

事例Ⅱ〔植物〕植物細胞の浸透現象

～ 細胞への水の出入りを実感できる教材の工夫 ～

指導の手引き

1 ねらい

植物の細胞を濃度の異なる溶液に浸したとき、水の移動が起こり、細胞の大きさが変化する。この変化をどのように測定するか、現象をモデル化して考え、観察、実験を通して確認する。

2 教材の工夫・指導のポイント

水の出入りによる大きさの変化、質量の変化を実感するための工夫

植物細胞の浸透現象は、観察した形態的な変化を、物理学、化学の考え方に基づいて解釈して、理解しなければならないという難しさがある。原形質分離を起こしている細胞を観察しても、それがどのような生物学的な意味をもつ変化なのか、生徒は実感が持ちにくい。この事例では、ユキノシタやカナダモの葉の細胞を用いた、顕微鏡による原形質分離の観察の前に位置付けて、実感を持たせるよう工夫した。

また、ワークシートには、植物がしおれていくときの变化、塩漬けにしたときの变化、しおれた切り花や野菜を水につけたときの变化など、観察によってとらえた特徴を、モデル図を活用しながら、植物細胞の構造と浸透圧・膨圧・吸水力などの考え方で説明する「ワーク」を設定した。

この事例に適した材料には、ダイコン、ニンジン、ジャガイモなどが挙げられる。しかし、新鮮さが異なるので、推定した細胞の浸透圧と等張な溶液の濃度は、かなり誤差を含んでいると考えられる。定量的実験ではなく、あくまでも定性的実験として、現象をとらえる一つの実験方法であることを、生徒に説明していくことが大切である。

3 材料の選定のポイント

浸透現象を調べる実験では、どの根菜類が題材として最適であるか、一概には言えない。むしろ、鮮度の方が大きく影響すると思われる。植物細胞の浸透圧は、常温では一般に5～10気圧程度といわれている。

また、植物の浸透圧は一定ではない。植物種によっても異なるし、同じ種類でも季節によって異なる。たとえば、ハマナスやハマヒルガオなど海浜の潮風に適応した植物の浸透圧は高い。また、ユキノシタなどは冬季に浸透圧が高くなる。このような冬の低温に対する適応は、濃度を高めて凝固点を下げるしくみと考えられる。材料を選択する際に、これらの点を考慮する必要がある。

4 引用文献・参考文献

植物生理学の解釈を理解するには、物理化学の基礎知識が必要となる。

特に、キーワードとして”水の化学ポテンシャル”に注目する必要がある。

○ 「高等学校生物Ⅰ改訂版」(新興出版社啓林館)

○ 日本植物生理学会「みんなのひろば」

<http://www.jspp.org/17hiroba/index.html>

テーマ 植物細胞の浸透現象を探ろう

1 目的

- ・植物の細胞を濃度の異なる溶液に浸したとき、水の移動が起こり、細胞の大きさが変化する。この変化は、肉眼でどのようにとらえられるだろうか。
- ・この変化をどのように測定するか、現象をモデル化して考えよう。
- ・この変化を測定してみよう。

2 浸透現象の測定の準備について

(はじめに) 事前学習で理解を深めよう。

■「花が開く、しおれる」、「生野菜と塩漬け」について

- ・花がしおれるのは、細胞から水が出ていくためである。植物の体、細胞にはたくさんの水が含まれていて、特にアサガオの花の細胞は95%以上が水である。つぼみが開くときには、自重と同じくらいの量の水が入って、ピンと咲きます。細胞の体積は約2倍になります。これは全部、根から吸収されて茎を通して花まで運ばれたものです。花がしぼむのは、水の供給が断たれて細胞内の水が減るためと考えられます。
- ・スーパーの生鮮野菜売り場にある野菜は、低温にしてみずみずしい状態で置かれています。買ってきてしばらくして多少しおれたキャベツの葉も、せん切りにして水につけると、生き生きとした状態に戻ります。塩漬けにすると逆のことが起こります。

【ワーク 1】上の文章の「花が開く、しおれる」、「生野菜と塩漬けの野菜」の違いを、植物体に含まれる水の量に着目し、図を用いて説明しよう。

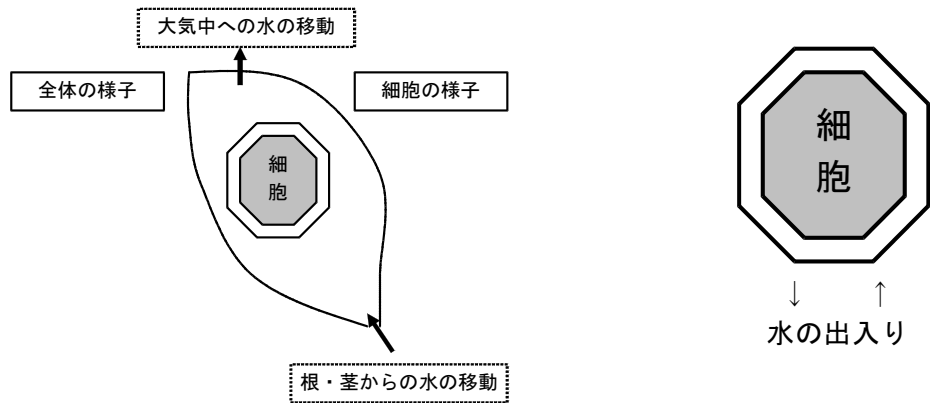
①「花が開く、しおれる」

花が咲く	花がしおれる

②「生野菜と塩漬けの野菜」

生野菜	塩漬けの野菜

【ワーク2】 前ページの【ワーク1】について、それぞれの違いを、モデル図の細胞に出入りする水に着目して説明しよう。



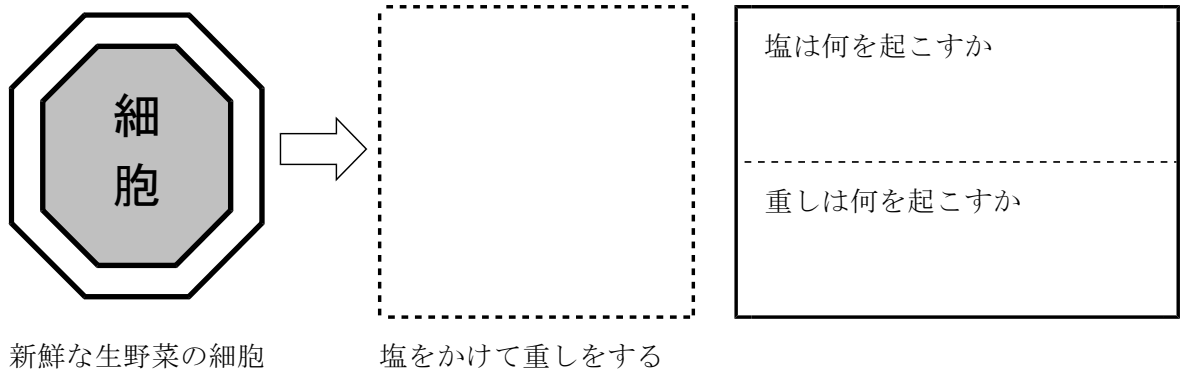
①「花が開く、しおれる」という現象

- ☐ 花が開くとき
- ☐ 花がしおれるとき

②「生野菜と塩漬け」という現象

- ☐ 生野菜を水につけると
- ☐ 生野菜を塩漬けにすると

【ワーク3】 野菜を切ったものに塩をふりかけて、重しをすると漬け物になります。漬け物にすると、野菜から水分が出て、もとの生野菜の状態より見た目に縮んで見えます。



月 日		学年 組 氏名
感想		

ワークシート 2〔生徒配付用〕

テーマ 浸透現象の測定の実験を理解しよう

3 浸透現象を測定する実験

(仮説) ワークシート 1 で学習したことを検証するための測定方法を考える。

漬け物の例のように、生野菜を濃い食塩水につけると、水の移動が起こり、見た目にも変化が起こる。この変化を、次の①、②のような量的な変化(変化率)を測定する実験で確かめる。

- ① 細胞の体積の変化に伴って、細胞の大きさ(長径・短径、面積)も変化する。野菜片全体の大きさも変わるので、長さ、面積の変化を測定できるのではないだろうか。
- ② 細胞の体積の変化に伴って、細胞の質量が変化する。野菜片全体の質量も変化するので、質量の変化を測定できるのではないだろうか。

(1) 濃度を変えた食塩水に野菜片を浸し、大きさの変化を測定する。(①の仮説の検証)

- 材料； 根菜(ダイコン、ニンジンなど)
- 方法；
 - ・家庭用の野菜スライサーで薄切りにする。
 - ・次に、ドーナツの型抜きで円盤状に切り抜く。(内径30mm)
 - ・純水、切り出したまま、食塩水に浸す。(それぞれ5枚ずつ)
 - ・食塩水は、濃度を変えて準備する。(野菜片に対して十分な量を用意)
 - ・約20分後に直径を測定する。
- 結果；

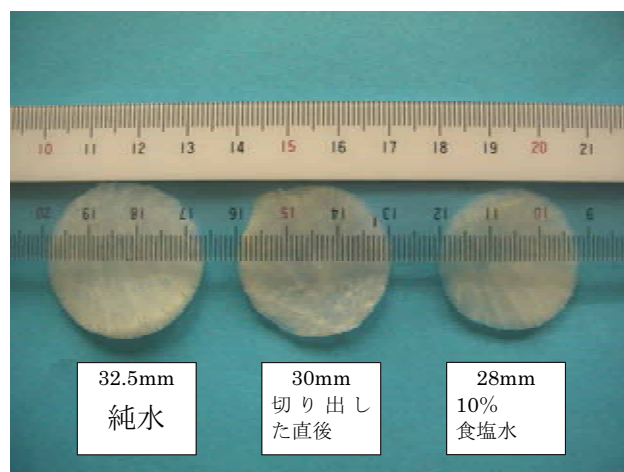
濃度 ()	基準 切り出したまま	0 純水						
直径 (mm)								
基準との差								

参考：予備実験の結果(ダイコン)

● 塩分は植物細胞によくない？

ナトリウムは動物には必要ですが、陸上の多くの植物はほとんど生活に利用していません。

土壌中の塩化ナトリウムの量が高くなって、作物の生育が阻害される塩害と呼ばれる現象があります。ナトリウムは濃度が低いときにはまったく悪い元素ではありませんが、高濃度になると障害を引き起こします。



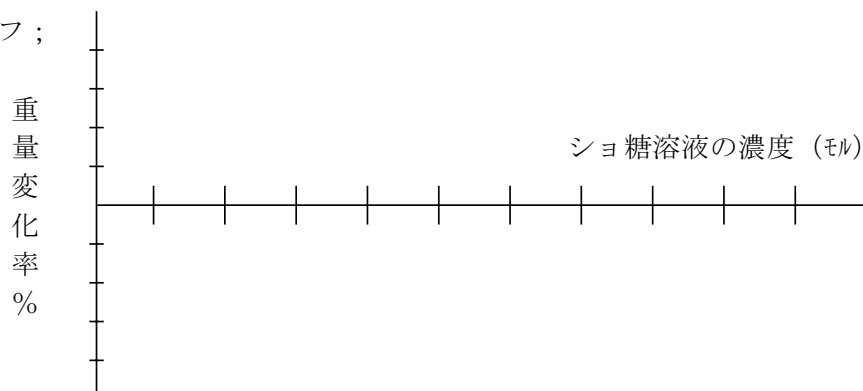
(2) ショ糖濃度を変えた溶液に野菜片を浸し、質量の変化を測定する。(②の仮説の検証)

- 材料 ; ・ 根菜 (ダイコン、ニンジンなど) を家庭用の野菜スライサーで薄切りにする。
 - ・ 次に、ドーナツの型抜きで円盤状に切り抜く。(内径30mm)
 - ・ 各濃度の溶液ごとに5枚ずつ用意する。
- 方法 ; ・ 蒸留水、0.1から1.0モルまでのショ糖溶液 (0.1ごと)
 - ・ 液に浸す前の根菜片の質量を測定する。(A)
 - ・ 液を入れたシャーレに根菜片を入れる。(20分)
 - ・ 液から根菜片を取り出し、ろ紙にのせる。さらに、根菜片を裏返し、表面の水分をろ紙に吸収させる。時間は数秒ずつ。
 - ・ 根菜片の質量を測定する。(B)
 - ・ 重量変化率 = $(B - A) / A \times 100$ (%) を求め、ショ糖溶液濃度と重量変化率の関係をグラフにする。

○ 結果 ;

浸す溶液の濃度と根菜片の重量変化											
ショ糖溶液のモル濃度	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
実験前の重量 (g)											
実験後の重量 (g)											
重量変化率 (%)											

○ グラフ ;



○ 考察 ; ①と②の結果について

- ・ 浸した外液の濃度と重量変化率との間に見られる関係をまとめてみよう。

- ・ 限界原形質分離の状態にあたる浸透圧を推定してみよう。

月 日		学年 組 氏名
感想		

「吸水力」の定義に注意！ (平成18年3月検定教科書に加わった記述)

植物の浸透現象を扱う場合、非常に理解の難しい問題の一つに「吸水力」の扱いがある。
平成18年3月検定の教科書には、次のような記述がある。

■ 本文の記述 【高等学校生物Ⅰ改訂版（新興出版社啓林館）】

（「植物細胞を高張液に浸すと……。この現象は**原形質分離**とよばれる。」という記述）
その後、植物細胞を蒸留水に入れると、水が細胞内に入ってきて、細胞はもとどおりになる（**原形質復帰**）。蒸留水の中では、原形質の浸透圧によって細胞の中に水が入ってくるため、細胞がふくらむ。しかし細胞壁がかたいために、細胞のふくらむ圧力が細胞壁に加わる。この圧力を膨圧という。膨圧を受けた細胞壁はもとの形に戻ろうとし、水の浸透を妨げる力が生じる。その力の大きさは膨圧に等しい。したがって、細胞が水を取り込む**吸水力**（吸水圧）は、細胞内液の浸透圧と膨圧との差で示される。

$$\text{吸水力} = \text{浸透圧} - \text{膨圧}^*$$

■ 欄外の注釈

* この式は細胞を蒸留水に浸した場合の式で、それ以外の液では「浸透圧」の部分は「細胞内液と外液との浸透圧差」となる。蒸留水に浸した場合は、外液である蒸留水の浸透圧はゼロなので、細胞内液の浸透圧がそのまま浸透圧差となるため、この式で表すことができる。

本文の記述は従来どおりであるが、欄外の記述は今回の教科書の改訂で新たに加わったものである。

吸水力という言葉は、かつての教科書では、その状態の細胞を蒸留水（または純水）に浸した時に、あとどれだけ水を吸収できるかということを意味している。しかし、実験などでは濃度の異なる溶液に浸した場合を考察することがあるため、しばしば吸水力の解釈に混乱を生じていた。

水の最大吸収力としての吸水力を考える時には、純水の浸透圧はゼロである。しかし、ある溶液中に細胞を浸し平衡状態になった時は、低張液でも高張液でも吸水力はゼロとなることから、本文の関係式が成り立たなくなってしまう。このような混乱があるので上記のような記述が加えられたと考えられる。平衡状態の吸水力（常にゼロ）と、細胞が最大能力としてもっている吸水力を混同しないことが重要である。

大学入試の出題でも、このことが話題になることもある。古い問題集の例題を扱うときには注意が必要である。