

MRI でみえるものはなにか

熊本県立宇土中学校・宇土高等学校 科学部化学班

1 研究の目的

MRI 装置（以下MRI）は患者の体内のプロトンが出す信号を画像化し、画像の色の濃淡で体内の状態を見分ける技術である。医療現場では、MRI 画像のT1値、T2値を強調することによって癌組織などを見分けている。実際、MRI で何がどこまで見えるのかについては大学などの専門機関でも研究中であるが、糖やイオンの水溶液を撮像した様子、及びその濃度とT1値に着目した先行研究は少なかった。本研究では身近な糖やイオン、有機溶媒に着目し、溶質・溶媒の種類、溶液の濃度・温度、そしてT1値がどのような関係性を持っているのかについて調べることを目的としている。前年度までは糖やイオンの水溶液において濃度とT1値が比例すると考えていた。今年度は、濃度域を広げ濃度とT1値の関係について細分化を行った。

2 研究の方法

《試料作成》

＜糖類＞ グルコース スクロース フルクトース デキストリン ガムシロップ

＜イオン類＞ 塩化ナトリウム 塩化カリウム

＜有機溶媒＞ エタノール アセトン クロロホルム ベンゼン 水

＜油＞ サラダ油 菜種油 オリーブ油 桐油

※濃度は10%毎に増やしていく。混合溶液の場合は、1：1、1：2、1：3、1：4、1：5（質量比）とする。

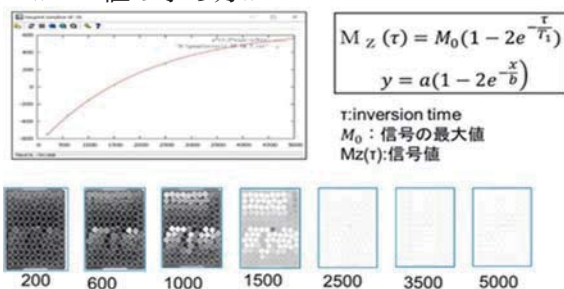
《撮像方法》

- (1) 作成したカラムを二重の発泡スチロールに並べ、カラム周辺を満たす水温の調整をする。
- (2) 常温は、水道水をそのまま容器内に入れる。高温や低温は、お湯や氷を用いて高温、低温の水を容器内に満たす。測定時のカラム温度は5℃、27℃、50℃で維持した。
- (3) 熊本中央病院のフィリップス社製MRI (1.5Tesla)を用いてIR法によるMRI 画像の撮像を行う。

《画像の解析》

撮像したMRI 画像から、ImageJ というソフトウェアを用いて、MRI 画像の色の濃淡から信号値を数値化する。MRI 画像から得られた水溶液の信号値から、その水溶液のT1値を算出する。その後、算出したT1値を、Excel を用いてまとめなおし、濃度とT1値の近似直線と温度とT1値の近似直線を作成した。

《T1値の求め方》

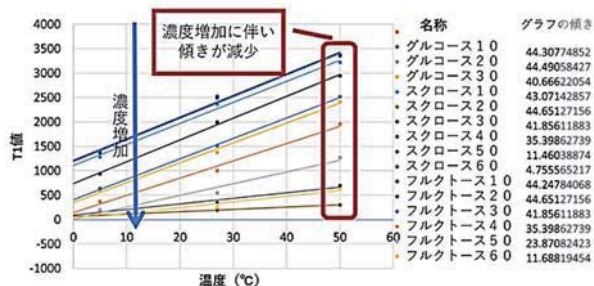


縦磁化の回復時間をT1値といい、単位は msec であり、1000msec は1秒である。T1ではラジオ波を変化させる時間（inversion time）を変化させ、その回復に関するグラフ(左)をエクセルで作成して、T1は(1-1/e)まで回復した時間だとしてグラフ1枚ずつT1値を算出した。

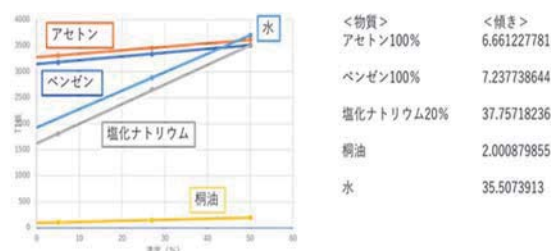
3 研究の結果

〔温度と T1 値〕

＜糖類の濃度別の温度-T1グラフ＞



＜物質別の温度-T1グラフ＞



＜糖類の濃度別の温度-T1グラフ＞

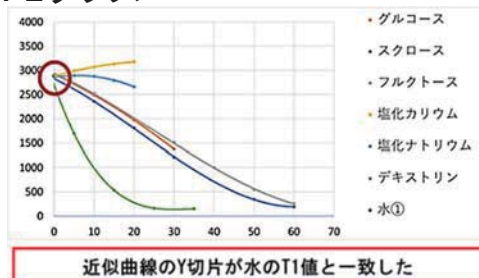
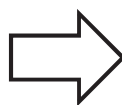
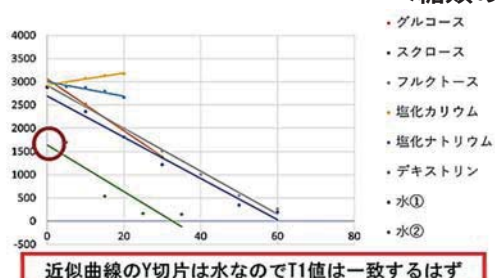
- ・糖の溶液では、同じ濃度では同じ傾きで変化している。
- ・溶液の濃度が変化すると傾きが変化している（前回までの成果では傾きは濃度に依存していない）。

＜物質別の温度-T1グラフ＞

- ・物質によって傾きが大きく異なる。

〔濃度と T1 値〕

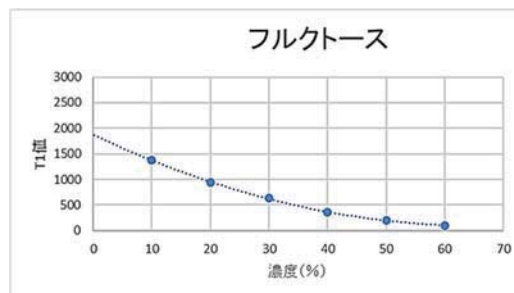
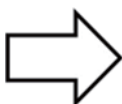
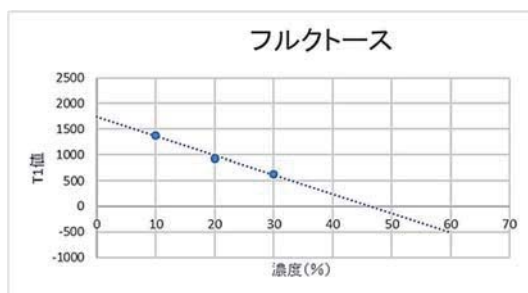
＜糖類の濃度別の温度-T1グラフ＞



- ・濃度0%の時のT1値は水と一致するはずだが、直線近似だとデキストリンのy切片が水と一致しなかった。しかし、曲線近似するとデキストリンのy切片が水と一致した。

※直線近似の $R^2=0.7886$ 曲線近似の $R^2=0.9942$ →曲線近似が妥当である。

＜フルクトースの常温における濃度-T1グラフ＞



- ・低濃度では直線的に変化し、高濃度では曲線的に変化していることから、低濃度（希薄溶液状態）「周りに十分に溶媒が存在するとき」と高濃度では分子のふるまいに変化が生まれている。

4 仮説・成果

〔温度と T1 値〕 曲線的变化をすることで、正確な近似を行えた。

〔濃度と T1 値〕 同じ濃度の糖では、同じ傾きで変化する。同じ糖では、濃度によって傾きが変わる。溶媒によって傾きが大きく変化する。