

令和 5 年 6 月 7 日現在

機関番号：17102

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2019～2022

課題番号：19K05998

研究課題名(和文) 地表根を発達させるダイズのメカニズムとその有用性

研究課題名(英文) Development of surface roots of soybean under waterlogged soil condition

研究代表者

安彦 友美 (Abiko, Tomomi)

九州大学・農学研究院・助教

研究者番号：00743882

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,300,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、湛水条件下におけるダイズの地表根の発達に着目して、1)豪雨後の湛水圃場でのダイズの生育と地表根発達の調査、2)湛水土壌条件で地表根を発達させる品種の選抜とその機構について研究を行った。2021年、九州地方において豪雨により、フクユタカは湛水および冠水による湿害の被害を受けた。試験圃場においても同様であった。そして顕著に地表根を発達させていた。またダイズコアコレクションを供試し湛水土壌条件下での地表根の発達を評価したところ、明確な品種間差が認められた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

日本で栽培されているダイズの約8割は水田転換畑で栽培されている。水田転換畑での栽培は降雨により土壌水分が過剰となり、耐湿性の低いダイズは被害をしばしば受ける。ダイズの耐湿性には複数の関連形質があるが、そのうちのひとつ、地表根について明らかにすることは生産現場での湿害の軽減につながる可能性がある。

研究成果の概要(英文)：In this study, we focused on the surface root development of soybean under waterlogged condition, and investigated 1) growth and surface root development of soybean in waterlogged field after heavy rainfall, and 2) selection of cultivars that develop surface roots under waterlogged soil conditions and its mechanism. In 2021, heavy rainfall in the Kyushu region caused wet damage due to waterlogging and flooding. The similar situation was occurred in the test field, and it was observed that waterlogging caused the development of surface roots. In addition, soybean core-collection were evaluated for surface root development under waterlogged soil condition, there was a clear difference among the cultivars.

研究分野：作物生産科学

キーワード：ダイズ 耐湿性 土壌中の溶存酸素欠乏

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

土壌が湛水すると、作土の表層は酸化層になり、その下層は酸欠・還元層となる(高井, 1978)。土壌表面は酸化的であり、表面から地中になるにつれて酸素濃度は低下していく。地表根は、湛水時に土壌表層の酸化層において酸欠を回避しながら発達できることが示唆されている(Ueno and Sato, 1989)。根の発達に関して、研究が進んでいる水稲においては、インドネシアの水稲品種が地表根を発達させることが見いだされており(Uga *et al.*, 2012)、これは重力感受に関わる遺伝子の機能欠損に基づくことが明らかになっている(Hanzawa *et al.*, 2013)。また、トウモロコシにおいては、野生種 *Zea mays ssp. huehuetenangensis* が湛水により地表根を発達させることが示されており(Mano *et al.*, 2005)、遺伝学的な改良が図られている。しかし、ダイズにおいては、嫌気条件下で根を発達させるダイズ品種が見いだされているもの(Suematsu *et al.*, 2017)、地表根の発達機構とその有用性は明らかにされていない。

2. 研究の目的

本研究では栽培圃場と実験条件下においてダイズの地表根の有用性を明らかにすることを目的とし、以下について研究を進めた。

- 1) 豪雨後に湛水した圃場でのダイズの生育と地表根発達の調査
- 2) 湛水土壌条件で地表根を発達させるダイズの選抜とその機構解明

3. 研究の方法

1) 本実験では 2021 年および 2022 年にダイズ(フクユタカ)を九州大学附属農場の水田転換畑で栽培し、豪雨によるダイズの湛水応答と地表根の発達について解析した。栽植密度は畝間 70cm、株間 18cm にて栽培した。播種は兩年とも 7 月 20 日に行い、2021 年 11 月 8 日、2022 年 11 月 22 日に成熟期をむかえ、収穫した。基肥として、10a あたり N-P₂O₅-K₂O を各成分量で 1.2kg、4kg、4kg の化成肥料を施用した。生育調査は Phantom4 Multispectral (DJI) のマルチコプターを用いて上空から撮影した。解析には Pix4D を使用した。

2) Suematsu ら (2017) において、選抜された嫌気耐性品種と嫌気耐性が低い品種との交配後代の集団を用いて、地表根発達に関する表現型の分離を解析した。また、ダイズコアコレクション 162 系統を供試して、湛水ストレス条件下での地表根の発達を評価した。評価系においては酸素濃度を測定した上で、ダイズの地表根の有無を判別した。実験は、4 回反復行い、地表根の発達が明確にみられる品種の選抜を図った。

4. 研究成果

1) 湛水土壌条件下の水田転換畑におけるダイズの地表根の発達と生育

湿害は個体レベルのみならず、群落レベルで発症し、その症状は圃場間、圃場内、また年次によって複雑である。2021 年の試験では、栄養生長期が多雨に見舞われ、北部九州において深刻な湿害および冠水被害が発生した。本実験圃場においても自然降雨による湿害が発生し生育量の低下が観察された。土壌が湛水状態となり、根の酸欠を引き起こし、地上部の生育が抑制されたと考えられる。8 月 10 日前後の集中豪雨により、圃場が湛水状態となった。畝間が湛水状態となり、さらに一部冠水状態となっていた。豪雨後 1 週間後に排水が促された後、地表根の発達を観察したところ、畝間が湛水状態であった圃場内のエリアおよび冠水状態のエリアにおいて、半径 25cm ほどに広がる地表根が畝上から畝間にかけて観察された。上空から群落レベルで生育過程を調査した結果、畝間が湛水状態であったエリアにおける葉色は緑色であった一方で、畝間湛水状態のエリアでは生育が著しく抑制されていた。両エリアにおいて草丈が例年の値と比較して有意に低かった。土入れは雨天が続き、行わなかったものの、単位面積当たりの収量は 339kg/10a と福岡県内平均を大きく上回った。2022 年は栄養成長期の間は少雨であり、地表根は観察されなかった。生殖生長期にあたる台風 14 号 (2023 年 9 月 18 日) の被害により倒伏が観察された。単位面積当たりの収量は 266kg/10a であった。2021 年は湿害症状が観察されたにもかかわらず、2022 年よりも収量が高かった。したがって、湛水状態にある圃場において、地表根を発達させ、表土付近の層を活用している可能性が示唆された。

2) 湛水条件下で地表根を発達させるダイズの探索と機構解明

湛水条件下で地表根の発達を評価する新規実験系を確立した。湛水土壌を地表水から縦断的に溶存酸素濃度を測定した結果、表土付近では溶存酸素が 150 $\mu\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 程度あり、深度が深まるにつれて低下した。そのような湛水土壌条件で、候補系統の交配後代 (F₂ 世代) 3 集

団を供試し、湛水条件下での地表根の発達の有無を指標に遺伝学的分離を解析した。結果、本形質は単一遺伝子支配ではなく複数の因子が関与することが示唆された。また、ダイズミニコアコレクション(世界・日本)162 系統を再選抜したところ、新たに複数品種が安定して湛水条件下で地表根を発達させることが明らかとなった。なお、九州地方の基幹品種であるフクユタカも本評価系において地表根を発達させたが、その程度は優良ではなかったため、湛水土壤下での地表根をターゲットとしてダイズの耐湿性の向上が期待される。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計0件

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
--	---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------