

食品ロスから考える紫外線発光

3523 曾我美桜 3505 伊藤由樹那 3530 西尾優那

要旨

みなさんは食べ物が紫外線で光ることを知っているだろうか。私たちは捨てられるはずのもので光源を作りたいと思いこの研究を始めた。この研究の目的は、紫外線発光について調べその光を強めることである。私たちは、光る原因を解明し、その働きを高める方法を用いることで光を強めることは可能であると考えた。様々な食品を調べて選んだコメとミカンについて、それぞれの成分を抽出し発光の原因を調べている。今後は、光る原因を突き止め、光を強めることを目指していく。

1. 目的

いずれ廃棄される食品を用いて食品の紫外線発光について調べ、その光を強める条件を見つける。

〈紫外線発光について〉

ミカンやコメなど、光を当てることで発光する「蛍光物質」にブラックライトを照射することで起こる発光。蛍光物質は光を吸収し、励起状態というエネルギーが溜まった状態になる。溜まったエネルギーを放出し、基底状態という元の状態に戻ろうとするときに可視光を発する。

2. 仮説

食品が発光する原因として、各種発光部分に含まれる成分の性質が関係すると考えた。また、それぞれの性質を解明し、何らかの方法を用いて発光を強めることは可能であると考えた。

3. 実験

【実験①】使用する食品の選択

使用した器具・試薬など

- ・紫外線ボックス
- ・シャーレ
- ・各種食品

バナナ(実)、バナナ(皮)、ミカン(実)、ミカン(実・腐りかけ)、ミカン(皮)、ミカン(皮・腐りかけ)、パイナップル、白米(生)、白米、玄米(生)、卵の殻



図1 紫外線ボックス

手順

シャーレに置いた各種食品を、暗室で紫外線ボックスの中に入れブラックライトを照射する。発光の様子を観察し今後使用する食品を選択する。

実験する食品：

バナナ、ミカン、パイナップル、コメ、卵の殻

結果

表1 各種食品の発光強度

バナナ	実	2
	皮	3
ミカン	実	1
	実(腐りかけ)	1
	皮	1
パイナップル	皮(腐りかけ)	3
		4
コメ	白米(生)	2
	白米	2
	玄米(生)	3
卵の殻		2

発光強度の基準

1	2	3	4
---	---	---	---

弱い

強い

種類や鮮度によって発光の強度が変わるという性質に興味を持ち、また食品ロスの観点からミカン、コメを実験する食品として選択した。



図2 玄米の発光の様子



図3 ミカンの発光の様子

考察

ミカンの部位やコメの種類によって発光の強度が変わるのは、それぞれで発光する原因となる成分の含有量が異なるからであると考えた。また、ミカンの鮮度によって発光の度合いが異なるのは、ミカンが腐敗していく段階で発光する成分が新たに生成されるからであると考えた。

【実験②】発光する原因成分の抽出 ミカン I 仮説

ミカンにブラックライトを照射すると、外果皮で発光が見られる。ミカンの外果皮に最も多く含まれる物質がリモネンであることから、ミ

カン果皮の発光する原因成分はリモネンであると考えた。(外果皮とはミカンの表面を覆っている表皮組織である。)

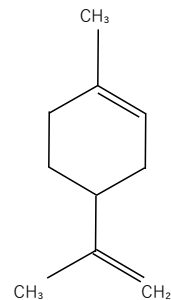


図4 リモネン構造式

使用した器具・試薬など

- ・紫外線ボックス
- ・包丁
- ・まな板
- ・三角フラスコ
- ・ガスバーナー
- ・ガラス管付きゴム栓
- ・金網
- ・三脚
- ・試験管
- ・ビーカー
- ・シャーレ
- ・発泡スチロール
- ・リモネン(C₁₀H₁₆)

手順

(1) リモネンの抽出

ミカン果皮の内側を取り除き、外果皮のみをみじん切りしたものを 6.0g 用意する。三角フラスコに 15mL の水とともに入れ、ガスバーナーで加熱して発生した気体を冷却し、液体として取り出す。得られた液体と純リモネンをそれぞれシャーレに入れ、発泡スチロールを浸して溶けるか確かめる。

(2) ブラックライト照射による発光の確認

得られた液体と純リモネンを紫外線ボックスに入れ、それぞれブラックライトを照射し発光の様子を観察する。

結果

(1) リモネンにはポリスチレンを溶かす性質がある。発泡スチロールが溶けたため抽出した液体はリモネンである。

(2) 得られた液体と純リモネンはいずれも発光

しなかった。



図5 純リモネンにブラックライトを照射した様子

- ・メスシリンダー
- ・酢酸エチル(C₄H₈O₂)
- ・ヘキサン(C₆H₁₄)



図7 加熱乾燥機

考察

ミカン果皮の発光の原因成分はリモネンではないことが分かった。

【実験③】発光する原因物質の抽出 ミカンⅡ 仮説

先行研究(※1)から、柑橘類の皮が発光する原因成分としてポリメトキシフラボンが挙げられているのを見つけ、ミカン果皮の発光する原因成分はポリメトキシフラボンであると考えた。(ポリメトキシフラボンとはポリフェノールの一種である。)

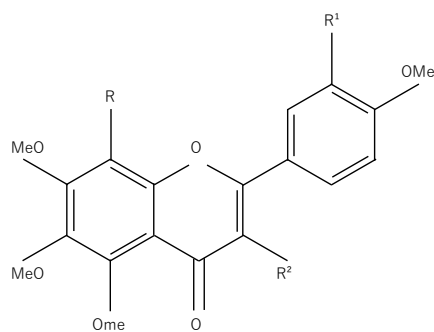


図6 ポリメトキシフラボン構造式

使用した器具・試薬など

- ・紫外線ボックス
- ・分液漏斗
- ・加熱乾燥機
- ・漏斗台
- ・ホットプレート
- ・ビーカー
- ・乳鉢
- ・ガラス棒
- ・乳棒
- ・ミカン果皮
- ・三角フラスコ
- ・エタノール(C₂H₅OH)

手順

(1)ポリメトキシフラボンの抽出

ミカンの皮 13.44g を加熱乾燥機に入れ、50℃で約 20 時間乾燥させる。乾燥させたものを乳鉢に入れ、乳棒ですりつぶして粉末状にする。得られたミカン果皮粉末 3.79g を三角フラスコに入れ、エタノール 37.9mL を加える。エタノールを蒸発させるため 70℃に設定したホットプレートで加熱する。このとき 125℃まで温度を上げ、17分30秒後に加熱をやめた。分液漏斗に加熱した液体を入れ、水を加えてヘキサンで抽出し、水層と分離させる。さらに水層を酢酸エチルで同様に抽出する。

(2)ブラックライト照射による発光の確認

得られた水層、ヘキサン層、酢酸エチル層、エタノールを入れる前のミカン果皮粉末、分液漏斗に残ったミカン果皮粉末をそれぞれ紫外線ボックスに入れ、ブラックライトを照射する。

結果

もとのミカン果皮粉末は強い黄色の蛍光を発した。得られた水層は青白い光を発した。また、ヘキサン層が黄緑色の蛍光を発した。酢酸エチル層、残ったミカン果皮粉末は発光しなかった。尚、ヘキサン、酢酸エチルは発光しない。

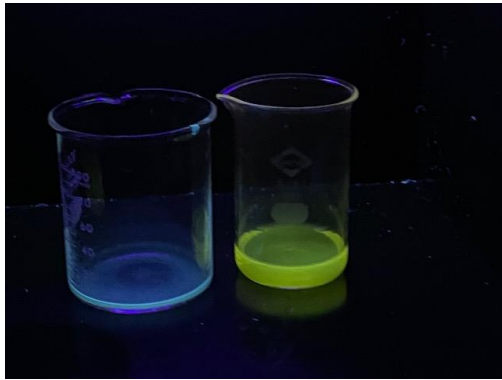


図8 左 得られた液体の発光の様子
右 ヘキサン層の発光の様子

考察

得られた水層が発光したことから、ポリメトキシフラボンの抽出が行われていれば、ミカン果皮の発光する原因成分はポリメトキシフラボンである可能性が高い。先行研究(※1)でも、そのように予想されている。しかし、ポリメトキシフラボンが存在していないはずのヘキサン層でも発光が見られたため、この実験では言い切ることができない。また、ポリメトキシフラボンのみを抽出することは困難であり、不純物が含まれるため特定ができない。ミカン果皮は粉末状にすることで発光が強まることも確認でき、理由は明らかにできていない。

【実験④】発光する原因物質の抽出 コメ I

仮説

白米と玄米では玄米の方がより強く発光した。玄米には白米より多くの脂質が含まれていることから、コメの蛍光物質は脂質であると考えた。

使用した器具・試薬など

- ・紫外線ボックス
- ・漏斗台
- ・マグネチックスターラー
- ・漏斗
- ・乳鉢
- ・濾紙
- ・乳棒
- ・ビーカー
- ・メスシリンダー
- ・ガラス棒
- ・メタノール(CH₄O)
- ・玄米
- ・クロロホルム(CHCl₃)

手順

(1) 脂質の抽出

玄米を乳鉢に入れ、乳棒ですりつぶして、粉末状にしたものを5.0g用意する。クロロホルムとメタノールの混液(2:1)50mLを加え、約22時間マグネチックスターラーで攪拌する。濾過により玄米粉と溶液を分離する。

(2) ブラックライト照射による発光の確認

得られた溶液を紫外線ボックスに入れ、ブラックライトを照射する。

結果

溶液は発光しなかった。

考察

玄米の蛍光物質が脂質であることが確認できなかった。脂質の抽出が不十分だった可能性もある。また、玄米はもともと発光が弱いため、発光の有無の確認がしづらいという問題が生じた。

【実験⑤】発光する原因物質の抽出 コメ II

仮説

玄米よりさらに脂質が多く含まれる米ぬかから抽出を行うことで、脂質が十分に抽出でき、発光の有無が明確になると考えた。

使用した器具・試薬など

- ・紫外線ボックス
- ・丸底フラスコ
- ・ホットプレート
- ・ソックスレー抽出器
- ・ウォーターバス
- ・駒込ピペット
- ・綿
- ・米ぬか
- ・ジエチルエーテル(C₄H₁₀O)

手順

(1) 脂質の抽出(ソックスレー抽出法)

綿を抽出器にセットし、水熱処理を行った米ぬかを入れ、上も綿で押さえる。ジエチルエーテルをフラスコに半分程度入れる。コンデンサーに水を流し、ウォーターバスを用いて約40℃

で加熱する。



図9 ソックスレー抽出の様子

(2)ブラックライト照射による発光の確認

得られた液体を紫外線ボックスに入れ、ブラックライトを照射する。

結果

液体はわずかに発光した。



図10 得られた液体の発光の様子

考察

米ぬかの水熱処理を行ったことで、米ぬかが粘度の高い状態になり、ソックスレー抽出法ではうまく抽出されなかった可能性がある。また、長時間に渡って実験を行ったため、脂質以外の固形物も混入してしまった。

そこで、水熱処理を行わずに粉末状の米ぬかから再び同様に抽出を行った。

結果

水熱処理を行った場合よりも液体の発光は強まった。

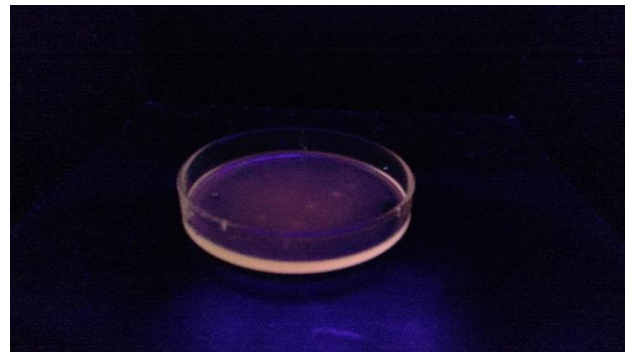


図11 得られた液体の発光の様子

考察

脂質を抽出することができ、発光も見られたのでコメの発光する原因成分は脂質である可能性が高いと言える。しかし脂質抽出後の米ぬか粉末へのブラックライト照射は行わなかったため、抽出前後の米ぬかの発光の比較ができていない。脂質を取り除いた米ぬかは光らなかったという事実がないため、原因成分は脂質であるとは言い切れない。

4. 展望

蛍光の原因物質は、ミカンはポリメトキシフラボン、コメは脂質であるという予想をもとにそれぞれの働きを高める物質を探し、それを加えることによって光を強めることを目指す。また、光度計を用いて発光強度を数値化する。

5. 謝辞

桑原先生をはじめとする先生方に多くの助言をいただきました。ご指導、ご協力ありがとうございました。

6. 参考文献

- ・身の回りのこんなものが光るの???
<https://www.mirai-kougaku.jp/laboratory/pages/160906.php>
- ・死にゆく細胞が放つ青い光
<https://natgeo.nikkeibp.co.jp/nng/article/news/14/1995/>
- ・オレンジ皮からリモネンを取り出すー身近な

素材から学ぶ物質の分離

https://www.jstage.jst.go.jp/article/kakyoshi/48/4/48_KJ00003521285/_pdf/-char/ja

- ・蛍光画像を用いた柑橘系果実の腐敗果検出

https://www.jstage.jst.go.jp/article/ljsj/39/4/39_255/_pdf

- ・マイクロ波照射による柑橘ユコウ乾燥果皮からのポリメトキシフラボンの迅速・効率的抽出

https://www.jstage.jst.go.jp/article/nskkk/56/6/56_6_359/_pdf/-char/ja

- ・※1 蛍光物質が救う 90 億人の食料

https://repository.kulib.kyoto-u.ac.jp/dspace/bitstream/2433/227844/1/2017_22_poster.pdf

- ・紫外線励起蛍光物質を用いた米の鮮度評価技術(2)

<https://agriknowledge.affrc.go.jp/RN/2030813635.pdf>

- ・油糧用米ぬか内部の非破壊マイクロ構造観察と搾油効率評価への応用可能性

https://www.city.sendai.jp/renkesuishin/jigyosha/kezai/sangaku/documents/happyou_3.pdf