

学位論文審査の結果の要旨

氏名	Kanchana Chomsang
審査委員	主査 豊田 正範
	副査 上野 秀人
	副査 諸隈 正裕
	副査 宮崎 彰
	副査 荒木 卓哉

論文名

Yield and physiological responses of soybean to different soil moisture status and drip irrigation

(異なる土壤水分条件および点滴灌がいに対するダイズの収量および生理反応)

審査結果の要旨

日本のダイズの収量 (1636 kg ha^{-1}) はアメリカやブラジルのおよそ半分程度と低い。この低収の原因として、播種期や生育初期が雨期(梅雨)に重なることや夏季の高温乾燥および台風など、ダイズ栽培にとっての不利な気象環境が挙げられる。夏季の高温乾燥はダイズの開花結実を阻害することで収穫器官の形成に直接影響するため、他の生育時期のストレスよりも強く収量を減少させる。海外の乾燥地域ほど極端な水ストレスはないが、国内でも夏季の高温乾燥による短期的な水ストレスがダイズの収量制限要因になっている。そこで本研究は適切な土壤水分管理によるダイズの収量ポテンシャルの向上を目的として、異なる土壤水分条件および点滴灌がいダイズの収量および生理反応に対する影響を圃場試験とポット試験により調査した。それぞれの試験の概要と得られた結果は以下のとおりである。

国内で2番目に降水量が少ない香川県では、夏季の高温乾燥による短期的な水ストレスがダイズの収量を制限している可能性がある。海外での先行事例の多くが、灌がい栽培したダイズの収量は天水栽培の収量に比べて有意に高まる結果を示しているが、降水量が多い年には灌がいの効果がなかったという事例もある。このため、ダイズ栽培における灌がいの効果を検証するため、3年間にわたる圃場栽培試験を実施した。なお、灌がい方法には土壤表面蒸発や地下浸透が少なく灌がい効率が低い点滴灌がいを用いた。処理は灌がい(Drip区)と天水(Rainfed区)の2処理区とし、アトモメーターで計測した前日の蒸発散位に作物係数を乗じた実蒸発散量に相当する量を灌水した。処理期間は開花始期から子実肥大盛期(R1~R6、Fehr & Caviness, 1977による生育ステージ分類)とし、西日本で広く栽培されている品種‘サチユタカ’とこれと同等の収量性を有する‘はつさやか’の2品種を用いた。子実収量は2017年が最も高く、次いで2018年、2016年の順であった。収量の年次変動の主要因は全水量(有効雨量とかん水量の合計値)の差であり、同様にRainfed区に対するDrip区の高い収

量は、同区の全水量が多いことに基づいていた。分散分析の結果、点滴灌がいの子実収量、成熟期の地上部乾物重 (AGDM)、分枝数、節数、および稔実莢数に対して有意な効果が認められた。AGDM は処理期間中の平均個体群成長速度 (CGR) と、CGR は処理期間中の平均純同化率 (NAR) とそれぞれ有意な正の相関関係にあった。NAR、日射利用効率 (RUE)、葉の水ポテンシャル (Ψ_L) 間には相互に有意な相関関係が認められ、点滴灌がいが植物体の水分を維持することで単位葉面積あたり、吸収日射量あたりの乾物生産効率を高く維持すること明らかとなった。これらの結果から香川県におけるダイズ栽培への点滴灌がいの適用は、平年または平年より降水量の多い年に高収量を達成するよりも、平年より降水量が少ない年に収量の減少を抑制する効果が期待できることが示唆された。

圃場試験では点滴灌がいにより土壌水分を好適に保つことで乾燥ストレスを緩和して収量の安定化が期待できることが示唆された。圃場試験では前日の実蒸発散量に相当する量の水を灌水したが、灌がい効率を高めたより適切な灌がい計画を立てるためには土壌水分と生育および収量との関係に関する知見が不可欠である。このため 5 段階の異なる土壌水分がダイズの生育、収量および生理反応に対する影響をポット試験により調査した。処理は前日に消費した蒸発散量の全量を朝にかん水して圃場含水量に戻す区を対照区 (iC) とし、この量の 80% (i8)、60% (i6)、40% (i4)、20% (i2) を灌水する合計 5 区を設けた。ダイズは圃場試験と同じ‘サチュタカ’と‘はつさやか’の 2 品種を用いた。生育ステージはかん水量に比例して遅れ、子実収量および全乾物重 (TDM) はかん水量に比例して減少したが、生育に関するいくつかの項目では iC よりも i8 で最大値を示した。かん水量の減少に対して TDM は比例的に減少したが、TDM と個葉光合成速度 (P_n) との間には年次や品種に関わらず有意な正の相関関係が認められたことから、TDM の減少は P_n の減少に基づくことが示された。 P_n の減少は葉色 (SPAD 値) や葉肉細胞間隙 CO_2 濃度よりも気孔コンダクタンス (G_s) と密接な関係にあり、さらに、 G_s と葉の水ポテンシャル (Ψ_L) との間には年次や品種に関わらず有意な正の相関関係が認められたことから、 G_s の減少は Ψ_L の減少に基づくことが明らかとなった。低かん水量の処理区において、‘はつさやか’の Ψ_L と TDM は‘サチュタカ’よりも高かったが、これら以外の光合成関連形質も含めて、両品種間の耐乾性の相違を示す結果はなかった。また、かん水量と TDM との間には年次や品種に関わらず有意な正の相関関係が認められたのに対し、かん水量と子実収量との間には、ある閾値まではかん水量に比例して収量は増加するが、閾値以降は一定となる Linear-plateau モデルが適合した。

このように本研究の圃場試験により、点滴灌がいのダイズ栽培への導入は、平年または平年より降水量の多い年に高収量を達成するよりも、平年より降水量が少ない年に収量の減少を抑制する効果が期待できることが示唆された。ポット試験では、かん水量と全乾物重との間は、水ポテンシャルの差に基づく光合成速度の差を反映した直線関係であることが示された。これに対し、かん水量と子実収量との間は、ある閾値まではかん水量に比例して収量は増加するが、閾値以降は一定となる関係が示されたことで、灌がい効率の最適化に応用可能な知見が得られている。

本論文に関する公開審査会は令和 3 年 2 月 3 日にリモートシステムを利用して開催され、論文発表と質疑応答が行われた。引き続いて行われた学位論文審査委員会で本論文の内容を慎重に審議した結果、審査委員全員一致して博士 (農学) の学位を授与するに値するものと判定した。