



Title	Energy and electron transfer toward the photosynthetic reaction center complex in green sulfur bacteria
Author(s)	塚谷, 祐介
Citation	大阪大学, 2005, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/45611
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

氏 名 塚 谷 祐 介

博士の専攻分野の名称 博 士 (理 学)

学 位 記 番 号 第 19217 号

学 位 授 与 年 月 日 平成 17 年 3 月 25 日

学 位 授 与 の 要 件 学位規則第 4 条第 1 項該当

理学研究科生物科学専攻

学 位 論 文 名 Energy and electron transfer toward the photosynthetic reaction center complex in green sulfur bacteria
(緑色硫黄細菌における光化学反応中心複合体へのエネルギー移動および電子伝達に関する研究)

論 文 審 査 委 員 (主査)
教 授 福 山 恵一

(副査)
教 授 寺 島 一 郎 教 授 長 谷 俊 治 助 教 授 大 岡 宏 造

論 文 内 容 の 要 旨

光化学反応中心は、光合成反応の初期過程で光エネルギーから化学エネルギーへの変換を行なう分子装置であり、細胞膜中に色素タンパク質複合体として存在する。反応中心は、末端電子受容体の違いによりキノン型と Fe-S 型に大きく二分される。植物やラン藻は二つの反応中心（光化学系 I と光化学系 II）を用いて酸素発生型の光合成をおこなうが、光合成細菌はどちらかの反応中心のみで光合成をおこなう。すなわち緑色硫黄細菌は Fe-S 型反応中心をもち、紅色細菌はキノン型反応中心をもつ。

緑色硫黄細菌がもつ Fe-S 型反応中心は、サブユニット数が少なく、中核を成すサブユニットがホモダイマーである（他の光合成生物の反応中心はヘテロダイマー）など、始原的反応中心としての形質を保持している点が注目されている。しかしこの細菌が嫌気性で光独立栄養という性質をもつため、これまで分子生物学的手法による研究は皆無であった。本研究で初めて緑色硫黄細菌の反応中心変異株を作製することに成功し、それまで機能未知であった反応中心の PscD サブユニットが、光捕集タンパクから反応中心への光エネルギー移動を高効率に保っていること、および反応中心から NADP^+ への電子移動を促進していることを明らかにした。つまり PscD は Fe-S 型反応中心を介するエネルギー移動と電子移動のどちらにも関与する重要なサブユニットであることが明らかとなった。

ラン藻のチトクロム c_6 や、紅色細菌のチトクロム c_2 などの可溶性チトクロムは、細胞膜中のチトクロム $bc_1(b_6f)$ 複合体と反応中心の間をシャトルする電子伝達体である。それゆえに緑色硫黄細菌がもつ可溶性チトクロム $c-554$ は、これまで同様の働きをするものと思われていた。本研究でチトクロム $c-554$ がチトクロム bc 複合体からは電子を受け取らないことを実験的に示し、さらに、反応中心複合体の PscC サブユニットを介して、チトクロム bc 複合体から反応中心へ直接、電子を供給していることを見いだした。つまり、緑色硫黄細菌の反応中心への電子伝達は、可溶性チトクロム $c-554$ とチトクロム bc 複合体を介する独立した 2 つの経路があることが明らかとなった。現在のところ、チトクロム $c-554$ はチオ硫酸塩の代謝経路上で、チトクロム bc 複合体は硫化水素の代謝経路上で機能するものと推定している。

論文審査の結果の要旨

緑色イオウ細菌のもつ光化学反応中心は、高等植物およびシアノバクテリアのタイプ1反応中心に分類され、光合成の基本原理や進化的成立過程を理解していく上で重要である。高等植物およびシアノバクテリアのタイプ1反応中心については、分子生物学とX線結晶構造解析により、この複合体を構成するサブユニットの機能およびそのエネルギー・電子移動機構について理解が大きく深まったが、緑色イオウ細菌の光化学反応中心は、酸素に対して不安定であるため研究が遅れていた。

塚谷祐介君は、従来の生化学手法に基づく分光学的解析に加え新たに遺伝子操作による分子生物学解析を導入し、緑色イオウ細菌の光エネルギー変換機構について分子レベルの研究を発展させた。本論文は3章から構成され、第1章では緑色イオウ細菌の光化学反応中心の変異株を作成し、この解析から反応中心を構成する PscD サブユニットがエネルギー移動およびフェレドキシン還元反応を促進させる機能を有することを明らかにした。さらに、植物型タイプ1反応中心の PsaD サブユニットとの進化的関連性についても知見を得た。第2章では、水溶性シトクロム *c*-554 の欠失株の解析から、このシトクロム *c*-554 がイオウ代謝におけるチオ硫酸酸化経路に関与することを示した。このシトクロム *c*-554 は、*in vitro* 再構成実験によりチオ硫酸酸化酵素から最終的に電子を受け取ると数十年前から示唆されていたが、本研究で *in vivo* 実験系で証明されたといえる。今回作成された変異株は、いまだに不明な点が多く残されているイオウ代謝経路を解明することに役立つと期待できる。第3章では、緑色イオウ細菌の光化学反応中心への電子供与にはシトクロム *bc* 複合体とシトクロム *c*-554 からの2つの独立した経路が存在することを示した。イオウ代謝経路とリンクする両経路の機能的役割分担を示唆し、今後の分子生物学的・生化学的解析への道を開いたといえる。これらは関連研究領域の今後の発展に大きく寄与するものであり、学術的にも高く評価できる。よって、本論文は博士（理学）の学位論文として十分価値あるものと認める。