

# 理 科

## 浮き沈み・密度・濃度の関係を総合的に考える

鈴 木 孝

### 1. はじめに

東京書籍中学理科（1分野 上）1年において、物質の性質の中で密度の学習をする。

はじめのページには、水の上に油がうくように種類のちがういろいろな液体が層状に積み重なり、それらの層間におもちゃの玉やつりのうきなどがうかんでいる写真が出ている。このようなことは、なぜおこるのだろうかと疑問をなげかけて、学習が展開される。

そこで生徒84名（抽選で入学）に、みじかにある食塩、砂糖を利用して水の中へ卵を入れ、食塩や砂糖を加えていくにしたがって、卵はどんな変化をするか各家庭で実験を試みさせた。そして密度を利用して浮き沈みを理解させてみることにした。

### 2. 生徒の家庭での実験結果

1回目の実験の結果（4月中旬）

|       | 卵は浮いた | 卵は沈んだまま |
|-------|-------|---------|
| 食 塩 水 | 79名   | 5名      |
| 砂 糖 水 | 6名    | 78名     |

生徒たちは、同じ量だけ水を入れたコップ2つを用意し、その中に卵を入れ、砂糖や食塩を少量（こさじ1ばいづつ）加えていき卵の様子を観察して加えていく際、食塩水中の卵に変化がみられた。この状態で大部分の生徒は食塩水では卵が浮き、砂糖水では卵が沈んだままであると報告している。

しかし、5～6人の生徒は、砂糖水のほうについてはさらに実験を続け、その結果をくわしく報告している。

この時期で上ざらテンピンを利用して質量をはかり、メスシリンダーを利用して体積をはかる定量的な基本操作を学習しはじめる。

水、食塩、砂糖の量的変化を考えてもう一度実験させることにした。

2回目の実験の結果（5月上旬）

|       | 卵は浮いた | 卵は沈んだまま |
|-------|-------|---------|
| 食 塩 水 | 84名   | 0名      |
| 砂 糖 水 | 27名   | 57名     |

食塩水では全員卵が浮いたが、砂糖水では生徒の3

分の2が卵が沈んだままと報告している。この結果については後日に結論を話すことにした。

生徒の中には、物を浮かせるには浮力が働いて、卵が浮くと言うものもいる。しかし水から食塩を加えていくにしたがってなぜ卵が浮いてくるかは十分に理解していないようである。

一方、授業ではその間にいろいろな物質（固体、液体、気体）の密度を測定している。固体では金属と木片、液体ではアルコールと油と水、気体では二酸化炭素と空気の密度を調べた。

又溶液は溶媒と溶質からできている混合物であること  
水とアルコールはよくまざるが水と油はまざらないこと。

溶液を溶媒と溶質からつくる際、質量は変化しないが、体積は変化すること。

溶ける際、限界がありそれを溶解度ということ。

も学習させた。

そして生徒たちは、

木片は水に浮き金属は水中に浮むこと。

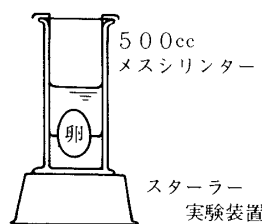
油は水に浮くこと。

空気中に水素ガス入りのふうせんは浮き、二酸化炭素は沈むこと（ドライアイスを入水に入れると発生して、コップから流れ落ち床の方へ沈んでいく）

を知っている。

その際、水や空気の密度とそこに浮いたり沈んだりしている物質の密度との関係を着目させた。このことから卵、水、食塩水、砂糖水の密度の関係を把握させ考えさせた。

### 3. 授業での実験とその結果

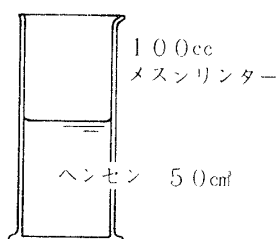


|      |                |
|------|----------------|
| 水の体積 | 250 $cm^3$     |
| 卵の質量 | 67.4 $g$       |
| 卵の体積 | 63.0 $cm^3$    |
| 卵の密度 | 1.070 $g/cm^3$ |

|                             |      |      |      |      |      |      |
|-----------------------------|------|------|------|------|------|------|
| 加えた食塩の質量 (g)                | 5.0  | 10.0 | 15.0 | 20.0 | 25.0 | 30.0 |
| その時の体積 (cm <sup>3</sup> )   | 315  | 317  | 319  | 321  | 322  | 324  |
| 卵の浮き沈み                      | 沈    | 沈    | 沈    | 沈    | 沈    | 浮    |
| 食塩水の質量 (g)                  | 255  | 260  | 265  | 270  | 275  | 280  |
| 食塩水の体積 (cm <sup>3</sup> )   | 252  | 254  | 256  | 258  | 259  | 261  |
| 食塩水の密度 (g/cm <sup>3</sup> ) | 1.01 | 1.02 | 1.04 | 1.05 | 1.06 | 1.07 |

|                             |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|-----------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 加えた砂糖の質量 (g)                | 5.0  | 10.0 | 15.0 | 20.0 | 25.0 | 30.0 | 35.0 | 40.0 | 45.0 | 50.0 | 55.0 |
| その時の体積 (cm <sup>3</sup> )   | 316  | 319  | 322  | 325  | 328  | 331  | 334  | 337  | 340  | 344  | 347  |
| 卵の浮き沈み                      | 沈    | 沈    | 沈    | 沈    | 沈    | 沈    | 沈    | 沈    | 沈    | 沈    | 浮    |
| 砂糖水の質量 (g)                  | 255  | 260  | 265  | 270  | 275  | 280  | 285  | 290  | 295  | 300  | 305  |
| 砂糖水の体積 (cm <sup>3</sup> )   | 253  | 256  | 259  | 262  | 265  | 268  | 271  | 274  | 277  | 281  | 284  |
| 砂糖水の密度 (g/cm <sup>3</sup> ) | 1.01 | 1.02 | 1.02 | 1.03 | 1.04 | 1.04 | 1.05 | 1.06 | 1.06 | 1.07 | 1.07 |

食塩・砂糖の密度の測定



|                          |     |      |      |      |
|--------------------------|-----|------|------|------|
| 食塩の質量 (g)                | 5.0 | 10.0 | 15.0 | 20.0 |
| 食塩の体積 (cm <sup>3</sup> ) | 2.2 | 4.5  | 6.8  | 9.0  |

密度 2.22g/cm<sup>3</sup> ( 2.17 g/cm<sup>3</sup> )

|                          |     |      |      |      |
|--------------------------|-----|------|------|------|
| 砂糖の質量 (g)                | 5.0 | 10.0 | 15.0 | 20.0 |
| 砂糖の体積 (cm <sup>3</sup> ) | 3.0 | 6.0  | 9.0  | 12.0 |

密度 1.67g/cm<sup>3</sup> ( 1.59 g/cm<sup>3</sup> )

( )内は理科年表

食塩・砂糖の密度をはかるには、質量はテニンをつかってはかればよいが、体積は工夫が必要である。そこで砂糖や食塩を溶かしにくい溶媒を使えば木片などの体積をはかるのと同じで、体積を求めることができる。

メスリンダーに食塩や砂糖を加えていくにしたがって食塩水や砂糖水の密度はしだいに増加していく。卵の変化がみられるのは、卵の密度より食塩水や砂糖水の密度が上まわる時である。これは前のページでいろいろな現象について考えたことと同一である。

浮かそうとする物質の密度が浮こうとする物質の密度をこえたことによっておこったことか理解された。

4. 卵の浮きぐあいと濃度

さらに、溶液の濃度について学習する。

卵が食塩水・砂糖水に浮いた時の濃度をたずねた結果による。

|            |      |      |
|------------|------|------|
|            | 1 回目 | 2 回目 |
| ア 食塩水の方が濃い | 27名  | 0名   |
| イ 砂糖水の方が濃い | 40名  | 81名  |
| ウ 同じ濃さ     | 6名   | 3名   |
| エ わからない    | 11名  | 0名   |

ともに30gを加えた時食塩水では卵が浮き、砂糖水では卵が沈んだままである時の濃度をたずねた結果

|            |      |      |
|------------|------|------|
|            | 1 回目 | 2 回目 |
| ア 食塩水の方が濃い | 37名  | 7名   |
| イ 砂糖水の方が濃い | 13名  | 0名   |
| ウ 同じ濃度     | 32名  | 77名  |
| エ わからない    | 2名   | 0名   |

1 回目は現象をみさせて答えさせた。

2 回目は濃度の説明を加えた後、答えさせた。

各自の実験で食塩を多量に加えていった時、卵の浮きぐあいか、大きくなることを理解していて、濃度の理論はもうどこかにいってしまった生徒が大部分いた様である。

つまり、同一溶媒の時と同じ考えで、卵が浮けばそれだけ濃度がこいと思っている。

食塩水のように、はやくから卵が浮いた方が濃度かこいとも考えもある。

この実験においては、溶液の濃度は溶液中に物質が浮くことには無関係であることが十分理解されていない。

そこで濃度についてもう一度説明を加え考えさせた。まわりの生徒と話し合いした後、答えさせた結果

大部分の生徒は、理解したように感じられた。

一週間後のテストに、次のような文で問題を出し理解度を調べてみた。

問 食塩水・砂糖水溶液の中で卵が浮くか、浮かないかの実験をした。

水 250 cm<sup>3</sup>の中へ食塩30 g 加えた時、浮いた。

水 250 cm<sup>3</sup>の中へ砂糖55 g 加えた時、浮いた。

1. 食塩水、砂糖水の中で卵が浮いた時、両者の濃度の関係はどうか。
2. 食塩水30 g 加えた時、卵が浮いた。砂糖30 g 加えても浮かない。この時の両者の濃度の関係はどうか。
3. 食塩水、砂糖水の中で卵が浮いた時、どんな共通点がみられたか。
4. 卵が浮くために加えた量がことになったのはなぜか。テストの結果（正解者数）

|   | 成績上位 | 成績下位 |
|---|------|------|
| 1 | 41名  | 16名  |
| 2 | 41名  | 14名  |
| 3 | 19名  | 2名   |
| 4 | 15名  | 1名   |

成績上位者は

溶媒中に溶質を溶かしていく際、質量はその和であり不変であるが、その溶質の種類によって体積の増加率がことになっていること。

食塩の密度は砂糖の密度より大きいこと。

体積増加率の大きい溶液は、密度の増加は少なくなかなか卵の密度をこえないため多量の溶質を加えていかなければならないこと。

に気付いている。

それに対して、溶液の現象だけをもとにして浮くから濃度がこい、沈んでいるから濃度がうすいと短絡的に考えている生徒がまだ3分の1ぐらいいることは残念であった。

## 5. おわりに

浮き沈み・密度・濃度の関係を総合的に理解させる目的で取りくんだが、残念ながら成績上位者にはそれを受け入れるだけの力があつたが、やはり成績下位者では、浮き沈み・密度・濃度について各々独立にはある程度理解してくれたことがテストの結果からわかった。しかしそれらの関係は断片的にしか理解されていない。

そこで今後、総合的に物事を考えていく力をつけさせる努力をしていきたいと思う。