

食品学実験（抜粋）

尚絅学院大学健康栄養学類で実施している食品学実験の一部を抜粋したものです。

実験 1. 食品の水分活性の測定

濃度の異なる水溶液の水分活性を測定して、水分活性と溶液の濃度について理解を深める。
理論値と実測値の違いについて考察する。

1. 食塩水、およびシヨ糖液の濃度と水分活性の測定 ①蒸留水、②10%食塩水、③20%食塩水、④25%食塩水、⑤10%シヨ糖液、⑥30%シヨ糖液、⑦50%シヨ糖液 の水分活性の測定。（濃度は質量%濃度）

水分活性の測定： 試料を水分活性測定用の試料容器（セル）に採取し、装置にセットして水分活性を測定する。
測定終了後にセルを洗浄し、所定の場所に戻す。

* 温度により大きく影響を受けるので、試料は前もって室温にしておくこと。

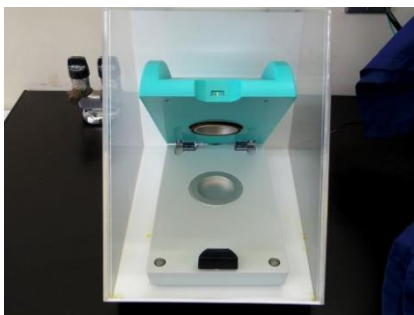
* 試料は容器の高さの1/2程度になるように入れること（入れすぎると故障の原因となる）



① 黒い部分を押すと、ピーと鳴って「OPEN」の表示。

② 指で黒い部分を抑えたまま、緑色の蓋を注意して開ける。

水分活性層く低装置 LabSwift-aw（ラボスウィフト aw）



③ 蓋を開けると、中央にセルをセットするくぼみがあるので、そこにセルの蓋を開けてセットする（こぼさないように注意）

④ 蓋をしっかりと閉じる。

⑤ スタート/ストップボタンを押して測定開始。
<測定中は「ANAYSIS」が点滅>

<黄色枠内の ▶ 印の数が下に増えてきて、下まで増えると終了。>

⑥「ピーピー」と鳴ったら終了

⑦上の大きな字の値が水分活性値。下の値は温度。両方を記録する。

(参考：<https://novasina-dkshj.jimdofree.com/>)

調査課題：

- ◎水分活性と食品の保存性（微生物；細菌、酵母、カビの増殖、酵素活性、非酵素的褐変反応、脂質酸化反応など）との関係について、横軸に水分活性、縦軸に増殖活性、あるいは反応性を取った図を作り、それぞれの項目について25～50字程度で説明しなさい。
- ◎低水分食品、中間水分食品、高水分食品の例をそれぞれ5つ以上挙げなさい。

<実測データを基に結果の解析・考察を行うこと>

考察のポイント：

- ① ラウールの法則をもとに導き出される各濃度の食塩水、ショ糖（スクロース）溶液の水分活性を計算。

ヒント： *ラウールの法則： 希薄溶液において溶液の蒸気圧降下の程度は溶質のモル分率に比例する。

⇒ $P_o - P = N / (N + N_o) \times P_o$ N：溶液中の溶質の物質量（mol）, N_o ：溶液中の水の物質量（mol）

$A_w = P / P_o$ より $A_w = N_o / (N + N_o)$ で表すことができる

⇒水分活性は、希薄溶液の場合は「水のモル分率 = $N_o / (N + N_o)$ 」となる

注意： 塩（NaCl）の場合水に溶かすと電離するため粒子の数（= 物質量）が増えることに注意

1 mol の NaCl は、水中で 1 mol の Na^+ と Cl^- に電離。溶質粒子の物質量は合わせて 2 mol になる。

- ② 実験データと①で得られた理論値を使って散布図を作成する。

- ③ ②で作った散布図を基に、

i) NaCl とショ糖溶液の違い、 ii) 理論値と実測値の違い(特に濃度との関係を含めて) について考察を行う。

実験 2. 食品のゲル化実験① ～低メトキシペクチンのゲル化の実験～

どうしてフルーチェ®は固まるのか？ 低メトキシペクチンのゲル化のメカニズムから科学的に理解する。

植物におけるペクチンの働きを理解し、それを食品の加工に利用する。

器具・装置： マイクロピペット（200～1000 μ L）、試験管（10 本）、試験管立て、温度計、500mL ビーカー、300mL ビーカー、恒温水槽、スターラー及び攪拌子、保護メガネ

試薬・試料： 0.03mol/L $CaCl_2$ 溶液、0.03mol/L $MgCl_2$ 液、50% $MgCl_2$ 溶液、0.03mol/L KCl 溶液、水、牛乳、フルーチェ、

方法： 試験管に駒込ピペットを用いフルーチェ 1.0 g を採取し、これにマイクロピペットを用い試料溶液 1.0 mL を加え、激しく攪拌する。試験管立てに試験管を置き、しばらく(3～5 分程度)静置してから、試験管を傾け溶液の様子を観察する。

* フルーチェの代わりに、高メトキシペクチン（2% リンゴペクチン）溶液について、0.03mol/L $CaCl_2$ 溶液及び牛乳を用いて同条件で実験を行う。

* 50 wt% 塩化マグネシウム溶液（密度 1.190g/mL）のモル濃度を計算し、モル濃度で比較すること。

考察のポイント： 低メトキシペクチンのゲル化のメカニズムを基に結果を考察

実験3. 食品のゲル化実験② ～アルギン酸を用いた人工イクラの製造～

粘性多糖のゲル化を利用したイミテーション食品（組み立て形成食品）の製造

試薬：アルギン酸ナトリウム、乳酸カルシウム、食用色素

器具：100mL ビーカー（×2）、300mL ビーカー、メスシリンダー、スターラー、攪拌子、10mL 駒込ピペット、ガラス棒、茶こし、**保護メガネ**

操作

- ① 100mL ビーカーに 40～45℃のぬるま湯 50mL を入れ、スターラーで攪拌しながらアルギン酸ナトリウム 0.5g を少しずつ振り入れ、溶解する（10～15分）。
※一度に加えるとダマになり溶けにくくなるので分散させながら加えること。
- ② ①のアルギン酸ナトリウム溶液に食用色素 0.06～0.07g を加え、スターラーで攪拌しながら色を付ける。
- ③ 300mL ビーカーに水 200mL を入れ、乳酸カルシウム 2.0g を加え、ガラス棒を用いて攪拌し、溶解する。
- ④ ③の乳酸カルシウム溶液約 100mL（ビーカーの目盛りでよい）を 100mL ビーカーに入れ、②の着色したアルギン酸ナトリウム溶液を 10mL 駒込ピペットでゆっくり一滴ずつ滴下する。
- ⑤ ④で作った人工イクラを茶こしにとって水でよく洗う（流水の加減に注意すること）。

・ ゲル強度（破断強度）の測定

- ① ③の残った乳酸カルシウム溶液に②の着色したアルギン酸ナトリウム溶液を 10mL 駒込ピペットで一気に押し出し、ひも状のゲルを作る。5分後または30分後に茶こしにとって水で洗う。
- ② クリープメーターを用いて破断強度を測定する。
ゲルを台座に置き、ファイル名を入力し、測定歪率 100%、サンプル厚さ 2.5mm、接触面直径 1mm であることを確認し、「次へ」をクリック。試料厚さを測定後、「OK」をクリックし、測定開始。
(プランジャーはクサビ型を使用)

考察のポイント： アルギン酸のゲル化のメカニズムを基に、乳酸カルシウム溶液に浸漬した時間と破断強度の関係について考察。

実験4. ゲル化による食品の製造③ ～HMペクチンのゲル化実験～

高メトキシペクチンのゲル化にはどんな条件が必要なのか。その条件からゲル化のメカニズムを科学的に理解する。

器具・装置：マイクロピペット（200～1000 μ L）、50mL 遠沈管、遠沈管立て、10mL 駒込ピペット、pHメーター（食品用）、鍋、軍手、**保護メガネ**

試薬：2%リンゴペクチン溶液、スクロース（ショ糖）、1.0 mol/L、2.0 mol/L クエン酸溶液、0.5 mol/L 水酸化ナトリウム溶液

①リンゴペクチンを用いたゲル化実験（1）～ショ糖添加量の影響～

- (1) 駒込ピペットを用い2%リンゴペクチン溶液 10g を 50mL の遠沈管にとり、スクロース（ショ糖）を 0、4、8 或いは 12g 加え沸騰水浴中で加温して完全に溶解する（スクロース 12g は非常に溶けにくいので、別途まとめて調製し、遠

沈管に 22 g を分注する)。

- (2) 2.0 mol/L のクエン酸水溶液 0.2 mL を少しずつ攪拌しながら加える。
- (3) 沸騰水浴中で 30 分間加熱した後、遠沈管にスクリーキャップで蓋をして、氷水中に 30 分間保存する。
- (4) 倒立させてゲル化の様子を観察する。*

②リンゴペクチンを用いたゲル化実験 (2) ～クエン酸添加量の影響～

- (1) 2%リンゴペクチン溶液 10 g に対し、スクロース (ショ糖) を 12 g の割合で加えた溶液を加熱し、完全にスクロースを溶解した後、50mL の遠沈管に 22 g ずつ分注する。
- (2) 蒸留水、0.5 mol/L NaOH 溶液、および 1.0 mol/L クエン酸水溶液 0.2 mL を、少しずつ攪拌しながら加える。
- (3) 沸騰水浴中で 30 分間加熱した後、遠沈管にスクリーキャップで蓋をして、氷水中に 30 分間保存する。
- (4) 倒立させてゲル化の様子を観察する。*¹

* 観察上の留意点：ゲルの流動性観察は、氷水から上げたら速やかに行うこと。時間がたち温度が上がると流動性が変わってしまい比較できなくなる (実験失敗の原因⇒再度冷やしてから観察のやり直し)

・流動性の観察が終わったら水浴中で、室温 (20℃前後) に戻してから ①及び②の実験試料の pH の測定を行う。

* その他の留意点：①の実験と②の実験は同時に行う。

考察のポイント：①の結果より高メトキシルペクチンのゲル化に与えるスクロースの影響について考察。

①のスクロース 12 g の結果、および②の結果より高メトキシルペクチンのゲル化に与える pH の影響について考察。

実験 5. ゲル化による食品の製造④ ～豆乳のゲル化に関する実験～

豆乳はどのような条件でゲル化するのか？ どうしたら豆腐ができるのか、その基本原理を理解する。

器具・装置：マイクロピペット (200～1000 μ L)、50mL 遠沈管、遠沈管立て、10mL 駒込ピペット、pH メーター (食品用)、恒温水槽、

試薬・試料：豆乳、蒸留水、塩化ナトリウム飽和溶液、20%酢酸溶液、にがり溶液 (塩化マグネシウム溶液、25% グルコノ- δ -ラクトン溶液、

- (1) 5本の 50mL 遠沈管に豆乳 15.0 g をそれぞれ採取し、約 75℃の湯よく中に 5 分間浸漬する。
- (2) 各遠沈管に、
 - i) 水 0.3mL
 - ii) 塩化ナトリウム飽和溶液 0.3mL
 - iii) 20% 酢酸酸溶液 0.3 mL
 - iv) にがり溶液 (塩化マグネシウム溶液) 0.3 mL
 - v) 25% グルコノ- δ -ラクトン溶液 0.3mL

をそれぞれ加え、よく攪拌し、75℃で 15 分間静置する (蓋は空気が抜ける程度に緩くしておく)。

- (3) 水浴に浸し、室温まで冷却したら、各試料管内の固まり具合を観察する。
- (4) 内容物の pH を測定する。

- * **豆乳のゲル化：** 豆乳のゲル化により豆腐ができる場合、ゆっくりゲル化させることにより豆乳中のタンパク質は周りの「水」を包み込んで固まるため柔らかなゲルになる。ゲル化が急激に起こった場合は、「水」を包み込まずに硬く凝固するため凝固物と水が分離する。この点に留意して酸沈殿でもグルコノ- δ -ラクトンによるゲル化との違い、豆腐製造時の凝固剤の混合の仕方などについて考察をすること。

<以下は卒業研究で実施した実験の一部を簡単にまとめたものです>

実験 X. 野菜の鮮度の簡易測定 ～デジタルカメラの画像を用いたセリの鮮度測定～

葉物野菜の鮮度低下により、葉緑素が分解し葉が黄色化する。黄色化の程度を、画像を用いて評価する。

原理： 植物の葉には、400～500nm（青色）付近に吸収を持つカロテン類と、400～500nm（青色）および 600～700nm（赤色）付近に吸収を持つクロロフィル（a & b）が存在するため、植物の葉はこれらの物質に吸収されない 500～600nm の緑色をしている。鮮度低下に伴いクロロフィルが分解するがカロテン類の分解は遅いため、赤色領域の吸収が低下するものの、青色領域の吸収の減少は遅いため、葉の色は <緑 + 赤> の光の色を混合した黄色を徐々に呈するようになる。この各波長の光の吸収の程度をデジタル写真の画像から、画像処理ソフトを用い RGB 値として数値化し、黄色化の程度を評価する。実際の画像からは、吸収されなかった光の強度の情報を得ることができるため、緑色（G 値）はほとんど変化せず、（G-R）値の変化量に対し、（G-B）の変化量は小さいため、黄色化の程度を、 $\text{緑度} = (G-R) / (G-B)$ で表すことができる。

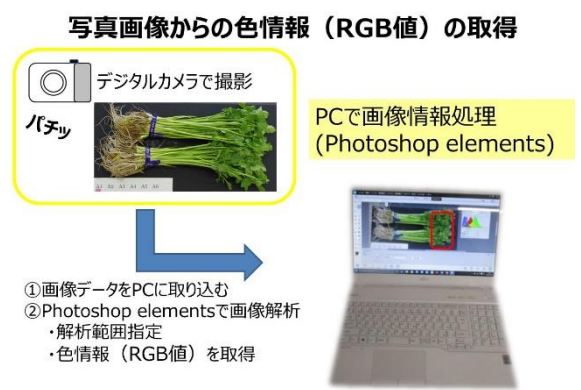


装置等： デジタルカメラ、画像処理ソフト

試料： セリ

方法：

- ① 試料を黒いフェルトの上に置き、デジタルカメラで撮影。
- ② 画像を処理ソフト（photoshop element[®]）に取り込み、葉の領域を指定して、RGB 表現法における、該当する領域の R 値、G 値、および B 値を求める。
- ③ 黄色化度として、 $(G-R) / (G-B)$ を求める。

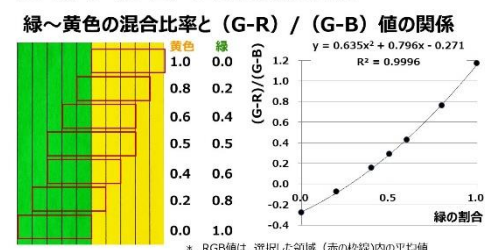


補足データ：

① 緑～黄色の混合比率と (G-R) / (G-B) の関係について

右の図は、画像処理において、解析する領域の緑と黄色の割合を変化させた際の、緑色の面積の割合と (G-R) / (G-B) の関係を示したもので、両者の関係は二次関数により非常によく表現できる。

(G-R) / (G-B) 値による緑度評価～



② セリの保存と (G-R) / (G-B) の変化

市販のセリを 4℃、暗所で密閉せずに保存した際の緑度 (G-R) / (G-B) の変化を右の図に示した。(G-R) / (G-B) 値は、新鮮 (購入直後) の値を 1.000 とした相対値で示している。

保存とともに、(G-R) / (G-B) 値が低下し、緑度が低下していることを数値化することができる。

セリの緑度の変化

