

蒸留で取り出される液体のエタノールと水の割合がどのように変化していくかをつかみます

続・赤ワインの蒸留～より深い理解を得るために（発展）～

前ページの実験で、赤ワインの蒸留で取り出した液体について、ストロー（低密度ポリエチレン）と乳白色のレジ袋（高密度ポリエチレン）が浮くか沈むかという比較を行いました。何のためにこのような比較をするのか、疑問に思う生徒もいることでしょう。あるいはこのような比較から一体何が分かるのか、と思うのかもしれませんが。この質問が生徒の方から自主的に出てくるようであると、私たち教師はうれしくなってしまう。「それでは、今度はこんな実験をしてみよう！」と心を弾ませてサイエンスのより深いところへ生徒たちを誘えるからです。



図1 ストロー（低密度ポリエチレン）と乳白色のレジ袋（高密度ポリエチレン）

1 水溶液中のエタノールの割合とストローやレジ袋の浮き沈みとの関係を調べる

赤ワインの蒸留によって取り出された液体は、たとえ1本目の試験管であっても、決して100%のエタノールではない。蒸留が進むにつれて、取り出される液体のエタノールと水の割合がどのように変化していくのかの大まかなところは、ストロー（低密度ポリエチレン）と乳白色のレジ袋（高密度ポリエチレン）の浮き沈みを比較することによって、簡単に知ることができる。ただ、生徒にはその細かな説明をしていないため、その比較を行っても、そこから得られる情報の意味が読み取れず、すっきりしないままにいる生徒が多いと思われる。

そこで次に、「エタノールに混入する水分の量によってストローやレジ袋の浮き沈みのようすはどうか」を調べる実験を行う。

準備

エタノール、水、10mLメスシリンダー、駒込ピペット、前回の実験で用いたストローとレジ袋の小片

方法

- (1) 試験管にエタノールを5 mL とり、そこへストローの小片とレジ袋の小片を入れる（どちらも沈む）。
- (2) その試験管に水を1 mL ずつ加えていき、よく攪拌した後、ストローとレジ袋が浮くかどうかを確認する。気泡がストローやレジ袋に付いているときは、試験管を軽くたたいて気泡を取る。
- (3) ストローとレジ袋の両方が浮いたところで終了してかまわない。

2 実験の結果

（エタノール5 mL）

加える水	1mL	2mL	3mL	4mL	5mL	6mL	7mL	8mL	
ストローの小片	沈む	沈む	浮く	浮く	浮く	浮く	浮く	浮く	
レジ袋の小片	沈む	沈む	沈む	沈む	沈む	沈む	浮く	浮く	

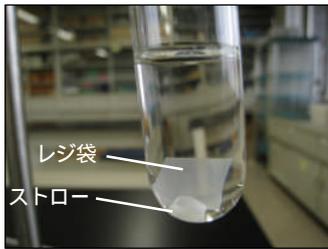


図2 エタノールのみ

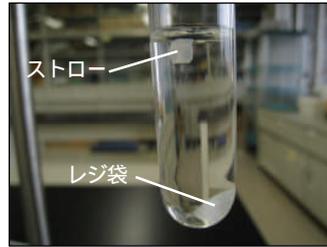


図3 水を3mL加えたとき

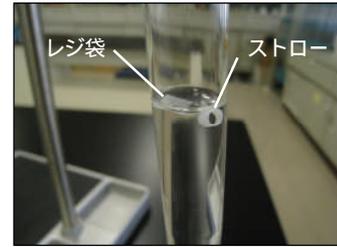


図4 水を7mL加えたとき

3 実験のまとめ

およそ3 mL 加えたところでストローが浮き、およそ7 mL 加えたところでレジ袋が浮いてくる。エタノールの割合を計算すると次のようになる。(割合の計算は質量%濃度を求めた。)

ストローが浮いたときは、

$$\left. \begin{array}{l} \text{エタノール} 5 \text{ mL} = 3.95 \text{ g} \\ \text{水} 3 \text{ mL} = 3.00 \text{ g} \end{array} \right\} \begin{array}{l} \text{全量} \\ 6.95 \text{ g} \end{array}$$

エタノールの割合は、 $\text{エタノール} 3.95 \text{ g} \div \text{全量} 6.95 \text{ g} = 0.568$ で 約57%

レジ袋が浮いたときは、

$$\left. \begin{array}{l} \text{エタノール} 5 \text{ mL} = 3.95 \text{ g} \\ \text{水} 7 \text{ mL} = 7.00 \text{ g} \end{array} \right\} \begin{array}{l} \text{全量} \\ 10.95 \text{ g} \end{array}$$

エタノールの割合は、 $\text{エタノール} 3.95 \text{ g} \div \text{全量} 10.95 \text{ g} = 0.361$ で 約36%

水とエタノールを混合すると体積が元の和になるとは限らないので、混合液の密度を求める場合は注意が必要である。

図にまとめると次のようになる。

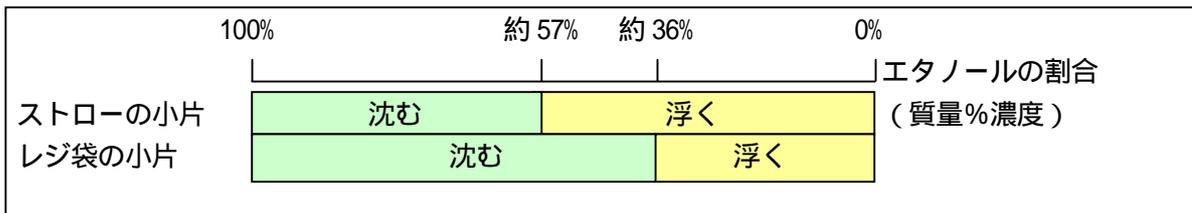


図5 水溶液中のエタノールの割合とストローやレジ袋の浮き沈みとの関係(再掲)

4 押さえないこと

前項からの一連の実験は、赤ワインからエタノールを取り出すことが目的である。しかし、「蒸留によって取り出された無色透明な液体は純粋なエタノールではなく、水分が含まれているようだ」ということが分かってもらえればよい。すなわち、蒸留によって「エタノールが得られた」のではなく、「エタノールを多く含む液体が得られた」のである。

さらに、この実験では、上記のようなエタノールの割合計算にチャレンジさせてみることもできる。この場合、質量パーセント濃度や密度についての理解をより確実なものとする学習が可能となる。

赤ワインの蒸留で採取された液体が、ストローとレジ袋が両方沈んだものと、両方浮かんだものの2パターンしか得られなかった場合は困ってしまう。生徒は、蒸留によってエタノールと水の2つに完璧に分けることができたのだと捉えてしまうからだ。レジ袋は沈んで、ストローが浮く液体が少なくとも1本でも採取できるかどうか、この実験のより深い考察につながるポイントなのである。その液体は少なくとも水を約43%も含んでいるにもかかわらず、火はついてしまう。火がつけば純粋なエタノールが取れたと判断しがちな生徒がいる中で、ストローとレジ袋が共同して示すサインは、私たちに大変重要な情報を教えてくれる。生徒に、ぜひこのサインを読み取らせたい。