

# 北海道産クロテッドクリーム品質に及ぼす 冷凍の影響

菊 地 和 美      坂 本 佳 菜 子

## Abstract

This study examined the effects of freezing or the addition of sugar on the quality of clotted cream. The experimental method included the following steps; temperature history with regard to freezing and thawing, measurement of color tone, differential scanning calorimetry, viscometric measurement and sensory inspection.

1. Sugar-free clotted cream froze in the shortest time, followed by sorbitol-containing cream, and granulated sugar-containing cream. On the other hand, the thawing time for sugar-free cream was longer than that for sugar-containing cream.

2. All graphs of color tone showed a shift to the lower right after thawing compared to before freezing, and a decrease in brightness together with an increase in saturation was observed.

3. Endothermic enthalpy was 3.5mJ/mg for sugar-free cream, 3.5mJ/mg for granulated sugar-containing cream, and 11.2mJ/mg for sorbitol-containing cream. The figure for sorbitol-containing cream was larger than that of sugar-free cream, which suggested that sorbitol-containing cream has thermal stability.

4. The rate of change in viscosity for sugar-free cream was the largest among samples tested, followed by granulated sugar-containing cream, and sorbitol-containing cream.

5. Sensory inspection revealed a preference for granulated sugar-containing cream.

This indicates that the addition of sugar is an effective measure for maintaining the quality of clotted cream in frozen storage.

## 緒言

クロテッドクリーム (clotted cream) は、乳類の保存・加工品としてヨーロッパの食文化ではアフタヌーンティーの際などで、温めたスコーンに添えられている。クロテッドクリームはホイップクリームのように泡立てる操作は必要なく、冷蔵庫から取り出してそのまま使用することができる。クロテッドクリームは室温では口あたりや口溶けがよいことが知られているが、冷凍すると乳脂肪分が固まってしまうため、その保存方法が課題となっている。近年、冷凍食品の普及がめざましく、

家庭においても冷蔵庫内にフリーザーが常備されて冷凍保存への応用も広がってきた。クリームは凍結および解凍操作によって、氷の結晶が脂肪球を破壊することが知られている。前報<sup>1)</sup>では、クロテッドクリームの性状やクロテッドクリームを用いた調理体験<sup>2)~4)</sup>を検討してきた。そこで、本研究では、クロテッドクリームの品質に及ぼす冷凍ならびに糖類添加による影響の検討を目的としたので報告する。

## 方法

### 1. 試料

試料はびん詰北海道産クロテッドクリーム（十勝しんむら牧場製、成分組成：水分 30.0%、脂肪 62.7%、たん白質 1.2%）を用いた。クロテッドクリームの比較にはバター（酪農学園大学製、成分組成：水分 13.5%、脂肪 83.0%、たん白質 2.4%）、糖類はグラニュー糖またはソルビトール（東和化成「ソルビット」KIWIFW：182.1）を用いた。

### 2. 冷凍および解凍時の温度履歴

温度履歴の測定は、村上ら<sup>5)~6)</sup>の方法に準じて行った。すなわち、熱電対を挿入したクリームを $-20^{\circ}\text{C}$ 以下の冷凍庫に入れ、1分間隔の温度を計測し、冷凍温度履歴をデータコレクタ（おんどとり、Thermo Recorder TR-71U）に取り込んだ。さらに、解凍温度履歴は $35^{\circ}\text{C}$ 保管庫内にて解凍後、 $5^{\circ}\text{C}$ に達するまでを測定した。クロテッドクリームを冷凍後に解凍した際には、内部温度が $-5^{\circ}\text{C}$ から $0^{\circ}\text{C}$ までの温度上昇に要する時間を計測した。

### 3. 色調の測定

クロテッドクリームの明度、色度および色差は測色色差計（東京電色工業 Tc-8600 製）を用い、 $L^*a^*b^*$  表色系で示した（ $L^*$  は明度、 $a^*b^*$  は色度を表す）。

### 4. 示差走査熱量分析

示差走査熱量分析（DSC）は、セイコー電子製熱分析システム EXSTSAR6100 を使用した。ク

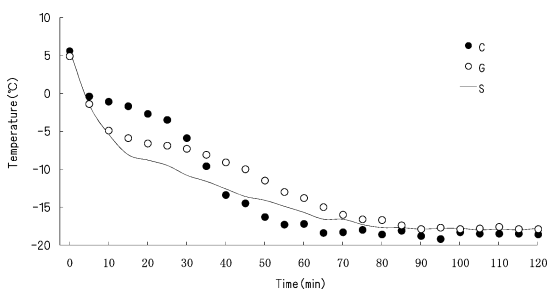


図1. クロテッドクリームの冷凍温度履歴曲線

●；クロテッドクリーム（無糖）、○；クロテッドクリーム（グラニュー糖）、実線；クロテッドクリーム（ソルビトール）

ロテッドクリームを約 40 mg 秤量し、レファレンスには蒸留水を用いてアルミカプセルに密封後、昇温速度  $2^{\circ}\text{C}/\text{min}$  で  $0\sim 50^{\circ}\text{C}$  まで測定した。

### 5. 粘度の測定

粘度の測定は、冷凍前と解凍後のクロテッドクリームを 45 ml セルに充填して静置した粘度を音叉型振動式 SV 型粘度計（SV-10 ADI (株) 社製）によって測定した。

### 6. 官能検査

官能検査はクロテッドクリームに糖類（グラニュー糖）を添加し、外観、風味、食感および総合評価について評点法により試験した。評価は 5 段階評点法を用い、よい（+2）、ややよい（+1）、ふつうまたはちょうどよい（0）、やや悪い（-1）、悪い（-2）とした。

### 7. 統計学的処理

官能検査における評価項目の値は平均±標準偏差で示した。統計的有意差検定は student t-test で行い、有意水準は 5% 以下とした。

## 結果および考察

### 1. 冷凍および解凍時の温度履歴

クロテッドクリームの冷凍および解凍時の温度履歴を図 1～4・表 1～2 に示した。クロテッドクリームの冷凍時間は無糖が短く、ソルビトール、グラニュー糖の順に長くなった（ $p<0.05$ ）。一方、解凍時間は糖類添加に比べて無糖が長くなった（ $p<0.01$ ）。このことは村上<sup>5)</sup>らの報告において

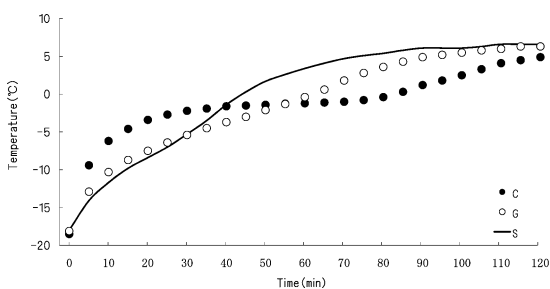


図2. クロテッドクリームの解凍温度履歴曲線

●；クロテッドクリーム（無糖）、○；クロテッドクリーム（グラニュー糖）、実線；クロテッドクリーム（ソルビトール）

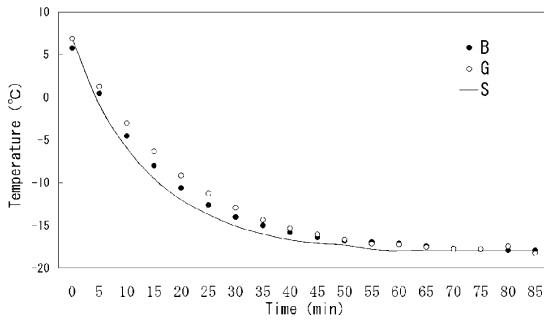


図3. バターの冷凍温度履歴曲線

●; バター (無糖)、○; バター (グラニュー糖)、実線; バター (ソルビトール)

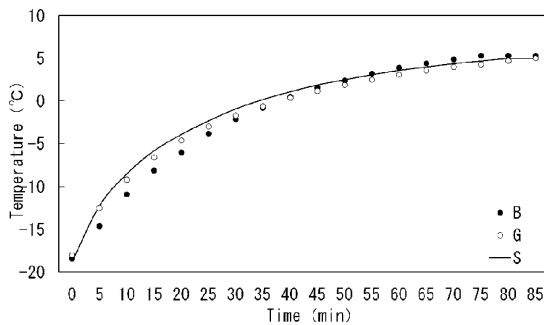


図4. バターの解凍温度履歴曲線

●; バター (無糖)、○; バター (グラニュー糖)、実線; バター (ソルビトール)

表1 クロテッドクリームの冷凍時間および解凍時間

|                                 | time (min)   |          |
|---------------------------------|--------------|----------|
| freezing time                   |              |          |
| clotted cream                   | 63.3 ± 3.5   | —        |
| clotted cream with 10% sucrose  | 88.5 ± 6.6   | *p<0.05  |
| clotted cream with 10% sorbitol | 85.7 ± 11.0  | *p<0.05  |
| thawing time                    |              |          |
| clotted cream                   | 123.0 ± 4.4  | —        |
| clotted cream with 10% sucrose  | 101.8 ± 10.0 | **p<0.01 |
| clotted cream with 10% sorbitol | 81.0 ± 9.2   | **p<0.01 |

表2 バターの冷凍時間および解凍時間

|                          | time (min)  |     |
|--------------------------|-------------|-----|
| freezing time            |             |     |
| butter                   | 81.8 ± 10.0 | —   |
| butter with 10% sucrose  | 79.0 ± 19.6 | n.s |
| butter with 10% sorbitol | 74.5 ± 16.7 | n.s |
| thawing time             |             |     |
| butter                   | 83.8 ± 12.7 | —   |
| butter with 10% sucrose  | 82.0 ± 5.3  | n.s |
| butter with 10% sorbitol | 80.3 ± 8.4  | n.s |

も調味料を加えた豆の冷凍時間は長く、解凍時間が短くなっていった。冷凍ホイップクリーム<sup>9)</sup>においても冷凍および解凍時間は同様の結果であった。すなわち、糖類添加クリームは解凍時間が急速であるのに対して、無糖クリームでは緩慢で解凍時間も長くなった。これはクリームに糖類を添加すると可溶性固形分が増加するため、凍結点が水の場合に比べて著しく、低下(氷点降下)がみられたものと推察する。一方、バターの冷凍および解凍時の温度履歴は、糖類添加の有無によって有意差はみられなく、冷凍・解凍温度履歴曲線も同様の傾向を示していた。

## 2. 色調

クロテッドクリームの色調を図5・表3に示した。明るさを示す明度(L\*値)は、同じ条件で照明された白に見える面で標準化された明るさを示している。鮮やかさを示す彩度(C\*値)は赤色味a\*値と黄色味b\*値により、算出される指標である。色調はクロテッドクリームの解凍後、いずれも冷凍前に比べてグラフは右・下方向に移行し、明るさを示す明度の減少と彩度の増加が認められた。クロテッドクリームの色に影響する要因として、黄緑色は乳清のリポフラビンに由来し、白色はカゼインミセルなど、黄色は脂溶性色素であるβカロテンやキサントフィル由来<sup>7)</sup>と考えられ、脂溶性色素の解凍後の変化を推察する。

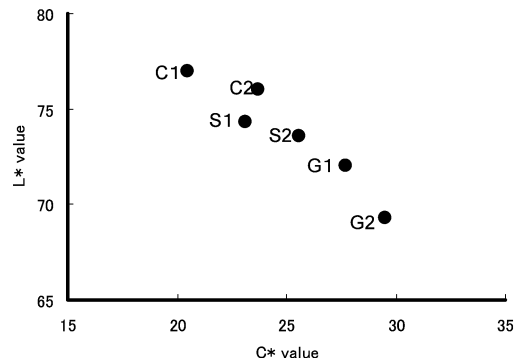


図5. クロテッドクリームのL\*値およびC\*値

C1: clotted cream, C2: clotted cream after freezing-thawing  
S1: clotted cream with 10% sorbitol, S2: clotted cream with 10% sorbitol after freezing-thawing  
G1: clotted cream with 10% sucrose, G2: clotted cream with 10% sucrose after freezing-thawing

表3 クロテッドクリームの色調と色差

|     | 種類 | L* 値 | a* 値 | b* 値 | C* 値 | ΔE (種類)         | ΔE (冷凍・解凍後)     |
|-----|----|------|------|------|------|-----------------|-----------------|
| 冷凍前 | C1 | 77.0 | 2.2  | 20.4 | 20.5 | 0.0             | 0.0             |
|     | G1 | 72.0 | 2.8  | 27.6 | 27.7 | 8.8 much        | 0.0             |
|     | S1 | 74.3 | 2.8  | 22.9 | 23.1 | 4.1 appreciable | 0.0             |
| 解凍後 | C2 | 76.0 | 2.5  | 23.6 | 23.7 | 0.0             | 3.4 appreciable |
|     | G2 | 69.3 | 2.9  | 29.4 | 29.5 | 8.9 much        | 3.2 appreciable |
|     | S2 | 73.6 | 2.9  | 25.4 | 25.6 | 3.0 appreciable | 2.6 noticeable  |

ΔE 0-0.5: trace, 0.5-1.5: slight, 1.5-3.0: noticeable, 3.0-6.0: appreciable, 6.0-12.0: much  
色調 (L\* 値: 明度、C\* 値: 彩度)、色差 (ΔE)

表4 Characteristics of clotted cream derived from DSC thermograms

|    | To (°C) | Tp (°C) | Tc (°C) | ΔH (mJ/mg) |
|----|---------|---------|---------|------------|
| C1 | 18.1    | 22.4    | 33.6    | 3.5        |
| C2 | 18.6    | 22.7    | 32.9    | 3.9        |
| G1 | 19.9    | 24.3    | 34.5    | 3.5        |
| G2 | 17.8    | 22.6    | 32.2    | 4.5        |
| S1 | 16.9    | 21.8    | 32.0    | 11.2       |
| S2 | 17.0    | 21.7    | 31.0    | 11.6       |

C1: clotted cream, C2: clotted cream after freezing-thawing

S1: clotted cream with 10% sorbitol, S2: clotted cream with 10% sorbitol after freezing-thawing

G1: clotted cream with 10% sucrose, G2: clotted cream with 10% sucrose after freezing-thawing

To; the onset temperature of the transition

Tp; the peak temperature of the transition

Tc; the conclusion temperature of the transition

### 3. 示差走査熱量分析

示差走査熱量分析を表4に示した。DSC 曲線より、To (吸熱開始温度)、Tp (吸熱ピーク温度)、Tc (吸熱終了温度) の測定温度およびピーク面積より、吸熱エンタルピーを算出した。クロテッドクリームの吸熱終了温度 (Tc) は 33°C 付近に存在し、これは脂肪の融点と推察する。トリグリセリドの融解が 15~20°C、固体脂肪の融解は 40°C 付近でみられている<sup>7)</sup>。吸熱エンタルピー (ΔH) は無糖が 3.5 mJ/mg、グラニュー糖添加 3.5 mJ/mg、ソルビトール添加 11.2 mJ/mg であり、ソルビトール添加が無糖よりも大きくなった。吸熱ピーク面積は油脂の融解熱量に相当する<sup>8)</sup> ことから、ソルビトール添加によって融解に必要な吸熱エネルギーが大きく、温度に対する安定性を推察する。

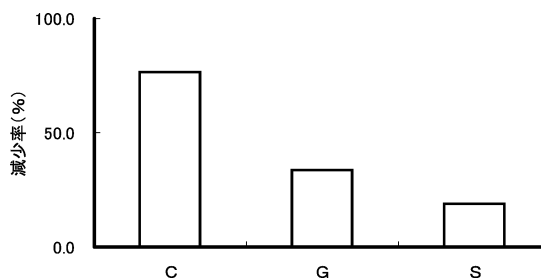


図6. クロテッドクリームの粘度における冷凍・解凍後の減少率

### 4. 粘度測定

冷凍ならびに解凍後の粘度変化率を図6に示した。粘度変化率は、無糖が最も大きく、次いで、グラニュー糖添加、ソルビトール添加の順になった。

### 5. 官能検査

冷凍・解凍クロテッドクリームの官能検査結果を図7に示した。総合評価と食感が0.5点、見た目と風味が0.4点となった。

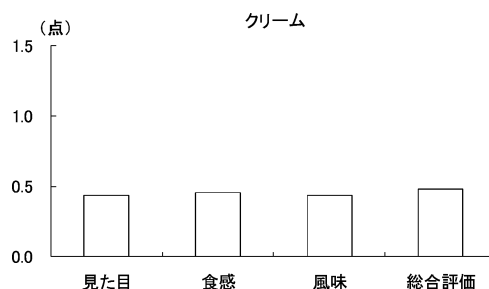


図7. 解凍クロテッドクリームの官能検査結果

以上より、冷凍保存において糖類添加することはクロテッドクリーム品質を保つ有効な手段であることが明らかとなった。クロテッドクリーム

の冷凍保存ならびにその特性を活かした利用方法を見出したい。

## 謝辞

官能検査等に参加ご協力くださった関係各位に深謝致します。

## 要約

本研究は、クロテッドクリーム品質に及ぼす冷凍ならびに糖類添加による影響について検討した。実験方法は、冷凍および解凍時の温度履歴、色調の測定、示差走査熱量分析、粘度測定、官能検査である。

1. クロテッドクリームの冷凍時間は無糖が短く、ソルビトール、グラニュー糖の順に長くなった。解凍時間は糖類添加に比べて無糖が長くなった。
2. 色調はクロテッドクリームの解凍後、いずれも冷凍前に比べてグラフは右・下方向に移行し、明るさを示す明度の減少と彩度の増加が認められた。
3. 吸熱エンタルピー ( $\Delta H$ ) は無糖が 3.5 mJ/mg、グラニュー糖添加 3.5 mJ/mg、ソルビトール添加 11.2 mJ/mg であった。ソルビトール添加が無糖よりも大きくなり、熱に対する安定性が示唆された。
4. 粘度変化率は、無糖が最も大きく、次いで、グラニュー糖添加、ソルビトール添加の順になった。
5. 官能検査は冷凍・解凍クロテッドクリームの評点が 0.4~0.5 点であった。冷凍保存において糖

類添加することはクロテッドクリームの品質を保つ有効な手段であることが明らかとなった。

## 参考文献

- 1) 菊地和美, 古郡曜子(2008), 北海道産クロテッドクリームの性状に関する研究, 日本食生活学会誌, 19, 273-279
- 2) 菊地和美, 会田裕子, 宮本美和, 古郡曜子(2009), 酪農学園学生・生徒による北海道産食材を活かした調理実習, 北海道畜産学会誌, 51, 1-4
- 3) 古郡曜子, 菊地和美(2010), 北海道産クロテッドクリームとジャムを用いた調理体験——トッピングの指導——, 家庭科・家政教育研究誌, 5, 79-85
- 4) 山口和美, 福本弓, 石下真人, 鮫島邦彦: ホイップクリームの性状に関する研究(第4報)——ホイップクリームの品質に及ぼす冷凍ならびに糖類添加の影響——(2002), 北海道畜産学会誌, 44, 13-19
- 5) 村上知子, 蛭田真一, 下村道子, 畑江敬子(2008), 冷凍保存が黒豆の軟化に及ぼす影響, 日本調理科学会誌, 41, 117-125
- 6) Tomoko Murakami, Midori Kasai, Michiyo kumagai, Fumiko Konishi, Keiko Hatae(2007), Effect of Freezing Pretreatment on the Preparation of Fruit Liqueur, Science of Cookery, 40, 266-274
- 7) 斎藤善一, 西川勲, 三浦弘之, 大橋登美男, 山中良忠, 細野昭義, 菅野長右エ門, 中澤勇二, 工藤力(1990), 「畜産食品加工学」, 川島書店, 東京, p.41
- 8) 新谷勲(1989), 「食品油脂の科学」, 幸書房, 東京, pp.243-261