

報道解禁日時

ラジオ・テレビ・WEB：平成20年2月28日（木）午前3時

新聞：平成20年2月28日付け朝刊



九州大学

九州大学広報室

〒812-8581 福岡市東区箱崎 6-10-1

TEL:092-642-2106 FAX:092-642-2113

MAIL:koho@jimu.kyushu-u.ac.jp

URL:<http://www.kyushu-u.ac.jp/>

PRESS RELEASE (2007/02/22)

次の研究内容が平成20年2月27日付英科学誌 *Nature* 電子版に掲載されます。

## 植物の気孔開閉の調節因子を同定。 高 CO<sub>2</sub>・温暖化時代の環境予測や食糧増産に道。

### 概要

九州大学大学院理学研究院 射場 厚 教授らの研究グループは、CO<sub>2</sub> 濃度の変化に応じて植物の気孔を開閉させる調節因子を発見しました。

植物は表皮に存在する気孔の開閉運動により、大気中の二酸化炭素 (CO<sub>2</sub>) の取り込みや水蒸気の放散などのガス交換を行なっています。植物をとりまく環境 (光、乾燥、CO<sub>2</sub> など) への適応において、気孔の開閉の調節は極めて重要ですが、とくに閉じるメカニズムについてはよく分かっていません。今回、見つかった SLAC1 (SLOW ANION CHANNEL-ASSOCIATED 1) タンパク質は、気孔閉鎖を引き起こす細胞外への陰イオンの排出に必須の機能をもつことが分かりました。このタンパク質は、これまで実体が不明であった細胞膜局在型陰イオンチャネルである可能性があります。大気中の CO<sub>2</sub> 濃度は近年、急激な上昇を始めています。その変動が大気中の CO<sub>2</sub> プールの保全を担う森林樹木や食糧となる農作物にどのような影響を与えるかを知る上で重要な手がかりとなりそうです。

### 背景

人間活動の活発化によって、大気中の CO<sub>2</sub> 濃度は近年急激な上昇を始めており、その上昇は今後さらに加速され、今世紀後半には今の濃度 (〜380ppm) の倍以上に達すると予測されています。地球の数十億年の歴史において、数十年程度のスパンでおこるこのような変動は、瞬間的・劇的変動といえます。このような CO<sub>2</sub> 濃度の増加は温暖化を促進させるだけでなく、その吸収源である植物の生長・生理にも様々な影響を及ぼす可能性が指摘されています。炭素栄養源である大気中の CO<sub>2</sub> 濃度の上昇そのものは、植物の生長を促進すると思われます。ところが、一定の水準を超えると、体内では他の栄養素 (例えば窒素など) とのバランスが崩れ、健全な生長が損なわれる危険性が生じます。我々人間に例えると、過食によって過剰の糖を摂取することによって糖尿病を発症するのと同じ様に森林樹木や農業栽培植物が陥る可能性があるのです。大気中の CO<sub>2</sub> プールの保全を担う植物が CO<sub>2</sub> や温度の変化を感知し、適応するメカニズムを解明することは、高 CO<sub>2</sub>・温暖化時代の地球環境の精確な予測や、食糧生産を持続的に向上させる上で、緊急かつ重要な研究課題です。

### 内容

\*ハイスループットサーマルイメージングの技法を用いて、モデル植物であるシロイヌナズナから CO<sub>2</sub> 濃度の変化に異常な応答を示す突然変異体 *slac1* を見つけました (図 1)。この *slac1* では、CO<sub>2</sub> が高濃度になっても、通常閉じるはずの気孔が、開いたままになっています。植物体において、この変異が作用している部位を調べたところ、気孔の細胞 (孔辺細胞) の細胞膜であることが分かりました。気孔が閉じるためには、孔辺細胞から外側へ塩素イオンやリンゴ酸イオンなどの陰イオンが排出されなければならないのですが、この変異体の孔辺細胞では、それらの陰イオンの排出ができなくなっていることが分かりました。孔辺細胞において、陰イオンの排出を担うのは、S (slow) タイプの陰イオンチャネルであると言われていました。変異をおこしたタンパク質は、そのイオンチャネル本体である可能性があります。この陰イオンチャネルを探していたヘルシンキ大学とカリフォルニア大学 (サンディエゴ校) の合同チームも、私たちと同じタンパク質を見つけ、その成果は *Nature* 誌の同じ巻・号に同時に発表されます。

### 効果

本研究成果は、これまでほとんど研究が進んでいない植物の長期的な CO<sub>2</sub> 応答を統御するメカニズム、ならびに CO<sub>2</sub> シグナルに対する短期的/長期的応答の相互制御の分子の実態の解明の手がかりとなるものです。環境の高 CO<sub>2</sub> 化にともなう森林植生の変化や農産物収量の増減を的確に予測したり、生産性の高い農作物の開発に役立つことが期待されます。

## ■今後の展開

SLAC1 タンパク質は乾燥、CO<sub>2</sub> などの外部環境の変化に伴う気孔閉鎖に必須の因子ですが、シロイヌナズナの植物体で異所的に発現しているホモログ（ファミリー）タンパク質も SLAC1 と同じ機能をもつことがこの研究によって明らかになりました。細胞膜局在の陰イオンチャネルの分子はこれまで植物では発見されていないのですが、SLAC1 ファミリータンパク質は植物細胞における有機酸/無機イオンのホメオスタシスの維持に重要な役割を果たしている陰イオンチャネル本体である可能性が出てきました。この陰イオンチャネルは、植物体内におけるミネラルの輸送、細胞の伸長、酸性土壌耐性などにおいて主要な機能を担っているとされており、今後、植物の生理機能・応答での新たな研究展開が期待されます。

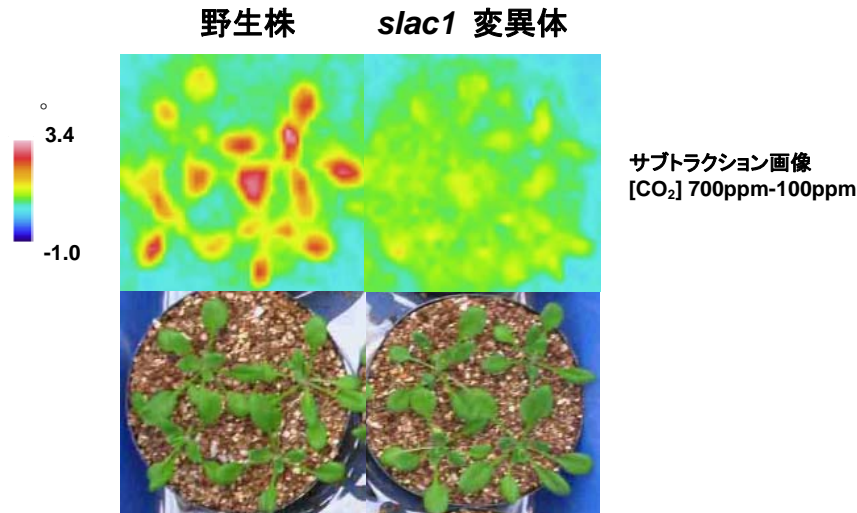


図1 *slac1* 変異体はCO<sub>2</sub>に対する応答性を失っている

上段:植物のCO<sub>2</sub>応答をサーモグラフィーで画像化したもの。低[CO<sub>2</sub>] (100ppm)から高[CO<sub>2</sub>] (700ppm)に変化させたときの葉面温度変化(サブトラクション画像)を示しており、赤が濃くなる程、応答性が高い。  
下段:植物体の配置。

## 【用語解説】

ハイスループットサーマルイメージング：気孔が開くとその孔から体内の水分が水蒸気として放出され、気化熱が奪われることによって体温が僅かながら低下します。これは、ヒトが汗をかくのと同じ原理です。高感度のサーモグラフィーカメラでは、そのような微小の温度の変化をモニターすることができます（サーマルイメージング）。この技法を用いると、いわゆるリモートセンシングによって気孔の開閉の状態を一度に多数の植物体で調べることができます（ハイスループット化）。突然変異株のスクリーニングを行なうためには、数万単位の植物体を網羅的に調べる必要がありますが、従来の手作業による気孔開度の測定では膨大な時間と労力を要するのに対し、この方法では比較的短期間に行なうことが可能です。私たちはこの手法を用いて、これまでに、植物の CO<sub>2</sub> 感知・シグナル伝達因子（HT1 キナーゼ）の同定に世界で初めて成功しています（Hashimoto *et al.* 2006, *Nature Cell Biology* 8, 391-397）。

## 【お問い合わせ】

九州大学大学院理学研究院 教授 射場 厚（いば こう）

電話：092-642-2621

FAX：092-642-2621

Mail：koibascb@mbox.nc.kyushu-u.ac.jp