

## 乾燥と過湿に強いササゲ遺伝資源の発見とその根の形態変化による土壌水分適応

西アフリカの主要なマメ科作物であるササゲの栽培種と祖先野生種を含む 99 系統の特性評価により、土壌の乾燥ストレスと過湿ストレスの両条件下で耐性を示す 10 系統を明らかにした。これらの系統は過湿条件下で根の通気組織を増やして酸素不足を回避し、乾燥では水の通り道となる通導組織の比率を高めるといった柔軟な根の形態変化を示した。同定した系統群は今後、気候変動による極端な水分変動に強いササゲ品種開発への活用が期待される。

キーワード：乾燥ストレス、過湿ストレス、ササゲ、祖先野生種、遺伝資源

### 背景・ねらい

西アフリカの乾燥サバンナでは、降雨に依存した小規模農業が中心で、気候変動の影響を強く受ける。近年は降雨の変動が拡大し、干ばつによる減収に加えて、極端な降雨後の滞水・土壌過湿が畑作でも起こりやすくなっている。土壌過湿により、ササゲなどのマメ科作物では根域の酸素不足による生育低下が新たなリスクとして顕在化しており（令和5年度国際農林水産業研究成果情報 B14「スーダンサバンナの栽培データを用いて気候変動がササゲ栽培に及ぼす影響を推定」）、幅広い土壌水分条件に適応できる品種の開発が急務である。しかし、乾燥と過湿では必要とされる耐性機構が異なるため、両耐性の同時付与は難しいとされてきた。一方、自然界では土壌水分が極端に変動する場面があり、祖先野生種には水環境の変動に追従する適応性が残っていると考えられる。

本研究では、国際熱帯農業研究所(IITA)との連携のもと、栽培種と祖先野生種\*を含むササゲ遺伝資源 99 系統を対象に、乾燥・過湿の両条件下で複数の生育・生理指標を組み合わせて耐性を包括的に評価し、両ストレスに強い遺伝資源の探索と、その基盤となる根の形態応答の解明を目的とする。

\*祖先野生種：ササゲの栽培種が成立する過程において、直接的な進化的起源となった野生種。栽培種と交雑が可能であるため、育種材料としての活用が期待されている。

### 成果の内容・特徴

1. 幅広い環境から採取されたササゲ祖先野生種 45 系統に、栽培ササゲのコア・コレクションを中心とした 54 系統を加えた計 99 系統を対象に、乾燥条件下では SPAD 値\*\*とクロロフィル蛍光、過湿条件下では SPAD 値と地上部生長量を用いて総合的に評価した。その結果、両ストレスに強い 10 系統が明らかとなり（図 1）、うち 9 系統は祖先野生種であった。これは栽培種では希なストレス耐性を祖先野生種が保持することを示す。

2. 過湿条件下では根の通気組織の形成率が増加して根域の酸素不足を回避し、乾燥条件下では通導組織（中心柱）の割合が増加して地上部への水供給を効率化する（図 2）。これらの形態的变化はストレス耐性に寄与する要因と考えられ、乾燥と過湿が食料生産上のリスクとなる将来気候下で有望な選抜対象になり得る。
3. 本研究は、乾燥と過湿の各ストレスに対する応答を多面的に把握することで、乾燥・過湿の相反するストレスへの耐性を効率的に検出できることを示す。

\*\*SPAD 値：葉緑素計 SPAD-502 により得られる相対的な葉緑素含量の指標。

### 成果の活用面・留意点

1. 選抜した 10 系統は、乾燥と過湿の極端に異なる土壌水分環境に適応する品種開発の材料として利用できる。通気組織の形成や通導組織の割合変化などの根の柔軟な形態応答は主要な適応メカニズムとして育種目標に活用できる。
2. 複数指標によるストレス耐性評価は他の作物にも適用できる可能性がある。ただし、相対値による耐性評価の区分は用いる集団により変動し得る。
3. 祖先野生種を品種改良に利用する際には、導入形質によって栽培種がもつ収量などの主要農業形質が損なわれないように留意する必要がある。

### その他

予算区分：交付金プロ [B6 アフリカ畑作システム（第 5 期）、B1 アフリカ食料（第 4 期）]、外部資金 [日本学術振興会科学研究費助成事業]

研究実施期間：2017～2025 年度

研究担当者：井関光太郎（生物資源・利用領域）、Olaleye, O.（国際熱帯農業研究所）

発表論文等：Iseki and Olaleye(2025) *Frontiers in Plant Science* 16: 1573313.

<https://doi.org/10.3389/fpls.2025.1573313>

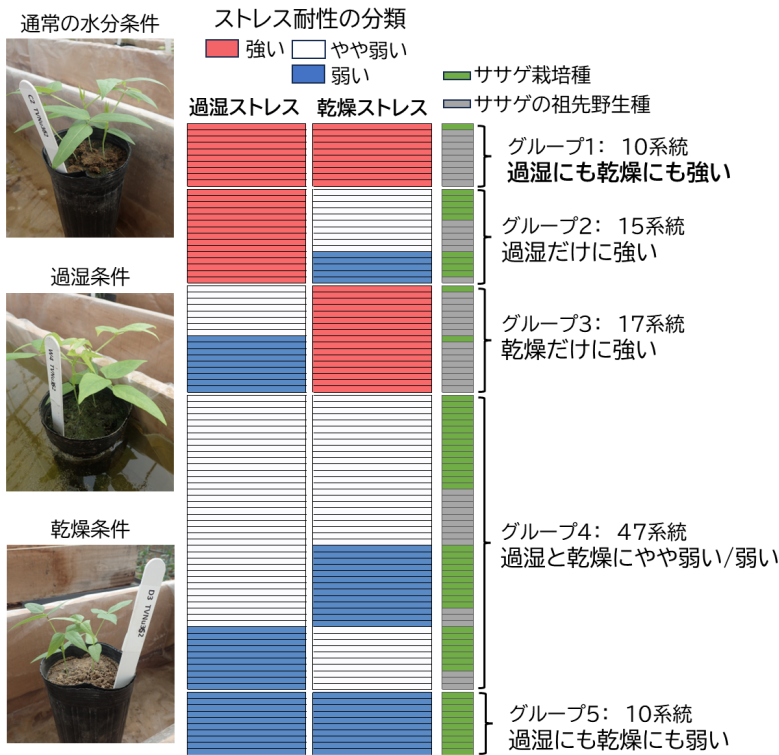


図1 ササゲ遺伝資源 99 系統における過湿および乾燥ストレス耐性

高さ 20 cm のポットを用い、各ササゲ系統を通常の水分条件（2 cm の底面灌水、体積含水率 20～25%）で 2 週間栽培した後、過湿処理区は 18 cm の深さまでポットを水に浸漬し（体積含水率 40～50%）、乾燥処理区は灌水停止した（体積含水率 10% 以下）。処理から 3 週間後の過湿および乾燥ストレスに対する応答の違いに基づき、99 系統を 5 つのグループに分類した。赤色、白色、青色はそれぞれストレス耐性が「強い」、「やや弱い」、「弱い」ことを示す。ストレス耐性区分は各評価指標の対象区との相対値をもとに、用いた全ての評価指標が全体平均より高い系統を「強い」と分類した。栽培種は緑色、祖先野生種はグレーで示す。

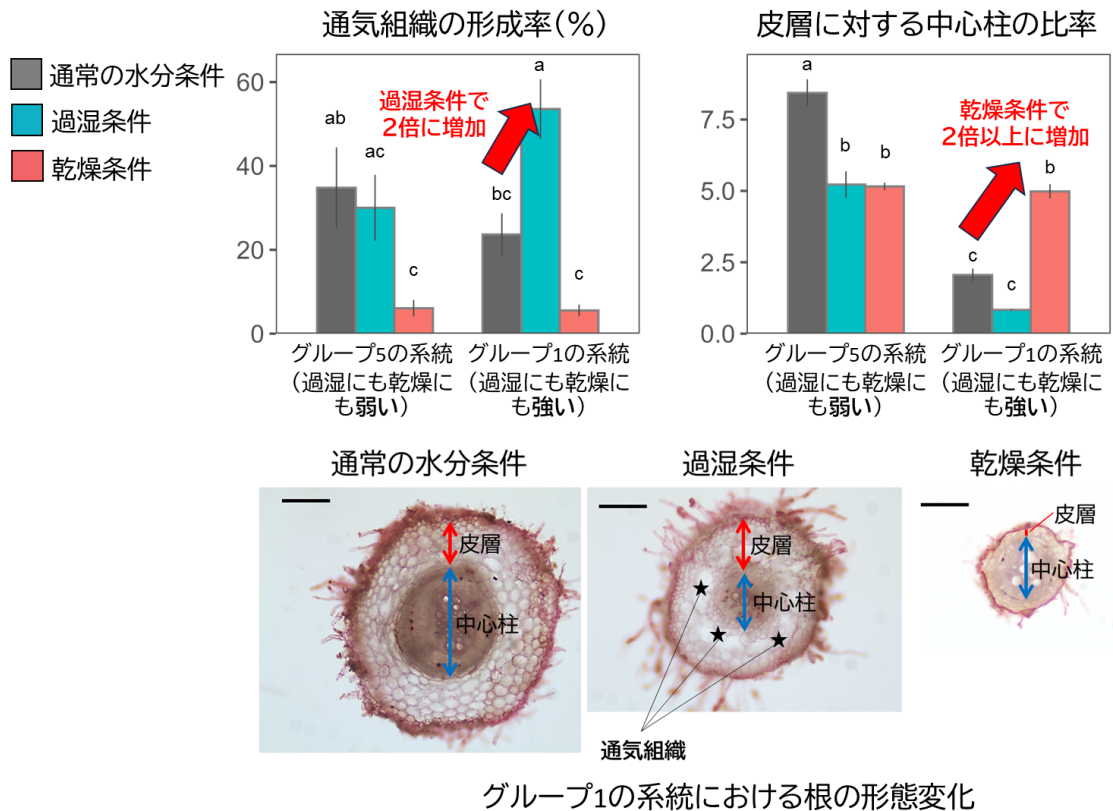


図2 過湿条件および乾燥条件に対する耐性系統（祖先野生種、グループ1）と感受性系統（栽培種、グループ5）における根の形態変化

左上のグラフは通気組織の形成率、右上は皮層／中心柱比の平均値および標準誤差を示す。異なるアルファベットは Tukey の多重比較検定において平均値が 5% 水準で有意に異なることを示す。下段は植物の基部から 4～5cm の区間における根の横断面の画像であり、赤い両矢印は皮層、青い両矢印は中心柱を示す。黒い星印は皮層の通気組織を示す（スケールバーは 200 μm）。耐性系統では、過湿条件下で通気組織の形成率が増加し、乾燥条件では中心柱の割合が増加する。

図は Iseki and Olaley (2025) より CC BY 4.0 に従い転載/改変して作成

© Author(s) 2025 <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ja>

国立研究開発法人 国際農林水産業研究センター

