

浦川 宏

目的別テーマ： ハイパフォーマンス/ハイブリッド繊維材料の解析

15年度研究テーマ

15-5-13 : 天然高分子素材の高性能化・高機能化を目指した構造解析

ABSTRACT

κ -carrageenan is a sulfate polysaccharides extracted from red seaweed. The aqueous solutions of κ -carrageenans show thermoreversible sol-gel transition in appropriate conditions. Lowering temperature and added salts are main factors contributing to the gelation. In this work the role of cations in the gelation has been investigated utilizing the large difference of gelation ability between K^+ and Na^+ . The sol-gel transition temperatures of κ -carrageenan aqueous solutions were observed by using the mixture of NaCl and KCl as added salts. The results were successfully summarized into the phase diagram of the gelation temperatures on total salt concentration and the composition. It became clearer from the phase diagram that K^+ is essential for the gelation, which seems to play a role of cross-linker among the double helices of κ -carrageenan. The existence of the aggregates in gel was confirmed by means of small angle X-ray scattering.

研究目的

κ -carrageenan は構造中に硫酸基を保有する電解質多糖・カラギナンの一種である。生体に無害であり、水溶液中でゲル化することから食品、化粧品の増粘安定剤として広く用いられている。このゲル化に関してはすでに多くの研究が行われておりさまざまな知見がえられている。ゲル化は、熱可逆的で、共存する金属カチオンの濃度と種類に大きく依存する。 K^+ と Ca^{2+} が共存すると前者では、いわゆる強いゲルが、後者は弱いゲルを得る。同じ一価のカチオンでも Li^+ 、 Na^+ 、 K^+ の順にゲル化能が大きくなる違いがある。しかしながら、ゲル化におけるイオン種の影響の詳細は明らかになされていない。そこで、本研究では、 Na^+ と K^+ にゲル化能の大きな差があることを利用して、 K^+ のゲル構造形成における役割を検討することを目的とした。

一年間の研究内容と成果

添加塩 ($NaCl$ と KCl) の混合比率を変えたカラギナン水溶液を調製し、添加塩濃度と K^+ 濃度に関するゲル化温度の相図を作成した。この相図を基に小角 X 線散乱法と K^+ の活量測定を行い、ゾルゲル転移における構造変化と K^+ の分布についての知見を得た。 K^+ の共存下で、ゾル状態の溶液の温度を下げるとカラギナン鎖の2重螺旋形成とそれらの会合が促進され、ゲル化に至ることが明らかになった。 K^+ のゲル化における役割は、二重螺旋の会合を促し、架橋ドメインを形成することにある。 Na^+ は2重螺旋への構造転移を引き起こすが二重螺旋間の会合を促進しないと推測される。 K^+ によるゲルは、高濃度の Na^+ 存在下で得られるゲルとは異なる構造を持つと考えられる。

展望

溶液中における生体高分子の機能発現には、共存する金属イオンの種類と量が大きく影響する。しかしながら、特定の金属イオンが機能発現を促す理由についての統一的な考え方は未だに明確とはなっていない。我々は、多糖類水溶液のゲル化機能について金属イオンの影響の系統立てた研究を開始し、上述のような結果を得た。現在、 $NaCl$ を $LiCl$ に変えて同様な実験を行いつつあるが、その中で、 Li^+ が示す特異性を相図の中に新たに見だしつつある。これらは、金属イオンが生体高分子の機能発現に与える影響について、新たな視点からの検討できる可能性を強く示唆するものである。この研究の遂行により、天然高分子材料の新たな機能発現やその制御を目指したいと考えている。