

エビにおける含水構造の把握

株式会社日東分析センター 近藤祐一、鈴木拓、武内崇夫

1. Introduction

国内外いずれにおいても食品の食感分析はテクスチャーアナライザによる食感の数値化および試験官による官能分析が主流であり、食感と内部構造、特に水分分布などを紐づける研究例は少ない。本研究は食品の食感と内部構造との関係という新たな視点から、食感の向上・改善に寄与する知見を当該分野に提供することを最終的な目標としている。近年、放射光による食品の内部構造観察例として、加熱調理した枝豆の CT 観察¹⁾や、日本酒の SAXS などによる味の構造の相関研究²⁾などが実施されているが全体として測定例は少なく、味や食感の評価に有効な分析法は未だ手探りの状態である。日本では刺身類をはじめとする海産物の生食に加え、農産物、卵類、畜産物まで生から低加熱処理で食す食文化が一般的であり、おいしさのパラメータとして食感、うまみ成分濃度/分布、水分分布などが極めて重要である。

このような背景を踏まえ、本課題では、生食食材の代表的な種としてクルマエビ (*Marsupenaeus japonicus*) を選択した。人口増から世界的に食料需要が高まりつつある中、ウシエビ (*Penaeus monodon*、通称ブラックタイガー)、パシフィックホワイトシュリンプ (*Litopenaeus vannamei*、通称パナメイエビ) 等と共にクルマエビは発展途上国を中心に盛んに養殖されている。さらにエビ類は宗教的な除外対象にほとんどなっておらず、高級品種もあり経済効果が期待できる水産物である。甲殻類特有の体内構造(筋組織、水分量や分布)は哺乳類等より一様である一方で、食感の特徴的であり構造と食感の相関を明らかにするための技術開発モデルに最適と考えた。組織や水分量を評価する手法は IR ラマンなどをはじめとして数種類知られているが、広範囲の筋肉繊維構造の把握や、重水化することによる水の分布状態の把握などを期待し、非破壊で高感度な小角中性子散乱 (SANS) を分析手法として選択した。測定は J-Park BL-20 iMateria で行った。

2. Experiment

クルマエビの甲殻を除去し、エビ本体中央部を 1 mm 厚程度にスライスした。その後、生の試料、過度にボイルした試料(茹すぎ)、適切にボイルした試料(適茹で)、冷凍焼けた試料のそれぞれを重水で置換した。また、生のまま長時間重水浸漬した試料(生(溶解))も用意し、全部で5サンプルの測定を行った。写真はセットした各試料を示す。測定は室温で行い、測定時間は各サンプル2時間とした。ブランク等は別途共通で測定したものを使用した。



写真1 サンプルホルダーにセットされた各試料。

3. Results

測定した各データに対し、バックグラウンド処理を行い q プロットを行った。測定は WANS 領域、SANS 領域ともに行ったが、WANS 領域に試料間で大きな差異は認められなかった。差異が見られた SANS の q 範囲について、図1にプロットを示した。尚、他の試料に比べ肉薄となっていた生(溶解)試料は全領域で低い散乱強度を示した。

$q = 2.95^{-2}$ 付近で生(溶解)以外の試料はクロスしており、また、 $q = 2.95^{-2}$ 以下の領域 ($>21.5\text{nm}$) では生と適

茹での SANS プロファイルはよく一致している。生試料は $q=2.95^{-2} \sim 2.18^{-1}$ の (21.5~2.9nm) 領域で最も散乱強度が高かった。適茹で試料は $q=2.18^{-1}$ 以上の領域で最も強度が高く $q=4.7^{-2}$ 付近 ($\approx 133\text{nm}$) に小さなピークが認められた。 $q=2.95^{-2}$ 以下 ($>21.5\text{nm}$) では、茹ですぎ試料の散乱強度が最大となり $q=1.75^{-2}$ 付近にピークが認められ、過度の加熱で筋組織が収縮し大きな塊へと成長している可能性が示唆された。冷凍焼け試料は $q=2.18^{-1}$ 付近で生や適茹で試料との強度差が最大であった。これは過度の冷凍により水分が抜けることで、重水が生や適茹で試料ほど内部に入らなかったことが要因と思われる。茹ですぎ試料もこの付近で強度低下がみられ、 $q=2.18^{-1}$ 付近の強度比較で適正水分量を推測できる可能性が示された。

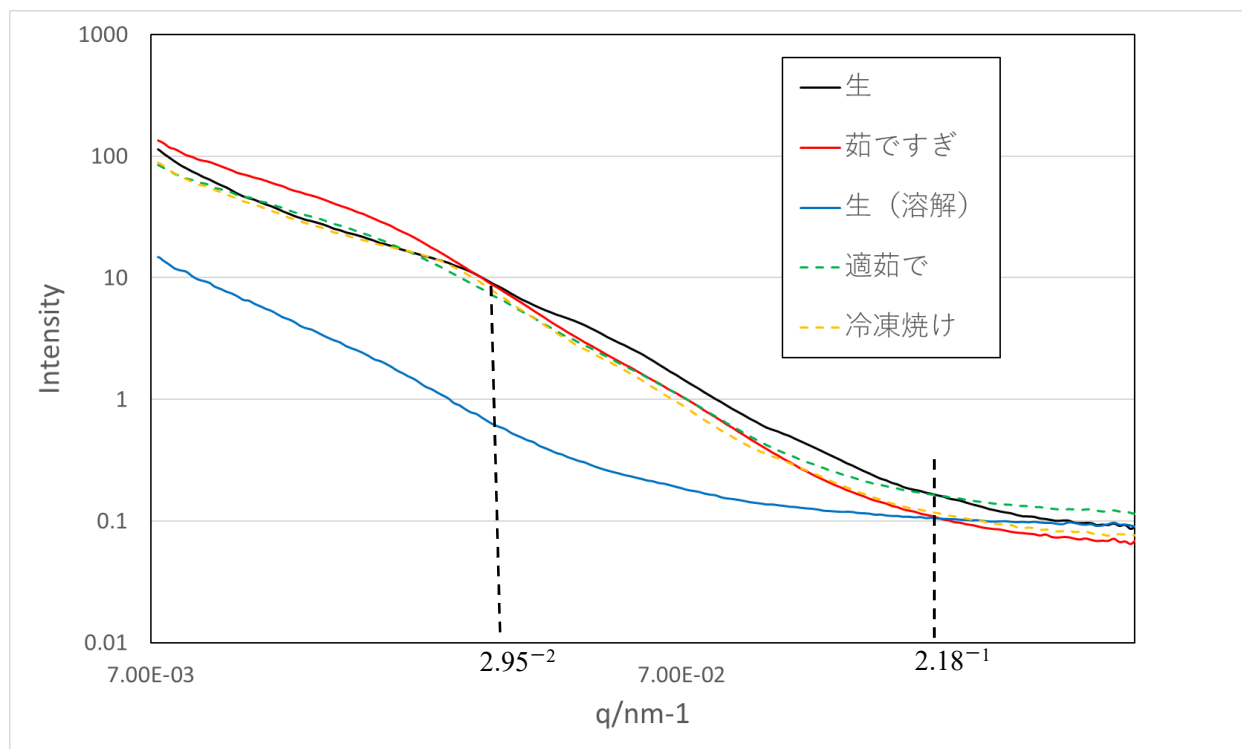


図1 中性子散乱測定結果(qプロット)

4. Conclusion

図1より、食感の良い生試料と適茹で試料には一致領域があり、また食感の悪い冷凍焼けと茹ですぎ試料にも一致領域が見られた。これらの結果は、SANS 測定によりクルマエビの食感に関わる因子を把握することが可能であると考えられた。一方で、本データのみでスペクトル変化量と食感との定量的相関を議論することは難しいため、それぞれの q にどのような組織が対応するかを凍結 SEM 等で追跡し、各組織中の水分量の測定、水分分布の測定などを行って、食感の数値化技法を確立したい。

文献

- 1) Hidaka, M., Miyashita, S., Yagi, N., Hoshino, M., Kogasaka, Y., Fujii, T., Kanayama, Y., High-resolution X-ray phase-contrast imaging and sensory and rheometer tests in cooked edamame. *Foods*, **11**, 730 (2022)
- 2) 蟹江 澄志他、日本酒の小角および超小角放射光散乱測定によるナノレベルでの成分と風味との相関解明、令和 4 年度 SPring-8 一般課題(産業分野) 実施報告書 (2022A1661)