

C1酵母の植物葉上でのライフスタイル



京都大学 農学研究科 教授
阪井 康能

研究の背景

メタノールを単一の炭素・エネルギー源として全ての細胞構成成分を生合成しているメタノール資化性酵母(C1酵母)は、ワクチン、酵素の生産や構造解析用タンパク質調製のための異種遺伝子発現の宿主として汎用されています。メタノール培養すると、その代謝に必要な酵素群が誘導されると同時に、細胞内小器官であるペルオキシソームが発達します。ヒトでペルオキシソーム形成不全症が知られていることから、C1酵母はペルオキシソーム合成・分解の分子機構を研究するためのモデル生物でもあります。しかし、どうしてC1酵母が強いメタノール誘導性遺伝子発現を示し、巨大なペルオキシソームを持つのか、については全くの謎でした。

研究の成果

木精とも呼ばれるメタノールは、植物から年間約1億トンが大气中に放出されていますが、植物表面のメタノール濃度を直接測定する方法はありませんでした。今回、「メタノール細胞センサー」をC1酵母を用いて開発し、葉面メタノール濃度を計測したところ、若い葉の上では、夜に高く、昼は低いことを見つめました。メタノールが日周変動する葉上で、C1酵母は10日で3-4回ぐらゐ分裂し、ゆっくり増殖しました。この時の代謝酵素遺伝子の発現とペルオキシソーム動態を調べると、メタノール濃度に応答して日周変動していました(図1)。さらに葉上での増殖には、代謝やペルオキシソーム合成に必要な遺伝子は夜に発現して、ペルオキシソームが、夜、発達するだけでなく、朝には、ペルオキシソーム分解に必要

なオートファジー関連遺伝子群ATGによるオートファジーが起こり、ペルオキシソームが分解されていました。つまり、C1酵母は夜にアルコールを飲んで、朝はペルオキシソームを分解して、生活していることになります。

一方、老化した葉や枯葉の上では酵母内のペルオキシソームは大きく発達していました。栄養源の枯渇した葉上で動けない酵母が、土に還った時のために、メタノールから合成したアミノ酸をタンパク質としてペルオキシソームに貯蔵していると考えられます(図2)。

今後の展望

葉上メタノールの存在とその濃度の日周変動が、C1酵母の生存とライフスタイルに大きな影響を与えていることがわかりました。これはフラスコや試験管培養でなく、酵母を自然に近い状態で増殖させて初めて明らかとなった事実です。今後、自然界での微生物の生理と応用機能に関する新しい分野・領域が開拓できると考えています。今回の結果は、培養のいらない植物上でタンパク質の直接生産が可能なることを示すと同時に、葉上メタノール濃度の変動は、温室効果ガスであるメタン削減のための基本情報でもあり、環境問題を解決できるような技術開発にも役立てたいと考えています。

関連する科研費

平成18-22年度 特定領域研究「オートファジーによる選択的細胞内分解のメカニズム」

平成22-24年度 基盤研究(B)「C1微生物を中心とした複合生物系による分子循環と炭素固定」

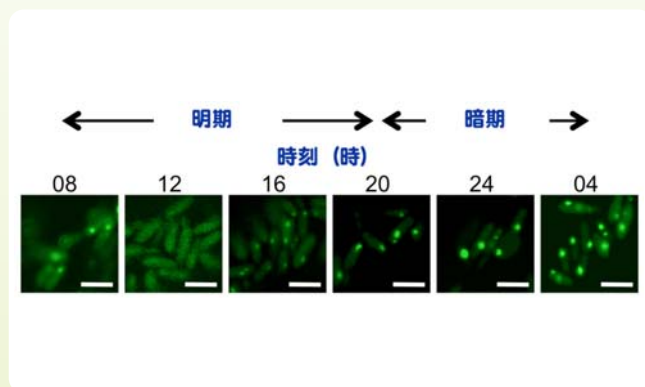


図1 ペルオキシソームの日周性動態変動 ~夜に増えて朝は分解~

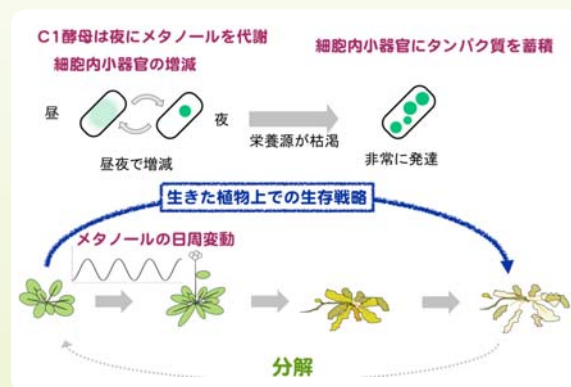


図2 C1酵母のライフスタイルと植物の一生

(記事制作協力:科学コミュニケーター 上田 裕美子)