

トマトの糖度を糖度計を使わずに求めることができるか。

長野市立 長野中学校

2年

名前

眞木 さやな

1 研究の動機や目的

祖父母の家から、房でミニトマトをたくさんもらったので、たらいでまとめて洗っていると青いトマトがいくつか水に浮いた。これはトマトの甘さに違いがあるからではないかと思い、試しに食べてみたら、水に浮いたトマトは全く甘くなく、水に沈んだトマトは甘かった。トマトの甘さは、濃度の違う砂糖水に入れて浮くかどうか調べることで求められるのではないかと思い、いろいろな実験をしながら、トマトの甘さ（糖度）を求める方法を研究してみようと思った。



2 研究の方法や内容

- ①トマトの糖度を知るために、糖度計を購入する。
- ②質量パーセント濃度が違う砂糖水を作る。
- ③作った砂糖水の糖度を糖度計を使って調べる。
- ④いろいろな色のトマトがどの濃度の砂糖水でギリギリ浮くのかを調べる。
- ⑤砂糖水で行った②から④を食塩水でも調べてみる。
- ⑥それぞれのトマトの糖度を糖度計で調べる。
- ⑦トマトがちょうど浮いた砂糖水の濃度とトマトの糖度の関係をグラフにしてみる。
- ⑧トマトがちょうど浮いた砂糖水の濃度とトマトの糖度の関係を式で表せるか考える。

3 研究の結果と考察

- ①最初に質量パーセント濃度が0%から10%の砂糖水を、水と砂糖を何gずつ混ぜればよいか考えながら、それぞれ100gずつ作って、プラスチックコップに入れた。

＜a%の砂糖水100gの作り方＞

水 x g、砂糖 y g とすると

$$\begin{cases} x+y=100 & \dots \textcircled{1} \\ \frac{y}{x+y} \times 100 = a & \dots \textcircled{2} \end{cases}$$

①の $x+y$ を②に代入すると $\frac{y}{100} \times 100 = a \dots \textcircled{2}$

$$y = a$$

$$x = 100 - a$$

よって、 $a\%$ の砂糖水 100g を作るためには、水 $100-a(\text{g})$ に、砂糖 $a(\text{g})$ を溶かせばいいことがわかる。



②作った砂糖水の糖度を購入した

光の屈折式の糖度計で調べてみた。

砂糖水の濃度%	0	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0	10.0
糖度計の糖度	0	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0	10.0

よって、砂糖水の糖度計の数値は、砂糖水の濃度と一致することがわかった。

砂糖水の濃度を $x\%$ 、その砂糖水の糖度計の数値を y とすると、式は $y = x$ となり、比例（比例定数1）することがわかった。

③いろいろな色のトマトがどの濃度の砂糖水でギリギリ浮くのかを調べた。



トマトがぎりぎり浮いた砂糖水の濃度

小さい青いトマト（1個）	0%
青いトマト（3個）	3%、4%、4%
ヘタに近い部分が青いトマト（3個）	5%、5%、5%

赤いトマト (4個) 6%、6%、7%、7%

赤く熟したトマト (4個) 8%、8%、8%、8%

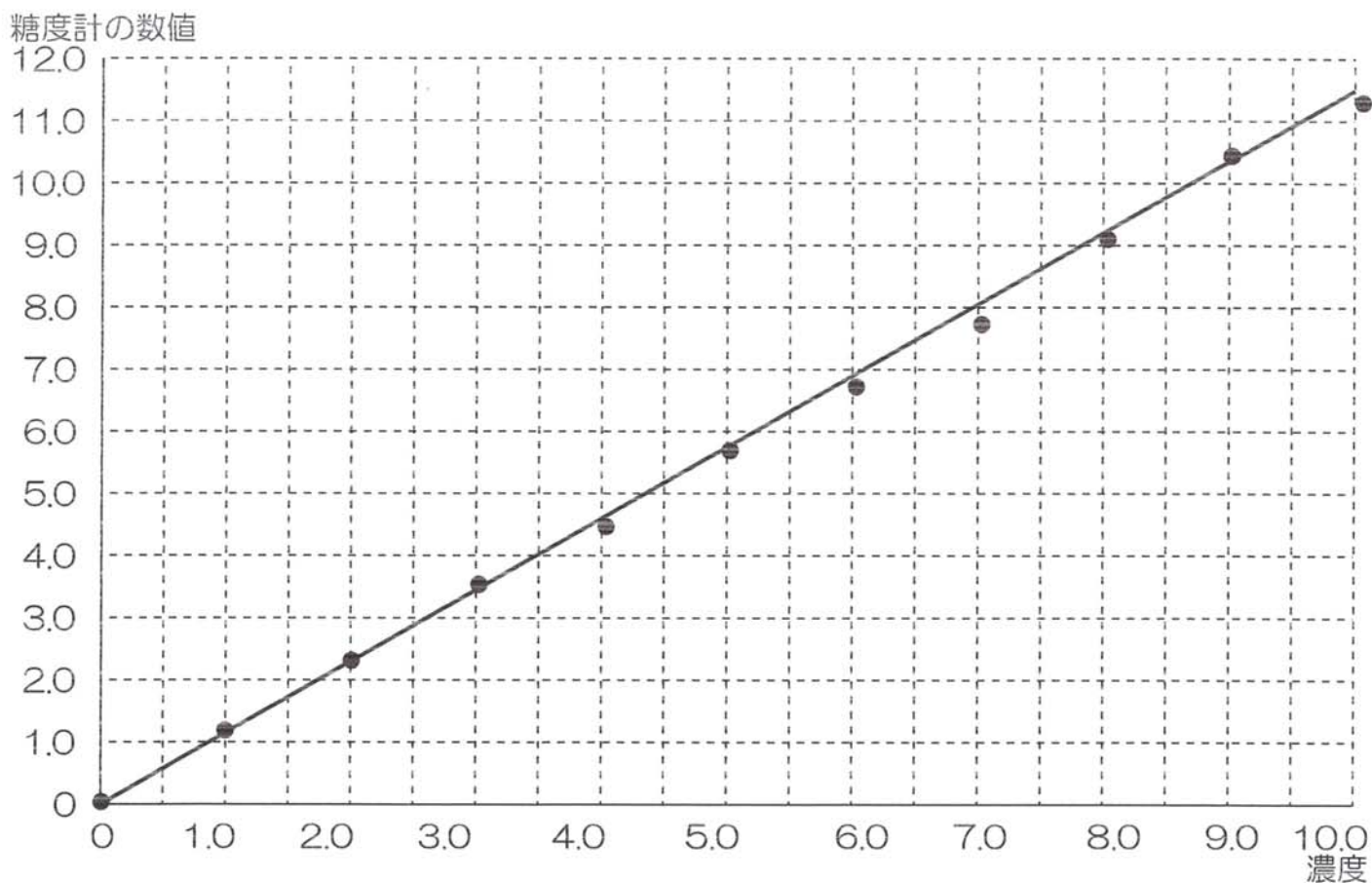
青いトマトは、3～4%、ヘタに近い部分が青いトマトは5%、赤いトマトは6～7%、赤く熟したトマトは8%の砂糖水にギリギリ浮いた。

④食塩水で②と③について同じことをやってみた。

食塩水の濃度%	0	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0	10.0
糖度計の糖度	0	1.2	2.4	3.6	4.6	5.8	6.8	7.8	9.2	10.6	11.4

食塩水は、糖度0なのに砂糖水より糖度の数値が高くなっている。

食塩水の濃度をx%、その食塩水の糖度計の数値をyとしてグラフを作った。



できるだけ多くの点を通るように、原点を通る直線をひいた。このグラフは、比例で、 $x=10.0$ のとき、 $y=11.5$ となるので、式で表すと $y=1.15x$ となることが分かった。

＜糖度計の仕組みについての考察＞

砂糖水でも食塩水でも糖度が数値として表れる。しかも、同じ濃度にもかかわらず、食

塩水の方が糖度が高くなる。つまり、糖度計が表す数値は、糖度でも濃度でもないことが分かった。では、何を調べているのかと不思議に感じた。そこで、砂糖水と食塩水の密度の違いではないかと思い、同じ100gの10%の食塩水と10%の砂糖水の体積と密度を調べてみた。

砂糖水…96mL よって、密度は $100 \div 96 = 1.04$ (g/cm³)

食塩水…93mL よって、密度は $100 \div 93 = 1.08$ (g/cm³)

同じ濃度だと、食塩水の方が密度が高いことが分かった。

糖度計で食塩水の方が高い数値を示すのは、光の屈折を利用した糖度計は、濃度ではなく密度に関係があると思われる。密度が大きい溶液の方が光の屈折が大きいと予想できる。

＜糖度計で食塩水の濃度を調べる方法＞

食塩水の濃度をx%、その食塩水の糖度計の数値をyとすると、 $y = 1.15x$ となることが分かったので、これを利用して糖度計を使って、食塩水の濃度を調べる方法を考えた。

食塩水の糖度計の数値をx、食塩水の濃度をy%とすると、上の式から $x = 1.15y$ となる。これをyについて解くと

$$x = \frac{115}{100} y$$

$$115y = 100x$$

$$y = \frac{100}{115} x$$

$$y = \frac{20}{23} x$$

$$y = 0.87x$$

食塩水の糖度計の数値をx、食塩水の濃度をy%とするとき

この $y = 0.87x$ の式をつかうと、糖度計で食塩水の濃度が調べられる。

⑤いろいろな色のトマト(③で調べたもの)がどの濃度の食塩水でギリギリ浮くのか調べた。

トマトがギリギリ浮いた食塩水の濃度

小さい青いトマト(1個)

0%

青いトマト(3個)

2%、2%、2%

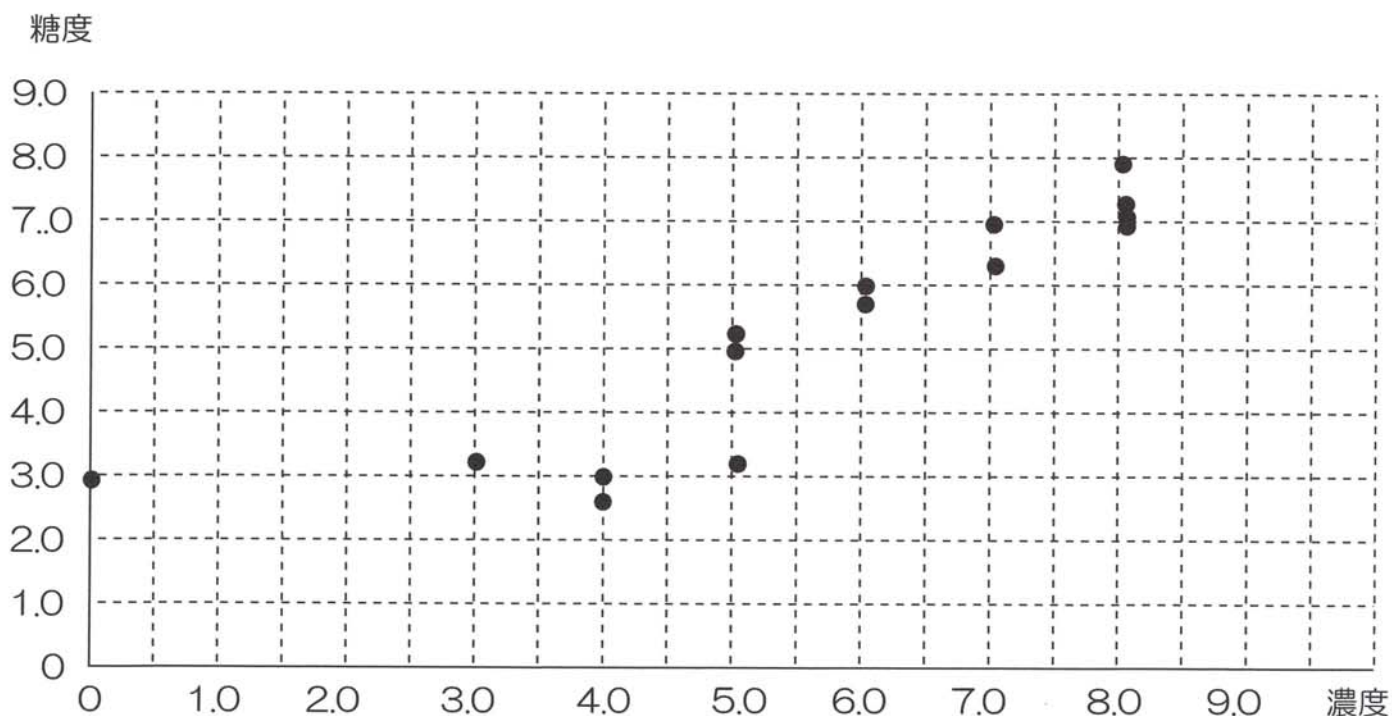
ヘタに近い部分が青いトマト（3個）	3%、3%、3%
赤いトマト（4個）	4%、4%、4%、4%
赤く熟したトマト（4個）	5%、5%、5%、5%

青いトマトは、2%、ヘタに近い部分が青いトマトは3%、赤いトマトは4%、赤く熟したトマトは5%の食塩水にギリギリ浮いた。砂糖水より、浮く幅がせまいので、濃度と糖度の関係を調べるのには、砂糖水の方が適しているとわかった。



- ⑥ ③で調べたトマトについて、実際に切って、中のトマト汁を取り出し、糖度計を使ってその糖度を調べてみた。

トマトが浮いた砂糖水の濃度(%)	0%	3%	4%	4%	5%	5%	5%	
糖度計で調べた値（糖度）	3.0	3.2	2.6	3.0	3.2	5.0	5.4	
	6%	6%	7%	7%	8%	8%	8%	
	5.8	6.0	6.4	7.0	7.0	7.2	7.4	8.0

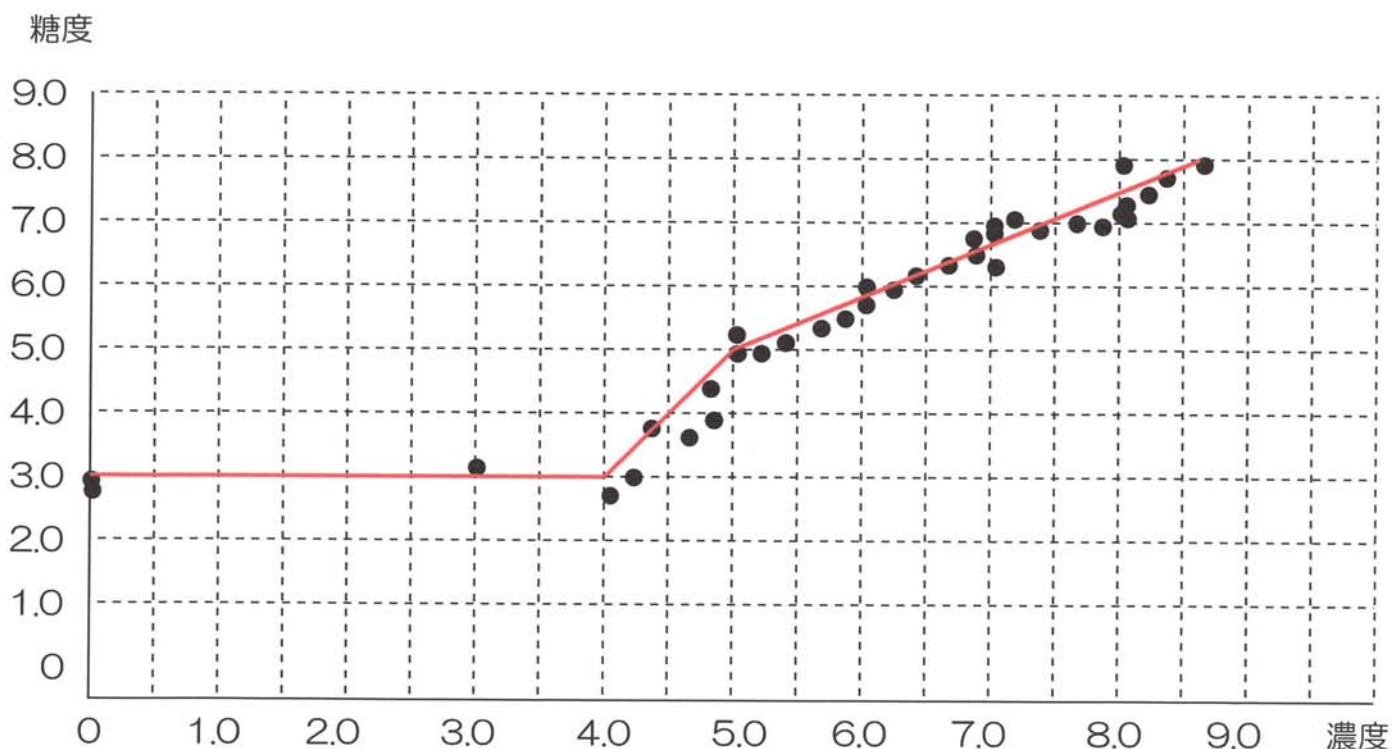


できるだけ多くの点を通るように直線をひきたいが、同じ濃度で浮いたトマトでも、違う糖度を示しているののでどのようにひくのがいいのか迷った。調べた濃度が1%刻みであったので、もっと細かに調べることにした。

- ⑦ 濃度が3%から、3.2%、3.4%、…と、0.2%ずつ変えた砂糖水を作り、プラスチックコップに入れて、多くのトマトで、ギリギリ浮く濃度と糖度の関係を調べてグラフに表してみた。



トマトが浮いた砂糖水の濃度(%)	0	0	3.0	4.0	4.2	4.4	4.6	4.8	4.8
糖度計で調べた値(糖度)	2.8	3.0	3.2	2.8	3.0	3.8	3.8	3.9	4.4
	5.0	5.0	5.2	5.4	5.6	5.8	6.0	6.0	6.2
	5.0	5.2	5.0	5.2	5.4	5.6	5.8	6.0	6.0
	7.0	7.0	7.0	7.2	7.4	7.6	7.8	8.0	8.0
	6.4	6.9	7.0	7.0	6.8	7.0	7.0	7.2	7.2



ギリギリ浮く濃度と糖度の関係を、点をうって、グラフに表してみると、上の図の赤い線のようにになると予想できる。

ギリギリ浮く濃度を $x\%$ 、そのトマトの糖度を y とすると、上のグラフより次のような式と変域で表される。

$0 \leq x \leq 4.0$ の範囲では、 x 軸に平行な直線なので、

$$y = 3 \quad (0 \leq x \leq 4.0)$$

$4.0 \leq x \leq 5.0$ の範囲では、変化の割合が2で、 $x = 4$ のとき $y = 3$ なので、

$$y = ax + b \text{ で、 } a = 2 \text{ だから、 } y = 2x + b$$

これに、 $x = 4$ 、 $y = 3$ を代入すると、 $3 = 8 + b$ だから $b = -5$

$$y = 2x - 5 \quad (4.0 \leq x \leq 5.0)$$

$5.0 \leq x \leq 8.6$ の範囲では、変化の割合が $3 \div 3.6 = \frac{5}{6} = 0.83$ で、 $x = 5$

のとき、 $y = 5$ なので、 $y = \frac{5}{6}x + b$ に、 $x = 5$ 、 $y = 5$ を代入すると

$$5 = \frac{5}{6} \times 5 + b \quad \text{より、} b = \frac{5}{6}$$

$$y = \frac{5}{6}x + \frac{5}{6} \quad (5.0 \leq x \leq 8.6)$$

$$(y = 0.83x + 0.83)$$

< トマトがギリギリ浮く濃度と糖度との関係 >

トマトがギリギリ浮く砂糖水の濃度と糖度との関係は、4.0%までは一定で、4.0~5.0では糖度の上がり方は大きく、5.0以降では糖度の上がり方はやや小さくなるが、糖度は濃度の一次関数になっていると予想できる。

ギリギリ浮く砂糖水の濃度を $x\%$ 、そのトマトの糖度を y とすると、

$$y = 3 \quad (0 \leq x \leq 4.0)$$

$$y = 2x - 5 \quad (4.0 \leq x \leq 5.0)$$

$$y = \frac{5}{6}x + \frac{5}{6} \quad (5.0 \leq x \leq 8.6)$$
$$(y = 0.83x + 0.83)$$

⑧まとめ

トマトが浮く砂糖水の濃度から、前ページの式を使うと、糖度計を使わなくても、トマトの糖度を調べることができる。

4 感想・今後の課題

- ・糖度計を使わなくても、自分で作った濃度の違う砂糖水と実験から求めた式を使えば、ほぼ正確なトマトの糖度を調べることができるようになり、うれしかった。実際に、ギリギリ浮く砂糖水の濃度から式を使って求めた糖度と糖度計を使って調べた結果が、いくつものトマトで確かめてみたらほぼ一致したので驚いた。
- ・やはり赤く熟したトマトは甘く、青いトマトは酸っぱかった。沢山のトマトを調べていると、だいたいかんでトマトが浮く濃度の位置が分かった。見た目だけでもこれからは糖度がだいたい予想できそうである。
- ・0%の水に浮くトマトは、糖度がゼロかなと思っていたが調べてみたら、3.0ぐらいあって、不思議だなと思った。
- ・今後は、トマトだけでなくイチゴなど他の食べ物でも調べてみたい。また、糖度計を使って、塩分についても調べられそうなので、味噌汁などの塩分についても調べてみたい。