

地球からプラごみをなくしたい！ ～豆乳プラスチックの改良～

松山市立椿小学校 第5学年 青木 玲依
指導教諭 黒田 孝浩

1 研究の動機・目的

小学3年生のときに体験したビーチクリーニングや自宅のプラごみ調査を通して、地球からプラごみをなくしたいと思った私は、分解されるプラスチックの研究を始めた。

今までの研究で分かったことは、プラスチック原料を最も多く取り出せるのは無調整豆乳で、プラスチック板にすると強度があり、分解されて土になったということだった。そして、この豆乳プラスチック板には改良すべき課題が残った。

【課題1】水に強くすること（写真1）

【課題2】強度を保ちつつ、しなやかに曲がること

【課題3】強度が下がる原因の「焦げ」をなくすこと

これらの課題をクリアして、私たちが普段使っているプラスチックの代用となるような豆乳プラスチックを作るために、今年度も研究を続けることにした。



写真1

2 思いついた3つのアイデア（雑草繊維・蜜ろうコーティング・気体検知管）

(1) 強度を上げるために雑草繊維を豆乳プラスチックに混ぜ込む

四国理科研究発表に参加したとき、雑草繊維を混ぜ込むと紙の強度が上がる研究を聞いた。紙と同じように、豆乳プラスチック板の強度を上げることができないかもしれないと考えた。

(2) 水に強くするために蜜ろうでプラスチック板をコーティングする

私の母は、プラスチック製ラップのかわりに蜜ろうラップを使っている（写真2）。このラップは蜜ろうでコーティングされた布で、水をはじくことができる。このように、豆乳プラスチック板を蜜ろうでコーティングすると防水効果が得られるのではないかと考えた。



写真2

(3) 気体検知管の使用

令和2年度の研究では、プラスチック板が分解される過程を石灰水の白濁から証明したが、もっと正確に二酸化炭素量を測りたいと考えていた。NHKの動画をきっかけに、気体検知管という測定器具があることを知った。プラスチック分解を証明するために適していると思ったので、今年度の分解実験で使うことにした。

3 原料を取り出し、プラスチック板を作る方法

令和2年度の実験と同じ方法で行った。

(1) 無調整豆乳を温める（電子レンジ・飲み物加熱設定）。

(2) 液体100mLに対し酢20mLを加えて、かき混ぜる。

(3) 布巾でこしてしっかりと水気を絞る。

(4) 布巾の上に残った固体がプラスチック原料（写真3）。



写真3

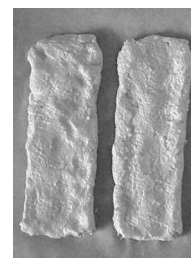


写真4

- (5) 取り出したプラスチック原料10gを9×3cmの型へ入れて押し固める(写真4)。
- (6) 板を加熱する(電子レンジ200W1分加熱を3回繰り返す)。
- (7) 1日、自然乾燥させる。

4 強度の測定方法

令和2年度の研究で作成した強度測定装置を使って、次の方法で測定した(図1)。

- (1) 新500円玉を1枚ずつゆっくと袋へ入れていき、60枚(420g)を試す。
- (2) 割れない場合は160mL缶ジュース(約180g)を1缶ずつゆっくと袋へ入れる。
- (3) 耐えることができた重さを強度とした。

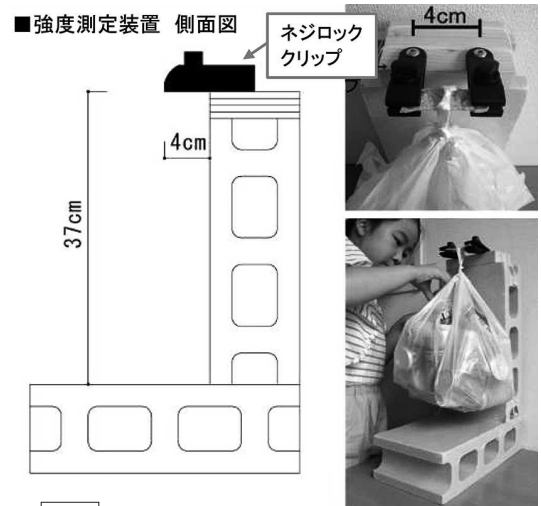


図1

5 実験Ⅰ 焦げを減少させたときの強度実験

(1) 実験Ⅰの内容

令和2年度の研究結果から、炭水化物と脂質が多い原料ほど焦げやすく、割れやすいことが分かった。プラスチック板を水に入れると油が浮いたことから、原料を洗って油分を減らし、プラスチック板の強度を測定した(表1)。

(2) 実験Ⅰの結果(グラフ1)

強度が下がる原因の焦げを減らすと強度が下がった。原料を洗う回数が10回より多いとき、焦げがほとんど出ないので見た目がきれいだった。

(3) 実験Ⅰの考察

洗って焦げを減らすと強度が上がると考えていたが、逆に柔らかさがなくなってしまう、割れやすくなって強度が下がった。ただ、洗う回数が10回以降は見た目がきれいなので、これからの実験では10回洗った原料を使い、この原料で作成したプラスチック板の強度を上げていく。

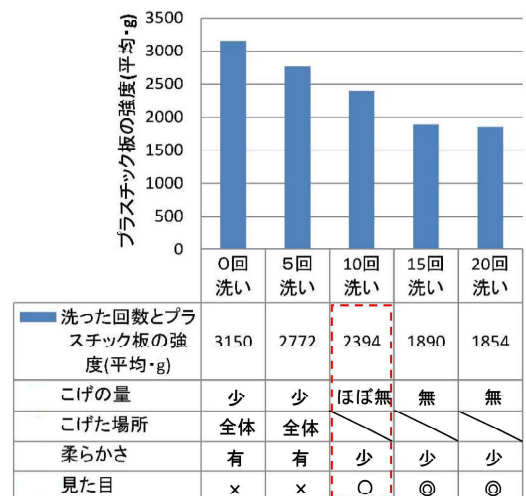
表1

水で洗った回数と作ったプラスチック板の枚数

洗った回数	プラスチック板の枚数
0回	10枚
5回	10枚
10回	10枚
15回	10枚
20回	10枚

グラフ1

洗った回数とプラスチック板の強度(平均・g) その特徴



6 実験Ⅱ 雑草繊維を混ぜ込んだときの強度実験

(1) 実験Ⅱの内容

強度と見た目のバランスがとれている10回洗いの原料へ雑草繊維を混ぜ込んでプラスチック板を作り、強度を測定した(表2)。

雑草繊維は、ススキの葉を重曹で煮込んでフードプロセッサで細かくして作った(写真5)。

(2) 実験Ⅱの結果(グラフ2)

強度が最もあったのは、雑草繊維を20%混ぜ込んだプラスチック板だった。ただ、雑草を混ぜ込むほど見た目が悪くなった。

表2

無調整豆乳プラスチック原料(10回洗い)に雑草繊維を混ぜ込んだ割合と作ったプラスチック板の枚数

雑草繊維の割合(%)	プラスチック板の枚数
0%	10枚
5%	10枚
10%	10枚
15%	10枚
20%	10枚

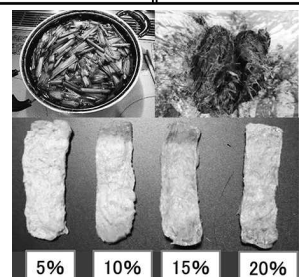


写真5

(3) 実験Ⅱの考察

実験の最中、偶然薄いプラスチック板ができた(写真6)。

普段使っているプラスチックの代用になることが目標なので、強度を保ったまま厚みを薄くできれば理想に近い。そして、代用となるためには見た目も大切だ。

そこで、これまで型を使ってプラスチック板を作っていたが、来年度はアイロンでプレスする方法を試したい。見た目の改良と、雑草繊維を20%以上混ぜ込んだ場合に強度がどうなるかも調べるつもりだ。

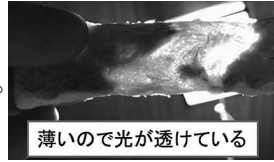
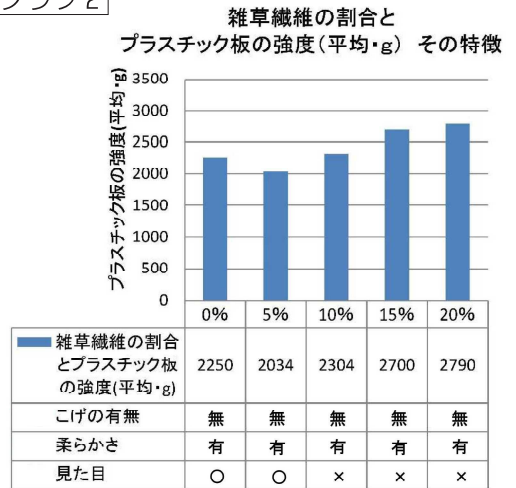


写真6

グラフ2



7 実験Ⅲ 蜜ろうコーティングの防水実験

(1) 実験Ⅲの内容

豆乳プラスチックは、水に濡れると柔らかくなって強度が下がるので、耐水性をもたせるためにプラスチック板を蜜ろうでコーティングした。このプラスチック板を10枚用意して、カップの中でそれぞれ水に浸して、35日間変化を観察した(写真7)。

蜜ろうは、養蜂をしている曾祖父に蜂の巣を分けてもらい、鍋で煮て製作した(写真8)。

(2) 実験Ⅲの結果(写真9)

10枚中6枚は、35日後も全く濁らなかった。
10枚中4枚は、1日後すぐに濁った。

(3) 実験Ⅲの考察

コーティングにむらがあるものや、ひび割れが生じているものはすぐに濁ってしまった(写真10)。また、濁らなかったプラスチック板を切ってみると若干湿っていた。蜜ろうコーティングによって防水性は上がったが完全防水とは言えないので、さらに改良が必要だ。

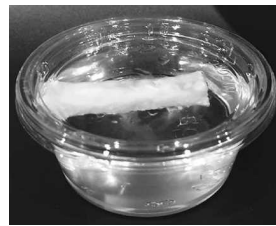


写真7

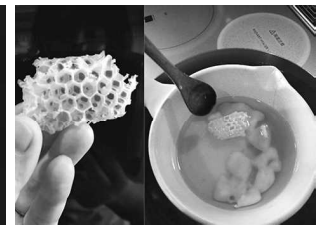


写真8



写真9

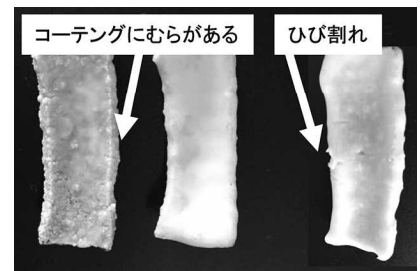


写真10

8 実験Ⅳ 蜜ろうコーティングの耐熱温度を調べる実験

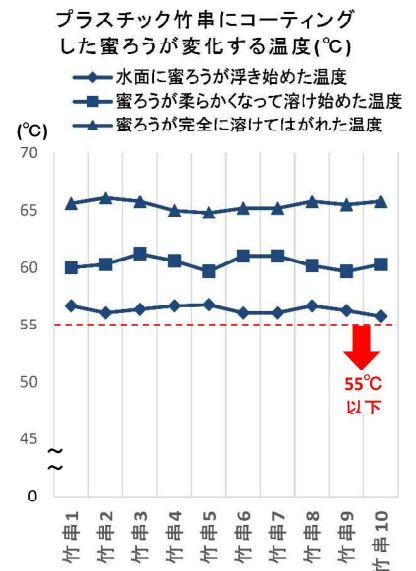
(1) 実験Ⅳの内容

蜜ろうは蜂の巣を溶かして作るので、熱を加えると液体に戻ってしまう。そこで、プラスチック板の蜜ろうコーティングの耐熱温度を調べることにした。プラスチック板を作るのと同じ方法で10gのプラスチック串を10本作り、蓄光パウダーを入れた蜜ろうでそれぞれをコーティングした。水を入れたビーカーで串を温め、蓄光パウダーが光るかどうかで表面のコーティングの状態を判断した(写真11)。



写真11

グラフ3



(2) 実験Ⅳの結果 (グラフ 3)

まず水面に蜜ろうが浮き始め (平均56.4℃)、コーティングは最終的に完全にはがれてしまった (平均65.5℃)。

(3) 実験Ⅳの考察

蜜ろうコーティングは55℃以下だと防水コーティングとして機能する。この実験で、豆乳プラスチックの改良に「熱に強い」という条件も必要だと分かった。

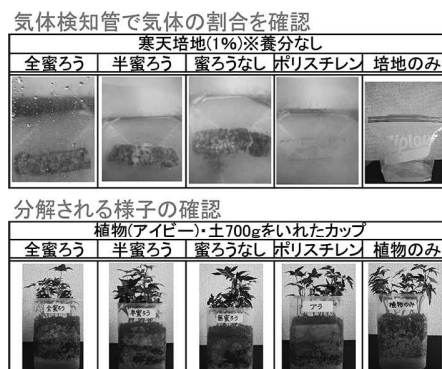
9 実験Ⅴ 作ったプラスチック板の分解実験

(1) 実験Ⅴの内容

改良されたプラスチック板が分解されるか証明する実験だ。実験の材料となるプラスチック板をそれぞれ寒天培地と植物のカップへ入れた (図 2)。



図 2



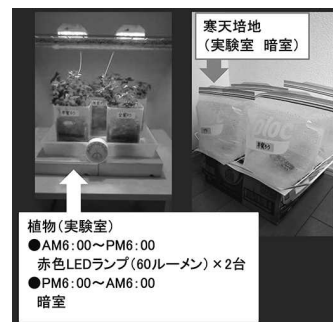
※豆乳プラスチック板は、無調整豆乳(10回洗い)に
 雑草繊維20%混ぜ込んだもの
 ※全蜜ろう・・・全体に蜜ろうコーティング(蓄光パウダー入り)
 ※半蜜ろう・・・半分に蜜ろうコーティング(蓄光パウダー入り)
 ※蜜ろうなし・・・コーティングをしていない豆乳プラスチック

寒天培地は、5日ごとに気体を採取して酸素と二酸化炭素の割合を調べた (写真12)。また、カビがどのように付着していくかも観察した。

植物と一緒に埋めたプラスチック板は、3年生の理科研究で作った実験室で育てて、分解を確認した (写真13)。

(2) 実験Ⅴの結果 (グラフ 4・5)

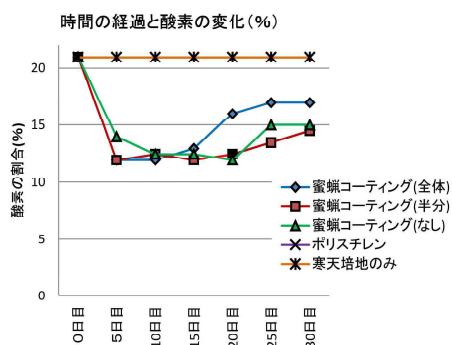
蜜ろうコーティングした豆乳プラスチック板の、寒天培地での気体の割合は、酸素が減って二酸化炭素が増えていることから分解が進んでいると言える。また、植物と一緒に埋めたプラスチック板にはダニのような生き物が群がり、30日後には土と見分けがつかないくらい分解されていた。



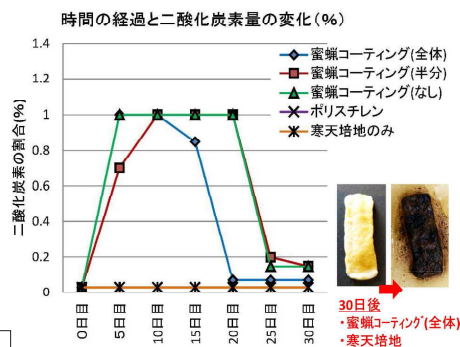
(3) 実験Ⅴの考察

気体検知管を使うことで、酸素と二酸化炭素の割合が数値化されて、正確に分解の証明ができた。また、カビだけでなく、土の中にある小さな生物が分解を進めてくれていることがよく分かった。

グラフ 4



グラフ 5



10 研究を終えて

今回の研究で分かった新しい課題は、①見た目②耐熱性の改良だ。新しく思いついたプレスする方法も試して、さらに改良された豆乳プラスチックを来年発表したい。