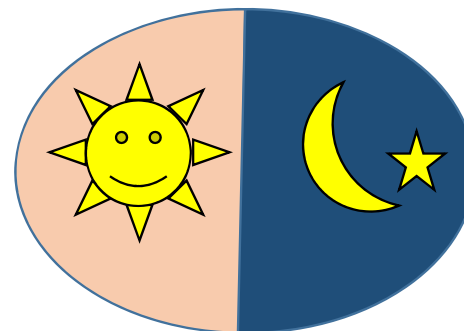
今回の報告では、播種後2~3週目でロゼッタ様の葉が数枚展開したシロイヌナズナを用いています。その時期のサイズは数センチ程度で、人工気象室も食器棚程度でも十分です。

サイズが小さいということも、シロイヌナズナがモデル植物として有利な点になっています。



対照区となる最適な栽培温度は、**22°C**です。低温としては、今回紹介する報告では**4°C**に設定しています。他に、**2°C**に設定している報告もありました。凍らないぎりぎりの低温であり、短時間で低温ストレスを与えられる温度です。

また光量は一定で、12時間明期/
12時間暗期として1日のリズム
(**サーカディアンリズム**)をつくり、
昼夜の違いも調べます。

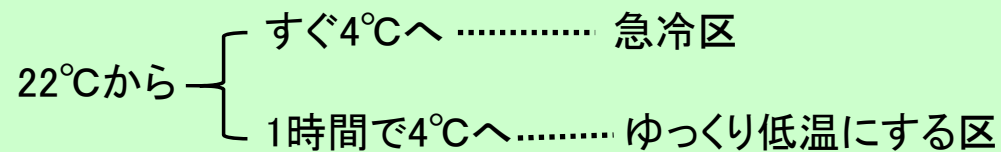


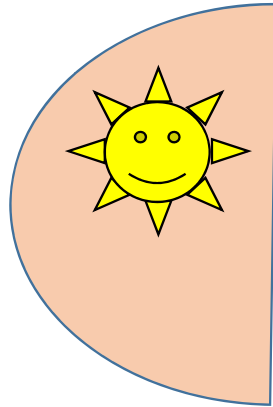
12時間明期/12時間暗期

低温にする速度

今回紹介する報告の著者らはDREB遺伝子等ですばらしい業績をあげ、今回の報告でも新たな試験設定で仮説を提案されています。

まずシロイヌナズナ播種後3週の植物体を22°Cからすぐ4°Cに移す急冷区と、22°Cから10分間で3°Cずつ下げ1時間かけて4°Cにする試験区の2通りを設定しました。「ゆっくり」の方はいろいろな温度差や時間が考えられます。簡単な短時間の作業で急冷との違いができるように検討するところは、実験のおもしろさを感じられるところでしょう。





昼間の温度低下への対応

さて、昼間の急冷区では、**CAMTA**という略称の遺伝子が関与していることがわかりました。

この遺伝子は、**カルシウムイオンとともに他のタンパク質の働きを制御する働き**をします。

昼間ゆっくり低温になる場合には、別のタンパク質が**DREB1**遺伝子を発現させることもわかりました。

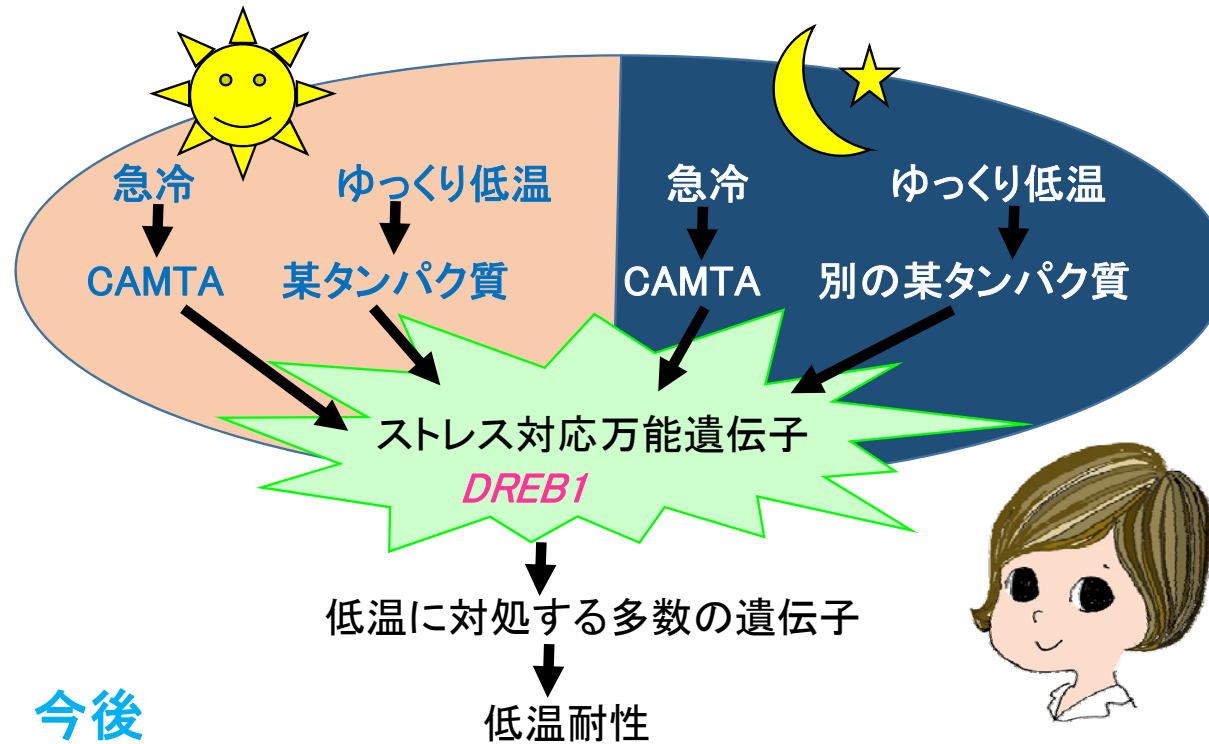
夜間の温度低下への対応

ところで、自然界では夜間光合成は行われず、一般に夜間の気温は昼間より低くなります。植物は、低温に対して夜間は昼間とは区別して対処したいと思うでしょう。



夜間の急冷では昼間の急冷同様 *CAMTA* が関与し、夜間ゆっくり温度が低下する場合は別のタンパク質が働くことが示されました。

昼間と夜間、それぞれ急冷区とゆっくり低温にする合計4試験区での *DREB1* 遺伝子に関わる発現調節は、次の図のようになります。



今後

シロイヌナズナが栽培温度の低下に関してきめ細やかに遺伝子発現を制御していることがわかってきました。ゲノム編集ならば、きめ細やかさを考慮した育種も行われていくことと期待しています。

参考文献 The Plant Cell 29:760–774, 2017