



PRESS RELEASE (2023/09/21)

「あと1%」の適格率改善を実現する種子選別技術を開発 「シードロス」を解消し、持続可能な食糧生産に貢献

ポイント

- ① 持続可能な食糧生産には、高品質な種子の安定供給と、それを支える技術開発が不可欠です。
- ② 近赤外分光法とAIモデルを併用し、種子の適格率を「あと1%」まで改善できる選別技術を開発しました。
- ③ 種子の効率的利用による食糧生産の革新に向けて、本技術を実装した選別装置の製作も進めています。

概要

発芽率や品種の純度といった種子の品質は、外観の特徴からは判別できない場合が多く、種苗生産では、適格率が基準に満たないために廃棄される種子の発生、いわば「シードロス」が問題となっています。作物生産用の種子は、多段階の選別を経て調製されていますが、それでもなお残る不適格な種子は、内部の構造や成分に原因があるものと予想されます。

九州大学大学院理学研究院の松田助教は、トキタ種苗株式会社との共同研究において、化学成分の「指紋情報」ともいわれる近赤外光の反射スペクトルをAIモデルに学習させることにより、多様な作物種子の適格率を「あと1%」の精密さで改善できる、新たな選別技術を開発しました。また、シンフォニアテクノロジー株式会社とともに、この技術を組み込んだ選別装置の製作も進めており、その実用化を通じて、「シードロス」の解消を含む、持続可能な食糧生産に貢献できることが期待されます。

本研究の成果は、2023年9月20日（水）午後2時（米国東部時間）に、米国オンライン科学誌「PLOS ONE」に掲載されました。



様々な野菜の種子

種子は食糧としても、食糧生産においても欠かせない、生命の源とも呼べる存在です。しかし、厳しい品質基準を満たすため、作物生産に生かされることなく廃棄される種子（シードロス）が発生しています。

種子の品質管理が困難を極めてきたのは、その多様性によるとも言えます。

【研究の背景と経緯】

世界の人口は 2022 年に 80 億人に達し、2050 年には 97 億人にまで増加すると見込まれています。社会の持続可能性にとって、安定した食糧生産は、ますます重要な課題となっています。多収性品種の開発や普及も進められていますが、いかなる品種を利用するにせよ、高品質な種子なくして、その特性が生かされることはありません。一方、種子の品質は、外観からは見分けられない場合が多く、低品質な種子の意図せぬ流通は、食糧不足のみならず、農家の困窮をも招来しかねません。こうした事態を防ぐため、各国の行政は、作物生産用の種子（の集合＝ロット）に対し、出荷に際して満たすべき品質基準を定めています。たとえば、わが国の「種苗法」は、作物品種の純度が 95%以上、発芽率は品目ごとに異なるものの、高いもので 85%以上となるよう、種子を調製することを求めています。

しかし、何事にも両面があるのが現実です。仮に、適格基準が 85%の品目において、適格率が 84%の種子が得られたとするとどうでしょうか。これらは商品価値を持ち得ません。実際には、種苗業者間の品質競争により、市場における適格基準は、法的基準よりもはるかに高くなっています。すなわち、大半は食糧生産に生かせるはずの種子が、無価値なものとして廃棄されているのです。1 粒の種子から生産され得る作物の量を考慮すると、食品が消費されずに廃棄される「フードロス」と同じく、こうした「シードロス」は、食糧生産における深刻なジレンマと言えるかもしれません。なお、ひとたび調製された作物生産用の種子の適格率を、「あと 1 %」でも改善できる具体的な方法は、これまで提案されていませんでした。

【研究の内容と成果】

研究グループの松田助教は、過去の研究において、造林用の針葉樹であるスギやヒノキ等の種子における発芽能の有無を、近赤外光の波長ごとの反射率（スペクトル）に基づいて見分ける手法を考案し、発芽する種子のみを自動選別できる装置の実用化も果たしていました（製品化は九州計測器株式会社による）。しかし、法的な品質基準が定められていない林業用種子と比べて、粒径や比重などに基づく選別が、予め多段階に行われている作物生産用の種子は、はるかに粒ぞろいであり、反射スペクトルの概形から、品質の良否を「人間の直感により」判別することは不可能でした。本研究では、反射スペクトルのデータを AI モデルに学習させることにより、試験対象とした 6 科 8 品種（※ 1）の野菜種子における、発芽能と遺伝子型の適格性を、共通の手順で判別できることを実証しました。数百粒の種子（標本）を用いた品質検査の結果が得られてから、個々の良否を判別するための計算式が決定するまでに 1 日とかかるため、予期せぬ品目、品種における、偶発的な不良ロットの発生にも、即時に対応することができます。すなわち、適格率を基準以上に高め、種子の商品価値を回復させることが可能です（※ 2）。

（※ 1）カボチャ（ウリ科）、エンドウ（マメ科）、レタス（キク科）、ネギ（ヒガンバナ科）、トマト（ナス科）、カリフラワー（アブラナ科）の 6 種。すべての種において発芽能と、カリフラワーでは遺伝子型（F1 雑種であること）の適格性を評価しました。

（※ 2）すべての事例において回復可能とは言えませんが、回復の可否も、品質検査後の 1 日以内に判明します。

【今後の展開】

本研究の開発技術を実装した、作物種子用の選別装置は、シンフォニアテクノロジー株式会社との共同により、すでに製作を進めています。対応する作物種や処理能力を問わなければ、1 年以内にも装置は完成するでしょう。しかし、種子はきわめて多様性に富んでおり、装置の搬送機構は、対象と

する作物種に応じて最適化しなければなりません。条件の調整で済む場合もあれば、種子の粒径や形状が全く異なる作物に対応させる場合には、機構そのものを新設計する必要も生じます。また、処理能力は、近赤外分光センサを多列化すれば、その数に応じて高めることは可能ですが、装置の費用が莫大となってしまいます。本技術による種子選別は、「シードロス」を減らすための追加的手段であり、いまのところ、全量処理に適用することは想定していません。高度な品質予測が可能となることで、種苗業者間の品質競争がますます熾烈化し、「シードロス」に拍車がかかるようでは本末転倒です。無論、処理の高速化に向けた研究開発も進めますが、本技術の普及に向けては、価格を抑えた装置の実現と、対応可能な作物種の拡充が、最優先すべき課題であると考えています。

【用語解説】

種子の適格率

「発芽率」などの用語の方が分かりやすいですが、種子の品質を左右する特性は、発芽能だけではありません。一部またはすべての特性が要件を満たすものの割合を、「適格率」と表現しています。

シードロス

昨今問題となっている、食品が消費されずに廃棄される「フード（＝食品）ロス」を真似た造語で、作物生産用に調製された種子が、その目的に使用されずに廃棄されることを表しています。シード（seed）とは種子のことです。

種苗法

創出された植物の新品種に対する権利保護と、流通種苗の表示等の規制を定めた法律で、本研究と特に深く関係するのは、後者における「指定種苗の生産等に関する基準」の内容です。種子については、下記の純度や発芽率のほか含水量が、種苗業者が流通に際して遵守すべき品質基準として、具体的数値を示しています。

種子の純度

「異種、異品種及び品種特性が明らかに変化した変異株の種子を除いた種子の全体の種子に対する粒数割合をいう」（種苗法条文）。また、異種種子と夾雑物を除いた種子は「純潔種子」と定義されています。

種子の発芽率

上記の「純潔種子」のうち、「正常芽生を生ずる種子の全体の種子に対する粒数割合をいう」（種苗法条文）。芽生えはしても、作物生産に利用できる苗に育たない場合は、その種子は発芽したとは見なされません。高い基準（85%）が定められているのは、アブラナ科のナタネやはくさい、ウリ科のきゅうりやメロンなどです。

近赤外光

可視光（概ね波長範囲が 380～780 nm の電磁波）に近接する長波長側の光のこと。確定的な波長範囲の定義はないようですが、ここでは短波赤外光を含む、780～2,500 nm の光を指しています。

反射スペクトル

対象物における、光の波長と反射率の関係を、数列により表したもの。本研究では反射スペクトルを使用しましたが、測定が可能であれば、透過や吸収スペクトルも同様に扱えます。

近赤外分光法

対象物に照射した近赤外光の、波長ごとの吸収、透過、反射量などを測定する方法のこと。赤外光がもつエネルギーは、物質を構成する分子に吸収され、化学結合の振動や分子の回転エネルギーに変換されます。赤外光の波長と光吸収の関係は、分子の構造に依存するため、赤外領域における分光特性を調べることで、物質の化学組成などを予測することができます。近赤外光は赤外光の中でも、非破壊的計測に適しています。

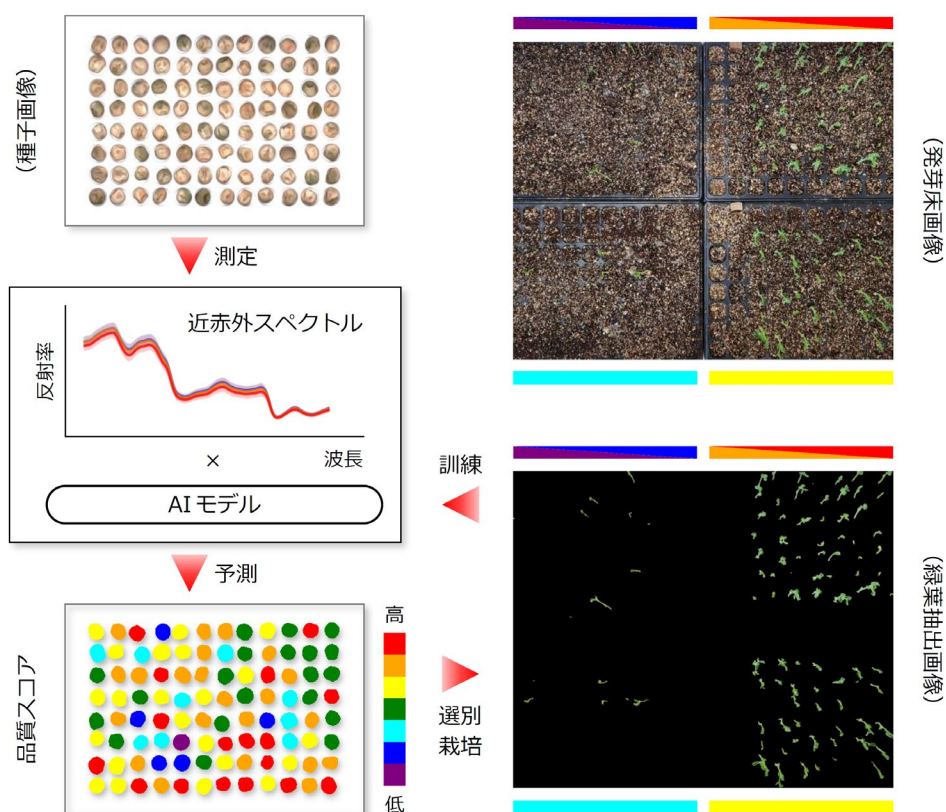
分光センサ

入射光を波長ごとに分け、それぞれの強度を数値化できる検出器のこと。点測定型の「分光器」が一般的ですが、本研究では対象物の分光特性を面的にとらえることのできる、「ハイパースペクトルカメラ」を使用しています。

AIモデル

入力データに対し、どのような出力を返すかを決定するための仕組みのこと、モデルとは計算式のことです。昨今は深層学習（ディープラーニング）が有名ですが、従来の機械学習法も、広義のAI（人工知能）に含まれます。本研究で適用したのは、線形スパースモデルとよばれる手法です。

【参考図】



開発技術による種子選別の流れと実際

図はエンドウにおける事例です。個々の種子には、外観上の顕著な差はありませんが、近赤外反射スペクトルを測定し、訓練されたAIモデルに入力データとして供すると、それぞれの品質スコアが得られます。その順位にしたがって4クラスに分け、実際に発芽（適格性）を確認したのが右写真です（下は上の写真から背景を除いたものです）。発芽率と品質スコアの高低が一致しています。なお、この種子の発芽率は、選別前が64.9%であり、標準的な強度の選別を行った後には83.0%に上昇しました。

【謝辞】

本研究は、公益財団法人 J K A による近赤外分光画像による種子品質選別装置の開発研究補助事業（2022 年度）および、一般財団法人キヤノン財団による研究助成プログラム「産業基盤の創生」（2016 年度）の支援により実施されました。

【論文情報】

掲 載 誌 : PLOS ONE

タイトル : Last-percent improvement in eligibility rates of crop seeds based on quality evaluation using near-infrared imaging spectrometry.

著 者 名 : Osamu Matsuda, Yoshinori Ohara

D O I : [10.1371/journal.pone.0291105](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0291105)

【お問合せ先】

<研究に関すること>

九州大学 大学院理学研究院生物科学部門 助教 松田 修（マツダ オサム）

TEL : 092-802-4337 FAX : 092-802-4337

Mail : matsuda.osamu.084@m.kyushu-u.ac.jp

<報道に関すること>

九州大学 広報課

TEL : 092-802-2130 FAX : 092-802-2139

Mail : koho@jimu.kyushu-u.ac.jp