

植物のサーカディアン振動子集団における維管束ネットワークの影響

福田弘和¹⁾, 中道範人²⁾, 水野 猛²⁾, 村瀬治比古¹⁾¹⁾大阪府立大学大学院生命環境科学研究科, ²⁾名古屋大学大学院生命農学研究科

植物における個体レベルのサーカディアンリズムは、時計遺伝子の発現による細胞レベルの振動子の形成と細胞間の同期という二つの時間・空間スケールの異なった形成プロセスを経て発生している(図1)[1, 2]。細胞リズム同士の相互作用についての実験的な結果はまだほとんど得られていないが、原形質連絡や維管束を介して相互作用していると考えられている。原形質連絡は隣り合った細胞を繋ぎ、局所結合を実現している。一方、維管束は植物体全体に張り巡らされた網目状の通導組織であり、大域的な結合を実現していると考えられている。したがって、植物は局所結合と網目状の大域的な結合を持つ複雑な結合振動子系であり、そこでは興味深いダイナミクスが生じていると推測される。しかしながら、植物のサーカディアン振動細胞集団の時空ダイナミクスに関する実験は少なく、その詳細はほとんど明らかにされていない。そこで本研究では、ルシフェラーゼ遺伝子を利用した可視化技術を用いて細胞レベルのサーカディアンリズムを計測し、植物のサーカディアン振動細胞集団のダイナミクスを実験的に明らかにすることを試みた。

図2に恒常条件(連続暗、温度22℃)における遺伝子組み換えシロイヌナズナ *CCA1::LUC* のルシフェラーゼ発光を示した。図2に示すように、植物体を構成するほぼ全ての細胞でサーカディアンリズムが観測できた。図3は画像の各ピクセルにおけるリズムの位相を解析し、位相で再表示したものである。葉の表面上に位相波が発生していることが分かった。この位相波の伝播速度は約3 mm/hであった。また、葉に発生した位相波を詳しく調べた結果、位相波の伝播に維管束(葉脈)の構造が影響

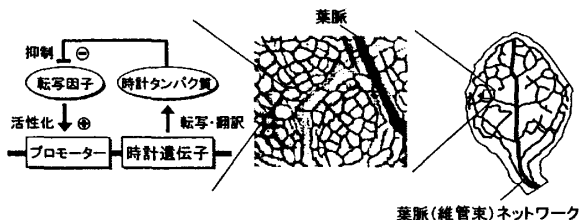


図1 植物のサーカディアンリズムの発生機構。

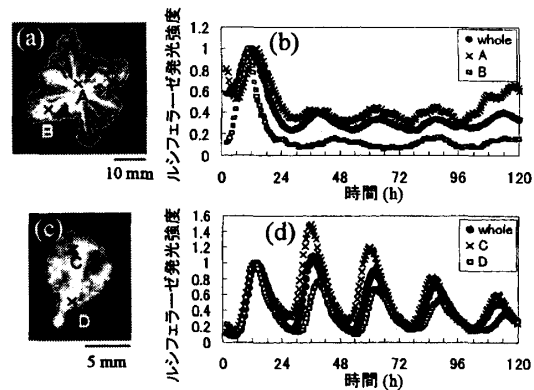
図2 シロイヌナズナ *CCA1::LUC* の個体(a, b)および切除葉(c, d)におけるルシフェラーゼ発光。

図3 切除葉における位相φの時間変化。イメージ間の時間間隔は1 h。

していることが分かった。そこで、葉のモデルとしてサーカディアン振動を生み出す細胞集団の層と葉脈ネットワークの層から構成される2層モデルを考案し、数値シミュレーションを行った。数値シミュレーションにおいても葉脈の影響を確認することができた。また、一枚一枚の葉について同期状態を調べた結果、通常、葉は高い同期状態を示すことが分かった。

参考文献

- [1] 中道範人, 水野猛; 植物の生物時計—時計関連遺伝子と計時機構研究の新展開—, 化学と生物 44, 295-304 (2006).
[2] 福田弘和, 村瀬治比古; 植物のサーカディアンリズム形成, プラントミメディックス—植物に学ぶ—(甲斐昌一, 森川弘道 監修), 165-173, NTS(2006).