生分解性プラスチックの析出条件による耐久性の差異

鈴木陽太　村上兼都

要旨

この実験では、生分解性プラスチックを牛乳の温度を変えたり入れる酸の種類を変えて作り、その耐久性を測った。牛乳を温める温度を 50℃、60℃、70℃、80℃、90℃に変えてそこにミツカン酢を加えてプラスチックを作ったところ、60℃の時一番耐久性が強くなった。また、酸の種類をカルボン酸である、クエン酸、プロピオン酸、さらに硫酸に変えて同様にプラスチックを作ったが、上手くかたまらず、データがとれなかった。

キーワード：生分解性プラスチック

Ⅰ．はじめに

生分解性プラスチックとは微生物の力によって、最終的には分解されるプラスチックのことである。埼玉産業技術総合センター（2024）によると、近年、二酸化炭素排出量の増加に伴う温暖化や海洋中に流出するマイクロプラスチックの問題から、カーボンニュートラル性を有するバイオプラスチックの利活用が求められている。中でもマイクロプラスチック問題の解決の一つとして期待される生分解性バイオプラスチックが注目されている。この材料は、従来の石油由来の材料と比較して流通もまだ少ないため価格が高く、成形性も悪い。また、高機能な石油由来の樹脂と比較して特筆すべき物性が見つかっていないことから、工業製品に適用するにはこうした解決すべき課題がある。近年では、これらに対して、新たな機能性を有する材料の量産体制の構築、材料改質による成形性向上の取組が行われている。今後、生分解性バイオプラスチックは環境意識の高まりからさらなる利用促進が期待されている。

しかし、環境とビジネスを両立させた循環経済型の製品として生分解性バイオプラスチックが工業製品に適用される実例はそれほど多くない。特に生分解性は従来のプラスチックにはない機能であるがゆえに、製品化に向けた設計や品質保証、環境に流出したときの対応が従来のプラスチックの製品化に増して困難であるといった問題もある。

耐久性について問題を解決する方法として宇山治（2026）によるとデンプンを入れると耐久性が上がることがわかっている。また、豊田西高校（2025）によると、牛乳の種類を無調整牛乳ではないものや、豆乳にすると耐久性が上がるということがわかっている。埼玉産業技術センターでは牛乳の温度を 80℃にしているのに対し、原田信一 ・山本ほのか ・寺石政義 （2023）によると、50℃になっていたため、牛乳の温度によって強度に違いが出てくるのではないかと考えた。

Ⅱ. 手法

（1）　器具・試薬

ガーゼ、ガスバーナー、ガスライター、ライター、三脚、ビーカー、ガラス棒、型、凧糸、おもり、スタンド、温度計、ふっとう石

おいしい牛乳、ミツカン酢、クエン酸、プロピオン酸

（1）　方法

実験 1

① おいしい牛乳 200mL を 4 つのビーカーにそれぞれ注いだ。

② その後ガスバーナーで牛乳を熱して、牛乳の温度を 50、60、70、90℃にした。

③ 牛乳が指定の温度になったら、ミツカン酢を 20mL 入れてガラス棒でかき混ぜ（図 1）

④ 生成した白い沈殿をガーゼでこしとる(図2) 水分を抜いた後、型に入れて高さ、重さ、大きさを均等にした。

⑤ 型に入れた生分解性プラスチックを電子レンジで30秒おきに形が変わらないように整えながら4回温めた。



図1

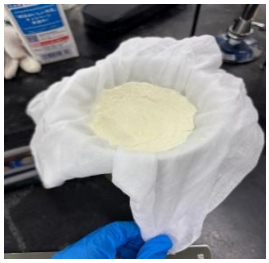


図2

実験2

① スタンドにできた生分解性プラスチックをしっかりと固定し、そこに凧糸を吊り下げて下におもりをつける。

② 生分解性プラスチックが割れるまでおもりをつけ続け、割れた時のおもりの重さをはかる。

③ また、これに加えて酸の種類をカルボン酸である、酢酸、クエン酸、プロピオン酸、さらに硫酸、で同じ実験を行った。

III. 結果

牛乳に酢を加えて調製したカゼインプラスチック試料を加熱処理後、重りによる引張試験で耐久性を評価した。その結果、60℃で加熱した試料の強度が最も高く、70℃および90℃で加熱した試料よりも耐久性に優れていた。

以下は加熱温度と生成物よの関係の表である。

表1　加熱温度の生成物の関係

加熱温度	凝集の形態と質感	耐えたおもりの重さ
50℃	柔らかく、水分を含んだ	1.8×10^4g
60℃	適度な弾力と均一性を持った	2.2×10^4g
60℃	適度な弾力と均一性を持った	2.7×10^4g
70℃	とろとろになった	2.0×10^4g
70℃	とろとろになった	2.2×10^4g
80℃	加熱前はまとまらなかった	8.0×10^3g
80℃	加熱前はかまとまらなかった	9.0×10^3g
90℃	加熱前はまとまらなかった	6.8×10^3g
100℃	ガーゼで濾れなかった	0g

IV. 考察

結果の表 1 より、50℃では 1.8×10^4g、60℃では 2.45×10^4g、70℃では 2.1×10^4g、90℃では 6.8×10^3g となった。

これより、60℃の時が一番硬くなった。牛乳中のタンパク質は約 80%がカゼイン、20%がホエイタンパク質で構成されており、温度が上昇すると、タンパク質分子の熱運動が激しくなり、ミセル内部の疎水性結合やカルシウム架橋が緩み始める。

ガゼインは、110℃以上の高温で、ゆっくりと凝固が始まりまるがホエイタンパク質は約 65℃から 70℃を超えると激しく変性し、カゼインと非常に強い結合を作る。そのため 80℃以上の高温で加熱すると、この強い結合が材料全体にでき、加熱した後に生成したプラスチックがカチカチになり、すぐに割れてしまうと考える。

このため、70℃、80℃くらいから結合が弱くなると考える。

V. 結論

これらの結果より、牛乳が 60℃の時生分解性プラスチックの強度が強くなることがわかった。
今後は、牛乳に加えていた酸の種類を酢から他の物質に変えていきたい。

謝辞

宮澤先生には日々ご指導をいただきました。ありがとうございました。

文献

埼玉産業技術総合センター2024
https://www.pref.saitama.lg.jp/documents/26554/r05-02-seibunkai_pura.pdf
日本乳業協会 2010
https://www.nyukyou.jp
大阪大学.
https://resou.osakau.ac.jp/ja/research/20200305_01(参照 2026-02-17).
豊田西高校 2025
https://toyotanishi-h.aichi-c.ed.jp/ssh/79/79S22.pdf