調査・資料

シュミット・ボンジンスキー・ラツラフ法によるチーズ およびプロセスチーズの脂肪含量の測定

慶田 雅洋^{*1} 津郷 友吉^{*2}

Determination of Fat Content in Cheese and Processed Cheese Products
by the Schmid-Bondzyński-Ratzlaff Method

Masahiro IWAIDA^{*1} and Tomokichi TSUGO^{*2}

(^{*1} National Institute of Hygienic Sciences: 1-18-1, Kamiyoga, Setagaya-ku,
Tokyo; ^{*2} Department of Agricultural Chemistry, the University
of Tokyo: Yayoi 1-chome, Bunkyo-ku, Tokyo)

牛乳の脂肪分の定量法としてはリョーゼゴットリーブ法による重量法が標準法として各国で採用されている。しかしながらチーズの場合にはタンパク質組織中に分散している脂肪球の皮膜を破壊するにはアンモニア水による方法では不十分であって、チーズを塩酸で分解したのち、酸性アルコール溶液よりエーテルおよび石油エーテルで抽出した区分について定量する方法が 1888 年 Schmid¹⁾により考案され、1894 年 Bondzyński²⁾によって、1903 年 Ratzlaff³⁾により、それぞれ改良されており、一般にシュミット・ボンジンスキー・ラツラフ (Schmid-Bondzyński-Ratzlaff) 法と呼ばれている。本法は 1959 年に国際酪農連盟 (IDF) により IDF 標準法⁴⁾として採用されている。しかしながら、FAO/WHO の乳および乳製品基本法に関する政府専門家委員会は、1961 年の第 4 回会合で、FAO Conference より、関連のある国際機構すなわち国際標準機構 (ISO) と連絡を保つように要請されたことを明らかにした。ISO と IDF の協力に関しては、食品法 (Codex Alimentarius) のうち、乳および乳製品の分析法に関する分野では IDF が主導性を果たすべきであると考え、しかしながら、2 つの機構の異なるメンバーの特殊性を十分に生かして、相互の重複をさけながら、活動してゆくことは有意義なことであり、また基本法委員会はとくに米国分析化学者協会 (AOAC) と適当な接触を保つことが必要であるとの見

解を表明している。この線にそって IDF/ISO/AOAC の 3 者の協力により、現存する IDF Standard を改訂して国際標準法を作製する作業が進められており、1968 年に“チーズおよびプロセスチーズ製品の脂肪含量の測定法”に関する改訂案が提出された⁵⁾。しかしながらここに示された内容は前述の IDF 標準法とほとんど同じであって、書式体裁を ISO 報告 R 78 (すでに IDF によって採択済み) に基づいて変更したものであって、技術的に改正された点はごく小部分である。したがって、この改訂案を中心として以下説明する。

試 薬

1. 塩酸: 特級塩酸より 25% (w/W) HCl (20° における比重, 約 1.125) を調製する。
2. エタノール: 95% エタノールを使用する。
3. エーテル: 過酸化物を含まないものを使用する。過酸化物の試験法およびエーテルの保存中の過酸化物の形成の防止法に関しては井上ら⁶⁾の報告を参照のこと。
4. 石油エーテル: 沸点 (30~60° のもの) JIS 規格特級石油エーテルは 30~60° の留分を 90% 以上含むように定められており、これを蒸留して使用するとよい。

試料の採取法

津郷ら⁷⁾の方法による。

実験方法

調製した試料 1~3 g を 100 ml の共せん三角フラスコまたは 100 ml のビーカーにはかり取る。試料をセルロースフィルム (厚さ 0.03~0.05 mm, 広さ 50×75 mm, 塩酸可溶のもの。分析結果に影響を及ぼすものであってはならない) にはかりとり、折りたたんで導入してもよ

^{*1} 国立衛生試験所食品添加物部: 東京都世田谷区上用賀 1-18-1

^{*2} 東京大学農学部農芸化学科: 東京都文京区弥生 1-1-1

い、塩酸 8~10 ml を添加し、煮沸水浴中または火炎上で静かに回転させてチーズを完全に溶解させる。煮沸水浴中に 20 分間放置したのち、冷却する。容器の内容物をリョーリッヒ管に移し、10 ml のエタノールで容器を洗浄し、リョーリッヒ管に移す。25 ml のエーテルで同様に容器をゆすいでリョーリッヒ管に加えた後、密せんに 1 分間激しく振とうおよび反転を繰り返す。注意深くせんを開けた後、25 ml の石油エーテルを添加する（この際にも予め容器に移し洗浄を行なう）。最初の数 ml はリョーリッヒ管のせんおよび頸部の内側をゆすぐのに使い、ゆすぎ液は器内に完全に流し込むものとする。再び密せんに 30 秒間振とう、反転する。上層が透明となり下層と明らかに分離するまで静置する。せんを開き、エーテルと石油エーテルの等量混合液数 ml を使用してせんおよび頸部の内側をゆすぐ。ゆすぎ液は完全に器内に流し込むものとする。上層はデカンテーションにより、あらかじめ恒量を求めた 100~200 ml の三角フラスコまたは三角ビーカー【溶剤除去のために煮沸助剤を使用する場合には、それをも含めて恒量とする。助剤としては脂肪を含まず、多孔質でないものが用いられる。たとえばガラス玉または炭化ケイ素（カーボランダム）など】中に注意深く流し込む（漏斗の使用は随意）。上層と下層の界面を明らかにし、デカンテーションを容易にするために、少量の水を加えてもよい。エーテルと石油エーテルの等量混合液数 ml を使用してリョーリッヒ管の頸部の内側および外側、ならびに側管の先端および下部をゆすぐ。外側のゆすぎ液はフラスコ（またはビーカー）内に流れ込むようにする。

つぎにリョーリッヒ管の残液に再びエーテル 15 ml および石油エーテル 15 ml を順次加えて、第 1 回と同様にして上澄液をフラスコ（またはビーカー）に流し込む。同様にして少量の等量混液でゆすぐ。最後にエーテル 15 ml および石油エーテル 15 ml を順次加えて第 3 の抽出を行なう（ただし等量混液によるゆすぎ操作は省略する）。フラスコ（またはビーカー）を加熱し、できるだけ溶剤（エタノールを含む）を蒸発させる。フラスコの容量が少ない場合には、抽出のたびに溶剤を蒸発させることが必要である。ほとんど溶剤が残っていない状態のフラスコ（またはビーカー）を横にねかし、 $102 \pm 2^\circ$ の乾燥器（ $70 \sim 75^\circ$ 、50 mmHg 以下の減圧に保持することができ減圧乾燥器で代用してもよい）中で 1 時間乾燥後、冷却ひょう量する。この操作を恒量に達するまで行なう（前回の測定重量よりの減量が 0.3 mg 以下の場合には恒量に達したものとみなす。もし前回の重量よりも増加するときは前回の重量を以て恒量とする）。

フラスコ（またはビーカー）に石油エーテル 15~25 ml を加え、ゆるやかに加熱し、抽出物が完全に可溶性物質であることを確かめる。もしそうでない場合は、温めた石油エーテルでフラスコ（またはビーカー）を反覆洗浄

し、脂肪を完全に抽出する。この場合、各デカンテーションの際に不溶物が完全に沈降しているようにする。フラスコ（またはビーカー）の頸部の外側を 3 回ゆすぐ。フラスコを横にねかして、 $102 \pm 2^\circ$ の乾燥器中で 1 時間乾燥し、冷却ひょう量する。

試料の脂肪含量の測定と平行して空試験を行なうことが必要である。この場合には、塩酸のかわりに 10 ml の蒸留水を使用して以下同様に操作して行なう。

計 算 法

チーズの脂肪含量は次式によって求められる。

$$\text{脂肪含量 (\%)} = \frac{(M_1 - M_2) - (B_1 - B_2)}{S} \times 100$$

ただし、

S : 試料採取量 (mg)

M_1 : フラスコ（またはビーカー）の抽出後の恒量 (mg)

M_2 : フラスコ（またはビーカー）の恒量 (mg)
もし内容物に不溶性物質の混入した場合には石油エーテルでゆすいだ後の恒量 (mg)

B_1 : 空試験用フラスコ（またはビーカー）の抽出後の恒量 (mg)

B_2 : 空試験用フラスコ（またはビーカー）の恒量 (mg)

$(B_1 - B_2)$ は 0.5 mg 以下でなければならない。もし 0.5 mg を超える場合には試薬を再検討する必要がある。

再現性：同一分析者による同時併行分析、または反覆測定による測定結果は 0.2% 以上異なってはならない。

あ と が き

シュミット・ボンジンスキー・ラツラフ法は 19 世紀末より 20 世紀初頭にかけて考案された定量法であり、その後数々の変更をへて現在にいたるまで使用されている⁸⁾。現在わが国においても食品衛生検査指針⁹⁾、衛生試験法¹⁰⁾、乳業技術講座¹¹⁾、実験農芸化学¹²⁾などにも記載されている。しかしながらいずれも本資料に示した国際標準法改訂草案に比較すると試薬の使用量も異なり、操作も簡略化されている。したがって本草案が国際標準法として制定された場合には、わが国においてもチーズの脂肪の定量のための標準法 (reference method) として採用することが望まれる。

文 献

- 1) W. Schmid: Z. anal. Chem. **27**, 464 (1888).
- 2) S. Bondzyński: ibid. **33**, 186 (1894).
- 3) E. Ratzlaff: Milch Zeitung **32**, 65 (1903).
- 4) International Standard FIL-IDF: No. 5(1959).
- 5) International Dairy Federation: V-DOC 96 (1968).
- 6) 井上哲男, 慶田雅洋, 白鳥つや子: 食衛誌, **10**, 209 (1968).

-
- 7) 津郷友吉, 慶田雅洋, 他 4 名: 食衛誌. **6**, 339 (1965).
 - 8) Chr. Barthel: "Die Methoden zur Untersuchung von Milch und Molkereiproduktion" p. 203 (1928) Paul Parey GmbH, Berlin.
 - 9) 厚生省編纂: "衛生検査指針 III 食品衛生検査指針 (I)" 畜産食品検査法 (1959).
 - 10) 日本薬学会編: "衛生試験法注解" p. 478 (1965) 金原出版.
 - 11) 乳業技術講座編集委員会編: "牛乳・乳製品検査 (乳業技術講座第 5 卷)" p. 38 (1964) 朝倉書店.
 - 12) 東京大学農学部農芸化学教室編: "実験農芸化学" 別巻 p. 271 (1961) 朝倉書店.