

ニンニク由来のアリシンの効率的な抽出方法の検討及び静菌作用の検討

鈴木愛美 鶴牧絢菜 望月紗良 渡邊詩織

神奈川県立厚木高等学校 1年A組 1班

Abstract

Food cannot be stored for a long time, which caused by mold growing. Food waste has become a problem in Japan. We thought about way of storing food for a long time and we focused on the substance called allicin. It is one of the ingredients in garlic. And it has antibacterial action. We thought use allicin to store for a long time, in addition to that, we also thought use garlic peel to save food waste. We experimented putting each cotton wool containing the garlic peel or fruit extract in a petri dish and turn it over. A lot of mold grew in the order of a medium without anything, a medium with absorbent cotton soaked with skin extract, and a medium soaked with real extract. By using garlic peel, food can be stored for a long time and food waste can be reduced.

背景

現在の日本では消費期限の短い製品の大量生産をするため、食品廃棄物が増加しているという問題がある。

目的

食料の長期保存及び食品廃棄物の二次利用の検討

既知の知見及び先行研究

日本は温暖湿潤気候に属しているため、高温多湿である。カビは高温多湿な環境を好むので、日本はカビが生えやすい環境にあると言える。調べたところニンニクや唐辛子は抗菌作用があることが分かった。また、唐辛子に比べてニンニクはコストが安く、皮や芯などの食品廃棄物となる部分があるため、ニンニクを利用することで二次利用もすることができる。ニンニクに含まれる「アリシン」が抗菌作用を持つ。「アリシン」はニンニクのすべての部分に含まれ、傷つけると空気中に揮発する。

仮説

ニンニクに含まれる「アリシン」を利用すれば菌が生えるのを防ぐことが出来るので、食料の長期保存ができる、更に皮も利用することができれば、食品廃棄物の二次利用もできるのではないか。

方法

1 準備

9 cmシャーレ×9, ガラス棒×4, ビーカー×7, ピペット×4, 500 mL三角フラスコ, ニンニクの皮20 g, ニンニクの可食部20 g, ポテト培地の素15.6 g, 蒸留水200 mL, ろうと, ろ紙×2, ろうと台, ジエチルエーテル160 mL, 消毒液, 脱脂綿9個(1個2 cm×2 cm), 電動アスピレーター

2 操作

○培地作成の手順

- ①9 cmシャーレ×9, ガラス棒×4, ビーカー×6, ピペット×4を乾熱滅菌する。
- ②ポテト培地の素15.6 gと蒸留水200 mLを用いて、121°Cで15分オートクレーブで培地を作る。
- ③30秒空気中にさらす。

○ニンニクの可食部と皮のアリシン抽出の手順

- ①ニンニクの可食部と皮を細かく粉碎し,それぞれ20 gと蒸留水100 mLをよく混ぜる。
 - ②混合液をろ過し,ろ過した混合液を40 gずつビーカーに測りとる。
 - ③ろ過した混合液40 gをそれぞれビーカーに20 gずつに分ける。
 - ④4つのビーカーそれぞれにジエチルエーテルを20 mLずつ入れてよく混ぜる。
 - ⑤混ぜ終わったらピペットを用いて分離している上側の液体だけを全て別のビーカーに移す。
 - ⑥もう一度④と⑤を行う。
 - ⑦ビーカー内に残った下側の抽出液に蒸留水10 mLをいれ,消毒液を用いて滅菌しておいた脱脂綿にそれぞれ3つずつ染み込ませる。(10滴)
 - ⑧培地に1つずつ脱脂綿を置き,25度で保存する。余った3つの培地には何も染み込ませず,そのまま入れる。
- 実験
- ①3日ごとに,7日間撮影する。

結果

何も置かなかった培地,皮の抽出液を染み込ませた脱脂綿を置いた培地,実の抽出液を染み込ませた培地の順にカビが多く生えた。

表1 各培地の生育状況

	1日目	2日目	3日目	4日目	5日目	6日目	7日目
コントロール区	×	×	×	△	△	○	○
皮由来抽出物	×	×	×	×	×	△	○
可食部由来抽出物	×	×	×	×	×	×	×

(○:とても生えた △:生えた ×:生えなかつた)

考察

何も置かなかった培地よりもそれぞれの抽出液を含んだ脱脂綿を置いた培地のほうがカビが生えなかつたため,ニンニクに含まれる「アリシン」は滅菌作用があると考えられる。よって,「アリシン」は食品の長期保存を可能にする。皮の抽出液を含んだ脱脂綿を置いた培地は,実の抽出液を含んだ脱脂綿を置いた培地よりはカビが生えてしまったが,皮は食品廃棄物となるので,食品廃棄物を削減することもできると考えられる。

結論

ニンニクの皮に含まれる「アリシン」の抗菌作用を利用すれば,食品の長期保存と食品廃棄物の二次利用ができる。

参考文献

- 1) IDEAS FOR GOODS, “食品廃棄物とは? 数字と事実・原因・解決策”, (<https://ideasforgood.jp/issue/food-waste/>)
 - 2) Wikipedia, ”アリシン”, (<https://ja.wikipedia.org/wiki/%E3%82%A2%E3%83%AA%E3%82%B7%E3%83%B3>)
- 中田利一, 腫瘍発育に及ぼす生ニンニク抽出液の影響(1972年)

クレソンによる水質浄化
—Water purification by watercress—
氏名 小桧山陽菜 佐藤綾南 野村真帆 畠山樹 平本さくら
神奈川県立厚木高等学校 1年A組 2班

Abstract

We found watercresses can improve of water quality by absorbing phosphorus and nitrogen to grow. We researched how many occurrence of a water-bloom watercresses stop. We experimented the difference of the emission rate of water-bloom between water tank in watercresses and dirty water and that in only dirty water. As a result, watercresses can stop occurrence of a water-bloom by keeping their life environment good such as putting them on the sponge. In conclusion, watercresses can improve of water quality while being grown.

背景

水辺の環境問題について調べていたところ、藻やアオコの大量発生によって水中の酸素の量が減少し、水生昆虫や魚などの他の生物の生態系を破壊している事がわかった。水を浄化し藻の発生を防ぐためにクレソンをはじめとする多くの植物が育てられていることに興味を持ち、実際にどれほどの効果があるのか調べることにした。

目的

植物の水質浄化作用を利用することで、より効率的に水質浄化を行う。

既知の知見及び先行研究

高濃度の栄養素を含有する生活排水や薬品などにより川や湖、池の水が富栄養化し、それらが藻やアオコの繁殖を増進させ、生態系のバランスを崩す。植物には水質浄化作用があり、その中でもクレソンは栄養素の吸収率が高く、繁殖力が強い。

仮説

水中で植物を栽培することで水質を浄化し、藻やアオコの増殖を防ぐことができる。また、先行研究よりクレソンは栄養素の吸収力と繁殖力が共に強いため、他の植物と比較して効率的に水質浄化できる。

方法

【実験 1】

1 準備

試料・使用した器具

クレソン、アマゾンフロッグピット(どちらも発芽済み)、水槽、藻やアオコによって濁った水(今回の実験では生物室の水槽から調達)、遠心分離機、スポット、吸光度計

2 操作

用意した3つの水槽すべてに同量の濁水を注ぎ、クレソンを入れる、アマゾンフロッグピットを入れる、何も入れない、という操作を加えた水槽を用意する。一定期間後水槽内の濁水を遠心分離機(400回転/分、3分間)にかけ、上澄み液の吸光度を吸光度計(波長:660 nm)を用いて計測する。



図1 クレソン(左), アマゾンフロッグピット(中), 濁水のみ(右)

結果

時間の経過に連れて一度減少した藻やアオコの量は増加していったものの、どの段階であっても植物を入れた水槽内の濁水の方が吸光度が低く、より多くの光を通していった。クレソンを入れた水槽とアマゾンフロッグピットを入れた水槽の結果を比較すると後者の方が吸光度の低下量が大きく、この実験からは仮説とは異なりアマゾンフロッグピットが最も水質浄化に適しているといえる。

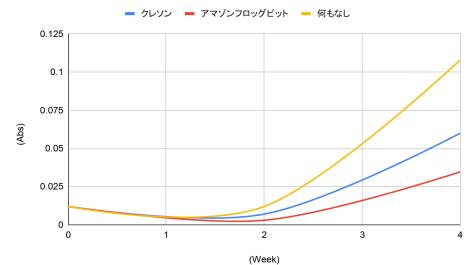


図2 実験Ⅰにおける吸光度の変化

考察

結果より、水中で植物を育てることにより藻やアオコなどの繁殖を抑えることができたといえる。また、クレソンは半水生だが土壌栽培されたものを水耕栽培に使用した為、本来の水質浄化能力を発揮できていないのではないかと考えた。そのため実験Ⅱでは本来の浄化能力を発揮できるよう、クレソンの水中でのより良い育成方法を考えることにする。

実験Ⅱ

1 準備

試料・使用した器具

クレソン(種子), スポンジ, 水槽, 藻やアオコによって濁った水(実験Ⅰと同じく生物室の水槽から調達), 遠心分離機, スポイト, 吸光度計

2 操作

クレソンの種をスポンジに蒔き2 cm以上に成長した段階から濁った水に入れて育て、遠心分離機、吸光度計とともに実験Ⅰと同様の操作で計測を行った。

結果

表1 実験Ⅱにおける吸光度の変化

	あり	なし
実験開始時	0.143	0.143
二週間後	0.078	1.579
増加量	-0.065	1.436

実験Ⅰでは約二週間後から吸光度が上昇を始めていたのに比べ、今回の実験では減少が続いている。

考察

結果より、実験Ⅱの方が浄化能力が高かった。よって、葉の大きさや茎の太さではなく、根が水耕栽培に対応できているかどうかが植物を使用した水質浄化には重要であると考えられる。

結論

植物には確かな水質浄化能力がある。また、その能力はスポンジを使用して強く大きな根を張らせることでより強く発揮させることができる。

参考文献

- 1) ウィンテックス株式会社 “薬品を使わない、新しい藻・アオコ処理”
(http://www.wintecs.jp/algae/algae_bloom.html)
- 2) “クレスンのすごい力”
(<https://naturally-land.com/2019/05/24/kureson/>)
- 3) “水耕生物ろ過法における水面積及び収穫の浄化機能に及ぼす影響と隔離水界を用いた浄化効果の評価”
(https://www.jstage.jst.go.jp/article/jswtb/41/2/41_2_61/_pdf)

コーヒーの残渣による活性炭の生成
—ごみから臭いを消したい—
宮澤侑杜 黒木京 斎藤彬 嶋田航大 古川喬太
神奈川県立厚木高等学校 1年A組 3班

Abstract

There is a social problem about an abundance of garbages in Japan. We made deodorants from coffee grounds so that we can reduce garbages. We do experiments to deodorize garbage odor by using garbages. We mixed coffee grounds and the phosphoric acid that promote the chemical reaction and heated to make activated carbons. They were put into a bag filled with aroma smell. We measured and digitized the smell before leaving them in the bag and after doing it with the odor checker. We found that coffee grounds can change into activated carbons that has a deodorant effect. The effect is directly proportional to time of heating. We succeed in generating activated carbon which has effect of deodorize. But, it's difficult to reuse garbage, because you have to prepare phosphoric acid and can't heat shell of coffee by using a goods which are at home.

背景

日本ではごみの排出量の多さが社会問題となっており、環境省によると平成29年度における一般廃棄物の総排出量は4289万トンである。このまま進めば20年後にはごみの最終処分場がなくなってしまうと言われている。また、生ごみは日が経つに連れ悪臭を放ち我々に不快感を与える要因となる。そこで、ごみの中から消臭効果のある素材を作り出すことができれば、これらの問題を同時に解決できると考えた。

目的

ごみを再利用して作ったもので生活で出てくる生ごみの匂いを消臭する。

既知の知見及び先行研究

活性炭の生成方法には、有機物に塩化亜鉛やリン酸などの薬品などを使用する薬品賦活とガス(水蒸気、二酸化炭素、空気、燃焼ガス等)を700~1000 °Cの温度で反応させる炭素の部分反応によって微細孔活性炭が作成されるガス賦活の2種類がある。有機物の原料については鋸屑のような木質原料である。活性炭の表面には多くの穴が存在し、この穴の中に匂いの成分が吸着されて消臭に至る。また、消臭に適した穴の大きさというものが存在する。この穴の大きさは加熱の温度、時間によって変化する。

仮説

コーヒーの残渣を活性炭にすれば消臭効果が期待できるのではないか。

方法

1 準備

リン酸、コーヒーの残渣、市販のアロマオイル、フライパン、ガスコンロ、駆込ピペット、薬さじ、キムワップ、30 mL試験管、ゴム栓、ガスバーナー、ろうと、ろ紙、ガラス棒、100 mLビーカー、直径6 cmシャーレ、1 mLホールピペット、脱脂綿、密閉容器(A7サイズ)、においチェック

2 操作

- 1, コーヒーの残渣20.0 gとリン酸5 %, 12.0 mLを混ぜ, フライパンでコーヒーの残渣から水がなくなるまで加熱する。
- 2, 1で生成された物質を3本の試験管に3.0 gずつ取り, それぞれ30分, 1時間, 2時間加熱する。
- 3, 加熱した物質をビーカーに移し純水を用いて洗浄し, 濾過した自然乾燥させる。
- 4, 4つのシャーレに脱脂綿を置き, それぞれに1 mLホールピペットを使ってアロマオイル1 mLを30秒間染み込ませた後, 同じ大きさの密閉袋A, B, C, Dに入れて密閉し1分放置する。
- 5, 脱脂綿を密閉袋から取り出し袋Aはにおいチェックでにおいの強さを測定し袋B, C, Dは加熱時間の異なる3種類の出がらしをそれぞれ入れて20分間放置する。
- 6, 袋B, C, Dを放置したあとにおいチェックでにおいの強さを測定する。



図1 試験管による加熱

結果

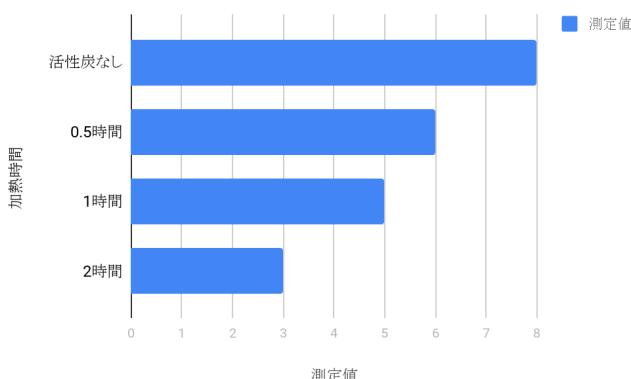


図2 においチェックによる測定値

考察

コーヒーの残渣によって, 消臭効果のある活性炭を生成することができることが分かった。また, 活性炭を生成する過程のうち, 加熱時間を長くすればするほど効果はよくでたが, これは仮説通り加熱によって活性炭の穴が大きくなつたからだと考えられる。このまま加熱時間をもつとほした場合考えられるのは, 穴が大きくなりすぎることで臭いの吸着に適さなくなり, 消臭力の限界に達することだが, これについて, 今後機会があれば研究を続けたい。

結論

コーヒーの残渣を用いて消臭効果のある活性炭を生成することができたが, リン酸を用いる必要があることや, 可能な限り空気を触れさせないようにする必要があるため, フライパンなど家にあるものでの加熱ができないことから, 当初の目的である家庭での生ごみの再利用は難しいと考えられる。

参考文献

- 1) 電話協力 株式会社クラレ “活性炭の生成方法について”
- 2) 株式会社クラレ“活性化反応 (www.kuraray-c.co.jp)”
- 3) J-Stage“活性炭の製造方法” (<https://www.jstage.jst.go.jp>)
- 4) 環境省“一般廃棄物の排出及び処理状況等（平成29年度）について” (www.env.go.jp)

クモの糸で釣り糸を作る！
—地球に優しい釣り糸を—
財前天太 飯塚元太 大矢榛万 嶋村あやか 井上桜佳
神奈川県立厚木高等学校 1年A組 4班

Abstract

The problem that the sea creatures died from suffocation by plastic fishing line is happening. We try to make biodegradable fishing lines that turn into plastic so we collected silk threads. After that we soaked them in water and we measured their strength to put small change on the silk threads that are evenly spaced. In addition, we twisted silk threads and measured their strength by attaching weight. We also put them in each Ziplocks with N_2 , CO_2 and O_2 and what will happen them. As a result, the first is that condition stronger than normally condition. The second when thread's thickness is 1.2 mm, it can lift 1 kg weight. The third is that warps didn't turn yellow. We think if we have enough silk threads, we can make fishing lines from coast.

背景

投棄された釣り糸が海の生物に絡まり、死んでしまうのが問題となっているため生分解性の釣り糸を作れないかと考えた。

目的

不法投棄されても自然に害のない生分解性の釣り糸を作る。

既知の知見及び先行研究

- ・クモの糸は水につけたほうが強くなる
- ・釣り糸は3号で堤防ちょい投げができる
- ・釣り糸の強度(lb.)が糸の太さ(mm)の2乗に比例する
- ・ジョロウグモの糸は特に強い

仮説

クモの糸の強度が、水に浸けると強く、普段見る糸の色が白いことから釣り糸と同等の役割を果たせる。

方法

1 準備

割り箸、純水、小銭 1円玉(0.99 g), 5円玉(3.75 g), 10円玉(4.48 g), 50円玉(3.95 g), 100円玉(4.79 g), ヘアピン、ジップロック、 N_2 , CO_2 , O_2

2 操作

実験1

- 1, 割り箸を加工したもの(図1参照)にクモの縦糸を出させ、巻いていく。
- 2, 糸を巻いたところに質量の大きい小銭から置く。
- 3, 2と同じくらいの回数糸を巻き、糸の間隔を大体揃えたものを純水に2分間浸す。
- 4, 3のものを2と同じ作業をする。

実験2

- 1, クモの糸を撫る。
- 2, ヘアピンに1で作ったものを通して。
- 3, 袋を2のヘアピンで留め、袋の中に重りとなるものを入れていく。

実験3

1, 3つのジップロックに、クモの糸を巻いた割り箸を入れる。

2, 1で作った3つの袋に、それぞれ空気に含まれる主な気体であるO₂, CO₂, N₂を入れ密封する。

3, 1,2で作った物を約3週間放置する。



図1 割り箸を加工したもの

結果

	水に浸ける前	水に浸けた後
1回目	4	10
2回目	35	31.8
3回目	35	12.9
4回目	6	43.8
5回目	21.7	23.6
6回目	13.5	18.3
7回目	6.8	6.8
8回目	13.8	36.5
9回目	36.5	43.4
10回目	30.4	52.8
11回目	9.7	14.6
平均	19.3	26.7

表1 クモの糸の強度と水の関係

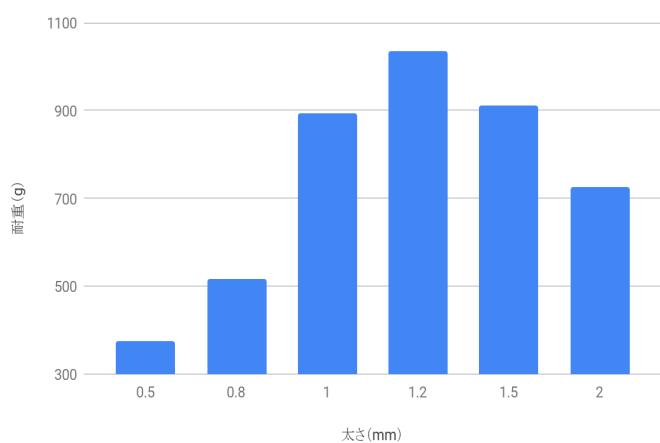


図2 太さと耐重の関係

・実験1,2 クモの糸を水に浸けた後の強度と糸を撚ったものの耐重

全体的な結果として、浸けた後のほうが強度が増しているため、水に浸けたほうがより活用できると考えられる。また、より太くし、糸を撚ることによってさらに強度は高くなると考えられる。

劣化や何回も糸を撚ったことから、1.2 mm以降は耐重が減少したと考えられる。

クモの糸が太さ1.2 mmで約1 kg耐えるので、3号の釣り糸を作るには理論上太さ2.8 mmの糸が必要と考えられる。

・実験3

どれも3週間放置しても色の変化が見られなかった。ただし、今回は縦糸しか利用していないので、横糸では色が変化すると考えられる。

結論

クモの糸が大量にあれば釣り糸は普段と同様の役割を果たせると考えられる。横糸を主とし、縦糸を周りにつけていくようにするとより良くなると考えられる。今回の実験では純水を利用したため、海水で実験をする必要がある。ただし、糸の巻き数などの条件を正確に揃えることができなかつたのでより厳密な実験が必要である。縦糸でしか実験していないので、横糸では色が変化するのかを実験する必要がある。

参考文献

- 1) クモの巣はなぜ雨に強いのか?
(http://main.spsj.or.jp/koho/64t/64t_4.pdf)
- 2) 相模原市立博物館 ジョロウグモの黄色い糸
(<https://www.sagami-portal.com/city/scmblog/archives/1446>)
- 3) クモの糸は水に浸けると強くなる
(<http://main.spsj.or.jp/koho/64t/64t-4.pdf>)
- 4) 釣り糸の号数強度標準直径
(<https://ms-fishing-style.com/ozgglb/linestandard>)
- 5) 釣り糸の種類や太さはどう決めればいいの?
(<https://tsuri-blog.net/line-select/>)
- 6) ジョロウグモの糸は特に強い
(<https://ameblo.jp/kiyomi1014/entry-12413573228.html>)

リモネンのより効率的な抽出方法の検討
—廃棄前のオレンジの皮を有効活用する—
石渡愛奈 井上瑞梨 折戸陽雅 佐藤優衣 平林真衣
神奈川県立厚木高等学校 1年A組 5班

Abstract

We focused on discarded food waste. Among them, we focused on the citrus peel, because citrus peel contains limonene. The amount of limonene contained in citrus peel is small. we want to find a way to extract limonene efficiently. we experimented in three ways : steam distillation, simple distillation, and pressing. Steam distillation can extract more limonene than simple distillation or pressing. From these experimental results, steam distillation can extract limonene most efficiently.

背景

家庭及び企業において廃棄される食品ゴミに着目した。今日において大量に廃棄されている食品のゴミを、廃棄される前に何らかの方法で有効活用したいと考えた。また、廃棄される部分が多い食品に柑橘類が挙げられる(オレンジの廃棄率:約40%)。特にオレンジは、油脂を分解する性質があり、食器用洗剤にも有効成分として使われているリモネンを多く含む。このことから、廃棄されるオレンジの皮からリモネンをより効率よく抽出する方法を調べることにした。

目的

リモネンをオレンジの皮から効率よく抽出する方法を調べる。

既知の知見及び先行研究

リモネンとは、主に柑橘類の果実皮に含まれる無色透明の精油成分である。親油性が非常に高く、食器や手指に付着した油性の汚れを落とす用途に適性がある。また、先行研究より、水蒸気蒸留法、溶剤抽出法、圧搾法が一般的な抽出方法として挙げられていることが分かっている。

仮説

リモネンを変性アルコールを用いて蒸留を行うことでオレンジの皮から抽出することができれば、水蒸気蒸留よりも濃度の濃いリモネンを得ることができる。また、水蒸気蒸留は圧搾法よりも操作が少ないため、効率よくリモネンを得ることができる。

方法

1 準備

表1 実験器具

	水蒸気蒸留1	単蒸留	水蒸気蒸留2	圧搾法1	圧搾法2
全実験で共通	オレンジの皮40 g, 発泡スチロール, ミキサー, パラフィルム				
3つの実験で共通	リーピッヒ冷却器, 200 mL三角フラスコ, 枝付丸底フラスコ, ゴム栓付温度計, ガスバーナー, 三脚, 金網, 沸騰石, スタンド				
			300 mLビーカー, 布		
共通でないもの	純水50 mL	変性アルコール50 mL	純水50 mL, すり鉢		すり鉢

2 操作

表2 実験手順

水蒸気蒸留1	単蒸留	水蒸気蒸留2	圧搾法1	圧搾法2
オレンジの皮40 gをミキサーで細かくする				
				皮をすり鉢ですり潰す
		皮を布に包み、両端をねじって液体を絞り出す		
純水、皮、沸騰石を丸底フラスコに入れる	変性アルコール、皮、沸騰石を丸底フラスコに入れる	液体と沸騰石を丸底フラスコに入れる		
リーピッヒ冷却器を用いて液体を三角フラスコに集める				
	丸底フラスコに残った液体を三角フラスコに移す			
液体に発泡スチロールを入れ、パラフィルムで蓋をし、1時間半後に発泡スチロールの溶解の有無を調べる				

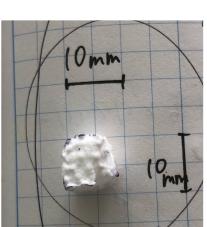
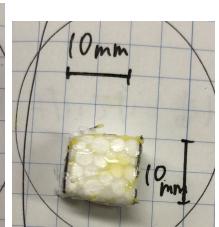
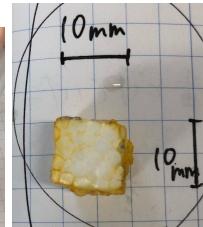


図1 蒸留装置

図2 圧搾法

図3 発泡スチロールの溶解の様子

(左から順に水蒸気蒸留1, 単蒸留, 圧搾法1, 水蒸気蒸留2の様子)

結果

表3 発泡スチロールの溶解の有無と結果

	溶解の有無	結果
水蒸気蒸留1	有	発泡スチロールが全て溶けた
単蒸留	無	
圧搾法1	無	
圧搾法2	×	液体を絞り出すことができなかった
水蒸気蒸留2	有	発泡スチロールは水蒸気蒸留1の4分の1ほどの溶解が見られた

考察

単蒸留では変性アルコールとリモネンの親和性が小さかったため、リモネンが皮から溶け出さず、抽出することができなかったと考えられる。リモネンの親油性を利用してリモネンを抽出するためにはリモネンとの親和性がより大きい物質を使用する必要があると考えられる。また、圧搾法では布に染みこんでしまう量が多く、リモネンを抽出することができなかったと考えられる。水蒸気蒸留2も圧搾法と同じく、リモネンが布に染みこんでしまい、水蒸気蒸留1よりも抽出することができたリモネンの量が少なかったと考えられる。以上から、水蒸気蒸留1が最も多くリモネンを取り出すことができると考えられる。

結論

水蒸気蒸留は、圧搾法や単蒸留に比べて、同じ質量のオレンジの皮からより多くのリモネンを抽出することができる。

参考文献

1) オレンジの皮からリモネンを取り出す

(https://www.jstage.jst.go.jp/article/kakyoshi/48/4/48_KJ00003521285/_pdf)

2) 高校化学におけるリモネンを用いた実験条件の検討

(http://www.jsse.jp/~kenkyu/201732/02/20173202_19-22.pdf)

3) 「リモネン」を用いた科学実験

(<http://yatagai.jp/student/h22/h22semi2/research/21128.pdf>)

4) 情報サイト果物ナビ

(<https://www.kudamononavi.com/eiyou/eiyouhyou/direction=desc/sort=lossrate/level=1>)

5) けせらせらっこ

(<https://queseraserakko.com/limonene-content-rate/>)

6) 食品ロスの現状

(https://www.maff.go.jp/j/study/syoku_loss/01/pdf/data2.pdf)

圧電素子による発電の研究

内海恒希 小川雄史 小澤洸翔 野末慎之助 野宮勇介 藤井大地
神奈川県立厚木高等学校 1年A組 6班

Abstract

We tried to put “Piezoelectric element” practical use. Because we need the renewable energy to stop global warming. So we discovered the way of this. It is that sounds or objects hit the “Piezoelectric element”. Then, we couldn’t confirm power generation when sounds hit it. In contrast, we could confirm power generation when objects hit it.

背景

地球温暖化が進行している現代において、化石燃料に頼らない電源の開発は極めて重要な課題となっている。水力発電、風力発電、太陽光発電など多くの再生可能エネルギーが注目される中、あまり注目されていない音エネルギーによる発電の実用性を示せれば、それは大きな意義を持つ。

目的

音エネルギーによる発電が実用的であるかどうかを調べる。

既知の知見及び先行研究

圧電素子に圧力を加えると、その圧力が電気エネルギーに変換される。この特性を利用して、駅の床に設置した圧電素子を乗客が踏むことによる発電が試みられている。このように人の踏む力などを利用して発電する方法は広がりつつあるが、音エネルギーを利用した発電はまだまだ実験段階であります。

仮説

日常で聞く可能性のある音圧レベル(dB)でも集音器を使って音エネルギーを一か所に集めれば発電することができるのではないかと考えた。(日常で聞く可能性のある音圧レベルを、カラオケ店の内部の音圧レベルと言われる90 dBと定義した。)

実験1

方法

1 準備

圧電素子、電圧計、スピーカー、集音器(パラボラ型に変形した鉄板)、LED

2 操作

- 1, 集音器の裏に圧電素子を取り付け、圧電素子を電源とした電圧計、LEDを含む回路を組む。
- 2, 音圧レベル約90 dBのスピーカーに集音器を出来る限り近づけ20 Hz, 500 Hzの音をそれぞれ当てる。
- 3, 電圧を調べる。(電流は非常に小さかったため測定できなかった。)

結果

20 Hz, 500 Hzどちらの音でも電圧は発生せず、電気エネルギーを得ることはできなかった。

考察

音圧レベル約90 dBでは圧電素子が発電するために必要な最低の音圧レベルに届いてないのではないかと考えられたため、物体を落として発電に必要な最小の圧力を求めそれを音圧レベルに変換し、発電に必要な最小の音圧レベルを求めることにした。

実験 2

方法

1 準備

圧電素子, 球(100 g), 電圧計, 定規, LED

2 操作

- 1, 圧電素子を水平面に固定し, 圧電素子を電源とした電圧計, LEDを含む回路を組む.
- 2, 1 cm, 2 cm, 3 cm, 4 cm, 5 cm, 15 cmの高さからそれぞれ球を静かに落とす.
- 3, 電圧を調べる.(実験1と同様の理由で電流は測定できなかった.)
- 4, 落下距離ごとに圧電素子に接触していた時間をもとに圧電素子にかかった圧力, 圧力を音圧レベルに変換した値を求める.(接觸時間はiPhoneのスローカメラから算出.)
(計算には $\text{dB} = 20 \log \text{Pa} / 0.0002$ の公式を使用.)

結果

表1の通りの結果を得ることができた.

表1 圧電素子に球を落とした高さと電圧の関係, またその電圧を得るのに必要な音圧レベルの推定値

落下距離	発生電圧 一回目(V)	二回目(V)	平均電圧(V)	圧電素子にか かった圧力(Pa)	圧力を音圧レベル に変換した値(dB)
1 cm	0	0	0	36860	185.3
2 cm	0.05	0.06	0.055	43980	186.8
3 cm	0.08	0.08	0.08	48380	187.7
4 cm	0.1	0.1	0.1	52810	188.4
5 cm	0.1	0.1	0.1		
15 cm	0.1	0.1	0.1		

4 cm, 5 cm, 15 cmの高さから落とした時は電圧の値は変わらなかったがLEDの明るさは4,5 cmの時よりも15 cmの時のほうが明るくなった.

また, 電圧の値に変化のあった1 cm, 2 cm, 3 cm, 4 cmについてのみ圧力と音圧レベルを求めた.

考察

発電に必要な最小の音圧レベルは186.8 dBであると考えられる. 球を落とす高さが一定を超えると発生する電圧が変化しなかった要因として, 使用した圧電素子が発生させることができる電圧の上限がおよそ0.10 Vであったという可能性が挙げられる. その場合はLEDの明るさが電圧の値に変化がない時も変わったことから, 計測することのできなかった電流の値が変化していると考えられる.

結論

実験2の結果から, 実験1にて電圧が発生せず電気エネルギーを得られなかった理由は, 実験1で圧電素子に加えた音圧レベルが約90 dBに対し, 発電に必要な最小の音圧レベルが186.8 dBであるからということが分かった。186.8 dBという音圧レベルは, コンテナ船のエンジン音の音圧レベルとほぼ等しく, 日常生活で無駄になっている程度の音を振動の増幅などをせずに圧電素子に当てて発電することは不可能だと考えられる。

参考文献

- 1) 人間が1 m落下したときの衝撃は1.5 t
(http://www.02320.net/free-fall_velocity-and-impact/)
- 2) 衝撃力の計算
(<http://higgs.phys.kyushu-u.ac.jp/~koji/download.html>)
- 3) 音圧レベル
(<https://ja.wikipedia.org/wiki/%E9%9F%B3%E5%9C%A7%E3%83%AC%E3%83%99%E3%83%AB>)
- 4) 意外と知らない次世代を担う新エネルギー・発電方法
(<https://www.softbank.jp/energy/special/shizen-denki/column/vol-001/>)
- 5) 騒音の大きさの目安
(http://www.city.fukaya.saitama.jp/ikkrwebBrowse/material/files/group/31/souon_ookisa.pdf#search='90dB)

生分解性プラスチックの生産効率の向上

村上開 伊藤怜 浦木晴仁 中村陽斗

神奈川県立厚木高等学校 1年A組 7班

Abstract

Today, the problem about plastics is embossing. We focused to Biodegradable plastics. However most of Biodegradable plastics are not circulated. We tried to make Biodegradable plastics more easily. Heat Lactic acid with catalyst, concentrated sulfuric acid and ethanol. Verification the difference of catalyst. we spent two hours and twenty-six minutes to heat them at first. Finally the time became twenty minutes. They have low heat resistance, low impact resistance and a little sticky. The biodegradable plastic we made do not have practicality.

背景

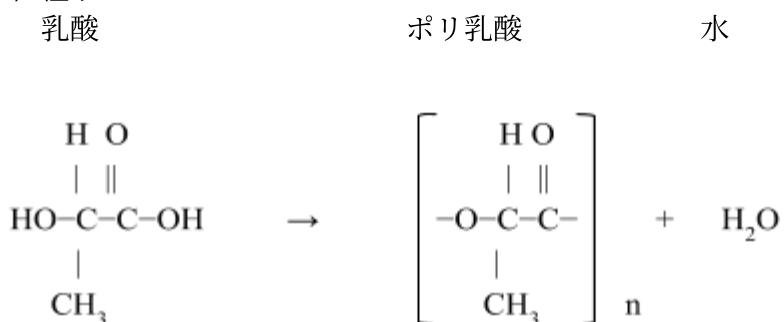
現在、プラスチックに関する問題が浮き彫りになっている。そこで、ポリ乳酸の生分解性プラスチックに注目した。しかし、価格が汎用プラスチックと比べ高く、あまり流通していない。そこで、生産効率を上げ、生産コストを抑えたり、流通数を増やすことができるのではないかと考えた。

目的

乳酸に触媒を加え、加熱し固体化するまでの時間を短縮する。また、触媒の違いによる結果の違いを検証する。

既知の知見及び先行研究

乳酸がポリ乳酸になる仕組み



乳酸が個体化し、ポリ乳酸に変化する反応の構造式は上記の通りである。乳酸からH₂Oがなくなり、ポリ乳酸に変化していることがわかる。触媒として用いる、濃硫酸には、強い炭化作用があり、多く使いすぎると乳酸を炭化させてしまう。また、ラウリルアルコールとエタノールの分子の構造は似ており、ラウリルアルコールの化学式はC₁₂H₂₆O、エタノールの化学式はC₂H₅OHである。また、濃硫酸やアルコール物質には脱水作用がある。

仮説

濃硫酸やエタノールには脱水作用があるため、触媒として利用すれば、乳酸を早く固体化することができる。

方法

1 準備

ガスバーナー、乳酸、濃硫酸、エタノール、駒込ピペット、ガラス棒、電子温度計

2 操作

① ガスバーナーで、電子温度計を使い180 °Cから200 °Cを保ちつつ、乳酸10 mLを加熱した。

加熱中には、乳酸をガラス棒の先端につけて、固化が進んでいるかを確認した。加熱後は冷蔵庫で冷却した。

- ② 乳酸10 mLに触媒として濃硫酸一滴（約0.1 mL）をピペットで入れ、①と同様に加熱し、冷却した。
- ③ 乳酸10 mLに触媒としてエタノール三滴（約0.3 mL）をピペットで入れ、①と同様に加熱し、冷却した。
- ④ 乳酸10 mLに触媒として濃硫酸一滴とエタノール三滴をピペットで入れ、①と同様に加熱し、冷却した。

結果

- ① 触媒を加えず加熱したところ、固体化するまでにかかった時間は、146分だった。
- ② 固体化するまでにかかった時間は、75分だった。
- ③ 固体化するまでにかかった時間は、88分だった。
- ④ 固体化するまでにかかった時間は、21分だった。今回の実験パターンで最も短時間で固体化した。



図1 固体化した固体



図2 固体化した固体



図3 固体化した固体



図4 固体化した固体

表1 それぞれの加熱時間（分）

	触媒なし	濃硫酸	エタノール	濃硫酸とエタノール
時間	146分	75分	88分	21分

どれも耐熱性が低く手の熱で柔らかくなってしまった。また、表面にはほんの僅かだが粘り気があり、触ると手に少しきつつくような感触があった。引っ張って伸ばすことが容易で、延性は高いが耐衝撃性は低く簡単に砕けた。

考察

濃硫酸を用いても、エタノールを用いても乳酸を固体化するまでの時間を短縮できた。また、両方を同時に用いるとさらに時間を短縮できた。このことから、濃硫酸とエタノールは、触媒として有効だと考えられる。また、濃硫酸の方が、エタノールと比べ、触媒として強く作用すると考えられる。また、濃硫酸を入れて加熱してできたポリ乳酸の色は茶味がかったり、特にどちらも入れた時は茶味が強かった。これは濃硫酸の炭化作用によるものだと考えられる。また、反応を早くするとより茶味が強くなるのではないかと思われる。

結論

完成したポリ乳酸は耐熱性や耐衝撃性がとても低く、実用性はほとんどない。しかし、エタノールや濃硫酸は触媒として利用でき、両方とも用いると格段に反応を早くすることができると分かった。また、濃硫酸を用いたとき、炭化作用によって茶色く濁ってしまう。ただし少量しか入れておらず、完成したポリ乳酸の性質に大差はないため色が濁ってしまうのを解消したり、耐熱性を改善できる手段を確立できること、エタノールと濃硫酸を用いて加熱することは、加熱時間を短縮する手段として、実用化により一步近づくと思われる。

参考文献

- 1) 本多 太次郎 国眼 孝雄
“直接脱水縮重合によるポリ乳酸の合成”(www3.scej.org/meeting/75a/abst/121.pdf)
- 2) 江森 皓亮 杉浦 宏介 “ポリ乳酸の合成”
(www.hst.titech.ac.jp/~meh/2009/Poly L acAcid.pdf)
- 3) (<https://受験理系特化プログラム.xyz/organic/sulfuric-acid-water>)
- 4) (<https://www.tcichemicals.com/eshop/ja/jp/commodity/D0978/>)
- 5) (kenkou888.com/category21/etanol.html)

干ばつを防ぐ土を作る
—地球を救う6人組—
石垣颯一郎 白鳥翔大 杉山史浩 張宸瑜 溝口溜太 宮崎汎太郎
神奈川県立厚木高等学校 1年A組 8班

Abstract

In recent years, desertification has become a problem on the earth. So We thought that it could be suppressed. We thought that if we could grow plants using soil mixed with waste, we could achieve both reduction of garbage and mitigation of desertification. As a result, plants grew on the soil mixed with tea and coffee. Coffee and tea are inexpensive and can be used as a water retention agent because they have water retention when mixed with soil.

背景

近年の地球規模での異常気象や広範囲での生物種の絶滅、森林減少や海面上昇の大きな要因として地球温暖化が挙げられる。そのため、地球温暖化の進行を抑制することが必要だと考えた。そこで、私達が考えた有効な手段として砂漠化の緩和と、増加するゴミの有効活用ができれば地球温暖化を抑制することができるのではないかと考えた。

目的

砂漠化の抑制と増加するゴミの有効活用として、普段廃棄されるような物を土に混ぜ込み、その土で植物が生育できるかどうかを調べる

既知の知見及び先行研究

- ・コーヒーには、植物の成長を抑えるカフェインとポリフェノールが含まれている。
- ・お茶の葉は空気中の水蒸気を奪う(吸湿性が高い)
- ・20 gのおからは約80 mLの水を吸収する。

仮説1

先行研究より、海藻とおからの保水性が高く、また茶葉も吸湿性が高い。しかし海藻だけ粉状でないため、土の深部まで水が浸透しにくいと考えた。以上のことより以下の順に長く植物が成長すると考えた。
おから>茶葉>海藻>コーヒー≥水のみ

方法

準備1

プランター5個(お茶、コーヒー、おから、わかめを混ぜ込んだ土と、何も混ぜこまない土)、二十日大根の種(発芽率85%)、水150 mL×5 = 750mL、お茶、コーヒー、おから、わかめそれぞれ200 mL

操作1

①土だけを入れたプランター(以下ノーマルと記す)とお茶、コーヒー、おから、わかめを混ぜた土を用意し、二十日大根の種を1つの穴に3粒×3穴=9個植えて水を150 mL与え、その後の二十日大根の発芽率と成長を観察する。

結果1

表1 土での発芽率

	お茶	コーヒー	おから	わかめ	コントロール
発芽率 (%)	100	89	44	78	10

①発芽率は約40%~100%に散らばっている。

考察①

①の結果より、おからとわかめは土での発芽率がお茶とコーヒーよりも結果が良くなかったので水耕栽培を行っていない。①からコーヒーで行った実験では発芽率はあまり良くないので、コーヒーの出がらしが発芽に悪影響を及ぼしていると考えられる。

仮説2

結果1を受け、発芽率が高かったコーヒーとお茶が発芽・生育にどのような影響を及ぼすのか調べた。

②-1、コーヒーには、植物の成長を妨げるポリフェノールが含まれているので、発芽率は低くなる。

②-2、コーヒーもお茶も水ほどは成長しない。濃度が薄いほど茎の伸びは大きくなる。

方法・準備

市販のスポンジ×5個、牛乳パックの底×5個、レタスの種、コーヒーとお茶の抽出液、市販のプリンのカップ、豆苗

操作2

②-1、牛乳パックの底にお茶とコーヒーの抽出液をそれぞれスポンジが吸収しきる量を入れて吸収させ、スポンジの穴1つに種を1つ入れ、スポンジが乾かないよう適宜抽出液を補充しながら水耕栽培を行い、発芽を観察する。

②-2、プリンカップの中に豆苗とお茶とコーヒーの抽出液(等倍、1/10倍、1/100倍希釈)を入れたものを用意し、抽出液が無くならないよう、それぞれと同濃度の抽出液を補充しながら水耕栽培を行い、茎の伸びを観察する。

結果2

表2 レタスの種を用いた水耕栽培でのコーヒーとお茶の発芽率

	コーヒー (等倍)	コーヒー (1/10倍)	コーヒー (1/100倍)	茶 (等倍)	茶 (1/10倍)	茶 (1/100倍)
発芽率 (%)	0	0	0	0	66	22

②-1 コーヒーの発芽率は何れも0%であり、お茶は濃度を薄めると発芽した。

表3 豆苗を用いた水耕栽培でのコーヒーとお茶のそれぞれの茎の伸び

		ノーマル	コーヒー (等倍)	コーヒー (1/10倍)	コーヒー (1/100倍)	お茶 (等倍)	お茶 (1/10倍)	お茶 (1/100倍)
茎の平均の伸び(cm)	1回目	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5
	2回目	3.5	1	3	3	1.5	3	3

②-2 コーヒー、お茶いずれにおいても濃度が高くなればなるほど、発芽率が低くなる。

考察2

②-1、②-2から、お茶で行った実験では発芽率、茎の伸び共にノーマルよりは少し劣ってはいるが、コーヒーよりは高いので、悪影響を及ぼしている成分の含有量はコーヒーよりは少ないと考えられる。

結論

コーヒーかすと茶かすを比べたとき、植物の発芽においては茶かすが優れていて、成長に関しては同等の結果を示したため、干ばつを防ぐ土には何度も水出しした茶かすが優れている。

参考文献

1) おから無排出化による資源の有効活用

(<http://www.maff.go.jp/j/shokusan/recycle/ondanka/mottai/attach/pdf/mottai-69.pdf>)

2) 伊藤園 環境報告書2002

(<http://www.iteen.co.jp/files/user/pdf/csr/report/backnumber/2002/11-13.pdf>)

3) コーヒー豆かすリサイクル（牛の飼料化）の取組（配布資料）スターバックスコーヒー ジャパン 株式会社

(<http://www.maff.go.jp/j/shokusan/recycle/ondanka/mottai/attach/pdf/mottai-22.pdf>)

4) コーヒーかすの植物の成長に対する阻害成分 日本植物生理学界

(https://jspp.org/hiroba/q_and_a/detail.html?id=2276)