



## 植物由来肉の構造解析

植物ベースの肉に対する世界的な需要は急速に伸び続けていますが、多くの市販製品は、製品や原料となるタンパク質源の種類で多様性をまだ欠いています。この需要に対応するために、食品会社は肉の味と食感を再現することを目標に、新しい成分と製品を開発し続けています<sup>1</sup>。このアプリケーションノートでは当社の幅広い技術ポートフォリオにふくまれる、走査型電子顕微鏡、ラボスケールの二軸スクリーエクストルーダーの他、さらに高度な分析機器により、植物性タンパク質ベースの食肉開発のワークフローにおいて、さまざまな場面で使用できる最先端の機器を提供していることを示します。

### 植物由来肉の構造特性

二軸スクリーエクストルーダーは、植物由来の肉を製造するための重要な技術と考えられています。調整可能なさまざまなパラメーターを備えた連続プロセスを利用することで、多様なテクスチャーの製品生成を可能にします。筋肉肉と同様の食感を有する植物由来の製品を製造するために、押出成形は、植物タンパク質に異方性、繊維状およびゲル状の構造を付与することを目的としています。肉のような食感を有する典型的な製品を図1に示します。



図1. Process 16二軸スクリーエクストルーダーでエンドウ豆タンパク質分離物から作られた植物由来肉押出物

今日では、植物ベースの肉の繊維特性は、多相系の存在に由来すると考えられています<sup>2</sup>。これらの構造の異方性は、押出機ダイ内の特定のフローパターンによって最終製品に付与されます。したがって、製品開発時には、押出成形加工における異なる構造要素形成を理解する必要があります。

### 構造解析のための理想的なツールとしてのSEM

走査型電子顕微鏡 (SEM) は、これらの特徴的な構造を最適なサイズ範囲で視覚化および評価するのに適した方法であることが証明されています<sup>3</sup>。特に、ThermoScientific™ Phenom™ XL G2デスクトップSEMは、植物由来肉の構造を評価するための強力なツールです。使いやすく迅速、簡単に結果を得ることができます。大きなサンプル容量と低真空機能により、サンプル前処理なしで多くのサンプルを同時にイメージングできます。植物由来肉の開発におけるPhenom XL G2デスクトップSEMを用いた構造解析の例を以下に示します。



図2. Phenom XL G2デスクトップSEMは、SEM画像まで1分未満という最速のデータ処理速度です。サンプルの前処理やコーティングは不要

### プロセスと処方の影響を評価する

図4は、図1で示した植物由来肉製品のSEM画像です。このSEM画像は、サンプルの構造が、分散相として識別できる埋め込まれた要素を含むゲル状のマトリックスで構成されていることを示しています。食品研究者はさまざまな分析技術によって分散相の性質と組成を研究していますが<sup>3</sup>、画像により、最終製品のテクスチャー知覚に寄与する構造要素の配向と異方性を確認できます。

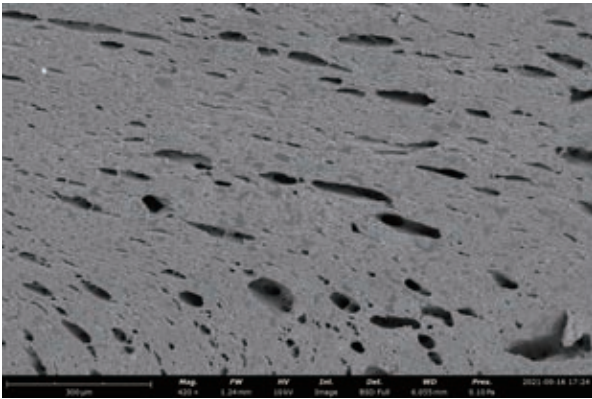


図3. Phenom XL G2デスクトップSEMで得られた植物由来肉押出物のSEM画像。自動画像マッピングによる包括的概観

Phenomユーザーインターフェースには、図4に示すように、広い領域をスキャンする自動ソフトウェアが含まれています。これらのサンプルは、押出機のいくつかの異なるダイ長で作成されました。この画像は、ダイの長さを変えると、押し出されたサンプルに異なるフローパターンが付与されることを示しています。これらの画像をサンプルの視覚的な外観とテクスチャ分析<sup>4</sup>を関連付けることで、製品開発者は、特定のテクスチャを得るために制御すべきプロセス条件を定義できます。例えば、図4に示す結果は、製品テクスチャの均一性は、冷却スリットダイの長さによるフロープロファイルの速度勾配の変化に起因することを示しています。

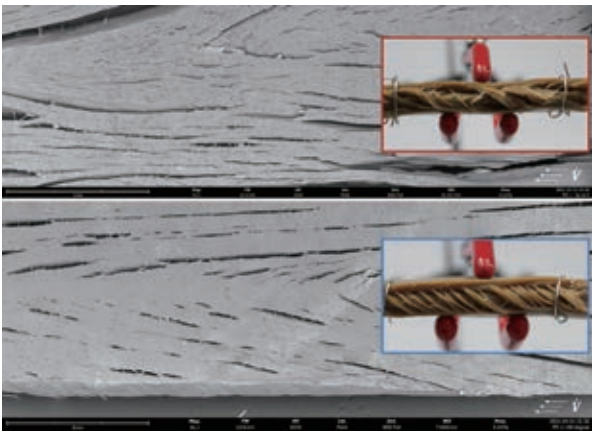


図4. 植物由来肉押出物の大面積スキャン画像。赤:ダイの長さ= 270 mm; 青:ダイの長さ:360 mm

### 動物肉と植物由来肉の比較

図5に筋肉肉のSEM画像を示します。この画像は、植物ベースの肉で再現すべき主要な構造要素を定義する筋肉と結合組織の層状構造を示しています。図3と比較して見ると、選択された植物由来肉サンプルの構造は、筋肉組織の繊維状の性質にある程度似ているだけということが分かります。このように、SEM分析は、動物肉と植物由来肉の構造組成の違いを研究するために適用できます。これらの結果は、製品開発者に、さまざまな種類の肉の構造を比較する方法のガイドとなります。



図5. 牛の筋肉組織、Phenom XL G2デスクトップSEMで観察された画像

### 参考文献

1. Plant-Based Protein: Global Markets, BCC Publishing Staff, Report Code: FOD092B, July 2022.
2. Dekkers, et al. (2018). Structuring processes for meat analogues. Trends in Food Science & Technology. 81.
3. McClements, et al. (2021). Methods for Testing the Quality Attributes of Plant-based Foods: Meat- and Processed-Meat Analogs. Foods, 10, 260.
4. Pietsch, et al. (2020). White Paper WP04 0320, Combining extrusion, electron microscopy and rheology to study the product characteristics of meat analog products.

詳細はこちらをご覧ください [thermofisher.com/extruders](https://thermofisher.com/extruders)

研究用のみ使用できます。診断用には使用いただけません。  
© 2023 Thermo Fisher Scientific Inc. All rights reserved.  
All trademarks are the property of Thermo Fisher Scientific and its subsidiaries unless otherwise specified.  
実際の価格は、弊社販売代理店までお問い合わせください。  
価格、製品の仕様、外観、記載内容は予告なしに変更する場合がありますのであらかじめご了承ください。  
標準販売条件はこちらをご覧ください。 [thermofisher.com/jp-tc](https://thermofisher.com/jp-tc) MC065-A23100B

サーモフィッシャーサイエンティフィック株式会社

分析機器に関するお問い合わせはこちら

TEL: 0120-753-670 FAX: 0120-753-671

Analyze.jp@thermofisher.com

facebook.com/ThermoFisherJapan

@ThermoFisherJP

thermofisher.com

thermo scientific