

異なる環境条件が作物の根の伸長と葉の気孔動態に及ぼす影響
の解析

パンタシン カンタボン

(ID: 3519710063)

(2022)

要約

地球規模の気候変動は、異常気温、干ばつ、洪水などのリスクを増大させている。作物の根は、土壌に含まれる水分や養分の吸収、呼吸など代謝経路においても重要な器官である。特に天水地域では水ストレスの問題が発生し易いことから、栽培作物種の根の動態に着目して機能を解析することは作物学上有益である。土壌中の根の分布は、様々な土壌水分状態に対する作物の応答を示している。例えば、湛水や乾燥による土壌水分の変化に対して、根系で受けたストレスは葉の気孔の開閉に反応し、いわゆる気孔コンダクタンスを制御する。この様に、作物の地下部と地上部の反応を関連づけて解析することは、植物体全体の環境応答を体系的に理解することにつながる。そこで、本研究は、光合成回路の異なる C3・C4 作物を供試して、環境条件が根の伸長および葉の気孔動態に及ぼす影響を比較・検討し、作物の環境応答に係わる重要形質について明らかにすることを目的に行ったものである。

第一章では、湿潤土壌、乾燥土壌、及び湛水土壌に対する根の反応性を明らかにするために、トウモロコシ (*Zea mays* L.)、ソルガム (*Sorghum bicolor* Moench.)、ミレット (*Echinochloa utilis* Ohwi.) およびイネ (*Oryza sativa* L.) の遺伝子型と環境型の交互作用を解析した。その結果、トウモロコシおよびソルガムでは、根は湛水土壌では浅い土壌層に多く伸長し、乾燥土壌では深い土壌層まで伸長する可塑性を示した。イネおよびミレットの根の分布は土壌水分処理区間で有意な差異は認められなかった。地上部・地下部のバイオマスの残差分散と回帰係数の比較から、トウモロコシは根、茎葉ともに環境応答が大きく、イネは小さかった。ミレッ

トは茎葉に比べ根の残差分散が大きく、ソルガムは根の残差分散が小さいことから、作物間で地上部と地下部の環境応答が異なっていた。第二章では、第一章で根の動態が顕著に異なったトウモロコシとイネを供試して、湛水条件における根の伸長の差異について、根内部の酸素濃度の変化からその特徴を比較・検討した。その結果、根の酸素濃度はトウモロコシがイネに比べて有意に低いことが明らかになった。この根の低酸素量が、気孔コンダクタンスの低下と乾物重の減少に影響を及ぼしていることを示唆した。第三章では、作物の生存戦略の変異を明らかにする目的で、土壤水分と大気環境条件が気孔コンダクタンスと地上部バイオマスに及ぼす影響を気温の異なる生育期間で比較・検討した。その結果、供試作物ごとに、土壤水分含量、葉面積、及び気孔コンダクタンスと地上部バイオマスは有意な関係性を示した。特に気孔コンダクタンスは、高温条件下のトウモロコシ、ソルガムでは、乾燥から湿润土壤条件で、イネでは湿润から湛水土壤条件で大きくなった。第四章では、グロースチャンバー内で、気温と土壤水分を組み合わせた 6 つの環境条件で作物を育て、それぞれの作物の環境要因に対する気孔の反応とバイオマス生産の関係を比較・検討した。その結果、トウモロコシとソルガムでは、湛水土壤では、温度変化によらず、気孔コンダクタンス、光合成速度、及び蒸散速度が減少し、地上部のバイオマスも減少したことから、土壤中の低酸素が生育を制限していると推察した。一方で、乾燥土壤では、低温区において気孔コンダクタンス、光合成速度、及び蒸散速度が低下した。これは、C4 作物の光合成速度が低温で緩慢であるという特徴に関係していると考えた。結論として、環境変化に対する作物の根の可塑性の違いは、土壤条

件の嫌気的環境から好気的環境への変化に応答する根の生存戦略であると言える。乾燥土壌においては、根の水分吸収が必要であり、そのためには深層での根長密度の増加が重要である。また、高温条件下では、積極的に気孔を開き蒸散速度を高めて葉温冷却を行う機能が認められ、気孔コンダクタンスは最適光合成速度の維持に葉温調節の面から貢献した。土壌水分と気温の組み合わせから、トウモロコシとソルガムの成長は、気温よりも土壌水分条件により大きく影響を受けていた。これは、根で受けた水ストレス情報の葉への伝達によって気孔の開閉が影響を受けていると考えられることから、土壌水分の変動において、光合成速度を維持するには、気孔コンダクタンスの機能を強化する能力が重要であると結論付けた。