

学 位 論 文 題 名

群落表面温度を用いた
畑作物の水分ストレス測定手法の開発

学位論文内容の要旨

水不足は世界の作物生産を制限する最大の不良環境要因である。地球温暖化が予測される 21 世紀には、水不足のさらなる深刻化が懸念される。日本を始めとする湿潤地帯では降水量が多く、水不足の問題は軽視されがちであるが、日本においても盛夏期にはしばしば畑作物にかんばつ害が生じ、収量が低下することが報告されている。食糧の増産と安定供給を可能にするためには、耐乾性や水利用効率の向上が必要である。作物の水分ストレス程度やその回避能力を簡便に評価するために、赤外放射温度計を用いて測定した群落表面温度や、群落表面温度から気温を引いた値である葉気温較差を指標として用いる方法が、乾燥地域での研究で報告されている。しかし、赤外放射温度計の測定視野内に土壌などの葉以外の部分が混入すると誤差が生じる問題があり、解決策が求められている。さらに、日本のような湿潤地域においては、蒸散速度に影響する大気飽差が小さく、かつ日射強度が短時間のうちに変動しがちであることから、群落表面温度の正確な測定は難しい。これらの問題を解決するために本研究では、赤外放射温度計に走査機能が付加され、視野内の温度分布を捉えることを可能にした温度測器であるサーモグラフ（熱画像測定装置）を用いて、畑作物の群落表面温度を精度よく測定する方法を検討し、葉気温較差を用いて畑作物の水分ストレス程度を相対評価する手法を開発した。

サーモグラフによる畑作物の群落表面温度の測定手法の改良

サーモグラフでは視野内の多点温度情報が得られるので、葉温以外の温度の混入は群落熱画像における温度の頻度分布に影響を与えるものと予測した。そこで、生育時期や水分ストレス程度の異なる作物の群落熱画像を比較したところ、群落に隙間が生じて高温の土壌表面が混入した場合には、温度の頻度分布が低温側に偏ることが判明した。このため、群落熱画像の平均温度ではなく、最頻温度を用いることによって、土壌表面温度の影響を

除去した群落表面温度を算出できることが明らかになった。さらに、葉が細く直立するイネ科作物（コムギ、ヒエ）ではいずれの方位からの測定でも温度の頻度分布の形の日変化は小さかったが、広葉型作物（テンサイ、バレイショ、インゲンマメ）では太陽を背にして測定を行うと、直射光に対向する葉が視野の多くの部分を占めるため、頻度分布の形の日変化が大きかった。しかし、太陽を背にすることがない群落北側からの測定では、このような変化は認められなかった。以上の結果から、サーモグラフの測定を群落北側から行い、群落熱画像の最頻温度を算出することで、群落表面温度を精度良く測定できると推察した。

畑作物における水分ストレスの作物間差と葉気温較差との関係

テンサイとバレイショ、およびイネの陸稲用品種と水稲用品種について、灌水および無灌水の土壌水分処理条件下で葉気温較差、気孔コンダクタンスおよび葉内水分ポテンシャルの関係を検討した。3 形質には有意な相関関係が認められ、土壌深層の水分を利用できる深根性の作物では無灌水条件下でも気孔コンダクタンスと葉内水分ポテンシャルを高く維持でき、葉気温較差が低かった。このことは、葉気温較差を指標として畑作物における水分ストレス程度を相対評価できることを示唆しており、作物の水分生理特性の解明や、灌水時期の決定などの栽培管理に葉気温較差を利用できると推察した。

陸稲における水分ストレスの品種間差と葉気温較差との関係

日本に栽培されている畑作物の中で最もかんばつ害を受けやすい陸稲について、深根性の品種間差異と気孔コンダクタンスおよび葉気温較差との関係を検討した。3 形質間には有意な相関関係が認められ、深根性の品種は無灌水条件下でも気孔コンダクタンスを高く維持し、葉気温較差が低かった。このことは、葉気温較差を指標として耐乾性の高い深根性品種を選抜できることを示唆しており、耐乾性の育種に葉気温較差を利用できると推察した。

以上の研究成果は、土壌乾燥条件下での畑作物の安定多収栽培技術や品種育成に寄与する基礎的知見を提供するものである。

学位論文審査の要旨

主 査 教 授 岩 間 和 人
副 査 教 授 幸 田 泰 則
副 査 教 授 浦 野 慎 一
副 査 助 教 授 寺 内 方 克

学 位 論 文 題 名

群落表面温度を用いた

畑作物の水分ストレス測定手法の開発

本論文は図 24, 表 6 を含み, 5 章からなる総頁数 146 の和文論文であり, 別に参考論文 1 編が添えられている。

水不足は世界の作物生産を制限する最大の不良環境要因である。地球温暖化が予測される 21 世紀には, 水不足のさらなる深刻化が懸念されている。日本を始めとするアジアモンスーン地域では降水量が多く, 水不足の問題が軽視されがちであるが, 日本においても盛夏期にはしばしば畑作物にかんばつ害が生じ, 収量が低下することが報告されている。食糧の増産と安定供給を可能にするためには, 耐乾性や水利用効率の向上が必要である。作物の水分ストレス程度やその回避能力を簡便に評価するために, 近年開発されたサーモグラフ (熱画像測定装置) を用いて測定した群落表面温度と気温との差 (葉気温較差) を指標として用いる方法が乾燥地域での研究で報告されている。しかし, サーモグラフの視野内に土壌などの葉以外の部分が混入すると, 熱画像の平均温度と実際の群落表面温度とに誤差を生じる。さらに, 日本のような湿潤地域においては, 葉の蒸散速度に影響する大気飽差が小さく, かつ日射強度の短時間での変化が大きいため, 葉気温較差の正確な測定が難しい。これらの問題を解決するために, 本研究ではサーモグラフを用いて作物の群落表面温度を精度高く測定する方法を検討し, 群落表面温度を用いて畑作物の水分ストレス程度を評価する手法を開発した。

サーモグラフによる畑作物の群落表面温度の測定手法の改良

サーモグラフでは視野内の多点温度情報が得られるので, 葉温以外の温度の混入は群落熱画像における温度の頻度分布に影響を与えるものと予測した。そこで, 生育時期や水分

ストレス程度の異なる作物の群落熱画像を比較したところ、群落に隙間が生じて高温の土壌表面が視野に混入した場合には、温度の頻度分布が低温側に偏ることが判明した。このため、群落熱画像の平均温度ではなく、最頻温度を用いることによって、土壌温度の影響を除去した群落表面温度を算出できることが明らかになった。さらに、葉が細く直立するイネ科作物（コムギ、ヒエ）ではいずれの方位からの測定でも温度の頻度分布の日変化は小さかったが、広葉型作物（テンサイ、バレイショ、インゲンマメ）では太陽を背にして測定を行うと、直射光に対向する葉が視野の大部分を占めるため、頻度分布の日変化が大きかった。しかし、太陽を背にすることがない群落北側からの測定では、このような変化は認められなかった。以上の結果から、サーモグラフの測定を群落北側から行い、熱画像の最頻温度を算出することで、群落表面温度を精度高く測定できると推察した。

畑作物における水分ストレスの作物間差と葉気温較差との関係

テンサイとバレイショ、およびイネの陸稲用品種と水稲用品種について、灌水および無灌水の土壌水分処理条件下で葉気温較差と気孔コンダクタンスおよび葉内水分ポテンシャルとの関係を検討した。3 形質間には有意な相関関係が認められ、土壌深層の水分を利用できる深根性の作物では無灌水条件下でも気孔コンダクタンスと葉内水分ポテンシャルを高く維持でき、葉気温較差が小さかった。このことは、葉気温較差を指標として畑作物における水分ストレスの程度を相対評価できることを示唆しており、作物の水分生理特性の解明や、灌水時期の決定などの栽培管理に群落表面温度を利用できると推察した。

陸稲における水分ストレスの品種間差と葉気温較差との関係

日本に栽培されている畑作物の中で最もかんばつ害を受けやすい陸稲について、深根性の品種間差異と気孔コンダクタンスおよび葉気温較差との関係を検討した。3 形質間には有意な相関関係が認められ、深根性の品種は無灌水条件下でも気孔コンダクタンスを高く維持し、葉気温較差が低かった。このことは、耐乾性の高い深根性の品種を葉気温較差を指標として選抜できることを示唆しており、耐乾性の育種に群落表面温度を利用できると推察した。

以上の研究成果は、土壌乾燥条件下での畑作物の安定多収栽培技術や品種育成に寄与する基礎的知見として学術的に評価できる。よって審査員一同は、福岡峰彦が博士（農学）の学位を受けるのに十分な資格を有するものと認めた。