

口に入れても安全なシャボン玉を作る

静岡市立高等学校
科学探究科 3 年 金野ひづな 佐々木佑花

1 動機

シャボン玉は小さい子供達に人気の遊びである。大小様々な色とりどりのシャボン玉が空に舞っていく様子は、見ているだけでも楽しいものである。

しかし、小さい子供達はシャボン玉を吹くときにシャボン液を吸い込んでしまったりすることがある。シャボン液は、石鹼を 10 倍に薄めたようなもので、体に良くない成分が含まれており、長時間遊ぶと手や唇が荒れてしまうことがある。そこで、私たちは小さい子供達も安心して使えるような、口に入れても安全なシャボン液を作りたいと考えた。

2 シャボン玉の成分について

シャボン玉には「全国シャボン玉安全協会」と「財団法人・日本文化用品安全試験所」によって定められた安全基準が存在しており、市販のシャボン玉の主な成分は表 1 に示す。

水	96.9%以上
界面活性剤	3%以下
増粘剤	微量

表 1 市販のシャボン玉の成分

界面活性剤は、水となじみやすい親水基と、なじみにくい疎水基の両方を持っている。水は元々表面張力があり、表面積が一番小さい状態、つまり球になろうとする性質があるため、水を付けただけでは、ストローなどの表面に膜を張らず、シャボン玉にはならない。界面活性剤は、その表面張力を低下させることにより、表面積が広い状態となり、ストローなどに膜を作り、それを吹くことで、シャボン玉を作ることができる。

3 実験 シャボン玉になる材料を食品に使われる成分で探す

- (1) 界面活性剤として大豆に含まれるレシチン、増粘剤としてデンプンを用いてシャボン玉ができるか調べる。

実験結果：膜は張ったが、シャボン玉にはならなかった。

- (2) 増粘剤として水あめを用いる。

実験 (1) より、膜は張ったので、シャボン玉にするためには粘り気が足りなかったと考え、デンプンより粘り気の強い水あめを用いて実験を行った。

実験結果：実験 (1) と同様、膜は張るがシャボン玉を作ることはできなかった。また、大豆レシチンは水に溶けにくく、シャボン玉の界面活性剤として用いるには扱いが難しいことが分かった。

- (3) 粘り気のある食品を用いてシャボン玉ができるか実験を行う。

水となじみがよさそうな成分でかつ粘り気のあるものの方がシャボン玉に向くと考え、オクラ、卵白、長芋、納豆を選び、実験を行った。

実験結果：卵白が一番膜が維持されていたが、シャボン玉にはならなかった。

- (4) オクラ、卵白、長芋、納豆を使って、組み合わせ、割合を変えて、シャボン玉ができる組み合わせ、割合を調べる。

実験結果：オクラ：卵白＝1：1での組み合わせで吹いた時が一番膨らんだ。しかし、球体にならず、シャボン玉を作ることはできなかった。

4 実験 ショ糖ラウリン酸エステルを用いる

食品に含まれる界面活性剤を調べた結果、レシチン以外にショ糖ラウリン酸エステルがあることを知った。ショ糖ラウリン酸エステルは、ショ糖（砂糖）と植物油由来の脂肪酸から作られる「ショ糖脂肪酸エステル」で、古くから食品添加物として認められている「食品用乳化剤（非イオン界面活性剤）」で、広範囲の食品分野で使用されている。

ショ糖の部分は全部で8個の水酸基があり、それが界面活性剤の親水基になっている。ラウリン酸の結合している部分が、界面活性剤の疎水基となっている（図3）。

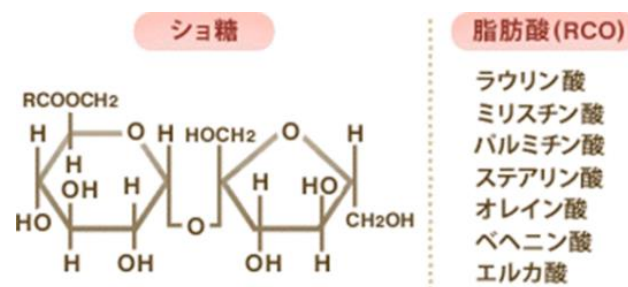


図3 リョートーシュガーエステルの化学構造

- (1) ショ糖ラウリン酸エステルでシャボン玉ができるか調べる。

実験結果： シャボン玉を作ることができた（図4）。

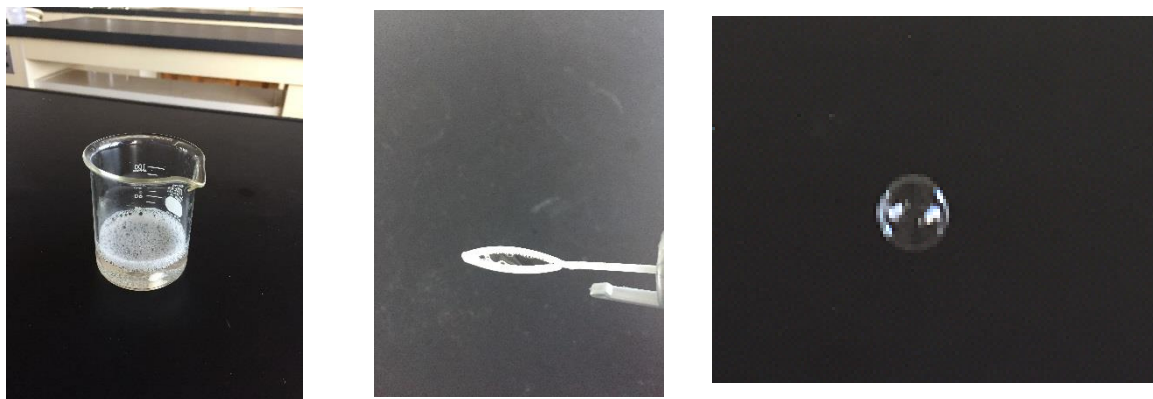


図4 ショ糖ラウリン酸エステルのシャボン玉

- (2) ショ糖ラウリン酸エステルの濃度0～20%の溶液を作り、どの濃度が一番シャボン玉ができやすいか、シャボン玉の飛んだ距離を記録する。

ア 全体を25gに合わせてショ糖ラウリン酸エステルと水を電子天秤で計る。

イ ショ糖ラウリン酸エステルと水を混ぜる。

ウ 作ったシャボン液を味見する。

エ 作ったシャボン液を飛ばし、飛んだ距離を記録する。

実験結果： どのシャボン液でもシャボン玉を作ることができた。しかし、濃度によって飛び方が違うように見えた。濃度が高いほどできたシャボン玉が下に落ちやすくなっていた。また、シャボン液の味は少量舐めただけでもとても苦かった。企業の方にお話を伺ったところ、エステルはほとんど苦い味がするそうだ。

(3) シャボン玉の評価について

ショ糖ラウリン酸エステルを用いてシャボン玉ができることが分かったが、シャボン玉として安定しているか市販のものと比較するために、評価をしたいと考えた。私たちは、シャボン玉が安定していることの条件として、液を付けてできるだけ少ない回数で球状のシャボン玉ができること、できたシャボン玉の飛行距離が長いこと、を条件に設定しようと考えた。

シャボン玉の飛行距離については図7の扇風機を用いるA、人が吹くBの2通りの方法について検討を行った。

Aの方法では、シャボン液を付けたストローまっすぐに扇風機の風を上手く当てるのが難しく、また、ストローをセットしてから、扇風機を回すと風力が安定しないこと、またシャボン玉ができる程度の風力にすることが困難であることが分かった。

Bの方法では、シャボン玉の出来る確率がAより高いが、吹く力を意識しても一定にすることはできなく、少しばらつきが生じる。

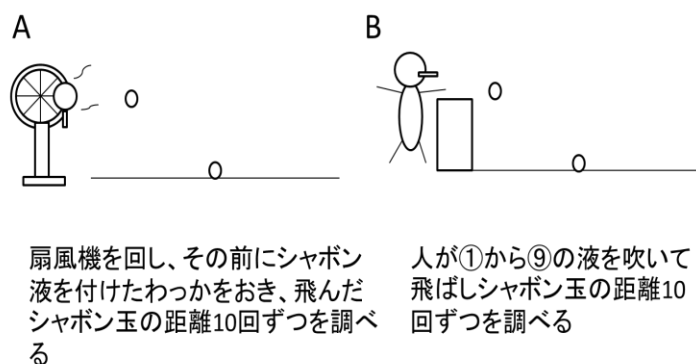


図5 シャボン玉の飛行距離の検討

Bの方がムラがなく測定ができていたのでBの方法を採用した。

(4) ショ糖ラウリン酸エステル水溶液を実際に飛ばして距離と成功率を測定する。

実験方法：市販のシャボン液、自分たちが作ったシャボン液を用いて、距離と成功率を測定する。距離は(3)のBの方法、成功率は液をストローにつけ1回吹いてシャボン玉が出来た場合を成功率100%として、実験を行った。

実験結果：ショ糖ラウリン酸エステルの濃度が8%、10%、12%のシャボン液が飛んだ距離が長かった(図6)。成功率にはバラつき大きく、濃度との関係はなかった(図7)。飛んだ距離、成功率を考慮し、次の実験を行うのは3%、8%、10%、12%、18%のシャボン液にのみした。

市販のシャボン玉と比較すると、ショ糖ラウリン酸エステルは、飛行距離、成功率ともに低い傾向であった。

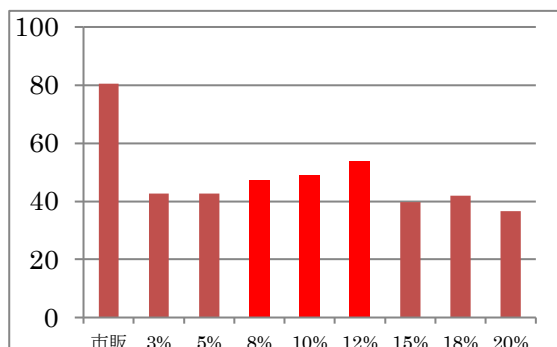


図6 濃度と飛んだ距離(cm)の関係

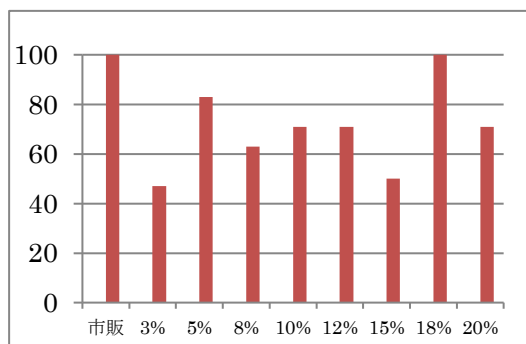


図7 濃度と成功率(%)の関係

(5) ショ糖ラウリン酸エステル水溶液に増粘剤として砂糖を入れて距離と成功率を測定する。

実験結果：砂糖の濃度が高いほど成功率は高かった(図8)。また、飛んだ距離は砂糖が2%の時飛んだ距離が一番長かった(図9)。しかし、砂糖2%と3%でほとんど差はなかった。砂糖を入れてもシャボン液は苦かった。また、ショ糖ラウリン酸エステルの濃度が3%のとき最も数値が高かった。

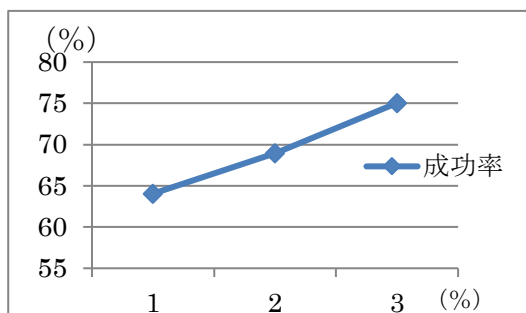


図8 砂糖の濃度と成功率の関係

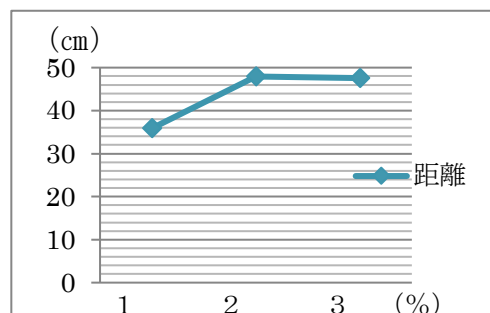


図9 砂糖の濃度と飛んだ距離の関係

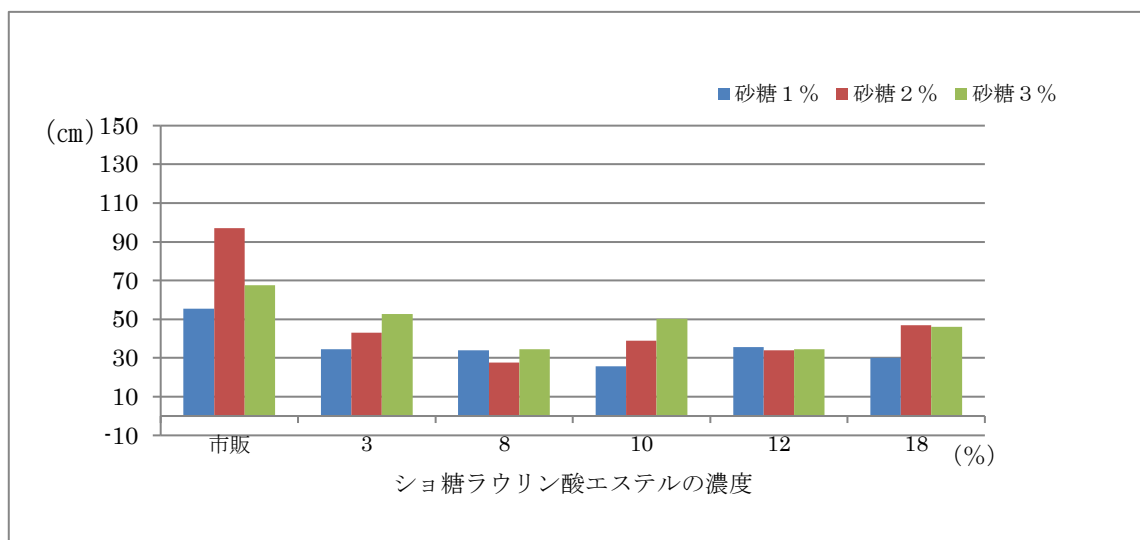


図10 加えた砂糖の濃度とショ糖ラウリン酸エステル濃度と飛行距離の関係

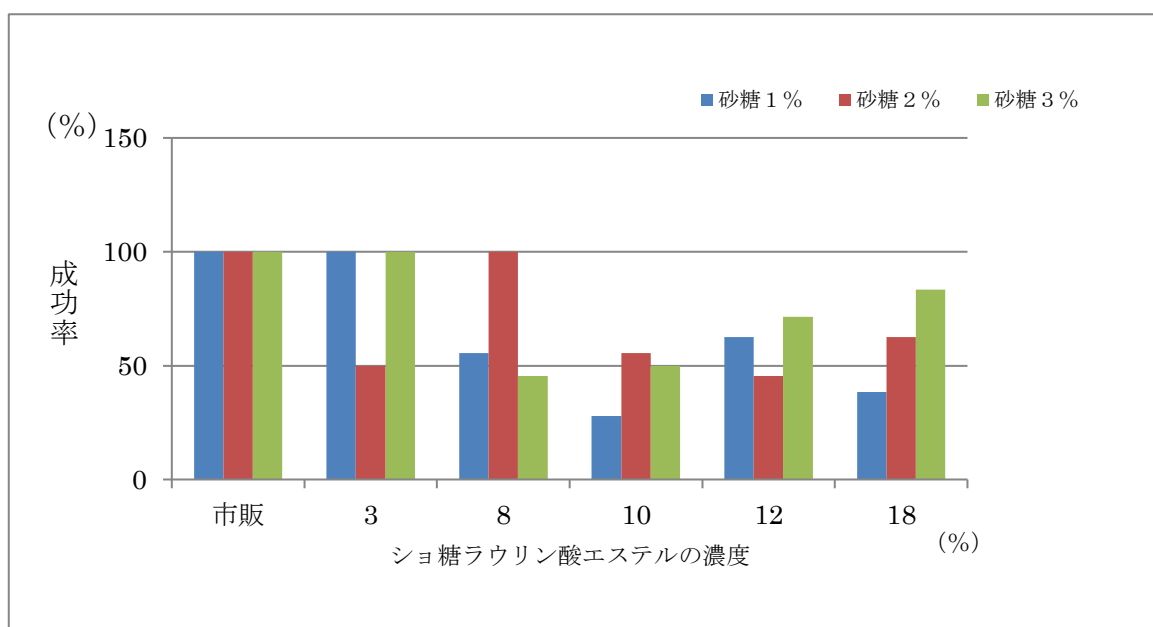


図11 加えた砂糖の濃度とショ糖ラウリン酸エステル濃度と成功率の関係

5 考察

(1) 食品に含まれている成分でも大豆レシチンではうまくシャボン玉にはならなかったのは、大豆レシチンが界面活性剤としての性質を持つものの、親水性の性質よりも疎水性の方が強い性質が出たのではないか、または、膜が張れるほど水の表面張力を下げることができないことが考えられる。

(2) 単純に粘り気のある成分ではシャボン玉ができない。

(3) ショ糖ラウリン酸エステルシャボン玉は下に下降するのが市販のシャボン玉よりも早く、飛行距離はあまり出ない。分子の重さや水との親和性が関係あるように思われる。

(4) ショ糖ラウリン酸エステル8%、砂糖3%が最も市販のシャボン玉に近いと考えられる。シャボン玉の液の重さと飛ぶ距離はあまり関係しない。空気との触れ方によって飛ぶ距離が変わったのではないか。

(5) 味はとても苦いので、小さな子供が間違ってごくごく飲んでしまうこともなく、安全と言える。

6 結論

食品に用いられる成分(ショ糖ラウリン酸エステル)を界面活性剤として、シャボン玉を作ることができた。市販のシャボン玉と比べるとまだ飛行距離やシャボン玉になる成功率の点で改良ができる余地があるように思われる。口に入れても安全だが、味がとても苦いので、小さな子供が遊ぶのに誤飲防止に役立つと思う。

7 謝辞

信越化学工業(株)の合成技術研究所の早川和久様、静岡県立大学の新井映子先生には、シャボン玉の原理や、試薬の扱い等、本研究に関する助言をいただきました。この場を借りて謝意を表します。

8 参考文献

トラブルー全国シャボン玉協会 <http://soap.main.jp/>

三菱ケミカルフーズ株式会社 <http://www.mfc.co.jp/index.html>

信越化学工業 セルロース誘導体製品サイト <http://www.metolose.jp/>