

審査の結果の要旨

氏名 村上 貴一

高等植物を含む酸素発生型光合成生物では、吸収スペクトルの異なる 2 種の光化学系 (光化学系 I および光化学系 II) に吸収された光に由来する励起エネルギーが光合成電子伝達を駆動する。本論文は、光合成電子伝達の光質 (相対分光光量子束密度分布) に対する応答を、光化学系 I・II 間の励起エネルギーの分配に基づいて解析している。

第 1 章の序論では、電子伝達の光質応答に関する既往の研究を概括するとともに、本論文の目的を記述している。電子伝達の光質応答性は、光化学系間の励起エネルギー分配に起因する。また、葉への照射光の光質は、光合成系の順化を誘導し、励起エネルギー分配を調節する。しかし、この励起エネルギー分配を中心とした、光質、順化応答および電子伝達に関する知見の多くは、定性的なものに留まる。この関係を定量的に解析した本論文の 3 つの研究の意義および必要性が記述されている。

第 2 章では、光化学系間の励起エネルギー分配を非破壊的に定量する手法を開発している。同手法は、狭波長帯 LED の組み合わせ照射光のもとで、クロロフィル蛍光および葉面反射率を計測することにより、着生葉内での励起エネルギー分配の非破壊定量を可能としている。また、申請者は、同手法を用いて、作用機序の異なる 2 種の順化応答によるキュウリ葉の励起エネルギー分配調節の程度を明らかにしている。

第 3 章では、両光化学系に分配された励起エネルギーの光合成電子伝達での利用を、数理モデルとして記述している。同モデルは、両光化学系のうち、励起エネルギーの供給が不足となる系では光化学反応が系固有の最大収率で生じ、その反応速度が電子伝達系全体の反応を律速すること、励起エネルギーの供給が過剰となる非律速側の系では光化学反応収率が受動的に低下すること、を仮定している。同モデルは、低光強度かつ高 CO₂ 分圧条件のもとで赤色光に遠赤色光を添加した際の、キュウリ葉の両光化学系の収率および電子伝達速度の挙動をよく説明している。したがって、同モデルは、光律速条件下での光化学系への励起エネルギー分配が光合成電子伝達に及ぼす影響を定量的に議論する上で有効である。

第 4 章では、葉の光合成速度測定時の照射光の光質選択を扱っている。光質の異なる光に順化し、励起エネルギー分配特性の異なる葉の光合成速度を比較する場合、その比較結果は測定光光質の選択により偏向されうる。申請者は、白色 LED 光または白・遠赤色 LED 混合光のもとで育成したキュウリ苗の純光合成速度を数種の光質の測定光のもとで比較することで、農学研究で標準的測定光として用いられる赤・青 LED 混合光のもとでの比

較結果が、太陽光下での比較結果を反映しないことを実験的に示している。また、実験結果に基づき、光合成速度を議論するための適切な測定光光質の選択法を提示している。

第 5 章では、結語として、本研究の結果を総括するとともに、今後の研究課題に言及している。

本論文は、光化学系 I・II 間の励起エネルギーの分配に基づき、光合成電子伝達の光質応答を解析することで、電子伝達の光質応答および順化応答の定量的理解に貢献する手法を提案するとともに、農学研究における光合成速度の比較評価で生じうる問題とその対処法を示している。これらの研究成果は、学術上、応用上寄与するところが少なくない。よって、審査委員一同は本論文が博士（農学）の学位論文として価値あるものと認めた。