

老人食におけるタンパク質及びカルシウムの 良質供給源としての乳豆腐 (第25報)

—乳豆腐入り蒸しパンの改良—

上 原 哲

はじめに

材料及び方法

乳豆腐¹⁾は、80度Cに加熱した牛乳に一定量の食酢を添加し、生じた凝固物を2重のガーゼでこし、次いで、ろ液がほぼ出なくなるまで絞ると得られる白色のカテージチーズで、成分的には、タンパク質やカルシウムをカマンベールチーズとほぼ同含量含む栄養豊富な即席チーズである²⁾。材料的にも操作的にも、家庭や老人福祉施設等で簡単に作成できるものであるので、これを老年者の食事やおやつに導入できれば、骨粗鬆症や低栄養をはじめ、全般的な老年者の栄養の改善に有効であると考えられ^{1)~6)}、これを添加した総菜^{5)~8)}、もち・うどん⁹⁾、蒸しパン¹⁰⁾、菓子^{11)~15)}、冷菓^{16)~17)}、おやつ¹⁸⁾が各種試作されてきた。ところで、この中の、乳豆腐入り蒸しパンを試作した時¹⁰⁾に、外からは見えないが、中央下部に大きな空隙を生じることが認められた。これは品質上、問題があるので、今回、この発生を抑制する方法を検討した。また、乳豆腐特有のあまり好ましくない臭い、いわゆる、乳豆腐臭が、材料を混合した際に短時間の内に全く消失する現象が認められたが、これは、材料に用いた重曹が、乳豆腐中に残留する食酢中の酢酸を、中和することにより無臭化したためではないかと考えられ、この点を確認める実験も行ったので合わせて報告する。

1. 材料

乳豆腐を作成するための乳原料には、前回¹⁰⁾用いた、脂肪含量1.0%の市販の低脂肪牛乳（四国乳業株式会社、らくれん低脂肪乳）に加えて今回は、脂肪含量3.5%の市販の牛乳（四国乳業株式会社、らくれん牛乳）も使用し、前者を1.0牛乳、後者を3.5牛乳、これらから作られた乳豆腐を、それぞれ1.0乳豆腐、3.5乳豆腐と呼ぶことにした。

食酢には、市販の米酢（中橋造酢株式会社、仁尾酢、酸度4.5%）を用いた。

薄力粉には、市販の薄力小麦粉（日清製粉株式会社、日清フラワー薄力小麦粉、栄養成分 100g当たり：タンパク質8g、脂質1.7g、炭水化物76g、食塩相当量0g）を用いた。

上白糖には、市販の上白糖（株式会社パールエースW、パールエース印上白糖）を用いた。

重曹には、市販の重曹（共立食品株式会社、重曹タンサン、成分重量：炭酸水素ナトリウム）を用いた。

卵白には、市販の鶏卵の卵白を用いた。

2. 乳豆腐の作成方法及び栄養成分含量

1.0乳豆腐の作成は、常法¹⁹⁾通り行った。すなわち、80度Cに加熱した1.0牛乳1Lに食酢40mlを加えて静かに攪拌し、生じた凝固物を2重のガーゼでこし、手で絞って重量が平均115.7g（毎回111.1~120.6gの範囲のものが得られた）のものを得た。また、3.5乳豆腐も常法¹⁴⁾通り作成した。すなわち、80度Cに加熱した3.5牛乳1Lに食酢25mlを加えて静かに攪拌し、生じた凝固物を2重のガーゼでこし、

平成27年1月6日受理

連絡先 〒769-0201 香川県綾歌郡宇多津町浜一番丁10番地

香川短期大学 生活文化学科

TEL 0877(49)8039 FAX 0877(49)5252

Email uehara@kjc.ac.jp

手で絞って重量を161.1gとした。手で絞った後、重量を測定し、不足した場合は絞り汁を乳豆腐に戻して丁度161.1gになるように調節した。なお、牛乳100g当たりの主要な栄養成分含量は、1.0牛乳¹⁹⁾が、水分89.0g, タンパク質3.6g, 脂質1.0g, 炭水化物5.6g, 灰分0.8g, カルシウム129mg, リン105mgで、3.5牛乳²⁰⁾が、水分88.0g, タンパク質3.0g, 脂質3.5g, 炭水化物4.8g, 灰分0.7g, カルシウム106mg, リン85mgである。また、乳豆腐100g当たりの主要な栄養成分含量は、1.0乳豆腐（1.0牛乳1Lからの収量が114.0gのものの場合¹⁴⁾）が、水分52.2g, タンパク質29.9g, 脂質9.3g, 炭水化物5.6g, 灰分2.5g, カルシウム719mg, リン504mgで、3.5乳豆腐（3.5牛乳1Lからの収量が161.1gのものの場合¹⁴⁾）が、水分58.0g, タンパク質17.0g, 脂質21.4g, 炭水化物3.3g, 灰分1.4g, カルシウム431mg, リン299mgである。3.5乳豆腐は1.0乳豆腐より水分や脂質が多く、タンパク質が少ないため、1.0乳豆腐よりやわらかな手ざわりのものであった。

3. 乳豆腐入り蒸しパンの作成方法

1.0乳豆腐入り蒸しパンの基本的な作成は前回¹⁰⁾の方法に従って次のように行った。すなわち、300ml容ビーカー（直径7.5cm, 高さ10.5cm）に牛乳30g, 上白糖7g, 水5g, 重曹1gを加え、さじで混合した所へ1.0乳豆腐30gを加えてさらに混合し、これに薄力粉25gをそのまま加えて、さじ、次いでゴムべらを使って生地中に気泡を残さないように注意して²¹⁾ さっくり気味に、また、時間をかけすぎないように注意して混合した後、上面をある程度平らにならし、蒸し器に入れて強火で20分間蒸す。材料中の乳豆腐含量は30.9%（材料合計97g中30g。重曹は含めない。）である。蒸した後の製品の重量は材料の平均99.8%である¹⁰⁾ので、製品中の乳豆腐含量も材料中のものとほぼ同じである。蒸し終われば蒸し器から取り出して90分間放冷後、ナイフで製品の周囲を切り離しながら底面もはがしてビーカーから取り出した。実験においては、この基本的な方法に各種の変更を加えることによって行った。

4. 乳豆腐入り蒸しパンの内部観察

乳豆腐入り蒸しパンの中央部を無作為に切断し、

その断面を写真撮影すると共に、高さをものさしで測定した。

5. pH測定

食酢希釈液と重曹溶液、乳豆腐懸濁液と重曹溶液、あるいは、卵白溶液と食酢希釈液の中和滴定過程におけるpHの変化及び卵白のpHはpHメーター（東亜電波工業株式会社, pHメーター HM-26S）で測定した。

6. 調査時期

調査時期は、1.0乳豆腐入り蒸しパンが2002年12月～1月、3.5乳豆腐入り蒸しパンが2014年11月～12月、pH測定が1999年12月である。

結果及び考察

1. 乳豆腐入り蒸しパンに生じる空隙の抑制

今回は、材料の配合割合、薄力粉をふるいにかけての効果、重曹の混合法、並びに、乳豆腐の裏ごしの効果等を検討した。表1に示すように、試料①と②で、薄力粉をふるう操作が必要かどうか、試料②と③で、重曹と薄力粉をあらかじめ混合しておく方がよいかどうか、試料③と④で、水を使わず牛乳に置き換えて操作を簡略化することができるかどうか、試料④と⑤で、薄力粉を減らし乳豆腐を増加することによって水分を増加しやわらかくした方がよいかどうかを検討した。この際、前回¹⁰⁾と同じく、乳豆腐は裏ごしをしていない1.0乳豆腐を用いた。結果を図1に示す。前回¹⁰⁾と同じ条件で行った試料①ではやはり中央下部に大きな空隙が見られた。高さも4.5cmで、前回¹⁰⁾の4.5～5.1cmとほぼ同じものであった。試料②も試料①とよく似た断面と高さであることから、薄力粉をふるって粒子のかたまりをほぐしておくことは空隙抑制に大きな効果はないことが示された。一方、③と④では大きい空隙は見られず、重曹を薄力粉とあらかじめ混ぜて用いることは空隙抑制に有効であることが示された。この理由として、重曹が水に溶けた状態の所へ薄力粉を混合した場合には、重曹が十分に薄力粉に浸透せず、また、乳豆腐の不均一な粒にも妨害されて、不均一に分布しているために、局所的に発生した二酸化炭素

表1 乳豆腐入り蒸しパンの材料及び作成方法（1）

(g)

材料 試料	薄力粉	乳豆腐 ^{*1}	牛乳 ^{*2}	上白糖	水	重曹	作成方法
①	25	30	30	7	5	1	薄力粉をふるわないまま、他の5種類の混合物に混合。
②	25	30	30	7	5	1	薄力粉をこし器（目の開き約0.7mm角のステンレス製ふるい）で4回ふるい、他の5種類の混合物に混合。
③	25	30	30	7	5	1	薄力粉を重曹と混合した後、こし器で4回ふるい、他の4種類の混合物に混合。
④	25	30	35	7	0	1	同上
⑤	20	35	35	7	0	1	同上

* 1 乳豆腐：1.0乳豆腐（裏ごしをしていないもの）

* 2 牛乳：1.0牛乳

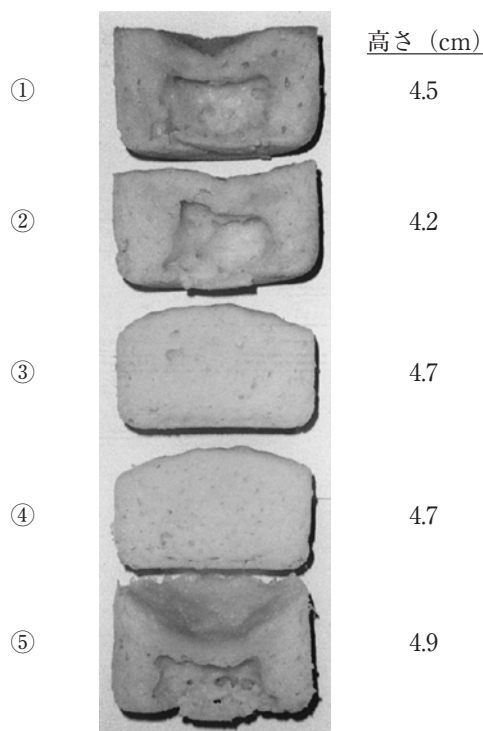


図1 乳豆腐入り蒸しパンの断面写真及び高さ

①～⑤：試料番号

高さ：外周部における底面から最も高い所までの長さ（上面中央部がへこんだ場合。①，②，⑤），あるいは，中央部における底面から最も高い所までの長さ（上面中央部が盛り上がった場合。③，④）

が、先に膨化し固まる周囲部に比べてやわらかくまだ固まっていない²²⁾中央下部に集合して大きな空隙を作るのに対し、重曹を薄力粉とあらかじめ混合した場合には、重曹が全体の薄力粉の近くに存在するために、二酸化炭素が全体に均一に、細かい気泡として分布するためではないかと考えられた。また、試料③と④は同じ結果を示したことから、材料の水は、省略して牛乳に置き換えても問題はないことが示された。試料⑤では中央下部に空隙が見られると共に、上面中央部が大きくへこんでいた。空隙については、薄力粉を減らし乳豆腐を増加させてその比率を大きく変えてしまったことと、乳豆腐を裏ごししていないために、やはり局所的に二酸化炭素が発生し、上記と同じ過程を経て生じたものと考えられ、また、上面中央部の大きなへこみは、スポンジの構造維持に薄力粉が一定量必要であることを示した。これは、1.0乳豆腐が網目構造を作りにくい乳タンパク質を主成分としたデンプンを含まないものであるのに対し、薄力粉の方は網目構造を作る小麦タンパク質とその網目組織の中で膨潤するデンプンを含んでいる²³⁾ためであると考えられた。ケーキやクッキーでも、骨格を形成して構造を支えているのは、卵、砂糖、油脂などではなく、主として小麦粉と考えられている²⁴⁾。

次に、表2に示すように、裏ごしした乳豆腐を用いてその効果を調べてみた。なお、裏ごししたものをを用いると、混合操作は抵抗が少なくスムーズに行

表2 乳豆腐入り蒸しパンの材料及び作成方法（2）

（g）

材料 試料	薄力粉	乳豆腐 ^{*1}	牛乳 ^{*2}	上白糖	水	重曹	作成方法
①	25	30	30	7	5	1	薄力粉をふるわないまま、他の5種類の混合物に混合。
②	25	30	30	7	5	1	薄力粉はこし器で4回ふるい、他の5種類の混合物に混合。
③	25	30	30	7	5	1	薄力粉を重曹と混合した後、こし器で4回ふるい、他の4種類の混合物に混合。
④	25	30	35	7	0	1	同上
⑤	20	30	40	7	0	1	同上

* 1 乳豆腐：1.0乳豆腐（裏ごしをしたもの）

* 2 牛乳：1.0牛乳

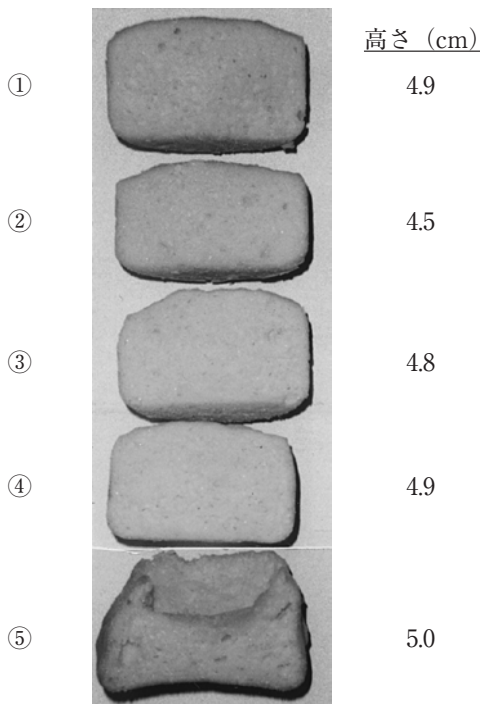


図2 乳豆腐入り蒸しパンの断面写真及び高さ

①～⑤：試料番号

高さ：外周部における底面から最も高い所までの長さ（上面中央部がへこんだ場合。⑤）、あるいは、中央部における底面から最も高い所までの長さ（上面中央部が盛り上がった場合。①～④）

え、作成がやりやすくなることが観察された。試料①～④は、裏ごしをした乳豆腐を用いたこと以外は表1と同じ条件のものであり、その実施目的も同じものである。なお、試料⑤は、材料の水の分を表1のように乳豆腐に置き換えるのではなく、牛乳の方に置き換えて行った。結果を図2に示す。試料①～⑤のすべてにおいて大きな空隙の発生は抑制されていた。この理由は、乳豆腐が裏ごしされていたために材料を混合した際、重曹の分布がより均一になったためと考えられた。なお、試料⑤においては、薄力粉と乳豆腐の比が表1の試料⑤ほど大きくなかったことも大きな空隙の抑制に影響していると考えられた。重曹と薄力粉をあらかじめ混合しなかった試料①や②でも、乳豆腐を裏ごしして用いると空隙が抑えられたことは、裏ごしという操作が、重曹と薄力粉をあらかじめ混合しておく場合の効力に匹敵する効果を持つことを示し、乳豆腐を裏ごししておけば、薄力粉をふるう必要性や重曹と薄力粉をあらかじめ混合しておく必要性は特にないことが示された。また、試料③と④は同じ結果を示したことから、やはり材料の水は、省略して牛乳に置き換えても問題がないことが示された。試料⑤からは、薄力粉の量が少ないと、先の表1の試料⑤と同じく、スポンジの構造維持に必要な小麦タンパク質が不足することが示され、乳豆腐30gを含む蒸しパンでは薄力粉は最低25gは必要であることが示された。

表3 乳豆腐入り蒸しパンの材料及び作成方法（3）

(g)

材料 試料	薄力粉	乳豆腐 ^{*1}	牛乳 ^{*2}	上白糖	水	重曹	作成方法
①	25	30	30	7	5	1	薄力粉を重曹と混合した後、こし器で4回ふるい、他の4種類の混合物に混合。
②	25	30	30	7	5	1	同上
③	25	30	30	7	5	1	薄力粉をこし器で4回ふるい、他の5種類の混合物に混合。
④	25	30	30	7	5	1	同上

* 1 乳豆腐：3.5乳豆腐（裏ごしをしていないもの：②、④、裏ごしをしているもの：①、③）

* 2 牛乳：3.5牛乳

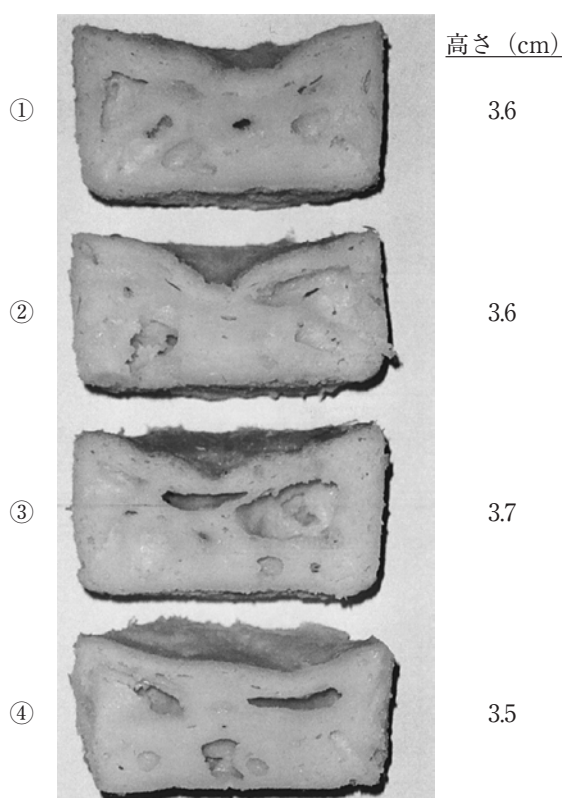


図3 乳豆腐入り蒸しパンの断面写真及び高さ

①～④：試料番号

高さ：外周部における底面から最も高い所までの長さ（上面中央部がへこんだ場合。①～④）

前回¹⁰⁾、1.0乳豆腐を蒸しパンに添加した理由は低カロリーの乳豆腐入り蒸しパンを作るためであった

が、今回、3.5乳豆腐を添加した場合でも、1.0乳豆腐を用いた場合と同じ条件で空隙のない乳豆腐入り蒸しパンが作成できるかどうかを検討してみた。表3に示すように、乳豆腐には裏ごしをしたものとしていないものを用い、1.0乳豆腐入りの場合と同じ配合割合で行った。結果を図3に示す。試料①～④すべてにおいて、中小の空隙が見られ、上面にへこみを生じ、高さは1.0乳豆腐入り蒸しパンの場合より1 cmくらい低くなっていた。これは、1.0乳豆腐より水分や脂質が多く、タンパク質が少ない3.5乳豆腐を用いたために、小麦タンパク質と結合して十分な網目構造を作ることができなかったためと考えられた。

そこで、各材料について、その配合割合を変更し、空隙のほとんどないものを作成する方法を検討した。

表4に示すように、試料①と②では、牛乳の一部と水の全量を削り、その分、上白糖をそれぞれ通常の2倍と3倍に増加した。なお、上白糖を増加しても元の配合割合が通常より抑えたものであった¹⁰⁾ので、味には問題はなく、甘味も普通で丁度よいものであった。試料③では、水全量を削り、その分、乳豆腐を増加させた。試料④では、乳豆腐の一部と水全量を削り、その分、薄力粉、牛乳、上白糖を増加させた。なお、この際、いずれの試料においても、乳豆腐は裏ごししたものをを用いると共に、重曹は薄力粉とあらかじめ混合して使用し、これらの条件は同じとした。

結果を図4に示す。試料①と②において、空隙の

表4 乳豆腐入り蒸しパンの材料及び作成方法（4）

							(g)
材料 試料	薄力粉	乳豆腐* ¹	牛乳* ²	上白糖	水	重曹	作成方法
①	25	30	28	14	0	1	薄力粉を重曹と混合した後、こし器で4回ふるい、他の4種類の混合物に混合。
②	25	30	21	21	0	1	同上
③	25	35	30	7	0	1	同上
④	30	20	33	14	0	1	同上

* 1 乳豆腐：3.5乳豆腐（裏ごしをしたもの）

* 2 牛乳：3.5牛乳

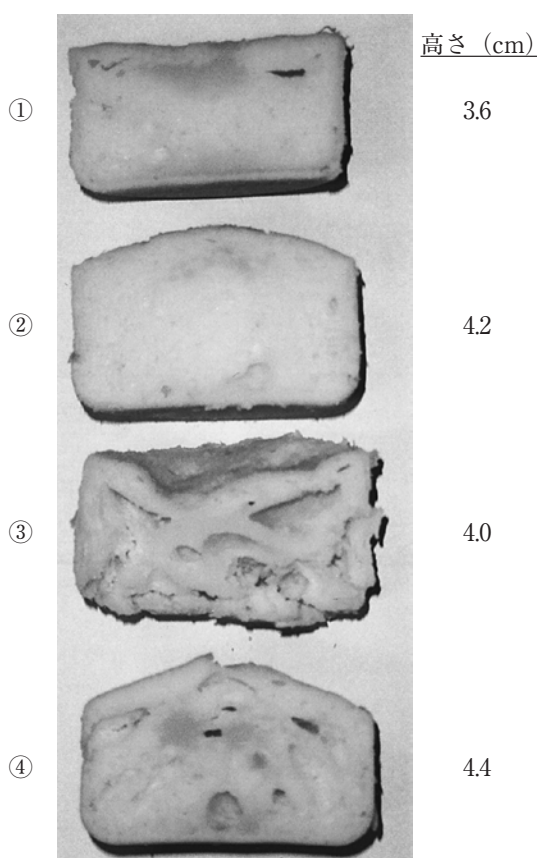


図4 乳豆腐入り蒸しパンの断面写真及び高さ

①～④：試料番号

高さ：外周部における底面から最も高い所までの長さ（上面中央部がへこんだ場合。①，③），あるいは，中央部における底面から最も高い所までの長さ（上面中央部が盛り上がった場合。②，④）

ほとんどないものを作成することができた。試料①より試料②の方が高さが高く、膨化度のよいものになっていた。これは、上白糖が水に溶け容量増加を起こすと共に、生地をやわらかくし、原料どうしの結びつきを向上させた²⁵⁾ためと考えられた。1.0乳豆腐のタンパク質含量29.9%と比べて、3.5乳豆腐のタンパク質含量が17.0%と、その57%しかなかった欠点を上白糖が補ったと考えられる。試料③では、中くらいの空隙が多数見られており、これは、薄力粉に対する乳豆腐の割合が大きくなったためスponジの網目構造が十分でなかったためと考えられた。試料④では、膨化は十分起こっているものの、中小の空隙が多数見られた。これは、薄力粉が増えても、内容を充実させる乳豆腐の割合が大きく減少し、かつ、内部を軟化させる牛乳や上白糖が増加したために、膨化はしやすくとも内部の充実が十分になかったものと考えられた。

なお、空隙のないよく膨化した試料②（3.5乳豆腐入り蒸しパン）100g当たりの主要な栄養成分含量は、前回¹⁰⁾の方法に従って計算すると、エネルギー278kcal、水分40.8g、タンパク質7.9g、脂質7.7g、炭水化物43.1g、灰分0.6g、カルシウム162mg、リン129mgと求められた。エネルギーについては、前回¹⁰⁾の1.0乳豆腐入り蒸しパンより36%（73kcal）増加するものの、各種の蒸しパン¹⁰⁾や菓子パン類²⁶⁾と比べてほぼ同程度の含量であることが示された。

以上の結果、1.0乳豆腐入り蒸しパン及び3.5乳豆腐入り蒸しパン双方において空隙のほとんど見られないものを作成することができたが、そのために

表5 重曹溶液^{*1}による食酢希釈液^{*2}の中和滴定

重曹溶液の 滴定値 (ml)	pH ^{*3}	pH差	臭い ^{*4}
5	5.13		酢酸臭
6	5.46	0.33	〃
7	5.81	0.35	〃
8	6.12	0.31	〃
9	6.30	0.18	〃
10	6.54	0.24	〃
11	6.71	0.17	〃
12	6.88	0.17	〃
13	7.31	0.43	無臭
14	7.46	0.15	〃
15	7.56	0.10	〃
16	7.66	0.10	〃

* 1 重曹溶液：0.1M炭酸水素ナトリウム溶液

* 2 食酢希釈液：食酢（酸度4.5）4 mlと水100mlの混合液からの20ml

* 3 pH：滴定中の食酢希釈液のpH

* 4 臭い：滴定中の食酢希釈液の臭い

は、材料の微妙な配合バランス、乳豆腐の裏ごし、重曹の混合法といった点に変更を加える必要があることが示された。

2. 重曹による乳豆腐臭の抑制

乳豆腐臭の本体と考えられる物質は、その臭いの類似性から、乳豆腐作成時に添加する食酢に含まれる酢酸であり、これが乳豆腐中の水分に移行してきているのではないかと考えられた。そこで、0.1M重曹溶液（0.1M炭酸水素ナトリウム溶液）を食酢希釈液（食酢4 mlと水100mlの混合液。1.0乳豆腐作成時の食酢と牛乳の混合割合に同じ。）20mlに滴下混合し、いくらの滴定値の時に中和するのか、またその時、食酢由来の酢酸臭はどのように変化するかを検討した。結果を表5に示す。滴定中の食酢希釈液の臭いは、pH5.13から6.88では酢酸臭であったが、pH7.31以上では無臭になった。この臭いの変化が起きたpH6.88と7.31の間のpH差は0.43であり、

表6 重曹溶液^{*1}による乳豆腐懸濁液^{*2}の中和滴定

重曹溶液の 滴定値 (ml)	pH ^{*3}	pH差	臭い ^{*4}	重曹溶液の 滴定値 (ml)	pH ^{*3}	pH差	臭い ^{*4}
2	5.95	0.12	乳豆腐臭	19	6.92	0.04	〃
3	6.07	0.07	〃	20	6.95	0.03	〃
4	6.14	0.17	〃	21	6.99	0.04	〃
5	6.31	0.07	〃	22	7.03	0.04	弱い乳豆腐臭
6	6.38	0.04	〃	23	7.06	0.03	〃
7	6.42	0.06	〃	24	7.08	0.02	〃
8	6.48	0.04	〃	25	7.11	0.03	〃
9	6.52	0.06	〃	26	7.13	0.02	〃
10	6.58	0.03	〃	27	7.15	0.02	〃
11	6.61	0.05	〃	28	7.18	0.03	〃
12	6.66	0.04	〃	29	7.20	0.02	〃
13	6.70	0.05	〃	30	7.22	0.02	〃
14	6.75	0.04	〃	31	7.26	0.04	〃
15	6.79	0.03	〃	32	7.29	0.03	〃
16	6.82	0.04	〃	33	7.38	0.09	〃
17	6.86	0.02	〃	34	7.40	0.02	乳豆腐臭というより乳臭
18	6.88		〃				

* 1 重曹溶液：0.1M炭酸水素ナトリウム溶液

* 2 乳豆腐懸濁液：1.0乳豆腐23 g + 水43.7 g（乳豆腐の2.9倍希釈液を作る量）+ 上白糖4.6 g（乳豆腐の0.2倍量）

* 3 pH：滴定中の乳豆腐懸濁液のpH

* 4 臭い：滴定中の乳豆腐懸濁液の臭い

表7 食酢希釈液*¹による卵白溶液*²の中和滴定

食酢希釈液の 滴定値 (ml)	pH* ³	pH差	食酢希釈液の 滴定値 (ml)	pH* ³	pH差
1	8.84		11	7.32	0.08
2	8.79	0.05	12	7.24	0.08
3	8.73	0.06	13	7.17	0.07
4	8.52	0.21	14	7.11	0.06
5	8.33	0.19	15	7.05	0.06
6	8.02	0.31	16	7.01	0.04
7	7.80	0.22	17	6.97	0.04
8	7.64	0.16	18	6.93	0.04
9	7.53	0.11	19	6.87	0.06
10	7.40	0.13	20	6.86	0.03

* 1 食酢希釈液：食酢（酸度4.5%）4 mlと水100mlの混合液

* 2 卵白溶液：卵白（生）20ml（卵白をさじでほぐしたもの）

* 3 pH：滴定中の卵白溶液のpH

それまでのpH差よりも大きく変化しており、中和曲線的には重曹溶液の滴定値13mlの時中和点に達したといえる。このように、酢酸臭が抑制されたpHと中和点のpHが一致することは、食酢中の酢酸は重曹溶液によって中和されることによって無臭化することを示している。また、この重曹溶液の滴定値13mlとその濃度から重曹と食酢の関係を計算すると、1.0乳豆腐30g中の食酢0.593ml（酢酸0.0280g。比重1.04922²⁷⁾とする。）は重曹0.0842gで中和されることが示された。1.0乳豆腐入り蒸しパンの作成に重曹は1g用いられるので、この1g中の0.0842g、すなわち8.4%が中和に使われて1.0乳豆腐入り蒸しパンの乳豆腐臭が抑制されていることが推測された。同様にして、3.5乳豆腐入り蒸しパンの場合には、使用する1g中の0.0585g、すなわち5.9%が使用された時点で乳豆腐臭が抑制されることが推測された。中和式から理論的には重曹1gの中和に酢酸4.5%の食酢なら15.87mlを要する²⁸⁾ことから、この量と牛乳の比重²⁹⁾を1.034、食酢の比重³⁰⁾を1.0として求まる各乳豆腐30g中の食酢量との比から計算すると、1.0あるいは3.5乳豆腐入り蒸しパン中の酢酸を中和するのに、重曹1gのそれぞれ3.7%及び2.6%が必要であることが示された。この理論値は上記の実験値8.4%及び5.9%に近いものであった。この結果、乳豆腐入り蒸しパンの作成に用いる1gという

量は乳豆腐臭の抑制に十分な量であることが示された。

次に、実際に乳豆腐懸濁液を使用し、これを0.1M重曹溶液によって中和した時に乳豆腐臭が抑制されるかどうかを検討した。

結果を表6に示す。滴定中の乳豆腐懸濁液の臭いは、pH6.99までははっきりとした乳豆腐臭であったが、pH7.03からは弱い乳豆腐臭となり、pH7.29から7.38にかけてpH差がわずかであるがそれまでより大きな値になっている。すなわち中和曲線的には重曹溶液の滴定値33mlの時中和点に達したことを示している。そして、pH7.40では乳豆腐臭というより乳らしい臭いになっており、中和とほぼ同時に乳豆腐臭が抑制されることが示された。これは表5の結果と同じである。また、中和点のpH7.38も表5のpH7.31とほぼ一致するものであった。この結果、乳豆腐中に残存する酢酸が乳豆腐臭の原因物質であり、これを重曹が中和することにより乳豆腐臭が抑制されることが示された。

ところで、蒸しパン以外の乳豆腐入り食品を作成する際に、膨化剤として用いられる重曹をどのような場合にも材料として使用できるとは限らない。塩基性物質は一般に灰の味あるいはアンモニア臭を有するために、食品材料として使用されるものは少ない。pH8以上のものとしては卵白（生）（pH9.25、

実測値) くらいである。そこで、重曹に代えて卵白を用いる場合、どの程度の卵白が必要とされるのかを検討した。

結果を表7に示す。この場合、pH7.40からpH差が小さくなるところから、中和曲線的に見て、pH7.40が中和点と考えられた。この結果、卵白20mlは食酢希釈液10mlで中和することが示された。この滴定値と表5の食酢希釈液の中和に要する0.1M重曹溶液の滴定値の比較から、卵白は0.1M重曹溶液の0.33倍に相当する塩基性力を持つことが示された。これを卵白でいうと、1.0乳豆腐及び3.5乳豆腐各30g中の食酢を中和するには、乳豆腐と重量的には近いそれぞれ卵白31ml及び21mlを要することがわかった。また、これが重曹であれば、表5の結果から、それぞれ0.0842g及び0.0585gに相当するといえることから、重曹は少量でも、かなり強い塩基性力を持つ材料であることが示された。

終りに、本研究において協力していただいた食品ゼミの学生に感謝致します。

要約

乳豆腐入り蒸しパンの内部に発生する大きな空隙を抑制する方法、並びに、乳豆腐臭の抑制と重曹の関係について調べてみたところ、1.0乳豆腐を使用する場合、裏ごしをしていないものを用いる場合には、重曹と薄力粉をあらかじめ混合して用いることが必要であるが、裏ごしをしたものを用いるのなら、敢えてその必要のないことが示された。また、3.5乳豆腐(裏ごしをしたもの)を使用する場合には、1.0乳豆腐の場合より、牛乳の一部と水の全量を減らし、その分、上白糖を3倍に増加させればよいことが示された。

乳豆腐中に移行した食酢中の酢酸が乳豆腐臭の原因物質であり、これを重曹が中和することにより乳豆腐臭が抑制されることが示された。また、1.0乳豆腐入り及び3.5乳豆腐入り蒸しパンでは、重曹の使用量1g中のそれぞれ8.4%及び5.9%が酢酸の中和に使われることが示された。

文献

- 1) 井上貢, 上原哲, 鎌倉克子, 大西喜代子, 1990, 香川短期大学紀要, 18, 43-48.
- 2) 上原哲, 井上貢, 鎌倉克子, 大西喜代子, 1990, 香川短期大学紀要, 18, 49-53.
- 3) 小原哲二郎, 木村修一監訳, 1987, 『最新栄養学-専門領域の最新情報-』, 建帛社, 東京, pp.333-348.
- 4) 小林修平編, 1997, 『栄養所要量・基準量と食生活ガイドライン』, 建帛社, 東京, pp.286-290.
- 5) 鎌倉克子, 大西喜代子, 上原哲, 井上貢, 1990, 香川短期大学紀要, 18, 55-59.
- 6) 大西喜代子, 鎌倉克子, 上原哲, 井上貢, 1990, 香川短期大学紀要, 18, 61-64.
- 7) 鎌倉克子, 大西喜代子, 上原哲, 井上貢, 1991, 香川短期大学紀要, 19, 41-45.
- 8) 井上貢, 1993, 壮快, 8, 91-94.
- 9) 上原哲, 井上貢, 鎌倉克子, 大西喜代子, 1994, 香川短期大学紀要, 22, 109-121.
- 10) 上原哲, 井上貢, 鎌倉克子, 大西喜代子, 2000, 香川短期大学紀要, 28, 83-93.
- 11) 大西喜代子, 井上貢, 上原哲, 鎌倉克子, 1993, 香川短期大学紀要, 21, 171-175.
- 12) 上原哲, 井上貢, 鎌倉克子, 大西喜代子, 1999, 香川短期大学紀要, 27, 91-105.
- 13) 上原哲, 井上貢, 鎌倉克子, 大西喜代子, 2005, 香川短期大学紀要, 33, 25-32.
- 14) 上原哲, 井上貢, 大西喜代子, 2007, 香川短期大学紀要, 35, 27-47.
- 15) 上原哲, 井上貢, 2011, 香川短期大学紀要, 39, 89-95.
- 16) 上原哲, 井上貢, 2012, 香川短期大学紀要, 40, 117-123.
- 17) 上原哲, 2013, 香川短期大学紀要, 41, 127-133.
- 18) 上原哲, 2014, 香川短期大学紀要, 42, 109-117.
- 19) 上原哲, 井上貢, 鎌倉克子, 大西喜代子, 1992, 香川短期大学紀要, 20, 43-50.
- 20) 上原哲, 井上貢, 鎌倉克子, 大西喜代子,

- 1991, 香川短期大学紀要, 19, 119-122.
- 21) 石橋かおり, 1999, 『絶対失敗しないシフォン
ケーキ』, 雄鶏社, 東京, p.7.
- 22) 渡辺豊子, 大喜多祥子, 福本タミ子, 山田光
江, 1997, 日本調理科学会誌, 30, 308-314.
- 23) 山崎清子, 島田キミエ, 1982, 『調理と理論』,
同文書院, 東京, pp.64-65.
- 24) 四宮陽子, 2000, 日本調理科学会誌, 33,
494-502.
- 25) 菓子総合技術センター編, 1991, 『洋菓子製造
の基礎と実際』, 光琳, 東京, pp.260-263.
- 26) 医歯薬出版編, 2011, 『最新 日本食品成分表』,
医歯薬出版, 東京, p.232.
- 27) 志田正二編, 1981, 『化学辞典』, 森北出版, 東
京, p.472.
- 28) 山崎清子, 島田キミエ, 1982, 『調理と理論』,
同文書院, 東京, pp.76-77.
- 29) 伊達洋司, 堺敬一, 2003, 『食品衛生学実験』,
アイ・ケイコーポレーション, 東京, p.68.
- 30) [http:// www.seikatsu.city.nagoya.jp/test/
shibai/syokusu.pdf](http://www.seikatsu.city.nagoya.jp/test/shibai/syokusu.pdf).