

C4作物トウモロコシにおける光合成特性の変異と弱 光順応に関する研究

屋比久, 貴之

<https://doi.org/10.15017/1931961>

出版情報 : 九州大学, 2017, 博士 (農学), 課程博士
バージョン :
権利関係 :

氏 名 : 屋比久 貴之

論文題名 : C₄作物トウモロコシにおける光合成特性の変異と弱光順応に関する研究

区 分 : 甲

論 文 内 容 の 要 旨

C₄植物はCO₂濃縮機構(CCM)を有し光合成能力および資源利用効率が高く、農業上重要である。今後、光合成能力や資源利用効率の向上を図る上で、それらの変異幅や制御要因を解明することが不可欠である。また、作物の生産性を高める上で、圃場の個体群レベルの光合成能力を評価することが必要である。作物個体群では、葉の相互遮蔽により下位葉は弱光環境で光合成を強いられる。C₄植物はCCMを有するため光エネルギーの要求性が高く、弱光下では不利だと考えられており、下位葉の弱光への順応性が個体群全体の生産性に与える影響は大きいと予想される。しかし、C₄植物の弱光順応については十分に研究されていない。本研究は、C₄作物のトウモロコシにおける光合成能力および資源利用効率の変異と制御要因を明らかにするとともに、トウモロコシ個体群内部における光合成特性の弱光順応を解明することを目的とした。

まず、トウモロコシ(22系統)とその野生種であるテオシント(4系統)における個葉光合成能力と資源利用効率の変異、並びにそれらの制御要因を調査した。トウモロコシとテオシントにおける光合成速度(P_n)の変異幅は約1.5倍あり、その変異には気孔伝導度、葉内クロロフィル含量、葉内窒素含量および葉内可溶性タンパク含量が関わっていることを明らかにした。また、 P_n と光合成関連酵素活性の解析により、C₄光合成代謝においてC₄化合物の脱炭酸反応以降の過程が P_n の制御要因として重要であることを見出した。一方、 P_n と気孔密度や維管束密度などの葉形態的特性との間には有意な相関はみられず、 P_n の制御要因ではないと考えられた。トウモロコシの資源利用効率のうち、光合成窒素利用効率は他のC₄植物で報告された値よりも高かったが、光合成水利用効率は他のC₄植物の値よりも低かった。また、光合成窒素利用効率の変異には P_n よりも葉内窒素含量が強く関わっていることを明らかにした。

圃場の作物個体群では、個体群形成の初期に強光下で発生した葉は上位葉の発達に伴い弱光環境に置かれる。このとき、光合成特性がどのように弱光順応するのかをポットで育成した植物の遮光処理実験により検討した。その結果、強光下で展開した葉を弱光に移すと、葉の組織構造の変化なしに光合成特性を変化させて弱光環境へ順応することを見出した。一方、光合成細胞に含まれる葉緑体とミトコンドリアの量的特性に変化が起こり、特に維管束鞘細胞における葉緑体サイズの減少が弱光順応において重要な役割を持つことを明らかにした。

実際のトウモロコシ個体群の下位葉でもこのような弱光順応が起こっているかを検証するため、通常の栽植密度の慣行区と下位葉へも強光があたる疎植区を設けて圃場実験を行った。その結果、慣行区の下位葉では遮光処理実験によって見出されたものと類似した弱光順応が起こっていることを立証した。次に、慣行区について個体群光合成能力の推定を試み、日中のトウモロコシ個体群では全葉面積に占める約75%の葉が最上層の50%以下の光強度下で光合成を行っており、それらの光合成量が個体群光合成全体に占める割合は50%程度であることを明らかにした。