

畝を用いた圃場における作物干ばつストレス実験系の開発

高さ 30 cm の畝を用いることにより、圃場において安定して干ばつストレスを誘導することができる。畝を利用した干ばつストレス実験系は、圃場での干ばつ研究や耐性品種の選抜を、圃場での干ばつ研究や耐性品種の選抜を、安定的に安価かつ簡便に実施することを可能にする。

キーワード：畝、干ばつ、ダイズ、土壌水分、土壌養分

背景・ねらい

近年、干ばつの発生頻度と被害は増加しており、世界の食料供給が脅かされている。干ばつに強い作物の開発を目指して、これまで、実験室を中心に多くの干ばつ研究が進められ、分子レベルで植物の乾燥ストレス応答メカニズムが明らかにされてきた。一方で、圃場における植物の干ばつストレス応答は、実験室で解明されてきた応答メカニズムとは異なる点があることも指摘されているが、未だ不明な点が多い。干ばつに強い作物の開発において、圃場における植物の干ばつ耐性試験や干ばつ応答メカニズムの解明は必須であるが、環境が不規則に変動する圃場では、一定の干ばつ環境を再現することは容易ではない。圃場干ばつ試験では、灌水の有無による条件設定が一般的であるが、降雨が大きく影響するため、毎年の安定した試験は困難である。また、降雨による影響を排除するために、レインアウトシェルターなどの設備を用いた干ばつ研究も進められているが、コストや汎用性の面において課題もある。そこで、本研究では、安価で簡便かつ安定して実施することが可能な圃場干ばつストレス実験系の開発に取り組む。

成果の内容・特徴

1. 通常区（畝無し区）と比較して、高さ 30cm の畝条件下（畝区）では、土壌水分が一定レベル低下する（図 1A）。畝による低水分の誘導は、6 年以上の圃場試験を通して、様々な気象条件下でも再現できることを実証済みである。
2. 土壌中の主要な栄養成分は、ダイズの播種時期および収穫期いずれにおいても、通常区と畝区で同程度であり、畝は土壌養分に影響を与えない（図 1B）。
3. 畝区で栽培したダイズは、通常区と比較して生育が顕著に抑制され、収量も顕著に減少する（図 2）。
4. 畝区を含む試験区に灌水を行うと、畝区と通常区との生育差が小さくなることから、畝区におけるダイズの生育や収量の抑制は、主に土壌水分を反映している（図 3）。

成果の活用面・留意点

1. 本干ばつストレス実験系は、世界の様々な地域の圃場に適用出来ると考えられ、干ばつ耐性系統の選抜や作出を促進することが期待される。
2. 対象とする植物や土壌の種類、目的とする乾燥ストレスレベルに合わせて、畝の高さや幅などを検討する必要がある。

その他

予算区分：交付金プロ [B1 レジリエント作物（第 5 期）、B2 不良環境耐性作物開発（第 4 期）、B2 環境ストレス耐性（第 3 期）]、外部資金 [SATREPS、ムーンショット型農林水産研究開発事業、科研費 18K05379]

研究実施期間：2015～2023 年度

研究担当者：永利友佳理、小林安文、藤井健一郎、馬場隼也、藤田泰成（生物資源・利用領域）、伊ヶ崎健大、大矢徹治（生産環境・畜産領域）

発表論文等：Nagatoshi et al. (2023) *Nature Communications* 14: 5047. <https://doi.org/10.1038/s41467-023-40773-1>

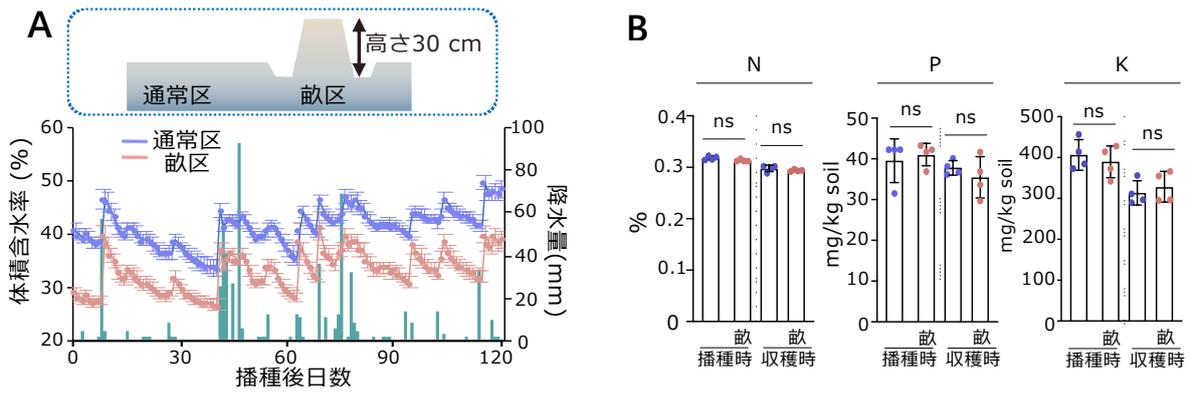


図1 畝を用いた圃場干ばつストレス実験系における土壌水分変動と土壌栄養成分

(A) ダイズ栽培期間中の通常区（畝無し）および高さ 30 cm の畝区における土壌水分変動。各試験区に長さ 30 cm の土壌水分センサー(TDR)および温度センサーを挿入し、データロガーにより経時的にデータを記録。n 数は 4、エラーバーは SD を示す。緑棒グラフは、降水量を示す。体積含水率と土壌水分ポテンシャルの関係は以下の通り。50.7% (-0.0039 MPa, pF 1.6), 44.9% (-0.0098 MPa, pF 2.0), 41.2% (-0.031 MPa, pF 2.5), 38.6% (-0.098 MPa, pF 3.0), および 26.3% (-0.61 MPa, pF 3.8)。 (B) ダイズ播種時期および収穫時期の通常区および畝区の土壌養分解析。n 数は 4、エラーバーは SD を、ns は有意差が無いことを示す (Student's t-test)。

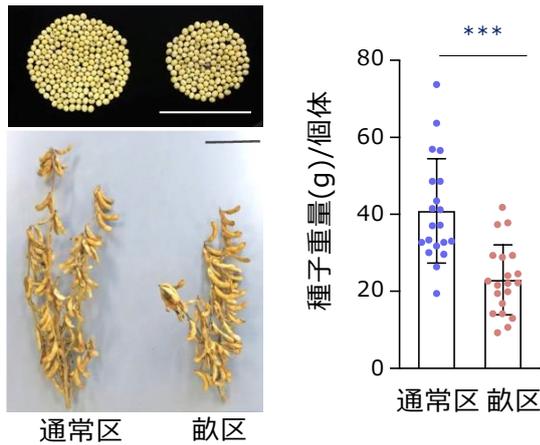


図2 畝を用いた圃場干ばつストレス実験系におけるダイズの生育

本干ばつストレス実験系において栽培したダイズの収穫時の形態および収量。左側は通常区、右側は畝区を示す。写真中のバーは、10 cm を表す。n 数は 20、エラーバーは SD、アスタリスクは有意差があることを示す (**P < 0.01, Student's t-test)。

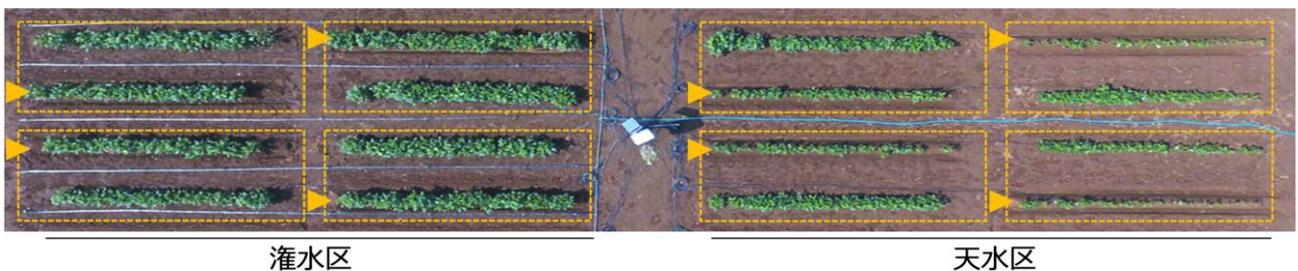


図3 畝を用いた圃場干ばつストレス実験系への灌水処理

ドローンにより空撮した播種後約 7 週目のダイズの生育。畝区を黄色矢印で示す。点線で囲んだ 2 列は、通常区と畝区を含む 1 反復を示しており、試験は合計 4 反復で実施。右側は天水区（水やりをしない区）、左側は、右の天水区と同じ試験設計に灌水を行った試験区（灌水区）。中央の白い箱に、各列に挿入した土壌水分センサーと接続したデータロガーが格納されている。