

講演番号：4B08a11

講演日時：3月28日 11:40～ 総合学習プラザ B08 会場

緑藻クラミドモナスのデンプン鞘は CO₂ 濃縮機構に寄与する

Starch sheath formation is required for the CO₂-concentrating mechanism in the green alga *Chlamydomonas reinhardtii*

○山野 隆志、豊川 知華、福澤 秀哉 (京大・院・生命)

○Takashi YAMANO, Chihana TOYOKAWA, Hideya FUKUZAWA (Kyoto Univ.)

微細藻類の光合成による一次生産は、地球上の光合成全体の約 50% を占めることから、水圏環境における光合成を理解することは重要である。多くの藻類は、CO₂ 欠乏ストレス環境においても光合成を維持するために、膜輸送体やチャネルを用いて細胞外から葉緑体内に無機炭素を能動的に取り込み、CO₂ 固定酵素 Rubisco 周囲に CO₂ を濃縮する仕組み CO₂ 濃縮機構 (CCM) を持つ。Rubisco は、葉緑体ストロマのピレノイドと呼ばれる構造に集積し、複数のデンプンプレートからなるデンプン鞘がピレノイドを取り囲んでいる。近年、ピレノイドは液-液相分離する膜のないオルガネラであることが示され (Freeman et al. *Cell* 2017)、ピレノイドを構成するタンパク質やその物理学的な性質がもたらす CCM への寄与が明らかになってきた。一方、デンプン鞘が CCM に寄与する可能性についても 20 年以上議論されてきたが、その生理学的な証拠はなかった。

CCM に伴って誘導される LCIB タンパク質は、CO₂ 濃度の低下に伴いデンプン鞘の外側に不連続かつリング状に局在する (Yamano et al. *Plant Cell Phys* 2010)。LCIB は炭酸脱水酵素の活性中心とよく似た構造を持つことから (Jin et al. *PNAS* 2016)、LCIB は Rubisco によって固定されずにピレノイドから漏れ出した CO₂ を HCO₃⁻ に変換することで、葉緑体内における無機炭素プールの維持に貢献していると考えられている。我々は、LCIB の局在異常変異株をスクリーニングする中で単離したデンプン鞘を形成しない変異株 4-D1 をきっかけとして、デンプン鞘と CCM の関係性について研究を進めた。4-D1 株では、デンプン合成に必須な *Isoamylase1 (ISA1)* 遺伝子の第 13 イントロンに DNA タグが挿入されていた。4-D1 株のデンプン蓄積量は野生株の 1 割以下に減少し、デンプンプレートは存在せず、小さい異常デンプン粒がピレノイド周囲に存在していた。4-D1 株と同様にデンプン鞘を形成しない *sta11* 変異株でも LCIB の局在異常が観察された。一方、野生株よりもデンプンプレートが薄いデンプン鞘は形成できる *sta2* 株では LCIB の局在は正常だった。また、4-D1 株と *sta11* 株では無機炭素への親和性は野生株に比べて有意に低下し CO₂ 欠乏条件下で生育が遅延したのに対して、*sta2* 株では無機炭素への親和性の低下が軽減し、生育の遅延は見られなかった。

以上の結果から、厚みのあるデンプンプレートによって形成されたデンプン鞘は、ピレノイドの CO₂ の拡散障壁として機能するだけでなく、LCIB をその周囲に正しく局在させることで、漏れ出した CO₂ を効率よく捕まえ、CCM における無機炭素への親和性の上昇に寄与していることが示唆された。

CCM, Pyrenoid, Starch sheath

発表責任者：福澤秀哉 (fukuzawa@lif.kyoto-u.ac.jp)