

令和2年度「仙台市放射光施設活用事例 創出事業(トライアルユース事業)」

仙台において重要な枝豆品質の
ナノレベルの見える化と評価法の完成



仙台農業協同組合

事業実施体制

代表機関 仙台農業協同組合

○研究材料の選定、測定結果の広報

測定条件
の検討

測定データの
分析・加工

材料の
調整・提供

成果発表
準備

協力専門家 東北大学大学院農学研究科

園芸学分野 分子酵素学分野 植物病理学分野

○測定データの分析・加工

本研究の背景

- ◆ 枝豆は野菜や果実の中では収益性が高く、東日本大震災で被災した沿岸部の農業支援のため**仙台枝豆プロジェクト**をはじめ、**産地化に取り組んできた**。
- ◆ 消費地と生産現場が近い仙台市の立地を生かした取り組みが成果を挙げているが、**全国的な知名度は不十分であり、産地の発展のためにはさらなるアイデアと努力が必要**である。
- ◆ 特に品質の向上は最重要課題であるが、美味しさの科学的指標は確立しておらず、特に、**物理性に関わる食感(テクスチャー)の評価は難しい**。
- ◆ その原因の1つとして、内部構造や分子の状態を非破壊で観察する方法がなかったことが挙げられる。



本研究の目的

- ◆ これまでに、X線位相CT法によって枝豆の微細構造の3D視覚化に成功し、組織レベルでの構造と硬さ等との関係を明らかにすることができた。
- ◆ 一方、**美味しさに関わる歯ざわりや滑らかさの評価は難しく、新たな解析方法を検討する必要性が考えられた。**
- ◆ テクスチャーと関わる可能性の高いタンパク質、油脂、炭水化物の高次構造を、新たに小角散乱X線法(SAXS)で解析することとした。
- ◆ 本研究では、**新たな手法(SAXS)により生体分子レベルでの解析を進め、ナノレベルで美味しさを見える化し、評価法を開発する。**

測定方法 その1

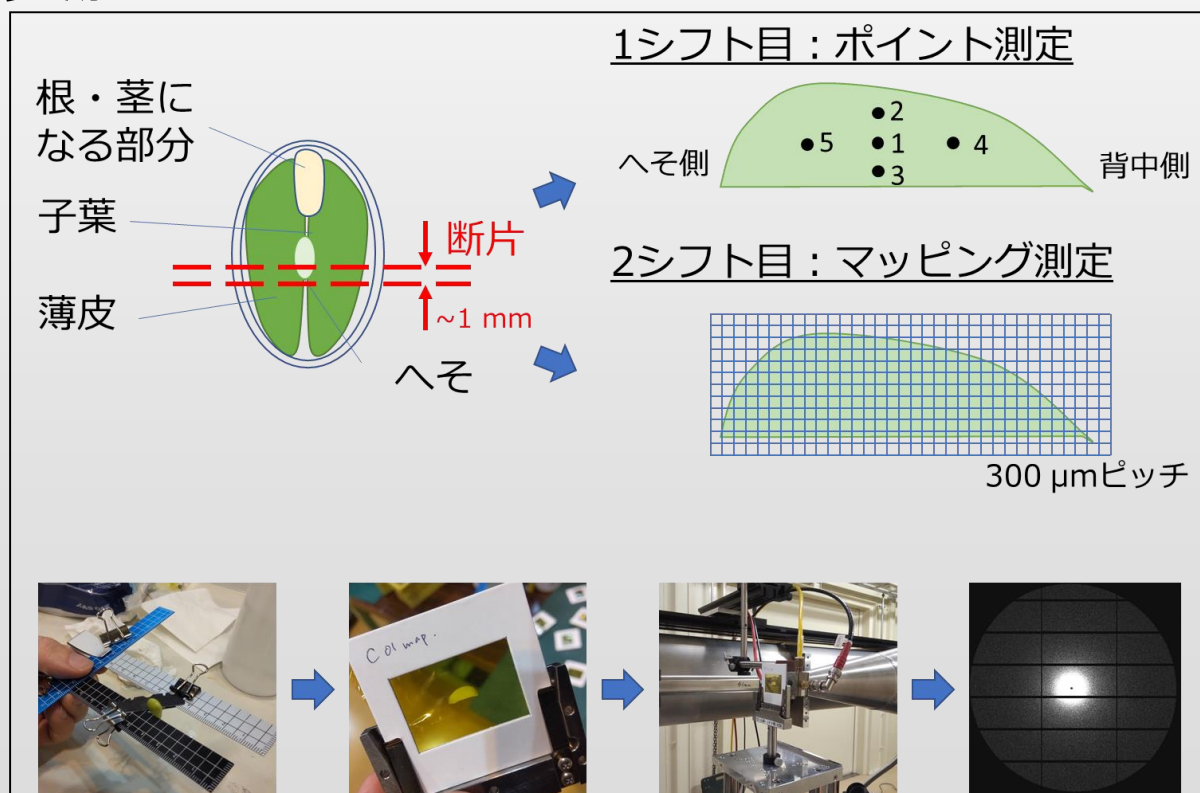
○材料

- ◆ 枝豆(品種 ミヤギシロメ)を収穫後ブランチング処理(2分程度ボイル)して冷凍保存した半製品
- ◆ 流水解凍後に莢から取り出し、4%食塩水で2分、6分、または15分追加ボイルして氷水で急速に冷やした。
- ◆ 異なる加熱時間で処理した枝豆について、官能評価において硬さ、旨味・甘味が加熱時間が長いほど増すこと、評価者により歯ざわりや舌ざわり、風味について好みが変わることがすでに分かっている。
- ◆ 対照区として、追加ボイルを行わなかったもの、ブランチング処理を行わずに冷凍保存したもの(生枝豆)についても測定を行った。

測定方法 その2

○測定セットアップ・使用ビームライン

- ◆ 約1 mm厚にスライスし、SPring-8のビームラインBL19B2で小角X線散乱(SAXS)解析を行った。
- ◆ 断面中央とその上下左右5点について散乱光を測定し、さらにマッピングも実施
- ◆ BL19B2を使用し、18 keV、照射時間10秒、カメラ長3 mとして $q=0.06\sim 3\text{ nm}^{-1}$ で散乱光を測定

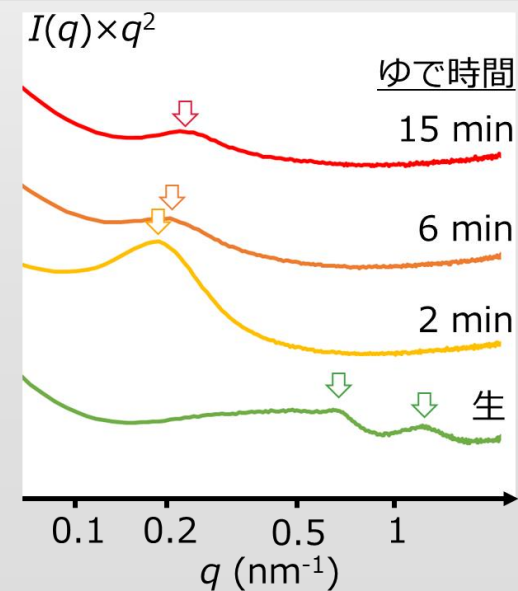
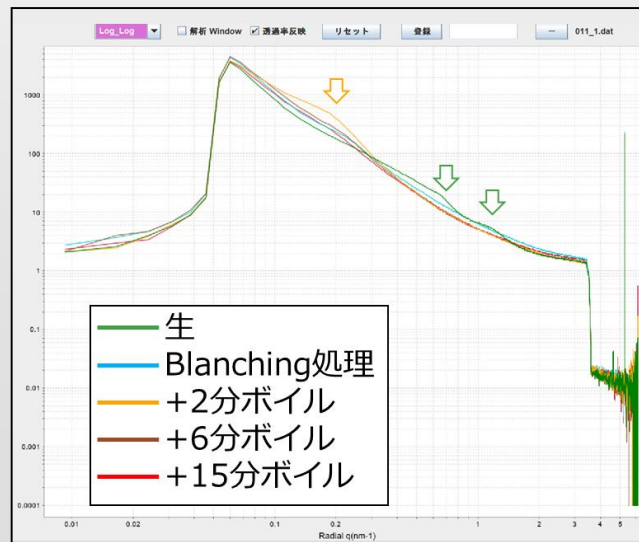


測定結果 その1

- ◆ 生では $q=0.6$ (nm^{-1})、 $q=1.1$ (nm^{-1})付近に特徴的なピークが観察された一方、ブランチング後には消失
- ◆ ブランチング処理サンプルでは $q=0.18$ (nm^{-1})付近を頂点とするピークが出現したが、追加ボイルが2分、6分と長くなるにつれてピーク的位置が $q=0.22$ (nm^{-1})付近に移動

⇒加熱による分子レベルの変化が示唆

⇒処理によって現れた何らかの構造が長時間の加熱によりさらに変化した可能性



Exray Plot SAXSによる表示

測定結果 その2

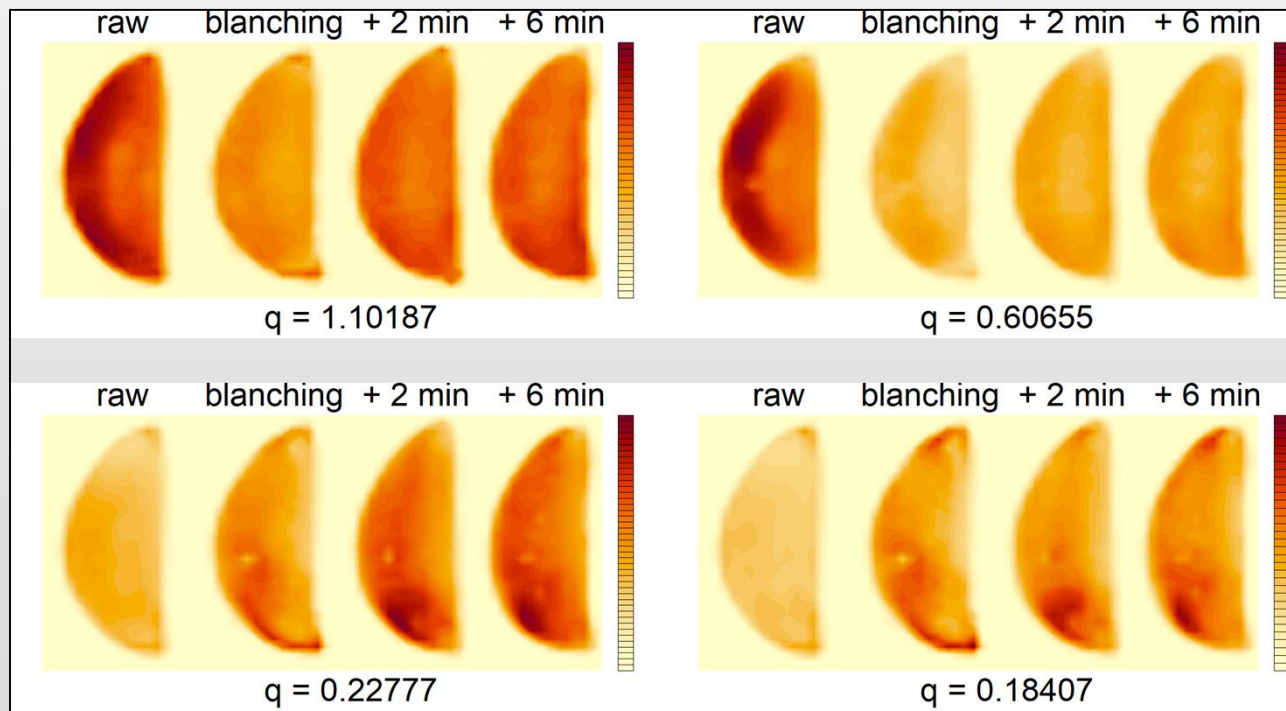
- ◆ マッピングの結果、生の枝豆で観察された $q=0.6$ (nm^{-1}) および $q=1.1$ (nm^{-1})付近の散乱光は主に枝豆の外側で強かった。
- ◆ ゆでることで現れた $q=0.2$ (nm^{-1})付近の散乱光はへそ寄りの狭い領域で特に強かった。

⇒生および加熱後の

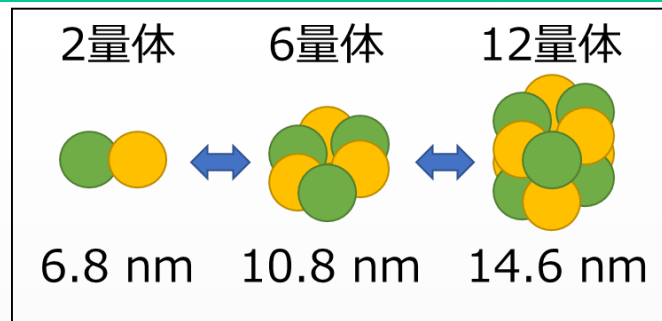
構造の間には
直接的な関係が
ないものと推察

⇒それぞれの

構造がどのような
物質によるかを
検討する上で
有用なデータ



課題と展望



- ◆ 今回のSAXS解析で加熱により消失、出現する何らかの構造体が想定されたが実体は不明であることから、枝豆の主成分であるタンパク質(図)やデンプン、油脂の構造変化との関係を解析する必要がある
- ◆ 検出されたナノレベルの変化と、歯ざわりや舌触り、風味の変化との相関を明らかにし、放射光施設を活用した非破壊評価による「美味しさの見える化」を実現することにより、科学的エビデンスを基盤とした新たなブランド化戦略を推進
- ◆ 本技術は、他の農産物でも利用可能であり、産地化やブランド化が期待される品目への応用が将来的な課題
- ◆ 消費者へのフィードバックには、農産物直売所等を活用

まとめ

- ◆ ナノレベルでの美味しさの見える化を目的として、SAXS法による測定を実施
- ◆ 加熱により消失あるいは出現する構造体が存在することが明らかとなり、食感との関連が期待される測定結果が得られた。
- ◆ **タンパク質等の主要成分の構造変化が検出された可能性が考えられ**、枝豆をはじめとした青果物の美味しさの見える化と品質評価法の開発に寄与する成果が得られた。
- ◆ 均一化したサンプルを対象とすることが多いが、位相差X線CT法や今回のSAXS法において**食品の形を保ったまま有用な情報が得られ**、放射光利用の可能性が広まった。