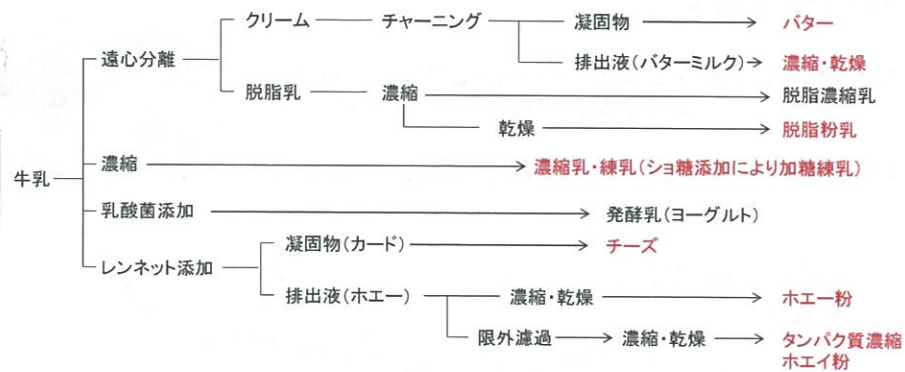


## 今日のお話

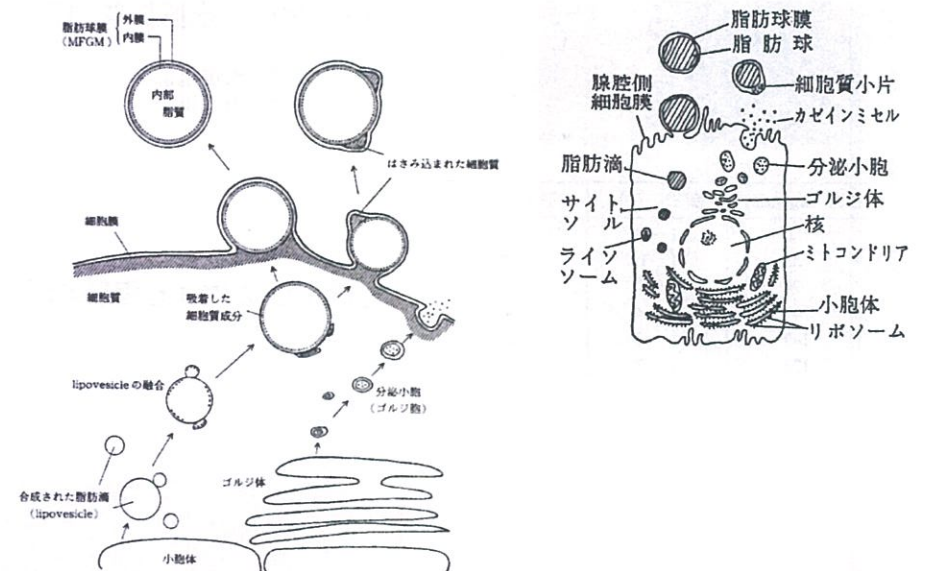
1. おさえておきたいバター造りの基本原理
2. 乳の利用の歴史
3. 保存性を高める技術  
(練乳とプロセスチーズを例に)

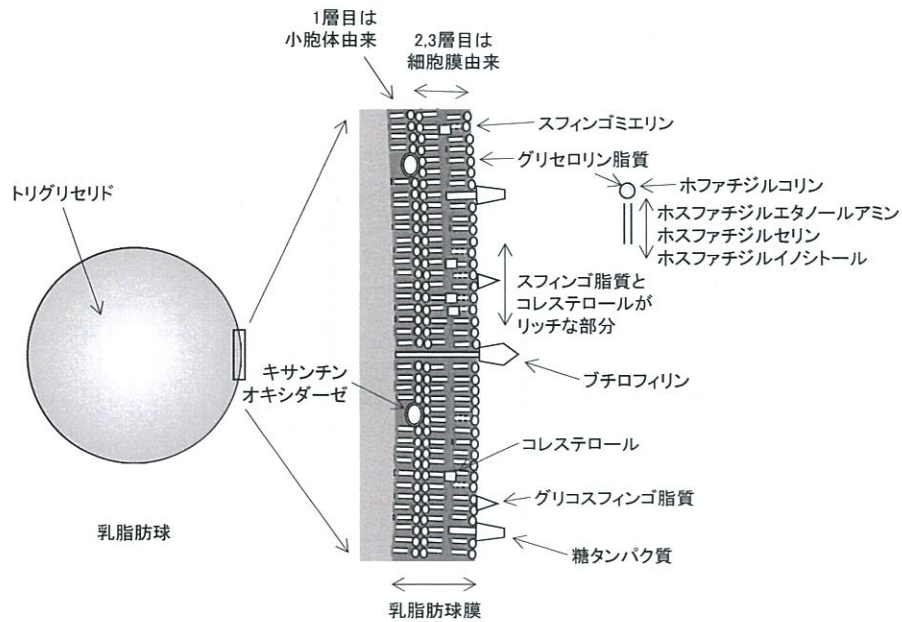
## 北海道食文化研究会セミナー 「聞いてなるほど、保存が出来る乳製品」

北海道大学農学研究院  
玖村 朗人

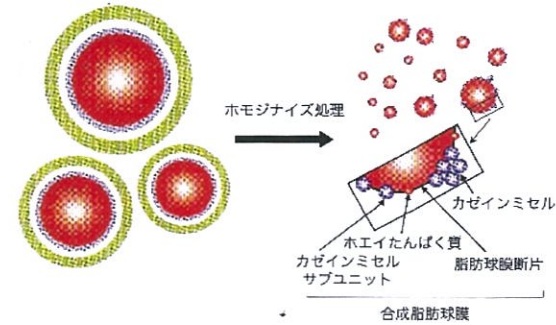
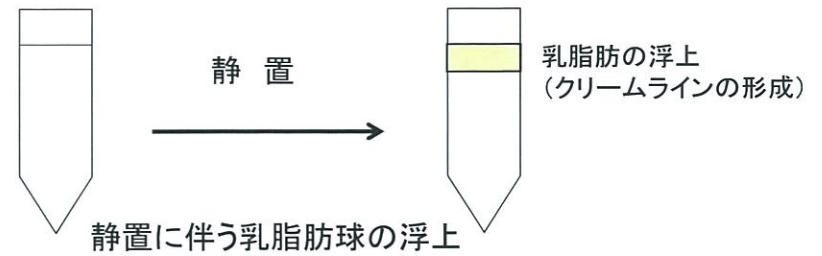


## 乳腺細胞における脂肪球の合成と分泌

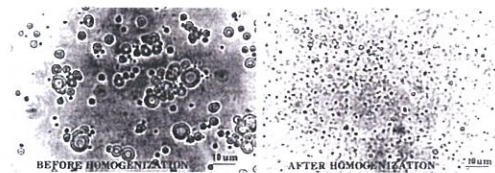




乳脂肪球および脂肪球膜の構造  
(三谷 朋弘「乳肉卵の機能と利用」アイ・ケイコーポレーション)



左図:均質化による脂肪球構造の変化



均質化による脂肪球の変化

左:均質化前  
右:均質化後

圧力 (kg/cm <sup>2</sup> )	脂肪球 (μ)	平均 (μ)
0	1~18	3.71
35	1~14	2.39
70	1~7	1.68
105	1~4	1.40
140	1~3	1.08
175	1~3	0.99
210	0.5~2	0.76

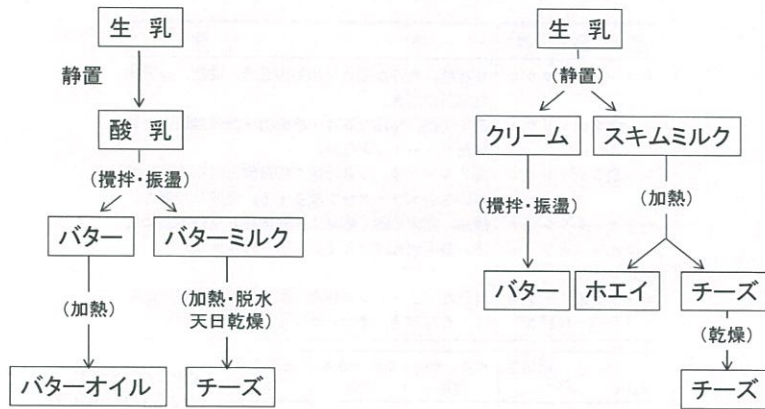
均質化圧力による脂肪球径

## 乳利用の歴史

紀元前8600年頃: 中近東を中心とした西アジアにおいて野生動物の家畜化に伴って発祥

紀元前7000年頃: 乳の保存法を高めた食品の製法が発達





地域によって異なるバターおよびチーズの製法

日本においては、

西暦645年(大化元年) 善那(ぜんな)が孝徳天皇に牛の乳を搾って献上

その後、飛鳥時代から平安時代にかけて、牛乳から造った“蘇(そ)”を奉納する制度「貢蘇の儀」が確立。

「蘇」以外には「醍醐(だいご)」、「酪(らく)」など。

13世紀頃: 貴族社会の衰退によって「休止期」へ

1727年 第8代将軍徳川吉宗が白牛を導入、「白牛酪」。当時の「酪」は発酵乳、しかし19世紀頃には意味が変わる?

明治時代: 外国との交流を通じて酪農への関心が高まり、バター、練乳が量産化

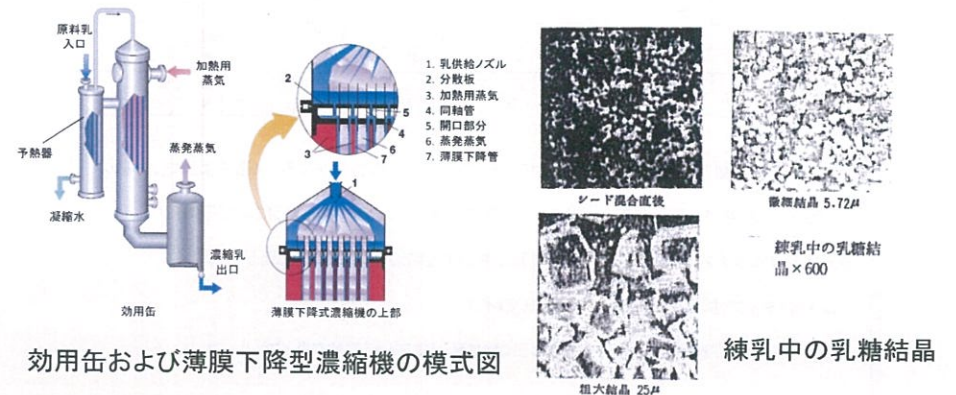
明治期前後にみる世界および日本の乳加工技術の動向

- 1856年 ボーデン社が加糖練乳を製造
- 1857年 パスツールによる乳酸菌の発見
- 1858年 粉乳の製法が確立
- 1860年代 パスツールがワインに殺菌法を導入
- 1880年代 ソックスレーが牛乳に低温殺菌法を導入
- 1885年 日本でバターの量産開始
- 1896年 花島煉乳所にて加糖練乳を大量生産
- 1905年 ヨーグルトから *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* の発見

この頃メチニコフによるヨーグルト「不老長寿説」

- 1911年 プロセスチーズの開発
- 1917年 クラフト社がプロセスチーズの缶詰を製造
- 1919年 I. カラソーによるヨーロッパで初めてのヨーグルトの工業化

加糖練乳の製造工程



効用缶および薄膜下降型濃縮機の模式図

練乳中の乳糖結晶

# プロセスチーズとは？

ナチュラルチーズを粉碎し、加熱溶融し、乳化したものをいう。

## プロセスチーズ製造の実際

1. 原料A、B、Cを混合（熟成率を指標に配合比を決定）
2. 水に溶かした溶融塩（原料チーズに対して1～3%）を添加して加熱し、均質化（加熱による水分、脂肪分、タンパク質の分離。溶融塩によるpH調整、溶融塩とカゼイン間のNa/Ca交換反応）
3. 冷却

プロセスチーズのタイプ別製造条件

	メルトタイプ	ビザタイプ	スライサブルタイプ	ノンメルトタイプ	スプレッドタイプ
原料チーズの熟度	若いもの+熟成	若いもの主体	若いもの主体	若いもの+熟成	若いもの+熟成
溶融塩 イオン交換作用 解膠・水和作用	中程度のもの ないもの	弱いもの ないもの	強いもの 弱いもの	強いもの 非常に強いもの	中程度のもの 中程度のもの
ブレックチーズ添加率	少 (0~2%)	少 (0~2%)	少 (0~2%)	多 (10~20%)	多 (10~20%)
水の添加方法	全量1回添加	全量1回添加	全量1回添加	全量1回添加	分割添加
乳化 乳化機 乳化温度 攪拌速度 乳化時間	クッカー/ケトル 低 (75~80℃) 低速 短 (4~5分)	クッカー/ケトル 低 (75~80℃) 低速 短 (4~5分)	クッカー/ケトル 普通 (80~85℃) 低速 短 (4~6分)	ステファン 高 (85~90℃) 中~高速 長 (6~8分)	ステファン 高 (85~90℃) 高速 長 (6~8分)
均質化	不要	不要	不要	不要	必要・有効
充填速度	早く	早く	通常	通常	通常
冷却速度	急冷	急冷	室温冷却	徐冷	急冷
製品目標水分値	45~48%	45~48%	45~48%	45~48%	48~56%
製品目標pH	低 (pH 5.7)	低 (pH 5.7)	高 (pH 5.8~5.9)	高 (pH 6.0~6.2)	高 (pH 5.9~6.0)

メルトタイプ: 加熱時に溶け流れるタイプでナチュラルチーズの特徴をなるべく残すようにしたもの

ビザタイプ: 加熱時に溶けたチーズをフォーク等で引き上げた時に糸のように伸びるタイプ

スライサブルタイプ: スライスしたものを重ねておいても結着せずに簡単に剥がせるタイプ

ノンメルトタイプ: 加熱しても溶けて流れないタイプ

スプレッドタイプ: マーガリンやバターのように塗り延ばすことが可能なタイプ

## プロセスチーズ類に通常用いられる溶融塩の特徴

溶融塩*	特徴
クエン酸ナトリウム	多様性, 良好な硬さ・加熱溶融性, 安価, 全般的な品質は最良。
リン酸2ナトリウム	最も安価, 良好な硬さ・緩衝力・加熱溶融性, 貧弱なクリーミング作用。
リン酸3ナトリウム	高アルカリ性, 少量で他の溶融塩と組み合わせて用いるとスライス性を改良する。良好な緩衝力。
ヘキサメタリン酸ナトリウム (グラハム塩)	酸味, 非常に硬く容易に加熱溶融しない製品になる。最も水に溶けにくい。静菌作用あり。
ポリリン酸ナトリウム (2~8-16鎖長)	良好なクリーミング作用, 強い緩衝力, 高いたんぱく質溶解性, すぐれたイオン交換能, 酸味。

種類	機能性	イオン交換作用	解膠・水和作用	pH緩衝作用
クエン酸 Na		++	-	++
モノリン酸 Na		+	-	++
短鎖ポリリン酸 Na (重合度 2~3)		+	+++	+
中鎖ポリリン酸 Na (重合度 4~9)		++	++	+
長鎖ポリリン酸 Na (重合度 10~)		+++	+	+

イオン交換作用:  
NaとCaの交換反応

解膠(かいこう)・水和作用:  
カゼインサブミセル内部のアミノ酸を解きほぐし、水和させる。

pH緩衝作用:  
良好な組織・風味の範囲に収める。

- : なし, + : 弱い, ++ : 強い, +++ : 非常に強い

ご清聴ありがとうございました