

# ラムスデン現象における膜の発生条件

班員 岡崎 紗英、清水 ありさ、中川 みらい、畑中 あかり、山岸 千夏  
担当教員 村中 拓弥

キーワード：牛乳 熱凝固 温度

The ramsden phenomenon is; when milk is heated, a thin film appears on the surface of the liquid. Our purpose was to find the conditions where a film doesn't appear. First, we examined the conditions of films across different temperatures. Second, we examined the conditions of films across different materials added to milk. From the results of the experiments, we found that if we heated milk below 70°C, or added baking soda, flour, or starch to milk, no film appeared.

## 1 はじめに

ラムスデン現象とは、牛乳を温めると表面の水分が蒸発し、タンパク質（特にカゼイン）が脂肪を包み込みながら熱凝固し、薄い膜が形成される現象である。（図1・2）

ホットミルクを作った時に膜が現れ、膜があると不快に感じたため、その膜が現れないようにホットミルクを作るにはどうしたらいいかと思い、膜が現れない条件を見つけ出すことを目的として本研究を行った。



図1 現れた膜



図2 取り除いた膜

## 2 研究方法と結果

### 膜の判断基準

- : 現れない
- + : 目視で確認できずガラス棒で確認できる
- ++ : 目視・ガラス棒で確認できる

### 条件

- 牛乳の温度を変える。
- 牛乳に物質を加える。

### 実験 I-①

#### 目的

どの温度で膜が現れるかを確認する

#### 方法

無調整牛乳40mLを温めた。ガスバーナーで直接温めると温度の調整がしにくいため、湯せんにかけて温めた。湯せんの温度を測り、温度の幅を±5°Cにして温めた。設定温度（45、55、65°C）になってから五分間観察し、一分ごとに膜ができていないか確認した。確認後膜はすべて取り除いた。

#### 結果

どの温度でも膜は現れなかった。

#### 考察

詳しく温度を測ってみると、湯せんと牛乳とで温度に差が見られた。

無調整牛乳は、商品一つ一つで成分がわずかに異なり、また季節によっても変わるため、安定した結果を得ることが難しい。

また、温度の幅を±5℃に設定したが、それでは正確な結果が得られない。

### 実験 I-②

#### 目的

牛乳の温度と膜の発生具合の関係について調べる

#### 方法

無調整牛乳ではなく、調整牛乳を40m L温めた。(図3)

温度の範囲は±2℃にし、ビーカー内の水をかきまぜ、温度を均一にした。また、湯せんの温度ではなく牛乳自体の温度を測った。膜は確認後、すべて取り除き、5分間膜を観察した。ただし、設定温度になってから1分までは加熱してきた時間もあるため、2分からを結果とした。

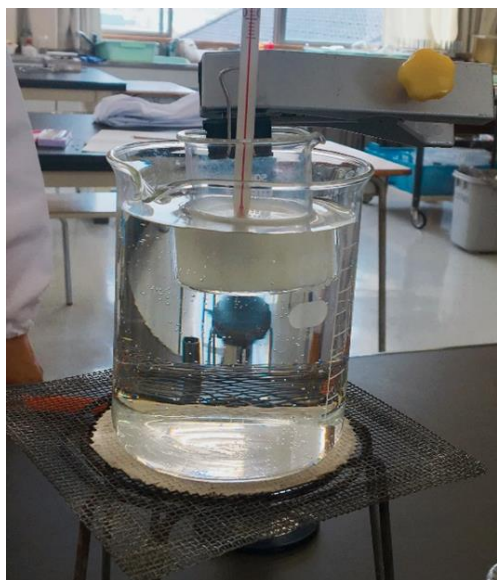


図3 実験装置

#### 結果

表1 温度と膜の発生具合の関係(実験 I-②)

温度(℃)	2分	3分	4分	5分
40	—	—	—	—
50	—	—	—	—
60	—	—	—	—
70	—	—	—	+
80	—	++	++	+
90	++	+	+	+

膜が現れ始めるのは70℃である。

#### 考察

温度が上がるにつれ膜が形成される間隔は短くなっている。

時間がたつにつれ膜の発生量は減少傾向にある。

温度のみでなく加熱時間も膜の形成に関係しており、温度上昇時に水分が蒸発しているため、その過程で膜が形成されている。

### 実験 I-③

#### 目的

牛乳の温度と膜の発生具合の関係について調べる。

#### 方法

恒温恒湿のインキュベーターを使用した。設定温度・湿度(99%)に上昇するまでビーカーにラップをし、水分の蒸発を防いだ。上昇後、湿度を55%に下げたからラップを外した。(図4)1分ごとに観察し、その時膜があればすべて取り除いた。



図4 インキュベーター

結果

表2 温度と膜の発生具合の関係 (実験I-③)

温度 (°C)	1分	2分	3分	4分	5分
40	—	—	—	—	—
50	—	—	—	—	—
60	—	—	—	—	—
70	—	—	+	+	—
80	+	+	++	++	++

膜が現れ始めるのは70°Cである。

考察

70°Cから膜が現れ始めているため、膜が現れない条件は70°C未満である。

また、温度をあげるにつれて膜が現れる間隔は短くなっている。

## 実験II

目的

牛乳に加える物質と膜の発生具合の関係について調べる。

方法

牛乳40mLに物質0.01gを加えた。用意した物質は、コーヒー、ココア、塩、砂糖、重曹、小麦粉、片栗粉である。比較対象として何も入れていない牛乳も用意した。恒温恒湿

のインキュベーターを使って温めた。70°Cと80°Cそれぞれで実験を行い、1分ごとに観察した。観察時に膜があればすべて取り除いた。

結果

表3 加える物質と膜の発生具合 (70°C)

物質	1分	2分	3分	4分	5分
なし	++	+	+	—	—
コーヒー	+	++	+	—	+
ココア	+	+	—	+	—
塩	+	+	+	—	+
砂糖	+	—	—	+	+
重曹	—	+	—	—	—
小麦粉	—	+	—	—	—
片栗粉	—	—	—	—	+

一番多く膜が現れたのはコーヒーを加えた牛乳で、何も入れなかった牛乳より膜が多く現れた。

膜の形成をより阻害した物質は重曹、小麦粉、片栗粉であった。

表4 加える物質と膜の発生具合 (80°C)

物質	1分	2分	3分	4分	5分
なし	+	+	—	—	—
コーヒー	—	+	—	+	—
ココア	+	+	—	+	+
塩	—	—	—	—	—
砂糖	+	+	—	+	—
重曹	+	—	—	—	—
小麦粉	+	+	—	—	—
片栗粉	—	—	—	—	—

80°Cでも同様に重曹、小麦粉、片栗粉は膜の形成をより阻害した。

しかし、塩を加えた牛乳では膜が全く現れず、コーヒーを加えた牛乳は70°Cのときより膜の量が減少した。

考察

膜が現れないようにするには、重曹、小麦粉、片栗粉を牛乳に入れるとよい。特に片栗粉では、膜の形成に時間がかかっている。

小麦粉・片栗粉の成分を調べてみると、ど

ちらにもでんぷんが含まれており、糊化したものが表面からの水分の蒸発を防ぎ、膜の形成を阻害したと考えられる。

ほとんどの物質が物質を入れなかった牛乳よりも膜が現れにくかったのは沸点上昇が原因である。

膜が完全に現れないようにするのは難しいといえる。

### 3 結論

膜が現れないようにするには、牛乳を70℃未満で温めればよい。

また、重曹、小麦粉、片栗粉を牛乳に加えればよい。

### 4 今後の展望

入れる物質の量を変えて実験を行うことで、結果に規則性を見つける。

膜の形成を判断する基準が不明確で、安定した結果を得ることが難しいため、膜の判断基準を明確にする。

温度を変えることや物質を加えること以外に膜の発生を防ぐ条件を調べる。

### 5 謝辞

本研究を行うにあたり、金沢工業大学の坂本 宗明准教授から多くの助言をいただきました。感謝申し上げます。

### 6 参考文献

一般社団法人中央酪農会議 ことば辞典  
ラムスデン現象. (オンライン)  
<http://www.dairy.co.jp/>, (参照 2017-5-15)