



光合成を支える酸性脂質

東京大学（現：ヤギエウオ大学（ポーランド））遠藤 嘉一郎

光合成反応の場であるチラコイド膜は、他の生体膜と同様に脂質二重層を基本構造とし、その中に光化学系複合体などの光合成装置が配置されています。植物の葉緑体とシアノバクテリアのチラコイド膜には膜脂質として、糖脂質であるモノガラクトシルジアシルグリセロール (MGDG)、ジガラクトシルジアシルグリセロール (DGDG)、スルホキノボシルジアシルグリセロール (SQDG)、リン脂質であるホスファチジルグリセロール (PG) が存在し、脂質組成もほぼ同じです。MGDG と DGDG が電荷をもたない脂質であるのに対し、SQDG と PG は極性基にマイナス電荷をもつことから酸性脂質に分類されます。近年、光化学系複合体の X 線結晶構造解析や脂質合成欠損変異株を用いた解析により、光合成における酸性脂質の役割が明らかになってきました [1]。

チラコイド膜を構成している脂質は、脂質二重層ばかりでなく、光合成装置の構成成分にもなっており、光化学系 II 複合体 (PSII) には多くの脂質分子が埋め込まれています。PSII 二量体の X 線結晶構造解析の結果では、SQDG が PSII 単量体あたり 4 分子、PG は 5 分子存在しています (図. 1)。SQDG は光合成に必須ではありませんが、効率のよい光合成を維持するために必要です。最近、筆者らによる *Thermosynechococcus. elongatus* BP-1 の SQDG 合成欠損株を用いた解析から、SQDG は PSII の二量体化やプラストキノン間 (Q_A から Q_B) の効率的な電子伝達の維持に必要であることが明らかになりました。

SQDG とは対照的に、同じ酸性脂質である PG は光合成に必要な不可欠な脂質です。大部分の PG が欠損した PSII では電子伝達が大きく阻害されます。また、酸素発生を担っているマンガクラーを安定化する働きをもつ表在性タンパク質が PSII から解離してしまうことから、PG は光合成反応において大変重要な役割を担っていることが明らかになりました。しかし、PG 合成欠損株を用いた解析では、PSII に結合している PG 1 分子ごとの機能を解明することは困難でした。そこで、筆者は、東京大学の和田研究室において、PG と相互作用している PSII のタンパク質のアミノ酸残基を改変することで、両者間の相互作用を操作して PG 1 分子ごとの機能解析を行いました。Q_A 近傍に存在する 2 分子の PG と相互作用している D1 タンパク質のアミノ酸残基を改変したところ、Q_B の酸化還元電位の低下や、PSII からの表在性タンパク質の解離が起こることから、これらの PG 分子が Q_B の機能や表在性タンパク質の結合に必要であることがわかりました。他の PG 分子についても同様の解析から、各 PG 分子の特異的な機能や共通の機能が明らかになってきています。

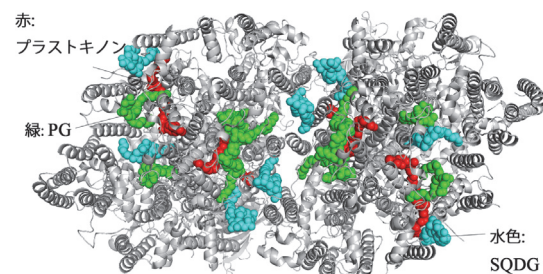


図. 1 *T. vulcanus* の PSII 複合体 (二量体) に存在する酸性脂質分子とプラストキノン分子の局在 (PDB ID: 3ARC)

[1] Kobayashi K, Endo K, Wada H (2016) Roles of lipids in photosynthesis. *Subcell. Biochem.* 86: 21-49.