中華めんの微細構造とレオロジー特性への熟成の影響

遠藤 繁*・原 博嘉*・佐藤竹男**・長尾精一*

Effect of Maturation on Microstructure and Rheological Properties of Chinese Noodles

Shigeru ENDO*, Hiroyoshi HARA*, Takeo SATO** and Seiichi NAGAO*

* Central Research Laboratory, Nisshin Flour Milling Co., Ltd., 177-3, Tsurugaoka, Ooi-mach, Iruma-gun, Saitama, 354

** Flour Milling Department, Nisshin Flour Milling Co., Ltd., 19-12, Koami-cho, Nihonbashi, Chuo-ku, Tokyo, 103

Though maturation is one of the most influential steps to quality in processing of noodles, no established mechanism of maturation has ever been reported. In this respect, the microstructural and rheological changes of matured chinese noodles were studied by using scanning electron microscopy and the Do-Corder, respectively. Two different methods for maturation, viz., maturation at the step of sheets and the one at the step of strips were compared. Maturation always promoted producing inner vacuoles in the structure of cooked noodles, but the size of them produced in the cooked noodles after maturation at the step of sheets were larger than those produced after the one at the step of strips. The Do-Corder curve of matured noodles showed two peaks (at 75 and 85°C) and was similar to the curve for an oxidized dough.

(Received Feb. 5, 1983)

めんは、熟成により食味が向上することが知られている。通常行われているめんの熟成には、生地熟成、めん帯熟成、めん線熟成などがある。

めんの熟成中の変化については、これまでに、グルテンの構造緩和、グルテンの網状構造形成の促進、生地の水和促進などが示されている¹⁾。また、多田²⁾は熟成によって生地から脱気が行われると報告している。

本報告では、走査型電子顕微鏡を用いて、生地の混捏時や複合時に取込まれる気泡や、微細構造の熟成による変化を検討し、それらをめん帯熟成とめん線熟成で比較した。また、ドウコーダーによって、熟成による生地物性の変化の検討も行なった。

実験方法

1. 試料調製

(1) 小麦粉

市販の中麦めん用小麦粉 (日清製粉(株)製, アメリカ

産及びカナダ産硬質小麦のショート・パテント粉, 水分 14.4%, 灰分 0.34%, タンパク質 11.2%) を用いた。

(2) 製めん条件

ミキサー (トーキョーメンキ, MS12型) に、小麦粉 1kg とボーメ5度に調製したかん水液 (オリエンタル酵母(株)製, 飛竜印) 330 ml を入れて、62 rpm で 10 分間混練した。製めんは、試験用製めん機 (大竹麵機製, 大竹式製麵機)³⁾ にて行った。複合を 2 回 (ロール間隙 3.0 mm) 行い、次いで、ロール間隙 2.0 mm, 1.4 mm にて 2 回圧延し最終めん帯の厚さが 1.4 mm となるように再度圧延した。めん線の切り出しは、「10 番角」(刃の間隔 1.5 mm) で行った。めん線はビニール袋に包み、室温で 24 時間めん線熟成を行った。

めん帯熟成は、複合を 2 回行った後ビニール袋に包み 24 時間熟成させ、めん線熟成と同様のロール操作で製めんしめん線にした。

* 日清製粉(株)中央研究所穀物科学研究室 (〒354 埼玉県入間郡大井町大字鶴ヶ岡 177-3)

** 同製粉業務部加工技術課 (〒103 東京都中央区日本橋小網町 19-12)

図 1 めんの横鏡部位

- (A): 断面
(B): ロール面
(C): きり刃面

(3) ゆで条件

生めん 100 g を金網のかごに入れ、沸とう水中で 3 分間ゆで 1 分間水冷して茹めん試料とした。

(4) ドウコーダー試料の調製

小麦粉 1 kg に水 330 ml を加え、前述の製めん条件で製めんを行い、熟成 0 時間および熟成 24 時間のめん線熟成めんとめん帯熟成めんを調製した。これらは、凍結乾燥して、コーヒーマル（フィリップス家電（株）、HR 2170）で粉碎し、粒度 100 メッシュスルーに調製した。

2. ドウコーダーによる生地物性試験

熟成による生地物性の変化を考察するために、調製試料 70 g に水 50 ml を加え、田中らの方法⁴⁾によって、ブラベンダードウコーダーでの測定を行った。

3. 走査型電子顕微鏡による観察

生めんは、凍結乾燥して検鏡試料とし、また茹めんはゆで処理後、液体窒素に浸漬し凍結乾燥して検鏡試料とした。走査型電子顕微鏡（日立 S 450）で、これらのめんのロール面、きり刃面、断面を観察した。各面を図 1 に示す。

結果および考察

1. 熟成とめんの微細構造

(1) 無熟成めんと熟成めんの比較

図 2 は、無熟成めん（めん線熟成 0 時間）と熟成めん（めん線熟成 24 時間）の生めんの状態を比較した走査型電子顕微鏡写真である。

熟成によりめんのきり刃面、およびロール面は滑らかになる。これらは、熟成過程で生地中での水和が進行しグルテンの構造緩和⁹⁾が行われることを示している。

図 2 無熟成めんと熟成めんの生めんの走査型電子顕微鏡写真, ×50

- a: 無熟成めん（ロール面（左上部）、きり刃面（右下部））
b: 無熟成めん（断面）
c: めん線熟成めん（ロール面（左上部）、きり刃面（右下部））
d: めん線熟成めん（断面）

しかし、きり刃面、断面にみられるように熟成によるめんの構造緩和は、めん線内全体で行われるのではなく、熟成が進むにつれて密になっていく部分と粗になって気泡が生じてくる部分とがある。

無熟成めんでは、小さな気泡が層状に均一に存在している。一方、熟成めんではめんの中心部に気泡はなく、周辺部に押しやられている。これらの気泡は、製めん時特に複合工程で生じ、熟成によってそれらの存在部位および数に変化すると考えられる。手延べそうめんでは、めんの中心部に空孔がみられる⁶⁾が、これらの空孔や気泡の大きさ、形が食味と関連していると考えられる。

無熟成めんと熟成めんの茹めんにした時の比較を図 3 に示した。両者の相違は、茹めんになるとさらに顕著である。

生めんと異なり、熟成めんでは気泡が中心部に移っているが、無熟成めんでは大小の長円状の気泡が均一に存在している。これらは、熟成めんと無熟成めんの表面構造と関連がある。無熟成めんでは、表面特にきり刃面の糊化が不均一で、はだ荒れが生じ、めん線の内部と外部

図3 無熟成めんと熟成めんの茹めんの走査型電子顕微鏡写真, $\times 50$

- a: 無熟成めん (ロール面右 (上部), きり刃面 (左下部))
- b: 無熟成めん (断面)
- c: めん線熟成めん (ロール面 (右上部), きり刃面 (左下部))
- d: めん線熟成めん (断面)

の水の出入りは, 比較的自由に行われる。他方, 熟成めんでは, 表面が均一に糊化されるため水の出入りは制限され気泡の残存が中心部に認められる。

(2) めん線熟成めんとめん帯熟成めんの比較

図4にめん帯熟成めんの走査型電子顕微鏡写真を示す。めんのきり刃面は, 無熟成めんのように荒れておらず, 製めんによるめんの損傷が構造緩和によって少なくなるのが示されている。しかし, 断面にはめん線熟成のような大きな気泡はなく, 一様に密な構造である。これらは, 熟成後のめんの圧延工程において脱気が行われ, 密な構造が形成されたことによるものであろう。すなわち, めん線熟成ではめんの微細構造に粗な部分と密な部分が生じてくるが, めん帯熟成では一様に密な構造になる。

めん帯熟成の茹めんの電子顕微鏡写真を図5に示す。ロール面は滑らかであるが, きり刃面はめん線熟成の茹めんよりも, やや荒れている。また, 断面に示されてい

図4 めん帯熟成めんの生めんの走査型電子顕微鏡写真, $\times 50$

- a: ロール面 (右上部), きり刃面 (左下部)
- b: 断面

図5 めん帯熟成めんの茹めんの走査型電子顕微鏡写真, $\times 50$

- a: ロール面 (右上部), きり刃面 (左下部)
- b: 断面

るように, めんの中心部に大きな気泡が層状に配列している。これらは, めん帯熟成後の圧延工程およびめん線のきり出し工程において, さらに密な構造が形成され気泡が中心部にのみ残存ようになった結果と考えられる。すなわち圧延工程ではグルテンに方向性が与えられるだけでなく生地中の気泡にも方向性が与えられる。これらの気泡は製めん直後には均一に存在しているが, 熟成による生地の構造緩和にともない不均一になってくる。

熟成後に圧延工程およびきりだし工程を行うめん帯熟成では, グルテンの構造緩和により伸展性が増加するために, より密な微細構造が形成され脱気も進むが, 気泡は方向性を与えられる。さらに, きりだし工程においてきり刃面が圧縮され, これらの気泡は茹めんでは大きな層状になる。しかし, めん線熟成では構造緩和とともに気泡は不均一になっていく。

このように, めんの熟成にはグルテンの方向性や網状

図 6 熟成によるドウコーダーカーブの変化

- (A)：無熟成めん
(B)：めん線熟成めん
(C)：めん帯熟成めん

構造の形成とともに、気泡の方向性が関与している。

2. ドウコーダーによる熟成とレオロジー特性の変化の測定

めんの熟成には、構造緩和などの物理的变化ばかりでなく、化学的变化もともなわれていると考えられる。

図6は無熟成めん、めん帯熟成めん、およびめん線熟成めんをドウコーダーにかけて得られた曲線である。ドウコーダーでは75°Cと85°Cのピークの型からグルテンとデンプンの加熱による物性の変化が知られる。めん帯熟成めんとめん線熟成めんには差はみられない。しかし、無熟成めんでは75°Cのピークが高く85°Cのピークは低いショルダー状であるが、熟成めんでは85°Cのピークは高い。75°Cと85°Cの2つの高いピークがみられるこのような2つのピークの形成は、小麦粉生地には酸化剤を添加した場合⁷⁾や発酵生地にもみられる⁸⁾。めん

の熟成の場合もグルテンの酸化が行われていると推定される。

要 約

走査型電子顕微鏡とドウコーダーを用いて、無熟成めん、めん線熟成めん、めん帯熟成めんの微細構造とレオロジー特性を比較し、以下のような知見を得た。

- (1) 生めんでは熟成により、めんの表面が滑らかになる。めん線熟成では、めんの中心部は密な微細構造で周辺部は粗であるが、めん帯熟成では一様に密である。
- (2) 茹めんでは熟成により、めんの中心部に気泡が生じてくる。めん線熟成とめん帯熟成とでは、気泡の大きさが異なり、前者は小さく後者は大きい。
- (3) めん帯熟成では気泡にも方向性が与えられ層状に存在しているが、めん線熟成では不均一である。
- (4) めんの熟成により小麦粉生地は酸化的作用を受けると推定される。
- (5) 熟成による微細構造上の気泡の変化がめんの食味向上に関係すると考えられる。

文 献

- 1) 藤村和夫：基礎うどんの技術，第1版（柴田書店，東京），p. 205（1981）。
- 2) 多田正敏：New Food Industry, 23, 49（1981）。
- 3) NAGAO, S., IMAI, S., SATO, T., KANEKO, Y. and OTSUBO, H.: Cereal Chem., 53, 988（1976）。
- 4) TANAKA, K., ENDO, S. and NAGAO, S.: Cereal Chem., 57, 169（1980）。
- 5) 三木英三・福井義明・山野喜正：日食工誌, 29, 168（1982）。
- 6) 長井 恒：うどんの技術，第2版（食品出版社，東京），p. 26（1980）。
- 7) NAGAO, S., ENDO, S., TAKEYA, K. and TANAKA, K.: Cereal Chem., 58, 384（1981）。
- 8) NAGAO, S., ENDO, S. and TANAKA, K.: Cereal Chem., 58, 388（1981）。

（昭和58年2月5日受理）