

審査の結果の要旨

氏名 岡布新巴雅尔

クロロフィル蛍光測定は能動方式と受動方式に分かれる。能動方式の蛍光測定は、近距離から励起光あるいは測定光を葉に照射し、蛍光を直接測定する。一方、受動方式の蛍光測定 (FLD 法) は、太陽光励起の下でフラウンホーファー線を用いて、測定された分光放射輝度から蛍光を求める。能動方式の蛍光測定は方法的に確立されており、高精度での蛍光測定が可能であるのに対して、FLD 法による蛍光測定は検証が必要である。そこで本研究では、能動方式の蛍光測定を基準とし、FLD 法による蛍光測定で得られた値と比較することにより、クロロフィル含有量との関係や蛍光パラメータの精度の検証を行った。特に、FLD 法では、レーザー励起による飽和パルス光を用いて、光化学系 II の量子収率 (Φ_{PSII})、非光化学消光 (NPQ)、電子伝達率 (ETR) などを測定する新しい方法を開発し、その精度検証を行った。

本論文は 5 章で構成される。第 1 章の序論では、本研究の背景及びクロロフィル蛍光の既往の研究を纏めた。また、第 2 章では、クロロフィル蛍光の基礎知識について述べた。続く第 3 章では、定常クロロフィル蛍光について、能動方式の一つである青色励起光照射法と FLD 法で測定された蛍光収率とクロロフィル含有量との関係を検討した。パプリカを供試材料とし、測定にはクロロフィル含有量の異なる成熟葉を用いた。葉の人工光下でのクロロフィル蛍光分光特性と、太陽光下での酸素吸収帯 (O_2B (686 nm) と O_2A (760 nm)) 付近の分光放射輝度を測定し、解析に用いた。人工光励起の定常クロロフィル蛍光収率比 ($\Phi_{F_a686.4}/\Phi_{F_a760.5}$) と太陽光励起の定常クロロフィル蛍光収率比 ($\Phi_{F_s686.7}/\Phi_{F_s760.4}$) の関係を求めたところ、 $y=x$ 線に近似した。また、これらの蛍光比はクロロフィル含有量と逆相関を示した。この結果から、太陽光下で FLD 法によるクロロフィル蛍光収率の測定の有効性を確かめることができ、クロロフィル含有量の推定が可能であることが示された。

第 4 章では、飽和パルス光によるクロロフィル蛍光の測定において、能動方式の一つである PAM (パルス変調蛍光測定) 法と FLD 法で測定された蛍光パラメータ (Φ_{PSII} , NPQ, ETR) を比較し、精度検証を行った。パプリカ、トウモロコシ、観葉植物であるバキラを供試植物材料として使用した。実験には、十分に展開した、クロロフィル濃度の分布が比較的均一で、大きな葉脈のない部位を選び、植物を 20 分間暗処理した後、太陽光下で高分解能分光計を用いて分光放射輝度を測定した。FLD 法によるクロロフィル蛍光の推定は、葉の吸収がほとんどない O_2A (760 nm) 付近で行った。FLD 法では、最大蛍光収率を求めるため、赤色レーザーを使用した。同時に PAM 法で

蛍光パラメータを測定し、参照基準とした。三種類の植物とも、光合成有効光量子束密度 (PPFD) の強度の増加に伴い $\Phi PS II$ は減少し、NPQ は増加した。また、ETR は増加したが、PPFD が大きくなるとやや減少傾向を示した。そして、そのばらつきは大きかった。植物種の比較では、トウモロコシの $\Phi PS II$ の減少幅が一番小さく、大きな PPFD 下でも高い値を示し、NPQ の増加幅も小さかった。パキラは大きな PPFD の時、 $\Phi PS II$ と NPQ の増減幅が他の 2 種に比べて激しく大きかった。これらの結果は、光強度が強い時、トウモロコシの光合成速度がパプリカより大きく、一方、暗いところでの生育に順化している観葉植物のパキラは、強い光環境下では著しく光合成速度が低下し、熱放散が増大することを示している。PAM 法と FLD 法による $\Phi PS II$ と NPQ の相関を三種類の植物で比較すると、共に非常に高い相関を示した、これらの結果から、本研究で開発した、FLD 法による蛍光パラメータの解析の有効性が確かめられた。

第 5 章は、本論文の総括である。本論文では、太陽光励起下でフラウンホーファー線を用いたクロロフィル蛍光測定法 (FLD 法) について検討し、クロロフィル含有量の影響やクロロフィル蛍光パラメータ ($\Phi PS II$ 、NPQ と ETR) の推定精度の検討を、従来法との比較で行った。その結果、太陽光励起の定常クロロフィル蛍光は、クロロフィル含有量と高い相関を示した。また、PAM 法と FLD 法による $\Phi PS II$ 、NPQ と ETR の推定値は高い相関を示し、FLD 法による $\Phi PS II$ 、NPQ と ETR の推定が可能であることが検証された。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。