

NMRによるイヌリンのクリーム化機構の解明

(海洋大海洋科, *フジ日本精糖) ○松川真吾, 伴野安彦*, 和田 正*

イヌリンクリームとは

イヌリン G-F-F-F-F-F.....F
10-30個



低カロリーの脂肪代替素材

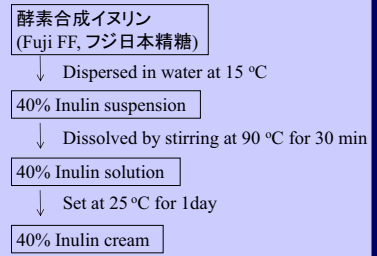
- 塗りやすさ
- なめらかさ
- 口どけ感

研究の目的

1. イヌリン濃厚溶液のゲル化機構とゲル化に伴う構造変化およびゲルの物性変化との関係を明らかにする。
2. 物理ゲルにおける凝集構造生成機構に関する基礎的知見を得る。

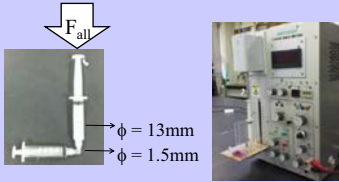


イヌリンクリームの調製



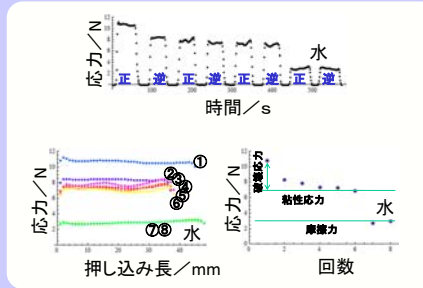
物性測定

シリンジ押し出しによる測定



上下を入れ替えて繰り返し測定できる

40%イヌリンクリームの押し出し応力測定結果



40%イヌリンクリームの粘性と破壊応力の経時変化

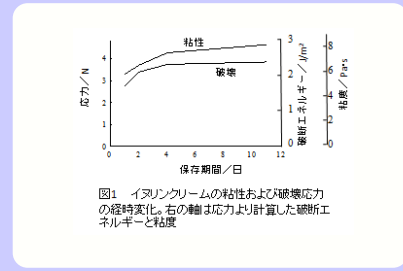
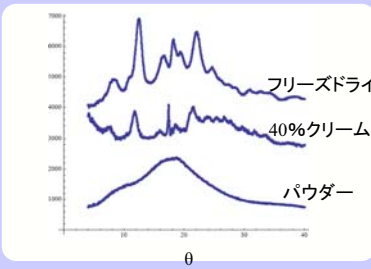


図1 イヌリンクリームの粘性および破壊応力の経時変化。右の軸は応力より計算した破壊エネルギーと粘度

保存期間中に破壊エネルギーと粘性がともに上昇する。この時、結晶化度が上昇していることから、この物性の変化は微結晶により掲載される網目構造の変化が反映されていると考えられる。また、結晶には高分子量のイヌリンが優先的に取り込まれることが確認された。

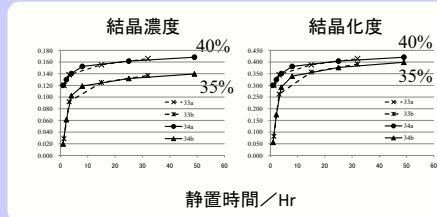
結晶生成

XRD測定結果

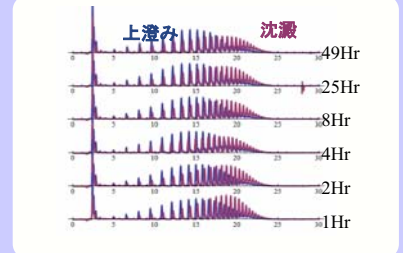


イヌリンクリームの結晶化度の経時変化

10,000rpm*30min → 上澄みのイヌリン濃度測定 → 結晶濃度 → 結晶化度

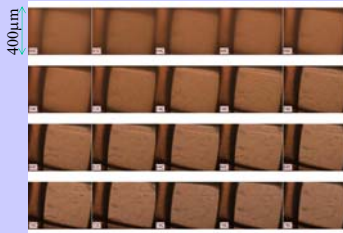


上澄みと沈殿の分子量分布

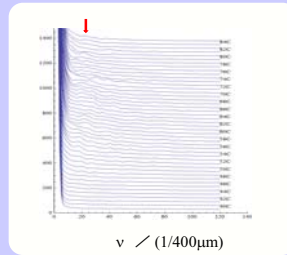


形態観察

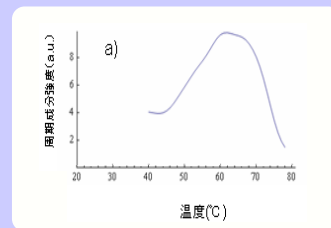
40%イヌリンクリームの溶解過程の顕微鏡観察



顕微鏡画像のフーリエ成分の温度変化(昇温過程)



顕微鏡画像のフーリエ成分(n=1/20nm)の温度変化(昇温過程)



顕微鏡観察では微結晶による不均一な構造が見られたが、昇温すると45°C付近からコントラストが上昇し、その後消失した。45°C付近で溶解する極微細な結晶と60°C付近で溶解する結晶が混在していると考えられる。

磁場勾配NMR測定

磁場勾配NMRスペクトルの温度変化(昇温過程)

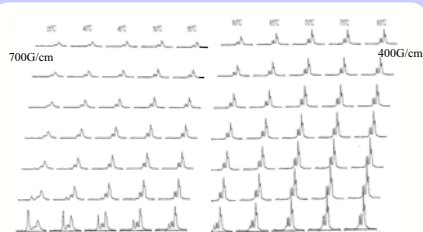
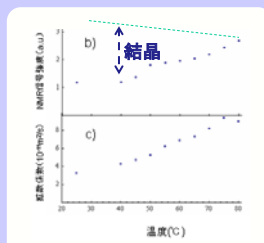


Fig.2 Stack plots of NMR spectra on field gradient strength for 40% inulin gel at various temperatures.

NMR信号強度と拡散係数の温度変化(昇温過程)



結論

イヌリンクリーム溶解過程



イヌリン濃厚溶液中の結晶生成がゲル化(クリーム化)を引き起こし、この時高分子のイヌリン鎖から先に結晶に取り込まれる。昇温により結晶の一部が溶解するとゾル化が起こり、さらに昇温すると結晶がすべて溶解する。この時、温度上昇に伴い溶解成分は徐々に増え、また、溶解成分の拡散係数も徐々に増加する。