

ゆで過程におけるスパゲティの芯の状態変化とアルデンテの評価

Spaghetti Core Characteristics during Boiling and Relation to
“Al-dente”

中町 敦子* 中村 恵子** 四宮 陽子*
(Atsuko Nakamachi) (Keiko Nakamura) (Yoko Shimiya)

We studied the core characteristics of spaghetti samples boiled for 5-20 minutes and related them to the perception of “al-dente”. A sensory evaluation, breaking test and magnified photographic observation of the spaghetti core were conducted, and the ratio of weight increase, moisture content and, gelatinization ratio were examined.

The sensory evaluation showed that the Japanese perception of al-dente spaghetti was that boiled for 10-11 minutes, which corresponded to a weight increase ratio of 2.3-2.4, water content of 63-64%, gelatinization ratio of over 90%, and no rigid white core in the spaghetti strands.

It has been reported that the Italian perception of al-dente involved a weight increase ratio of 2.1-2.2⁴⁾. The samples boiled for 8-9 minutes were equivalent to that, and resulted in a fine rigid white core in the strands.

The curves for the breaking characteristics could be divided into three sections: double, shoulder and single peaks. Italian al-dente formed the shoulder peak, and that for the Japanese formed a single peak. Keeping for 20 minutes after boiling changed the shoulder peak to a single peak and decreased the breaking properties, although there was no change in the gelatinization ratio.

キーワード：スパゲティ spaghetti；アルデンテ Al-dente；麺 noodle；破断試験 breaking test；官能検査 sensory evaluation

近年、パスタの日本における消費量は、パスタ元年とされる昭和30年と比べると40倍に増加した。中でもロングパスタのスパゲティ(太さ1.2mm~2.5mm)が多く、その生産量は全パスタの8割近くを占めている¹⁾。これらスパゲティの品質については、原料や製法による違い²⁾、貯蔵中の品質変化³⁾などが検討されている。また製品の品質試験には、ゆで麺の引っ張り試験・破断試験などの物理的方法、ゆで溶出率や蛋白質・澱粉・色素等の成分分析といった化学的方法、その他食感・外観・フレーバーなどの官能評価などが行なわれている⁴⁾⁵⁾。

しかしこれらの研究や品質試験は、製品の品質特性を測定する目的で行なわれており、調理過程における

ゆで麺のおいしさの変化にはあまり触れられていない。スパゲティのおいしさはゆでる過程で刻々と微妙に変化し、そのおいしさの評価には「アルデンテ (Al dente)」という言葉がよく用いられる。「アルデンテ」はイタリア語で、直訳すると歯ごたえのあるという意味で、パスタの好ましいゆで状態を示し、具体的には麺の中心にまだ湯の浸透していない芯がわずかに残るゆで状態をいう⁴⁾。しかし、この芯の評価は人間の感覚によるところが大きく、また食習慣や食文化で異なることも考えられる。例えば、イタリアやフランスでは日本やアメリカと比べ麺を硬めにゆでる傾向がある⁶⁾。塚本⁴⁾によれば、イタリア人の評価による「アルデンテ」はゆで歩留(ゆで重量増加率)2.1~2.2倍程度だが、日本人の一般的な嗜好としてはゆで歩留2.3倍前後であろうという目安が示されている。このように「アルデンテ」という評価用語にも、スパゲティのどのようなゆで状態が好まれるのか、まだ曖昧な点が

* 実践女子大学生生活科学部食生活科学科
(Department of Food and Health Science, Jissen Women's University)

** 福島大学教育学部
(Faculty of Education, Fukushima University)

残る。

そこで、本稿ではゆで時間を変えて調理したスパゲティの芯の状態、糊化度、破断特性などを測定し、ゆでる過程の麺の状態変化を明確にした。一方嗜好について官能検査を行い、両者の比較からアルデンテの意味を検討した。また、ゆで上げ後の麺における水分の均一化はゆで麺のテクスチャーに大きく影響し、うどんについての報告^{7,8)}がある。麺線の細いスパゲティは、特にゆで上げ後すぐにテクスチャーが変化する。そこでスパゲティ1皿を食するのに要する時間を想定し、20分間放置した試料の芯の状態変化も測定した。

実験方法

1. 試料および試料の調製

試料スパゲティには、太さ 1.80 ± 0.05 mm, 原料がデュラム小麦のセモリナ粉100%, メーカー表示標準ゆで時間11分(マ・マーマカロニ株式会社製), を用いた。

試料調製は直径28 cm (容量7 l) の鍋に水3 l を入れ、沸騰中に塩化ナトリウム(試薬特級)15.0 g を添加し(写真撮影用試料の調製には、さらに1.5 g の食紅を添加), 再沸騰してから試料を投入した。麺線は切らずにゆでた。測定の種類によって2~70 g の試料を5~20分の所定の時間沸騰状態で加熱した。湯の量に対して試料が少なかったため、ゆで水は追加しないで沸騰継続した。所定時間後直ちにゆで水から出して水を切った。ゆで歩留と水分含量は水切り後木製まな板上に広げて1分間放置後測定した。他の測定項目は水切り後直ちに測定に供した。

ゆで後放置する試料は、ゆで上げ後木製まな板上で1分間あら熱を取り、ラップフィルムで麺線を1本ずつ包んで所定時間(10および20分間)放置した。

2. 官能検査

試料スパゲティのゆで時間は予備実験により、8分未満は食用に適さないと判断し、ゆで時間8分から11分まで1分おき、標準ゆで時間より長くゆでた試料として13分を設定し、ゆで時間8, 9, 10, 11, 13分のゆで直後試料を用いた。パネルは、実践女子大学食生活科学科3・4年生18名とした。女子大生はパスタ料理に最も馴染んでいる層として選んだ。各々の試料を、ゆで時間の短い順に約3分おきに提供し、Fig. 1に示す官能検査用紙を用いて回答を得た。また、官能検査を行う前に次のようなアンケート調査を行なった。「アルデンテという言葉を知っていますか」と質問し、知っていると言ったパネルに対しては、さらにアルデンテについて知っていることを記述させた。

3. ゆで歩留

乾物重量(g)を秤量し、所定時間加熱後直ちに水を切り、木製のまな板に広げ1分間放置し、ゆで後重量(g)を秤量した。ゆで歩留は、次の式で求めた。

$$\text{ゆで歩留} = \text{ゆで後重量} / \text{乾物重量}$$

1回の測定に約10 g (乾物重量)の試料(ゆで時間5, 7, 8, 9, 10, 11, 13, 15分)を調製した(n=3)。

4. 水分含量

ゆでたスパゲティの水分含量は、70 g (乾物重量)の試料(ゆで時間5, 7, 8, 9, 10, 11, 13, 15分)を調製し、アルミニウム箔法(135°C, 2時間)⁹⁾に準じて測定した(n=12)。

糊化度測定用の粉末脱水試料の水分含量は、常圧乾燥法(135°C, 2時間)⁹⁾でおこなった(n=2)。

5. 拡大写真撮影

約3 g (乾物重量)の試料を、食紅1.5 g を添加したゆで水で調製(ゆで時間5, 7, 8, 9, 10, 11, 13分)し、ゆで直後および放置(10・20分間)後、直ちに麺線を約2 cm 長さに切断し、2枚のスライドグラスに挟

スパゲティの官能検査		名前 試料No _____	
①アルデンテだと思いますか?	Yes	No	
②芯がありますか?	ある	少しある	ない
③好ましい食感ですか?	はい	どちらとも言えない	いいえ

Fig 1. Test paper of sensory evaluation.

ゆで過程におけるスパゲティの芯の状態変化とアルデンテの評価

んで押しつぶして、実体顕微鏡(×5倍)にて撮影した。

6. 糊化度^{10,11)}

約2g(乾物重量, 麺線2本)の試料を, 調製後(ゆで時間6, 7, 8, 9, 10, 11, 13分, ゆで直後および20分間放置後), ホモジナイザー(ウルトララックス DIXI ミディ T 18, IKA Works Inc.)で磨砕し, エタノールで3回脱水を繰り返した後, アセトン処理した。目開き250 μ mのメッシュを通して粉末脱水試料とし, 示差走査熱量計(DSC-7, Perkin-Elmer社)にて糊化エンタルピーを測定した(n=2)。粉末脱水試料10~40mgをDSC用ステンレスパン(容量70 μ l)に精秤し, 蒸留水を加え50~80mgとした。予備実験により試料懸濁液中の固形分含量は20%以下とした。蓋をして密閉し, 2時間後に測定に供した。空の容器を対照として25~90°Cまで3°C/minで昇温させた。糊化の吸熱エンタルピーは, 未糊化試料と完全糊化試料の吸熱曲線のカーブから, 54~71°Cの範囲における吸熱ピーク面積とし, 水分含量から試料乾物重量当たりの値を求めて糊化エンタルピーとした。試料糊化度は次の式で求めた。

$$\text{糊化度}(\%) = (E_{100} - E_x) / E_{100} \times 100$$

ただし, E_{100} : 未加熱試料糊化エンタルピー(J/g dry base), E_x : 測定試料糊化エンタルピー(J/g dry base), である。

7. 破断試験

破断試験は, ゆで直後(ゆで時間5, 6, 6.5, 7, 7.5, 8, 8.5, 9, 10, 11, 13, 15, 20分)および10分・20分間放置(ゆで時間6, 7, 8, 9, 10, 11, 13分)について行った(n=30~40)。ゆで直後試料は, ゆで調製後直ちに麺線を7~8cm長さに切断し, 測定中の水分蒸発を防ぐため約20mlの食用油に浸漬後, 濾紙に挟み余分な油を除いて測定に供した。放置試料は, ゆで後麺線を1本ずつラップフィルムに包み所定の時間放置後, 7~8cm長さに切断し測定に供した。測定は, 単軸圧縮・引張型レオメーター(クリープメーターRE 3305, (株)山電)の「破断強度解析 Ver.2.0 A」を使用した。プランジャーはくさび型(No. 49, W 20mm×D 30mm×H 25mm(先端角45°))を使用し, 測定条件は, ロードセル2kg, 試料台移動速度0.5mm/s, 変形率は試料高さの97%, 麺線はプランジャーに対し垂直方向に置いて圧縮破断した。破断特性値(破断応力, 破断歪, 破断エネルギー)は, 自動解析ソフト(破断強度解析 Windows 機能限定版 Ver.1.0(a))により求めた。

結 果

1. アルデンテの官能検査

パネルへのアンケートによると, 全員がアルデンテという言葉を知っており, 意味についても説明することができた。回答は大別すると「中心にわずかに芯が残るゆで方」もしくは「パスタに歯ごたえがあり好ましい状態」のいずれかに含まれる内容であった。

アルデンテについて(Fig. 2-①)は, ゆで時間8分, 13分の試料はパネルの大半が「いいえ」と答え, 9分~11分に「はい」の評価が集まった。特に10分ゆでがアルデンテであるとの評価が大きかった。芯について(Fig. 2-②)は, ゆで時間8分は全員が「ある」と答

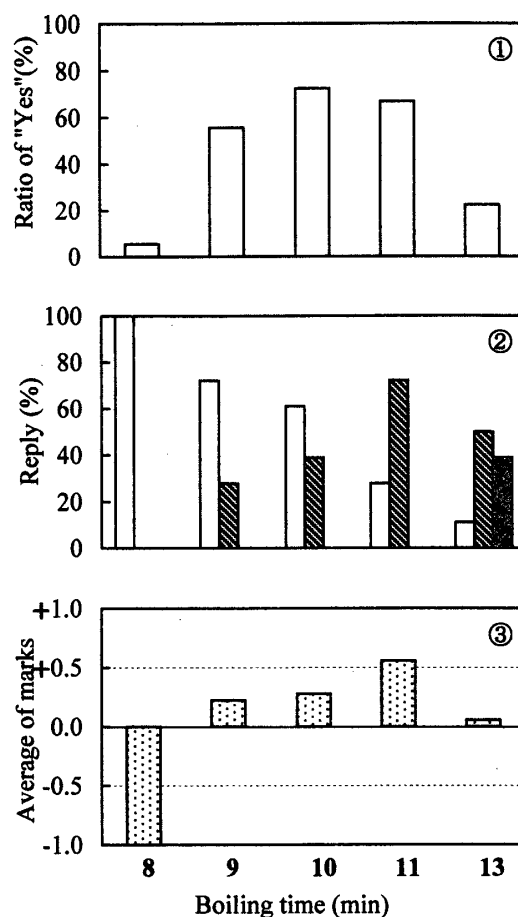


Fig 2. Sensory evaluation of spaghetti samples at various boiling time.

①: Do you think this sample is cooked in "Al dente"?

②: Do you think this sample hold the rigid core in the center?

□ Yes, ■ Slightly yes, ■ No

③: Do you like texture of this sample?

Like=1, No difference=0, Dislike=-1

えた。アルデンテは「少し芯がある」と定義されていることより（パネルの認識においてもこのとおりである）「少しある」に注目すると、11分ゆでがもっとも多い解答を得た。「ない」は13分ゆでのみに見られた。好ましきについて（Fig. 2-③）、「はい」を1点、「どちらともいえない」を0点、「いいえ」を-1点として平均点を示した。ゆで時間8分は全員が「好ましくない」と評価し、「好ましい」は11分ゆでが最も高い値であった。

以上より、女子大生を対象とした今回の検査では、中心にわずかに芯が残る好ましいアルデンテの状態は、今回使用した試料では標準ゆで時間の11分もしくはそれよりややゆで時間の短い試料が相当することが確認できた。

2. ゆで時間および放置によるスパゲティの状態変化

1) ゆで歩留と水分含量

ゆで歩留、水分含量（Fig. 3）は共にゆで時間が長くなるに従い増加し、測定範囲内では両者には有意な正の相関がみられた。塚本⁴⁾は、イタリア人の評する「アルデンテ」はゆで歩留2.1~2.2程度としている。今回の試料では水分含量約60%、ゆで時間8分、9分に相当した。また、女子大生を対象とした今回の官能検査では、ゆで時間10~11分が好ましい「アルデンテ」の状態と評されたが、ゆで歩留は2.3~2.4、水分含量

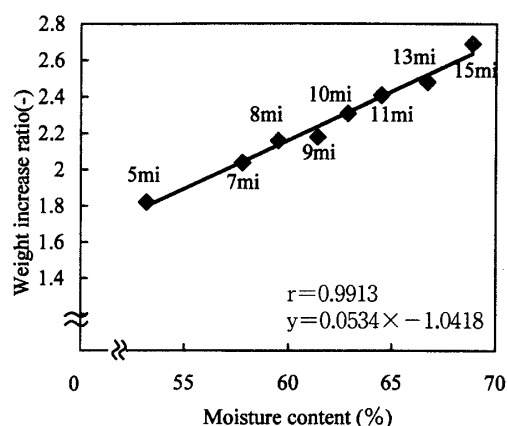


Fig. 3. Relation between weight increase ratio and moisture content at various boiling time.

◆ experiment, — regression line

The time (min) shown in figure means boiling time.

63~64%であった。

2) スパゲティの芯の状態

Fig. 4に食紅水でゆでたスパゲティの芯の写真を示した。Fig. 4では、赤いゆで水が浸透した部分は中間色（グレー）、全く浸透していない部分が白、やや浸透した部分は明度が低くなり黒を示している。

ゆで直後は、ゆで時間5分、7分ではまだ中心に白い芯がはっきりと残ったが、8分、9分では白い部分がま

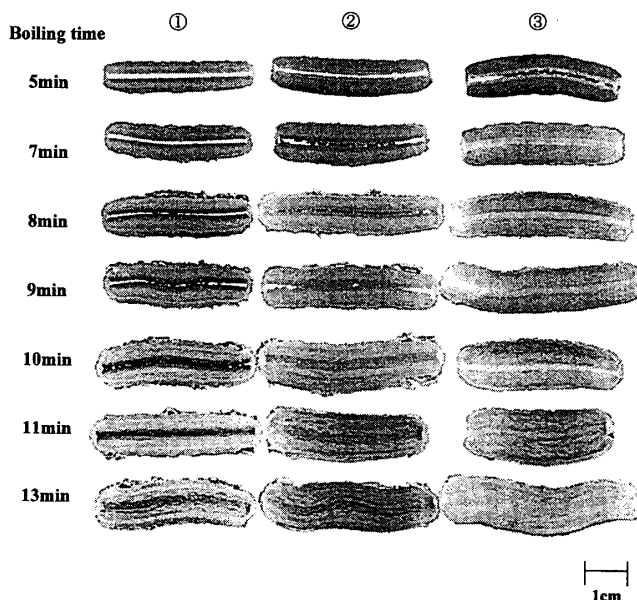


Fig. 4. Photographs of spaghetti core in the process of boiling and preserving (10, 20 min).

- ① immediately after boiling
- ② 10 min after boiling
- ③ 20 min after boiling

ゆで過程におけるスパゲティの芯の状態変化とアルデンテの評価

だら状になった。ゆで時間 11 分で完全に白い芯はなくなりましたが、中心に色が濃く水の浸透度が小さい部分が残っていた。ゆで後時間が経過すると、水分が中心へ移動して白い部分が徐々に着色された(ゆで時間 5~9 分)。ゆで時間 10~13 分の試料も、保存後は色の濃淡差がなくなった。したがって、水が全く浸透していない部分を芯とすれば、8~9 分ゆでが芯が少し残る状態と評価されるが、ゆで足りない部分を芯とすれば、10~11 分ゆでが芯が少し残る状態と評価される。

またスパゲティの品質評価におけるテクスチャー試験¹²⁾では、最適ゆで時間として中心の白い芯が完全になくなった時点の試料が調製されるが、今回の試料ではゆで時間 11 分に相当した。

3) 糊化度の変化

Fig. 4 に示されたように、スパゲティのゆで状態には分布があったので、Fig. 5 ではこれらの糊化度の変化を調べた。ゆで直後試料ではゆで時間 6 分で糊化度は約 70%，ゆで時間が長くなるに伴い糊化度は高くなり、ゆで時間 8~9 分で約 80%，ゆで時間 11 分で 90% 以上、ゆで時間 13 分でほぼ 100% 糊化した。ゆで後放置したもの、同じゆで時間のゆで直後試料と比較して、ばらつきはあるが差は認められなかった。したがって 20 分程度の放置では糊化も老化も進まないと考えられた。

これらの結果と Fig. 4 とを比較すると、ゆで直後においてはスパゲティ内部の水の浸透状態と糊化度は大体一致して、ゆで時間 13 分のように完全にゆで水が浸透したものは糊化度約 100% であった。しかし、放置中に水が内部に浸透しても糊化度は上昇しなかった。

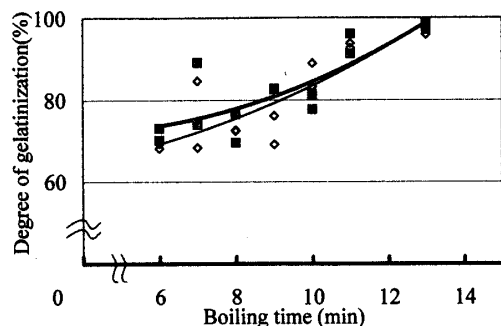


Fig. 5. Degree of gelatinization of spaghetti samples at various boiling time.
 ■ immediately after boiling, ◇ 20 min after boiling
 — approximate expression (immediately after boiling)
 — approximate expression (20 min after boiling)

これは放置中に温度が低下したためと考えられる。

3. 破断試験によるスパゲティのテクスチャー解析

1) 破断特性値の変化

Fig. 6 に所定の時間ゆでた試料スパゲティのゆで直後、10 分放置後、20 分放置後の破断特性測定結果を示した。破断応力 (Fig. 6-①) は、ゆで直後はゆで時間 7 分が最も高く、その後ゆで時間 20 分に至るまで徐々に減少し続けた。放置後は、ゆで時間 6 分以外は放置によって破断応力は低下し、特に 7 分ゆでは変化が大きかった。破断歪 (Fig. 6-②) は、ゆで直後はゆで時間 5 分から 11 分までゆで時間が長くなるに従い大きくなり、その後わずかに減少した。放置後は、ゆで時間 8 分は放置中に破断歪が少し増加して 0.8 付近になった。ゆで時間が 9 分以上では放置中の変化はあまりなく 0.8 付近であった。破断エネルギー (Fig. 6-③) は、ゆで直後試料はゆで時間 7 分と 9 分にピークがあった。放置後はゆで時間 6 分・8 分を除き直後と比べ全体的に低下した。

これらの破断特性値の特徴とアルデンテの評価とはあまりよい一致が見られなかった。例えば、8、9 分ゆ

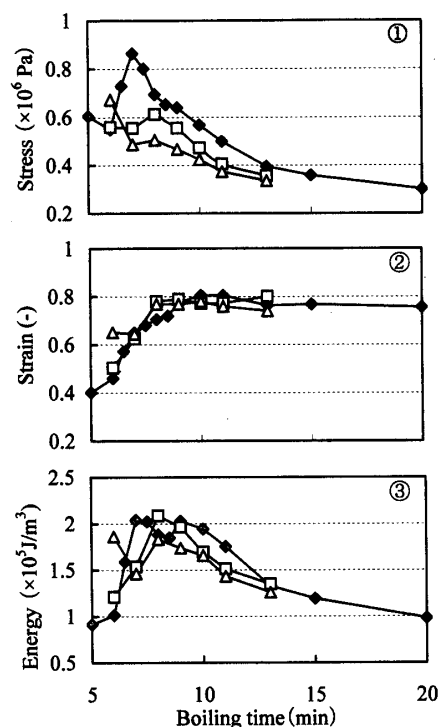


Fig. 6. Physical properties of spaghetti samples by breaking test at various boiling time.
 ◆ immediately after boiling, □ 10 min after boiling, △ 20 min after boiling
 ① : breaking stress
 ② : breaking strain
 ③ : breaking energy

で試料の破断応力値は 20 分間放置すると 10, 11 分ゆで直後試料とほぼ重なるが, 食感的には全く異なった。

2) 破断曲線の微分によるテクスチャー解析

麺類のテクスチャーは噛み始めから噛み切るまでの硬さ(弾性率)の分布に影響される⁸⁾。破断曲線の傾きの次元は弾性率に対応するので, 破断曲線を微分して硬さの分布を調べた。その結果, ゆで時間の増加に従って破断曲線を 3 つの型に分類できた。Fig. 7 にその典型的な例を示し, Fig. 4 の芯の状態と比較した。①はゆで時間 5 分で白い硬い芯がある状態である。破断は一段階で終わらず二つ目のピークが現れ(以下ダブルピーク), 微分値はプラスからマイナスになり再度プラスになった。これらは中心部の硬い芯の影響で破断が二段階になったと考えられる。②はゆで時間 8 分で白い芯がわずかに残った状態である。破断後のピークに肩が現れ(以下肩), 微分値はプラスからマイナスになり再び値が増加するがプラスにはならず 0 以下でとどまった。この肩は破断後に多少の抵抗が残ることを示す。③はゆで時間 11 分で白い芯は無いが, 中心部の水の浸透度がやや少ない状態である。破断は滑らかな曲線となり(以下シングルピーク), 微分値はプラスからマイナスへ移行した。これは試料が均質でスムーズに破断されたことを示す。

以上のように破断曲線の微分によって中心部の芯の状態を 3 段階に分類できたので, これを基準に測定した破断曲線を分類し, その割合を Table 1 に示した(n=30~40)。ダブルピークは 5 分ゆで直後で 73.7% と最も多く, ゆで時間に伴い徐々に減少し 10 分ゆで以降は見られなかった。したがってダブルピークは Fig. 4 の中心部の白い芯の出現状態をよく表すと考えられた。肩はゆで時間 8 分で最も多く 10 分ゆで以降は見ら

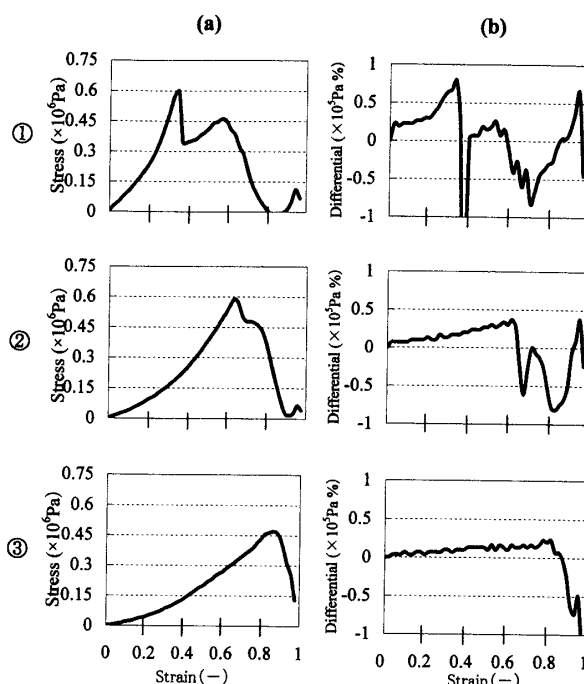


Fig. 7. Three typical examples of breaking curve (a) and its differential curve (b).

- ① double peak : boiling time=5 min,
- ② shoulder peak : boiling time=8 min,
- ③ single peak : boiling time=11 min

れなかった。したがって肩は白い芯がわずかに残るイタリア人のアルデンテの微妙な状態をよく表すと考えられた。シングルピークはゆで時間 6.5 分から徐々に出現し, 10 分以降で 100% となった。これは白い硬い芯は無くなり, 機械的には抵抗が無くなった状態である。Fig. 2 の官能評価と比較すると, 肩からシングルピークへと移行する 10, 11 分ゆでが日本人のアルデンテの状態と考えられた。20 分放置後の試料は, ゆで時間 7 分以上では, すべてシングルピークとなった。

Table 1. Single peak, sholder peak and double peak ratio of breaking curves.

boiling time (min)	immediately after boiling			20 min after boiling		
	single peak (%)	sholder peak (%)	double peak (%)	single peak (%)	sholder peak (%)	double peak (%)
5	0.0	26.3	73.7	13.8	51.7	34.5
6	0.0	47.5	52.5	50.0	40.0	10.0
6.5	2.7	45.9	51.4	—	—	—
7	9.6	45.2	45.2	100.0	0.0	0.0
7.5	15.8	55.3	28.9	100.0	0.0	0.0
8	28.9	57.9	13.2	100.0	0.0	0.0
8.5	54.1	32.4	13.5	100.0	0.0	0.0
9	82.5	15.0	2.5	100.0	0.0	0.0
10	100.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0
11	100.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0
13	100.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0

ゆで過程におけるスパゲティの芯の状態変化とアルデンテの評価

以上から、破断曲線を微分することによって、スパゲティの芯のゆで状態を判断することが可能であり、アルデンテの客観的判断にも有効であると考えられる。

考 察

以上よりイタリアにおける「アルデンテ」の状態と今回の女子大生を対象にした「アルデンテ」の状態を比較すると以下のようであった。

イタリアにおける「アルデンテ」は、ゆで歩留が2.1~2.2とすると、ゆで時間8~9分、水分含量約60%、ゆで状態の拡大写真観察では中心に白い芯がまだら状に残る状態、糊化度約80%、破断曲線はダブルピーク2.5~13.2%、肩15.0~57.9%、シングルピーク28.9~82.5%であった。従って、イタリアではスパゲティの芯は水が全く浸透していない白い芯のことを意味すると考えられる。

一方、日本における女子大生の「アルデンテ」はゆで歩留2.3~2.4、ゆで時間10~11分、水分含量63~64%、ゆで状態の拡大写真撮影では中心に白い部分は無いが水の浸透度の少ない部分が残る状態、糊化度90%以上、破断曲線はダブルピーク0.0%、肩0.0%、シングルピーク100%であった。従って日本におけるアルデンテの状態は、中心部の水の浸透度がやや少なく糊化度も90%以上程度のややゆで足りない状態を意味すると考えられる。官能検査の結果ではゆで時間8分は全く好まれなかったが、白い芯は日本人には生の状態と感じられるためであろう。

また、デュラム小麦の特徴には歯切れのよさがあげられるが、ゆで時間が短く破断歪が低いイタリアの「アルデンテ」のほうが、噛み切りやすく歯切れがよいデュラム小麦の特徴を生かしていると考えられる。

放置後の試料は、ゆで直後に白い芯がみられたものも、ゆで時間7分以上では放置後の破断曲線はシングルピークとなり、中心の抵抗がなくなった。これらの糊化度はゆで直後との差が認められなかったため、水分移動により芯の部分の抵抗が消えたと考えられる。

要 約

デュラム小麦のセモリナ粉100%使用、標準ゆで時間11分のスパゲティを用いて、ゆで時間を5~20分まで変えて試料を調製し、アルデンテについての官能評価、水分含量・ゆで歩留測定、拡大写真撮影、糊化度測定、破断試験を行い、以下の結果を得た。

1) 官能検査の結果、9, 10, 11分ゆでが「アルデン

テである」と評価され、10, 11分ゆでが「少し芯がある」、「好ましい」と評価されたので、好ましいアルデンテは10, 11分ゆでであった。

- 2) 日本人のアルデンテの10, 11分ゆでは、ゆで歩留2.3~2.4、水分含量63~64%に相当し、これらは中心の白い芯がなくなった状態で、糊化度は90%以上であった。イタリア人のアルデンテはゆで歩留2.1~2.2とすると、ゆで時間8~9分、水分含量約60%に相当し、中心にまだら状に白い芯が残り、糊化度は約80%であった。
- 3) 破断曲線を微分すると、ゆで時間の違いによってダブルピーク、肩、シングルピークの3つに分類された。日本人が好む10, 11分ゆではシングルピークの形で、イタリア人が好む8, 9分ゆでは肩がある形であった。破断曲線の微分はスパゲティの芯のゆで状態の指標になった。
- 4) 20分放置により、拡大写真撮影では中心部への水分移動が見られたが、糊化度はゆで直後と差が認められなかった。また破断曲線の肩はシングルピークになり、破断特性値は全体的に低下した。

謝 辞

糊化度の測定のために示差走査熱量計(DSC-7, Perkin-Elmer社)を快くお貸し下さいました、東京大学大学院農学生命科学研究科応用生命化学専攻宮脇長人助教授に深く感謝いたします。

文 献

- 1) 塚本守(1997), パスタの商品概要, 食生活, **8**, 2-12.
- 2) F. A. Manthey, A. L. Schorno (2002), Physical and cooking quality of spaghetti made from whole wheat durum, *Cereal Chem.*, **79**, 504-510.
- 3) 坪山悦子, 門岡克行, 塚本守, 服部隆一(1978), スパゲティ品質の製造後三年間の変化, 日食工誌, **25**, 40-42.
- 4) 塚本守(1984), パスタの話(III), 日調科誌, **17**, 221-228.
- 5) M. E. Cole (1991), Review: Prediction and measurement of pasta quality, *Ins. F. Sci. Technol.*, **26**, 133-151.
- 6) 講談社(1979), 味公爵 パン・麺・パスタ, 講談社, 東京, 164-169.
- 7) 小島登貴子, 関根正裕, 鈴木敏正, 堀金明美, 永田忠博(2000), ゆで麺のテクスチャーに対する水分分布の影響, 日食工誌, **47**, 142-147.
- 8) 四宮陽子(2000), 破断試験によるゆで麺のテクスチャーの特徴と官能評価との関係, 日調科誌, **33**, 198-203.
- 9) 菅原龍幸, 前川昭男監修(2000), 新 食品分析ハンドブック, 建帛社, 東京, 16.

- 10) 松永暁子 (1997), 澱粉質食品の老化に関する研究 (上巻), 松永昌三編, 松永昌三, 東京, 191-194.
- 11) S. Chaiwanichsiri, S. Ohnishi, T. Suzuki, R. Takai, O. Miyawaki (2001), Measurement of electrical conductivity, differential scanning calorimetry and viscosity of starch and flour suspensions during gelatinization process, *J. Sci. Food Agric.*, **81**, 1586-1591.
- 12) American Association of Cereal Chemists (2000), *Approved Methods of the AACC*, 10th ed. Methods 66-50, The Association: St. Paul, MN.

(2003年4月14日受理)