

# 摘果みかんを生分解性プラスチックへ ～セルロースを ATTACK!～

2年3組 榎 竜盛 2年3組 岡森 积至

2年4組 川上 夢叶 2年4組 山本 雅隆

指導者 上田 泰

## 1 課題設定の理由

愛媛県では、質の高いみかんを作るために未熟なみかんを摘み取っている。このように摘み取られるみかんは摘果みかんと呼ばれる。また、八木(2006)は、デンプンなどの天然高分子由来のポリ乳酸を用いて生分解性プラスチックを製作している。私たちは、でんぷんではなくセルロースからも生分解性プラスチックができるのではないかと考えた。つまり、摘果みかんに含まれるセルロースを用いて同様にプラスチックをつくり産業的価値を見出すことができないかと考え、本研究を行った。

## 2 研究の背景と目的

愛媛県には、みかん研究所などの機関によってたくさんの種類のみかんが生産されている。みかんは約 25～30 枚の葉っぱの割合で 1 つの実をつける。しかし、この全てが商品になる訳ではない。みかんの大きさ、形、色、傷、虫食いかどうかなどから総合的に農家の人の目によって判断され、摘み取られる。このようにして得られるのが摘果みかんである。摘果みかんには、未成熟なみかんや傷や虫食のみかんなど様々な種類がある。摘果みかんでも様々な用途がある。例えば、未成熟な摘果みかんは酸っぱく食べ物や飲み物にすることが難しいため、放置され肥料として使われる。次に傷ついたり色が悪かったりする摘果みかんは、肥料として使われるか、みかんジュースに加工される。この摘果みかんは、外部に損傷があり商品価値はなくなる。しかし、摘果みかんの内部には損傷のないものもあるため、内部のみを用いれば、商品に影響はない。そこで、私たちはこれらの廃棄されるみかんに注目した。みかんの果皮には多くのセルロースが含まれている。セルロース(図1)は、植物の植物細胞の主成分であり、植物全体の 30～50%を占めると言われている。また、セルロースは多糖類であり、水に溶けない。しかし、単糖類にまで分解するとグルコースとなる。このことを応用することで、摘果みかんの新たな利用方法を見つけられると信じている。

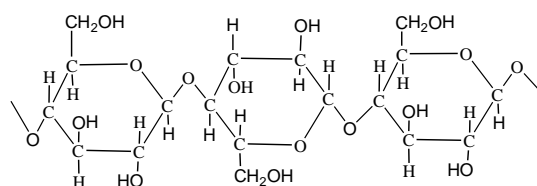


図1 セルロースの構造

## 3 仮説

今日、グリーンケミストリーが注目されている。ここで私たちは、みかんの果皮に含まれているセルロースからプラスチックを合成できるのではないかと考えた。まずは、セルロースを分解してグルコースを得る。得たグルコースを発酵させることで乳酸を作り、重合させてポリ乳酸を合成する。このポリ乳酸を用いることで生分解性プラスチックの製造が可能になるのではないかと考えている。そこで、まずはみかんの果皮に含まれるセルロースを分解してグルコースにすることからはじめた。

## 4 実験の方法

### (1) グルコースの特徴

グルコース (図 2) は生体のエネルギー源として最も重要なものである。また、水溶性があり溶液中では次のように 3 つの状態が存在している。左から、 $\alpha$ -グルコース、グルコース (鎖状構造)  $\beta$ -グルコースである。また、還元性を持つためフェーリング反応や銀鏡反応を示すことも知られている。

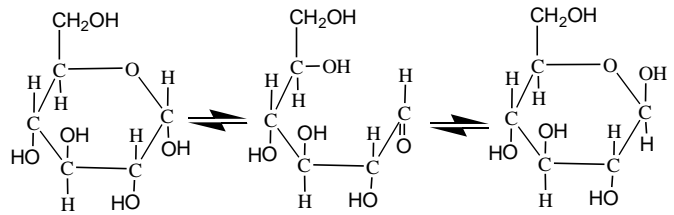


図 2 グルコースの構造

フェーリング液にアルデヒドを加えて加熱すると、 $\text{Cu}^{2+}$  が還元されて酸化銅 (I)  $\text{Cu}_2\text{O}$  の赤色沈殿を生成する。これをフェーリング反応という。また、アンモニア性硝酸銀溶液にアルデヒドを加えて温めるとジアミン銀 (I) イオンが還元されて銀が析出され、試験管の内壁に銀が付着して鏡のようになる。これを銀鏡反応という。

### (2) 洗濯用洗剤を用いたセルロース分解実験

身近にあるセルロース分解酵素を調べたところ洗剤にその効果があることを知った。そのため、セルロース分解酵素を含む洗濯用洗剤 (以下、洗剤とする) を用いてみかんの果皮に含まれるセルロースを分解した。グルコースに分解されたかどうかは、フェーリング反応によって調べた。まずみかんの果皮をミキサーにかけ、スムージー状にする (写真 1)。そのスムージー状にしたみかんの果皮 10g を取り分ける。そこに洗剤を加える。今回は 0.05g、0.1g、0.2g、0.3g の各量に分けて洗剤を入れる (図 3)。

スムージー状のみかんと洗剤を混合したものを水に浸し、その上澄み液と、沈殿を含む液の二つの場合に分けて実験を行う。なお、上澄み液は、一日おいたものを使用する。これは、洗剤に含まれるセルロース分解酵素によって分解されたグルコースがあれば水溶性があるため、上澄み液に含まれていると考えたためである。この上澄み液を用いてフェーリング反応でグルコースの有無を調べる。



写真 1 ミキサーにかけた  
摘果みかん

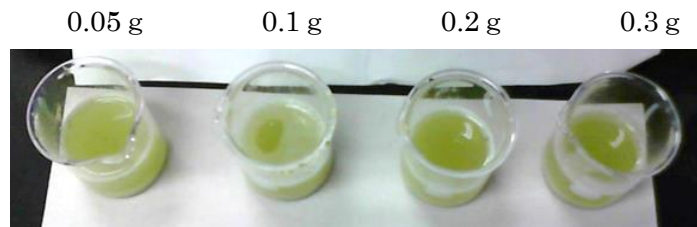


図 3 洗剤を入れた状態

## 5 結果・考察

### (1) 洗剤を用いたセルロース分解実験の結果

実験結果を表 1・表 2 にまとめた。予想に反して、全てにおいて反応した。このことから、

私たちは以下の二つの仮説を立てた。この二つを仮説 2 とする。

<仮説 2>

- (a) 摘果みかんの果皮にはもともとセルロースのみではなく、グルコースが含まれているのではないか。
- (b) スムージー状にしたみかんの果皮には、果汁などが混入した可能性があるため反応したのではないのか。

この仮説 2 を確かめるため次の(2)の実験を行った。

表 1 摘果みかんの果皮+洗剤の上澄み溶液におけるフェーリング反応

洗剤の量(g)	0	0.05	0.5	0.2	0.3
フェーリング反応	○	○	○	○	○

表 2 摘果みかんの果皮+洗剤におけるフェーリング反応

洗剤の量	0	0.05	0.5	0.2	0.3
フェーリング反応	○	○	○	○	○

(2) みかんの果皮にグルコースが含まれているのかを検証する実験

ア セルロースを分解していないものでフェーリング反応

洗剤を加えずにフェーリング反応を行った。

イ 果汁を除いたフェーリング反応

果汁などを含まないように、みかんの果皮の表面のみを削り取りフェーリング反応を行った。また内果皮でもフェーリング反応を行った。

(3) みかんの果皮にグルコースが含まれているのかを検証する実験

実験結果を表 3 にまとめた。摘果みかんにはもともとグルコースが含まれていると考えられる。外果皮のみで反応したため、最初に行った実験では果汁などの糖が含まれていると考えられる。また、内果皮のみでは反応しなかったことから内果皮には糖は含まれていないと考えられる。

また、ここで新たな発見があった。洗剤を用いたセルロース分解実験を行う過程において使用していた溶液を放置していたところ、図 4 のように表面にカビが発生していることを確認した。洗剤の量とカビの発生にはある一定の関係があるのではないかと考えられる。なぜならば、図 4 のように洗剤の量が 0.05g~0.3g に増加するにつれて、カビの発生量は少なくなっている。つまり洗剤に含まれる成分がカビの発生を抑える働きを持っているのではないかと考えた。

表 3 外果皮と内果皮のフェーリング反応

果皮の部分	反応結果
外果皮	反応した
内果皮	反応しなかった

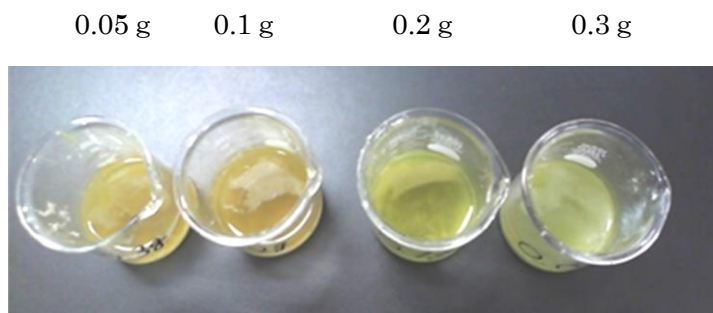


図4 数日後の溶液

## 5 まとめと今後の課題

実験1において、今回本来の目的のプラスチック合成には至らなかったが、みかんの外果皮にもグルコースが含まれていることが分かった。今後は、みかんの果皮自体にグルコースが含まれていることが分かったので、どれほど含まれているのか調べるとともに摘果みかんの果皮からグルコースのみを取り出す方法の開発を行いたい。また、洗剤が増加するとカビの発生が抑えられるということが分かった。この発生メカニズムや洗剤とカビの関係について更に詳しく調べたい。

## 参考文献

- ・八木康行 (2006) 「生分解性プラスチックの合成方法の研究ーポリ乳酸(PLA)の合成実験の教材化ー」平成18年度日本理化学協会賞研究論文 <http://nirika.jp/ronbun/18kyokaisyo-chm.pdf>
- ・ト部吉庸 (2015) 『理系大学受験化学の新研究』三省堂 p.540