SHIMADZU
Excellence in Science

Application News

イメージング質量顕微鏡　iMScope™QT

iMScope QTによる大麦種子中のフルクトオリゴ糖のMSイメージング

山本 卓志

ユーザーベネフィット

◆ iMScope QTは、高空間分解能で大麦種子のMSイメージングができ、種子中のフルクトオリゴ糖の分布確認が可能です。
◆ マトリックス蒸着装置iMLayer™を用いると、均一でキメ細かいマトリックス結晶の形成と再現性ある分析が可能です。

■はじめに

大麦のような全粒穀物は、食物繊維が豊富で栄養価が高いため、慢性生活習慣病の食事療法として注目されています。BARLEYmaxはCommonwealth Scientific and Industrial Research Organization（CSIRO）によって栽培された大麦の新品種です。他の大麦品種に比べて、食物繊維とフルクタンの含有量が多く、デンプン量が少ないのが特徴です。

フルクトオリゴ糖（Fructoligosaccharide：FOS）は、プロバイオティクスとしての機能を介して腸機能の改善のような健康に有益な効果を有する短鎖長のフルクタンの一種です。

質量分析イメージング（MSI）は、光学イメージングと質量分析分析を組み合わせた技術であり、動物臓器や植物組織などの生体試料中に存在する分子の分布を可視化する技術です。 iMScope *TRIO* ™を用いた以前の研究では、BARLEYmaxの大麦種子から、ケストース（*m/z* 503.16）、ニストース（*m/z* 665.21）、およびフルクトシルニストース（*m/z* 827.26）の3種の主要なFOSが検出されました。

高い空間分解能を維持し、より高速な分析が可能となった新しいMSI装置であるiMScope QT（図1）を用いて同じFOSを検出した例について紹介します。

図 1　イメージング質量顕微鏡 iMScope™ QT

図 2　マトリックス蒸着装置 iMLayer™

表 1　分析条件

マトリックス	:	9-aminoacridine（9-AA）
極性	:	ネガティブイオンモード
ピッチ（空間分解能）	:	25 µm
m/z 範囲	:	500 - 835
レーザー強度	:	60
レーザー径設定値	:	2 (約25 µm)
レーザー周波数	:	1000 Hz
レーザーショット	:	50 ショット
サンプル電圧	:	-4.0 kV
検出器電圧	:	2.4 kV
DL温度。	:	290℃

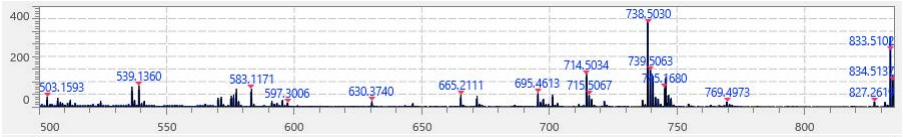
■サンプル調製およびMSI解析

本研究では、 BARLEYmax、もち麦、 ハインドマーシュの3品種の大麦を用いました。 3品種とも大麦種子を切片化し、ITOスライドガラスに固定しました。 マトリックスとして 9-aminoacridine （9-AA） をマトリックス蒸着装置 iMLayer （図2）を用いて0.9 µmの厚さで蒸着しました。既報のアプリケーションニュース（01-00243）で述べたように、蒸着法は、均一なマトリックス塗布が可能で、ハンドスプレーによる塗布で見られるようなユーザー間のばらつきを抑制することが可能です。

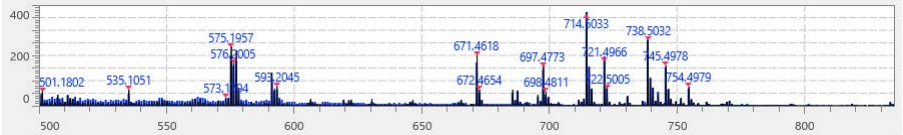
マトリックス蒸着後、iMScope QTを用いてネガティブイオンモードで種子切片全体のMALDI MSイメージングを実施しました。 分析条件を表1に示します。

m/z 500 -835（測定範囲全体）

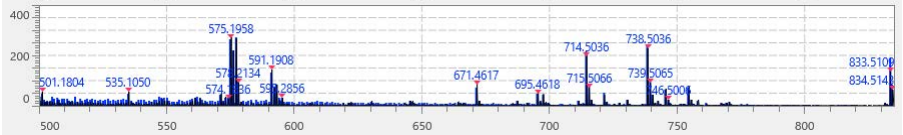
(A)



(B)

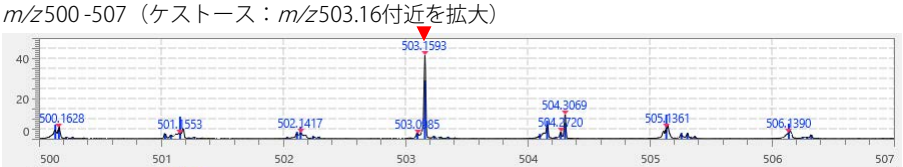


(C)

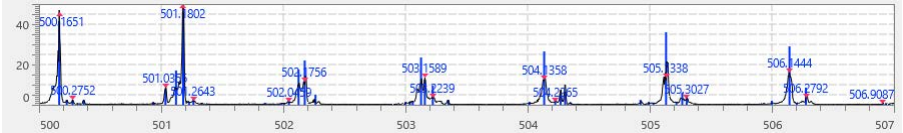


*m/z*500 -507（ケストース：*m/z*503.16付近を拡大）

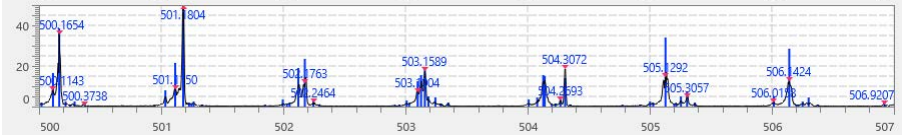
(A)



(B)

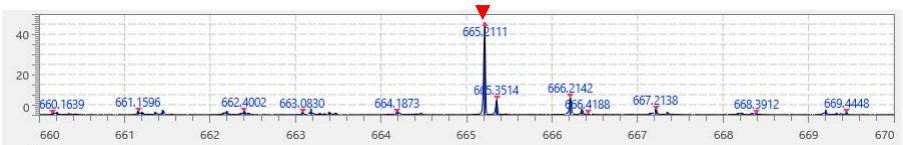


(C)

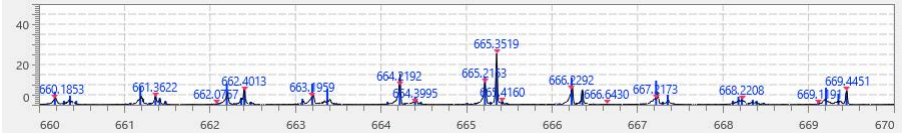


*m/z*660 -670（ニストース：*m/z*665.21付近を拡大）

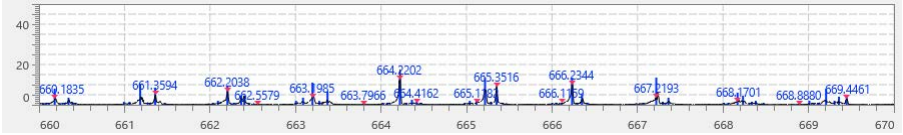
(A)



(B)

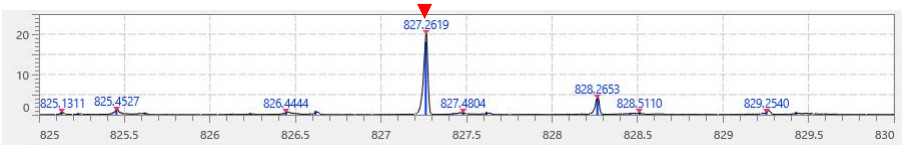


(C)

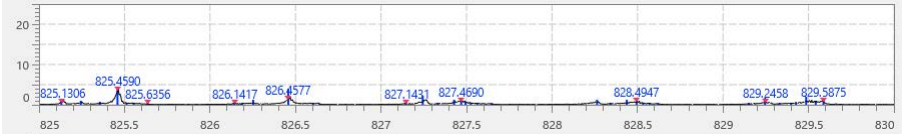


*m/z*825 - 830（フルクトシルニストース：*m/z*827.26付近を拡大）

(A)



(B)



(C)

図3　マススペクトル
主要なFOSピークを確認するためにそれぞれのピーク付近を拡大
（A）BARLEYmax、（B）もち麦、（C）ハインドマーシュ

■結果

大麦種子全体のマススペクトルを図3に、MSイメージを図4に示します。図3に示すように、3つのFOS由来のピークは、品種間で強度が異なりました。BARLEYmaxの3種全てのFOSのピークは他より高い結果が得られました。BARLEYmaxのFOSは他品種に比べて量が多いため、MSイメージングではそれぞれの分布を可視化することができました（図4）。胚軸周辺のFOS濃度は種子本体に比べて著しく低いことが分かりました。わずかな縞模様はTIC画像にも見られ、種子の薄切時における切片表面の凹凸などの不均一性に起因すると考えられます。

他の大麦品種では、シグナル強度が低いため、FOS分布をマッピングすることがより困難ではありましたが、ハインドマーシュの場合、ケストース（*m/z* 503.16）は胚軸周辺部に明らかに局在していることが確認されました。これに対し、もち麦にはその傾向は見られませんでした。

■まとめ

本研究では、イメージング質量顕微鏡 iMScope QTが3種の大麦種子中のFOSを検出しイメージングが可能であることを実証しました。特に BARLEYmaxについては、他の2品種に比べて3つの主要なFOS量が多いことを今回の実験によっても証明し、さらにこれらのFOSの明瞭な分布を確認することができました。iMScope QTは種子品種間における比較を視覚的に行うことができる有用なツールであることが示されました。

＜謝辞＞
３品種の大麦のご提供と数々のご助言をいただきました帝人株式会社の広瀬治子様、田宮大雅様に厚く御礼申し上げます。

<参考文献>

1) Teijin(Biolier), “BARLEYmax”,https://biolier.jp/en/barleymax, accessed Jan 2023.
2) T. Tamiya et. al., 2020, “Mass spectrometry of BARLEYmax fructooligosaccharidides”, Journal of Cereal Science 95 103068

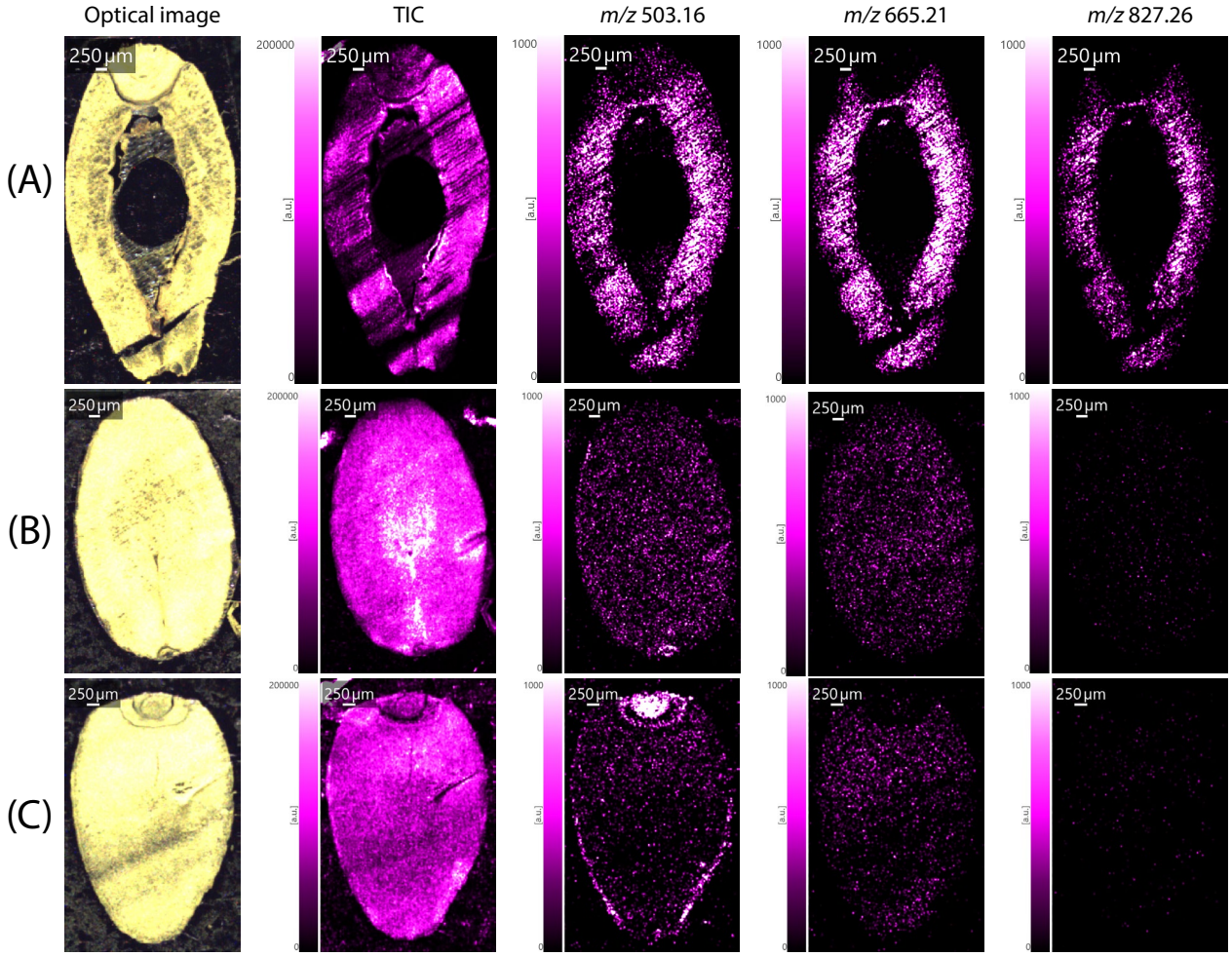


図4　大麦の光学画像とTICイメージおよび3つのFOSのMSイメージ
*m/z*503.16：ケストース、*m/z*665.21：ニストース、*m/z*827.26：フルクトシルニストース
（A）BARLEYmax、（B）もち麦、（C）ハインドマーシュ

liMLayerおよびiMScopeは、株式会社 島津製作所の日本およびその他の国における商標です。

株式会社 島津製作所　分析計測事業部
https://www.an.shimadzu.co.jp/
01-00533-JP　初版発行：2023年 9月
島津コールセンター　0120-131691

本資料は発行時の情報に基づいて作成されており、予告なく改訂することがあります。
本文中に記載されている会社名、製品名、サービスマークおよびロゴは、各社の商標および登録商標です。
本文中では「TM」、「®」を明記していない場合があります。

© Shimadzu Corporation, 2023

アンケート

関連製品 一部の製品は新しいモデルにアップデートされている場合があります。

iMScope™ QT

iMLayer
マトリックス蒸着装置

関連分野

食品・飲料

食品の栄養表示・機能性成分表示

価格お問い合わせ

製品お問い合わせ

技術お問い合わせ

その他お問い合わせ