

日産科学振興財団 理科／環境教育助成 成果報告書

回次：第 **5** 回 助成期間：平成 20 年11月1日～平成 21 年10月31日（期間 1 年間）
 テーマ： 米のとぎ汁から学ぶ化学と環境問題
 氏名： 長嶋 真美子 所属： 北海道大学 登録番号： 08161

1. 課題の主旨

現在取りざたされている環境問題のひとつに、水質汚濁問題があげられる。近年では米をとぐ必要のない「無洗米」が多く出回っているものの、米のとぎ汁が水環境に与える影響はやはり大きい。そこで、米のとぎ汁を有効利用する方法が提唱されているが、本研究では、米のとぎ汁に含まれる酵素に着目した。酵素、ルミノール、過酸化水素の共存下では化学発光反応が生じることがわかっている。化学発光反応とは、化学反応により励起分子が生成し、励起分子が基底状態に戻る際に光を放出する反応のことをいう。この光は紫外線照射のもとで確認することができる。この実験では米のとぎ汁に含まれる酵素と、ルミノール、過酸化水素が反応して、化学発光反応を生じることを理解し、また米のとぎ汁の有効利用という観点から、水質汚濁の問題を学ぶプログラムの開発を目的とした。

2. 準備

本研究は、以下の3項目で構成されている。

- 1) 化学発光反応条件の最適化
数種類の米を用意し、紫外線照射時により強い発光が得られる測定条件を決定
- 2) 米のとぎ汁の有効利用法の調査
- 3) 「青少年のための科学の祭典」での演示実験
小学生を対象に、化学発光反応の演示実験、米のとぎ汁の有効利用法の演示実験を行う

3. 指導方法

- 1) 化学発光反応条件の最適化
米は、白米2品種（ふっくりんこ、おぼろづき）、玄米、粳穀付の米を用意した。各米の、①米粒50粒、②50粒を2mlの水で攪拌したとぎ汁、③50粒を粉砕したものを2mlの水に浸して遠心分離した際の上澄み液、を使用した。試験管に、 $2.0 \times 10^{-4} \text{M}$ ルミノール溶液 1ml (0.1M 水酸化ナトリウム水溶液で調製)、0.03%過酸化水素水溶液 1mlを加え、攪拌する。シャーレに①は50粒、②、③は1ml入れ、これに試験管内の溶液を注ぎ、暗箱の中に置いて紫外線を照射し、発光の様子を確認した。より強い発光が得られるものを比較検討し、最適条件を決定した。試薬はインキュベーターで22℃に保ったものを使用した。
- 2) 米のとぎ汁の有効利用法の調査
米のとぎ汁の有効利用法を、主にインターネットを利用して調査した。
- 3) 「青少年のための科学の祭典」での演示実験
1) で決定した最適条件を用いて化学発光反応の演示実験を行う予定だったが、米ではなく、大根を使って演

示実験を行った。この理由については5. 成果・効果にて記述。

4. 実践内容

09 青少年のための科学の祭典 札幌清田大会 ブース出展「化学発光反応の実験-身近なものを光らせよう-」

1) 参加者

小学校1年生～6年生、50名

2) 実験内容(演示実験)

ルミノール溶液(0.1M水酸化ナトリウム水溶液100mlに0.1gのルミノールを溶かしたもの)1ml、3%過酸化水素水溶液2mlを試験管に入れて混ぜ、あらかじめシャーレに入れた大根をすりおろしたものにかけ、暗箱の中に入れる。参加者には発光の様子を、暗箱をのぞいて観察してもらった。その際、大根を入れていないシャーレと比較させ、化学発光反応が起こる原理を説明した。

3) アンケートの実施

参加者には以下のアンケートに回答してもらった。

1. あなたの年齢を教えてください
2. 実験の内容はおもしろかったですか
3. 化学発光反応について理解できましたか

5. 成果・効果

1) 化学発光反応条件の最適化

① 米粒での発光強度の比較

四つの中で最も発光が強く見られたのは、白米(ふっくりんこ)の米粒だった(図1)。

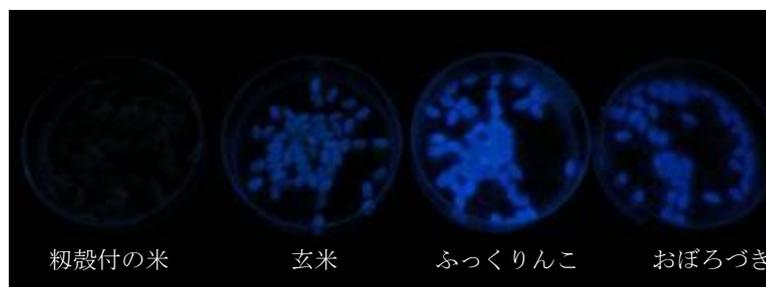


図1

② とぎ汁での発光強度の比較

四つの中で最も発光が強く見られたのは、①の米粒同様、白米(ふっくりんこ)のとぎ汁だったが、米粒と比べると発光は弱かった(図2)。



図2

③ 粉砕した米から抽出した液での発光強度の比較

四つの中で最も発光が強く見られたのは、籾殻付の米から抽出した液だった(図3)。

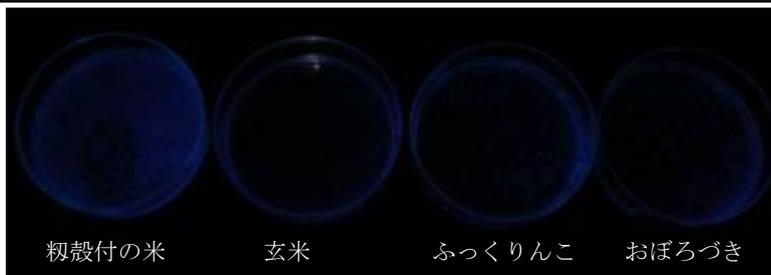


図 3

①～③を総合的に比較して、白米(ふっくりんこ)の米粒が十分に発光するので、演示実験にはふさわしいということがわかった。

2) 米のとぎ汁の有効利用法の調査

米のとぎ汁には、ビタミンB₁・B₂、脂質、でんぷん質などが含まれていて養分に富んでいる。そのため、植物に与えると生育が良くなる。また、油脂分が含まれているので、床に撒いて磨くとワックス効果を発揮する。

参考：<http://www.kikawada.gr.jp/komejiru.html>

3) 「青少年のための科学の祭典」での演示実験

当初予定していた米を用いての化学発光の演示実験は、微弱発光故に、紫外線を照射しないと発光は確認できない。これを発光していると説明するのは、小学生を対象では難しいという懸念があり、イベントでの演示実験は断念した。その代わりに、紫外線を照射しなくても強い光を発する「大根」を用いて、演示実験を行った。発光の原理は同じであり、大根に含まれる酵素が過酸化水素を分解し、発生した酸素によってルミノールが酸化して励起状態となり、基底状態に戻る際に発光がおこる。参加者は自分の身近にあるもので、化学反応が生じるということに驚いていた。化学発光反応の原理について理解させることは難しかった。

6. 所 感

この度の理科・環境教育助成を通して、米を用いた化学発光反応を実験教材にするには、さらなる研究や指導方法の確立が必要であるということを感じた。化学反応が目に見える化学発光反応は、演示実験教材としては適している。また今回、当初予定していた米のとぎ汁を用いての化学発光反応ができず、とぎ汁の有効利用という話に繋げていくことができなかったのが非常に残念である。

7. 今後の課題や発展性について

今後は、米を用いた化学発光反応で、紫外線照射をしなくても発光が確認できるくらいに発光量を増やす方法がないか、検討することが課題である。使用する米の形状によって発光の強さに大きな違いがあるのは、含まれている酵素の量や活性に由来するものと考えられるので、その酵素を最大限に利用できるような測定条件を詳細に検討する必要がある。

8. 発表論文、投稿記事、メディアなどの掲載記事

特になし