

パンを焼くと柔らかくなる秘密



刈谷市立刈谷東中学校

パン班

3年 渡部 舞

2年 與那覇 勝龍 ロ シンイー

パンを焼くと柔らかくなる秘密

3年 渡部 舞

2年 與那覇 勝龍 ロ シンイー

● はじめに

部員の1人がパンを朝食に食べようとしたときのことで、バスケットに入れて1日たった食パンは、最初のふんわり感がなく、パサパサで固くなっており、とてもまずくなっていました。そこで、トースターに入れてパンを焼いてみると、パンは内側がふんわりとしたおいしいパンに変化しました。そのとき、なぜ、パンはトーストすると小さく縮むのに、ふんわりとした食感に変化するのだろうと疑問に思いました。

翌日、話を聞いた私たちも、このことを不思議に思い、研究していくことにしました。

● 研究を始める前に

<事前調査>

私たちは「パンが固くなるのはなぜか」という疑問を持ちました。固くなった原因がわかれば、その反対の現象を起こすことでやわらかくすることができると考えられるからです。

そこで、家庭科の細川先生に、パンが固くなるのはなぜか質問することにしました。すると、パンが固くなるのはパンの中に含まれている水分の影響なのではないかと教えてくださいました。私たちは、食パンとフランスパンに含まれている水分量をそれぞれ調べてみました。食パンが全体の質量



【細川先生に質問】

の38%が水分であるのに対し、フランスパンの水分は30%で固いフランスパンの方が水分の量が少ないということがわかりました。また、細川先生が自宅でパンを焼くとき、焼き上がったパンはすぐにビニール袋をかぶせるそうです。そうすると水分が抜けずしっとりしたパンになるとのことです。

このことを聞いたとき、さらに疑問が増えました。「焼く」ということは水分が抜けてしまうことだと思います。しかし、実際にトーストしたパンの中はふわふわでしっとりした食感になります。パンを焼くと何が起きているのか疑問に思い

成分名(100gあたり)	食パン	フランスパン	単位
エネルギー	264	279	kcal
水分	38.0	30	g
タンパク質	9.3	9.4	g
脂質	4.4	1.3	g
炭水化物	46.7	57.5	g
灰分	1.6	1.8	g

穀類・穀類/こむぎ/[パン類]/食パン・フランスパン
(農林水産省ホームページより)

ました。

私たちは、「なぜ乾燥したパンは焼くとおいしくなるのか」という疑問に対して、パンが固くなったとき」と「パンを焼いたとき」を水分量に注目して調べていくことにしました。

● 研究の目的

「パンが固くなる時」と「パンを焼いた時」、パンの中がどのように変化しているのかを探ることで、固くなったパンが焼くとやわらかくなる原因を解明する。

● 研究について

今回の実験での名称について

特に指定がない場合、以下の簡単にした語句を用います。

《パンの状態》

「通常」：市販の食パンを開封してすぐの状態

「乾燥」：「通常」を重量が10%減少するまで風通しの良い場所に置いて乾燥させた状態

「焼き」：ホットプレートで片面4分ずつ加熱した状態

《パンの場所ごとの名称》

「みみ」：周囲の焦げ色のついた部分

「表面」：空気に触れる部分

「内部」：「みみ」「表面」をのぞいた部分

● テーマの追究

<予備実験> パンの試食

市販されている4枚切りの食パンを使って科学部員15名で実施しました。

【調査方法】

《試食の種類》

下のア～エの4種類で行いました。

ア そのまま（以後「通常」）

イ アを両面焼いたもの（「通常焼き」）

ウ アを重量が10%減少するまで乾燥したもの（「乾燥」）

エ ウを両面焼いたもの（「乾燥焼き」）

《評価項目と評価の仕方》

I やわらかさ

II しっとりさ

III おいしさ

上の3項目について、アの食パンを基準の4とし、その人の感覚で1から7の7段階で評価してもらいました。

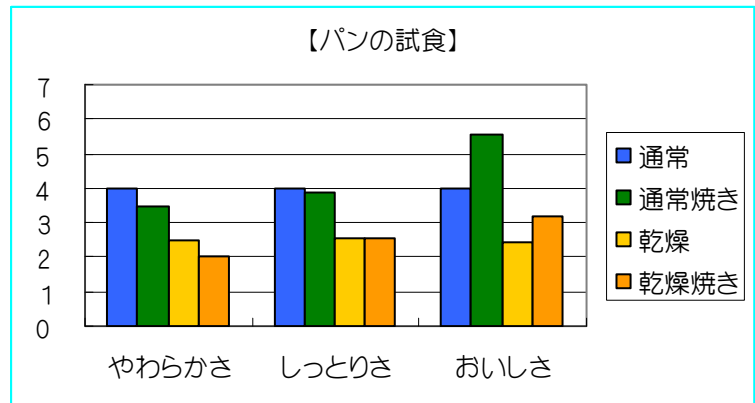


【パンの試食の様子】

【調査結果】

I やわらかさ

「通常」のパンが最もやわらかく、「通常焼き」、「乾燥」、「乾燥焼き」の順で固くなっていました。このことから、乾燥させるとパンが固くなっていることがわかります。また、焼くと「通常」のパンも「乾燥」のパンも焼く前より固くなることがわかりました。



II しっとりさ

「通常」「乾燥」の評価はともに焼いても差が見られませんでした。このことから「しっとりさ」は、焼いても大きな変化が見られないことがわかりました。

III おいしさ

この項目は「通常」「乾燥」とともに焼いたものが高値を示しました。焼くことで香ばしさが増えたためだと考えられます。

【考察】

「通常」と「乾燥」を比較すると乾燥しているものが固くなっています。また、焼くことでさらに水分が抜けると考えられるので、パンに含まれている水分が「やわらかさ」に大きな影響を与えていることが予想できます。しかし、最も水分が影響していると考えられる「しっとりさ」は焼く前の状態と焼いた後の状態に大きな差がみられませんでした。このことから、焼くということは、ただ水分が抜けるだけではなく、パンの内側で何かが起こっていると考えられます。

追究1 乾燥させることによってパンにどのような変化が起こるのか調べる

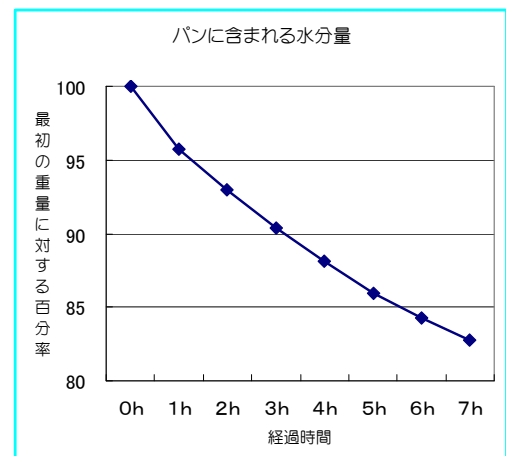
<実験1-1> 乾燥させるとやわらかさがどうなるのか調べる

【実験方法】

4枚の食パン(4枚切り)を風通しの良い部屋に置き、1時間ごとに重量を測定しそれぞれの平均値を求めました。パンの成分から、重量で減少するのはパンに含まれた水分であると考えられるので、この値を乾燥の度合いを調べる値としました。

【実験結果】

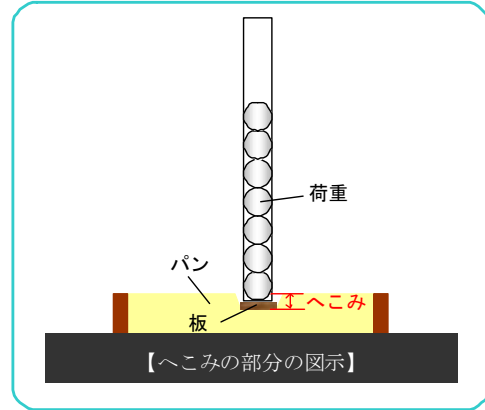
結果を最初の重量に対する百分率で表すと、時間が経過するにつれて水分が減少しているのがわかります。また、1時間で減少する水分はだんだん少なくなっています。この結果からパンには離れにくい水分があると考えられます。



<実験 1 - 2>パンを乾燥させると固さはどのように変化するか

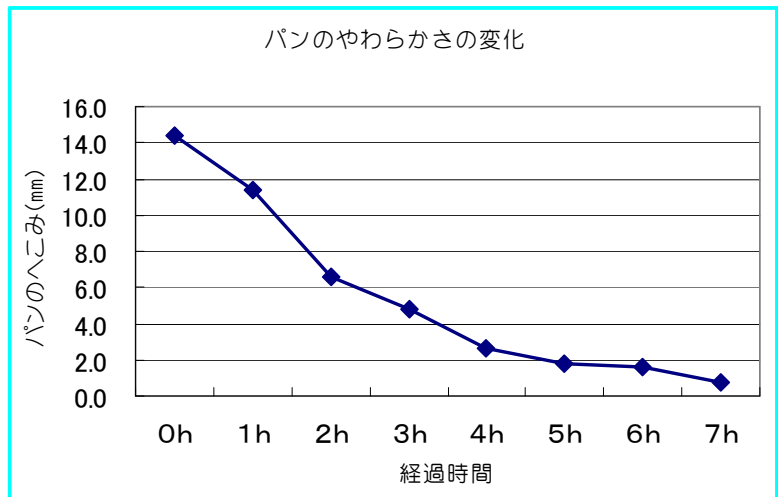
【実験方法】

下の写真の装置を用いて、計測したいパンに 3 cm 四方の正方形の板を置き、その上から 500 g の荷重をかけたとき、パンがどの程度へこんだか測定しました。1 つの食パンから 5 点を任意に選んで測定し、平均値を求めました。



【実験結果】

時間経過とともにへこみが小さくなり固くなっていることがわかります。また、結果から 2 つの段階で固くなっていることがわかります。最初は 14 mm のへこみであったのが、2 時間で 7 mm と半分になり、急激に固くなっていることがわかります。しかし 2 時間以降はへこみはゆるやかになり、4 時間で 2 mm になった後はほとんど変化がみられなくなりました。



【実験 1 のまとめ】

最初は乾燥度とやわらかさは対応していますが 4 時間以降は、水分は減少しているにもかかわらず、やわらかさはあまり変化がありませんでした。

このことから、4 時間以降にパンになんらかの変化があるのではないかと推測できます。

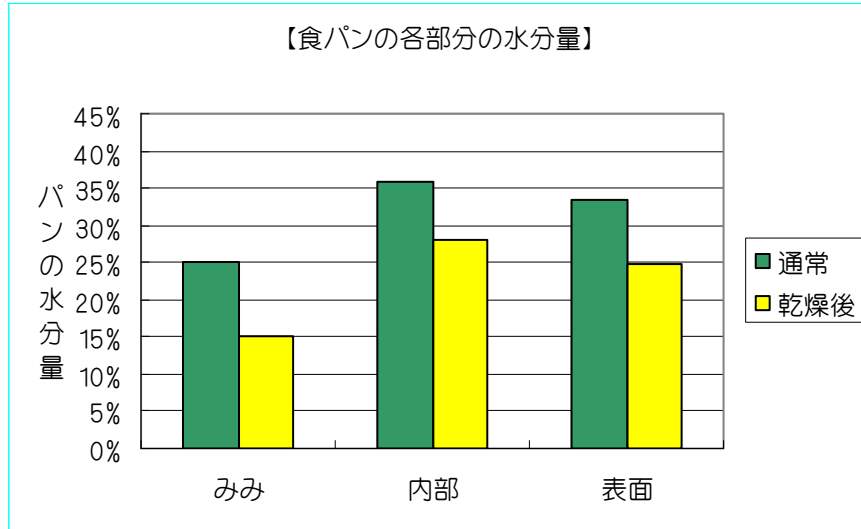
<実験 2>乾燥させると、水分はどこから抜けていくのか調べる

【実験方法】

「通常」と「乾燥」のパンを「みみ」「表面」「内部」に区分し、フードプロセッサーで細かくしました。そして粉末状になったパンを一定量ずつ 5 つに分け、ホットプレートを用いて重量の減少がなくなるまで焦がさないように加熱を行いました。このときの重量変化をパンに含まれる水分量としました。



【実験結果】



「通常」のとき、「みみ」の部分最も水分量が少なく、「内部」が最も水分量が多くなりました。また、焦げて茶色になっている「みみ」は最初から水分量が少なかったこと、「表面」と「内部」の違いから、空気に触れている部わから乾燥していることがわかります。乾燥後も同様に「内部」「表面」「みみ」の順で含んでいる水分が少ないことがわかります。しかし、同じように空気に触れる部分である「みみ」は10%の減少、「表面」は7%の減少で差が見られました。パンの状態によって、水分の抜け方が異なることが推測できます。

<実験3> 乾燥させると、パンの内部構造はどうなるのか調べる

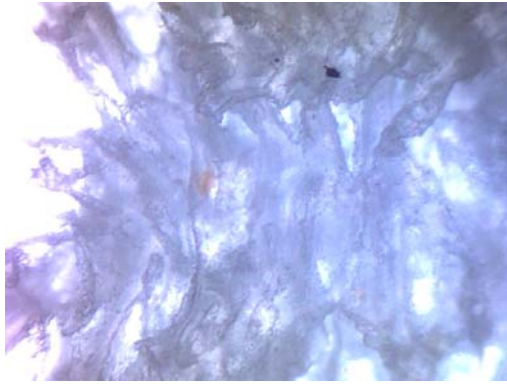
【実験方法】

「通常」のパンを風通りの良い場所に置き、「みみ」「内部」を1時間ごとに顕微鏡を使って観察しました。

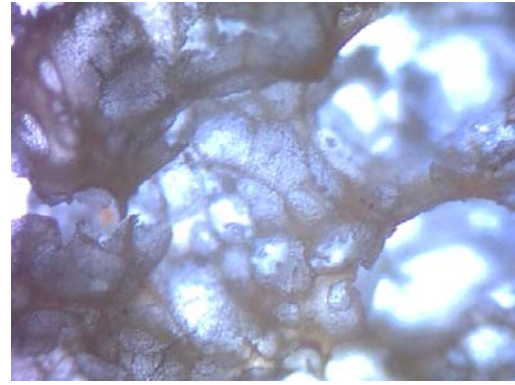
【実験結果】

乾燥する前のパンの「みみ」と「内部」を比較すると、「みみ」は洗いで使うスポンジのような構造をしており、泡のような球状の空洞が目立ちます。それに対し、「内部」は、和紙のような膜が何層にも重なっている構造が見られ、空洞の形も決まったものがみられませんでした。

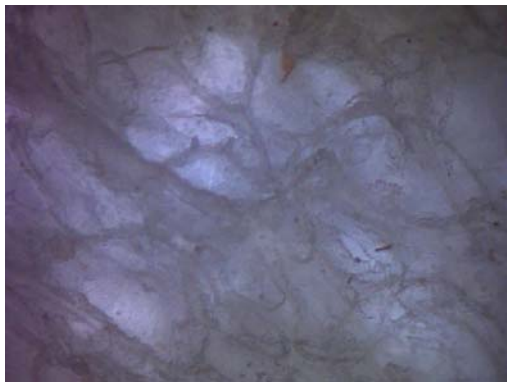
2時間後の「内部」の写真を見ると、筋のようなものが観察されるようになり、乾燥させる前に見られた和紙のような膜は薄くなっているように感じられました。4時間経過すると、さらにその傾向が進み、空洞が球状に変化していきました。7時間経過すると、乾燥前の「みみ」の構造と似た状態になりました。



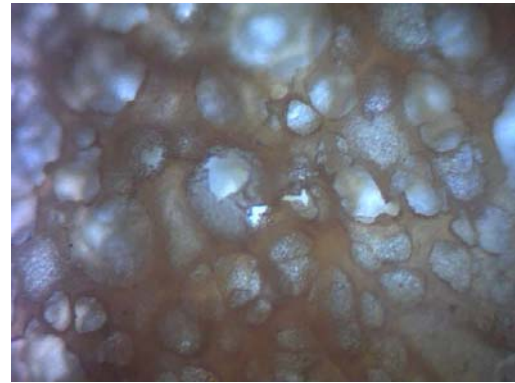
0 時間後 パンの内部(40 倍)



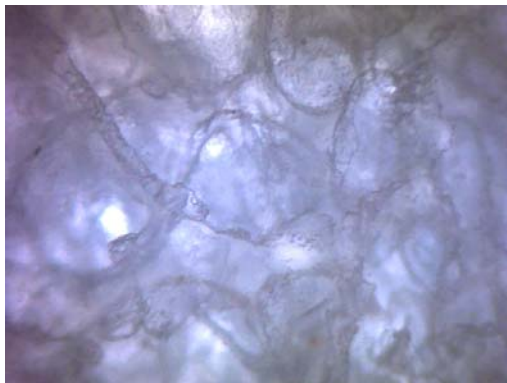
0 時間後 パンのみみ(40 倍)



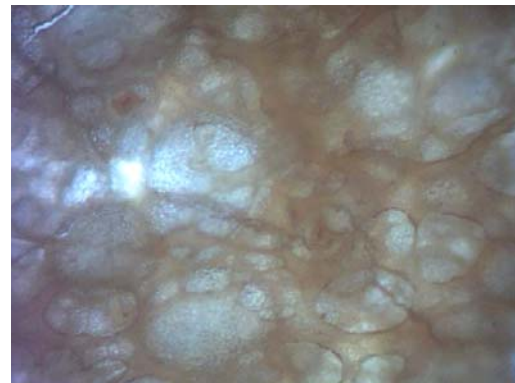
2 時間後 パンの内部(40 倍)



2 時間後 パンのみみ(40 倍)



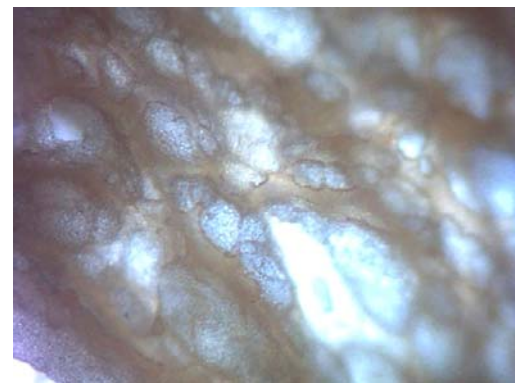
4 時間後 パンの内部(40 倍)



4 時間後 パンのみみ(40 倍)



7 時間後 パンの内部(40 倍)



7 時間後 パンのみみ(40 倍)

追究1のまとめ

パンは、「内部」は和紙のような膜が何層もある構造、「みみ」はスポンジ状の構造をしています。

パンが乾燥すると、最初に内部の膜が消えます。その後、筋がはっきり見えるようになり、最終的には「みみ」と同じ構造になりました。このことから、膜にある水分は離れやすく、筋にある水分は離れにくいと考えられます。

パンは風通しのよい場所に置くと水分量は減少し続けます。しかし、ある一定の時期にやわらかさに変化がなくなります。その理由は、水分が抜けた後は、離れにくい水分が抜けて筋が太くなるだけで、パンのスポンジ状の構造が残るため、それがやわらかさを感じさせるのではと推測しました。

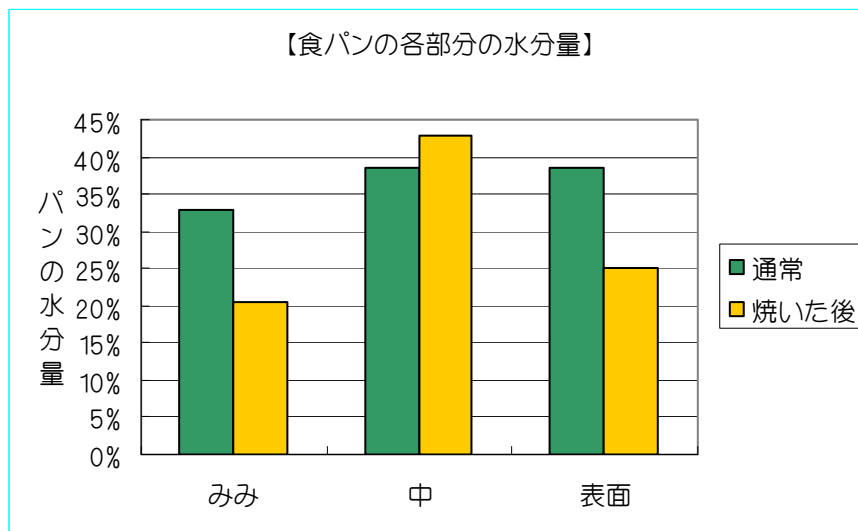
【追究2】パンは焼くとどのような変化が起こるのか調べる

<実験1>焼くとパンに含まれている水分がどのように変化するか調べる

【実験方法】

両面を焼いたパンについて「みみ」「内部」「表面」に含まれている水分を測定しました。測定方法は【追究1】<実験2>と同じ方法を用いました。

【実験結果】



全体の水分量は焼くと重量の5%減少が見られました。各部分を注目すると「みみ」と「表面」は10%以上減少しますが、「内部」は5%増加しました。直接加熱した部分は水分が減少し、直接ふれていない部分は水分が減少していないことがわかりました。

実験前は、パンを焼けばどの部分も水分が減少すると考えていました。しかし、全体の重量が5%減少しましたが、「内部」の水分量は5%の増加がみられました。このことから、焼くということがパンの内部に何らかの影響を及ぼしていることが考えられます。

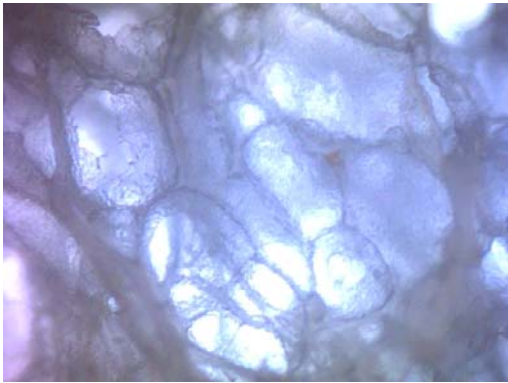
<実験2>パンを焼くと内部構造はどうなるのか調べる

【実験方法】

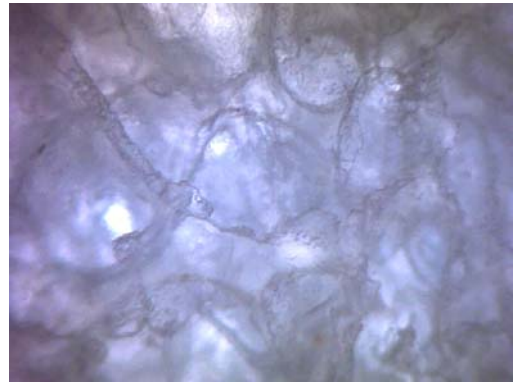
パンを焼き、「表面」「内部」を顕微鏡で観察する。

【実験結果】

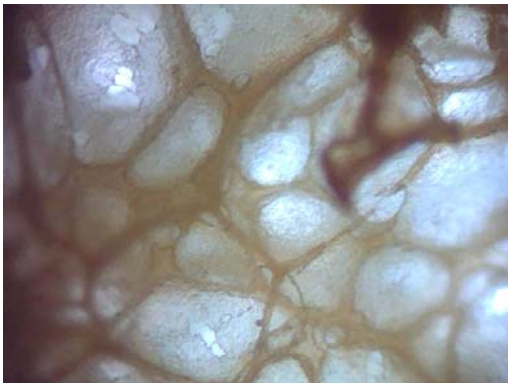
パンを焼くと、「表面」は筋のような構造の間に膜のようなものが見えます。さらに拡大してみると、膜の部分は大きな穴は見られず非常に目が細かい構造をしていることがわかりました。それに対して「内部」を観察すると、「通常」は「表面」と大きな差が見られず、筋のような構造の間に膜が見られます。これを焼くと、膜の状態がにごった色に変わりました。さらに拡大してみると、膜が水分を含み、べたべたになっていました。



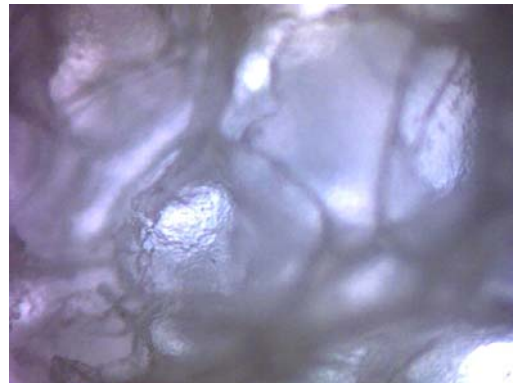
乾燥 通常 表面(40倍)



乾燥 通常 内部(40倍)



乾燥 焼いたもの 表面(40倍)



乾燥 焼いたもの 内部(40倍)



乾燥 焼いたもの 表面(100倍)



乾燥 焼いたもの 内部(100倍)

追究2のまとめ

パンを焼くと、水分は重量の5%減少します。部分ごとに焼く前後で比べると、「みみ」と「表面」は全体の重量の10%以上の減少、「内部」は5%の増加がみられました。顕微鏡を使って内部構造を観察すると、「乾燥」のときは、水分が抜けることで和紙のような膜が次第に薄くなり、最終的にはなくなってしまいました。しかし、焼いたときの「表面」は非常に小さい穴が開いた膜が残った状態で水分が減少していました。一方、「内部」は「乾燥」したときには非常に薄くなっていた膜が、焼いた後には膜に水分が付着した状態になっていました。

これらの結果から、「表面」は直接加熱されて急激に水分が抜けるため膜が残ったままになり、「内部」はパンが加熱されパンの中の水分が水蒸気になり移動しようとし、しかし、「表面」に残った膜が水蒸気を閉じ込めるため、「内部」の水分量が増加したのではないかと考えられます。

● 研究のまとめ

この研究で以下のことがわかりました。

①パンは部分によって繊維の構造が違う。

「内部」は和紙みたいな膜が何層もあるような構造、「表面」は「内部」が少し乾燥したような構造、「みみ」はスポンジ状の空洞が目立つ構造をしている。

②パンは乾燥すると、最初に膜が消え、その後、内部の筋が太くなり、「みみ」と同じような構造になるため固くなる。また、膜に含まれる水分は離れやすい。

③パンの乾燥がある程度進むと、水分量が減少してもやわらかさは変わらなくなる。これは、筋の部分の水分が抜けてもスポンジ状の構造は変わらず、やわらかさを保っているためだと考えられる。

④パンを焼くと、全体の質量は5%減少し、部分別水分量は焼く前と比べ、「みみ」と「表面」は全体の重量の10%以上減少し、「内部」は全体の重量の5%増加する。

⑤なぜ固くなったパンは焼くとやわらかくなるのか下記のように予想した。

焼くことで筋の部分の離れにくい水分が蒸発し、水蒸気となる。

↓

焼いても残る表面の膜により、その水蒸気は外に抜けずに中にとどまる。

↓

水蒸気が内部の膜につき、しみこんでなじむことにより、ふんわり、しっとりの食感を作り出す。

● おわりに

僕は科学部に入った時から、いつか生活に役に立つ研究がしたい、と思っていました。そして今、こうして同じ志を持つ仲間とともに、その夢がかなえられたことを本当にうれしく思っています。

ところで、僕はこの研究中に、理科研究はチェーン（鎖）に似ていると思ったことがあります。特にこの研究はそうでしたが、ひとつの疑問から答えをひも解き、さらにそこで

生まれた疑問の答えをひも解いていく。この連続で研究はできていて、いくつものリング（輪）がつながりあってできているチェーンの作りとそっくりです。

大きいチェーンにはたくさんのリングが必要です。また、ひとつでもリングが足りなかったら、チェーンは完成しません。そして、そのチェーンに終わりはないかなかなか見つかりません。僕たちは、そんな科学のチェーンを1つ作り上げたことを、とても誇りに思っています。

チェーンは紐とは違って、リングを足していけば大きくすることができます。これからもこの研究を続けて、科学のチェーンを大きくしていけたらいいです。

参考文献

農林水産省ホームページ

<http://www.maff.go.jp/>

この研究は、試食調査やインタビューなど、様々な場面で多くの皆様のご協力があったからこそ進めることができました。最後に、その皆様に深く御礼申し上げます。