

専攻 教科・領域教育専攻
 コース 自然系コース (理科)
 氏名 中村 嘉秀

指導教員 胸組 虎胤

1. はじめに

電子レンジ内でのマイクロ波照射 (波長 12.2cm, 周波数 2.45GHz) は, 水分の温度を上昇させる方法として知られているが, マイクロ波照射による化学変化の体系化は進んでおらず, 新たな加熱法として代替することは難しい。本研究ではグルコース (Glc) がマイクロ波照射によりフルクトース (Fru) へ変化する¹⁾ことに注目し, グルコースを含む二糖にマイクロ波を照射し変化を観察することを目的とする。また, 生成された糖を加水分解することで, 分子構造や反応過程を明らかにするとともに, 生徒実験への応用の可能性も考察する。

2. 実験操作

2-1 図 1 に示すマルトース (Mal), イソマルトース (Iso), ラクトース (Lac), セロビオース (Cel), スクロース (Suc), ガラクトース (Gal) の糖溶液 (10mg/mL) 2mL に 350W の電子レンジでマイクロ波を 180 秒照射した。

HPLC (High Performance Liquid Chromatography) を用いて, 反応液中に含まれる原料物質と生成物の増減を測定した。

2-2 対照実験として, 各糖水溶液を 100°C で恒温器加熱する。同様に HPLC 分析した。

2-3 恒温器を用いて塩酸 1mol/L でマイクロ波照射済み各糖水溶液を加水分解するにあたり, 恒温器の設定温度や加熱時間を変え, 完全加水分解する条件を調べた。また, エバポレーターを用いて乾固する際の最適温度についても調べた。

2-4 2-3 によって得られた加水分解の条件を用いて, マイクロ波を照射した後の各糖水溶液を加水分解し, HPLC 分析した。

2-5 加水分解によってグルコースが生成された (加水分解が起こった) ことを視覚で確認し, かつ半定量できるかをウロペーパーを用いて調べた。

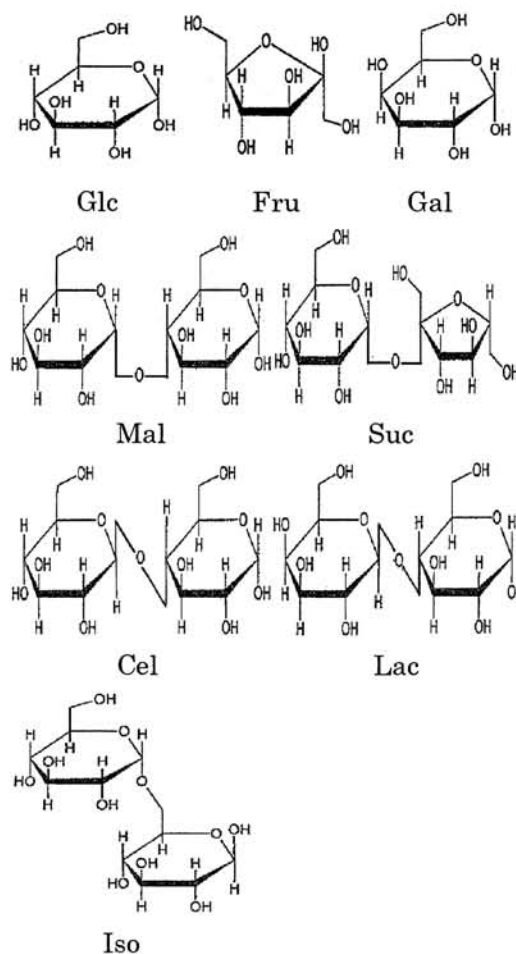


図 1: 用いた単糖と二糖の構造式

3. 結果

3-1 反応した糖としない糖が存在した。そのうち代表的なもの (Glc, Mal, Suc) のクロマト及びマイクロ波による反応性一覧を以下に示す。

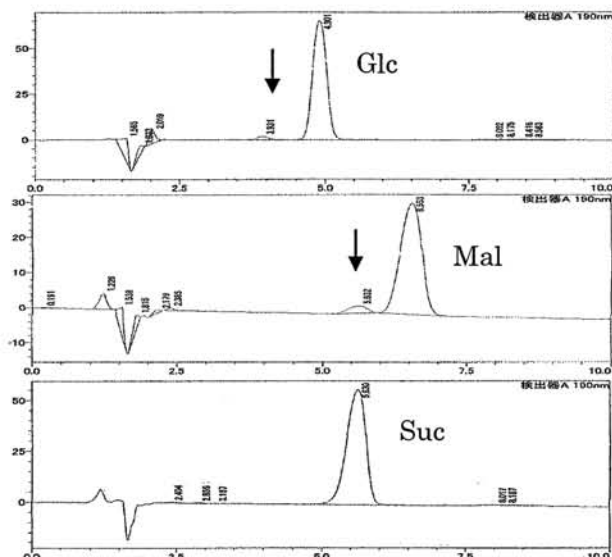


図2：マイクロ波による反応液のHPLC
※矢印で示した部分は標品にない、新たに検出されたピークを示す。

表1：新しいピークの有無。

糖名	新しいピークの有無
ガラクトース	○
マルトース	○
イソマルトース	
ラクトース	○
セロビオース	○
スクロース	

3-2 ガラクトース以外の糖は恒温器加熱によって変化はみられなかった。

3-3 塩酸加水分解は、糖溶液：塩酸=1:9で80℃6時間恒温器加熱、乾固温度は60℃で完全加水分解が得られた。

3-4 加水分解することによって、使用した糖水溶液すべてからグルコースと同じ位置にピークが検出された。

3-5 ウロペーパーで十分加水分解を視覚で確認できた。



図3：ウロペーパーの色変化

4. 考察

変化した糖に共通する事項は、 $\alpha(1\rightarrow4)$ または $\beta(1\rightarrow4)$ 結合を有すること、還元性を有することの二点が考えられる。また、イソマルトースは初期試料の段階から微量に数種類の化合物を含んでおり、マイクロ波照射後に新たな化合物が生成された、もしくは既存種の量が増えたといった明確な変化は得られなかった。このことから、上記の共通点を二点とも満たしていないと反応が進まない、もしくは、大変反応が遅いという可能性が示唆された。

学校現場等において、湯煎等で加水分解を進める場合、100℃を維持することは困難であるが、80℃であればその限りではない。さらに、1時間程度で十分に加水分解が行われ、ウロペーパーで変化が容易に視認できるので、高校化学等の授業で扱う実験教材として利用できると推察される。

マイクロ波照射によって3つの糖(マルトース、ラクトース、セロビオース)から生成された化合物はすべてグルコースの誘導体であると推察される。

セロビオースとラクトースから生成された化合物は同一のピークを示したが、単に分離できなかった可能性も考えられる。その場合、糖の反応条件について詳しく考察することができ、還元性の重要性や単糖と二糖の違いなどに言及することができる。

電子レンジを使った加熱は身近なものである。電子レンジはその安全性や時短性から教育現場における新たな加熱法となりうるか、さらに検討が必要である。

5. 参考文献

1 M.Pagnotta, C.L.F.Pooley, B.Gurland and M.Choi : Microwave activation of the mutarotation of α -glucose : an example of an intrinsic microwave effect, Journal of Physical Organic Chemistry, vol.6, 1993, pp.407-411