



パン VS ○○



<指導者>

岡本 由佳子

<メンバー>

阿部 希望 佐藤 葉

菅原 椎 戸澤 梨瑚



生物1班

【はじめに】

主食の一つでもあるパン。なかでも家庭で作ったパンは買ってきたパンよりも早くカビが生えてしまうため、もっと長持ちしたらいいのに、と思ったことはないだろうか？
より長い期間、パンを保たせるために私たちは実験に取り組んだ。

<基本となるパンの作り方>

☆材料

・薄力粉	280g
・卵	半個
・バター	40g
・砂糖	大さじ2
・塩	小さじ1弱
・ドライイースト	小さじ2
・水	100g

☆作り方

- ①バター以外のすべての材料を混ぜる。
- ②まとまったら溶かしたバターを入れて混ぜる。
- ③50分発酵させる。
- ④180℃に予熱したオーブンで12分焼く。

<基本のパン>

- 1個の重さは40gに統一する。
- 気温20.5℃で保存した場合
 - ・5日で食べられない硬さ(37g)になる。
 - ・6日でカビが生える。

【研究の目的】

パンが長持ちしない大きな原因はカビと硬化にあると考え、これらを防ぐ方法を探すことにした。カビが生えない条件、乾燥しにくい条件を組み合わせることで最強のパンを作り市販のパンの一般的な消費期限の約二倍の2週間、パンをおいしく安全に保たせることを目的とした。
検証したい仮説は次の通りである。

<カビについて>

- ①カビはパンの表面に発生する。
- ②表面に何かを塗るとカビが生えない。
- ③カビに強い食品とともに保存するとカビが生えない。

<硬化について>

- ①発酵の仕方の一つである中種法を使うとパンの硬化が遅くなる。
- ②保存場所の湿度を変えることで水分量は減少しにくくなる。
- ③デンプンの α 型の構造を維持するとやわらかい状態を保つことができる。

【実験方法、結果と考察】

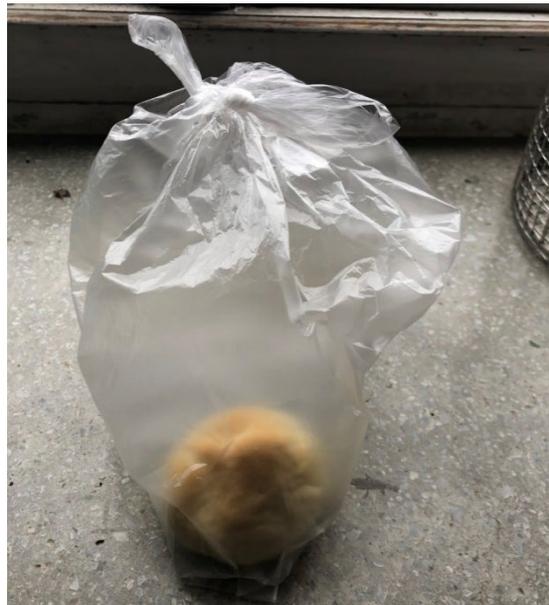
<カビについて>

- ・仮説① 「カビはパンの表面に発生する」について
⇒付着したタイミングが分かれば保存の際に気を付けられる。
- ・実験① 常温まで冷ましてからラップ（写真1）もしくは袋（写真2）で包んだパンと、焼いてすぐにラップもしくは袋で包んだパンに発生するカビを比較する。（写真3）

パンをラップで包んだ写真↓（写真1）



パンを袋で包んだ写真↓（写真2）



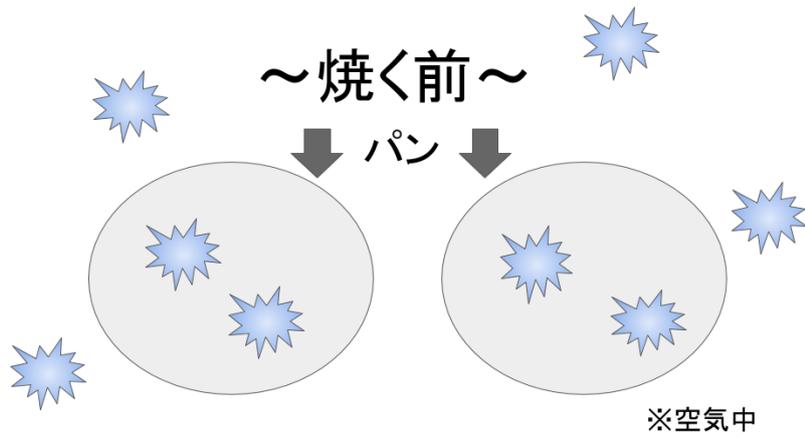
パンに生えたカビの写真↓（写真3）



- ・結果① 焼いてすぐに包んだものはラップ、袋の場合もカビは生えず、冷ましてから包んだものにはピンクと緑色のカビが発生した。

《カビの付着のしくみ》

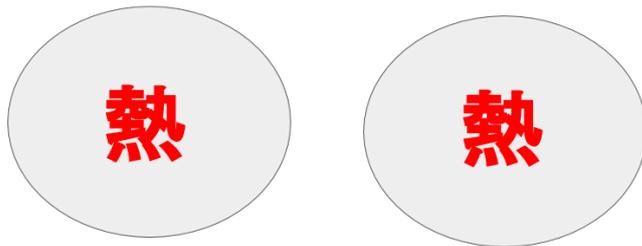
① パンを焼く前はパンの内部にも空気中にもカビの胞子がある。(図1)



←図1

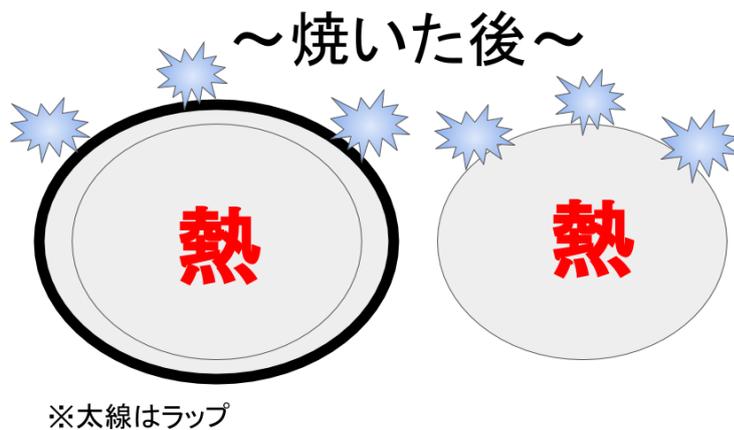
② 焼いている間にパンとともにカビも加熱されて、死滅する。(図2)

~焼いているとき~



←図2

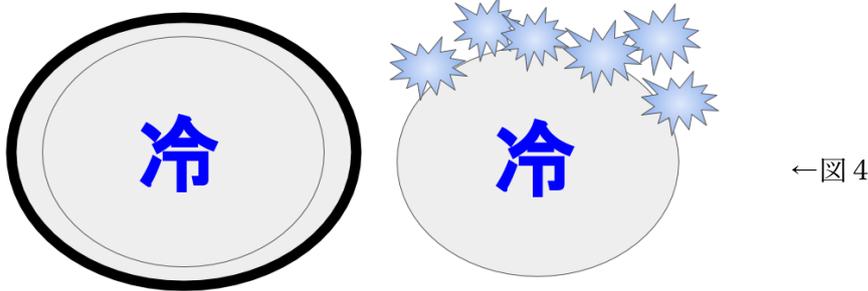
③ 焼いてすぐ、熱いうちにラップで包んだ場合はパンにカビの胞子が付着していない。
(高温のため、付着しても、定着できないか死滅する。)(※太線はラップ)
常温まで放置したパンにはカビの胞子が付着し増殖する。(図3)



←図3

- ④ パンが冷めた後、ラップに包んだパンにはカビは発生しないがそのまま放置したパンにはカビが発生する。(図4)

～冷めてから～



←図4

・仮説② 「表面に何かを塗るとカビが生えない」について

カビが発生する様子を観察した結果、カビはパンの割れ目から生える。

⇒パンの割れ目をコーティングする。

⇒パンの表面や割れ目にカビが付着するのを防ぐことができるのでは？

・実験② 卵、砂糖、バター、はちみつ、ジャムを表面に塗って焼き、カビが生えるかどうかを実験した。ちなみにこれらの食材を選んだ理由は、卵、砂糖、バターはパンの材料であるため、はちみつ、ジャムはパンの味を損ねないことと、糖が多く水分が少ないからである。

・結果② (表1)

塗ったもの	カビが生えるまでの日数
卵	21日生えず(三週間)
砂糖	9日
バター	4日
はちみつ	15日
ジャム	15日
なし	6日

⇒卵は他のものよりもパンの割れ目をより厚くコーティングし、空気中のカビの胞子と触れても定着、増殖しない。(表1)

- ・仮説③「カビに強い食品とともに保存するとカビが生えない」について
- ・実験③ ワサビ、レモン汁、酢、ビール、防腐剤の中でカビの発生を防ぐものを見つけるため、それぞれを培養寒天に加え、カビの増殖を観察した。

・結果③（表2）

	1週間後のカビの有無	表面のpH
ワサビ	無	7
酢	無	3
レモン	有	3
ビール	有	4
防腐剤	有	7

⇒カビの増殖を防ぐのはワサビと酢である。（表2）

次にこれらをカビの発生した培養寒天に加えて14日間、28℃に置き、カビの増殖を防ぐ効果があるのかを観察した。

（表3）

	カビ
ワサビ	発生
酢	ワサビよりは少ないが発生

⇒カビの増殖を防ぐのは酢である。（表3）

最もカビに強い食品は酢である。

<硬化について>

- ・仮説① 「発酵の仕方の一つである中種法を使うとパンの硬化が遅くなる」について
中種法：パンを柔らかくする方法のひとつあり、生地の一部を長時間発酵させて、水分を小麦粉の粒子1つ1つに吸収させる方法である。
- ・実験① 基本の焼き方で焼いたパン、中種法を使って焼いたパンについて水分量の減少を調べた。（グラフ1）

・結果① (グラフ1)



⇒水分量の減少幅が小さいため中種法は乾燥を防ぐ効果があったといえる。

・仮説②「保存場所の湿度を変えることで水分量は減少しにくくなる」について

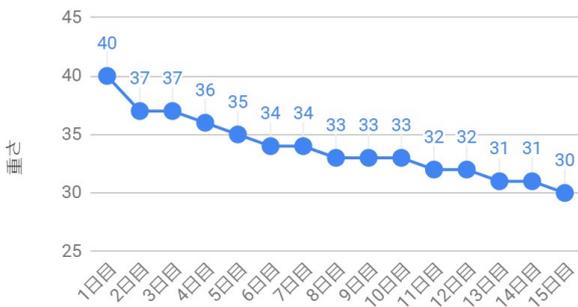
⇒パンの周りの湿度を高い状態で保つ。

⇒乾燥を防ぐことができるのでは？

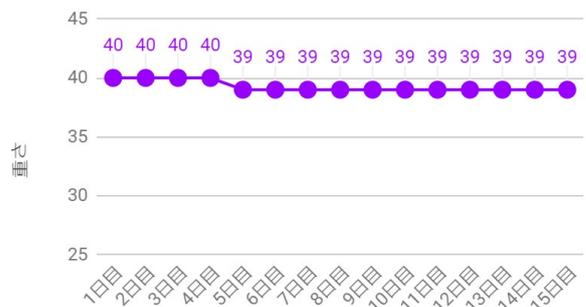
・実験② そのまま保存した場合 (グラフ2)、ラップで包む場合 (グラフ3)、水を含ませたキッチンペーパーでパンを包み、それらをラップ (グラフ4) と袋 (グラフ5) で包む場合、タッパにパンのみをいれて保存する場合 (グラフ6) の計5通りで実験した。(グラフ7)

・結果②

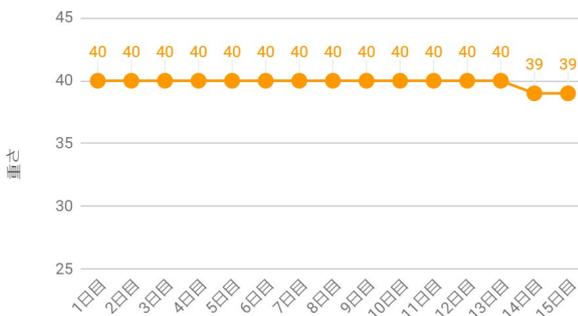
そのまま保存 (グラフ2)



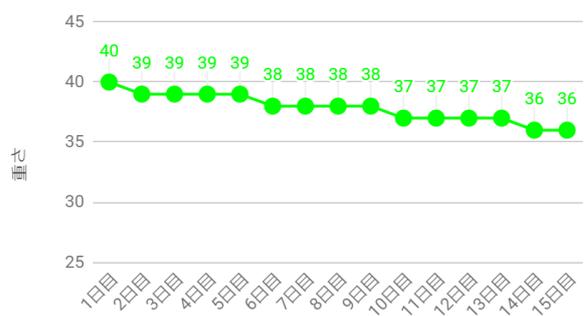
ラップに包んで保存 (グラフ3)



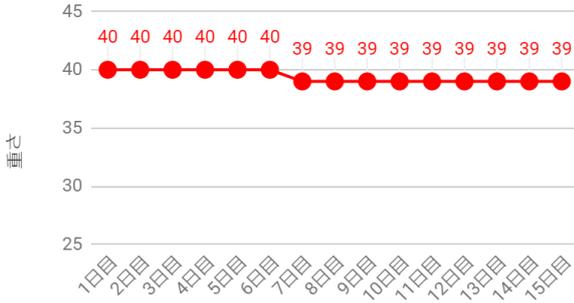
キッチンペーパーとラップで包んで保存 (グラフ4)



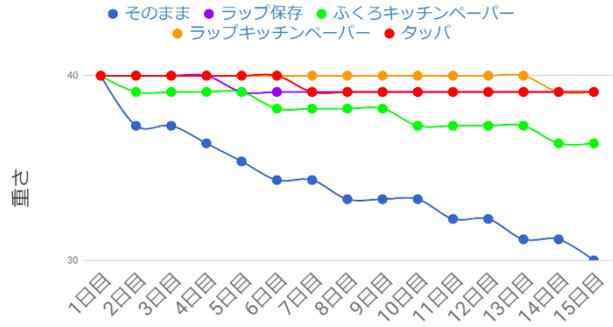
キッチンペーパーと袋に入れて方法 (グラフ5)



タッパに入れて保存（グラフ6）



全体のグラフ（グラフ7）



水分量の減少はキッチンペーパーでもラップでも差がないが、キッチンペーパーで包んだものはカビが生えてしまった。

⇒ラップで包んでさえいれば乾燥もカビも防げる。

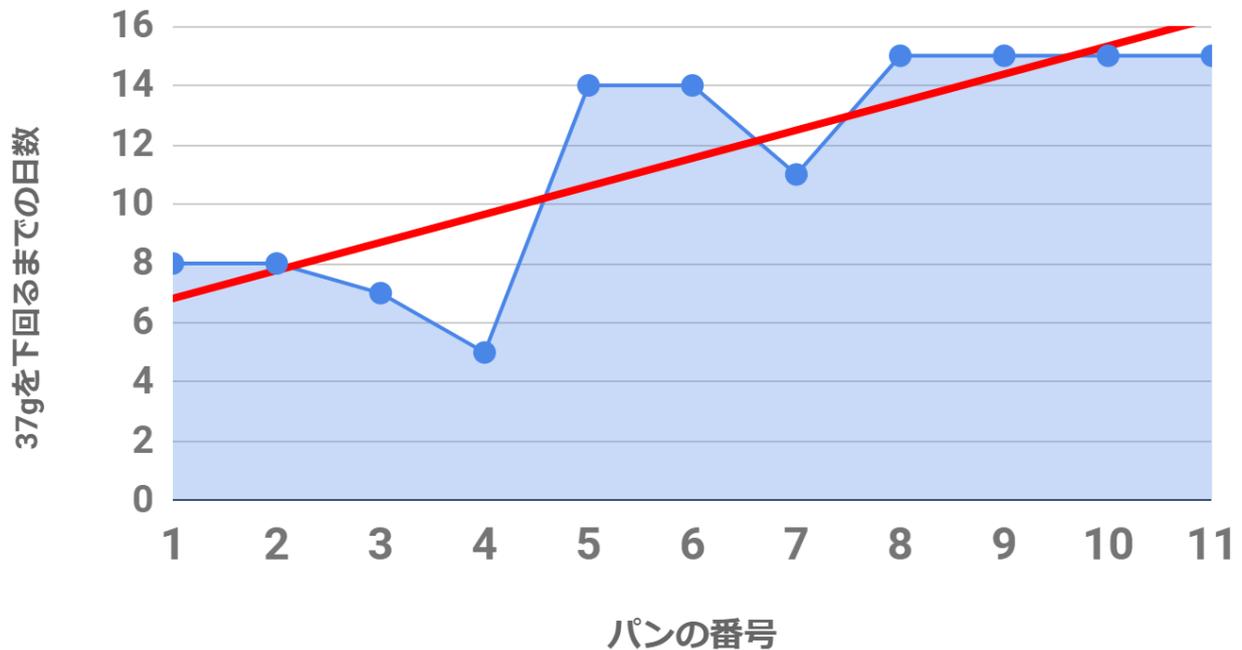
・仮説③「デンプンの α 型の構造を維持するとやわらかい状態を保つことができる」について
 パンに含まれるデンプンの構造には加熱すると多くなる α 型(パンが柔らかい状態)と冷めると多くなる β 型(パンが硬い状態)がある。デンプンを構成するアミロースに部分的に油分が入り込む事で α 型を維持することができる。

・実験③ α 型の構造を維持するために油分であるバターを増やして水分の減少を調べた。(表4)

(表4)

	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪
水 (g)	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0
バター (g)	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140

・結果③ (グラフ8)



⇒**バター**の量を増やすことで**水分の減少を防ぐことができた**。また弾力も残っており**バター**の量を増やすことで α 型の構造が維持された。バターが多すぎると粘度が増すため、二週間後に 37 g 以上であるパンの中で最も**バター**の量が少ない番号 5 (基本の**バター**の 2 倍)が最適と判断した。また基本の**バター**量よりも増やした分をサラダ油に代えても結果は**バター**の時とあまり変わらなかった。また加えた**バター**の量とそれぞれパンの重さが 37 g を下回った日数で相関を調べたところ、相関係数は 0.83 で正の相関があることがわかった。(図の赤線が相関を表す) (グラフ 8)

<最強のパン>

以上の実験から見つけたカビが生えない条件、硬化しにくい条件を組み合わせ、最強のパンを作った。(表 5)

・最強のパンの条件

- ① 表面に卵を塗る。
- ② 熱いままラップで密封をする。
- ③ 中種法を使う。
- ④ 薄力粉 280g に対し**バター**80g(基本の 2 倍)、水 60g にする。
- ⑤ ①～④に加えて、カビに強い酢でさらにカビを防ぐ。
カビに強い食品の酢をキッチンペーパーにしみこませ、ラップとともに包む。

(表5)

最強のパン(条件①～④)と酢を用いて防カビ対策をしたパン(条件①～⑤)を2週間保存した結果

	最強のパン (①～④)	最強のパン+酢 (①～⑤)
質量	40 g	42 g (キッチンペーパーにしみこんでいる酢を吸ってしまったため増加したと考えられる)
カビの有無	なし	なし
味 食感	少し硬くなった 味は変化なし	しっとり ほんのり酢の風味

【今後の課題】

カビに強い食材は見つけたものの、それをどのように保存に用いればよいかは見つかっていないので、今後はパンの味や食感を損ねないことを前提とした保存の方法はあるのかを研究し明らかにしていきたい。また、硬くなったパンを柔らかくするためにレンジで温めたところ内部だけが黒く焦げてしまった。そこで硬くなったパンを食べられるようにする方法も解明したい。今回は基本のパンの作り方で実験を行ったがオーブンの予熱の温度や焼く時間を変えて実験を行っても新たにわかることがあると思うので新たな条件でも実験してみたい。また、実際に2週間保存したパンを食卓で味わうことができるところまでは検証しきれていないので、実生活でも用いることができるよう研究を進めていきたい。

【参考文献】

- ・ベターホームの手作りパン ベターホーム出版局
- ・第一学習社 スクエア最新図説生物 neo 第一学習社

【謝辞】

指導してくださった岡本由佳子先生、協力してくださった糸井周子先生、渡辺千春先生、ありがとうございました。