

ゆでめんのゆで後の理化学的特性値の経時変化

平田 健

Changes in cooked noodles over time

Takeshi Hirata

After noodles have been boiled, their texture rapidly changes and their eating quality decreases. This study examined changes over time in the texture, moisture distribution and starch retrogradation of cooked noodles, to find causes of and preventive measures for taste deterioration. One aspect investigated was the relationship between freezing conditions and the texture of cooked noodles. The texture of cooked noodles gradually changed until 4 hours after boiling and then remained almost unchanged until 24 hours. Immediately after noodles were cooked, their moisture distribution was uneven and their taste was good, but the moisture distribution gradually became uniform and the taste deteriorated as the storage time increased. Cooked noodle retrogradation didn't commence until 90 hours after initiation of storage. It was found that in order to maintain the eating quality of freshly cooked noodles, it is very important to prevent changes in moisture distribution during the initial storage period right after cooking the noodles, and to inhibit the retrogradation of starch during extended storage. The texture of noodles frozen and recooked and that of just-cooked noodles were similar. Although changes in texture varied slightly depending on the freezing temperature, frozen noodles exhibited significant retention of texture immediately after being cooked, as compared to refrigerated noodles. These findings may explain the reason for the increasing consumption of frozen noodles.

ゆでめんは、ゆで後急速にテクスチャーが変化し、食味が低下する¹⁾²⁾。ゆでめんのテクスチャーをゆで直後の状態に可及的に保持することは、ゆでめん業界にとって永年の目標である。ゆでめんのテクスチャーの変化は、水分分布の均一化、澱粉の老化などの性状変化と密接に関連しているが¹⁾³⁾、これらに関する研究は少ない。

一方、ゆでめんのテクスチャーをゆで直後の状態に可及的に維持する方法として、1980年代頃から冷凍技術の導入が図られた。ゆでめんのように澱粉含量が高い食品は冷凍耐性が高く、ゆで直後に冷凍することにより、水分分布および糊化状態を保持することができる。冷凍めんは上市以来、市場は順調に拡大し、2006年の冷凍めんの生産量は約10万トンで、生めん類全体に占める比率は17.0%までになっている⁴⁾。その結果、また、冷凍機の発展、冷凍めん製造工程および流通工程の改善なども冷凍めんの発展に貢献してきたと考えられる⁵⁾。そこで、ゆでめんのゆで後のテクスチャー、水分分布および澱粉の老化度の経時変化を調べ、食味が低下する原因を解明し、その低下防止の方策を検討した。さらに、冷凍温度など冷凍条件とゆでめんのテクスチャーとの関係について検討したので報告する。

実験方法

1. 供試材料

小麦粉（日清製粉製，白椿，水分13.5%，たんぱく質

8.2%）および食塩（和光純薬製，特級試薬）を用いた。

2. ゆでめんの調製

ゆでめんの調製は、特にことわらない限り次のようにゆでうどんを想定して行った。すなわち、小麦粉1kgに2%食塩水を35%加え、2kg容のミキサー（平山プロダクツ製，プロミキサー）を用いて、40rpmで12分間混合し、めん生地を調製した。めん生地を製めん機（戸畑糧機製）に移し、複合1回、圧延3回した後、角の10番の切刃で、幅 3.0 ± 0.1 mm、厚さ 1.5 ± 0.1 mm、長さ10cmのめん線に切断して生めんを調製した。次に、生めんを2Lの蒸留水を沸騰させてある還流冷却器付の3L容の特製フラスコ（ガラス管内にヒーターを入れ、これをフラスコ内に設置したものの）内のステンレス製の網かご入れ、投入後1分間以内に再沸騰する条件で、15分間ゆでた。なお、ゆで温度は97℃で調整した。所定時間ゆでた後、ゆで湯を切ってから、3L（ 20 ± 1 ℃）の水道水中に1分間浸漬冷却し、さらに1分間水切りして試料とした。この試料は水分の蒸発を防ぐため、厚さ0.08mmのポリエチレン製の袋に入れ、テクスチャー、水分分布および澱粉の老化度の測定用の試料とした。

3. テクスチャー測定

既報⁶⁾に準じて行った。すなわち、生めんを40倍の湯で15分間ゆで、1分間水洗し、1分間水切りした後、ポリエチレン製の袋に入れ測定用の試料とした。試料は20℃の恒温

器に入れ、経時的に取り出し、テンシプレッサー（タケトモ電機製、TTP-50BX）を使用してゆでめんのテクスチャーを測定した。プランジャーはアルミ合金製のV型（せん断用、せん断面：2×25mm）と円盤型（圧縮用、φ40mm）の2種類を用いて低（20%）・高（90%）の歪で2回せん断あるいは圧縮した。なお、せん断の場合、ゆでめんはそのままの状態で測定し、圧縮の場合は専用の整形器で1cmの長さに調製して測定した。パラメーターとしてはテンシプレッサーカーブから硬さ、こし、しなやかさ、付着性、粘り、もろさを算出した。なお、いずれの試料の測定も5回行い、平均値と標準偏差を求めた。

4. 水分分布測定

ゆでめんをポリエチレン製の袋に入れ、5および20℃の恒温器に入れ、経時的に取り出し水分を測定した。ゆでめんをアクリル樹脂で作製したアクリル板上の溝に装着し、高さに沿ってピアノ線或いはカッターで切断した。その際、溝の高さ、幅を4種類変えて、ゆでめんの外層部の体積と内層部の体積がほぼ同じになるようにした。外層部と内層部の水分を堤らの方法⁷⁾に準拠して測定した。すなわち、硬質ポリエチレン製の袋にゆでめんの外層部或いは内層部を入れ、薄く伸ばし、減圧加熱乾燥（90℃、5時間）により求めた。水分測定から水分分布を求めた。

5. 老化度

(1) β-アミラーゼによる相対被消化率に基づく老化度
β-アミラーゼによる相対被消化率の測定は釘宮の方法⁸⁾に準拠して行った。

(2) β-アミラーゼ-プルラーゼによる相対被消化率に基づく老化度

β-アミラーゼ-プルラーゼによる相対被消化率は貝沼らの方法⁹⁾に準拠して行った。

6. 冷凍試験

ゆでめんを調製した後、-10℃、-30℃、-80℃および液体窒素で2日間冷凍貯蔵した後、再度ゆで、水洗、水切り後テクスチャーを測定した。比較のために、ゆで直後、20℃で1日貯蔵したもの、20℃で1日貯蔵したものを再度ゆで、水洗、水切り後テクスチャーを測定した。なお、プランジャーはV型を用いた。

結果および考察

1. ゆでめんのテクスチャーの経時変化

2種類のプランジャーを使用して、ゆでめんのテクスチャーの経時変化を測定した。その結果を図1および図2に示した。

ゆでめんは、硬さ、こしおよびしなやかさが大きく付着性、もろさおよび粘りが小さい方が良いとされる。すなわち、ゆで直後が最も好ましいテクスチャーとなる。V型プランジャーを使用した場合（図1）、こし、硬さおよびしなやかさはゆで後4時間まで漸次減少し、それ以後24時間ま

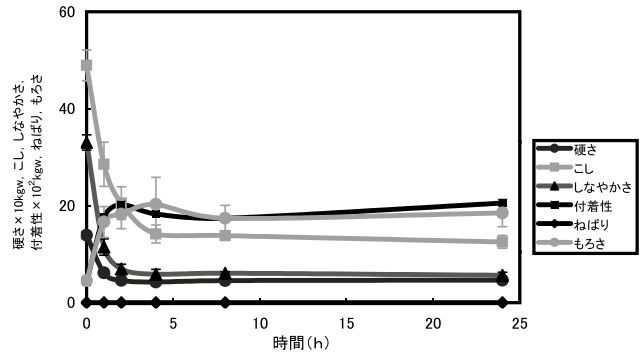


図1 ゆでめんのテクスチャーの経時変化 (Vプランジャー)

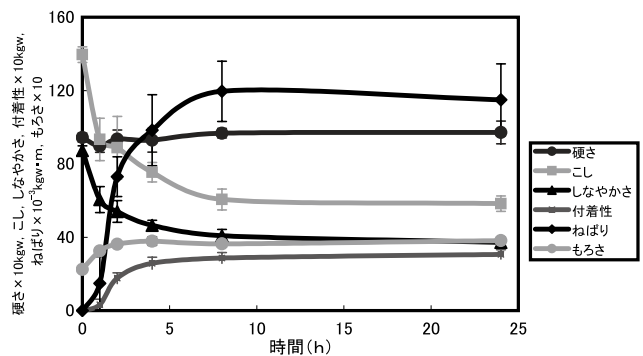


図2 ゆでめんのテクスチャーの経時変化 (円盤型プランジャー)

ではほぼ一定であった。一方、付着性およびもろさはゆで後4時間まで漸次増大し、それ以降24時間まではほぼ一定であった。また、粘りは数値として確認できなかった。これはプランジャーのせん断面積が小さいため、荷重がかからなかったことによると考えられる。円盤型プランジャーを使用した場合（図2）、こしおよびしなやかさはゆで後8時間まで漸次減少し、それ以後24時間まではほぼ一定であった。硬さはゆで直後から24時間まではほぼ一定であった。これは円盤型プランジャーで圧縮すると荷重が一定になるためと考えられる。ゆでめんのテクスチャーを考えると、V型プランジャーでせん断を測定するほうが適当と思われるが、粘りが測定できないという欠点があるので、円盤型プランジャーを併用して粘りを測定するのが最善と思われる。

以上、ゆでめんのテクスチャーはゆで後4時間まで漸次変化し、それ以後24時間までほぼ一定であった。

2. ゆでめんの水分分布

ゆでめんの水分分布の測定結果を図3に示した。ゆで直後の内層部の水分は63.0%、外層部の水分は82.0%であった。内層部の水分は貯蔵48時間まで漸次増大し、それ以後はほぼ一定であった。一方、外層部の水分は貯蔵48時間まで漸次減少し、それ以後はほぼ一定であった。内層部および外層部の水分はいずれもほぼ72%付近に収束した。また、貯蔵温度が5℃より20℃の方が水分の増減が大きかった。

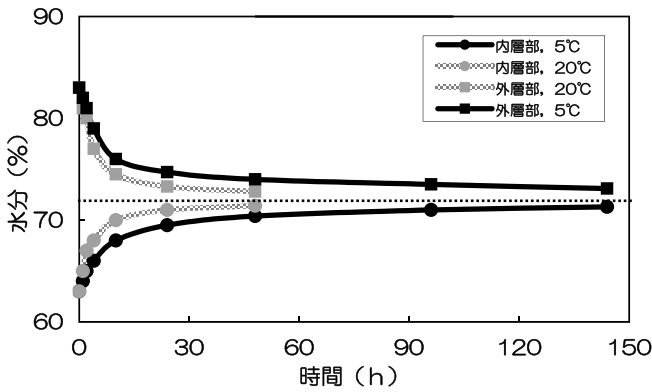


図3 ゆでめんの水分分布に及ぼす放置時間の影響

以上、ゆでめんはゆで直後、水分分布が不均一であり食味が良好であるが、4時間以上、貯蔵時間が長くなるにつれ水分分布が均一になり、食味が低下した。

3. ゆでめんの老化度

ゆでめんのβ-アミラーゼおよびβ-アミラーゼ-プルラーナーゼによる相対被消化率に基づく老化度を図4に示した。β-アミラーゼによる老化度の方が大きい値を示した。いずれの酵素を用いても、貯蔵90時間まではあまり老化は進まず、貯蔵90時間を越えると急に老化が進んだ。また、老化の進行状況はいずれの酵素を用いてもほぼ同じであった。すなわち、ゆでめんの食味の低下に及ぼす老化の影響は貯蔵90時間から大きくなることがわかった。ゆでめんは炊飯米やパンと異なり⁹⁻¹⁰⁾、老化が遅延することがわかった。この原因としては、炊飯米やパンと比べ、ゆでめんの水分は高含量であることが考えられる。

以上のことから、ゆでめんはゆで直後から4時間ぐらまで食味が急速に低下する。この原因としては、ゆでめんの内層部と外層部の間で、水分の移動があり、水分分布がほぼ一定になり、そのため食味が低下することが考えられる。これはテクスチャーの変化とほぼ同じであり、ゆでめ

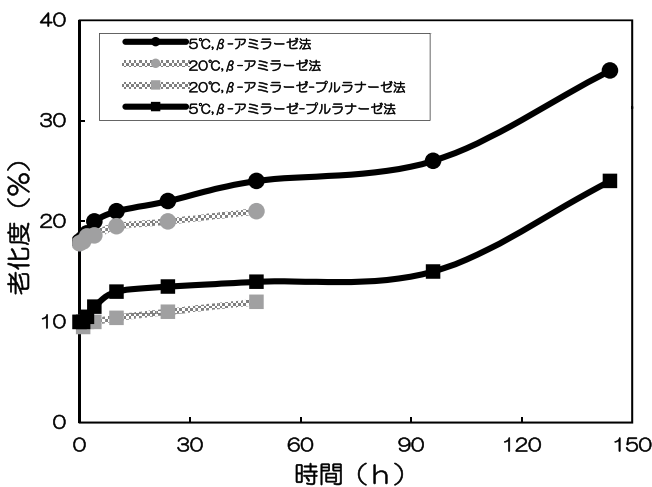


図4 ゆでめんの老化度に及ぼす放置時間の影響

んの食味の低下の主たる原因であると考えられる。一方、貯蔵90時間まではゆでめんの老化はあまり進行しなかった。ゆで直後の食味を維持するには、ゆで直後から初期の貯蔵中は水分分布の均一化、長時間貯蔵には澱粉の老化を抑制することが重要であることがわかった。

4. 冷凍試験

ゆでめんの冷凍試験結果を図5に示した。

ゆで直後に比べ、20°Cで1日貯蔵したものは硬さ、こしおよびしなやかさは1/3~1/7に低下した。一方、付着性およびもろさは7~8倍に増大した。20°Cで1日貯蔵し、再度ゆでたものは20°Cで1日貯蔵したものに比べ、こしは増大するが、付着性およびもろさは減少し、テクスチャーは多少良くなった。-10°C、-30°C、-80°Cおよび液体窒素で2日間冷凍貯蔵した後、再度ゆでたものはいずれも20°Cで1日貯蔵し、再度ゆでたものと比べ、テクスチャーは大きく異なっていた。すなわち、冷凍したものはゆで直後のテクスチャーに類似していた。一般に、ゆでめんのように澱粉含量が高い食品は冷凍耐性が強く、急速冷凍するとテクスチャーは変化しないと考えられるが¹¹⁾、-80°Cと液体窒素の場合でもテクスチャーは多少変化することがわかった。冷凍速度が速いほどゆで直後のテクスチャーに近似していた。ゆで直後に冷凍することにより、水分分布および糊化状態を保持することができ、ゆで直後の食味を維持することができると考えられる。

以上、ゆでめんを冷凍し、再度ゆでたもののテクスチャーはゆで直後のそれらと類似していた。冷凍温度によりゆでめんのテクスチャーは多少異なるが、いずれもゆでめんを冷蔵貯蔵したものより、格段食味を保持することができた。

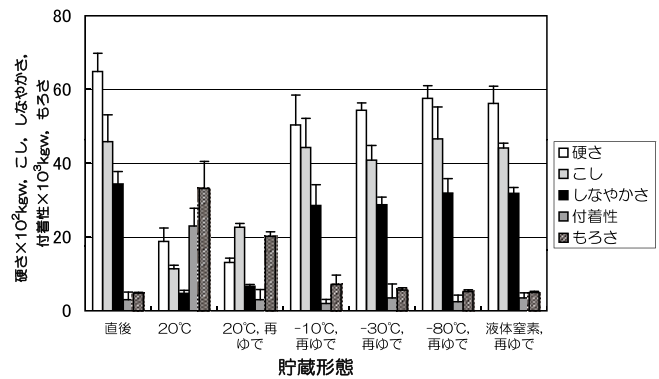


図5 ゆでめんの冷凍試験

要 約

ゆでめんはゆで後急速にテクスチャーが変化し、食味が低下する。ゆでめんのゆで後のテクスチャー、水分分布および澱粉の老化度の経時変化を調べ、食味が低下する原因を解明し、その低下防止の方策を検討した。その一策とし

て、冷凍温度など冷凍条件とゆでめんのテクスチャーとの関係について検討した。

1) ゆでめんのテクスチャーは、ゆで後4時間まで漸次変化し、それ以後24時間までほぼ一定であった。

2) ゆでめんは、ゆで直後は水分分布が不均一で、食味が良好であるが、貯蔵時間が長くなるにつれ水分分布が均一になり、食味が低下した。

3) ゆでめんの老化は、貯蔵90時間まであまり進行しなかった。ゆで直後の食味を維持するには、ゆで直後は、水分分布の均一化、長時間貯蔵には澱粉の老化を抑制することが重要であることがわかった。

4) ゆでめんを冷凍し、再度ゆでたもののテクスチャーはゆで直後のそれらと類似していた。冷凍温度によりゆでめんのテクスチャーの変化は多少異なるが、いずれもゆでめんを冷蔵貯蔵したものより、格段にゆで直後のテクスチャーを保持することができた。これらのことは、冷凍めんの消費が伸展していることを裏付ける理由であると考えられる。

文 献

- 1) 平田 健, 山下民治, 前梶健治, 物性を指標とする食品製造工程の自動化に関する研究, 昭和63年度技術開発研究費補助事業成果普及講習会用テキスト, IV, pp.1-20 (1989).
- 2) 三木英三, うどんの科学, 食品工業, **38**, **22**, pp.16-22 (1995).
- 3) 鈴木勝義, めんの老化現象について, 食品と科学, **3**, pp.36-37 (1995).
- 4) 2007年全国麺類特集, 生麺. 冷凍麺概況, 日本食糧新聞社, p.113 (2007).
- 5) 広瀬明朗, 冷凍めんの製造・流通過程における品質管理上のポイント, ジャパンフードサイエンス, **26**, **7**, pp.33-37 (1987).
- 6) 平田 健, 生めんの保存性に及ぼすエタノールおよびエタノール蒸散剤の影響, 広島食工技研報, **25**, pp.5-8 (2009).
- 7) 堤 忠一, 「食品分析法」, 日本食品工業学会, 食品分析法編集委員会編 (光琳書院, 東京)p.42 (1982).
- 8) 釘宮正往, 広島女子大学家政学部紀要, **17**, pp.31-38 (1982).
- 9) 貝沼圭二, 松永暁子, 板川正秀, 小林昭一, β -アミラーゼ-ブルナーゼ (BAP) 系を用いた澱粉の糊化度, 老化度の新測定法, **28**, pp.235~240 (1981).
- 10) 松永暁子, 貝沼圭二, 澱粉質食品の老化に関する研究 (第2報) 加工食品の糊化度について, **34**, pp.73-78 (1983).
- 11) 高橋禮治, 「でんぷん製品の知識」, (幸書房, 東京) pp.190-193 (2000).