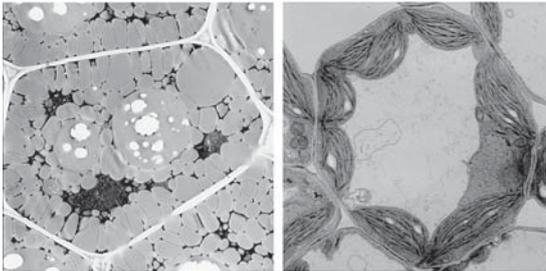


# 植物の高次機能を支えるオルガネラの機能発現と形成機構

## 多様性生物学研究室 (真野)



シロイヌナズナの種子(左)と緑化子葉(右)の電子顕微鏡写真

オルガネラは、細胞の成長や分化、個体の生育環境に応答して、機能や数、形、大きさを変化させる。こうした柔軟なオルガネラの機能変換や動的変動が、環境と一体化して生きている植物の高次機能を支えている。私たちは、この植物の高次機能を支えているオルガネラの機能発現や形成機構の解明を目指している。

### 高等植物におけるペルオキシソーム機能発現と形成機構

ペルオキシソームは、植物や動物、酵母など真核細胞に存在するオルガネラで、高等植物では、脂肪酸代謝、光呼吸、ジャスモン酸やオーキシンの生合成、活性酸素種の除去など様々な機能を担っている。ペルオキシソームの機能が低下すると、種子の発芽不全、植物体の矮性化、配偶子認識異常など、植物の生育に影響を及ぼすことから、ペルオキシソームが、植物の一生を通じて重要な役割を果たしていることが明らかになりつつある。ペルオキシソームが機能を発揮するには、他のオルガネラや細胞骨格との相互作用に加え、ペルオキシソーム内でのタンパク質分解およびペルオキシソーム自身の分解機構が必要であることも明らかとなった(図1、文献1, 2, 4, 5)。それらの解析をさらに進め、ペルオキシソームの機能と形成に関わる分子の同定と、オルガネラ間相互作用やペルオキシソーム品質管理機構を明らかにしようとしている。

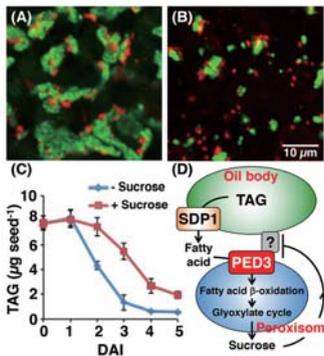


図1. 脂質代謝におけるペルオキシソームとオイルボディーの相互作用

(A, B) オイルボディーをGFPで、ペルオキシソームをRFPで可視化した植物体の、吸水後2日目(A)、4日目(B)の様子。発芽が進むにつれて2つのオルガネラの相互作用が弱くなる。この相互作用は、ショ糖添加により抑制を受け、その結果、貯蔵物質のトリアシルグリセロール(TAG)の分解が遅れる(C)。(D) オイルボディー膜にあるリパーゼ

SDP1 (Sucrose dependent 1)によりTAGから切り出された脂肪酸は、ペルオキシソーム膜上の輸送体PED3 (Peroxisome defective 3)によりペルオキシソーム内へ輸送され、脂肪酸β酸化系、グリオキシル酸回路を通じて最終的にショ糖へと代謝される。このショ糖がオイルボディーとペルオキシソームの相互作用を制御している。オイルボディーとの相互作用においては、PED3はペルオキシソーム膜上の相互作用因子としても機能することが明らかとなった。DAI: Days after imbibition.

### 種子における貯蔵物質の集積機構

種子は、多量の脂質やタンパク質、糖質を蓄積する。このうち、脂質は小胞体由来のオルガネラであるオイルボディーに、タンパク質は液泡由来のオルガネラであるプロテインボディーに蓄積する。植物は、この貯蔵物質を、発芽や発芽直後の光合成能力を獲得するまでの生長のエネルギーとして利用する。この貯蔵物質の合成と蓄積機構の解明を目指している(文献3)。

### 植物オルガネラ画像データベースの構築

植物オルガネラ研究の基盤整備として、The Plant Organelles Database 3 (PODB3)を構築している。PODB3には、全国の植物研究者から提供された植物オルガネラの静止画や動画、電子顕微鏡写真、実験プロトコルが収集されている。さらに、一般の方向けのサイト「植物オルガネラワールド」も公開している。

### 参考文献

- Cui, S., Hayashi, Y., Otomo, M., Mano, S., Oikawa, K., Hayashi, M., and Nishimura, M. (2016). Sucrose production mediated by lipid metabolism suppresses physical interaction of peroxisomes and oil bodies during germination of *Arabidopsis thaliana*. *J. Biol. Chem.* 291, 19734-19745.
- Kimori, Y., Hikino, K., Nishimura, M., and Mano, S. (2016). Quantifying morphological features of actin cytoskeletal filaments in plant cells based on mathematical morphology. *J. Theor. Biol.* 389, 123-131.
- Kanai, M., Mano, S., Kondo, M., Hayashi, M., and Nishimura, M. (2016). Extension of oil biosynthesis during the mid-phase of seed development enhances oil content in *Arabidopsis* seeds. *Plant Biotechnol. J.* 14, 1241-1250.
- Oikawa, K., Matsunaga, S., Mano, S., Kondo, M., Yamada, K., Hayashi, M., Kagawa, T., Kadota, A., Sakamoto, W., Higashi, S., Watanabe, M., Mitsui, T., Shigemasa, A., Iino, T., Hosokawa, Y., and Nishimura, M. (2015). Physical interaction between peroxisomes and chloroplasts elucidated by in situ laser analysis. *Nature Plants* 1, 15035.
- Goto-Yamada, S., Mano, S., Nakamori, C., Kondo, M., Yamawaki, R., Kato, A., and Nishimura, M. (2014). Chaperone and protease functions of LON protease 2 modulate the peroxisomal transition and degradation with autophagy. *Plant Cell Physiol.* 55, 482-496.

准教授  
真野 昌二



博士研究員  
金井 雅武

事務支援員  
上田 千弦 (ABiS)

特別協力研究員  
神垣 あかね

技術支援員  
曳野 和美  
加藤 恭子

