

多糖類を用いた生分解性プラスチックの性質向上

大阪府豊中高等学校 2年 化学 5班

本研究で行った2回の実験において、酢酸の代わりにクエン酸を用いたカゼインプラスチックは、酢酸を用いたものと比べて、耐久性が上昇した。この結果から、カゼインプラスチックの酸をクエン酸に変化させることで、酢酸の持つ刺激臭を改善することができると思われる。

研究の背景

- カゼインプラスチック = 粉末状のカゼイン + 酢酸 → 加熱 → 乾燥
- カゼインプラスチックは酢酸による刺激臭を持つ

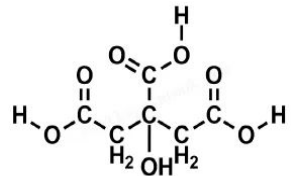
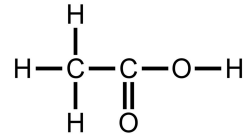
酢酸 (CH_3COOH)

メチル基 (CH_3) カルボキシ基 (COOH)

- クエン酸 ($\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7$) ヒドロキシ基 (OH) $3 \times$ カルボキシ基 (COOH)
(先行研究よりF, O, Nと水素結合形成)

【構造式】 酢酸

クエン酸

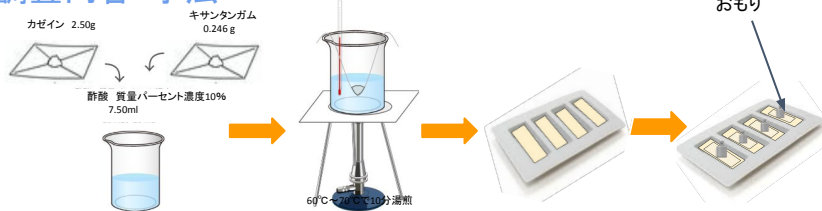


仮説

★ 酸を酢酸からクエン酸に変えることによるカゼインプラスチックの刺激臭改善

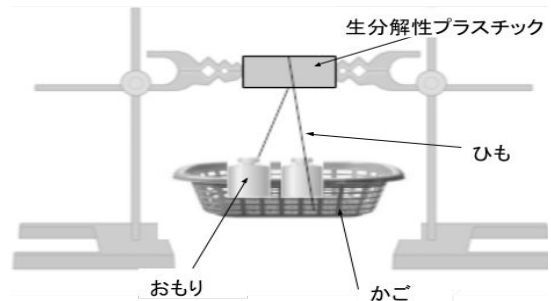
- カゼインの凝固にはpHが関係しており、pHが同じであれば酸の種類を変えても影響はなく、酢酸からクエン酸にかえても耐久性が変化しないのではないかと。

調査内容・手法



- 質量パーセント濃度10%の酢酸またはクエン酸（酢酸と同じpHになる質量パーセント濃度7.47%）7.50ml、カゼイン2.50g、キサンタンガム0.246gを加える。
- 60℃～70℃で10分湯煎し、水分を拭き取る。
- 長方形のケースを用いて形成する。
- プラスチックの上におもりのせた状態で恒温槽で50℃で48時間乾燥させる。

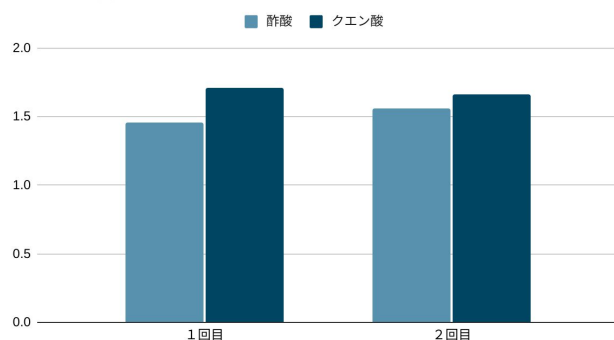
～耐久性の調査～



- 合成したプラスチックを挟み、カゴ（140g）を吊るす。
- カゴにおもりを50gずつ加えていく。
- 最初にプラスチックが割れたときのカゴとおもりの質量を記録する。

結果

おもりの質量



プラスチックの耐久性結果

平均耐久性増加率111.6%

酢酸(kg)	クエン酸(kg)
1.46	1.71
1.56	1.66

考察

【クエン酸による改善について】

クエン酸を混合することで、クエン酸のヒドロキシ基とカゼインがもつヒドロキシ基や窒素分子との間で水素結合が起こり、耐久性が向上したと考える。また、カゼインの凝固にはpHが関係しており、pHが同じであれば酸の種類は結合を形成しない限り耐久性に大きく影響しないと考えられる。

展望

本研究では、酢酸の代わりにクエン酸を用いることによって耐久性が変化しないだけでなく、向上したため、クエン酸を用いたプラスチックに多価アルコールを加えることでさらなる耐久性の向上を試みる。

参考

- 西向 虹大、霜山 桂一、表 宏樹（2020）「酸の選定によるカゼインプラスチックの耐久性向上」大阪府立高津高等学校、研究班番号【100】
- 五協フード&ケミカル「多糖類.com 多糖類について」>>キサンタンガム
<https://www.tatourui.com/about/type/01_xanthane.html> (2024/5/27アクセス)
- 岡崎 由佳子（2016）「小麦粉と牛乳に含まれるタンパク質の実験」家庭科・家政教育研究11 29-33

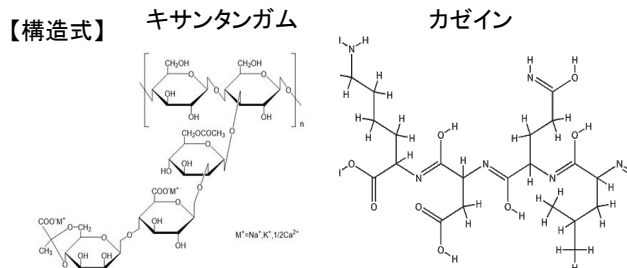
本研究で行った全3回の実験において、キサンタンガムを混合したカゼインプラスチックは、キサンタンガムを混合しなかったものと比べて、耐久性が大幅に上昇した。この結果から、カゼインプラスチックに多糖類を混合することで、その多糖類の性質をカゼインプラスチックにも持たせることができると考えられる。

研究の背景

- カゼインプラスチック = 粉末状の**カゼイン** + 酢酸 → 加熱 → 乾燥
- カゼインプラスチックは一般的なプラスチックに比べ**耐久性が劣る**
(西向、霜山、表ら 2020)

● キサンタンガム

溶解性 ✕ 耐酸性 ✕ 増粘安定剤



仮説

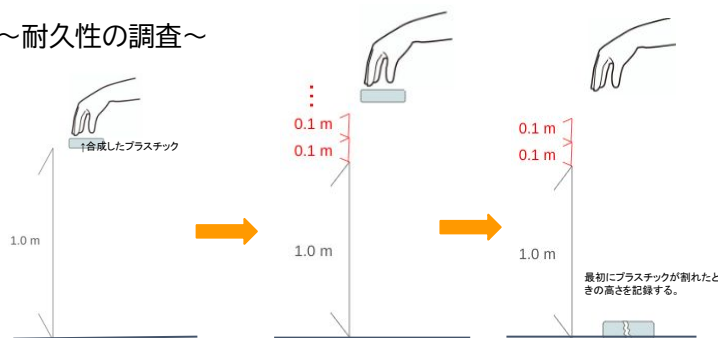
- ★ 多糖類を混合することによるカゼインプラスチックの物性の向上
 - 粉末の状態では分子がつながってできた糸が丸まったような状態になっており、増粘安定剤として働くキサンタンガムをカゼインプラスチックに混合することで、耐久性が向上するのではないかと。

調査内容・手法



1. 質量パーセント濃度10%の酢酸10 mLまたは15 mLにカゼイン5.0 gを加える。キサンタンガムを加える場合は0.492 gを加える。
2. 60℃～70℃で10分湯煎し、水分を拭き取る。
3. シャーレ上に長方形で形成する。
4. 1週間乾燥させる。(1週間で乾燥しきらない場合はその後も乾燥を続ける。)

～耐久性の調査～

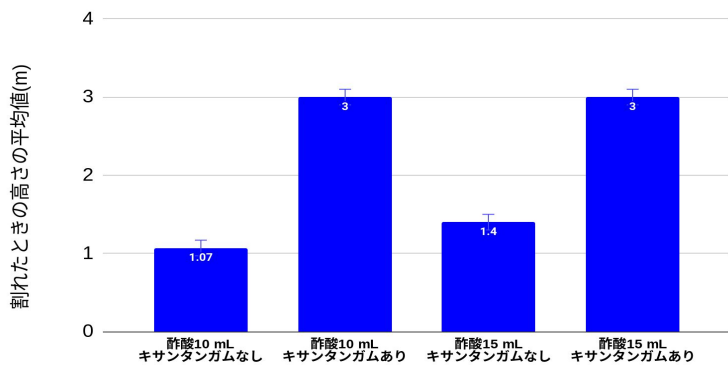


1. 合成したプラスチックを地面から1.0 mの高さから落とす。
2. 割れない場合は10 cmずつ高くしていく。
3. 最初にプラスチックが割れたときの高さを記録する。

結果

湯煎した物質を型に流し込み、乾燥させる

- 割れたときの地上からの高さの平均値 (m)



- キサンタンガムの添加により、落下による耐衝撃性が180.4 %以上増加した。

- キサンタンガムの添加により、落下による耐衝撃性が180.4 %以上増加した。

考察

【キサンタンガムによる改善について】

- キサンタンガムを混合することで、キサンタンガムのヒドロキシ基とカゼインがもつヒドロキシ基や窒素分子との間で水素結合が起こり、耐久性が向上したと考える。

【酢酸による改善について】

- 酢酸の量が増えたことで、酢酸とカゼインの間に起こる水素結合の数が増加したため耐久性が向上したと考える。

展望

本研究では、キサンタンガムを混合することによって耐久性を上げることが可能であると考えられたため、キサンタンガム以外の多糖類も混合し、さらなる耐久性の向上を試みる。

参考

- 1) 西向 虹大、霜山 桂一、表 宏樹 (2020)「酸の選定によるカゼインプラスチックの耐久性向上」大阪府立高津高等学校、研究班番号【100】
- 2) 五協フード&ケミカル「多糖類.com 多糖類について>>キサンタンガム」