



配布先: 文部科学記者会、科学記者会、名古屋教育記者会

2024年12月4日

報道機関 各位

干ばつなど作物のストレス耐性を評価可能にする 低コスト・高精度なマイクロコントローラーシステムを開発 ～作物の節水型品種選抜・品種改良を加速～

【本研究のポイント】

- ・ポットの土壤水分含量を一定に維持し、作物の水消費量をリアルタイムモニタリング可能なシステムを、マイクロコントローラー (Arduino)^{注1)} を用いて開発。
- ・既存の高性能かつ高価なフェノタイピングプラットフォームと比較して、低コストで導入でき、人工気象室だけでなくガラス温室などにも設置可能。
- ・干ばつ、湿害、塩害などの環境ストレスに強い作物の品種開発に貢献。

【研究概要】

名古屋大学大学院生命農学研究科の杉浦 大輔 講師らの研究チームは、作物の水分利用特性を評価するためのマイクロコントローラーベースのシステムを開発しました。

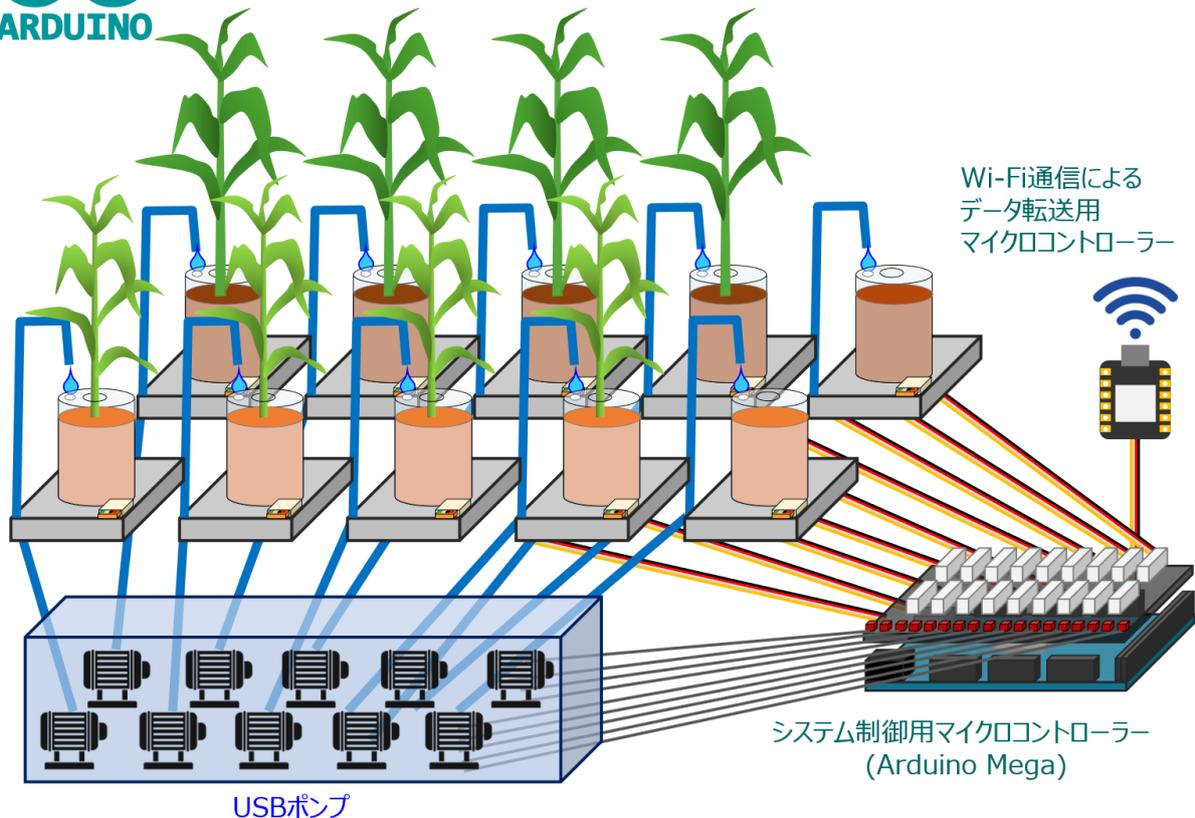
本研究では、ポットの重量測定、自動給水、Wi-Fi 通信の3つの要素を統合することで、乾燥、湛水、塩害など、様々な環境ストレス条件下における植物の水分消費量をリアルタイムモニタリング可能なシステムを構築し、主要作物であるイネ、ダイズ、トウモロコシでその実用性を証明しました。

本システムは、市販のマイクロコントローラーおよび電子パーツにより製作可能なため、低コストで導入でき、自由度の高い実験設計が可能な点に特徴があります。様々な作物やストレス条件における研究利用を通じて、節水性やストレス耐性のある作物品種の開発や、ストレス耐性メカニズム解明に向けた研究を大幅に加速させることが期待されます。

本研究成果は、2024年11月24日(日本時間)付、オープンアクセス雑誌『Plant Methods』に掲載されました。



作物のストレス耐性を評価可能なマイクロコントローラーシステム



【研究背景と内容】

世界的な人口増加と気候変動の影響により、水資源の不足が深刻化しています。農業は、世界で利用可能な淡水の約 70%を消費していますが、気候変動による降水パターンの変化や干ばつの頻発化は、農業用水の確保を困難にしています。

このような状況下で、限られた水資源を効率的に利用し、干ばつなどのストレスに強い作物を開発することが持続可能な農業を実現するための喫緊の課題となっています。本研究では、この課題解決に貢献するため、作物の水分利用特性を安価でリアルタイムにモニタリングできる、新しいマイクロコントローラーベースのシステムを開発しました（図 1）。

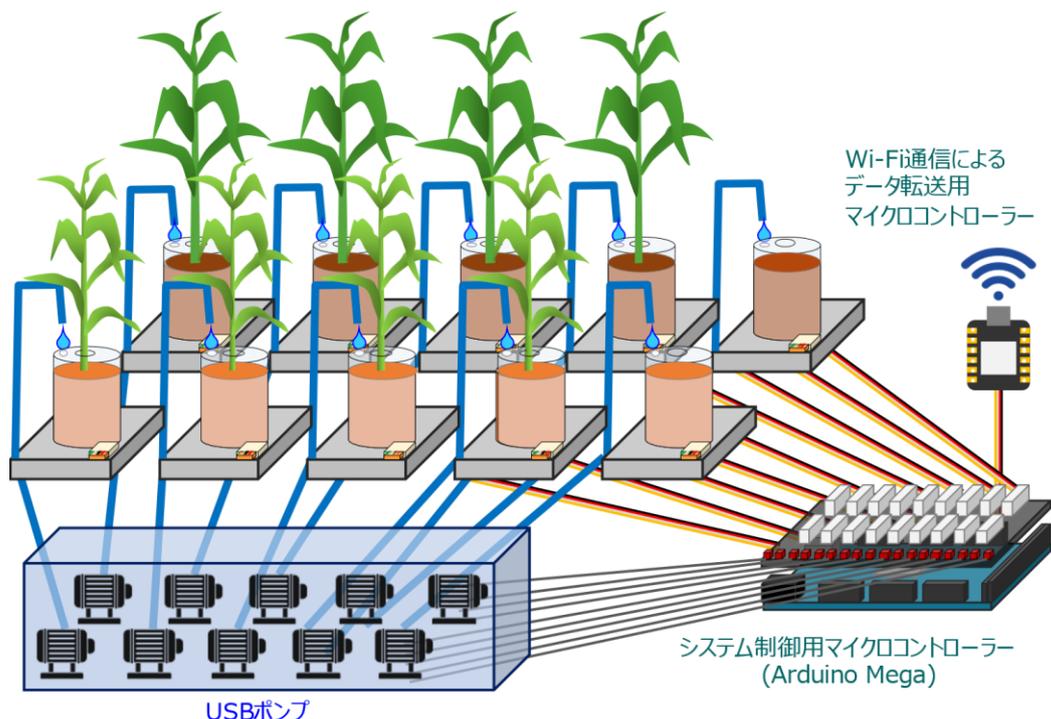


図1 マイクロコントローラー制御による本システムの概要図。各ポットの重量は、マイクロコントローラーボード (Arduino Mega 2560) に接続された秤で測定され、ポット重量が設定値を下回ると、リレーによってポンプが作動し、水が供給される。測定データは Wi-Fi通信のマイクロコントローラーを介して Google スプレッドシートに送信される。

本システムは、秤(はかり)によるポット重量の連続測定、設定重量に応じたポンプによる自動給水、Wi-Fi 通信によるデータのリアルタイムモニタリングという 3 つの要素を統合しています。具体的には、ポット重量をシステム制御用マイクロコントローラーに接続された秤で測定し、重量が設定値を下回ったときにリレーを駆動してポンプを作動させて自動で給水し、測定データは Wi-Fi 通信のマイクロコントローラーを介して Google スプレッドシートに送信されることで、測定値のリアルタイムモニタリングが可能となっています。このシステムにより、一定の土壌水分量を維持することが可能になり、従来の手法より低労力で、時間分解能の高いデータを取得することが可能になりました(図2)。

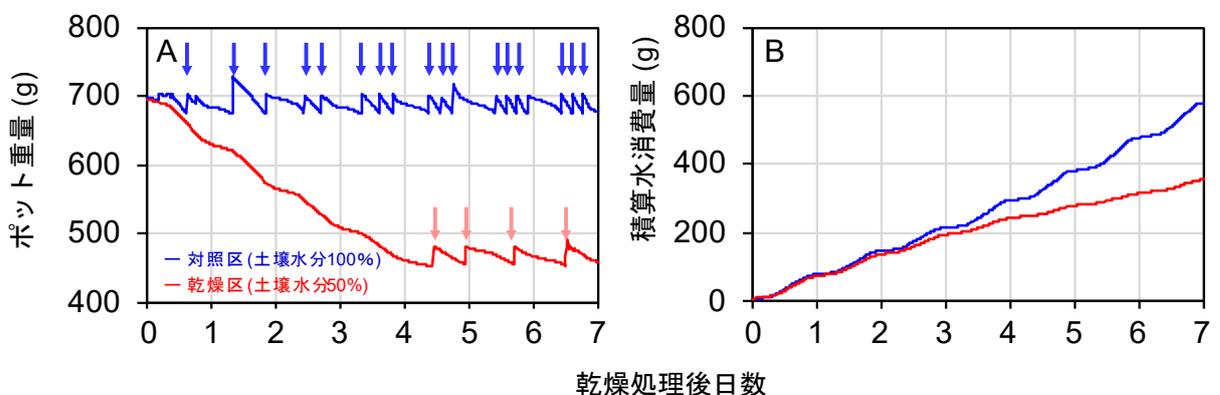


図2 シコグビエにおける本システムを用いた測定例。対照区 (圃場容水量 100%) および乾燥区 (50%) において7日間の (A) ポット重量 および (B) ポット重量の減少分から算出された積算水消費量。矢印は給水のタイミングを表す。

Press Release

また、1 システムあたり最大 18 個のポットを同時に測定できるため、複数台使用することでハイスループット（高速かつ大量）な解析にも対応できます。さらに、本システムは、市販の Arduino マイクロコントローラーと電子部品を組み合わせることで構築されているために低コストで導入でき、人工気象室だけでなく温室にも設置可能な点にも特徴があります（図 3）。

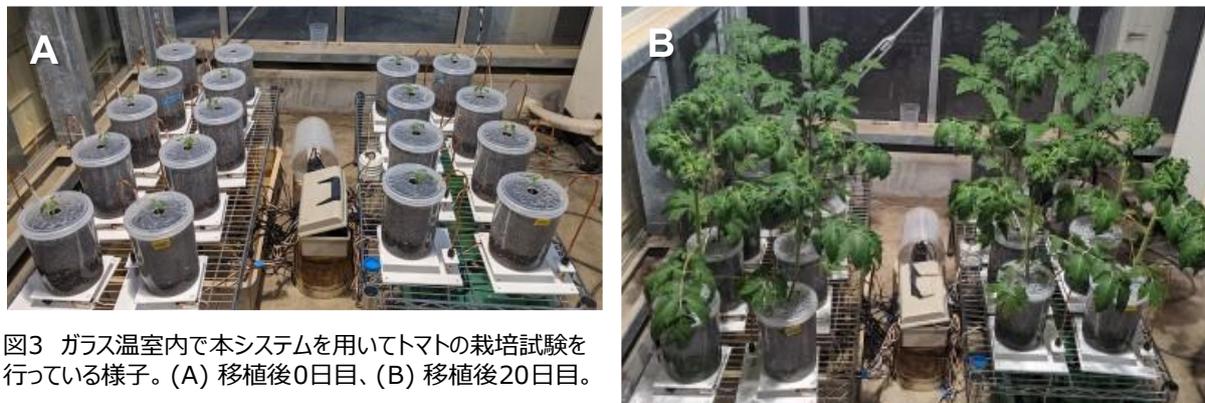


図3 ガラス温室内で本システムを用いてトマトの栽培試験を行っている様子。(A) 移植後0日目、(B) 移植後20日目。

このシステムの有効性を検証するため、研究チームは、イネ、ダイズ、トウモロコシといった主要作物を用いて、塩害、湛水、乾燥など、様々なストレス条件下での実験を行いました（図4）。その結果、塩害に強いイネ品種（Daw Hawk）は、塩害に弱い品種（コシヒカリ）に比べて、塩分濃度下でも高い水分消費量と成長を維持することや、ダイズ（エンレイ）は湛水ストレス時に水分利用と成長が抑制されることが確認できました。

さらに、1ヶ月近い長期的な栽培実験において、イネのインディカ型（IR8）とジャポニカ型（日本晴）の水利用効率^{注2}の大きな品種間差や、トウモロコシの乾燥に対する地上部/地下部比の変化といった形態的な応答も観察することができました。

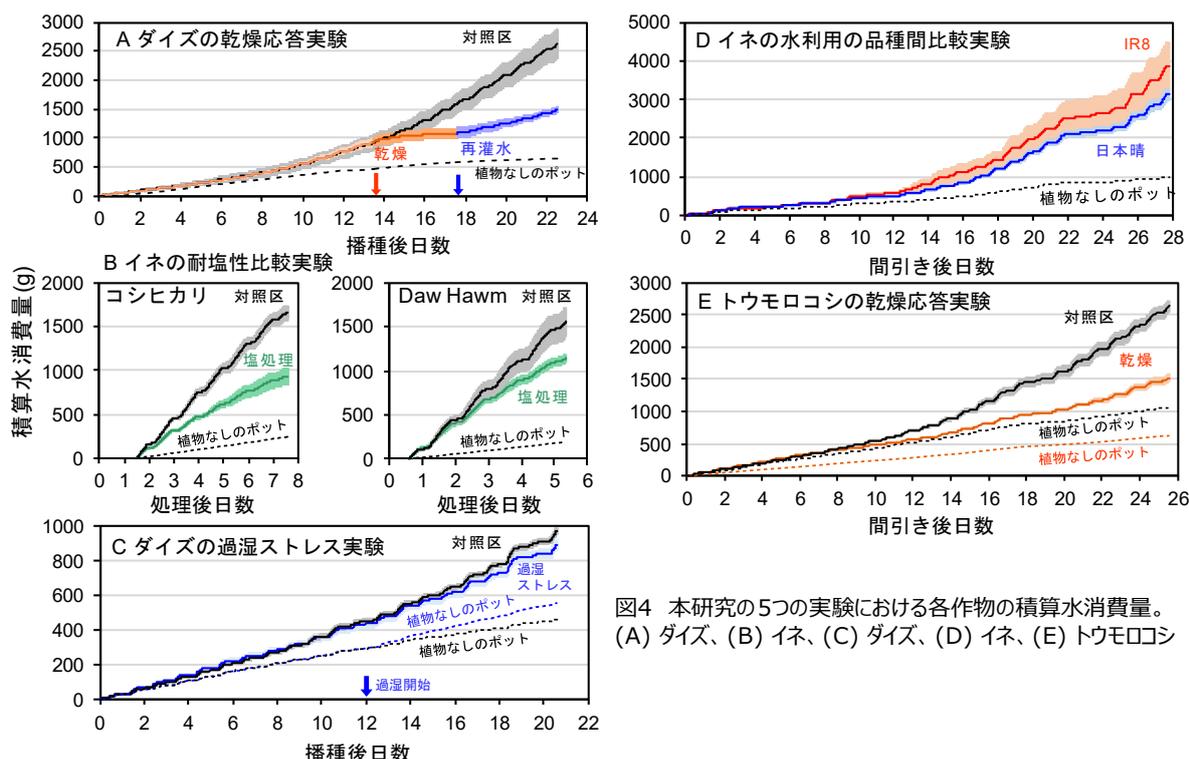


図4 本研究の5つの実験における各作物の積算水消費量。(A) ダイズ、(B) イネ、(C) ダイズ、(D) イネ、(E) トウモロコシ

【成果の意義】

本研究で開発されたシステムは、従来の手法に比べて、低コストかつ高精度な植物の水分利用特性の評価を可能にしました。このシステムによって、乾燥耐性や水利用効率の高い品種選抜や品種開発だけでなく、植物種や土壌・施肥条件に応じた適切な水管理方法の確立を通じて、世界の食料安全保障の強化につながることを期待されます。

本システムは主要作物用にデザインされましたが、研究代表者はシロイヌナズナやゼニゴケなどのモデル植物の栽培に適した小型化にも成功しました。この小型システムは、様々な環境条件に対するストレス耐性の分子メカニズムの解明に向けた研究を大きく前進させることも期待されます。

本研究は、文部科学省科学研究費補助金(23K18024, 23K26875, 22H02325) のサポートのもと行われました。

【用語説明】

注1) マイクロコントローラー (Arduino):

コンピュータの主要な機能が 1 つのチップに集積された小型のコンピュータで、マイコンとも呼ばれる。Arduino はマイクロコントローラーを搭載した回路基板 (ボード) で、様々なセンサーやデバイスと組み合わせた計測システムによって自由度の高い実験デザインが可能となる。

注2) 水利用効率:

植物が消費した水の量に対する乾物生産量の比。この値が高いほど、少ない水で高い生産性を示したことになる。

【論文情報】

雑誌名: Plant Methods

論文タイトル: Microcontroller-based water control system for evaluating crop water use characteristics

著者: **Daisuke Sugiura, Shiro Mitsuya, Hirokazu Takahashi, Ryo Yamamoto & Yoshiyuki Miyazawa**

(杉浦 大輔、三屋 史朗、高橋 宏和、山本 遼、宮沢 良行) (太字は本学教員)

DOI: <https://doi.org/10.1186/s13007-024-01305-0>