

小麦粉と牛乳に含まれるたんぱく質に関する実験

岡崎 由佳子*

1. はじめに

小麦粉の主なたんぱく質はグルテニンとグリアジンで、それぞれがたんぱく質の約40%ずつを占めている。小麦粉に少量の水を加えてこねると、粘性が強いグルテニンと弾性が強いグリアジンが絡み合ってグルテンが形成され、弾力があってよく伸びる生地（ドウ）となる¹⁾。

牛乳中のタンパク質は、主要成分であるカゼインと乳清タンパク質に大別される。カゼインを利用した加工品であるカッテージチーズは、牛乳に酸を加え、カゼインを等電点沈殿させるだけで手軽に作れる低脂肪チーズである²⁾。

本稿では、2016年度に開催された第18回藤女子大学家庭科教育研修講座において紹介した、小麦粉と牛乳のたんぱく質に関する実験について述べ、これら食品に含まれるたんぱく質の特性について解説する。

2. 実験方法

【用意するもの】

【試料】

- 実験1) 薄力粉, 強力粉 (各 50 g)
- 実験2) 2.4%スキムミルク溶液, 食酢又はポッカレモン 100
- 実験3) 牛乳 (500 ml), 食酢又はポッカレモン 100 (30 ml, 大さじ2)

【器具】

- 実験1) ボウル, 計量スプーン, サランラップ, さらしもめん, キッチンタイマー, はかり
- 実験2) ビーカー (又は透明なガラスコップ), スプーン, pHメーター
- 実験3) 鍋, ボウル, ざる, 計量カップ, 計量スプーン, 木じゃくし, さらしもめん, クッキング温度計, はかり



写真1 材料の一部

* 藤女子大学人間生活学部

【実験１】小麦粉グルテンの分離と判定 ^{3), 4)}

1. 薄力粉と強力粉各 50 g に水を 25 ml ずつ加えてボウルの中でこねる。台の上でゆっくりと左右に引っ張って、伸び具合を比較する。
2. 1. を再び丸めてラップをし、15 分おいて同様に引っ張り、伸び具合を比較する。
3. それぞれ布に包み、水の中でもみながら、デンプンを洗い流す。水が濁らなくなるまで、水をかえながら洗い、布の中に残ったグルテンを集める。
4. グルテンの量を比較する。

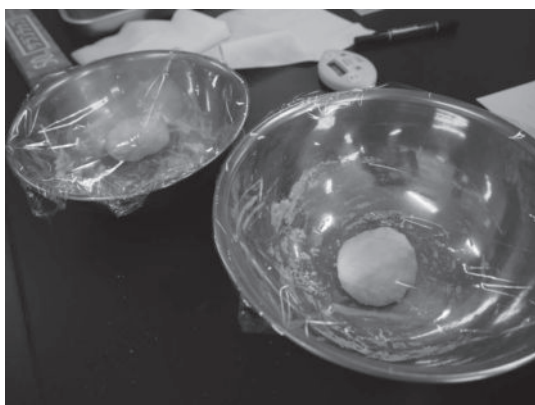


写真２ こねた小麦粉をねかせた様子



写真３ 布の中に残ったグルテン



写真４ 小麦粉のグルテン量（湿重量）

写真４（上）：薄力粉のグルテン、写真４（下）：強力粉のグルテン
薄力粉（15 g）に比べ、強力粉（24 g）にグルテンが多く含まれていた。

【実験2】たんぱく質の等電点沈殿⁵⁾

1. 2.4%スキムミルク溶液 50 ml をビーカー（又は透明なガラスコップ）にとる。
2. スプーンで少しずつポッカレモン 100（又は食酢）を加え、攪拌する。
3. 沈殿物が生じたところで pH を確認し、さらにポッカレモン 100（又は食酢）を加えて pH を 4.6 にする。
4. 溶液の状態を観察した後、さらにポッカレモン 100（又は食酢）を加えて pH を下げると溶液の状態がどのように変化していくかを観察する。



写真5 スキムミルク溶液中のたんぱく質の等電点沈殿

写真5 (左) : ポッカレモン 100 を少量加え、溶液に濁りが生じた状態 (pH 5.0)

写真5 (中) : ポッカレモン 100 をさらに加えると、沈殿物が生じる (pH 4.6)

写真5 (右) : ポッカレモン 100 を多量に加えると、生じた沈殿物が消える (pH 2.0)

【実験3】牛乳カゼインの分離とカッテージチーズの調製^{6), 7)}

(実験2 等電点沈殿の応用)

1. 鍋に牛乳を入れて、60℃～70℃に温める（温度計がなければ、なべ肌に小さい泡がプツプツと出る程度まで温める）。
2. 火を消して、温めた牛乳にポッカレモン 100（又は食酢）を入れる。木じゃくしで素早く混ぜて、少し置く。
3. くずした豆腐のような沈殿物（カード）と、水分とに分離したら、ボウルとざるをセットした上に置いた清潔なさらしめんに、鍋の中のものを流し込んでこし、カードと乳清（ホエー）に分ける。乳清の重さを量る。
4. 水をボウルに入れ、その中で3. の布で包んだカードを軽くもみ洗いして、重量を量る。これがカッテージチーズである。
5. カッテージチーズと乳清の色、味、においなどを確認する。

*乳清（ホエー）には、乳糖、水溶性ビタミン、ミネラルなど、栄養素がたくさん含まれている。パンケーキ作りなどに活用してみるとよい。



写真6 牛乳にポッカレモン 100 を加える



写真7 カードと乳清を分ける



写真8 カッテージチーズ

500 ml の牛乳から約 80 g のカッテージチーズが得られた。

3. おわりに

(1) 小麦粉のグルテンについて⁸⁾

たんぱく質量が多い強力粉や中力粉は、粘弾性が大きく、長時間こねても安定度が高い。そのため、パンや麺類、餃子の皮の調理に適する。一方、グルテンの粘弾性を低く抑えたケーキ類や天ぷらの衣には、たんぱく質の少ない薄力粉が適する⁹⁾。

ドウに水を加えてこねると、はじめはぼそぼそとして切れやすいが、こね続けると粘弾性と進展性が増す。パンや麺を作るとき、ドウをある程度こねたら濡れ布巾で包み、「ねかす」操作をするのは、ドウを伸びやすくするためである¹⁰⁾。

食塩は、ドウの粘弾性、進展性を高め、コシのある生地にする。パン生地には約 1 %前後の食塩を添加する¹¹⁾。一方、グルテンをあまり形成させたくないケーキ類には無塩バターを使う¹²⁾。

（２）たんぱく質の等電点沈殿について¹³⁾

牛乳にレモン汁のような酸を加えることによって酸性にし、pH をカゼインたんぱく質の等電点（pH4.6 付近）にすると沈殿物が生成され、さらに pH をさらに下げると沈殿物が消失する。このことから、牛乳中のカゼインタンパク質は、等電点付近で凝固することが考えられ、このことをたんぱく質の等電点沈殿という¹⁴⁾。カッテージチーズを作る際、牛乳にレモン汁を加えすぎると沈殿物は消失してしまい、チーズが得られなくなるため、注意が必要である。なお、この等電点の原理は、ヨーグルトの製造で見られる。つまり、乳酸菌がつくる乳酸によって、牛乳の pH が少しずつ低下し、pH4.6 付近になると牛乳中のカゼインたんぱく質が等電点沈殿を起こし、全体が凝固する¹⁵⁾。

家庭科の授業において、今回紹介したような学習内容を取り入れることで、生徒が日常食べている小麦粉製品や乳製品への興味・関心が深まることに繋がればと考えている。本稿で紹介した題材に、家庭科教員の皆様が様々な工夫を加えられ、より良い教材にして頂ければ幸いである。

引用・参考文献

- 1) 村上俊男（編）「基礎からの食品・栄養学実験」建帛社，2005 年
- 2) 同上
- 3) 同上
- 4) 今井悦子，安原安代（編）「健康を考えた調理学実験」アイ・ケイコーポレーション，2011 年
- 5) 相原英孝，竹中晃子，田村明，長谷川昇「イラスト栄養生化学実験」東京教学社，2006 年
- 6) 1) ～ 3) に同じ
- 7) 4) に同じ
- 8) 渋川祥子（編）「食べ物と健康—調理学—」同文書院，2009 年
- 9) 同上
- 10) 同上
- 11) 同上
- 12) 同上
- 13) 5) に同じ
- 14) 同上
- 15) 同上