

重曹に注目した。重曹の量を変え、量が多ければ多いほどよく膨らむのではないかという仮説を立てて実験を行った。

3.2 実験方法

重曹の量を①0 g ②1 g ③2 g ④3 g ⑤5 g にして型を使って実験を行い、高さとし感の比較を行った。

3.3 結果と考察

表 1. 重曹の量の違いによる高さとし感の表

	①0 g	②1 g	③2 g	④3 g	⑤5 g
高さ (cm)	1.2	3.1	3.3	2.0	1.9
食感	もちもち	ふわふわ	すごくふわふわ	少し苦い・ふわふわ	苦い・スカスカ

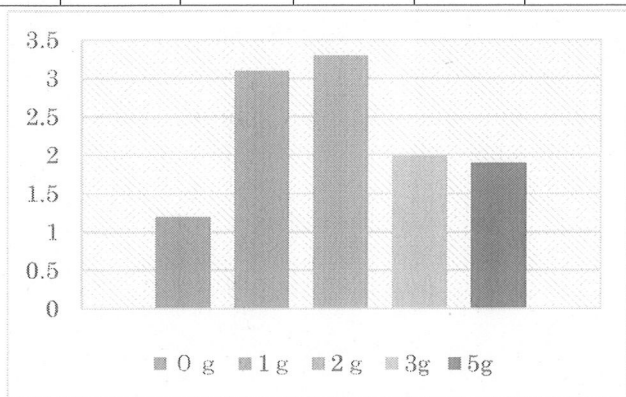


図 1. 各重曹量によるパンケーキの比較

実験の結果は重曹が多いとよく膨らむわけではなく、2 g で最も膨らみ、5 つの中で一番味やし感が良かった (表 1 および図 1)。重曹には適切な量がありこの分量では 2 g が最適だった。

4. 実験 2

4.1 仮説

先程の実験 1 よりパンケーキが膨らむ原因である二酸化炭素は、酸と重曹 (NaHCO_3) の反応により発生すること、弱酸の遊離には酸が必要であるという事実より、「酸が強ければ強いほど膨らむのでは」という仮説を立てた。

4.2.1 方法

牛乳の量を 50ml から半分の量である 25ml 減らし、そこに①お酢②レモン汁③ヨーグルト④炭酸水⑤水⑥NaOH 水溶液という pH の

異なる液体を 25ml 加えて実験を行った。

※お酢 : pH 3

レモン汁 : pH 3

ヨーグルト : pH 4

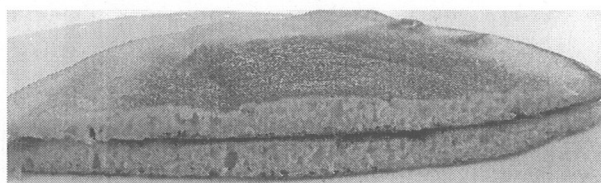
炭酸水 : pH 5

水 : pH 6

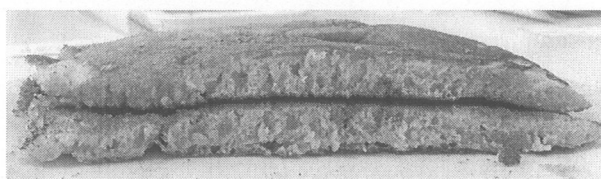
NaOH 水溶液 : pH 11

4.3 実験結果

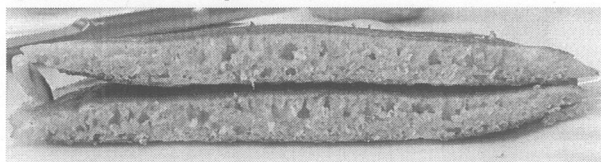
①お酢 (pH 3)



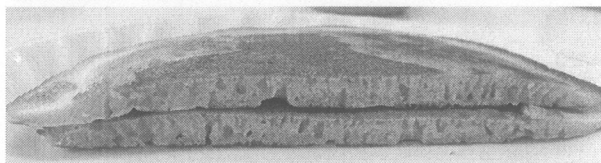
②レモン汁 (pH 3)



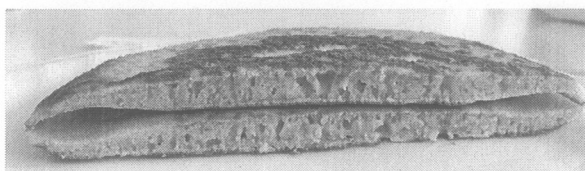
③ヨーグルト (pH 4)



④炭酸水 (pH 5)



⑤水 (pH 6)



⑥NaOH 水溶液 (pH 11)

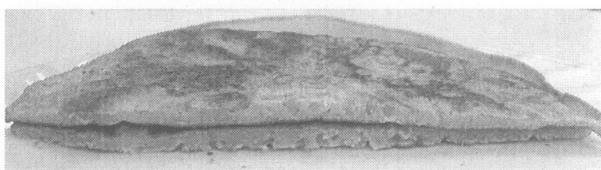


図 2.

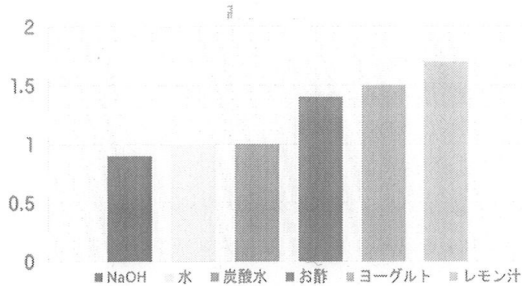


図 3. 高さの比較

実験より膨らみは、お酢 1.4 cm、レモン汁 1.7 cm、ヨーグルト 1.5 cm、炭酸水 1.0 cm、水 1.0 cm、NaOH 水溶液 0.9 cm とレモン汁が最も膨らんだという結果が得られた。(図 2 及び図)

4.4 考察

pH が小さいレモン汁が一番膨らんだことから、酸が強いほど膨らむということが考えられる。また④レモン汁と⑤お酢をそれぞれ混ぜているときに泡が発生するという現象が見られた。この事実から、重曹と酸を混ぜた瞬間から弱酸の遊離反応が始まるのではないか、ということが考えられる。

上記の弱酸の遊離の原理について
(重曹と酸の反応)

例：炭酸水素ナトリウムと塩酸



5. 実験 3

5.1. 仮説

実験 2 から酸性が強いほど膨らむことが分かった。そこで、酸の種類によっても膨らみ方に違いがあるか次のような仮説を立て実験を行った。

仮説 化学反応式で比較すると下記のようにレモン汁、リンゴ酢では係数が 2 の二酸化炭素が発生するのでより膨らむ

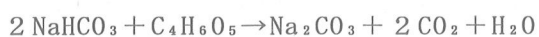
レモン汁(クエン酸)



お酢(酢酸)



リンゴ酢(リンゴ酸)



5.2. 実験方法

パンケーキの生地、リンゴ酢、レモン汁、お酢を 4 g ずつ加えて実験を行い、高

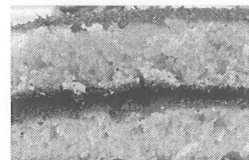
さ、食感を調べた。

5.3 結果と考察

	リンゴ酢	レモン汁 (クエン酸)	お酢 (酢酸)
高さ	1.9 c m	2.1 c m	1.9 c m
味・ 見た目	甘さ◎ ずっしり 水分：多 後味：苦	甘さ○ ふわふわ 断面が綺麗	甘さ△ しっとりモチモチ ぎっしりみっちり 水分：より多

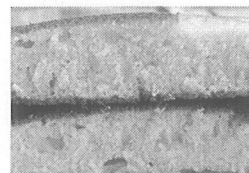
表 2、3つの酸の比較

リンゴ酢



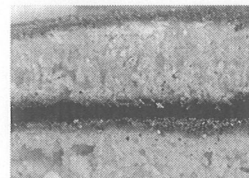
泡がまばらで
乱雑に見える

レモン汁



泡が細かく多い

お酢



泡が大きく均等に近い

図 4、断面の比較

仮説の通りお酢よりもレモン汁とリンゴ酢がよく膨らんだ(表 2)。また 3 枚のパンケーキの断面や生地をくらべると差があったことから(図 4)、酸の性質に違いがあり、気体の発生の様子についても何か違いがあるのではないかと考えられる。

6. 実験 4

6.1. 目的

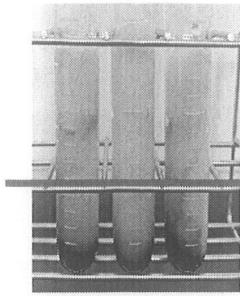
次に私たちは、気体の発生の仕方、また、高さを明確に出すためパンケーキの焼ける過程に注目して実験を行った。

6.2. 方法

基本の生地、お酢、レモン汁 リンゴ酢を 4 g ずつ加えた生地を試験管に入れ加熱すし、高さを調べた。

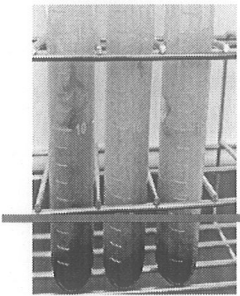
6.2 実験結果

普通の生地



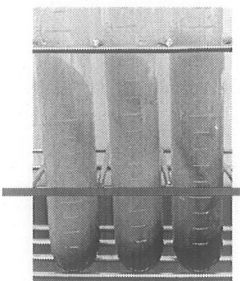
	高さ (メリ)	膨らみ (メリ)
1 本目	16.0	11.0
2 本目	15.5	10.5
3 本目	16.0	11.0
平均	15.8	10.7

お酢



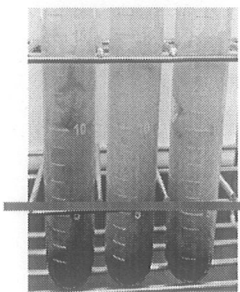
	高さ (メリ)	膨らみ (メリ)
1 本目	14.5	9.5
2 本目	14.9	9.9
3 本目	13.0	8.0
平均	14.1	9.1

レモン汁



	高さ (メリ)	膨らみ (メリ)
1 本目	15.0	10.0
2 本目	15.0	10.0
3 本目	14.0	9.0
平均	14.7	9.7

リンゴ酢



	高さ (メリ)	膨らみ (メリ)
1 本目	15.0	10.0
2 本目	15.3	10.3
3 本目	15.0	10.0
平均	15.1	10.1

酸の比較ではレモン汁、リンゴ酢、お酢の順で膨らんだが、試験管の実験では普通の生地、レモン汁、リンゴ酢、お酢の順で膨らんだ。

6.2 考察

酸を加えた生地には生地に空洞がたくさん見られたため、酸を加えたほうが気体が

多く出ることが示された。その一方で、この実験で普通の生地が1番膨らんだという結果であった。このことから、パンケーキをひっくり返すことで発生した二酸化炭素を閉じ込めるといふ、ひっくり返す工程がパンケーキの膨らみにおいて重要であるのではないかと考えられる。

7. 実験5

7.1 仮説・目的

酸の比較よりレモン汁が一番膨らんだ。そこで、「レモン汁の適切な量を見つければもっと膨らむのではないか。」と考えた。

7.2 実験方法

レモン汁について、0g・2g・4g・6g・8g・10g・12gと加える量を変えて実験を行った。

7.3 実験結果



図 5. レモン汁の量と高さの関係

	直径	高さ	味・食感
0 g	17.2 cm	1.7 cm	甘い
2 g	18.0 cm	1.8 cm	ぎっしり
4 g	18.3 cm	1.8 cm	甘い 柔らかい
6 g	17.5 cm	1.9 cm	甘い 柔らかい レモン風味
8 g	19.0 cm	1.9 cm	軽い レモンの味
10 g	18.0 cm	1.7 cm	柔らかい 甘さ控えめ
12 g	19.0 cm	1.5 cm	膨らまなかった 甘さ控えめ

表 1. レモン汁の量による直径・高さ・味の比較

●断面図

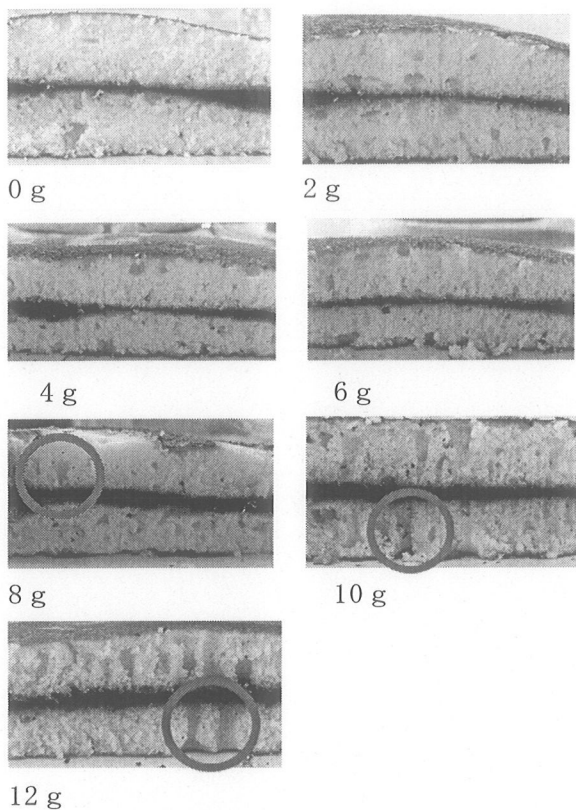


図 6. レモン汁を加えたパンケーキの断面

7.2.3 考察

レモン汁の量が少ないと、ふわふわな食感にはならず、また 10 g、12 g と多すぎると膨らまないことがわかった。(表 1) レモン汁 8 g が最も膨らみ味も美味しかったため、8 g がレモン汁の最適な量であると考えられる。

図 6 の赤丸部分を見ると、レモン汁を増やせば増やすほど気泡が大きくなることが見られる。しかし、表 1 の結果からそれらは比例関係にあるとは言えなかった。

8. まとめ

- ①パンケーキの膨らみには酸が関係し適切な量がある。
- ② 3 つの酸 (リンゴ酢・レモン汁・お酢) ではレモン汁を使ったパンケーキが私たちの理想に近かった。
- ③ひっくり返す、という工程は、弱酸の遊離反応と過熱反応により発生した気体を閉じ込めることができるため、大切である。

9. 結論

- ◎ふわふわのパンケーキを好む場合
- ・甘くふわふわにするのならリンゴ酢

- ・風味を感じふわふわにしたいのならレモン汁 (重曹 : レモン汁 = 1 : 4) を入れるのが最適である。

◎モチモチとしたパンケーキを好む場合

- ・お酢を加えると良い。

10. 参考文献

- ・西山貴偉ら パッケージのようなふっくらとしたパンケーキを作る方法
https://www.jstage.jst.go.jp/article/cookeryscience1968/17/3/17_136/_article/-char/ja/
- ・よーちゃんママ 2018 パンケーキがふわふわになる♪ちよい足し素材の焼き比べ
<https://www.cotta.jp/special/article/?p=5741>
- ・お菓子作りと砂糖 - 砂糖の役割・種類と選び方
<https://chiccafood.com/sugar/>
- ・キッカフード 2018 パティシエ Wiki グルテンに影響する副材料、添加剤
<https://www.patissient.com/wiki/%E3%2%B0%E3%83%AB%E3%83%86%E3%83%B3>

おいしいパンケーキ食べたくない？

北海道札幌啓成高等学校 理数科（2020 年入学）8 班

盛本莉々子 坂下二瑚 宮本紗和 吉田暖

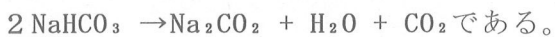
We defined “moderately sweet, soft texture, and somewhat tall” as a delicious pancake, and the purpose of our research was to find the conditions for making it. : the amount of baking soda, the amount of acid, and the condition of the type. As a result, it was shown that the swelling of the pancake was related to the acid, and the appropriate amount of the acid was shown. It was also found that the process of turning the pancake over was greatly related to the swelling of the pancake. Furthermore, we found that the taste and texture differed depending on the type of acid, and lemon juice was the closest to the pancake we were looking for.

1. はじめに

パンケーキを作る際に「〇〇を入れるとよく膨らむ」や「調理の過程で□□に気を付けるとよく膨らむ」という情報をよく目にする。私たちはそれらの情報の真偽、原理について気になり、様々な条件のもと実験を行い、調べてみることにした。

西山貴偉らによる「パンケーキの膨化について」の研究では、蓋の有無、混ぜる時間、卵の下処理、牛乳の量について調べていた。結果は、蓋を使用し、混ぜる時間は3分、卵の下処理は先に卵白を1分混ぜた後に卵黄を入れる、牛乳は少なめとなっていた。

パンケーキの膨らむ原理については、重曹(NaHCO_3)の加熱反応が起きる際に出る二酸化炭素(CO_2)によって膨らんでいると考えられる。加熱反応の化学反応式は



そこで、私たちは「程よく甘みがあり、食感が柔らかく、ある程度高さのあるもの」をおいしいパンケーキと定義づけ、それを作る条件を見つけることを研究の目的とした。

2. 実験準備

2.1 道具・材料

まずパンケーキを作るにあたり、次の物を用意した。（一枚分の分量）

- ・ボウル
- ・泡だて器
- ・はかり

- ・定規（パンケーキの高さを測る）

- 卵 25 g（二分の一）
- 牛乳 50 ml（51.5 g）
- 砂糖 45 g
- サラダ油 8 g
- 薄力粉 50 g
- 重曹 2 g

2.2 パンケーキの作り方

各条件下におけるパンケーキを作る際には以下の方法で統一した。

- ① 卵白、卵黄に分けて、卵白を1分間かき混ぜた
- ② 2.1の○を3分間かき混ぜた
- ③ 重曹を加えて30秒混ぜる
- ④ フライパンに油を（小さじ一杯4g）ひき、生地を流し込んだ
- ⑤ 3分蓋をして焼き、裏返して2分焼き取り出した

2.3 食材の働き

パンケーキの作成において、それぞれの食材の役割について調べたものを次の通りまとめる。

- ・砂糖 ～吸水性・保水性
- ・白身 ～たくさんの気泡を抱え込む
- ・黄身 ～加熱するとたんぱく質が固まる
- ・牛乳 ～生地を柔らかくする
- ・油 ～生地を柔らかくする
- ・小麦粉 ～グルテンにより生地の形を保つ

3. 実験 1

3.1 仮説

私たちはお菓子を膨らませる役割のある