

令和 6 年 6 月 17 日現在

機関番号：82111

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2020～2023

課題番号：20K06010

研究課題名（和文）静電特性に着目したイネ不稔籾の迅速判別手法の確立

研究課題名（英文）Development of method for rapid discrimination of sterile rice spikelet based on electrostatic characteristics

研究代表者

福岡 峰彦（Fukuoka, Minehiko）

国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構・農業環境研究部門・上級研究員

研究者番号：40435590

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、イネの籾の内部に子実が正常に形成された稔実籾と、高温等の影響により受精に失敗した結果として籾の内部に子実が形成されなかった不稔籾を、静電分別により簡便かつ非侵襲的に判別する方法を開発した。不稔籾と稔実籾が混在している乾燥籾サンプルを対象として、高電圧帯電装置を用いてコロナ放電により帯電させた樹脂板を接近させることにより、稔実籾に対して相対的に軽量の不稔籾を帯電させた樹脂板の表面に対して選択的に静電吸着させ、不稔籾を一括して乾式かつ非破壊的に分別できることを明らかにした。

研究成果の学術的意義や社会的意義

イネの籾の稔・不稔の判別には従来、籾を一粒一粒指で押さえた際の触感により子実の有無を判定する方法や、薬液による子実の染色および籾殻部分の脱色を行ったのちライトテーブル等を用いて籾に可視光を透過させて子実の有無を判定する方法が用いられてきたが、圧迫による構造の破壊や薬液による変性といった不可逆的な変化が籾に生じうる侵襲的な方法である上、多大な労力を要するという課題があった。一方、本研究で開発した方法は非破壊的かつ乾式であるため、稔・不稔の判別に要する労力を軽減できることから、温暖化により発生が増大が懸念される高温不稔の発生実態の把握や対策技術の開発を加速することが期待される。

研究成果の概要（英文）：This study developed a non-invasive and labor-saving method to distinguish between filled and unfilled rice grains using electrostatic separation. In this method, a plastic sheet charged by corona discharge acts as a medium to separate unfilled rice grains from filled ones. With the expected increase in high temperature-induced spikelet sterility in rice due to global warming, this method can serve as an effective tool for adaptation by enabling rapid quantification of sterility rates in rice.

研究分野：作物学

キーワード：イネ 不稔率 稔実率 高温不稔 ハイスルーブット

様式 C - 19、F - 19 - 1 (共通)

1. 研究開始当初の背景

温暖化の進行により高温不稔によるイネの減収が懸念される。発生実態の解明と対策技術の開発には、多様な環境条件下での高温不稔の発生実態の定量的評価が欠かせない。しかしこれまでは、人手による籾の触診や照明台上での透視、比重液による湿式分別、微妙な調整を要する風力選別など、いずれも多大な労力を要し、自動化との親和性が乏しいロスルーフトアッセイに依存していた。このことは調査の「空間的×時間的×遺伝的」な広がりと分解能を厳しく制約し、実態の網羅的な把握と解明を阻んでいた。

稔・不稔の判別には、籾を一粒一粒指で押さえた際の触感により子実の有無を判定する方法や、薬液による子実の染色および籾殻部分の脱色を行ったのちライトテーブル等を用いて籾に可視光を透過させて子実の有無を判定する方法が従来用いられている。しかしこれらの方法には、圧迫による構造の破壊や薬液による変性といった不可逆的な変化が籾に生じうる侵襲的な方法である上、多大な労力を要するという問題があった。

2. 研究の目的

前記したような現状を打破するには、

機械化に適した再現性の高い指標によって籾の不稔を迅速に判別する手法を確立し、その手法による評価作業を機械により自動化したハイスルーフトの評価系を構築する必要がある。本課題はその端緒として、に取り組むこととし、機械化に適するという観点から籾の「静電選別」に着目して、稔実の成否を迅速に判別しうる手法を開発することを目的とした。より具体的には、イネの籾の内部に子実が存在する正常な稔実籾と、高温等の影響により受精に失敗した結果として籾の内部に子実が存在しない不稔籾(空籾)を、静電分別により簡便かつ非侵襲的に判別する方法を確立することで、温暖化により発生が増大が懸念される高温不稔の発生実態の把握と、それに起因する減収を回避するための対策技術の開発を加速しようとした。

3. 研究の方法

本研究では、籾の内部に子実が存在する稔実籾と、高温等の影響により受精に失敗した結果として籾の内部に子実が存在しない不稔籾を、非侵襲的かつ確実に分別した試験用サンプルが必要となる。これには従来、籾を一粒一粒指で押さえた際の触感により子実の有無を判定する方法や、薬液による子実の染色および籾殻部分の脱色を行ったのちライトテーブル等を用いて籾に可視光を透過させて子実の有無を判定する方法が用いられているが、圧迫による構造の破壊や薬液による変性といった不可逆的な変化が籾に生じうる侵襲的な方法であるため、脱穀しただけの状態の籾を対象とするイネ不稔籾の迅速判別手法の確立を目指す本研究におけるサンプル調製の方法としてはいずれも採用できない。

そこで、不稔籾と稔実籾が混在している籾サンプルについて、X線透視装置を用いて籾を非破壊的に透視することで、稔・不稔判定の正解データを得た。このX線による透視結果と、静電分別による分別状況を比較して静電分別の成否を判定し、手法を改良した。

4. 研究成果

完全乾式で不稔籾を稔実籾と分別しうる以下のプロトコルを得た。

稔・不稔未分別の乾燥籾サンプルを、第1の接地された平面上に展開する。

乾燥籾サンプルを展開した接地面に対向する位置に、一定の離隔距離を設けて樹脂板を設置する。

コロナ放電式高電圧帯電装置を用いて樹脂板をマイナス数万ボルトに帯電させることで、樹脂板に不稔籾を静電吸着させる。

不稔籾を静電吸着した樹脂板を第2の接地された平面上に静かに移動させる。

コロナ放電式静電気防止装置を用いて生成した正負両極性の大量のイオンに樹脂板と不稔籾を暴露することで樹脂板と不稔籾を電氣的に中和し、不稔籾を樹脂板から第2の接地面上に落下させる。

第1の接地させた平面上に残った稔実籾と、第2の設置された平面上に落下した不稔籾の画像をそれぞれ取得し、画像解析により得たそれぞれの個数をもとに不稔率を算出する。

なお、本研究の正解データを得るために用いたX線透視装置は最も安価なものでも導入に100万円以上を要し、また労働安全衛生上の規制が厳しく装置の設置場所や作業従事者が限定されることから、容易に導入できるものではない。一方、本研究で用いたコロナ放電式高電圧帯電装置は数万円の簡易な装置が市販されており、コロナ放電式静電気除去装置やその他資材と合わ

せても一式が十数万円程度に収まると見込まれる。また、労働安全衛生上の制約も相対的に小さく、作業場所や作業従事者が限定されることはないことから、比較的導入しやすいと見込まれる。

ただし、このプロトコルを用いて不稔判定を行った場合に、一部の稔実朶を誤って不稔朶と判定することがある。結果として、透視により判定した不稔率の真値に対してやや過大に見積もる可能性があり、その傾向は不稔率が低いほど顕著となる点には注意を要する。また、高湿度条件では帯電を維持することが困難となるため、当該プロトコルは相対湿度を 50%以下に調節した環境に適用範囲が限定される。このような制約があり、さらなる改良の余地はあるものの、当該プロトコルはイネの朶の不稔率を完全乾式で簡易かつ迅速に判定する一助となると期待される。

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
---------	---------