

氏名(本籍・生年月日) 関 沼 幹 夫 (群馬県 昭和59年4月8日)  
学位の種類 博 士 (農 学)  
学位記番号 甲 第47号  
学位授与の日付 平成26年3月20日  
学位授与の要件 信州大学学位規程 第5条第1項該当  
学位論文題目 紫外励起レーザー蛍光分析法を用いたソバの植物栄養診断

論文審査委員 主査 教 授 井上直人 准教授 渡邊 修  
教 授 春日重光  
教 授 萩原素之  
教 授 倉内伸幸 (日本大学)

## 論 文 内 容 の 要 旨

植物の栄養診断は、省資源栽培による持続的な栽培のために重要であり、簡単かつ精密に測定できることが求められる。本研究では、近年の光計測技術の進歩により発展した蛍光計測技術の中でも取得できる情報量の多い紫外励起蛍光計測に着目した。

本研究で扱うソバは、紫外線環境に適応した植物群に含まれ、相反する光に対する防御と利用を行い複雑な問題をうまく回避している植物種である。この光への回避と退避性の高さは、ソバが高標高地帯・冷涼な気象下で栽培が可能な理由の一つである。ソバは、他の植物種に比べて、光合成の明反応における重要な役割をする光化学系IIが太陽UV-B放射による損傷作用に対して強いと報告(Marjana 2012)されている。また、ソバの太陽UV-Bに対する防御は、他の植物が紫外線を吸収する化合物を葉の表側の表皮細胞に蓄え、葉肉細胞への紫外線を抑制して葉緑体を保護する(Bornman *et al.* 1997)機構に加え、ルチンによる日傘作用(Kreft 2004)や、光酸化に強いなどの特徴がある。普通ソバは、耐UV特性の解析に適した材料である。著者は、植物栄養状態の診断技術の向上の為に紫外レーザー励起蛍光の測定デバイスを開発し、その評価に取り組んだ。

第1章は緒論である。作物の植物栄養診断技術として様々な利用法が開発されてきている紫外励起蛍光計測法を用いて、窒素や光合成に関する栄養状態を診断できる非破壊非接触型の測定法を開発し、診断技術の向上や栽培の効率化する診断法の開発を目的とした。第2章では、葉の蛍光メカニズムやセンシングにおける研究の歴史などを概説し問題点を抽出している。

第3章では、キセノン光源を光源とした紫外励起蛍光計測システムを構築し、蛍光スペクトルを計測した。普通ソバの葉における蛍光スペクトルは、品種や施肥のいずれの違いがあっても400-500 nmの蛍光が検出されにくい特徴があることが明らか

になった。

第4章では、実用性のあるクロロフィルとRuBisCOの含量推定法を開発するために、紫外励起蛍光測定における関係の深い波長帯の選択を試みた。蛍光スペクトルをNDSIというリモートセンシングの指標を用いて正規化を行い、化学分析項目との相関関係を検討した。その結果、情報のホットスポットが異なる波長帯にあることが明らかになり、クロロフィルaとRuBisCO含量の同時測定の可能性が明らかになった。第5章では、前章で明らかにした光合成関連物質と関係のある波長帯の蛍光情報を用いて、ケモメトリクスによる含量の推定を試みた。NDSIによる情報圧縮が有効であることや、クロロフィルaは $R^2=0.876$ や、RuBisCO/可溶性タンパク質の比が $R^2=0.739$ と高い推定精度で推定可能であることを示した。

第6章～第8章では、紫外レーザー励起蛍光の特性を把握しセンシングに有利であることを明らかにした。また、普通ソバの初期生育において、子葉が本葉よりも窒素量の増加によって電子伝達速度が早くなる重要な器官であることをパルス変調クロロフィル蛍光計測法により明らかにした。電子伝達系の評価は、葉面積や乾物重のような形態調査から知ることのできない、光合成の明反応に関する潜在的な活性や効率を判断するために効果的な手法といえる。また、紫外レーザー励起蛍光分析方法による窒素栄養状態の把握を試み、考案した蛍光指標が、紫外線抵抗性と生産性を反映した指標と考えられた。

第9章では、アジアにおいて重要なイネにおいて、品種や窒素施用量による蛍光スペクトルへ与える影響を検討し、今後の発展の可能性を示唆した。

第10章は、総合考察として本研究の成果を評価した。

研究を通して、紫外レーザー励起蛍光による植物栄養状態を示すクロロフィルaやRuBisCO比の非破壊・同時測定が可能となり、また、レーザー励起することにより窒素施用の判定や紫外線抵抗性と光合成のバランスを反映した光合成明反応潜在力の評価に有効であることが明らかとなった。これらの成果は、栄養診断技術や栽培技術の向上における有用な知見といえる。