

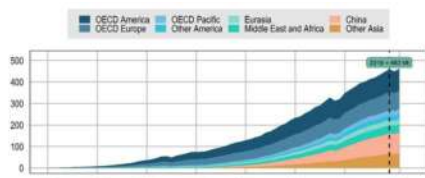
カゼインプラスチックの物性調査と考察

長野県松本県ケ丘高等学校 自然探究科 3年 菅澤優樹

当研究は、(一財)長野県科学振興会の科学研究費助成金を受け実施したものです。

1.背景

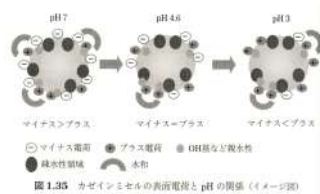
- ・プラスチックの排出量は増加傾向[1]
- ・日本国内でリサイクルされるプラスチックは約25%[2]
- ・日本人一人当たりのプラスチック容器包装廃棄量は世界2位[3]



カゼインを用いた生分解性プラスチックが実用化可能かどうかの調査

カゼインとは

- ・牛乳中に含まれているたんぱく質の約80%[4]
 - ・構造は四種類あり、分子量は約25,000[5]
 - ・カゼインに光が当たると乱反射して白濁して見える[5]
 - ・酢酸などの酸性の物質を加えることで沈殿する(等電点沈殿)[5]
- カゼインミセルの表面電荷がプラスとマイナスで等しくなることで、疎水性が強くなり沈殿する



2.目的

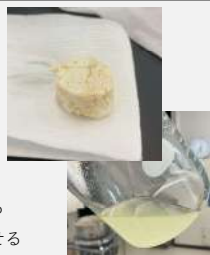
- 1.カゼインプラスチックに用いる酸性物質・液の種類、pH、牛乳の種類による硬度の変化をまとめ、最も硬くなる条件を探る
- 2.生分解性の調査・分析
- 3.紙ストローの代替として使用できるかの調査

3.実験No.1 カゼインプラスチックの試作

結果

- ・カゼインプラスチックを生成することができた(右写真)
- ・実験手順を決定することができた(下)

- I.酸性溶液のpHをpHメータを用いて測定する
- II.牛乳を100mLと、酸性溶液4mLを測り取る
- III.牛乳をガスバーナーで沸騰するまで加熱し、酸性溶液を加える
- V.IVから析出した固形物をガーゼでこしとり、3分間水で冷却する
- VII.水気を取った後抜き型で成形し、電子レンジで10分間乾燥させる



4.実験No.2 酸性溶液の種類を変更

方法

液体の種類を、食用酢・クエン酸・塩酸・酢酸・炭酸水・ホウ酸・レモン汁に変更し、ほかは実験No.1の手順通りに実験する

結果・考察

	生成	mol濃度(mol/L)	pH	平均硬度
塩酸	できなかった	2.60	0.7	
酢酸(希釈済)	できた		2.0	85
食用酢	できた	0.70	2.3	80
レモン汁	できた	0.33	2.4	未測定
クエン酸	できた	1.04	2.6	81
ホウ酸	できなかった	1.21	3.4	
炭酸水	できなかった		4.5	

- ・カゼインプラスチックが生成できないものがあった

→仮説1:酸性溶液の種類によって生成できない場合がある

仮説2:水素イオン濃度によって生成できない場合がある

- ・生成できる種類の場合、水素イオン濃度が大きいほど硬くなると思われる

→追加実験(実験No.5)を行い検証する



5.実験No.3 酸性溶液による生分解性

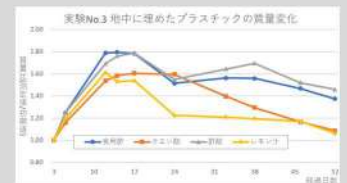
手順

II.実験No.2のプラスチックをプランターに埋める

III.隔週に掘り出し、質量と硬度を測定する

結果・考察

硬度(平均)	埋める前	3日後	5日後
食用酢	80	3	測定不能
クエン酸	81	40	8
酢酸	85	10	測定不能
レモン汁	未測定	19	2



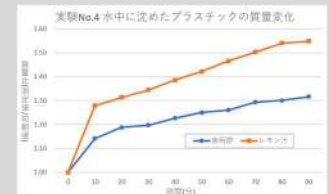
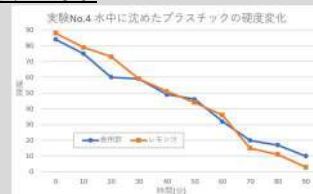
- ・約一週間で測定不能になるほど柔らかくなった
- 水分を吸収し柔らかくなったのでは(実験No.4)
- ・最初の二週間では水分を吸収したため重くなり、その後減少し始める
- ・食用酢・酢酸のほうが、クエン酸・レモン汁よりも質量の増加が大きい

6.実験No.4 酸性溶液による耐水性

手順

- I.実験No.1と同様の手順で食用酢とレモン汁のカゼインプラスチックを作る
- II.蒸留水100mLを入れたピーカーの中にプラスチックをそれぞれ入れ、10分ごとに硬度、質量を測定する
- III.IVを90分間行う

結果・考察



- ・レモン汁,食用酢共に90分後には硬度が一桁台まで下がった
- カゼインプラスチックは水分に弱い
- ・レモン汁,食用酢共に、時間経過で質量が増加した
- カゼインプラスチックは水分をよく吸収する
- 紙ストローなどの代替として使用するには向いていない

7.実験No.5 酸性溶液の濃度による硬度

方法

加える酸性物質・液の濃度(pH)を変えし、他は実験No.1の手順通りに実験する

結果・考察

酢酸	希釈量	原液	1/5	1/10	1/50	1/100
pH		1.2	2.1	2.4	2.7	3.2
質量(g)	生成できず	5.72	6.69	6.12	生成できず	
硬度			96	90	85	

- ・pH2.1~2.7の範囲でカゼインプラスチックを生成できた
- 実験No.2の表を見ると、プラスチックが生成できなかった酸性溶液はpH2.1~2.7の範囲外
- ・pHが高くなるほど硬度が高い
- ・生成物の質量は濃度が1/10の時が最大だった

8.結論

- ・カゼインプラスチックができる条件として、1.酸性溶液の種類、2.水素イオン濃度(pH)が関係していると考えられる
- ・カゼインプラスチックには生分解性があり、表面が溶けるように分解される
- ・カゼインプラスチックは水に弱く、水分をよく吸うため、紙ストローなどの代替として使うことには向いていない
- ・加える酸性溶液の濃度が大きい方が硬度が高くなる傾向がある

参考文献

- [1]OECD, "Global Plastics Outlook". OECDLibrary. 2022, p.35. <https://www.oecd-ilibrary.org/docserver/de747aef-en.pdf?Expires=1733296585&id=id&acname=guest&checksum=00F8CF39A2149675C5D479B247925B17>, (参照 2024-12-04)
- [2]消費者庁, "第1部 第2章 第3節 (1)プラスチックごみ問題の現状". 消費者庁. 2020.https://www.caa.go.jp/policies/policy/consumer_research/white_paper/2020/white_paper_135.html#zuhyo-1-2-3-1, (参照 2024-12-06)
- [3]日本財団, "日本人のプラスチック廃棄量は世界2位. 国内外で加速する「脱プラスチック」の動き". 日本財団ジャーナル. 2022. <https://www.nippon-foundation.or.jp/journal/2022/79985/sustainable>, (参照 2024-12-06)
- [4]室迫俊一, "1.4.3 カゼイン". 新版 牛乳・乳製品の知識. 夏野雅博, 東京, 幸書房, 2017, p.42-55
- [5]廣尾亨, "3.10.5 カゼイン". 牛乳・乳製品の実験知識 第4版. 東京, 東洋経済新報社, 1993, p.177-180
- [6]RESEMOM, 【自由研究・化学】牛乳からプラスチックを作ろう (中学生向け). <https://s.resemom.jp/article/2018/07/10/45558.html>