

ゲル化に関する研究

1年4組28番 小板橋 里菜

<動機・目的>

ジューサーを使った手作りジュースに、ある日トマトを初めて加えたら、ジュースが固まった(ゲル化した)。コップを逆さまにしても飲めないのでも、スプーンですくって食べたのだが、コップの中で起きている化学変化にとっても興味を持った。その化学変化の原因と理由を追求したいと思った。

ジュースの分量 3杯分

- | | |
|--------------------|--------|
| ・バナナ(成熟) 1本 | 150g |
| (冷凍したもの) | |
| ・小松菜 1束 | 40~50g |
| ・ヨーグルト(雪印「恵」) | 100g |
| ・調整豆乳(紀文) | 200cc |
| (トマトを入れたので「少」なくした) | |
| ・トマト(成熟) 1個 | 240g |
| (皮ごと) | |



<予想>

- ・トマトの代わりに「グレープフルーツやミカンなど」の柑橘類を入れたことがあるが、固まらなかった。豆乳に含まれるタンパク質とトマトの酸が反応して固まったとは考えにくい。
- ・トマトの酸以外のものが、化学変化を起こしているのではないか

<実験1>

材料の中の何がトマトと反応しているのか調べるため、材料を一つずつ差し引いていく

方法

1. 各材料を3杯分量の1/10量ずつ測定して切る
2. ジューサーに10~15秒かける
3. 透明カップに注ぎ、1分後に観察する。



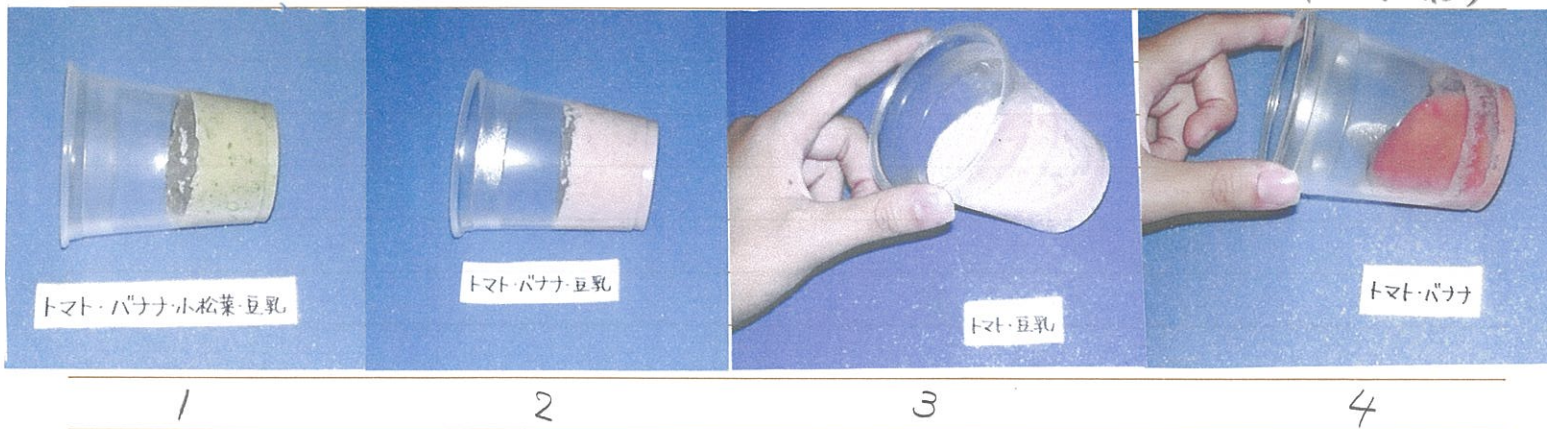
成分	分量	比率
バナナ	15g	3
小松菜	5g	1
豆乳	20cc	4
ヨーグルト	10g	2
トマト	24g	5

<結果>

表 固
粘度を 0 ~ 5 で表す

	材料	状態	粘度
1	ヨーグルトを抜く (トマト・バナナ・小松菜・豆乳)	○ゲル	3
2	小松菜を抜く (トマト・バナナ・豆乳)	○ゲル	3
3	バナナを抜く (トマト・豆乳)	×ゾル (液体)	0
4	豆乳を抜く (トマト・バナナ)	×ゾル	1

* バナナのムチンによる粘り



<考察>

- ・ゲル化した 1, 2 は表面にクレーター状の気泡ができ、色の違い以外は、全く同じように変化した。
- ・1, 2 を皿に出すと、表面よりも、中の方が柔らかく、五分が中の状態に近い
- ・トマト、バナナ、豆乳の 3 つが表さることで、化学変化が起こり、ゲル化すると考えられる。



まず、トマト、バナナ、豆乳の主成分と特徴を調べてみることにした。

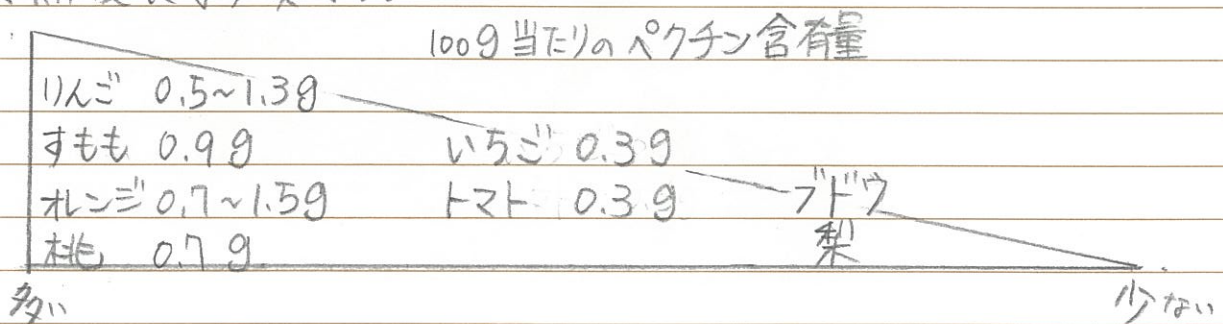
・トマトにはゼリー部分に、食物繊維のペクチンが含まれていることがわかった。

ーペクチンとはー

- ・主として、野菜や果物などの植物の細胞壁の中層を形成する多糖類で、細胞同士の糊の役目をしている
- ・ゲル化剤の一種
- ・特に柑橘類の果皮（レモンやリンゴ）に多く含まれている
- ・ペクチンには、化学構造上の違いで、次の二種類ある

ペ	種類	ゲル化の条件	使用目的
ク	HMペクチン	糖、酸と加熱により、ゲル化する	ジャム・ゼリー
ン	LMペクチン	マグネシウム・カルシウム等に反応してゲル化する	フルーツ・低糖ジャム

- ・HMペクチンは、大量の砂糖と強い酸を必要とする
- ・ペクチンの含有量は植物の種類により異なり、またその成熟度により異なる。



<予想>

ジュースがゲル化したのは、トマトにLMペクチンが含まれているからではないか？ 実験1では、トマトに豆乳を混ぜてもゲル化しなかったが、豆乳のカルシウム量は、100mLあたり56mgと少ない。そこで、実験2で確かめることにする。固まれば、LMペクチンが含まれていることが証明できる。

また、バナナにもペクチンが含まれているのではないだろうか。

<実験2>

カルシウム量の多い牛乳で、ゲル化するか実験する。

牛乳100gあたり、カルシウム 113mg

方法と各分量は、<実験1>と同じ。

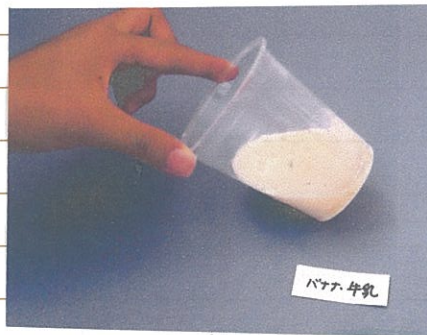
固まらない時は、砂糖と酸(レモン汁)を加えてみて変化を観察する。

<結果>

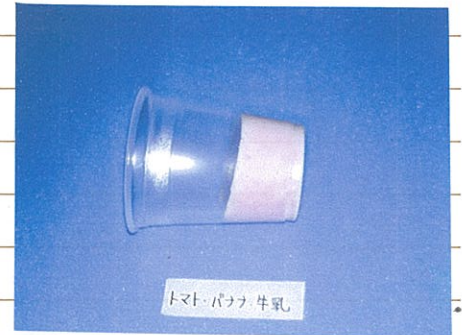
	材料	状態	粘度	砂糖と酸を加える	粘度
A	トマト・牛乳	X ゾル	0	X ゾル(分離)	0
B	バナナ・牛乳	X ゾル	1	O ゲル	2
C	トマト・牛乳 バナナ	O ゲル	3	—————	3



A



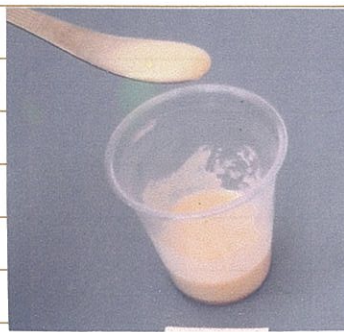
B



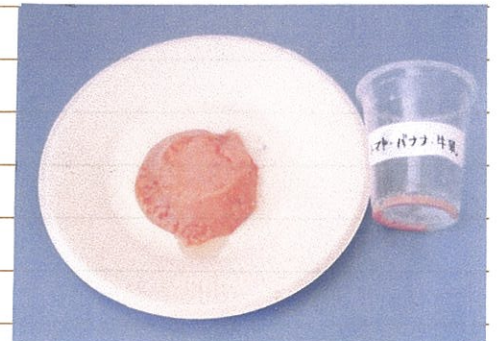
C



A+砂糖+レモン汁



B+砂糖+レモン汁



Cを皿に出した様子

<考察>

・トマトもバナナも、それぞれ一種類ずつだと、カルシウムに反応しない
(スキムミルクでも実験してみたが、やはり結果はゾルだった)

・豆乳に比べて牛乳は、表面にできる気泡が少なく、中はなめらかで、ツヤがあり、表面と中の固さの差が無く、「フルーチェ」に近い。

皿に出した時、形を保っている（結合が強い）

- ・トマトとバナナを混ぜたものは、カルシウムの多い牛乳の方がより固いゲルとなる
- ・バナナ・牛乳(B)に砂糖とレモン汁を加えることにより、飲むヨーグルト状のとろみが出たので、HMペクチンが含まれているか、実験3で調べてみる。

<実験3>

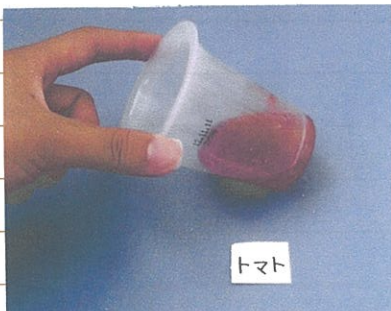
糖と酸と熱を加えて、ゲル化する実験する。

方法

1. A. トマト30g B. バナナ30g C. トマト30gとバナナ30g
A, B, Cをそれぞれミキサーに10~15秒かける
2. 냄비に入れて火にかけ、砂糖20gを加え、木べらで混ぜながら2~3分加熱する
3. レモン汁3ccを加え、火からおろす
4. 冷ましてから、透明カップに入れて観察する

<結果>

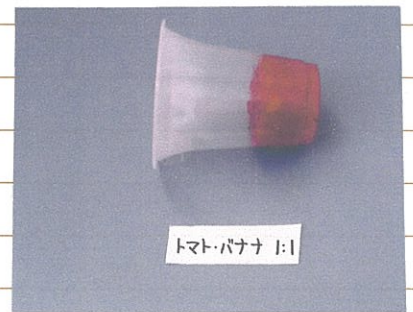
	材料	状態	粘度
A	トマト・砂糖・レモン汁	X ゲル	1
B	バナナ・砂糖・レモン汁	O ゲル 固まるまで少し時間がかかる	3
C	トマト・バナナ・砂糖 レモン汁	O ゲル トマトとバナナだけで固まる	4



A



B



C

<考察>

- ・バナナには糖と酸と適度の熱でゲル化するHMパクチンが含まれていると考えられる
- ・実験1の時は、バナナ:トマトを3:5にしたが今回1:1の割合で混ぜたら、カルシウムも糖も酸も加える前にゲル化した



もう一度パクチンについて調べてみると、パクチンには水溶性のもの、不溶性のものがある。水で煮るか薄い酸で処理をすると水に溶け出し、パクチン液が抽出できることばかりわかった。

◇神奈川県農業技術センターのHPで、りんごパクチンの抽出の方法を見た。

トマトに、HMパクチンもLMパクチンも無いという実験結果に、疑問を持ったので、もう一度、パクチン抽出方法に従ってジャムを作ってみる。

<実験4>

実際は、りんご1kg、水2Lだったので、果実:水=1:2を守る。

方法

1. トマトを細かくきざむ 30g
2. 鍋の中に水60ccとレモン汁5ccを加え、トマトを入れる
3. 加熱し、水分を蒸発させないように、フタをする
(ここで、パクチン液を抽出する)
4. 砂糖20gを加え、木べらで良く混ぜながら、水気がなくなるまで加熱する
5. 冷まして透明カップに入れて観察する

- ・熱を加える実験では、冷凍バナナより常温バナナの方が粘度が高いことがわかったため、常温バナナを使用する。



左が常温バナナ、右が冷凍バナナ

<結果>

- ・トマトもジャム(ゲル)になる(写真1)
- ・冷ましていたら、鍋の底にくっついて、飴状になった
- ・冷蔵庫で冷やしたら、固さも味も、「飴」になった(固体)(写真2)
- ・実験3のトマトジャム(A)も、冷蔵庫で冷やしておいたらゲル化していた(写真3)
- ・トマトにも、バナナと同じように、HMパクチンがあると考えられる
- ・熱した後、冷やると、効果的にゲル化が進む

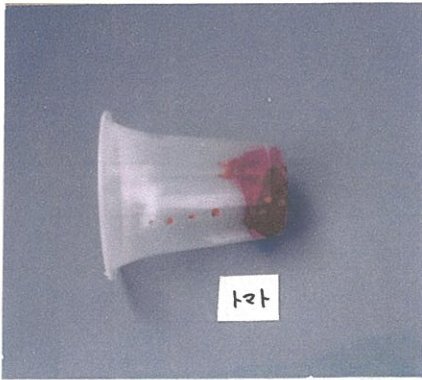


写真1
粘度4



写真2
粘度5



写真3
粘度2

<考察>

果物や野菜に含まれるパクチンを実験4と同様に水から煮て、パクチン液を抽出してから実験2をもう一度やたら結果は違うのではないか。

<予想>

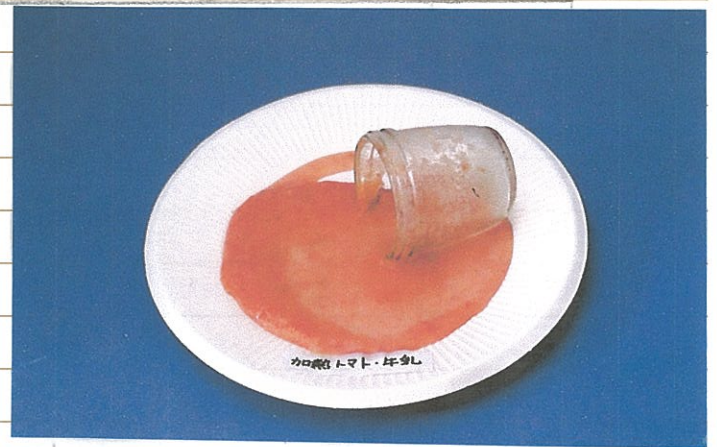
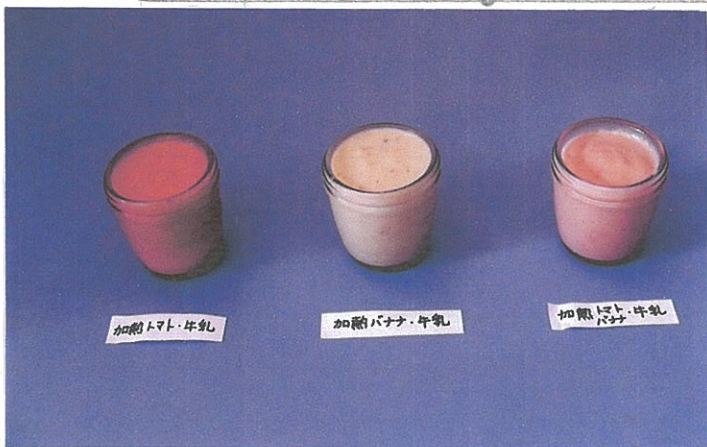
LMパクチンが抽出できれば、カルシウムと反応して、ゲル化すると予想する。

<実験5>

1. 各材料の分量を量って、細かく切る。
2. 鍋に1と同量の水を入れ、煮つまるまで、じっくり加熱する。
(ここでパクチン液を抽出する)
3. 2.と牛乳をミキサーにかける
4. 器に流し入れ、冷ましてから、冷蔵庫で冷やす。

〈結果〉

	材料		状態	粘度
A	トマト 120g	牛乳60cc	X ゾル	0
B	バナナ 120g	牛乳60cc	O ゲル	4
C	トマト・バナナ 60g 60g	牛乳60cc	O ゲル	2



A



B

プリン状 (和風プリンの味)



C

<まとめ>

- ・ジュースのゲル化は、ペクチンが反応していることがわかった。
- ・バナナにはHMペクチンとLMペクチンの両方がある。
- ・ペクチンは煮ることによって、水の中に多く溶解出し、ゲル化しやすくなる。
- ・トマトには、HMペクチンがあり、水を入れて加熱しても、LMペクチンは作れなかったが、バナナの成分と結合することによって、加熱しなくてもLMペクチンができる(溶解出す)。
- ・トマトとバナナのみでゲル化したのは、LMペクチンがバナナの成分のマグネシウムと反応したからではないか、と考えられる。

<感想>

家でペクチンを抽出できることがわかったので、安全なゲル化剤として、使っていきたいと思う。

今後、トマトとバナナの成分がどのように結合しているのか、分子構造がわかるようになりたい。

今回の研究は、いろいろ回り道もしたが、それがとても面白かった。

参考 URL: <http://www.agri-kanagawa.jp>
神奈川県農業技術センター

<http://www.unitecfoods.co.jp>
ユニテックス株式会社 HP