

# 自然由来の洗剤を作る～大豆の煮汁に着目して～

群馬県立前橋女子高等学校

## 1. 序論

サポニンとレシチン…自然由来の界面活性剤。野菜などに含まれる。

サポニンやレシチンを多く含む物

- ・大豆の煮汁・米のとぎ汁
- ・大根、ごぼうの茹で汁



廃棄

洗剤として利用

1. ゴミの削減
2. 環境汚染の軽減

\*今回は大豆の煮汁に注目した。しかし大豆の煮汁をそのまま使った場合、洗浄効果が非常に低いことがわかっている。

〈浸す前〉



〈浸した後〉

目的:大豆の煮汁の洗浄効果を高める



水と各溶液の実験後の油の彩度も検定すると、①、②、③に有意差が認められ、有意差の大きい順に①、②、③となった。

【左側3つは大豆、右3つは洗剤】

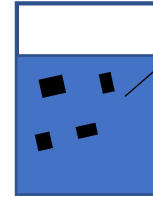
## 【追加実験】温度による大豆煮汁の性質を知る

▼方法 界面活性剤のもつ3つの性質の有無について調査。

○浸透作用

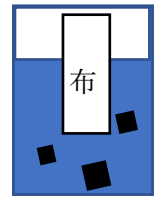


○分散作用



胡椒

○再付着防止作用



布

大豆のゆで汁、洗剤、水それぞれを10℃、50℃、80℃にし、作用がどう変化しているかを確かめた。毛糸が早く水に沈み、胡椒がたくさん沈み、布に胡椒の付かない溶液が洗浄力に優れていると言える。

▼結果 【表2 各溶液、各濃度の洗浄作用の様子】

		浸透作用	分散作用	再付着防止作用
水	10℃	×	×	×
	50℃	○	×	×
	80℃	○	×	×
大豆の煮汁	10℃	△	△	×
	50℃	○	△	×
	80℃	○	△	○
合成洗剤	10℃	○	△	×
	50℃	×	×	×
	80℃	×	△	○

▼考察

実験①で、80℃～90℃において洗浄効果が高まったのは、再付着防止作用が盛んになったためであると考えられる。

## 2. 実験

【予備実験】サポニンやレシチンを多く含む食材の茹で汁などの溶液に、油のついた布を入れ色の変化を確認する。

▼結果

- ゴボウの茹で汁
- にんじんの茹で汁
- 米の研ぎ汁
- 大豆の茹で汁

洗浄効果 ×  
洗浄効果 △



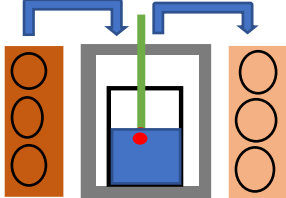
ごぼうのゆで汁

仮説Ⅰ：大豆の煮汁の温度を変えれば洗浄効果向上

【実験①】温度による洗浄効果の違いを調べる

▼方法

水、大豆の煮汁、合成洗剤（規定濃度）をそれぞれ10℃～90℃まで10℃ずつ温度を変化させて洗浄効果を確認した。（各9回）



洗浄効果は、溶液に入れる前と後の「彩度」の変化をカラーリーダーで読み取り、数値化した。

▼結果

溶液に入れたあとの油付き布の色は以下の通り。

図中の色は、カラーリーダーの値から実験後の布の色を再現。

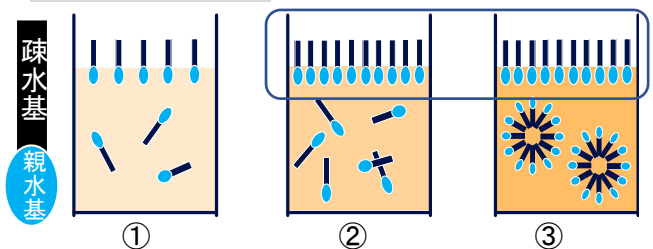
【表1 それぞれの温度での布の色】

	10～20℃	50～60℃	80～90℃
水			
大豆煮汁			②
合成洗剤		③	①

仮説Ⅱ：濃度を変えて、臨界ミセル濃度（cmc 濃度）に達すれば洗浄効果向上

●臨界ミセル濃度とは？

界面が飽和



①

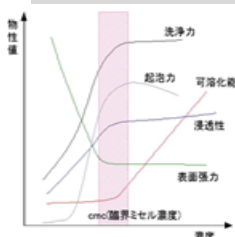
②

③

大豆の煮汁の濃度

図のように、界面活性剤は疎水基を外に向けて界面に集まり、やがて界面が飽和する。その結果、③では溶液の内部で汚れを取り込む構造である「ミセル」を形成し始める。この時の濃度が臨界ミセル濃度。

### ●臨界ミセル濃度における界面活性剤溶液の特徴



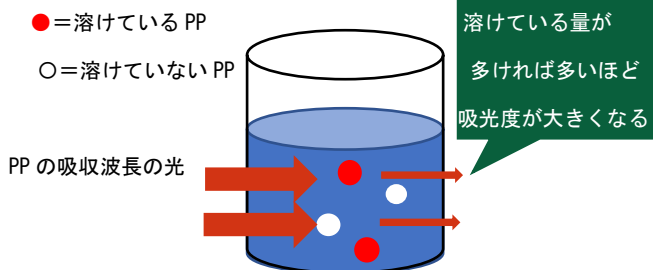
→臨界ミセル濃度で洗浄力は最大となり、以降は変わらない  
 ↓  
 臨界ミセル濃度では洗剤を無駄遣いすることも防げる。

【図1 界面活性剤溶液の濃度変化による各値の変化】

### 【実験②】可溶化能から大豆の煮汁の cmc 濃度を調べる

#### ▼方法

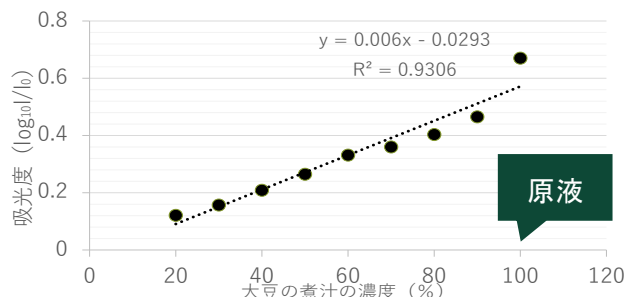
上図の「可溶化能」に着目し、可溶化能が急激に高まる点を cmc 濃度とした。(可溶化＝水に難溶な物質が溶解すること)  
 今回は難溶物質としてフェノールフタレイン (PP) を用いた。  
 大豆の煮汁を希釈し、各濃度での PP 飽和水溶液に PP の吸収波長 (552 nm) の光を照射し、その吸光度から溶けている PP 量を調べた。  
 吸光度の測定には分光光度計を用いた。



【分光光度計の様子】

#### ▼結果

大豆の煮汁の濃度と吸光度の関係は以下のようになった。



【図2 大豆の煮汁の濃度と吸光度の関係】  
 (100%を原液とする。9回実施)

吸光度の急激な高まりは確認されなかった。

#### ▼考察

濃度を薄めた範囲に大豆の煮汁の cmc 濃度はないと分かった。このことから、大豆の煮汁の cmc 濃度を得るためには濃縮する必要があると考えられる。

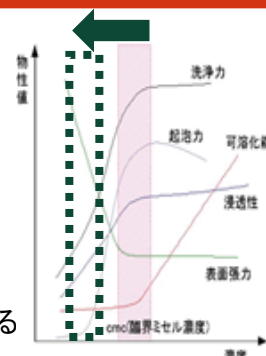
### 3. 今後の展望

★cmc 濃度を求める。

しかし、濃縮は困難

↓  
 cmc 濃度を下げればよい！

↓  
 Corin-Harkins 則を利用する



#### Corin-Harkins 則とは…

中性塩を添加することで、イオン性界面活性剤の cmc 濃度を下げることができる。  
 →ミセル会合体内でのイオン性頭部間の静電斥力が塩により遮蔽され、よりミセル会合体を形成しやすくなるため。

食塩などの身近な中性塩を大豆の煮汁に加え、実験②と同様にして可溶化能の高まりを調べ、cmc 濃度を求める。

★求めた cmc 濃度において実験①と同様に大豆の煮汁の温度を変え、洗浄効果を調べる。

★洗剤としての実用性を考慮し、最適な大豆の煮汁の使用方法を確立する。

- ・着色
- ・大豆の煮汁特有のにおい
- ・保存方法
- ・使用期限

### 4. 参考文献

- ・「大豆煮汁の有効利用」(1997) 木村 巧 松原 保二・柴崎 博行 ・啓林館出版「化学」
- ・実教出版「化学総合資料」
- ・acbio2.acbio.u-fukui.ac.jp/phy(物理化学実験④表面張力の測定)前田 史郎
- ・Resemon 洗剤が汚れを落とすメカニズムを知る 2018
- ・http://www2.odn.ne.jp「サポニンはなぜ泡立つか？」
- ・http://takahara.ifoc.kyusyu-u.ac.jp/講義資料/表面科学 2012/2. 界面活性とミセル形成 2012.pdf