

# ( $\kappa$ -カラギーナン+ローカストビーンガム)混合ゲルの X 線小角散乱 Small-angle X-ray Scattering of Mixed Gels of $\kappa$ -Carrageenan and Locust Bean Gum

榎 靖幸<sup>1,\*</sup>, 安羅岡 翔<sup>1</sup>, 土橋敏明<sup>1</sup>

<sup>1</sup>群馬大学 大学院理工学府, 〒376-8515 桐生市天神町 1-5-1

Yasuyuki Maki<sup>1,\*</sup>, Sho Yasuraoka<sup>1</sup> and Toshiaki Dobashi<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Graduate School of Science of Technology, Gunma University, 1-5-1 Tenjin, Kiryu, 376-8515, Japan

## 1 はじめに

多糖類は増粘剤やゲル化剤として食品に広く用いられる。 $\kappa$ -カラギーナンは紅藻類由来の多糖類で、 $K^+$ 等のイオン存在下でゲルを形成する。ローカストビーンガムは植物の種子由来の多糖類で水溶性であり、増粘剤として利用される。 $\kappa$ -カラギーナンとローカストビーンガムの混合系は熱可逆性のゲルを形成し、この混合ゲルは  $\kappa$ -カラギーナン単一成分のゲルよりも高い強度を示す。異種多糖類の混合によってゲル強度が増大する現象は相乗効果(synergistic effect)と呼ばれ、良く知られているが、その機構については不明である。本研究では( $\kappa$ -カラギーナン+ローカストビーンガム)混合ゲル中の分子構造を明らかにするため、X 線小角散乱(SAXS)測定を行った。

## 2 実験

Na 型  $\kappa$ -カラギーナン試料は MRC ポリサッカライドにより提供された。ローカストビーンガムは和光純薬より購入したものをそのまま用いた。10 mM KCl 水溶液を溶媒に用いた。多糖類の総濃度を 1.6 wt%として、 $\kappa$ -カラギーナンとローカストビーンガムの混合比の異なる試料を調製し、SAXS 測定を行った。SAXS 測定は高エネルギー加速器研究機構(PF, BL-10C, 6A)で行った。測定温度は 25°Cである。

## 3 結果および考察

図 1 に、 $\kappa$ -カラギーナン、ローカストビーンガム、および混合系(混合比 1:1)の散乱プロフィールを示す。混合系の散乱曲線は、 $q > 0.05 \text{ \AA}^{-1}$ では  $\kappa$ -カラギーナンと同様の挙動だが、小角領域では  $\kappa$ -カラギーナンの混合比の増加とともに散乱強度が増加した。

ローカストビーンガムの散乱曲線は Ornstein-Zernike (OZ)式  $I_{OZ} = A/(1+q^2\xi^2)$  で表現された。ローカストビーンガムはランダムコイルに近い構造で、得られた相関長  $\xi = 1.4 \text{ nm}$  は準希薄溶液の過渡的網目サイズに対応すると考えられる。また、Kratky プロットにより、ある波数  $q^*$ 以上では OZ 式からの解離が見られた。 $q^*$ は持続長  $L_p$ と  $L_p = 1.91/q^*$ の関係がある[1]。得られた持続長  $L_p \sim 4 \text{ nm}$  は固有粘度測定により報告されている値とほぼ同じであった[2]。

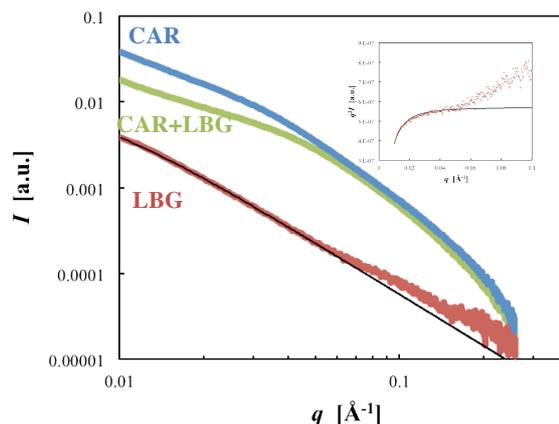


図 1 :  $\kappa$ -カラギーナン(CAR), ローカストビーンガム(LBG), および混合系(混合比 1:1) (CAR+LBG)の SAXS プロフィール。内挿図はローカストビーンガムの散乱曲線の Kratky プロットを示す。細い実線は Ornstein-Zernike 式によるフィッティング曲線である。

$\kappa$ -カラギーナンは溶液中で二重らせん構造をとり、それらが凝集することによりゲルの架橋領域を形成するとされている。このため、SAXS 測定では棒状構造として観察されると考えられる。 $\kappa$ -カラギーナンおよび混合系の散乱曲線の断面ギニエプロットを行うと直線性の良好な領域が現れ、混合ゲルの組成によらず、断面の慣性半径  $R_c = 8.7 \pm 0.5 \text{ \AA}$  を得た。この値は、 $\kappa$ -カラギーナンの二重らせんが 2-3 本会合した構造に対応している[3]。

## 4 まとめ

( $\kappa$ -カラギーナン+ローカストビーンガム)混合ゲル中において  $\kappa$ -カラギーナンの二重らせんの凝集に対応する棒状構造が観察され、その太さは混合比に依存しなかった。

## 参考文献

- [1] O. Glatter, O. Kratky, Small Angle X-ray Scattering, Academic Press, London (1982).
- [2] D. R. Picout et al., *Biomacromolecules* **3**, 761 (2002).
- [3] Y. Yaguchi et al., *Food Hydrocolloids* **17**, 481 (2003).

\* maki@gunma-u.ac.jp