

牛乳或いは脱脂粉乳を添加した手打ち麺の特性

井川佳子
(1994年9月9日受理)

Characteristics of Japanese Handmade Noodles Containing Milk or Skim Milk Powder

Yoshiko Ikawa

Effects of addition of milk or skim milk powder (SM powder) to Japanese handmade noodles on characteristics of the noodles were investigated. The results were as follows.

1. Excepting the dough containing 4.3% SM powder, firmness and cohesiveness of the doughs increased with the addition of milk or SM powder
2. As the dough was boiled, calcium loss from milk and SM powder doughs was 22-27% and 12-19%, respectively.
3. Cooked noodles containing milk or SM powder had soft outside and firm inside. The noodles also had a little sweet taste and the milky odor, but these flavors were not reduced acceptability of the noodles.

1 緒 言

近年の国民栄養調査結果から、カルシウム摂取の充足率が依然 90%前後であること、食塩摂取量がやや増加傾向にあること、脂質エネルギー比が望ましいとされる境界附近にあり、これ以上の増加に対する警戒が必要であることが指摘されている¹⁾。特にカルシウム摂取量の不足は日本人の食事習慣と密接に関わっており、骨粗鬆症等の疾病予防の立場からも問題とされている。

牛乳はその含有量の高さと共に、吸収されやすい形態のカルシウムを持つという意味で、優秀なカルシウム源である。しかし、日本における牛乳飲用の歴史は浅く、乳糖不耐症等のマイナス因子もあって、特に年齢の高い層には飲料として好まれない場合も多い。牛乳を食品材料として利用しやすく加工した脱脂粉乳も優良なカルシウム源である。これは洋菓子やレトルト食品等に原材料として添加されることも多いが、日常的な摂取源とはなり難い。飲料の形ではなく継続的に牛乳や脱脂粉乳を摂取するためには、日常的な受容性の高い食品として供給する工夫が必要である。

日本人特に高齢者を視野に入れた場合の、日常性と受容性を合せ持つ食品として、飯や麺、豆腐等の大豆製品が挙げられよう。中でも麺はうどんという形態だけでなく、地方色のある「ひつつみ」、「ほうとう」「やせうま」や「団子汁」²⁾、或いは「パスタ」にも仕立てることができ、応用性の高い有用な食形態である。

麺は小麦粉と水に加えて少量の食塩のみで調製でき、非常に単純で基本的な食品である。その単純さ故に材料や調理方法の様々な変化が可能になる。麺に基本材料以外のものを添加する例として、中華麺やパスタに卵を添加した麺^{3,4)}が、パスタに比較的少量の牛乳やチーズを添加した麺⁵⁾がある。一方脱脂粉乳については高橋らによる報告があり、薄力粉に脱脂粉乳を添加すると良好な麺が調製できることが示されている⁶⁾。しかし、この場合は機械製麺法を中心に検討されており、手打ち麺とは評価点が異なっている。また麺用としては中力粉の使用が一般的であり、各地方で地粉として麺に用いられている小麦粉も中力粉に分類されている。

以上のことから、牛乳或いは脱脂粉乳を添加し、

中力粉を使用した麺の基本的な性質を検討することにした。前述のように麺には種々の形態と調理法があるが⁷⁾、ここでは最も基本的な手打ち麺を想定し、牛乳或いは脱脂粉乳添加による性質の変化を、調理性、栄養的性質、嗜好性の観点から検討するための、基礎資料を得ることを目的として実験を行った。

2 実験方法

1) 材料と麺構成比率

小麦粉は中力粉(日清製粉㈱、「雪」)を用い、食塩(日本薬局方)、牛乳(四国乳業㈱「らくれん3.5乳」製造日より3日以内)、或いは脱脂粉乳(雪印乳業㈱)を使用した。生地調製及び茹で水には蒸留水を用いた。

加水量及び加塩量は全て対粉重量で表現した。加水量は予備実験に基づき、手打ち麺で一般に用いられている45%よりやや少ない43%とした。加塩量は0、2、4%の3水準とし、あらかじめ水或いは牛乳液に溶解させてこね液とした。

牛乳をこね液として用いる場合は、牛乳中の水分が粉に対して43%となるようにした。従って、牛乳重量では48.6%相当となる。

脱脂粉乳を添加する場合は、対粉重量の4.3%、10%、20%とし、こね液に用いる水に食塩と共に溶かして使用した。なお、4.3%の脱脂粉乳を43%の水に溶かすと、ほぼ牛乳相当のカルシウム濃度となる。一方、脱脂粉乳20%で43%加水の麺生地は、水分が少ないために全体にまとまりにくい上にかたく、手でこねることを想定すると操作性が悪かった。そこで加水量を48~54%まで2%間隔で変え予備実験を行ったところ、50%加水が最も適当と考えられたので、脱脂粉乳20%麺については、加水量43%と50%の2種を検討試料とした。

2) 麺生地の調製

小麦粉200gに相当量のこね液を少しずつ加え、管で水分が均一になるようよく攪拌した。生地をまとめながら手の平で押えつけるようにして300回こねた。

生地を一塊にして放射線状に分割し、それぞれを球状にまとめ、塩化ビニル樹脂製のフィルムに包み、20℃で所定の時間放置してねかし時間別の試料とした。

3) 麺生地の物性測定

テフロン含浸ガラスシートに生地をはさみ、麺棒で厚み3mmに伸展し麺帯とした。これを30×30mmの正方形に切り出して、物性測定用の試料とした。

麺生地のかたさと凝集性は、レオロメータマックス

(飯尾電機㈱、RX-1600)を用い、切り出した生地の中央部に定速圧縮を2回繰り返して、記録された2つの圧縮曲線を元に、物性解析ソフト(RX-1600 テクスチャ測定)を用いて求めた。測定条件は、円柱型プランジャー(試料との接触面は直径12mmの円)を取り付け、プランジャー速度:50mm/min、最大荷重:20kg、クリアランス:0.8mmとした。測定は1試料につき5回行い、その平均値で表した。なお、かたさは測定曲線第1山の高さから、凝集性は第1山と第2山の面積比から計算された値である。

4) 茹で麺の調製と茹で液の採取

3)に従って麺帯を作り、1辺を100mmに整えた後、幅3mmに切って麺線とした。この生麺を2ℓ容のピーカ中で10倍量の水と共に茹でた。茹で時間は生麺投入後の沸騰から20分間とし、終了後直ちに麺と茹で液を分けた。

茹で麺は水道水で軽く洗い、濾紙で表面の水分を取り、物性測定や官能検査に用いた。茹で液は室温になるまで放置し、水で500mlに定容した後、3000rpmで10分間遠心分離し、その上清をカルシウム量の測定に用いた。

5) カルシウム溶出量の測定

処理した茹で液、牛乳、脱脂粉乳液のカルシウム量をEDTA滴定法⁹⁾で求めた。

6) 茹で麺の物性測定

茹で麺は2等分して5cm長さに整え、3本ずつ平行に並べて固定し、定速圧縮による麺線中心部分の最大応力を測定した。測定は麺を噛み切る時の状況を想定し、V字型プランジャー(試料との接触面:幅1.0mm、長さ12mm)を取り付けたレオロメータマックスを用いて、プランジャー速度:50mm/min、クリアランス:0.5mm、最大荷重:2.5kgの条件で行った。測定は1試料につき5回行い、その平均値で表した。

7) 茹で麺の官能検査

茹で麺の官能検査は次の2方法で行った。

- 茹で上がり後30~60分間に女子学生4~5名による食味比較:普通麺と牛乳麺、及び普通麺と脱脂粉乳20%加水量50%麺の比較
- 茹で上がり後60~90分間に女子大学生9名による官能検査(2点識別法⁹⁾):脱脂粉乳20%麺の加水量による違いの有無、及び脱脂粉乳20%加水量50%麺の加塩量による違いの有無

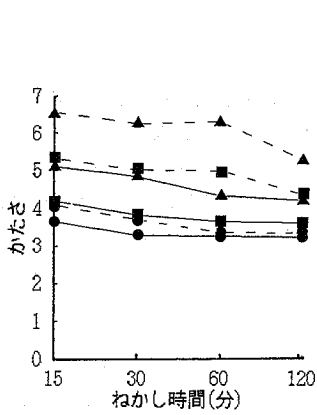


図1 食塩及び牛乳を添加した
麵生地のねかし時間に伴う
かたさの変化

Control ●—
食塩2% ■—
食塩4% ▲—
牛乳添加 ●---
牛乳添加食塩2% ■---
牛乳添加食塩4% ▲---

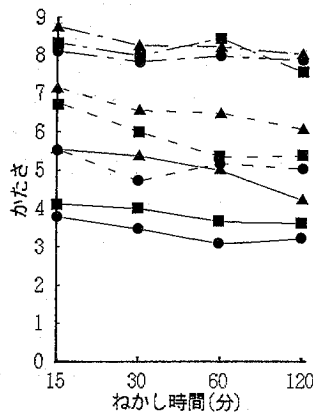


図2 食塩及び脱脂粉乳を添加
した麵生地のねかし時間に
伴うかたさの変化

Control ●—
食塩2% ■—
食塩4% ▲—
脱脂粉乳4.3% ●---
脱脂粉乳4.3%食塩2% ■---
脱脂粉乳4.3%食塩4% ▲---
脱脂粉乳10% ●---
脱脂粉乳10%食塩2% ■---
脱脂粉乳10%食塩4% ▲---

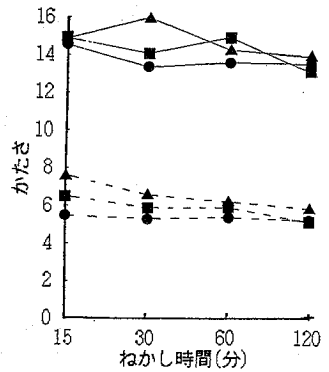


図3 加水量の異なる脱脂粉乳
20%麵生地のねかし時間に
伴うかたさの変化

加水量43%食塩0% ●—
加水量43%食塩2% ■—
加水量43%食塩4% ▲—
加水量50%食塩0% ●---
加水量50%食塩2% ■---
加水量50%食塩4% ▲---

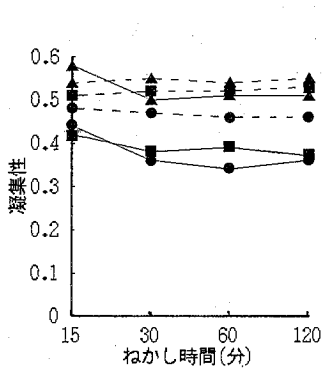


図4 食塩及び牛乳を添加した
麵生地のねかし時間に伴う
凝集性の変化

記号は図1を参照

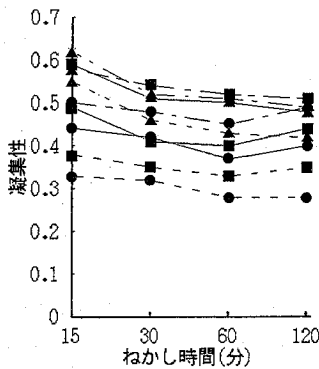


図5 食塩及び脱脂粉乳を添加
した麵生地のねかし時間に
伴う凝集性の変化

記号は図2を参照

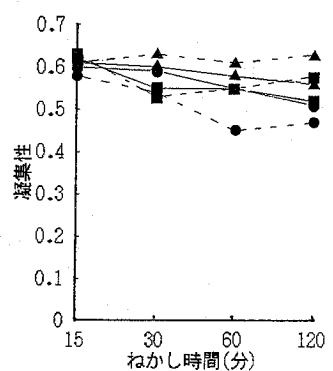


図6 加水量の異なる脱脂粉乳
20%麵生地のねかし時間に
伴う凝集性の変化

記号は図3を参照

なお、b) の場合は茹で麺調製条件全体を揃えるため、冷凍による影響が現れないことを確認の上、麺生地を-18℃で冷凍したものを試料とした。

3 結果と考察

1) 麺生地の物性

麺生地のかたさを図1-図3に、凝集性を図4-図6に示した。牛乳麺と脱脂粉乳麺では使用した小麦粉のロットが異なり、水分含量にも差が見られたので、それぞれの普通麺のデータを図示した。

実験方法の項に述べたように、かたさはプランジャーによる最初の圧縮時に見られる最大応力に該当する。また凝集性は、最初の圧縮による変形からの生地回復程度と関連が深く、経験的には生地を伸展した場合のもどりにほぼ相当する。

図より、食塩が加わるとかたさや凝集性が基本的に増加することが分かる。また牛乳や脱脂粉乳の添加は、かたさを増加させ、脱脂粉乳4.3%麺を除いて凝集性を上昇させることが示された。

牛乳をこね液に用いた麺は、対応する普通麺に比較してかたさを増すと共に凝集性が高くなる(図1, 図4)。一方、脂質以外の諸成分をほぼ牛乳麺と同等にした脱脂粉乳4.3%麺では、かたさの増加程度は牛乳添加より大きい、凝集性は加塩量が同等の普通麺より小さくなった(図2, 図5)。10%以上脱脂粉乳を添加した麺では、牛乳と同様かたさと共に凝集性も高くなった。

麺生地の構造は、小麦粉中の吸水性蛋白質が主となって形成されたグルテンが繊維状となり、網目構造を発達させつつその内部に澱粉粒等を抱き込んだものと考えられている¹⁰⁾。従って麺生地の物性は、グルテンと網目構造の内部に存在する種々の成分の物性を合せた総合的なものと言える。

食塩が主にグルテンを強靱にし、生地の伸展性や抗張力を増大させることはよく知られており、食塩と類似の無機塩類にも同じような効果があると考えられている¹¹⁾。図1~6に見られたような食塩、牛乳、高濃度の脱脂粉乳の添加効果は一つには無機塩類の作用によるものと考えられる。また食塩の麺物性に与える効果には上限があり、それは5~6%と言われている¹²⁾。即ち、食塩に類するものの影響はある濃度範囲で明確に現れることを意味している。このことは、牛乳麺及び脱脂粉乳10%麺の凝集性において、カルシウムを始めとする無機塩類が加わったために、加塩量4%の麺生地が上限に近づき、加塩量2%との間に小さな差しか現れない、という説明を可能にする。しかし一方

で脱脂粉乳4.3%麺には凝集性の減少が見られることから、無機塩量の多少だけで凝集性を説明することはできない。凝集性を左右する因子として、他に水分量、脂質量、無機質の存在形態等を考慮することが必要であろう。

脱脂粉乳の増加はかたさを上昇させるが、図3に示すように、水分量の増加でかたさの減少が大きいことから、この上昇効果は水分の減少に依る部分が大きいと考えられる。また食塩の効果は、こね水の多い場合に大きくなるという報告¹³⁾を踏まえると、図6の凝集性に現れた50%加水麺の差の大きさも、水分量の増加に依るものと判断できる。

麺生地の物性を操作性の観点から評価すると、生地が過度に軟化せず、0.5程度以上の凝集性を持つことが望ましいと考えられる。加えて、かたさの大きいものはこね動作が円滑に行えないので、手打ち麺ではこの点も大切な要素である。以上のような範囲の物性を持つ麺生地は、普通麺の食塩4%、牛乳麺の食塩2%と4%、脱脂粉乳4.3%麺の食塩4%、脱脂粉乳10%麺、脱脂粉乳20%麺の加水量50%である。また、食塩0%の牛乳麺はかたさは小さいものの適度の凝集性のために扱いやすい生地であった。これらのことは牛乳や脱脂粉乳液をこね液に用いることによって、食塩無添加でも良好な麺生地形成が可能であることを示していた。

2) カルシウムの溶出

表1に生麺100g当りのカルシウム溶出量と溶出率を示した。小麦粉のロットが異なってもカルシウム溶出量にほとんど差が見られなかったため、この表に示した普通麺は脱脂粉乳麺と同じ小麦粉を用いたものである。また茹で液に用いた蒸留水からはカルシウムを検出しないことを確認した。

小麦粉には100g当り20mgのカルシウムが含まれており、普通麺に調製して茹でるとその約30~50%が溶出することが分かる。牛乳麺では量にしてその2倍以上のカルシウムが溶出するが、生麺に含まれる量が多いので相対的に溶出率は4割前後減少する。また、脱脂粉乳麺では、添加量の増加に伴って見られる溶出率の増大は1~3%程度であった。

脱脂粉乳20%麺において、加水量はカルシウム溶出に影響を与えることが示され、加水量の多い方(表1, 20%麺B)が溶出率にして3~5%低くなった。

脱脂粉乳麺4.3%麺と比べると、明らかに牛乳麺の方がカルシウム溶出を生じやすいことが示された。牛乳を脱脂粉乳に加工する際には、殺菌工程、噴霧乾燥工程とこれに伴う加熱は避けられない。この時、蛋白

質等の成分に変化を生じると言われており¹³⁾、カルシウムがより溶出し難い存在状態に変化する可能性も考えられるが、詳細は不明である。

いずれの麺においても、食塩を加えた場合にカルシウム溶出の増加が認められた。同様の現象は、野菜類や豆類を食塩水に浸漬、或いは食塩水中で加熱する際にも見られ、カルシウムを始めとする無機塩類の溶出が増加することが知られている^{14,15)}。また大根の塩蔵では、組織内のカルシウムとナトリウムが逆相関関係にあることが報告されている¹⁶⁾。このように、ナトリウムはカルシウムの溶出を促進するが、同じことが食塩を含む生麺の茹で操作時にも生じていると考えられる。

以上のことから、カルシウム補給の観点からは牛乳に比べ脱脂粉乳麺が優れていること、高濃度の脱脂粉乳を添加し加水量を増した操作性の良い麺の方が、カルシウム保持に有利に働くことが分かった。また、食

塩を加えない麺は食塩摂取量低減ばかりでなく、カルシウム溶出が少ないという利点を持つことが示された。

3) 茹で麺の物性と食味

表2に茹で麺の最大応力値を示した。いずれの場合も加塩量が増すと最大応力の減少する傾向が見られた。また牛乳や脱脂粉乳を加えると概して応力値が高くなったが、加水量50%の脱脂粉乳20%麺は、普通麺と同じかやや小さい値を示した。

いわゆる「噛みごたえ」に相当すると考えられる最大応力値は、生麺の物性におけるかたさとは必ずしも対応せず、相互の差も比較的小さかった。生麺には約30%の、茹で麺には70%弱の水分があることから、茹で操作によって多量の水を吸収することが分かる。適度に茹でられた麺が保つことのできる水分には適当な範囲があり、茹で麺の応力の差は生麺より小さくなると推測される。

表1 茹で操作に伴う麺のカルシウム溶出量

加塩量	カルシウム溶出量 (mg/100g) ^{a)} と溶出率 (%)					
	普通麺	牛乳麺	4.3%麺*	10%麺*	20%麺A*	20%麺B*
0%	4.69 (33.5)	11.43 (22.1)	5.32 (11.6)	11.17 (13.2)	22.31 (15.2)	16.31 (11.6)
2%	6.30 (45.7)	12.28 (24.8)	5.97 (13.2)	12.34 (14.7)	25.47 (17.5)	19.91 (14.3)
4%	6.80 (49.9)	13.53 (27.3)	6.11 (13.7)	13.05 (15.8)	27.68 (19.3)	19.24 (14.0)

表中の数字は5回測定の平均値、()内は溶出率 (%)を示す
a) は生麺100g当りのカルシウムmgを意味する

* 4.3%麺：脱脂粉乳4.3%麺，
10%麺：脱脂粉乳10%麺，20%
麺A：脱脂粉乳20%で43%加水
麺，20%麺B：脱脂粉乳20%で
50%加水麺

表2 茹で麺の最大応力

加塩量	最大応力 (x10 ⁶ dyne/cm ²)					
	普通麺	牛乳麺	4.3%麺*	10%麺*	20%麺A*	20%麺B*
0%	1.75	1.97	1.81	2.09	2.25	1.74
2%	1.63	1.87	1.89	1.73	1.89	1.53
4%	1.57	1.65	1.58	1.64	1.73	1.47

表中の数字は5回測定の平均値を示す

* 4.3%麺：脱脂粉乳4.3%麺，
10%麺：脱脂粉乳10%麺，20%
麺A：脱脂粉乳20%で43%加水
麺，20%麺B：脱脂粉乳20%で
50%加水麺

表3 普通麺と牛乳麺の食味比較

	普通麺	牛乳麺
食味比較	全体にかたい 味が無い	外部に比べ内部がかたい 表面に粘りとぬめりがある 甘みを感じる

表4 普通麺と脱脂粉乳麺の食味比較

	普通麺	脱脂粉乳麺*
食味比較	内部も外部もかたい 特に味を感じない	内部がよりかたく外部との差が大きい 噛むと粘りを感じる 表面がヌルヌルしている 少し甘い ミルク臭がある

* 脱脂粉乳20%、加水量50%の麺

なくなることが確かめられている⁶⁾。

表5 加水量の異なる脱脂粉乳20%麺の官能評価^{a)}

評価項目	試料		検定
	43%加水	50%加水	
柔らかい方を選択	1	8	5%有意
好ましい方を選択	5	4	有意差なし

表中の数字はその試料を選択したパネル数を示す。
a) 2点識別法による。

表6 食塩量の異なる脱脂粉乳20%麺^{*}の官能評価^{a)}

評価項目	試料		検定
	加塩量0%	加塩量2%	
柔らかい方を選択	5	4	有意差なし
塩味の強い方を選択	0	9	1%有意
好ましい方を選択	2	7	有意差なし

表中の数字はその試料を選択したパネル数を示す。
a) 2点識別法による。
* 加水量50%

表3と表4に示した食味比較によって、牛乳や脱脂粉乳の添加は、麺の内部と外部のは歯ざわりの違いを生じて麺の内部をかたい触感にし、表面にべたつきや粘りを与えることが分かる。また含まれる乳糖のためかやや甘いという評価や、わずかにミルク臭を感じる場合もあった。このように普通麺との違いは認識されたが、同時に受け入れられない食味ではないことを確認した。

官能検査の結果は表5と表6に示した。脱脂粉乳20%麺における加水量の違いは、柔らかさの差として有意水準5%で識別可能であるが、好ましきについては有意差が見られなかった。また加水量50%麺における食塩量の差は1%有意水準で識別されるものの、かたさの違いは識別されなかった。この場合の好ましきにも有意差は得られなかったが、加塩量2%を好む人が多く、塩味のある方が好まれやすいという可能性を残した。

官能評価とゆで麺の最大応力値を合せてみると、 0.51×10^6 dyne/cm²の差は識別できるが、 0.21×10^6 dyne/cm²の差は識別できないことになる。しかし今回の最大応力の範囲では、認識されたかたさの違いは嗜好を左右しないと考えられる。

麺のような淡泊な味の食品で、塩味の有無は好ましきに影響を与える要素と考えられる。しかし麺は麺線のみで食することはなく、つけ汁やかけ汁のような適度の塩味と合せて賞味するので、麺自体には塩味をつける必要がないと言える。事実高橋の報告でも、つけ汁を添えた麺は、普通麺との間に食味上の差が見られ

4 牛乳・脱脂粉乳麺の特徴とその利用

牛乳或いは脱脂粉乳を添加した麺は、これまで述べてきたようにいくつかの特徴を持っている。牛乳や脱脂粉乳の添加は、麺生地調製時に生地をかたくし凝集性を増加させた。この結果食塩を添加せずに、過度に軟化しない操作性の良い生地を作ることが可能になる。

茹で麺にすると普通麺とは異なる特徴が現れる。麺線の内部がかたく外部が柔らかいという物性上の特徴の他に、表面に粘りがあるいわゆる喉ごしの良さを妨げる。

栄養的には特に優れたカルシウム源としての効果が大きく、食塩無添加生地を採用すれば食塩摂取量の低減にも寄与する。ゆで操作によるカルシウム溶出量は、牛乳麺、脱脂粉乳麺でそれぞれ最大27%、19%であり、食塩を加えない麺では22%、15%である。これは通常の種々の調理におけるゆで操作上の損失と大差なく、このような麺は、添加したカルシウムのかなりの部分が利用できる有用な食品であることを示している。

以上のように、牛乳・脱脂粉乳麺は、調理特性上及び栄養的特性上の有用性が示されたが、これを現実的な食物として供するには、嗜好との関連を考慮する必要がある。食味上の特徴として、表面のぬめりと歯ごたえの内外差、大きくはないが甘味とミルク臭が挙げられる。前者2例のような物理的性質に関わる点の改良には、麺の質を変えるような材料の添加が有効であろう。さらなる麺の改質については今後の課題とした。一方、表面のぬめりは何と組み合わせでどう調理するかで解消することも可能である。後者2例のような風味に関わる点は、これらの点が好ましさを低下させるわけではないことから、調理上の工夫で解決できると考えられる。

緒言にも述べたように、麺或いは麺の変形と見なせる地方料理は、国内だけでも相当数に上る。その内例えば「ほうとう」、「味噌煮込みうどん」、「団子汁」等は、茹で汁と共に食するという点で、カルシウムの損失を最大限小さくできる調理法である。今後はこのような、牛乳麺や脱脂粉乳麺の特徴を生かすことのできる料理への応用についても諸側面から検討してみたい。

本研究は、木本真澄さん並びに清原由布さん（いずれも当時の氏名）の協力を得て行いました。ここに記して謝意を表します。

参考文献

- 1) 中原澄男：「1993年版食糧・栄養・健康」医歯薬出版㈱ p. 26-34 (1993)
- 2) 豊田実：調理科学 24, 36-42 (1991)
- 3) 石毛直道：「文化麺類学ことはじめ」フーディアム・コミュニケーション㈱ p. 51-53 (1991)
- 4) 塚本守：調理科学 17, 75-82 (1984)
- 5) ジェームズ・A・ピアード(根田春子訳)：「パスタの本」文化出版局 p. 66-68 (1987)
- 6) 高橋節子, 大塚育, 大家千恵子：家政誌 30, 838-844 (1979)
- 7) 前掲書3) p. 208-220
- 8) 上野景平：「キレート滴定法」南江堂 (1972)
- 9) 佐藤信：「統計的官能検査法」㈱日科技連出版社 p. 1-4 (1985)
- 10) 長尾精一：「小麦とその加工」建帛社 p. 179 (1986)
- 11) 横塚章治：調理科学 25, 47-50 (1992)
- 12) 板橋文代, 古橋知子, 森啓子：家政誌 28, 273-277 (1977)
- 13) 野口洋介：調理科学 14, 222-231 (1981)
- 14) 畑明美：調理科学 23, 2-11 (1987)
- 15) 牧野秀子, 畑江敬子, 島田淳子：家政誌 38, 719-724 (1987)
- 16) 金子憲太郎, 黒坂光江, 前田安彦：日食工誌 30, 483 (1983)