

氏名	つじ わたる 辻 渉
学位の種類	博士（農学）
学位記番号	甲第379号
学位授与年月日	平成17年 9月22日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当
学位論文題目	スーダン原産のソルガム耐乾性品種の生理生態的特性 (Study on eco-physiological characteristics of a drought tolerant cultivar of sorghum originating from Sudan)
学位論文審査委員	(主査) 田邊賢二 (副査) 中田昇 高橋肇 小葉田肇 稲永忍

学位論文の内容の要旨

ソルガムは乾燥地の主要穀物のひとつである。乾燥地では土壤乾燥ストレスがその生産上の最大の制限要因になっていることから、より耐乾性に優れた品種の育成が求められている。ソルガムの耐乾性については、葉身における浸透調整能力や老化・枯死の遅延など、主に地上部の形質に関する報告が多く、体系的な理解には至っていない。水分吸収に関わる根系に関しては、その分布の遺伝的変異などを報告した研究が認められるだけである。そこで本研究では、スーダン原産のソルガム2品種、すなわち在来の耐乾性品種 Gadambalia と乾燥感受性品種 Tabat とを用いて、乾物生産能、植物体内の水関係、根系の構造と分布、および吸水特性といった視点から品種間の差異を調査し、その結果に基づき Gadambalia の耐乾性機構の全体像を明らかにすることを目的とした。主要な結果は下記の通りである。

1. 乾物生産能とそれに関わる生理的諸形質

上記の2品種を圃場栽培し、土壤乾燥ストレスが乾物生産能や地上部の生理的諸形質に及ぼす影響を調査するとともに、根域の制限が可能な小型ポットに栽培し、葉身の水分量の低下に対する気孔の反応について検討した。対照区とした湿潤条件下では、Tabat は Gadambalia より高い地上部乾物重および葉面積を示した。土壤乾燥ストレスによって、両パラメータはいずれの品種でも減少したが、Gadambalia ではその減少の程度が小さかった。また Gadambalia は、土壤乾燥ストレス条件下でも気孔コンダクタンスの低下が小さく、光合成速度および蒸散速度を高く保っていた。水ポテンシャルおよび相対含水率を指標にして葉身の水分状態を評価した結果、Gadambalia は Tabat に比べ、土壤乾燥ストレス条件下でもその水分状態を良好に維持していた。両品種ともに、気孔開度の維持に対する浸透調整能力の寄与は認められなかった。ポット栽培の場合、圃場栽培において明確であった葉身の水ポテンシャルの品種間差異は認められなかった。

また、気孔の閉鎖程度を示す拡散抵抗は、葉身の水ポテンシャルが低下するにしたがって増加し、この関係にも品種間で差異はみられなかった。これらの結果より、耐乾性品種 *Gadambalia* は土壤乾燥ストレス条件下においても地上部の水分状態を良好に維持するため、光合成速度や乾物生産能を高く保つと考えられた。これには、根系の発達程度や吸水能力が関与すると推察された。

2. 根系の分布と構造

土壤乾燥ストレスが2品種の根系発達パターンに及ぼす影響を明らかにするため、大小2種類の根箱を用いて根系の分布と構造を詳細に調査した。大型根箱実験では、*Gadambalia* は *Tabat* に比べ、土壤乾燥ストレスにより土壤深層 (1.1-1.5 m) に位置する節根から側根を多く分枝させたため、深層での根長密度が高かった。より詳細な調査が可能な小型根箱実験では、両品種ともに土壤表層 (0-0.5 m) における総根長が土壤乾燥ストレスにより減少した。しかし、*Gadambalia* は土壤乾燥ストレス条件下でも側根の分枝および伸長を継続させたため、その減少程度は *Tabat* よりも小さかった。また、*Gadambalia* は土壤乾燥ストレス条件下においても高位節から節根を発生させる能力が高かった。高位節根は鉛直方向に伸長していたため、この発根能力の高さが *Gadambalia* が深い根系を発達させる一因と推察された。これらの結果より、*Gadambalia* は土壤乾燥ストレス条件下においても土壤深層へと伸長する高位節根を発生させる能力、および土壤深層で側根を発達させる能力がともに高く、これが高い吸水能力の一因となっていると考えられた。

3. 吸水特性

2品種の土壤深層からの吸水能力の差異を明らかにするため、2つのポットを上下に重ねて、上層ポットは乾燥、下層ポットは湿潤という条件を作出して、下層ポットに伸長した根の吸水特性を調査した。回帰分析によって、単位葉面積あたりの根長 (根長/葉面積比) と下層ポットからの吸水速度との関係を求め、その結果から、地上部に同じ水量を供給するために必要な根長を品種間で比較した。根長/葉面積比と吸水速度との間には有意な正の相関が認められた。両者から得られた回帰曲線を品種間で比較した場合、同じ根長/葉面積比であっても *Gadambalia* は常に *Tabat* より高い吸水速度を示し、また葉身の水ポテンシャルも高かった。吸水速度と葉身の水ポテンシャルとの関係から、水輸送能力の指標である通水抵抗を求めたところ、*Gadambalia* は *Tabat* に比べて通水抵抗が低く、その傾向はとくに根長/葉面積比が小さい時に顕著であった。また、圃場実験および小型根箱実験において、能動的吸水能を示す出液速度を測定した結果、*Gadambalia* は土壤乾燥ストレス条件下でも出液速度が高いことが判明した。これらの結果より、*Gadambalia* は *Tabat* に比べ、土壤乾燥ストレス条件下でも下層根の吸水効率が高い、すなわち少量の根で多量の水を地上部に供給する能力が高いこと、および根の能動的吸水能が高いことにより、葉身の水ポテンシャルの低下を軽減すると考えられた。

以上、本研究の結果、*Gadambalia* の耐乾性の強さは、土壤乾燥ストレス条件下でも葉身の水状態を良好に保つ能力に優れることに起因しており、これには土壤深層へ伸長する節根の発根能力の高さ、土壤深層での側根の発達能力の高さ、および根の水吸収・輸送能力の高さが関与することが明らかとなった。

論文審査の結果の要旨

ソルガムは乾燥地の主要穀物のひとつである。本研究はスーダン原産のソルガム 2 品種、すなわち在来の耐乾性品種 'Gadambalia' と乾燥感受性品種 'Tabat' とを用いて、乾物生産能、体内の水関係、根系構造と分布、吸水特性の視点から品種間差を調査し、'Gadambalia' の耐乾性機構を明らかにしようとして行われたものである。

1. 乾物生産能とそれに関わる生理的諸形質

上記 2 品種を圃場栽培と根域制限可能なポット栽培を行い、土壤乾燥ストレスが乾物生産能や地上部の生理的諸形質に及ぼす影響を調査、比較した。湿潤条件下では乾燥感受性品種 'Tabat' は耐乾性品種 'Gadambalia' より高い乾物重と葉面積を示したのに対し、土壤乾燥ストレス条件下では両品種とも上記パラメーターの減少が見られたが 'Gadambalia' では減少の程度が小さかった。また、この品種は気孔コンダクタンスの低下が小さく、光合成速度および蒸散速度を高く保っていた。さらに、水ポテンシャルおよび相対含水率を指標にして葉身の水分状態を評価した結果 'Gadambalia' は 'Tabat' に比べて土壤水分ストレス下でも水分状態を良好に維持していた。これらの結果から耐乾性品種 'Gadambalia' は土壤乾燥ストレス条件下においても地上部の水分状態を良好に維持するため、光合成速度や乾物生産能を高く保っているとみなされた。

2. 根系の分布と構造

土壤乾燥ストレスが 2 品種の根系発達パターンに及ぼす影響を明らかにするため、大小 2 種類の根箱を用いて根系分布と構造を詳細に調査した。'Gadambalia' は 'Tabat' に比べ、土壤乾燥ストレスにより土壤深層 (1.1~1.5 m) に位置する根節から側根を多く分岐させ、深層の根密度が高くなった。また、両品種ともに土壤表層における総根長は土壤乾燥ストレスにより減少したが、'Gadambalia' はストレス条件下でも側根の分岐と伸長を継続させるため、全体としての減少程度は小さかった。さらに、'Gadambalia' は高位節から節根を発生させる能力が高く、また、その節根が鉛直方向に伸長するため、深層の根系を発達させる一因と推察された。これらのことが 'Gadambalia' の吸水能力を高く保つ要因とみなされた。

3. 吸水特性

2 品種の土壤深層からの吸水能力の差異を明らかにするため、2 つのポットを上下に重ねて上層ポットは乾燥、下層ポットは湿潤条件を作出した。この下層ポットに伸長した根について吸水特性を調査した。回帰分析により単位葉面積あたりの根長 (根長/葉面積比) と下層ポットからの吸水速度との関係を求め、その結果から、地上部に同じ水量を供給するために必要な根長を品種間で比較した。両品種から得られた回帰曲線を比較した場合、同じ根長/葉面積比であっても 'Gadambalia' は常に 'Tabat' より高い吸水速度を示し、また、葉身の水ポテンシャルも高かった。吸水速度と葉身の水ポテンシャルとの関係から水輸送能力の指標である通水抵抗を求めたところ、'Gadambalia' は 'Tabat' に比べ通水抵抗が低く、その傾向は特に根長/葉面積比が小さいときに顕著であった。

一方、根の能動的吸水能を示す出液速度を測定した結果、'Gadambalia' は土壤乾燥ストレス条件下でも出液速度が高いことが判明した。

これらの結果より 'Gadambalia' は 'Tabat' に比べ、土壤乾燥ストレス条件下でも下層根の給水効率が高い、すなわち少量の根で多量の水を地上部に供給する能力が高いこと、および、根の能動的吸水能が高いことより葉身の水ポテンシャルの低下を軽減すると考えられた。

以上のように 'Gadambalia' の耐乾性の強さは土壤乾燥ストレス条件下でも葉身の水分状態を良好に維持できる能力に優ることに起因しており、これには土壤深層へ伸長する節根の発達能力の高さ、土壤深層での側根の発達能力の高さ、および根の吸水・輸送能力の高さが関与することが明らかにされた。これらの成果は乾燥地におけるソルガム栽培の技術革新や耐乾性品種育成に貴重な資料を提供しており、博士（農学）論文として十分な価値を有すると認められた。