

# ホワイトソース物性へ及ぼす調理操作条件の影響

—シェフと非熟練者の攪拌条件の例—

## Effect of Cooking Process on Physical Properties of White Sauce —Comparison between a chef and an unskilled subject for mixing process—

野坂千秋\* 箕輪澄乃\* 星川恵里\*

(Chiaki Nosaka)

(Sumino Minowa)

(Eri Hoshikawa)

久保田浩二\* 大越ひろ\*\* 渡邊乾二\*\*\*

(Kouji Kubota)

(Ogoshi Hiro)

(Kenji Watanabe)

The processes used by a French chef and a non-professional to prepare white sauce were compared to identify those factors which would give desirable physical properties to the resulting sauce.

The main difference lay in the process of mixing the roux and milk. It was found that the professional stirred the mixture at twice the speed of the non-professional. Oil and starch were finely dispersed in the chef-made sauce which was lower in the yield stress, thixotropic parameter and consistency index, and higher in the flow behavior index than the other. In the sauce made by the nonprofessional, oil was dispersed in larger grains, and the starch particles cohered. The sensory test results showed that the chef-made sauce was more favored than that of the non-professional because of its lower viscosity and smoother and softer texture.

Several sauces prepared with different stirring speeds were examined. As the stirring speed was increased, the dispersion and physical properties of the sauce contributed to the better evaluation of taste. Smoothness, which greatly contributed to the evaluation of taste, was well correlated with the consistency index and with the size of the starch and protein particles.

The higher speed by the professional in stirring the mixture of roux and milk therefore resulted in preferable physical properties of the white sauce-in which starch and oil were finely dispersed.

**キーワード:** ホワイトソース white sauce; シェフ chef; 調理法 cooking method; 物性特性 rheological properties; 澱粉 starch; テクスチャー texture

ホワイトソースは、西洋料理の基本ソースの一つとして、家庭及び外食におけるメニューに頻度高く登場し、また多くの加工食品に利用されている。

その原料組成が単純であるだけに、おいしく作るにはコツが要求され、調理技術の熟練の程度が、出来上がりに大きく影響すると言われている。

実際に、同一原料・同一配合で熟練したフランス料理のシェフと熟練度の低い人の調製したソースを比較すると、その性状は大きく異なった。シェフ品は極めて滑らかで良好な仕上がりであるのに対し、非熟練者品は滑らかさに欠け、冷めるとポテつくものとなった。

そこで、熟練したシェフの調理技術に着目し、非熟練者と比較し、調理操作条件が、ソース中の成分の状態や物性に与える影響について検討を行った。

ホワイトソースに関する研究は、調理科学及び食品学分野において、1970年代に盛んに行われた。その多くは、ソースの性状に及ぼすルーの加熱温度の影響<sup>1~3)</sup>、配合・食品成分がソースの物性や風味に及ぼす影響<sup>4,5)</sup>あるいはソースの凍結変性<sup>6~8)</sup>に関するもので

\* 味の素(株)食品研究所  
(AJINOMOTO CO., INC., Food Research & Development  
Laboratories, Kawasaki 210-8681)

\*\* 日本女子大学  
(JAPAN WOMEN'S UNIVERSITY Faculty of Home Eco-  
nomics)

\*\*\* 岐阜大学大学院連合農学研究科  
(The United Graduate School of Agricultural Science, Gifu  
University)

## ホワイトソース物性へ及ぼす調理操作条件の影響

あった。しかし、製法条件についての検討はソースの加熱温度に関する赤羽ら<sup>9)</sup>の研究の他、ほとんど見当たらない。また、従来のホワイトソースに関するものは、プロの製法及びシェフ調製品を対象としたものではない。

本報では、プロであるシェフの調製品を対象とし、その製法及びホワイトソースの物性に関し、得られた知見を報告する。

## 実験方法

## 1. 試料

## 1) 材料及び配合

バター(雪印無塩バター)、小麦粉(日本製粉強力粉「カメリア」:水分13.1%)、牛乳(雪印:乳脂肪4.3%)を用い、表1の配合に従った。

## 2) 調製方法

調製者には、プロの技術を有する者として、仏料理経験30年の現役シェフ1名と、非熟練者として調理の基礎知識は有するものの調理経験の少ない者1名の

表1. ホワイトソースの材料

| 材 料  | 重量 (g) |
|------|--------|
| 牛乳   | 1,000  |
| 小麦粉  | 80     |
| バター  | 67     |
| 材料合計 | 1,147  |

蒸発量を13%とし、出来上りソース重量を1,000gとした

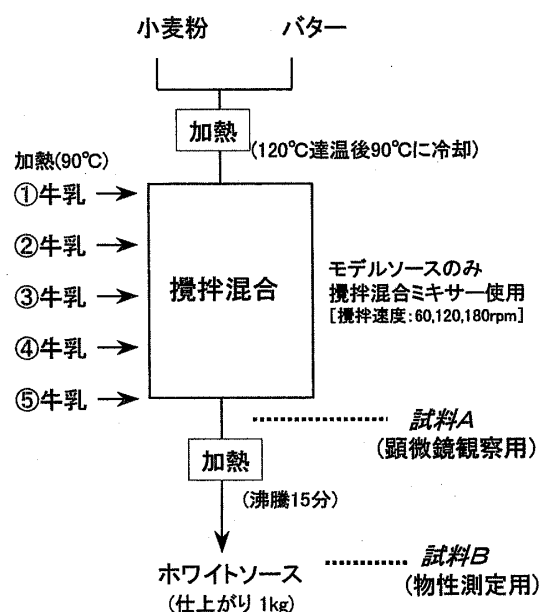


図1. 調製フローと測定試料

計2名を起用した。更に、モデル系として、ミキサーによる調製を行った。

## ① ルーの調製

40°Cに溶かしたバターに小麦粉を入れ、8分間で120°Cまで加熱し、120°C達温後直ちに冷却したものを基本ルーとし、全ての試料に共通して用いた。

## ② ソースの調製

シェフ及び非熟練者調製ソースは、フロー(図1)に準じ、アルミ製片手鍋(直径21cm)、木ベラを使用して調製した。モデルソースは、フロー(図1)に準じ、ルーと牛乳の攪拌工程に、HOBART N-50(木ベラ攪拌羽)を用い、牛乳添加毎に30秒攪拌した。攪拌速度は60, 120, 180rpmの3段階とし、3種のソースを調製した。仕上げ加熱は加熱攪拌槽を用い、攪拌速度は10rpm, 97°C15分とした。

尚、顕微鏡観察試料には、澱粉の分散状態が明確に判断できる、ルーと牛乳を混合攪拌した直後のものを用い、物性測定には、加熱終了後のソースを用いた(図1)。

## 2. 調理工程の計測

各調理工程毎に、所要時間、材料添加量及び最終仕上がり重量(メトラ社製重量計)について計測した。また、キャノン製ハンディカムにて調理全工程をビデオ収録した。

## 3. 顕微鏡観察

顕微鏡により各成分の分散状態を観察するため、各成分の染色を行った。澱粉にはヨウ素ヨウ化カリウム1%溶液、タンパクにはエオシンY0.5%溶液、油脂にはルー調製時に仕上がりソースに対し0.3%のパプリカオレオレジンを追加し、各々染色し、光学顕微鏡(Nikon OPTIPHOT)にて、各成分の分散状態を塗本法にて観察した。

粒子径は、顕微鏡画像を画像解析装置(TOYOBOイメージアナライザーV10)に取り込み、粒子の円相当径とし計測した。(n=50)

## 4. 物性測定

1) 流動特性<sup>10)</sup>

同心二重円筒型回転粘度計(HAKKE社Rotovisco RV-20)を用いて測定を行った。Wood<sup>11)</sup>は、人は液状食品の粘性をずり速度 $50\text{s}^{-1}$ 程度で知覚すると報告し、Sherman<sup>12)</sup>は、ヨーグルトの粘性を経口評価する場合のずり速度は $20\text{s}^{-1}$ 程度としている。そこで、ホワイトソースについてもこのずり速度範囲が適用できると考え、測定ずり速度範囲を、 $0\sim 100\text{s}^{-1}$ に設定した。また、測定温度は何れも $60^\circ\text{C}$ とした。

降伏応力は、Casson の関係式を適用し、ずり応力とずり速度の平方根のグラフ上でずり速度  $0\text{s}^{-1}$  における、ずり応力として求めた。更に、流動方程式の係数である、粘稠性係数  $K$ 、流動性指数  $n$  を求めた。

チキソトロピー特性値は、流動履歴曲線の面積より、(1) 式に従い求めた<sup>9)</sup>。

$$Th = Bs \quad (1)$$

尚、 $S$  は流動履歴曲線の面積、 $B$  は縦軸・横軸の尺度を考慮した比例定数である。

## 5. 官能評価

評価方法は、評点法による 5 段階評価とした。パネルは訓練された研究所パネルのべ 12 名 ( $n=4$ ) とし、試料提示温度は  $70^\circ\text{C}$  とした。評価項目は、なめらかさ (ざらつく 1 ⇔ なめらか 5)、ボテ付き (ボテつかない 1 ⇔ ボテつく)、粘り (粘りが弱い 1 ⇔ 粘りが強い 5)、クリーム風味の好ましさ (好ましくない 1 ⇔ 好ましい 5) 総合評価 (最も悪い 1 ⇔ 最も良い 5) である。

## 実験結果及び考察

### 1. 調理工程の比較

調理工程のフローを図 1 に示す。シェフと非熟練者と比較して特に異なった工程は、ルーと牛乳の攪拌混合工程であった。その際の詳細な調製条件を表 2 に示した。

牛乳の添加は両者共に 5 回に分割して行われ、各回の牛乳添加量、攪拌時間については両者に大きな差は認められなかったが、攪拌速度に関しては牛乳投入 2 回目以降に差が認められた。

速度の測定は、ビデオ画面から牛乳投入毎に行われるヘラの攪拌回数と時間より求めた。その結果、シェフは 2 回目以降の速度上昇が顕著で、4 回目では 200 rpm を超えるスピードで攪拌していたのに対し、非熟練者では、速度上昇も小さく最大でも 128 rpm とシェ

フの約 2/3 の速度に留まり、3 回目をピークに減少する攪拌操作であった。

以上の結果より、シェフは非熟練者に比べて、ルーを牛乳へ伸ばす際により速く多い攪拌を行っていると言える。この攪拌速度の違いがホワイトソースの性状にどの様に影響するのかを明らかにするために、次に顕微鏡によるソース中成分の状態観察を行った。

### 2. 顕微鏡観察及び平均粒子径計測

図 2 に、シェフソースと非熟練者ソース中の小麦澱粉とタンパク成分粒子及び油脂粒子の分散状態を観察した顕微鏡写真を示した。

シェフソースは、濃青色に染色された澱粉粒が均一に一粒ずつ分散し、赤色に染色されたタンパクと離れた状態で存在していた。一方、非熟練者ソースでは、澱粉とタンパクが絡まり合った凝集構造が観察された。これら凝集物も粒子として捉え、画像処理により円相当径として平均粒子径を計測した結果を表 3 に示す。平均粒子径はシェフソースでは、 $22.1\mu\text{m}$  に対し、非熟練者ソースでは  $121.7\mu\text{m}$  と、 $t$  検定の結果、有意な差 ( $p < 0.01$ ) が認められた。

一方、油脂粒子の結果は、シェフソースでは、黄色に染まった油滴が細かく均一に分散した乳化状態が観察されたのに対し、非熟練者ソースでは油滴が大きく、一部合一した状態を示していた。平均粒子径を計測し、表 3 に併せて示した。シェフソースの  $6.1\mu\text{m}$  に対し、非熟練者ソースでは、 $41.4\mu\text{m}$  と、有意な差 ( $p < 0.01$ ) が認められた。

上記の結果から、ルーと牛乳混合時の攪拌速度の違いが出来上がりのソース中成分の分散状態に影響する可能性が推察された。そこで、攪拌速度をミキサーを用いて制御し、60, 120, 180 rpm と 3 段階に変化させて調製したモデルソースについて、ソース中の各成分の分散状態の顕微鏡観察を試みた。

表 2. ルーと牛乳混合時の調製条件結果

| 牛乳投入回 | 牛乳添加量 (g) |       | 攪拌時間 (秒) |        | 各回平均攪拌速度 (rpm) |      |
|-------|-----------|-------|----------|--------|----------------|------|
|       | シェフ       | 非熟練者  | シェフ      | 非熟練者   | シェフ            | 非熟練者 |
| 1     | 180       | 90    | 10       | 12     | 60             | 60   |
| 2     | 90        | 180   | 16       | 15     | 150            | 92   |
| 3     | 90        | 180   | 15       | 20     | 173            | 128  |
| 4     | 180       | 180   | 17       | 19     | 211            | 120  |
| 5     | 460       | 370   | 46       | 35     | 140            | 108  |
| 合計    | 1,000     | 1,000 | 104      | 101    |                |      |
| 平均攪拌数 |           |       |          |        | 147            | 102  |
| 総所要時間 |           |       | 2分 25秒   | 3分 40秒 |                |      |

## ホワイトソース物性へ及ぼす調理操作条件の影響

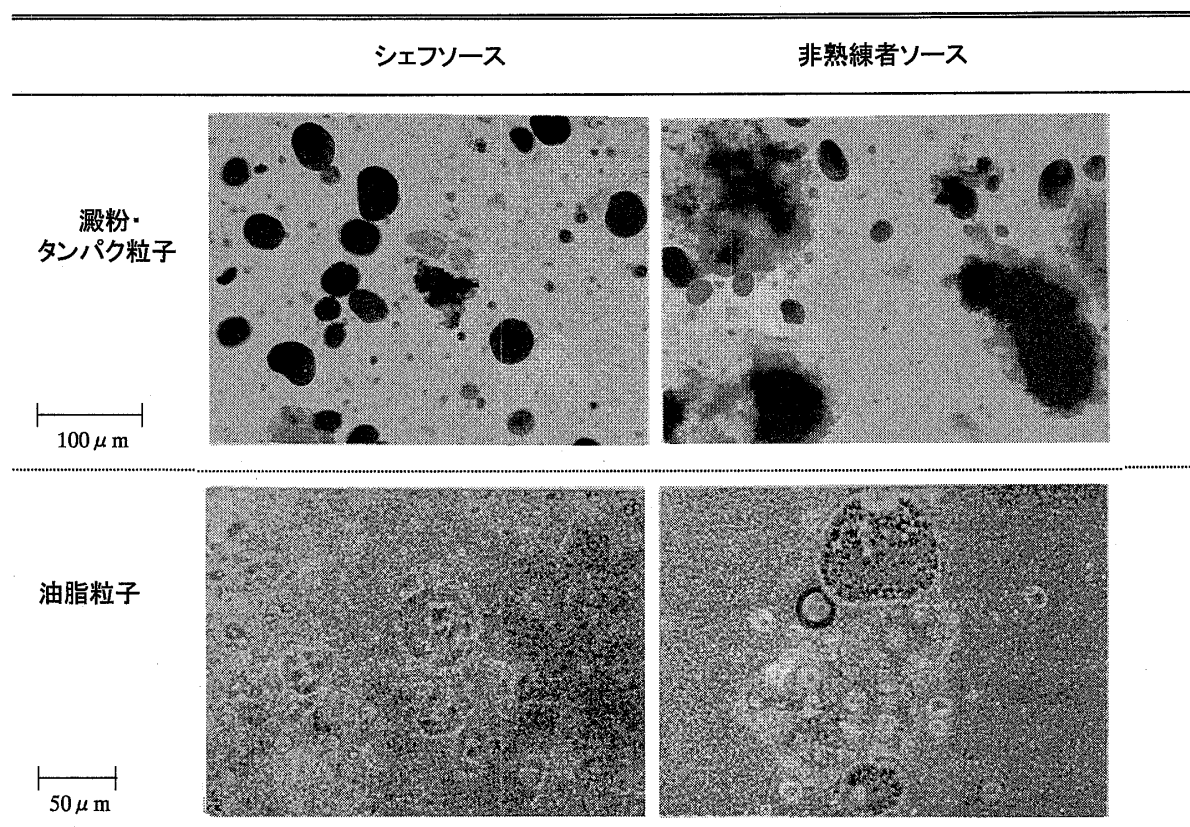


図2. ルーと牛乳混合直後のソース中の顕微鏡観察結果

表3. 調製ソースの各成分の平均粒子径

| 試料      | 澱粉, タンパク粒子径<br>( $\mu\text{m}$ ) | 油脂粒子径<br>( $\mu\text{m}$ ) |
|---------|----------------------------------|----------------------------|
| シェフソース  | $22.1 \pm 11.7^a$                | $6.1 \pm 3.1^a$            |
| 非熟練者ソース | $121.7 \pm 79.1^b$               | $41.4 \pm 31.2^b$          |
| モデルソース  | 攪拌速度条件                           |                            |
|         | 60rpm                            | $54.2 \pm 34.8^c$          |
|         | 120rpm                           | $30.7 \pm 25.1^d$          |
|         | 180rpm                           | $21.3 \pm 12.9^a$          |

<sup>1)</sup> 平均値 $\pm$ S.D.

<sup>2)</sup> 同列中でa~eの記号の異なるものは、有意差あり [ $p < 0.01$ ]

モデルソース中の小麦澱粉とタンパク成分の分散状態及び、油脂粒を顕微鏡観察した結果を、図3に示した。攪拌速度の増加に伴い、澱粉・タンパク粒子は凝集構造が消失して均一に分散し、一方、油脂粒子は細粒化する傾向が観察された。

平均澱粉・タンパク粒子径(表3)は、攪拌速度の増加に伴い小さくなり、60rpmと120及び180rpmの調製ソースには有意な差( $p < 0.01$ )が認められた。また、180rpm調製ソースは、シェフソースの粒子径と有意差が認められず、近似した値を示した。このことから、シェフの調製方法は表2に見られるように、ルーと牛

乳を合わせるときの攪拌速度を速くすることで、澱粉・タンパク凝集物を均一に分散させていると言える。

同様に平均油脂粒子径(表3)も、攪拌速度の増加に伴い小さくなり、180rpmと60, 120rpmのソースには有意な差( $p < 0.01$ )が認められた。また、120rpm調製ソースはシェフソースの粒子径と有意な差が認められず、ほぼ同等の値を示した。180rpm調製ソースは、更に細かい粒径を呈した。このことは、澱粉・タンパク成分の分散状態と同様、ルーと牛乳を合わせるときの攪拌速度が、油脂粒子においても細粒化に影響を

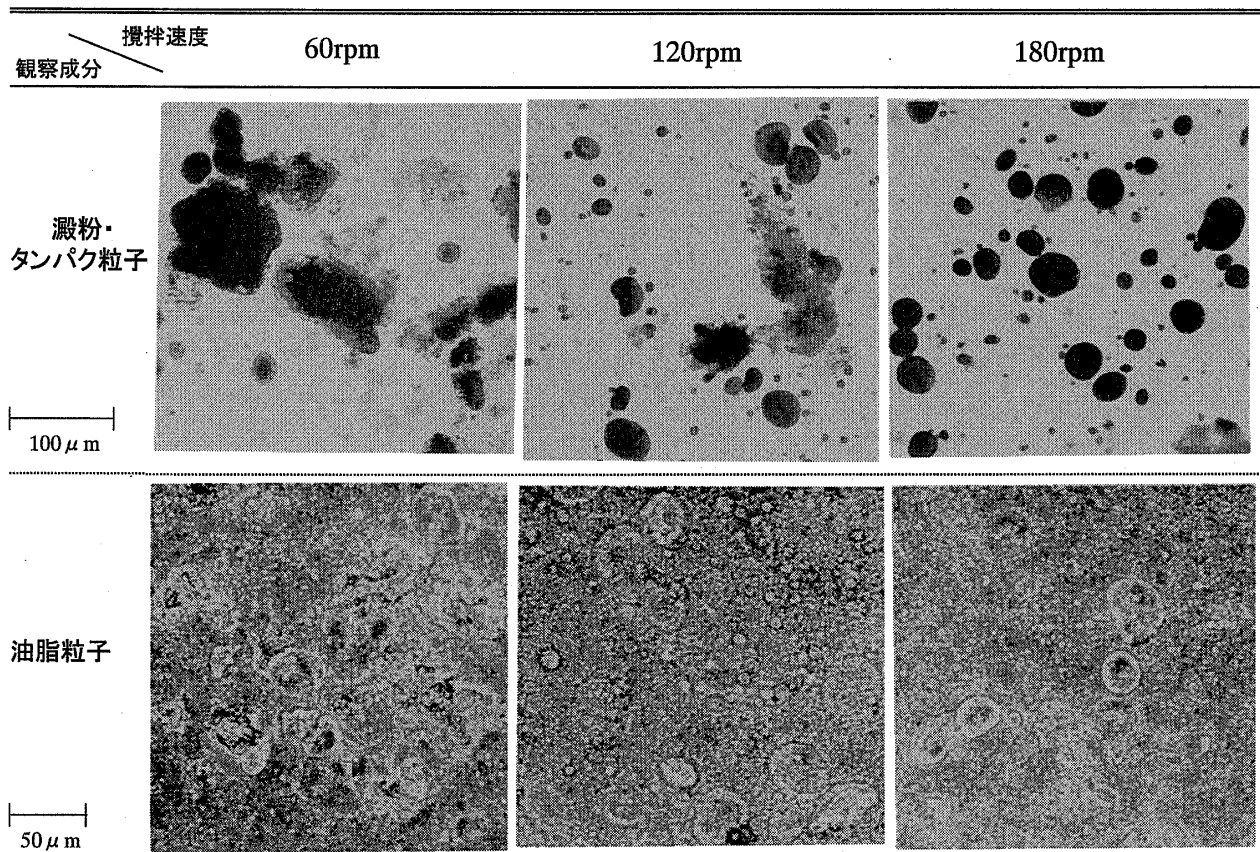


図3. ルーと牛乳混合直後のモデルソースの顕微鏡観察結果

表4. 調製ソースの流動特性

| 試料      | Sy<br>(Pa)         | Th<br>( $\times 10^2 \text{N/m}^2 \text{sec}$ ) | K<br>( $\times 10 \text{N/m}^{-2} \cdot \text{s}^n$ ) | n                 |                   |
|---------|--------------------|---|---|-------------------|-------------------|
| シェフソース  | $5.10 \pm 0.35^a$  | $2.49 \pm 0.15^a$                               | $3.08 \pm 0.38^a$                                     | $0.31 \pm 0.02^a$ |                   |
| 非熟練者ソース | $12.50 \pm 1.57^b$ | $5.25 \pm 0.56^b$                               | $6.03 \pm 0.19^b$                                     | $0.23 \pm 0.03^b$ |                   |
| モデルソース  | 搅拌速度条件             |   |   |                   |                   |
|         | 60rpm              | $8.63 \pm 0.64^c$                               | $4.00 \pm 0.42^c$                                     | $4.58 \pm 0.28^c$ | $0.27 \pm 0.02^b$ |
|         | 120rpm             | $7.83 \pm 0.42^c$                               | $3.58 \pm 0.32^c$                                     | $3.54 \pm 0.19^a$ | $0.31 \pm 0.01^a$ |
|         | 180rpm             | $5.85 \pm 0.42^a$                               | $2.89 \pm 0.13^a$                                     | $2.69 \pm 0.25^a$ | $0.34 \pm 0.04^a$ |

<sup>1)</sup> Sy は降伏応力, Th はチキソトロピー特性値, K は粘稠性係数, n は流動性指数を表す

<sup>2)</sup> 平均値 $\pm$ S.D.

<sup>3)</sup> 同列中で a~e の記号の異なるものは, 有意差あり [ $p < 0.01$ ]

与えていると言える。

以上の結果より, ホワイトソースの調製において, ルーと牛乳混合時の搅拌速度が澱粉粒や油脂の凝集・分散状態に大きく影響し, 高速搅拌になる程, 澱粉粒が均一に分散し, 油脂が細粒化して良好な乳化状態のソースに仕上げられることが示唆された。

そこで各成分の分散状態の相違が, 仕上がったソースの力学的物性に影響を与えたと考えられたため, 次に, 力学的物性の測定を行なった。

### 3. 力学的物性の測定

澱粉粒や油脂の分散状態の異なるホワイトソースが有する, 力学的物性の特徴を明らかにするために, 流動特性<sup>12)</sup>の測定を行った。

そこで, この流動履歴曲線を解析し, シェフソースと非熟練者ソースの流動特性を表4に示した。

流動履歴曲線を測定した結果, 何れのソースも, ずり速度の上昇に従い, ずり応力の増加率が減少するずり速度流動化流動を示した。また, ずり速度上昇曲線

## ホワイトソース物性へ及ぼす調理操作条件の影響

がずり応力下降曲線よりも上になるチキソトロピー的挙動を示し、しかも降伏応力をもつ塑性流動を示し、赤羽ら<sup>9)</sup>の報告と一致した。

シェフソースは非熟練者ソースに比し、降伏応力、チキソトロピー特性値、粘稠性係数が有意に低く ( $p < 0.01$ )、流動性指数が有意に大きい ( $p < 0.01$ )、明らかに異なる流動特性を示した。

比較のため、顕微鏡観察の結果から、澱粉・タンパク及び油脂粒子の分散状態の異なるモデルソースについて、流動特性の測定を行った。何れのモデルソースも降伏応力を有する流動履歴曲線を示したので、解析し得られた流動特性を表4に併せて示した。攪拌速度の上昇により、降伏応力、チキソトロピー特性値、粘稠性係数が低下し、流動性指数が増加する傾向が見られた。

すなわち、攪拌速度が上昇するに従い、シェフソースの値に近づく傾向を示し、シェフソースの何れの特性値も、モデルソース 120~180 rpm の範囲に入った。

特にホワイトソースのチキソトロピー特性値は、糊化した澱粉粒子と変性グルテン等により形成される緩やかな構造に起因するといわれている<sup>9)</sup>。このことは顕微鏡観察で得た、澱粉粒やタンパク成分の異なった分散状態が、ソースのチキソトロピー特性値を初めとする流動特性に影響することを裏付けた結果と言える。

次に、以上の性状の異なるソースについて、官能評価面との関連を検討した。

### 5. 官能評価

シェフ及び非熟練者ソースと攪拌速度の異なるモデルソース3種の合計5試料についての官能評価を行った結果を表5に示した。

シェフソースは他のソースに比べ、なめらかでボテつきが少なく、クリーム風味が良好で好ましいと評価された。一方、モデルソースは、ルーと牛乳混合時の

攪拌速度の増加に従い有意 ( $p < 0.01$ ) に、なめらかさが増加し、ボテつき感が減少し、クリーム風味が良好で、好ましいソースに変化した。モデルソース3種の内、180rpm 調製ソースは、なめらかさ、ボテつき感、粘りの強さにおいて、シェフソースとの間に有意差が認められず、テクスチャーの点ではほぼ同等の特徴を有するものであることが明らかとなった。また、クリーム風味や総合評価においては有意差が認められたが、これは、物性上シェフソースと最も異なった、180rpm 調製ソースの油脂粒子径が有意に ( $p < 0.01$ ) 細粒化したことによる影響の可能性が推察される。その影響が総合評価にも表れたと考えられる。ミキサーと手動攪拌は全く同一ではない為、攪拌方法のソース物性への影響については、今後の検討課題である。

次に、総合評価と最も関連の高かった官能評価項目を見たところ「なめらかさ」が挙げられた ( $r^2 = 0.998$ )。「なめらかさ」は、テクスチャーと関連が深い主観的な評価項目と言える。そこで、客観測定値の中で、「なめらかさ」と関連の高かった項目である、粒子径及び流動特性との回帰分析を試みた。

目的変数  $y$  である「なめらかさ」に対し、高い寄与率を得られた説明変数  $x$  は、澱粉・タンパク粒子径と粘稠性係数であった。澱粉・タンパク粒子径との関係 (図4) は、指数回帰曲線として  $y = 22.3 x^{-0.6}$  が得られ、 $r^2 = 0.983$  の寄与率となった。また、粘稠性係数との関係は (図5) は、回帰曲線  $y = -0.86 x + 6.7$  が得られ、 $r^2 = 0.981$  の寄与率となった。この結果より、ホワイトソースにおける「なめらかさ」は、澱粉・タンパク粒子径と関係が強いことが明らかとなった。また、粘稠性係数  $K$  は、ずり速度  $1s^{-1}$  における見かけの粘性率に相当することから、ソース喫食時に感じるなめらかさは、舌の上でゆっくりと評価している可能性が示唆された。

以上の結果から、ホワイトソース調製における、ル

表5. ホワイトソースの官能評価結果

| 試料      | 評価項目   | 官能評価             |                  |                  |                  | 総合評価             |
|---------|--------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
|         |        | なめらかさ            | ボテつき感            | 粘りの強さ            | クリーム風味の好ましき      |                  |
| シェフソース  |        | 4.3 <sup>a</sup> | 2.0 <sup>a</sup> | 3.1 <sup>a</sup> | 4.3 <sup>a</sup> | 4.2 <sup>a</sup> |
| 非熟練者ソース |        | 1.6 <sup>b</sup> | 4.8 <sup>b</sup> | 4.8 <sup>b</sup> | 2.2 <sup>b</sup> | 1.5 <sup>b</sup> |
| モデルソース  | 攪拌速度条件 |                  |                  |                  |                  |                  |
|         | 60rpm  | 2.6 <sup>c</sup> | 3.8 <sup>c</sup> | 4.2 <sup>c</sup> | 2.8 <sup>c</sup> | 2.4 <sup>c</sup> |
|         | 120rpm | 3.6 <sup>d</sup> | 2.6 <sup>d</sup> | 3.6 <sup>d</sup> | 3.7 <sup>d</sup> | 3.4 <sup>d</sup> |
|         | 180rpm | 4.3 <sup>a</sup> | 2.0 <sup>a</sup> | 2.9 <sup>a</sup> | 4.0 <sup>d</sup> | 4.0 <sup>e</sup> |

<sup>1)</sup> 平均値±S.D.

<sup>2)</sup> 同列中で a~e の記号の異なるものは、有意差あり [ $p < 0.01$ ]

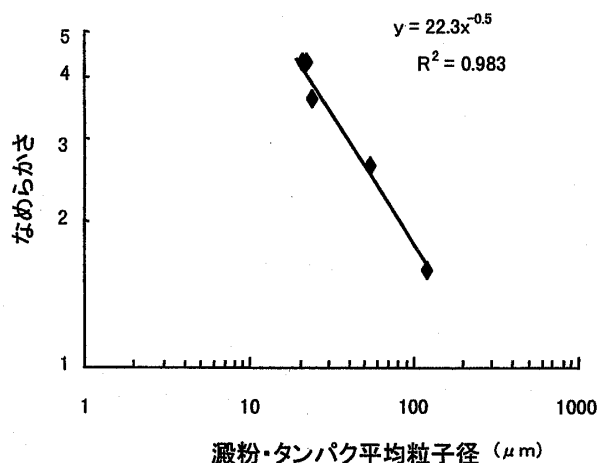


図4. なめらかさと澱粉・タンパク粒子径との関係

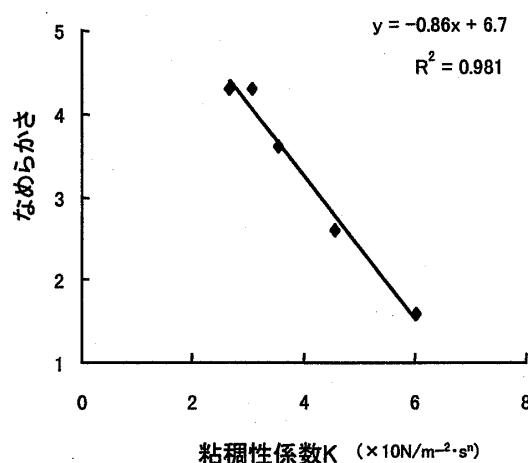


図5. なめらかさと粘稠性係数Kとの関係

一と牛乳混合時の攪拌工程は、出来上がりのソース物性やテクスチャーに大きな影響を及ぼしていることが明らかとなった。すなわち、シェフは攪拌速度を速くすることにより、食感や風味の好ましいホワイトソースを調製していることが示唆された。

### 要約

熟練したシェフの調理技術に着目し、非熟練者と比較し、ソース中の成分の状態や物性に与える、調理操作条件の影響について検討を行った。

1. 調理工程を比較したところ、ルーと牛乳の攪拌工程に顕著な差が見られ、シェフは非熟練者に比べ、2倍近い攪拌速度を示した。

2. ルーと牛乳を攪拌混合した直後の試料で比較すると、シェフではルー中の小麦澱粉・タンパク粒子が均一に分散し、油脂が細粒化した状態であるのに対し、非熟練者では澱粉粒はタンパクと絡み合って凝集し、油脂は大きな粒径を呈した。ルーと牛乳の攪拌速度を変化させて調製したモデル系においても、攪拌速度の上昇に従い、シェフに近づく傾向を示した。

3. 流動特性において、シェフソースは非熟練者ソースに比べ、降伏値、チキソトロピー性、粘稠性係数が有意に小さく、流動性指数が有意に大きい物性を示した。モデルソースにおいても、攪拌速度の上昇に従い、シェフソースに近づく傾向を示した。

4. シェフソースは非熟練者ソースに比し、滑らかで、ボテつかず、粘りが少なく、クリーム風味の好ま

しいホワイトソースであることが示された。モデルソースにおいても、攪拌速度が速い程、同様の傾向を示し、シェフソースの食感や風味に近づいた。また、総合評価と相関の高かった「なめらかさ」は、澱粉・タンパク粒子径と粘稠性係数と高い相関を有することが示された。

以上より、シェフの調製方法は、ルーと牛乳を高速攪拌する点で非熟練者と異なることが特徴として挙げられ、その調理操作が、良好なホワイトソースに反映していることが示唆された。

### 文献

- 1) 赤羽ひろ, 大澤はま子, 中濱信子: 家政誌, **27**, 472 (1976)
- 2) 島田淳子, 渡辺繁子ら: 家政誌, **24**, 704 (1973)
- 3) 畑江敬子, 島田淳子, 吉松藤子: 家政誌, **30**, 441 (1979)
- 4) 大澤はま子, 中濱信子: 家政誌, **24**, 359 (1973)
- 5) 赤羽ひろ, 大澤はま子, 中濱信子: 家政誌, **30**, 845 (1979)
- 6) 島田淳子, 徳屋文子: 家政誌, **36**, 867 (1985)
- 7) 松本美鈴, 坂上朋子ら: 家政誌, **37**, 369 (1986)
- 8) 菊池栄一, 井筒雅: 日食工誌, **28**, 569 (1981)
- 9) 赤羽ひろ, 中濱信子: 家政誌, **28**, 299 (1977)
- 10) 赤羽ひろ, 中濱信子: 調理科学, **22**, 247 (1989)
- 11) F. W. Wood: *S. C. I. Monograph*, **27**, 40 (1968)
- 12) F. Sharma, C. Parkinson and P. Sharman: *J. Texture Stud.*, **4**, 102 (1973)

(2000年1月31日 受理)