

生分解性プラスチック

～牛乳からプラスチックをつくれるのか！？～

富山県立入善高等学校3年自然科学コース 川原大介 浜岡誠也 小川春乃 島津侑香

研究の動機・目的

- ・ 去年の先輩方が行っていた研究にアレンジを加え、牛乳にソルビン酸を添加する形で量と腐敗の関係を調べたい！
- ・ 防腐効果のある牛乳プラスチックをつくる！
- ・ 牛乳プラスチックの生分解性について調べる。

ソルビン酸とは

- ・ 世界で最も多く用いられている防腐剤
- ・ カビや酵母、細菌に幅広く効果がある。

プラスチックとは

多くの原子・分子で構成された巨大分子物質を含む加工可能なもの

1 牛乳プラスチックの作成

＜実験方法＞

- (1)牛乳50mlをビーカーに入れ、加熱沸騰させる。
- (2)酢酸を約3滴加え、カゼインタンパク質を凝固させる。
- (3)ろ過して固形層と液体層を分ける。
- (4)キッチンペーパーでろ紙にたまった固形物の水分をできるだけ取り除く。
- (5)加圧して丸く整形する。
- (6)電子レンジで加熱し、完全に水分が抜けて硬化したら完成。

反応が早く進む!

↓綺麗に出来上がる!

＜結果＞

12回試行したが、きれいなプラスチックは5個しかつくれなかった。



＜考察＞

約20秒ずつ加熱しては取り出して水分を拭き取る方法で、焦げないように注意しながら乾燥させるときれいに仕上がるということがわかった。

2 カゼインタンパク質が分離するpH値と加熱の効果を調べる

(1)加熱の効果

- ①使用する酢酸を2倍希釈し分離するpH値を求める。
- (A) 沸騰後加熱せず酢酸を添加する。
- (B) 沸騰後も加熱、分離するまで酢酸を添加

＜結果1＞

酢酸(滴)	1	2	3	4	5	6	7
pH	6.4	5.6	4.6	4.2	5.7	5.6	5.5
	8	9	10	11	12	13	
	4.9	4.1	4.6	3.8	5.1	4.9	

＜考察1＞

(A)の方法では凝固点がはっきりしなかった

＜結果2＞

酢酸(滴)	1	2	3
pH	6.1	5.6	5.5

＜考察2＞

(B)の方法では凝固点がはっきりした

(2)カゼインが凝固・分離するpH値の測定

4倍希釈の酢酸を使用して、分離し始めるpH値を詳しく調べることにした。実験Ⅲの結果を受けて、(2)の加熱し続ける方法で行った。

＜結果＞

酢酸(滴)	1	2	3	4	5	6	7
pH	6.1	5.7	5.6	5.5	5.4	5.2	5.1

凝固した pH値5.1

＜考察＞

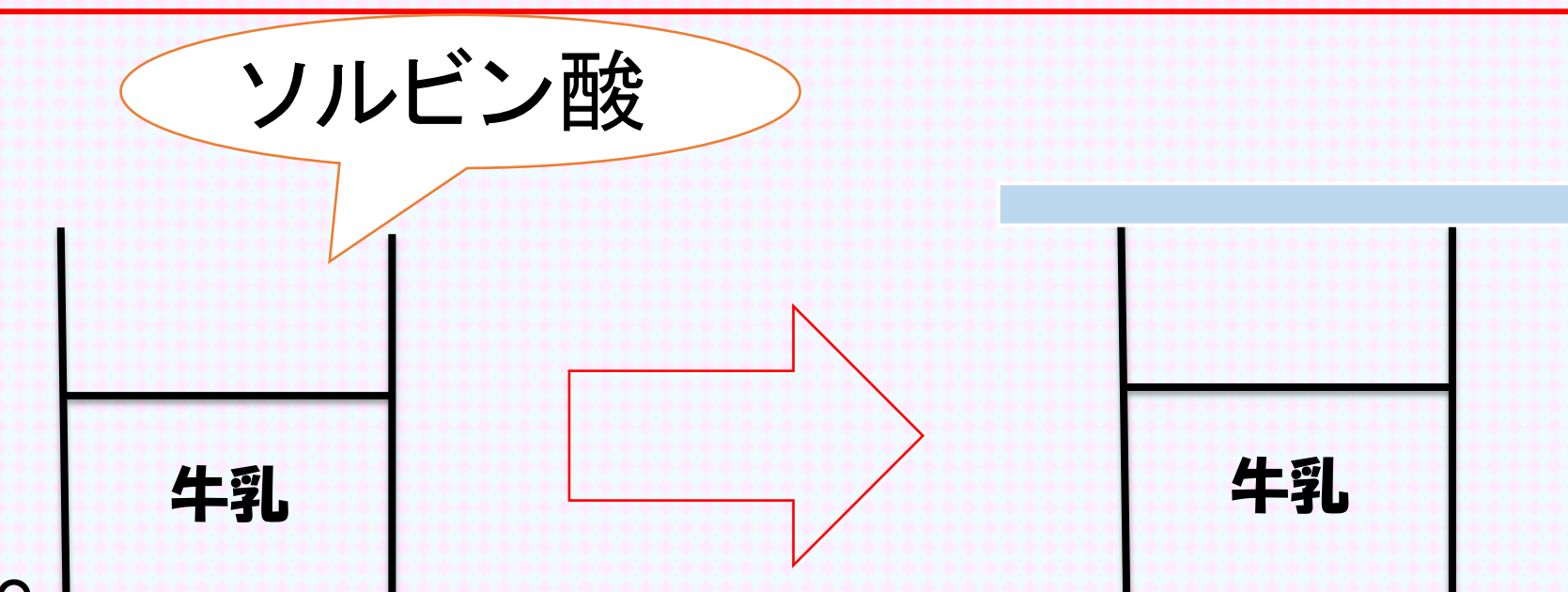
加熱を途中でやめた方は凝固点がはっきりしなかった。これは、温度が低いと凝固に時間がかかるためと思われる。分離し始めるpH値は5.1だった。理論上カゼインタンパク質(等電点)はpH4.6で、それよりも高くなった理由は、取り除ききれなかったホエイタンパク質の等電点がpH5.2で凝固に影響を及ぼしてしまったためだと考えられる。

3 ソルビン酸の防腐効果

(1)牛乳の防腐効果

＜実験方法＞

- (1)牛乳50mlにソルビン酸を添加し、パラフィルムで蓋をする。
- (2)30℃に設定した電気定温機に入れ変化の様子を毎日観察する。



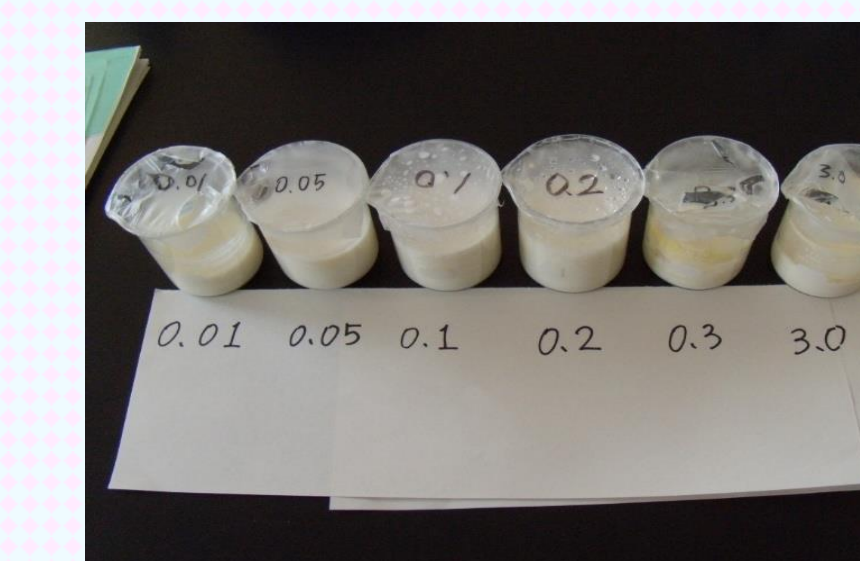
＜結果＞ (2週間後の様子)

乳酸菌が活発になり、パラフィルムが破れてしまった。

ソルビン酸(ml)	0.01	0.05	0.1	0.2	0.3	3.0
結果	×	×	○	△	×	×

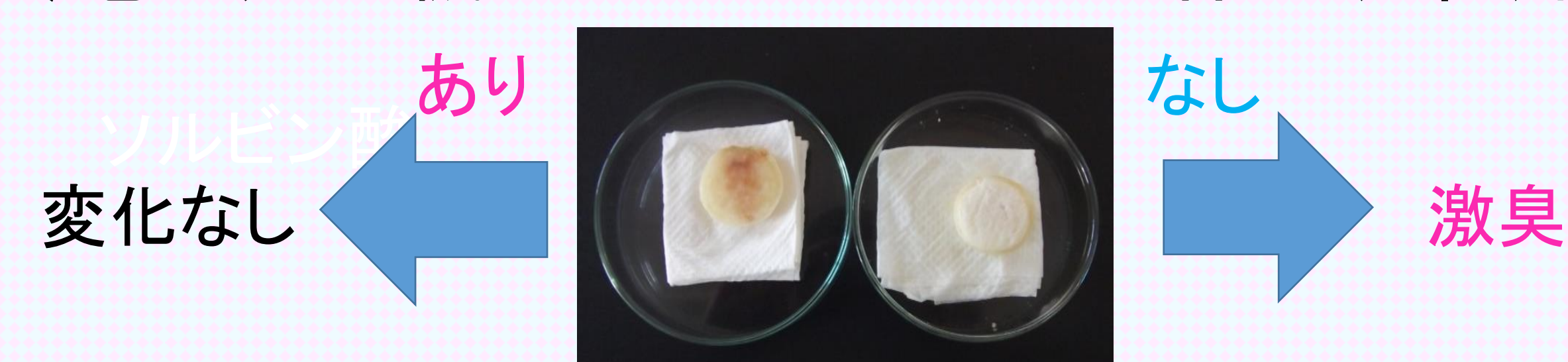
＜考察＞

腐敗せず、かつ乳酸菌が活発になり過ぎない量の0.10gが適量と分かった。



(2)牛乳プラスチックの防腐効果

- (1)シャーレに乾燥しないように、蒸留水を含ませたキッチンペーパーを置く。
- (2)その上に牛乳プラスチックを乗せる。
- (3)電気定温機に入れて35℃に保ち、乾燥しないように毎日蒸留水をかけて観察する。



＜考察＞

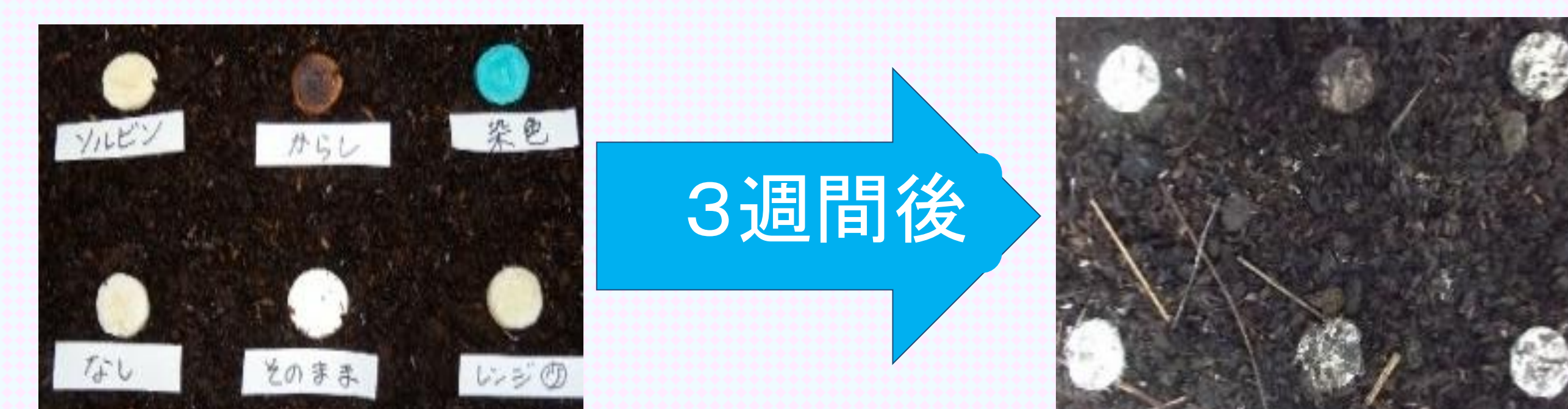
ソルビン酸無添加の方は約2週間後には腐敗臭がしたが、添加の方は変化が見られなかった為ソルビン酸の効果が表れていると考えられる。

4 生分解性を調べる

作成した牛乳プラスチックに生分解性があるかを調べた。また、同時にソルビン酸等の防腐剤を加え、効果の有無も調べてみた。

- c:色がなくなり厚みが薄くなった。
- d:角が丸くなった。
- e, f:周囲と真ん中から崩れてきた。

- a:ソルビン酸添加 b:ねりからし添加
- c:染料で染色 d:添加物なし
- e:乾燥(硬化)の過程を途中で止めたもの
- f:乾燥(硬化)の過程を行わないもの



3週間後

堆肥に埋め、分解される様子を観察した。

＜結果＞

写真左上から横にa, b, c左下から横にd, e, f a, b:少し表面がざらついてきた。

＜考察＞

ソルビン酸が入っているものは抗菌作用がはたらいたためか、変化はわずかだった。それ以外は程度の差はあるが分解されて崩れてきているものが多かった。

カゼインプラスチックについて

牛乳に含まれるたんぱく質の1種κ-カゼインはカルシウムイオンを取り囲んだミセルを形成し、安定なコロイド溶液となっている。それに酸を加えると加水分解が起こり、κ-カゼインから親水基の部分が切断される。これらが互いに結合することによりコロイドは巨大な塊になって沈殿を形成する。この沈殿したものを水分を完全に除去することによってカゼイン・ミセルはプラスチックとして硬化する。

まとめ

私たちは、原料の牛乳にソルビン酸を加える方法で防腐効果を確認することができ、そして、今回の研究では生分解性を担う微生物の存在に気づくことができた。また、コロイドやタンパク質について知る良い機会になり、化学への関心が深まったと思う。