

あなたは砂糖派？それとも塩派？

～液体で作る蜃気楼発生装置～

日本蜃気楼協議会 木下 正博

1. はじめに

液体（砂糖や塩）を使った蜃気楼発生装置は、手軽にできる蜃気楼実験として子どもたちに大人気である。

一般に液体を用いる実験として、砂糖や塩を使う方法がよく知られているが、いったい、どちらを使った方が効果的なのであろうか。以下に考察してみる。

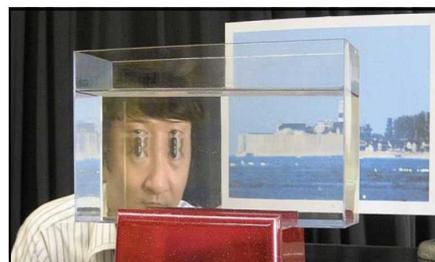


図1 液体と水槽を使った蜃気楼実験

2. 砂糖と塩の性質

◆価格

砂糖（上白糖）・・・ 350円/kg ～ 塩（精製塩）・・・ 150円/kg ～

図1のような2リットルの水槽を用いた実験では、1装置あたり砂糖または塩を溶かす水は1リットル程度が必要であり、砂糖または塩を200g程度用いることが多い。

この場合、砂糖-70円、塩-30円程度となり、塩の方が安価な実験となる。

◆溶解度

表1 砂糖と塩の溶解度(100gの水に溶解する質量)

物質\温度[°C]	0	20	40	60	80	100
砂糖	179	204	238	284	362	487
塩	37.6	37.8	38.3	39.0	40.0	41.1

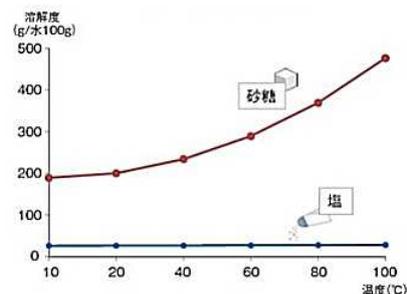


図2 砂糖と塩の溶解度曲線

図1の実験の場合、水1リットル（1000g）に対して溶解できる媒質の量は、表1の値を10倍に換算するとよい。

例えば20°Cであれば、砂糖は2040g、また塩は378g溶解できることになる。ちなみに、砂糖および塩は水1リットルに対してどちらも200g程度は十分に溶けるが、塩は溶解度が小さいことから同じようにかき混ぜた場合、砂糖の方が早く溶ける傾向にある。

◆屈折率

表2の実験結果から、10%と20%の水溶液を比較した場合、塩水10%と砂糖水20%の屈折率がほぼ等しくなることが分かる。このことより、蜃気楼実験をする場合、塩を用いると使用する媒質の量を少なくすることができる。

表2 媒質の濃度・入射角の違いによる屈折率

媒質	濃度	入射角と屈折率(実験値)			
		50°	40°	30°	20°
水		1.289	1.213	1.151	1.174
		1.289	1.213	1.130	1.174
砂糖	10%	1.289	1.213	1.130	1.174
	20%	1.290	1.230	1.130	1.174
	30%	1.316	1.248	1.130	1.174
塩	10%	1.286	1.248	1.129	1.134
	20%	1.397	1.286	1.175	1.218

(水溶液と光の屈折率 東京都立戸山高校 箕野航太より抜粋)

3. 考察

溶解度は、砂糖が塩より大きいため溶解しやすいが、屈折率からは塩の方が安価であり少量で効果的な実験ができると考えられる。ただし、長時間を経たの媒質の溶液中への拡散(境界層の変化)についてはさらなる検証が必要と考える。ちなみに、塩は安価な精製塩を使う方が自然塩と比較して混合物が少なく濁りがなくよい。また、砂糖や塩は食品ではあるが、実験後は十分な水で希釈して破棄する。

4. 参考 [砂糖水または塩水で作る蜃気楼実験装置－液体の密度変化で見る屈折－]

(1) どんな実験なの？

遠くの景色が伸びたり逆さになったりして見える蜃気楼は、どのような仕組みでできるのでしょうか。水槽の中で蜃気楼を作ってみましょう。

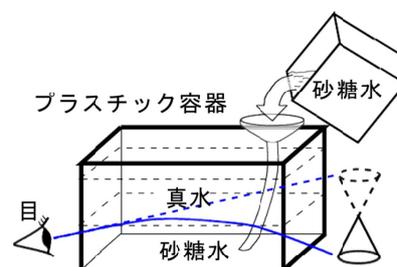
(2) 実験のしかたとコツ

a) 用意するもの

- ・水槽 1個 (容積が2リットルくらい) ・水2リットル (一晩くみ置きした水がよい)
- ・1リットルカップ 1個 (ペットボトルを切ったもので代用してよい)
- ・砂糖または塩 200g程度 ・かき混ぜ棒 1本 (割り箸でよい)
- ・漏斗 (長さ10センチくらいのビニルホースを取り付けておく)
- ・实景の写真 (模型やぬいぐるみなどでよい) ・レーザーポインタ 1本

b) 実験方法 (砂糖を例に記載)

- ①水1リットルをカップで量り水槽に入れる。
- ②カップに砂糖を200g程度入れ、1リットルの水溶液を作る (かき混ぜ棒で完全にとかす)。
- ③漏斗を水槽に入れ砂糖水をゆっくりとそそぐ。すると、重い砂糖水が水の下側にたまっていくのが見える。この砂糖水の層が密度の大きい冷氣層、上側の水の層が密度の小さい暖気層に相当する。
- ④すべてそそぎおわったら全体が落ち着くのを待つ。



水槽に水を入れる

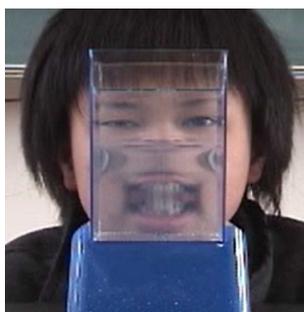


砂糖水をゆっくり注ぐ

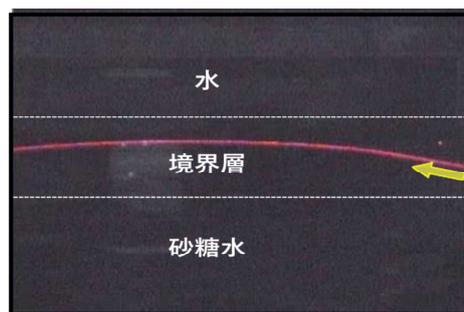


全体が落ち着くまで待つ

- ⑤水槽の一方に实景の写真や模型などを固定し、下側から斜め上方に覗くようにする。すると、伸びたり逆さまになったりして見える。見る高さや距離をいろいろ変えると変形の様子も変わる。なお、境界層があまりにも顕著な場合は、かき混ぜ棒で少し攪拌するとよりリアルな蜃気楼になって見える。
- ⑥友達と両側からお互いの顔を見てみる。また、レーザーポインタで光線が曲がる様子を観察する。



顔の変化と实景が変化する様子



レーザー光が曲がる様子