

博士論文審査報告書

論文題目：ラン色細菌 *Synechocystis* sp. PCC6803 における環状電子伝達系の研究

申請者：大篁純子

1. 論文内容の要旨

光合成電子伝達系には環状電子伝達系と呼ばれる経路が存在する。これは光化学系 I の反応中心 P700 から放出された電子がプラストキノンを通り、再び P700 に戻ってくる経路である。この系では NADPH を生成・蓄積することなくチラコイド膜内外のプロトン濃度勾配を作りだし、ATP を合成することができるため、ラン色細菌では良く発達していると考えられている。環状電子伝達系には多くの経路が存在していることが示唆されているが、その詳細な経路は未だに分かっておらず、それぞれの経路に関与する電子伝達成分も同定されていない。

光酸化後の P700 の再還元反応測定及び Native-PAGE 後の活性染色法を用いた NADH 又は NADPH (NAD(P)H) 酸化酵素の分離・同定を、様々な条件下で生育させた *Synechocystis* sp. PCC680 の野生株や二つの変異体の細胞で行った。変異体としては、環状電子伝達系が野生株とは異なっているものを用いた。その結果、*ycf33* 欠失突然変異体と強光下で育てた野生株の細胞、及び *ndhB* を欠失させた変異体である M55 では FQR (ferredoxin-quinone reductase) が環状電子伝達系の主要経路になっていることが示唆された。この経路は塩化水銀によって大きく阻害されるが、DPI (diphenyleneiodonium) によってはあまり影響を受けない。一方、通常条件、あるいは低濃度の CO₂ で生育した野生株の細胞では、環状電子伝達活性は DPI によって大きく阻害され、塩化水銀の影響は小さかった。この二つの条件下では NDH1 (complex I-type NAD(P)H dehydrogenase) を主な環状電子伝達経路としていると考えられることから、NDH1 は DPI による阻害を受け、塩化水銀による影響は受けにくいという事が分かった。また、高塩濃度下で育てた野生株の細胞では、ferredoxin-NADP⁺ oxidoreductase (FNR) の量が増加し、阻害剤に対する感受性も変化し、DPI と塩化水銀による強い阻害を受けるようになった。この事は、高塩濃度条件下では、チラコイド膜結合型 FNR からプラストキノンへ直接電子が戻る経路が環状電子伝達系の主経路になっている事を示している。このように、環状電子伝達系の主経路は細胞の生育条件を変える事によって変化し、また、活性が高くなる事が分かった。これらの事は、ラン色細菌が異なる環境に適応するために異なる環状電子伝達経路を発

達させたためであると考えられる。

2. 論文審査結果

ラン色細菌においては、光化学系 I を介したいくつかの環状電子伝達経路が存在すると考えられている。高等植物においても、ラン色細菌と比較して、経路の数は少ないが、環状電子伝達系は、光合成過程に必須であると考えられている。この様に、環状電子伝達系は重要な系であるにもかかわらず、多くのことが不明のままである。例えば、その構成電子伝達成分に関してきちんと同定されているものは1つもない。

申請者は、種々の条件で生育させたラン色細菌 *Synechocystis* sp. PCC6803 の野生株と環状電子伝達系に何らかの変化が生じた 2 種の変異株を用いて、環状電子伝達活性を測定した。また、環状電子伝達活性は NAD(P)H の酸化活性と関係があると考えられることから、水溶性及び膜結合型タンパク質を変性させることなく電気泳動で分離した後、NAD(P)H 酸化活性を染色法で同定する手法も開発し、種々の阻害剤の作用も調べた。その結果、ラン色細菌には少なくとも 3 つの環状電子伝達経路が存在し、それぞれの経路が主に働く条件と、それらの経路の阻害剤を明らかにした。以上の成果は、光合成生物における環状電子伝達系のさらなる解明に大いに貢献するものであると考えられる。

よって、本論文は博士（理学）の学位論文として価値のあるものと認める。

また、平成 20 年 11 月 19 日、論文内容およびこれに関連する事項について試問を行った結果、合格と判定した。

主査：佐藤和彦 印

副査：新免輝男 印

：吉川信也 印

：高橋裕一郎 印

(岡山大学大学院自然科学研究科、教授)

：小池裕幸 印

(中央大学理工学部、教授)