



令和5年8月31日

報道機関 各位

新しい手法により植物の低温馴化能力を改変する物質を発見

-新たな農薬開発に期待-

【発表のポイント】

- 成熟期の植物の成長・発達に影響する化合物のスクリーニングと同定は、環境適応をはじめとする植物の生存戦略のより深い理解を可能にします。
- 今回、植物に作用する化合物をスクリーニングする新しい手法を開発し、この方法を用いて植物の低温馴化能に影響を与える化合物を同定しました。
- 新手法により、今後、新たな農薬の開発などが可能になると期待されます。

【概要】

温帯以北に生息する植物の多くは、死なない程度の低温に一定期間曝されると、次に襲ってくるさらに低い温度に対する耐性を獲得することが知られています。この現象は「低温馴化^(注1)」と呼ばれ、動くことができない植物が備えている優れた性質です。宮崎大学農学部植物生産環境科学科・稲葉丈人准教授の研究グループは、植物に作用する低分子化合物をスクリーニングする新しい手法を開発し、この手法を用いて植物の低温馴化能力を改変する物質を発見しました。この新手法の応用により、今後、新たな農薬の開発が可能になると期待されます。また、植物の低温センサーの実体解明にも道を拓くと予想されます。

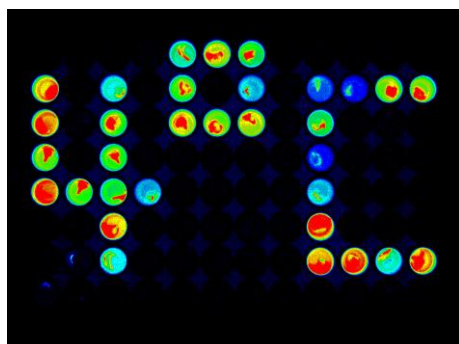


図:新しい手法によるスクリーニング。各ウェル(96穴)には本葉が一枚ずつ入っている。低温処理をすると発光するが、同定した化合物を入れたウェルは発光しない。

この成果は、農学研究科・農学専攻・植物生産環境科学コース修士2年・北脇耕平(筆頭著者)および農学部・植物生産環境科学科・学生が修士論文および卒業論文研究で行ったものです。

研究成果は、世界的な植物科学雑誌の一つである *Plant Physiology* 誌の2023年9月号に掲載されました。

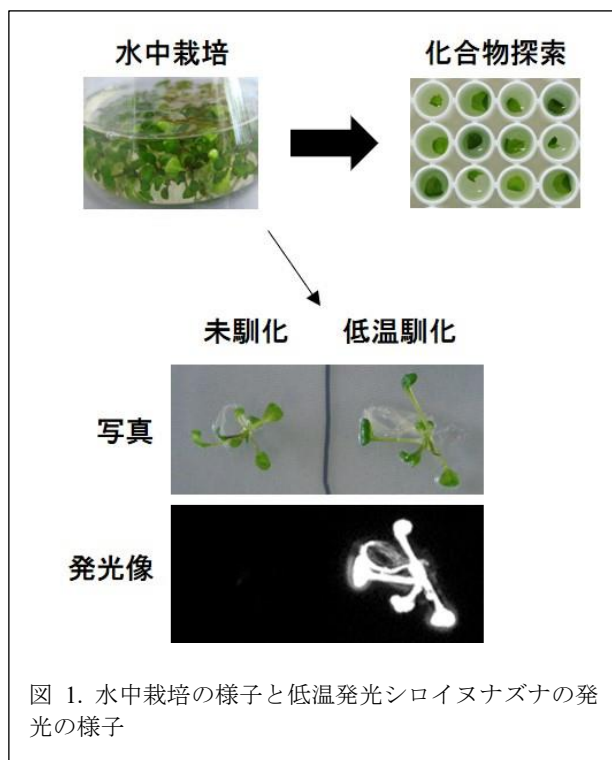
【背景・研究手法】

ヒトをはじめとする様々な生物のゲノム情報が明らかになったところから、化学を基盤に生命現象の解明を試みる「ケミカルバイオロジー」と呼ばれる学問領域が発展してきました。細胞内のタンパク質機能を制御する化合物の探索・開発などが代表的な研究例で、新しい医薬品や農薬の開発につながります。植物は葉の表面に「クチクラ層」のような物質が透過しにくい層を持つこと、成熟した植物体はサイズが大きくなることから、植物細胞に作用する化合物を探索する際は主に発芽直後の植物が用いられてきました。しかしながら、実際には発芽してから子葉を展開するまでの期間よりもその後の成長期間の方がはるかに長くなります。そのため、成熟した植物体を用いて効率的に化合物をスクリーニングすることができれば、植物の成長と発達を制御するシグナル伝達経路の理解を深めることが可能です。

今回の研究では、成熟した植物を使って化合物をスクリーニングする新しい実験系を開発しました。まず、低温応答遺伝子 *COR15A*^(注2) のプロモーター領域^(注3) をホタルのルシフェラーゼ遺伝子^(注4) に融合し、低温に反応して発光するシロイヌナズナ（以下、低温発光シロイヌナズナ）を作成しました。この低温発光シロイヌナズナを「水中栽培」することで化合物が浸透しやすい状態にしました。そして、通常栽培した植物同様に低温馴化すること、本葉一枚を切り取った後でも植物体同様の低温応答を示すことを明らかにしました（図1）。次に、水中栽培した低温発光シロイヌナズナの本葉を96穴マイクロプレートに一枚ずつ入れて、約500種類の化合物が低温応答に及ぼす影響を調べました。その結果、強力な低温応答阻害活性を示すいくつかの化合物が「1,4-ナフトキノ

ン誘導体」に分類されることが分かりました（図2）。実際これらの化合物は、シロイヌナズナの低温馴化能力を低下させました。一連の研究により、発達した植物（の一部）を用いて化合物をスクリーニングする新しい実験系を確立しました。同時に、こうした解析により特定の化合物と植物の環境応答との間の新たな関連性を見出すことが可能であることも示しました。

この方法の応用により、今後、成熟した植物の様々な生理応答に影響を与える化合物の調査が可能になり、新たな農薬の開発などが期待されます。また、低温馴化に関与する低温センサーは未だ見つかっていませんので、今



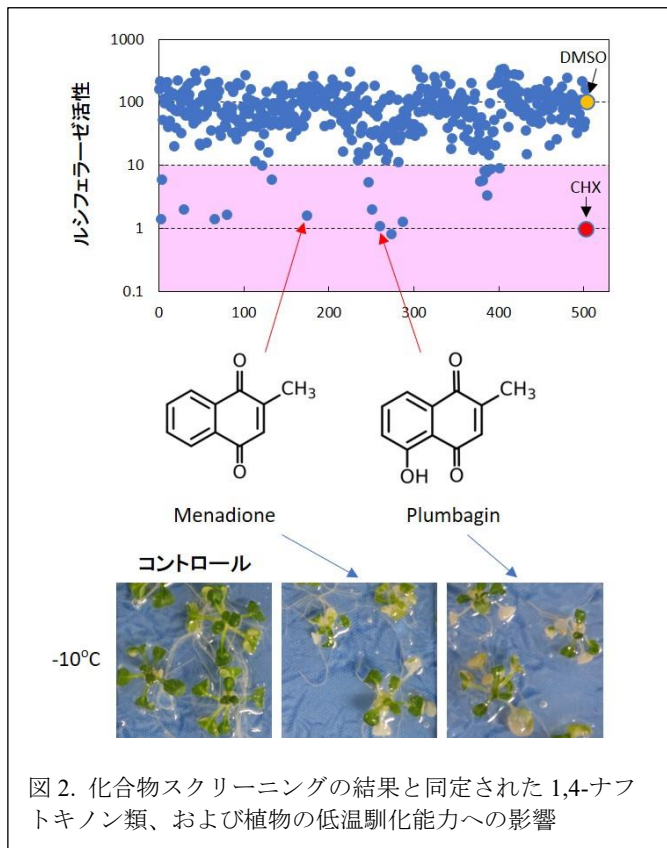


図2. 化合物スクリーニングの結果と同定された1,4-ナフトキノン類、および植物の低温馴化能力への影響

再開発された方法は低温センサーの実体解明にも道を拓くと予想されます。

【用語説明】

注1: 低温馴化。自然界において、夏から冬への移行にともない、植物が生理機能や細胞の構造を大きく変化させ、その結果高い耐寒能力を獲得することを言います。そのような植物は、ある一定期間、死なない程度の低温に曝されると、次に襲ってくるさらに低い温度に対する耐性を獲得します。例えば、シロイヌナズナは低温未馴化では-5°C程度で枯死しますが、4°Cで2日間、低温馴化すると、-10°C近い低温にも耐えられます(図2参照)。

低温馴化時には数多くの遺伝子の発現が誘導され、耐寒能力の向上に寄与しています。

注2: *COR15A*。低温処理に応答してシロイヌナズナで強く誘導される遺伝子の一つ。この遺伝子の調節機構の研究により、植物細胞内の低温シグナル伝達メカニズムの理解が進みました。

注3: プロモーター領域。遺伝子の発現を調節する領域のこと。多くの場合、遺伝子の上流域に存在し、様々なシグナルに応答して遺伝子の発現を調節します。例えば、低温応答遺伝子の場合、遺伝子本体ではなくプロモーター領域の働きにより低温に応答して発現が誘導されます。

注4: ルシフェラーゼ。生物の発光反応を触媒する酵素の総称で、最もよく知られているのがホタルのルシフェラーゼ。例えば、低温応答遺伝子のプロモーター領域にルシフェラーゼを融合した遺伝子をシロイヌナズナに導入すると、図1に見られるように低温に応答して植物が発光します。非破壊で遺伝子発現を追跡できるため、様々な研究で用いられています。

【論文情報】

題名 : Chemical screening approach using single leaves identifies compounds that affect cold signaling in Arabidopsis

著者 ; Kohei Kitawaki, Ryota Mihara, Saori Kamimura, Akito Sato, Mari Ushiyama, Yasuko Ito-Inaba, Takehito Inaba* (*責任著者)

著者所属 : 宮崎大学農学部

掲載雑誌 : Plant Physiology (雑誌 HP: <https://academic.oup.com/plphys>)

DOI: <https://doi.org/10.1093/plphys/kiad280>

【研究代表者】

宮崎大学農学部植物生産環境科学科・植物生理学研究室 稲葉丈人 准教授

【謝辞】

本研究は、文部科学省科学研究費補助金(25850073, 18H02169, 20H02917, 20K21282)、公益財団法人日本科学協会・笹川科学研究助成(2023-4024)、および宮崎大学戦略重点経費の支援を受けて行われました。

【問い合わせ先】

●研究に関すること

宮崎大学 農学部・植物生産環境科学科
准教授 稲葉丈人

TEL/FAX : 0985-58-7899

E-mail : tinaba@cc.miyazaki-u.ac.jp

●報道担当

宮崎大学 企画総務部 総務広報課

TEL : 0985-58-7114 FAX : 0985-58-2886

E-mail: kouhou@of.miyazaki-u.ac.jp