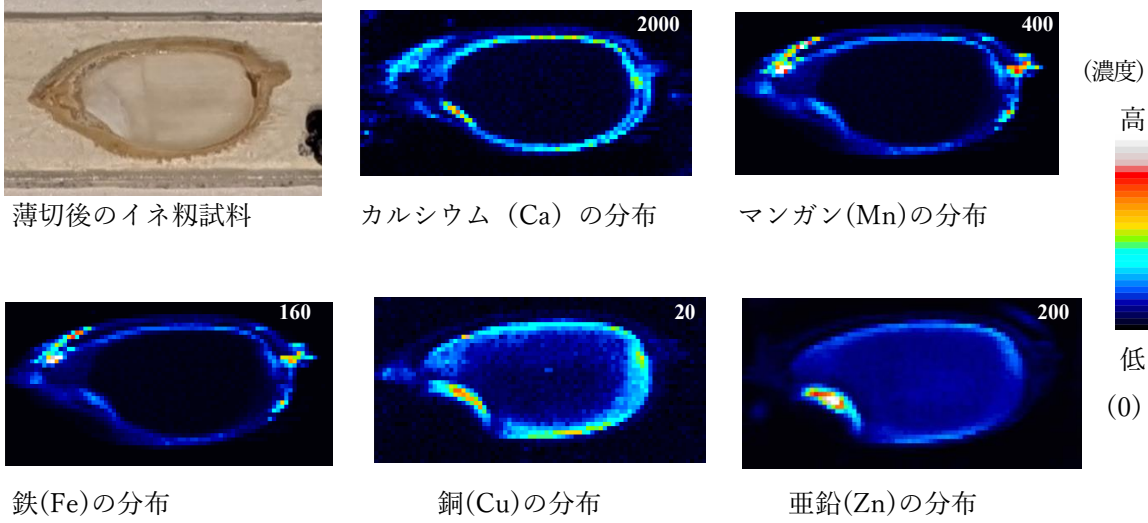


利用実績報告書

(令和 7 年度)

企業名等	株式会社東北アグリサイエンスイノベーション		利用実績	16 時間
課題名	イネ粃の必須元素類の蛍光 X 線によるマッピング後の濃度測定			
利用ビーム ライン	BL (08W-XRD)	測定手法	蛍光 X 線による元素類のマッピング分析	
測定体制	◇(株)東北アグリサイエンスイノベーション (総括、試料調製と測定：駒井三千夫)、(敬称略) ◇(株)光エンジニアリングサービス※ (試料調整法・測定方法の確立、測定・数値集計と分析：鈴木拓明、竹内健一)、◇新潟食料農業大学 (イネ粃の測定試料提供と学術指導：伊藤豊彰、伊藤崇浩、田副雄士)。◇東北大学国際放射光イノベーション・スマート研究センター (SRIS)・大学院農学研究科：(測定方法の学術指導および助言：高山裕貴、日高將文、白川仁、大崎雄介、藤井智幸) ◇光科学イノベーションセンター (PhoSIC) (測定方法の指導：八木 直人) ※2026 年 4 月から「(一財) 航空宇宙技術振興財団)」に編入。			
利用目的	2010 年代の SPring-8 や国外の放射光施設でのイネ粃や雑穀全粒の元素類の分析成果がヒントになり、雑穀の外皮には鉄分が多く、米粒の胚芽には亜鉛が多く存在することなどが参考になり、イネ粃の必須元素類の有効利用の上で本測定の必要性を認識した。イネ粃の玄米と糠層の元素類のマッピングを同時に行うことで、コメ糠層と玄米・白米を含めた部位での必須元素類の分布を濃度のレベルで明らかにすることを目的とした。			
測定条件・内容	(1) 試料の作製条件： 新潟食料農業大学から入手したイネ粃 (玄米+もみ殻) 試料は、エポキシ樹脂に包埋した後に、マイクロトームで X 線照射側をトリミングして平滑面にして、反対側を研磨紙で削った。全体の厚さ (X 線透過幅) を 400~500 μ m にした後に、切片をそのままスライドホルダーに挟んで保持し、測定装置にセットして X 線を照射した。 (2) 放射光測定条件： 蛍光 X 線元素分析は、 BL08W-XRD ビームラインで行い、計測した元素類は、Ca, Mn, Fe, Cu, Zn, の 5 種類とした。これら元素類の二次元マッピングを行った。本測定では、下記 (3) の標準玄米粉末の濃度換算係数を利用して、これら元素類の濃度もマッピング計測した。 (3) 標準玄米粉末の利用： 市販されている元素類既知の「認定標準物質」(産業技術総合研究所) を購入して用いた。濃度記載の必須元素は Mg, Ca, Mn, Fe, Cu, Zn で、非必須元素は毒性のある As と Cd であったが、計測したのは先述の 5 種類であった (Mg は使用した BL-08W ビームラインでは計測不可能)。標準玄米粉末および供試玄米粉末は、厚さ約 0.5mm、直径 10mm の薄い円盤状に圧縮成型し、X 線照射用試料とした。蛍光 X 線マッピングを行い、蛍光 X 線強度と標準物質の質量分率の関係から各元素の濃度換算係数 (ppm/counts) を算出した。今回使用したビームラインでは、マッピングした元素類のうち Ca, Mn, Fe, Cu, Zn の 5 種類の濃度が計測できた。 (4) 蛍光 X 線マッピングの測定 ① 標準玄米粉末： 蛍光 X 線マッピングを行い、蛍光 X 線強度と標準物質の質量分率の関係から各元素の濃度換算係数 (ppm/counts) を算出した。 ② 供試玄米粉末 (対照区、総合区)： 蛍光 X 線マッピングを行い、①の濃度換算係数を用いて玄米粉末内の各元素の濃度を算出した。対照区：土壌改良資材の施用なし、総合区：土壌改良資材の施用あり。			

	③ イネ粃試料： 蛍光 X 線マッピングを行い、①の濃度換算係数を用いてイネ粃試料内の各元素の濃度を算出した。
結果概要	まとめ： 1) 標準玄米粉末の蛍光 X 線マッピング測定により、Ca, Mn, Fe, Cu, Zn の濃度換算係数を算出することができた。 2) イネ粃玄米粉末の蛍光 X 線マッピング測定とともに、1) の濃度換算係数を用いて 5 種類の元素濃度を算出することができた。 3) エポキシ樹脂包埋後のイネ粃試料の蛍光 X 線マッピング測定と元素濃度マッピング： MYLAR フィルムを使用しないことで、アーティファクトがない蛍光 X 線マッピング画像を取得することができた。1) の濃度換算係数により元素濃度のマッピング画像を取得することができた。下図に、供試玄米試料（総合区）のマッピング例を示した（元素ごとに濃度-輝度の関係が異なる。各図中の右上の数値が各元素の最高濃度 [ppm]（=最高輝度）。  薄切後のイネ粃試料 カルシウム (Ca) の分布 マンガン(Mn)の分布 鉄(Fe)の分布 銅(Cu)の分布 亜鉛(Zn)の分布 元素類の測定結果に関する考察： 以上の図とともに、各部位での濃度[ppm]をエクセル数値から暫定的に比較した結果を以下にまとめた。 1) カルシウム (Ca) は、全体的に元素濃度が高く、粃殻、胚芽、糠層での濃度が高く、胚乳でもある程度の濃度が計測された。 2) マンガン (Mn) は粃殻、胚芽、糠層での濃度が高く、胚乳では低かった。 3) 鉄 (Fe) は粃殻、胚芽、糠層での濃度が高く、胚乳では低かった。 4) 銅(Cu)は胚芽と糠層(糊粉層・種皮の領域に渡って)での濃度が高く、胚乳での濃度は Ca,Mn,Fe に比較して相対的に高かった。 5) 亜鉛 (Zn) は胚芽と糠層のほか、胚乳での濃度も相対的に高く、Ca, Mn, Fe の分布と異なっていた。 以上により、もみ殻および玄米中の主たる必須元素のマッピング画像と濃度分布を初めて同時に明らかにした。今後、(株)東北アグリサイエンスイノベーションと前「(株)光エンジニアリングサービス」(2026 年 4 月から (一財) 航空宇宙技術振興財団)に編入) が窓口となって、イネ粃試料の計測依頼があれば科学的技術的に対応できる状況となった。東北大学とも相談しながら、大学・公設試・民間団体等からの委託に応えたい。