

熱によってグルテンの形成阻害が起こる仕組みについて

班員 一花 颯志、川崎 水羽、中島 亜依子、谷内 亮太
担当教員 吉村 彰志

キーワード：グルテン、グルテニン、グリアジン

We found that when flour was heated at 75 degrees and 80 degrees the gluten did not solidify. We think this is because gliadin which is included in gluten, has strong adhesion, and stretches easily, was denatured.

1 はじめに

グルテン（図1）とは、小麦粉に含まれる2種類のタンパク質のうち、グルテニンとグリアジンが結合することで形成される（図2）。



図1 小麦粉から取り出したグルテン

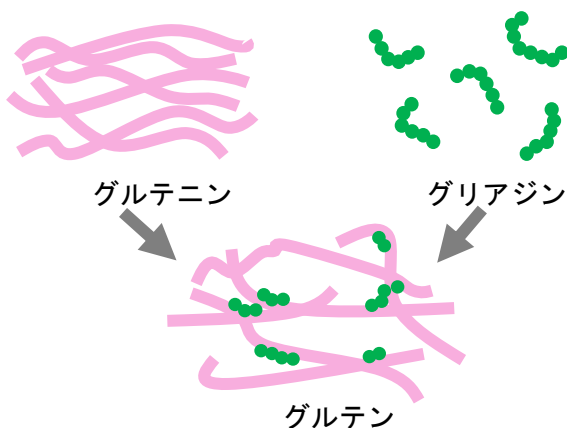


図2 グルテンの形成

グルテニンは弾力に富んでおり伸びにくい性質を持っている。一方、グリアジンは粘着力が強く伸びやすい性質を持っている。

先行研究では、水と薄力粉を練って作った生地を30℃～80℃で加熱し焙焼することで、体積やタンパク質含量が減少することが明らかになっている⁽¹⁾。また、グルテンは、グルテン

に含まれているたんぱく質のうちのグリアジンを過剰に摂取することで、異常な免疫反応を引き起こすセリアック病やグルテン過敏症の症状の原因になることが知られている。そこで本研究では、生地にする前の小麦粉自体を加熱することで病気の原因となるグリアジンの形成を阻害し、症状をやわらげることが期待できると考え実験を行った。

2 材料と方法

<実験1>

各温度別のグルテンの形成量を比較した。

1. 薄力粉（小麦粉）を、湯煎により、加熱した。1000mLと300mLの大小2つのビーカーを用意した。1000mLのビーカーに水を入れ、ガスバーナーで加熱した。ここに薄力粉100gを入れた300mLのビーカーを入れ湯煎により加熱した。このようにして、40℃、45℃、50℃…80℃と5℃ずつ温度を変えて加熱した薄力粉を準備した（図3）。



図3 薄力粉を湯煎する様子

- 薄力粉に蒸留水50mLを加え10分間こねること
でグルテンを生成させた。
- 水が白く濁らなくなるまでもみ洗いしてグル
テンを取り出した。
- この操作を各温度別に3回ずつ行った。

<実験2>

温度別のグルテニンの含有量の変化について
調べた。

- 実験1と同様の手順でグルテンを取り出し
た。
- 取り出されたグルテンのうち10gを切り取
った。
- まず、グルテン10gの両端をそれぞれ段ボ
ールで挟み(図4)、そのグルテンを段ボ
ールごと洗濯ばさみで固定した。次に、スマ
ート台車(島津理科)と段ボールを糸でつ
なぎ台車を引いた。そしてグルテンが切れ
たときに加えられた力の大きさとグルテン
が切れるまでの伸びを計測し(図5)、フッ
クの法則を用いてばね定数を算出した。グ
ルテニンは弾性力を持つため、算出したば
ね定数を相対的な量の指標とした。
- この操作を各温度別に形成されたグルテン
ごとに2回ずつ行った。



図4 段ボールで挟んだグルテン

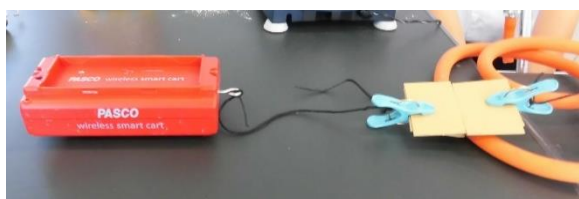


図5 スマート台車(島津理科)を用いた力の実験

<実験3>

温度別のグリアジンの含有量の変化について
調べた。

- 実験1と同様の手順でグルテンを取り出し
た。
- 取り出されたグルテンのうち10gを切り取
った。
- グルテン10gの両端をそれぞれ段ボールで
挟み(図4)、そのグルテンを段ボールごと
洗濯ばさみを使って一方をスタンドに固定
しもう一方に100gの重りをに吊り下げて
引き、伸びを計測した(図6)。グリアジン
は伸びやすい性質を持つため、計測した伸
びを相対的な量の指標とした。
- この操作を各温度別に形成されたグルテン
ごとに2回ずつ行った。



図6 重りを吊り下げた伸びの実験

3 結果

<実験1>

1回目では75℃で、2回目では80℃でグル
テンが形成されず、ばらばらになった(図7)。
3回目では全ての温度でグルテンが形成さ
れた(表1)。

表1 温度別のグルテン形成量

	40℃	45℃	50℃	55℃	60℃
1回目	25.5	31.9	27.5	28.5	18.9
2回目	27.7	27.8	28.2	28.7	26.0
3回目	29.1	28.7	26.5	28.7	24.8
	65℃	70℃	75℃	80℃	
1回目	22.1	25.1	-	-	
2回目	26.9	25.7	24.0	-	
3回目	27.7	25.5	26.6	21.1	

-はグルテンが生成されなかったことを示す。



図7 パラパラな状態

<実験2>

1回目と2回目のどちらもばね定数の値は約50N/m~100N/mの間に収まった。それぞれグルテンの温度とばね定数の相関係数をだしたところ1回目では約0.60、2回目では約0.29であった。これらの値は強い相関があるといえる0.7以上1.0未満の相関係数の範囲を満たしていない。このことから、温度とばね定数の間に有意な相関関係は見られないといえる(図8)。

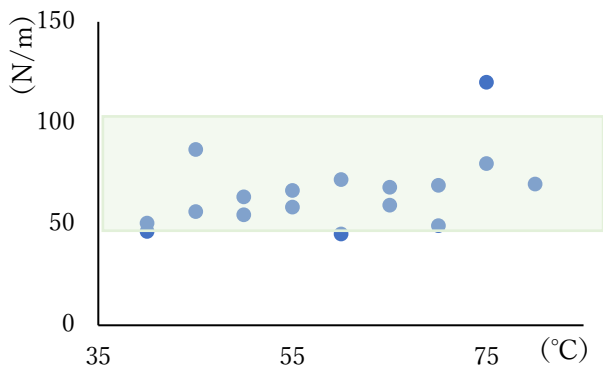


図8 加熱した温度とばね定数の関係

<実験3>

1回目と2回目で計測された伸びの値の平均をとると、温度が上がるにつれてグルテンの伸びが小さくなっていることが分かった。グルテンの温度と伸びの相関係数をだしたところ約0.78であった。この値は強い相関があると言える0.7以上1.0未満の相関係数の範囲を満たしていた。このことから、温度と加熱された伸びとの間に有意な負の相関関係が見られるといえる(図9)。

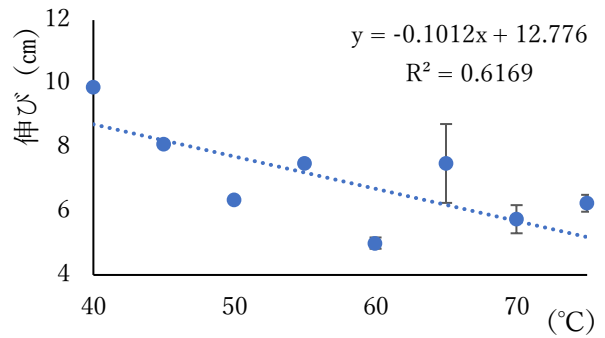


図9 加熱した温度と伸びとの関係

4 考察

実験1の各温度別のグルテン形成量を計測する実験より、75℃、80℃で熱するとグルテン生成が阻害されると考えられる。1回目、2回目、3回目で結果に差が見られたが、これは加熱する際に薄力粉をビーカーの中でうまく混ぜることができておらず、薄力粉の温まり方がまばらになった可能性がある。

実験2のグルテニンの熱変性による相対的な量の変化を調べる実験では、加熱した温度と測定したばね定数との間に有意な相関関係は見られなかった。そのため、弾性力をもつグルテニンには温度は影響しないと考えられる。

実験3のグリアジンの熱変性による相対的な量の変化を調べる実験では、加熱した温度とグルテンの伸びとの間に有意な負の相関が見られた。このことから、高い温度で加熱された薄力粉から取り出したグルテンはグリアジンの持つ性質が弱くなっており、グリアジンが熱によって変性したと考えられる(図10)。

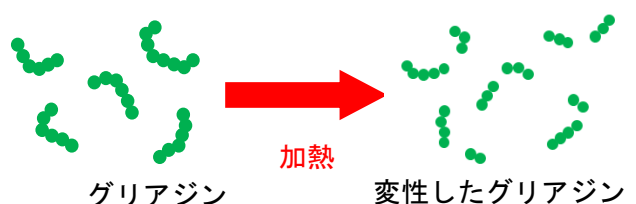


図10 グリアジンの変性のようす

これらのことから、薄力粉を75℃～80℃で加熱するとグルテンの形成が阻害されるが、それはグルテンを構成するタンパク質のうち粘着力を持つグリアジンが変性したためであると考えられる。

5 今後の展望

今回の実験では、グルテニンとグリアジンの性質に着目して実験を行ったが、台車を引っ張る際の力のかけ具合やグルテンの引っ張り方によって結果にばらつきが生じ、正確な値を得るのが難しかった。そこで、実際にグルテンからグリアジンとグルテニンを取り出す実験を行っている。

グリアジンは、エタノールに溶けやすい性質をもつ。これを利用して、グルテンから以下のようにしてグリアジンを取り出すことができる。グルテンにエタノールと水を混ぜ、40℃～50℃の湯浴で湯煎し、グリアジンのエタノール抽出液を得る。このエタノール抽出液をろ過し、ろ液を蒸発させると、グリアジンが得られる(図11)。



図11 取り出されたグリアジン

グルテニンはエタノールに溶けないため、前述のエタノール抽出液を得た際に出た残渣には、グルテニンが含まれている。グルテニンは酸、アルカリに溶けやすい性質をもつ。残渣に水酸化ナトリウムを加えて一晩放置し、ろ過し

て得たる液に塩酸を加えることで、グルテニンが得られる(図12)。

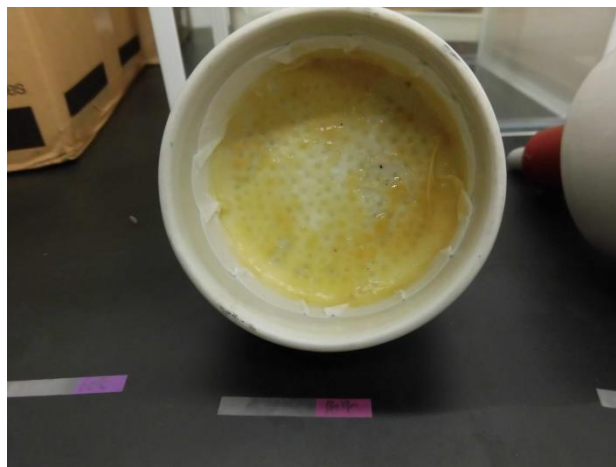


図12 取り出されたグルテニン

この実験の結果から、高い温度で熱した薄力粉から取り出したグルテンほど、グルテニンの量が少なくなっていれば熱によってグルテニンが変性したことが分かる。また、グリアジンの量が少なくなっていれば熱によってグリアジンが変性したことが分かる。さらにグルテニン、グリアジンの両方が少なくなっていれば両方も熱によって変性したことが分かる。

これらの実験を引き続き行っていき、それぞれ得られたグルテニン、グリアジンの量を比較しながらグルテンの形成阻害が起こる仕組みについて解明していきたいと考えている。

6 参考文献

- (1) 比留間トシ, 松元文子. 小麦粉の調理に関する研究(第9報)グルテンについて
- (2). 1963. Vol 14 No5. P345-350