チーズ

　北海道十勝には自然環境を生かし、いろいろな形態で酪農を営んでいるかたが数多くいらっしゃいます。これらの農場で生まれる生乳を使い美味しいチーズや乳製品を提供してくれる工房やメーカーも十勝には沢山あります。個人でも自治体などが行うチーズ作り体験を通じて、自宅や施設を借りてチーズ作りを楽しむ方が増えています。
我々チーズ研究会は、更別村のチーズ製造施設を借りて仲間でチーズ作りを楽しんでいます。
　この資料集は、自分たちが使っている牛乳、乳酸菌やレンネットなどの基礎的な知識を得る事とチーズを作る際に疑問に思うことや注意しなければいけないことがどうゆうことなのかを集めた資料です。
ここに掲載している資料は、日本や海外のメーカーや研究機関がWebに公開しているデータや学術資料から抜き出してまとめたものです。
この資料集を読まれて、ご自身が持っている知識と違うと思われた方は今一度、別な資料等で確認して頂きたいと思います。

チーズ研究会代表　齋藤祥司
http://www.cheese-study-group.com

1. チーズ

　チーズは簡単にいうとミルク中のタンパク質を集めて固めたもので、これを取り出す方法としては、

(1)　ミルクに乳酸菌を加え、発酵によりミルクを酸性化し、レンネット(凝乳酵素)を加えてタンパク質を凝乳させる方法

(2) 食酢やレモン汁などといった酸を直接加えることで凝乳させる方法

(3) 加熱によって凝乳させる方法

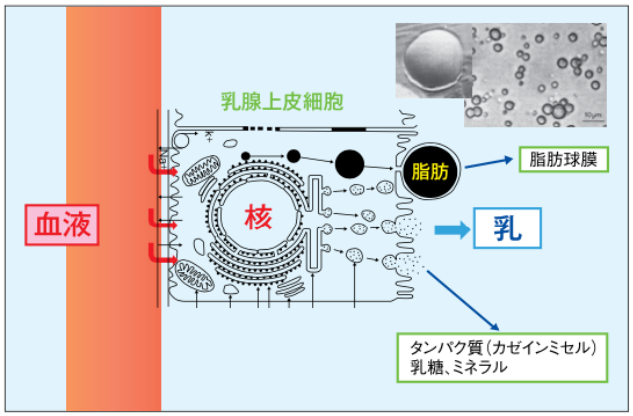
の3種類があります。

　ミルクのタンパク質は凝乳するとカードというゲル状の沈殿物とホエー(乳清)という液体部分に分かれます。このカード部分を取り出したものがチーズの原形(フレッシュチーズ:非熟成チーズ)です。

フレッシュチーズ以外のチーズは、この後に成形・加塩や微生物(乳酸菌など)による熟成工程を経て、様々なチーズとなります。

2. ミルクについて

　ミルクは乳房内でつくられます。乳房には、乳腺胞と呼ばれるぶどうの房のような小さな袋がたくさんありますが、この袋は乳腺上皮細胞の層でできています。乳腺上皮細胞の外側には動脈があって血液が流れており、そこから細胞内に取り込まれた栄養素を利用して、タンパク質、乳糖、脂質などのミルクの成分が作られます。



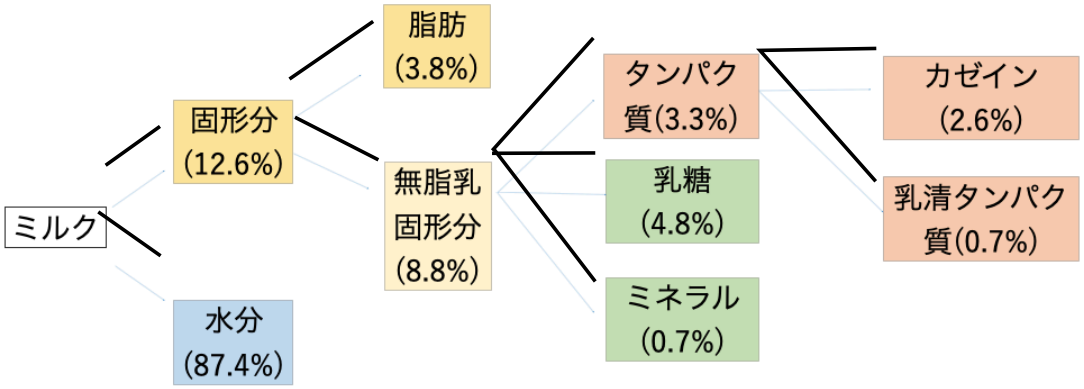
(1)成分

　ミルクは、タンパク質や脂肪など、さまざまな栄養素で構成され、タンパク質は、カゼインタンパク質が80%、ホエータンパク質が20%を占めています。

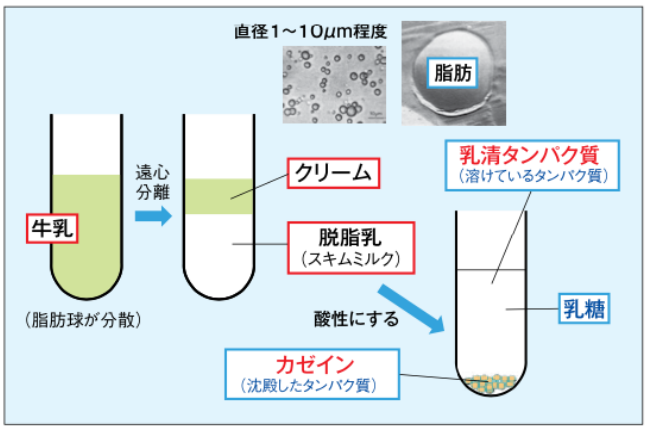
　ミルクを遠心分離すると、上部に浮いてきた油滴部分がクリーム、残ったものが脱脂乳(スキムミルク)となります。

クリームは顕微鏡でみるとミクロンレベルの小さな脂肪球の集まりで、脱脂乳は白い液ですが、お酢などを入れて酸性にすると、ある種のタンパク質が凝集して固まって沈みます。この塊がカゼインタンパク質で、

ミルクの成分



ミルクの成分で水に溶けないもの　：脂肪、タンパク質のカゼイン
ミルクの成分で水に溶けるもの　　：乳糖、乳清タンパク質、ミネラル



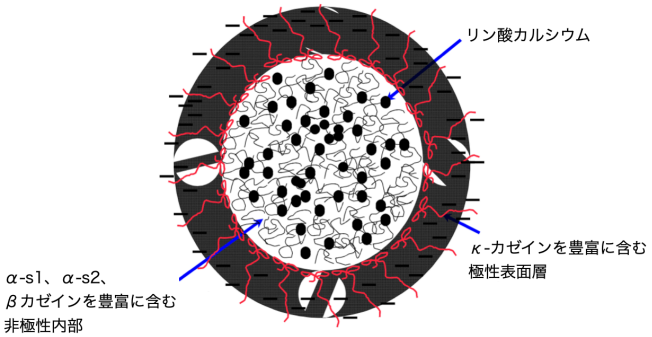
沈まないで残ったタンパク質が乳清タンパク質です。

(2)カゼインタンパク質

　カゼインタンパク質は純粋なタンパク質ではなく、αs1-カゼイン、αs2-カゼイン、β-カゼイン、κ-カゼインの混合物です。
カゼインタンパク質はカルシウムに結合(リン酸化)し、ミルクの高カルシウム含有量に貢献しています。
カゼインタンパク分子には親水性部分と疎水性部分があり、疎水性部分は分子の外側に位置しており、小さなサブミセルの形成につながり、これらが集まってカゼインミセルを形成します。

　カゼインミセルに酸やキモシンを作用させるとカゼインミセルは凝集しゲル状に凝固します。
この現象は、新生動物の体内でも行われており、凝固したタンパク質は液体のミルクの場合よりも消化管の移動速度が遅くなり，腸内でゆっくり消化吸収され、発育期

カゼインミセル



Horn, D. 1998 より引用。International Dairy J. 8:171-177

におけるカルシウムの吸収にも貢献しています。

(3)乳脂肪

　乳脂肪は、主にトリグリセリド(中性脂肪)から構成され、ミルク中の乳脂肪球または乳脂肪エマルジョン(水の中に油が、もしくは油の中に水が分散している状態)を形成します。

　乳脂肪球は、乳腺細胞から由来するタンパク質の層で覆われており、これにより球が凝集するのを防止し、乳中に分散したままにすることができます。これにより、脂肪の大きな表面積が維持され、消化や吸収が促進されます。乳の色や質感も脂肪球によって影響を受け、乳の味覚に貢献しています。また、ミルクが白く見えるのは脂肪球やカゼインミセルで光が全反射されるためです。

(4)ホエー蛋白質

　ホエー蛋白質は、チーズ製造の副産物であるホエーから単離される球状蛋白質の混合物である。牛乳に含まれる蛋白質の20%がホエー蛋白質、80%がカゼインであるが、ヒトの母乳では、60%がホエー蛋白質、40%がカゼインです。ホエーの固体成分の約10%が蛋白質であり、β-ラクトグロブリン(～65%)、α-ラクトアルブミン(～25%)、ウシ血清アルブミン(～8%)、免疫グロブリン、ラクトフェリンから構成されます。これらは、pHに関わらず可溶です。

　ホエーは脂肪を除去した後、食用に加工されます。加工は、単純に乾燥させるか、膜濾過後に噴霧乾燥によって、ホエーからタンパク質を分離することができます。

また、ホエーは、加熱により変性させることができる。殺菌の際のように72℃以上の高い温度で加熱すると、ホエー蛋白質が変性しホエーリコッタチーズを作ることが出来ます。

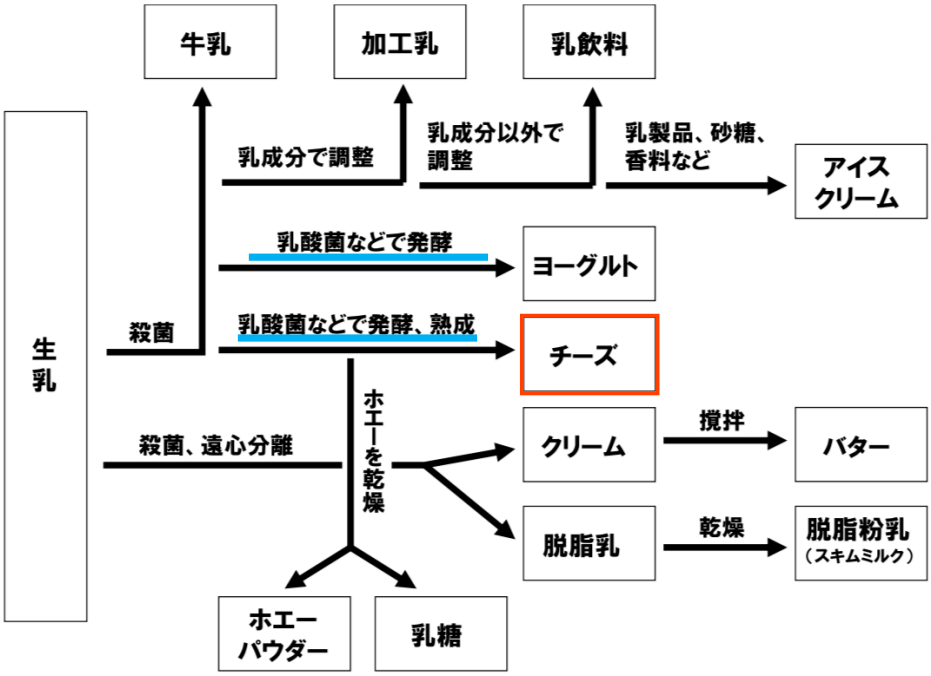
3. 乳酸菌

　熟成チーズを作る上で大事なのが乳酸菌です。乳酸菌という呼称は学名に基づいたものではなく、乳酸を多量につくる細菌の総称です。乳酸菌は通常、消費した糖類から50%以上の割合で乳酸を生成する細菌と定義され、細胞の形態から球菌と桿菌に大別されます。

細菌はグラム染色と呼ばれる手法によって、グラム陽性菌とグラム陰性菌の2つのグループに大別されます。乳酸菌やビフィズス菌はグラム陽性菌、大腸菌やサルモネラはグラム陰性菌です。

乳酸菌は、カタラーゼ(過酸化水素を分解する酵素)を持たず、芽胞(内生胞子)を形成せず、一般に運動性がないという共通的特徴もあります。乳酸菌は酸素の存在する環境でも増殖できますが、どちらかといえば酸素の比較的少ない環境を好みます。

生乳から生まれる様々な乳製品



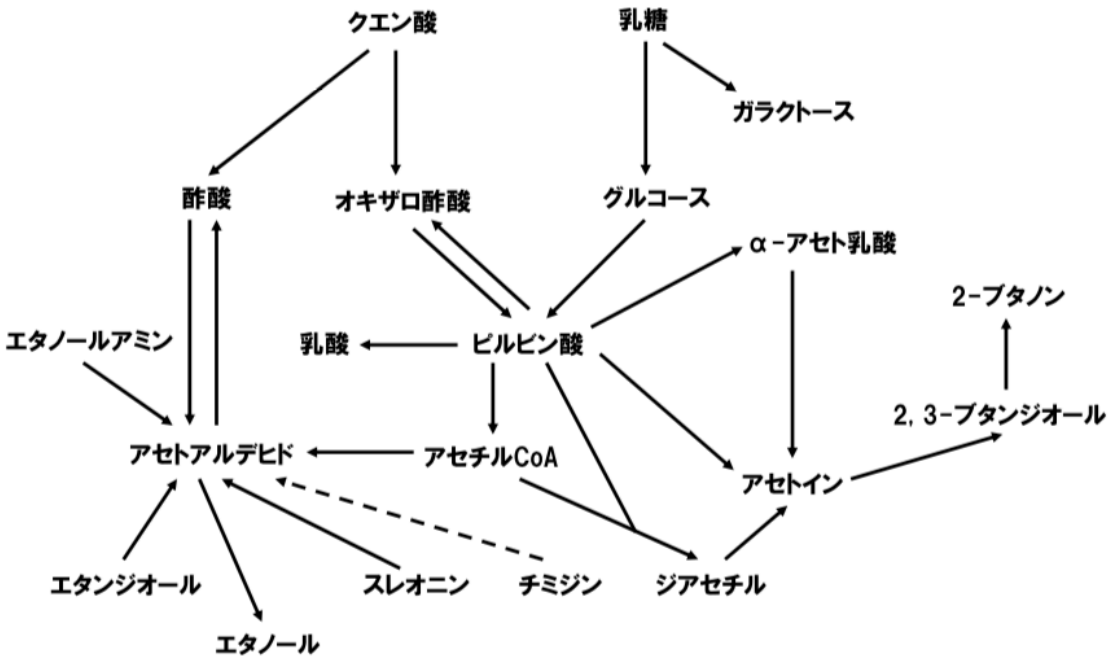
すなわち以下の要件を満たす菌類が乳酸菌とされます。

1.グラム陽性
2.桿菌・球菌
3.芽胞=なし
4.運動性=なし
5.消費ブドウ糖に対して50%以上の乳酸を生成
6.ナイアシン(ビタミンB3)を必須要求

(1)乳酸菌による発酵

乳酸菌による糖質の発酵は、ホモ乳酸発酵またはヘテロ乳酸発酵で進行します。

ホモ乳酸発酵は単糖1分子から2分子の乳酸を生成し、消費された糖のすべてを乳酸に変換します。
ヘテロ乳酸発酵では、乳酸のほかにエタノールと二酸化炭素を生成します。
乳酸菌の菌種によって、例えばヨーグルトの製造に用いるブルガリア菌はホモ乳酸発酵、発酵クリームやカテージチーズ用のスターターに含まれるクレモリス菌はヘテロ乳酸発酵を営みます。
すなわち、
・ホモ発酵は、消費された糖のすべてを乳酸に変換。
・ヘテロ発酵は、乳酸のほかにエタノールと二酸化炭素を生成。
本来ホモ乳酸発酵の代謝産物は乳酸だけのはずですが、実際には乳酸のほかに、ごく微量のエタノール、酢酸、ギ酸、アセトアルデヒド、ジアセチル、アセトインなどを副生します。その生成量は菌株や培養条件によって異なります。
　発酵乳製品において乳酸菌が生成する代表的な香気成分は2つの種類に分けられます。すなわち、発酵バターやカッテージチーズの特徴的な成分であるジアセチルとヨーグルトや酸乳飲料で重視されるアセトアルデヒドであり、両者のフレーバー特性は非常に異なります。アセトアルデヒドは、ほとんどすべての乳酸菌で生成が認められています。一方、ジアセチルはピルビン酸を経由してつくられるのですが、解糖系に由来するピルビン酸は事実上すべて乳酸に変わります。しかし、牛乳にはクエン酸がかなり多量含まれています。乳酸菌のなかには、クレモリスやジアセチラクチスなどのようにクエン酸発酵性の菌種があり、クエン酸



から効率よくジアセチルを生成します。これは、サワークリーム、発酵バター、カッテージチーズなどの製造における独特の風味発生の面から重要な反応となっています。

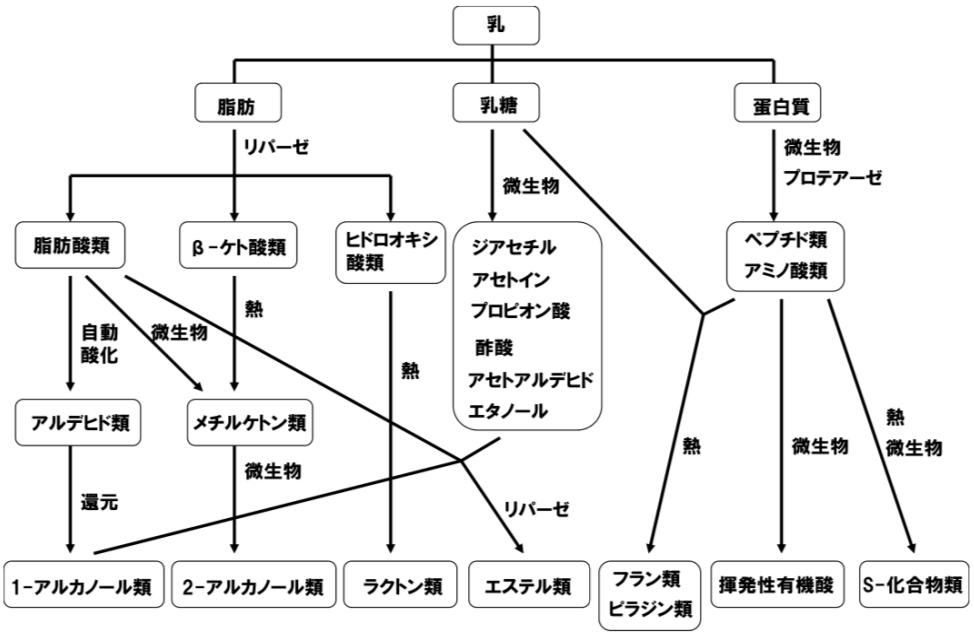
(2)乳酸菌による乳タンパク質の分解

牛乳はタンパク質を豊富に含んでいますが、遊離アミノ酸含量がきわめて低いことが特徴です。乳酸菌が乳中で生育するためには、細胞外に

発酵乳の主な香り成分と香調、香りへの関与、由来物質

香り成分	香調	香りへの関与	由来物質[10]
アセトアルデヒド	シャープなヨーグルトのトップに寄与する香り	香りの広がりに寄与	主：乳糖からの変換 副：アミノ酸の変換
ジアセチル	シャープな甘さを伴ったバター様の香り	甘さを伴った軽い発酵感に寄与	主：クエン酸からの変換 副：乳糖からの変換
アセトイン	クリーミーな甘さを伴ったバターを想起させる香り		（ジアセチルに同じ）
有機酸類 ex）酢酸	刺激的な酢の香り	香り成分のバランスに寄与	主：乳糖からの変換 副：タンパク質と脂肪
メチルケトン類 ex）2-ヘプタノン	ややメタリックでかつクリーミーなコクを想起させる香り	軽いクリーミーなトップノートに寄与	主：乳糖と脂肪 副：脂肪の熱分解

存在するタンパク質を分解して菌体にとって必須なアミノ酸を細胞に供給しなければなりません。微生物の仲間のなかでは乳酸菌のタンパク分解力はそれほど強いとは言えませんが、乳で生育する乳酸菌は必ずタンパク分解活性を具えていて、例えばチーズの熟成過程における好ましい



風味の発生などに重要な役割を演じています。ただし、チーズで苦味をもつペプチドが生成・蓄積する事例もあり、この場合は使用する乳酸菌スターターの種類や組み合わせを変えるなど、工夫が必要となります。

(3)伝統的な発酵食品における利用

乳酸菌が伝統的な発酵食品の調味と貯蔵性付与に重要な役割を演じることはよく知られています。

熟成タイプのチーズ(ゴーダ、チェダーなど)の製造には主としてラクトコックスラクチスに属する中温性乳酸球菌が用いられます。イタリアやスイス系の硬質チーズ(パルメザン、エメンタールなど)では、高温性のラクトバチルス属の乳酸桿菌も併用されます。これらの乳酸菌は原料乳中のラクトース(乳糖)を発酵して乳酸を生成し、pHを低下させてレンネット(乳タンパク質カゼインを凝固させる酵素)の凝乳作用を助けます。そして徐々に進行する乳酸発酵によって適度の酸味を付与するとともに、カード(凝乳)の結着とホエー(乳清)の排出を促し、また有害微生物の増殖を抑制するなど、多様な働きを示します。さらに、チーズの熟成過程において、乳酸菌の菌体酵素(タンパク質分解酵素など)が乳成分をゆっくりと分解し、チーズ特有の風味が形成されます。

フレッシュチーズ(非熟成タイプのチーズ)、サワークリーム、発酵バターなどの製造には、ラクトコックス属の酸生成菌とともにロイコノストックメセンテロイデス亜種クレモリスなど、乳中のクエン酸から特有の風味成分(ジアセチル)を生成する菌種も用いられます。

各種食品の加工に利用される主な乳酸菌の種類

食品の種類	利用される主な乳酸菌の種類
○発酵乳、乳酸菌飲料 ヨーグルト、アシドフィラスミルク、ブルガリアンミルク、発酵バターミルク、ケフィア、クミス、各種乳酸菌飲料など	*Lactobacillus bulgaricus, L. jugurti, L. acidophilus, L. kefir, Streptococcus thermophilus, S. lactis, S. cremoris, Leuconostoc cremoris, Leuc. dextranicum, Bifidobacterium bifidum, B. longum, B. breve*
○フレッシュチーズ、バター カテージチーズ、クワルク、クリームチーズ、発酵バター、サワークリーム、カテージチーズ用クリームドレッシングなど	*S. cremoris, S. lactis, S. diacetilactis, Leuc. cremoris*
○細菌または糸状菌で熟成するチーズ パルメザン、エメンタール、ゴーダ、エダム、チェダー、サムソー、ブリックリンブルガー、ロックフォール、ブルー、カマンベール、ブリーなど	*S. cremoris, S. lactis, S. thermophilus, L. bulgaricus, L. lactis, L. helveticus, L. casei*

(4)乳酸菌の共生とその有用性

フレッシュチーズ(カテージチーズなど)や発酵バターの製造に用いる芳香生産性乳酸菌スターターには、多くの場合、ラクトコックスラクチスの各亜種やロイコノストック属の乳酸菌が一緒に存在しています。こ

れは人為的につくられた組み合わせではなく、良くできた製品の一部を残しておいて次に植え継ぐ手法(友種式)で永い年月を経て現在に伝えられた混合培養というべきものです。一般にロイコノストック属の乳酸菌はタンパク分解力が微弱で、乳中の生育速度が遅いのですが、酸生成力の強いラクトコックスラクチスが共存すると、この菌の増殖に伴って乳中に遊離するアミノ酸によってロイコノストック属の生育とジアセチルの生成が促進されます。また、熟成タイプのチーズ用のスターターとしては単独の優良菌株の純粋培養を一定期間ごとにローテーションして使う近代的な製造方式もありますが、ヨーロッパのチーズでは従来から一般に数種類の菌種・菌株の混合培養が利用されてきています。複数の菌株が混じっている方がバクテリオファージによる事故が起こりにくく、苦味ペプチドなどによる呈味性の欠陥も避けられる利点があるといわれています。

(5)STC.THERMOPHILUSとLB.BULGARIUSの共生

ヨーグルト製造で使用する2菌種の培養においては共生関係がみられます。

Stc.thermophilusはギ酸と二酸化炭素を生成し、これらの生成物がLb.bulgariusの発育を促進することになります。そして、タンパク質分解活性の強いLb.bulgaricusは乳タンパク質を加水分解し、ペプチドやアミノ酸を生成します。これが新たにStc.thermophilusの増殖を促進します(図1)。しかし、同じ種の組み合わせであっても共生関係が明確にみられない菌株もあることから、菌株の代謝特性に依存した関係と思われています。

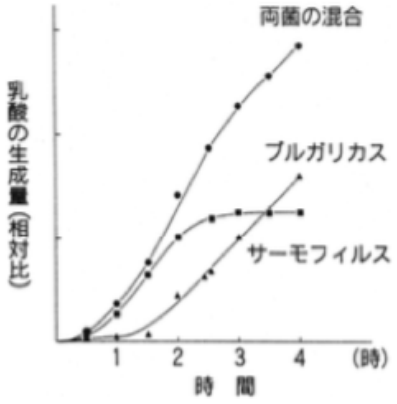
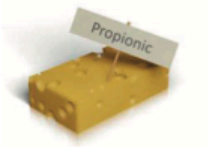


図1 *Lb. delbrueckii* subsp. *bulgaricus*と*Stc. thermophilus*の単独と混合培養による乳酸生成量の違い[2]

4.CHRHANSEN社が扱っている乳酸菌について
(カタログからの抜粋)

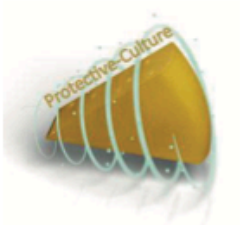
(1) すべてのチーズセグメントに対応するカルチャー

　製造するチーズの種類に最適なChr.Hansenのカルチャーシリーズを特定するプロセスを簡素化するために、「チーズファミリー」を8つの主要セグメントに分けています。下の表は、利用可能なさまざまなDVS®カルチャシリーズの概要を示しています。

Cheese Segment	Cheese types	Chr. Hansen DVS®
	Cheddar, Monterey Jack, Colby, Territorials, American Cheddar and other types with no eyes and strong acidification.	*DVS® R* *DVS® RST* *DVS® RSF*
	Semi-hard cheese types with small to medium size holes like: Gouda, Edam, Danbo, Samsø, Havarti, Saint Paulin, Raclette, Manchego, Prato etc.	*DVS® Flora Danica* *DVS® CH-N* *DVS® DCC* *EASY-SET® FLORA™* *DVS® R*
	Mozzarella, Pizza Cheese, Provolone and Kashkaval.	*DVS® STI* *DVS® TCC*
	Cottage Cheese types	*Fresco®* *DVS® CC* *DVS® R*
	*Emmental, Gruyére, Maasdam*	*DVS® CH-N* *DVS® DCC* *DVS® STEM* *DVS® PS* *DVS® LH*
	Camembert, Brie, Gorgonzola, Crezenza, Argentine Port Salut	*DVS® CH-N/FLORA* *DVS® Mild O* *DVS® SDMB* *DVS® ST-B/SSC* *DVS® CZ* *DVS® BA*
	Grana, Parmasan, Sbrinz, Pecorino	*DVS® Grana* *DVS® MLC* *DVS® TCC*
	Feta and White brined cheeses	*DVS® SafeIT* *DVS® FRC* *DVS® Mild O* *DVS® R*

(2) 特別な目的のためのカルチャー

　8つのチーズファミリーに加え、熟成、保護培養、Kosher For Passover、バターなどのカルチャータイプがあり、ユニークなフレーバー開発、保存期間の延長など、多くのチーズ分野で広く使用されています。

Culture types	Cheese types	Chr. Hansen culture series
	Various cheese types when special flavor development during the ripening time is desired. Also certain mold and rind ripened cheese types.	***Flavor development:*** *DVS® CR* *DVS® PS* *DVS® LH* *DVS® EMFOUR* *DVS® CR-Full Flavor* ***Molds, Yeast, and Brevibacterium:*** *SWING® SALSA, PC, PR/PRG, GEO, LAF, BL/BC*
	*Various cheese types when special shelf life properties are desired.*	*DVS® FreshQ®* *DVS® BioSafe™*
	Various cheese types when the Kosher For Passover certification is required. *All Chr. Hansen cheese cultures are Kosher certified. These cultures also covers the special period of Kosher for Passover*	*KFP™*
	Various butter and spread types both traditional and continuous processed	*DVS® D-series*

(3) チーズのカルチャーに含まれる菌の種類

Culture Type	Name	Characteristics
	Lactococcus lactis subsp. *cremoris* *Lactococcus lactis* subsp. *lactis*	*Mesophilic* *Homofermentative* *Flavor contribution*
	Leuconostoc sp.	*Mesophilic* *Heterofermentative* *Gas production*
	Lactococcus lactis subsp. *lactis biovar diacetylactis*	*Mesophilic* *Homofermentative* *Flavor contribution* *Gas production from citrate*
	Lactococcus lactis subsp. *cremoris* *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* *Leuconstoc* sp. *Lactococcus lactis* subsp. *lactis biovar diacetylactis*	*Mesophilic* *Heterofermentative* *Flavor contribution* *Gas production*
	Streptococcus thermophilus	*Thermophilic* *Homofermentative*
	Lactobacillus helveticus	*Thermophilic* *Homofermentative* *Flavor contribution*
	Lactobacillus delbrueckii subsp. *bulgaricus*	*Thermophilic* *Homofermentative* *Flavor contribution*
	Lactobacillus paracasei	*Mesophilic* *Fac. Heterofermentative* *Flavor contribution*
	Lactobacillus delbrueckii subsp. *lactis*	*Thermophilic* *Homofermentative* *Flavor contribution*
	Lactobacillus rhamnosus	*Thermophilic* *Fac. Heterofermentative* *Flavor contribution*
	Lactobacillus curvatus	*Mesophilic* *Fac. Heterofermentative* *Flavor contribution*

Culture Type	Name	Characteristics
Lb pl	*Lactobacillus plantarum*	*Mesophilic* *Fac. Heterofermentative* *Flavor contribution*
Lb jo	*Lactobacillus johnsonii*	*Thermophilic* *Homofermentative* *Flavor contribution*
P ac	*Pediococcus acidilactici*	*Thermophilic* *Homofermentative* *Flavor contribution*
PC	*Penicillium candidum*	*Surface yeast* *Flavor contribution* *White to grayish color tones*
PR	*Penicillium roqueforti*	*Core yeast* *Flavor contribution* *Green to bluish color tones*
GEO	*Geotrichum candidum*	*Surface yeast* *Flavor contribution*
LAF	*Yeast*	*Surface yeast* *Flavor contribution* *pH neutralizing and/or fermenting properties*
SALSA	*Staphylococcus xylosus*	*Flavor contribution*
BL	*Brevibacterium*	*Smearing bacteria* *Flavor contribution* *Surface coating* *Orange color tones*
PAB	*Propionibacterium*	*Thermophilic* *Heterofermentative* *High gas production*

中温・好気性アロマカルチャーであるLD culturesは、以下の4種類のメソフィル乳酸菌を含んでいます：

- Lactococcus lactis subsp.lactis(O)
- Lactococcus lactis subsp.cremoris(O)
- Leuconostoc mesenteroides subsp.cremoris(L)
- Lactococcus lactis subsp.lactis biovar diacetylactis(D)

LD culturesは、異なる比率でO、L、およびDのculture成分を含む混合物です。LD cultureという用語は、LeuconostocおよびL.diacetylactisという2つの芳香形成菌の存在を示しており、これらの菌は、乳中のクエン酸をフレーバーコンパウンドであるジアセチルとCO_2に変換することで芳香とガスを生産する能力を持っています。

LD culturesは、伝統的なカマンベールのようなソフトチーズや、ゴーダチーズなどの丸い穴のある大陸チーズの製造に広く使用されています。大陸チーズを生産する際には、適切な穴や「目」の形成が品質の重要な特徴の1つです。チーズ中の目の大きさや数は、制御が最も困難な要素のひとつです。目の形成は、ある程度チーズ中のクエン酸発酵の速度（24時間後に発酵したクエン酸の量として測定される）に依存します。酸を生産する菌株と芳香を形成する菌株の組成、およびL.cremorisとL.diacetylactisの比率は、クエン酸の代謝速度と関連します。ただし、生産プロセス、温度、塩分含有量など、多くの非culture関連の要因も関与しています。Chr.Hansenの最もよく知られた中温・好気性アロマカルチャースターターは、CH-N、FloraDanica、DCC、およびEASY-SET®FLORAシリーズです。

L culturesとD culturesは、芳香形成菌としてLeuconostocまたはL.diacetylactisのいずれか一方のみを含んでいるため、チーズ生産においては限定的にしか使用されていません。これは、大陸チーズの生産においてLD culturesが従来から使用されているためです。Chr.Hansenの最近の開発により、新しいEdamEASY-SET®FLORAC100およびC900シリーズが作成されました。これは、LとOの両成分を含むL cultureブレンドで、小さな目と伝統的なチーズ風味を持つEdamなどの他のチーズタイプに最適です。

O culturesは、酸を生産する菌株であるLactococcus lactis subsp.lactis/cremorisのみから構成されています。このタイプのカルチャーは、製品内でのガス発生が望ましくないCheddar、Cottage Cheese、White Brined Cheese（Feta）などのチーズタイプで主に使用されています。Chr.Hansenの最もよく知られた中温性同型発酵カルチャーは、R、FRC、Mild Oシリーズです。
Cheddarやその他の早いチーズの製造のためにO型カルチャーの酸化活性を改善することを目的として中温性同型発酵カルチャーとS.thermophilusをブレンドした非常に速いシリーズのカルチャーが開発されています。典型的なCheddarの製造中、Oカルチャーは、30-32°C（86-90°F）の凝乳時に酸化を開始します。しかし、S.thermophilusカルチャーの好熱性のため、このカルチャーは37-40°C（98-104°F）のスカルディングステップ中に酸化を引き継ぎ、チェダリングプロセス中に継続し、製造業者は目標pHに迅速に到達できるようになっています。

サーモフィルス菌に属するST菌株は、主に以下のようなチーズに使用されます。
・硬質チーズ（例：Emmenthaler、Gruyere、Grana）で40〜54°C（104〜130°F）のスカルディング温度を使用する場合
・軟質チーズ（例：Cresenzaや安定したBrieタイプ）やモッツァレラ、ピザチーズのようなパスタフィラータタイプで、37°C（98°F）以上の高いスカルディング温度を使用する場合
EmmenthalerやGruyereなどの硬質チーズの場合、通常S.thermophilusとL.helveticusが使用されます。L.helveticusは、S.thermophilusによって分泌されるガラクトースを発酵でき、高いプロテオリシス活性を持ち、必要なプロテオリシスや望ましい風味を提供します。
パスタフィラータタイプのチーズや、さまざまなアメリカ風ピザチーズの製造において、主にS.thermophilusが使用されます。場合によっては、L.bulgaricusやL.helveticusとブレンドされることもあり、チーズの特性を得るためです。パスタフィラータの製造には、非常に速い酸化能とファージ耐性のあるカルチャーが重要です。Chr.Hansenのこのアプリケーション用のカルチャーの例には、STI、TCC、TCC-20があります。

プロピオン酸菌は真の乳酸菌として分類されないかもしれませんが、大きな穴と甘くナッティな風味が望ましい特定のチーズ（エメンタール、スイス、マースダムなど）の製造に使用されています。Chr.Hansenのこの用途向けの文化シリーズの例は、PSシリーズです。

フレーバーコントロールTM菌株は、追加の菌株として添加される「パッケージ」として見なされます。この菌株は、フィルム熟成/無皮チーズを含む、熟成プロセスを修正するための適切な酵素を含みます。熟成中、追加された菌株は破壊され、細胞内酵素がチーズマトリックスに放出され、熟成プロセスを修正します。Chr.Hansenの例としては、CR-200、CR-300、CRFullFlavorシリーズがあります。

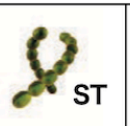
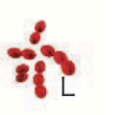
SWING®培養物は、主に4つのカテゴリーに分類される好気性培養物である： カビ、酵母、ブレビバクテリウム、その他。SWING®は好気性であるため、主にチーズの表面で増殖します。

SWING®カビ培養物は主に、ブリー、カマンベールなどの白カビチーズや、ゴルゴンゾーラなどの青カビチーズの製造に使用されます。最も重要な2種類のカビは、白カビのPenicillium candidumと青カビのPenicillium roquefortiです。

SWING®イーストは、乳酸を発酵させてpHを上昇させる能力を持つため、チーズ表面のブレビバクテリウムのような他の微生物の増殖を促すためによく使用される。

SWING®ブレビバクテリウム（またはいわゆる "塗抹培養物"）は、伝統的に塩漬け直後のチーズの表面に塗抹される。ブレビバクテリウムは非常に塩分に強く、強いタンパク質分解活性を持つ。チーズ表面で増殖する間、ブレビバクテリウム・リネンスは特徴的なオレンジ色とスミア層を形成する。チーズ表面での高いタンパク質分解作用により、風味成分がチーズの中心部まで浸透し、スミアチーズ特有の熟成した風味を与える。

乳酸菌の特徴

模式図									
菌体		Streptococcus thermophilus	Lactococcus lactis subsp. cremoris	Lactococcus lactis subsp. lactis	Lactococcus lactis subsp. lactis biovar diacetylactis	Leuconostoc sp.	Lactobacillus helveticus	Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus	Lactobacillus delbrueckii subsp. lactis
形状		球菌	球菌	球菌	球菌	球菌	桿菌	桿菌	桿菌
乳酸の異性体		**L**	**L**	**L**	**L**	**D**	**DL**	**D**	**D**
乳中の乳酸生成量(%)		0.6	0.8	0.8	0.8	<0.5	2.0	1.8	1.8
クエン酸の代謝（フレーバー）		-	-	-	+	+	-	-	-
温度環境	10℃	-	+	+	+	+	-	-	-
	40℃	+	-	+	+	-	+	+	-
	45℃	+	-	-	-	-	+	+	+
乳酸発酵能力	ブドウ糖	+	+	+	+	+	+	+	+
	ガラクトース	-	+	+	+	+	+	-	+/-
	乳糖	+	+	+	+	+	+	+	+

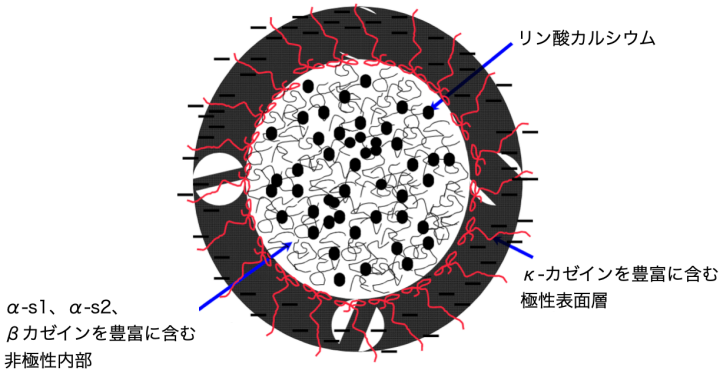
5.レンネット(凝乳酵素)

母乳の消化のために数種の哺乳動物の胃で作られる酵素の混合物のこと で、チーズの製造に用いられます。 凝乳酵素とも呼ばれ、主な活性酵素はキモシンであり、このキモシンは酸性領域に至適pH(6.2)を持つ酵素 です。

(1) 凝乳のメカニズム

(1-1) 乳酸発酵により乳酸が生成されpHが減少することにより、カゼインミセルの非極性内部にあるコロイド状リン酸カルシウムが遊離ます。

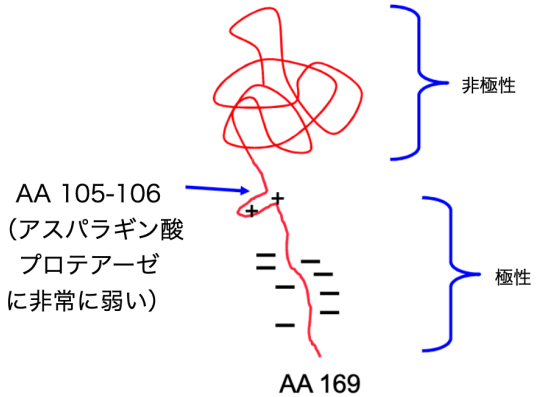
カゼインミセルとは？



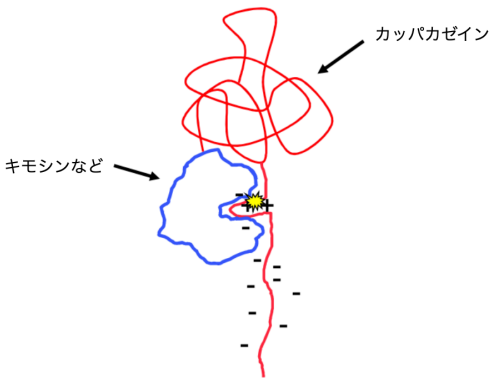
Horn, D. 1998 より引用。International Dairy J. 8:171-177

(1-2) ここにレンネットを加えると、タンパク質分解酵素キモシンが、カゼ インミセルの表面のκカゼイン分子の105番目のアミノ酸であるフェニ ルアラニンと106番目のメチオニンの間のペプチド結合を加水分解し、分子鎖を切断します。

κカゼインはアスパラギン酸プロテアーゼの作用に特異的に弱い。



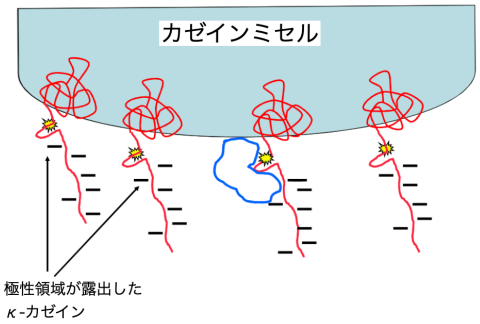
κカゼインをレンネットが切断。



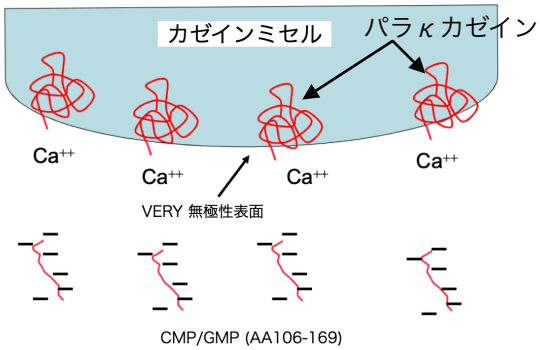
(1-3) それまでカゼインミセルを沈殿しないように保護していたκカゼインの親水性ポリペプチド鎖(グリコマクロペプチドと言われる)が分解

により、ミセルから離れ、あとに残ったκカゼインの分子鎖は、パラκカゼインと言われます。

酵素的段階：カゼインの切断

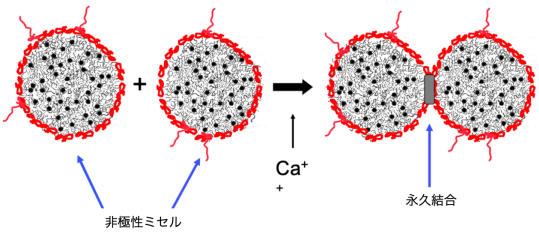


非酵素的段階：Caイオンによる凝集



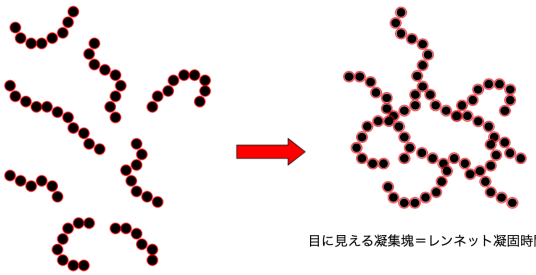
(1-4) この状態のカゼインミセルにカルシウムイオンが結合し、ミセル同士が次々に結合し、凝集していきます。

非酵素的段階：カゼインミセルの凝集

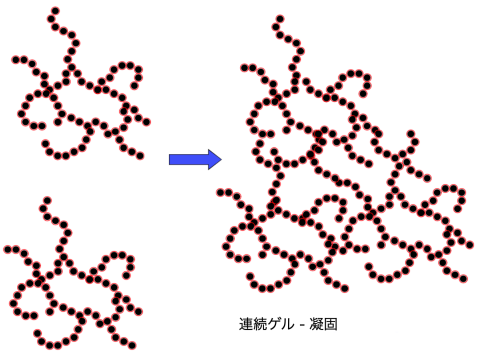


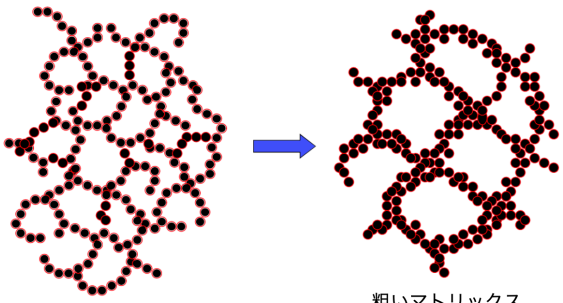
(カゼインが80-90%切断された後に始まる)

非酵素的段階の続き：鎖形成/凝集



(1-5) このときホエーを内部に取り囲みながら凝集するので、ゲル化したように見えます。





(1-6) カードをナイフでカッティングすると、この内部のホエーが、結合したミセルの網目構造からにじみ出し、カードは収縮します。

(1-7) さらにかくはんしたり加温したりすると、カード内部からホエーがどんどん排出され、カード粒子はさらに収縮し硬いものになっていきます。

(2) レンネットの種類

　哺乳動物の離乳前の子牛の胃の中で乳が固まることは何千年も前から知られていました。屠畜した子羊や子山羊、子牛など反芻動物の胃袋から乳を固める成分を抽出したのが「動物性レンネット」で、その主成分の化学名は「キモシン(Chymosin)」です。一方、チョウセンアザミやイチジクなどにも乳を固める成分があり、特にチョウセンアザミのおしべ から抽出されたエキスは「植物性レンネット」と呼ばれます。また、 チーズの生産が大幅に増えた20世紀中ごろには、リゾムコールというカビから凝乳酵素を大量生産する日本発信の技術が確立し、「微生物性レンネット」として広く使われるようになりました。20世紀の終わりごろには、遺伝子組み換え技術を用いて微生物菌体内にキモシンを生成させる方法が実用化され、「発酵生産キモシン(FPC)」としてチーズづくりに使われ始めました。 現在、世界では発酵生産キモシンが約60%、微生物性および植物性レンネットが約30%用いられています。日本では動物性レンネットと微生物性レンネットが多く使われています。

(2-1) 発酵生産キモシン(FPC)

　子牛の第4胃で生産・分泌されるキモシンの遺伝子を、微生物(大腸菌、 酵母、カビなど)に組み込んで酵素をつくります。できた酵素はキモシン100%のため、チーズの品質改良や収量増加が期待できます。別名バイオキモシン、遺伝子組み換えキモシン、リコンビナントキモシンとも呼ばれます。

(2-2) 微生物性レンネット

　1960年代、原料の子牛の胃が不足したことから代替物として使われ始め、カビ属のリゾムコール・ミィハイ、 リゾムコール・プシルスが主に使われています。微生物性レンネットは、タンク培養で大量生産が可能なため安価ですが、たんぱく分解活性が強く、子牛のレンネットより強い苦味が出やすいのが欠点です。

(2-3) 植物性レンネット

イチジクのフィシン、パパイヤのパパイン、パイナップルのブロメラィンなどのたんぱく質分解酵素には凝乳作用があります。ヒンズー教などの宗教上の理由で牛の胃由来のキモシンを使えないインドなどでは、古くから研究が行われています。一般に風味は淡白ですが強い苦味が出ます。

(2-4) 動物性レンネット(カーフ〈子牛〉レンネット)

生後10~30日の子牛の第4胃から得られるレンネットで、キモシン88~94%、ペプシン6~12%が含まれます。子牛が母乳以外の飼料を食べるようになると、キモシンは減り、ペプシン、ペプチターゼなどの消化酵素を多く分泌するようになり、普通の哺乳動物の胃に変化します。

(3) レネット活性

凝固時間と設定時間の比較レネットは、伝統的に、単倍、倍量、または三倍量として業界で説明されています。単倍量(単一強度)は、30-32°Cの乳1,000kgを30-40分で凝固させるのに200mlのレンネットで十分であるとされています。

凝固時間は、凝乳がきれいに割れて透明なホエイを出すポイントです。 凝集時間は、スパチュラやスライドを乳に浸した時に最初にカスの斑点が現れるポイントです。通常、単倍量のレネットを使用する場合、凝集には15- 20分、凝固には30-40分が必要です。

(4) 国際ミルク凝固単位 (IMCU)

IMCU(レンネットの力価)とは、国際規格ISO11815(2007)で定義された International Milk Clotting Unitの略です。解説すると1凝乳単位(U)は、 30°Cで再構成した脱脂粉乳10mLを100秒間で凝固させるレンネット酵素の量と定義されています。これはIMCU/mLの数値が高いほど、レンネットは強く、同じ量の牛乳を固めるのに、より少ない量で済むことを表しています。単一強度(シングルストレングス)は、30~32°Cの牛乳1,000kgを30~40 分間で固めるのに200mlで足りるレンネットの強度と考えられてることから、単一強度レンネット1mLで5kgの牛乳を固めることができ、そのIMCU値は約250IMCUとなります。また、

1kgの牛乳を1mLのレンネットで固めるためには約50IMCUの力価が必要となります。
以上のことから入手したレンネットのIMCU値と使用する乳量がわかればレンネットの使用量を以下の計算で求めることが出来ます。

① レンネットのIMCU値 ÷ 50(IMCU) = 入手したレンネット 1ml(あるい は1g)で固めることができる乳量(L)

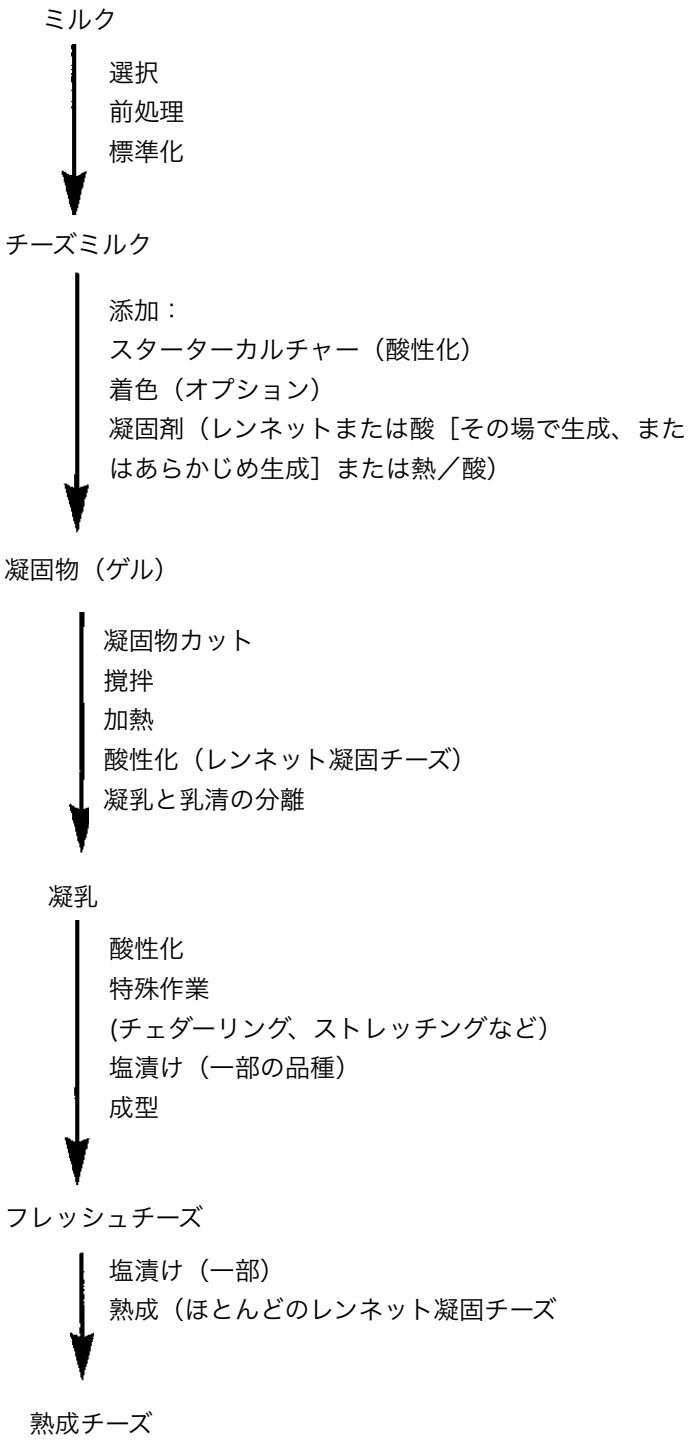
② 使用する乳量(L) ÷ 入手したレンネット 1mL(あるいは1g)で固めることができる乳量(L)= レンネットの使用量

ただし、牛乳の状態がいつでも同じであればこれで良いのですが、牛乳の性質は毎回違うため同じ量の牛乳、レンネットであっても凝集、凝固の時間が変わります。

6. チーズ製造

チーズ製造の主な一般手順は以下の通りである。

1. 牛乳の選別、標準化、そしてほとんどの場合は低温殺菌。
2. 通常、選ばれたバクテリアによる乳酸のその場生産による酸性化。
3. 酸性化または限定的タンパク質分解によるミルクの凝固。
4. 凝固物を脱水してチーズ凝乳を得るには、様々な技法があるが、その中には品種特有のものもある。
5. 凝乳を特徴的な形に成形する。 ほとんどの品種では、チーズの特徴的な風味とテクスチャーを形成する凝乳の熟成(熟成)が行われる。



7. チーズ製造作業

(1) 使用する機械・器具の殺菌

牛乳殺菌タンク

チーズバット

牛乳殺菌タンク&チーズバット
等機器の蒸気殺菌

その他の器具の塩素殺菌

牛乳殺菌タンク、チーズバット および関連器具を蒸気殺菌した上で塩素殺菌する。

　チーズバットやコック、チーズカッターなどは蒸気による殺菌を行い、次亜塩素酸ナトリウムを用いた殺菌水で洗浄後、水で殺菌水を洗い流し使用する。そのほかの器具で蒸気殺菌できないものは殺菌水に浸けておき、使用する時に水洗いし使用する。

(1)　殺菌洗浄液の作り方

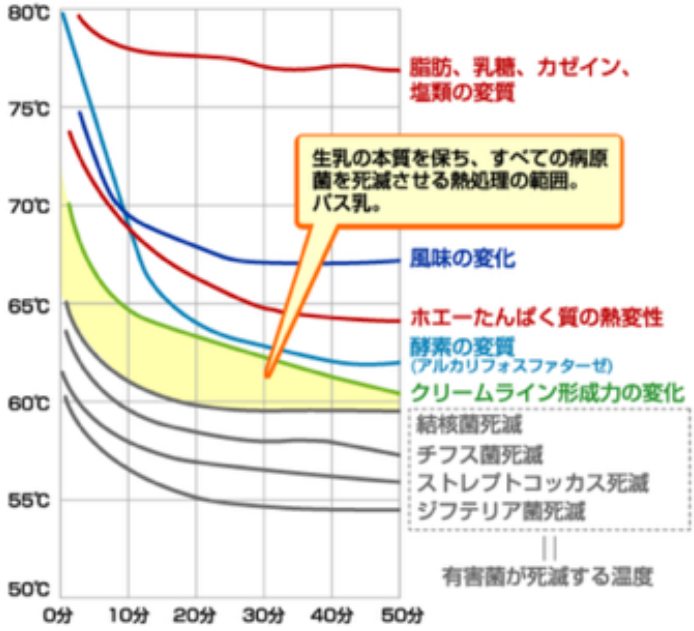
　チーズバット等を殺菌洗浄する場合の有効塩素濃度は50～100PPMです。1%濃度の次亜塩素酸ナトリウムは10,000PPMです。したがって、5%濃度の次亜塩素酸ナトリウムで100PPMの殺菌水を10ℓ作る場合は

10000mℓ/(50000ppm/100ppm)=20mℓ

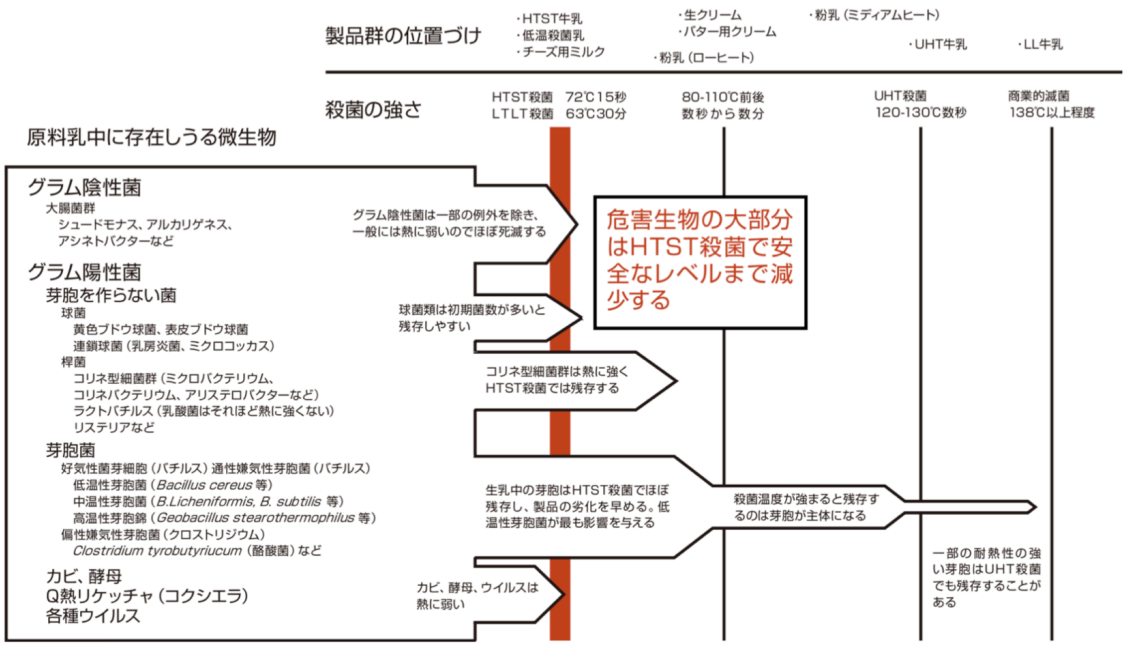
つまり5%濃度の次亜塩素酸ナトリウムが20mℓ必要になります。

8. 牛乳の殺菌

(1)殺菌方法



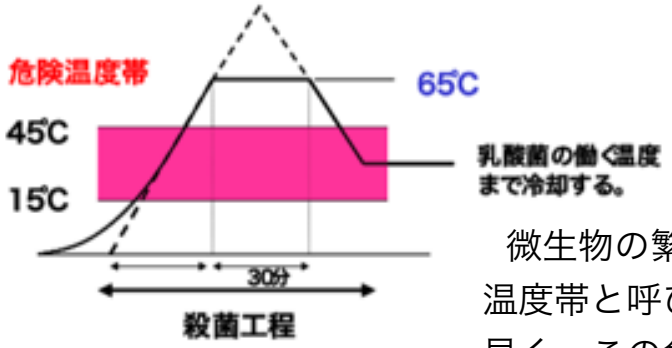
　牛乳の殺菌は、我が国では省令により「保持式で63°Cで30分間加熱殺菌するか、またはこれと同等以上の殺菌効果を有する方法で加熱殺菌することとした』と改正されました。この規定に基づき、現在、牛乳の主な殺菌法は(1)LTLT殺菌法(Low Temperature Long Time殺菌法/保持式の場合は63°C30分間保持の低温長時間殺菌、連続式の場合は65°C以上30分以上)、(2)HTST殺菌法(HighTemperatureShortTime殺菌法/72°C以上15秒以上保持の高温短時間殺菌)、(3)UHT殺菌法(UltraHighTemperature殺菌法/120~150°C1秒以上3秒以内の超高温殺菌)という3種類があります(注:これらは海外の



元島：日本酪農化学会創立 60 周年記念誌 pp.30-37(2011)

定義とはやや異なる場合があります。海外の文献で「UHT牛乳」という

場合、日本でいうLL牛乳(常温保存可能品)に相当する)。また、これら以外に75℃以上15分以上保持殺菌する方法も認められています。ここで重要なことは、「通常、乳製品の殺菌は微生物を完全に死滅させるわけではない」ということです。図2に示すように、例えばHTST殺菌法によって危害微生物の大部分は安全なレベルまで減少しますが、芽胞菌や非芽胞形成菌であっても耐熱性の高い菌は生残が可能です。そのため、「殺菌工程後の低温管理」も重要です。



微生物の繁殖しやすい15～45℃を危険温度帯と呼びます。殺菌ではできるだけ早く、この危険温度帯を通過させる必要があります。チーズ製造では乳酸菌を働かせるために危険な温度で作業するため、殺菌は迅速にスターター以外の微生物混入を防ぐように行います。

(2)牛乳蛋白の熱変性

蛋白質というのは、アミノ酸が数多くつながったもので、ただ直線的につながっているだけではなく、そのつながりが、たがいにからみあって、立体的な構造をもっています。熱変性というのは、熱によってこの立体構造が壊れてしまうことをさしています。 牛乳蛋白質は、カゼイン蛋白質とホエー蛋白質に大きく分けられます。

カゼインは栄養価の高い蛋白質で、体内で分解されると各種のペプチドに変わります。これらのペプチドは、カルシウムの吸収を促進したり、腸の蠕動運動を抑制する作用をもっています。ホエー蛋白質は高蛋白・低脂肪で栄養価が高い、またホエー蛋白質に含まれているラクトフェリンという成分には、エイズウイルスの侵入を防ぐ働きも確認されています。カゼインは、熱による変性を受けにくい蛋白質と言われていますが、ホエー蛋白質で80℃前後から変性が始まります。

赤ちゃんがミルクを飲むとお腹の中で固まることは、お母さんは体験的にご存知のことと思います。この胃の中で固まるということはすごく大事で、固まるときに脂肪やカルシウムを包み込み、この栄養分を体中へ運んでくれます。 牛乳も同様に、牛乳に含まれている蛋白質の約80%を占めるカゼインが、胃の中に入ると胃酸や、酵素ペプシンによりヨーグルトのように固まります。そしてゆっくりと消化吸収されます。
チーズはまさにそのしくみを利用してつくられています。 しかし、熱変性した蛋白質では固まらない為、直接腸に流れてしまうのです。したがって、UHT牛乳(高温殺菌乳)ではチーズはできません。

9.スターターの投入

スターターは大別して、乳酸菌スターターとカビスターターに分けられ、つくるチーズの種類によって菌株が異なり、チーズ製造技術上最も重要な工程の一つである。乳酸菌スターターについては、酸生成が主要目的で風味と芳香の良いものを選択しなければなりません。特に硬質チーズの風味的品質はスターターから受ける影響が大です。
なお、乳酸菌スターターの特性として次のようなことが挙げられる。

(1)乳酸菌スターター

乳酸を作って牛乳のｐＨを低くするをことは、レンネット凝固作用やカードの収縮を良好に導き、ホエーの排出を容易にする。またカードの弾力牲やカード相互の結着性を良好にする。乳酸の生成が適正に進めば、製造工程も順調に進む。尚、チーズ熟成時に有害な微生物の活性を抑制するので、チーズ製造には活力の旺盛なスターターが要求される。乳酸菌は熟成中に主に蛋白質､僅かに脂肪を分解するが菌の代謝産物である酵素のほうがチーズ熟成を早め、特有の風味を生成するカが大きいと言われる。

(2)カビスターター

カビスターターはチーズの蛋白質と脂肪分解により風味形成に大きな影響を与える。カビの菌体外に酵素を分泌し､この酵素がチーズの熟成の主役を果たします。使用するカビは、純粋なカビで菌糸が短く､二次生長の少ないものを選び、勿論風味と芳香の良いものが必要です。青カビ系のチーズの場合は､脂肪分解に特有の刺激味を付与する物を選び、自カビ系チーズの場合は､脂肪分解のすくないカビを選びます。尚、蛋白分解が緩慢に熟成するカビの方が品質的にはよいチーズができます

(3).塩化カルシウム

原料乳の殺菌処理に伴いカルシウムの不溶性が増加し、レンネット凝固時にカード形成が抑制されるので、それを補うため塩化カルシウムを添加します。即ち、レンネット節減と乳固形分の効率的な回収、カードの弾力性及び製造工程の短縮を目的としています。又、カルシウムはある種の乳酸菌、特にラクトバチルスの成長に必要であると言われています。
全乳量の0.02%添加

(4).硝酸カリウム

硝酸カリウムが酪酸菌の生育を抑制するのは、硝酸還元酵素（キサンチンオキシダーゼ）によって生成される亜硝酸塩の作用によるものです。硝酸塩はチーズの酸化還元電位を高めに維持し、偏性嫌気性である酪酸菌の生育を抑制域いは遅延させる効果があります。尚、硝酸カリウムのチーズへの移行は、6.5%内外と言われています。全乳量の0.01%添加

10. 乳酸菌によるPHの低下について

乳温30℃に保持した原料乳にスターターを添加(0.1-5%)した後、滴定酸度が0.17-0.19になるまで乳酸発酵を行う(1-2時間)。この間に原料乳のpHは初期pH約6.7から6.5程度まで低下する。

(1). 良好な乳ゲル(カード)の形成を促進「凝乳」

原料乳のpH低下は凝乳酵素(レンネット)の至適pH(6.2)に近づくだけでなく、カゼインミセル内のリン酸カルシウムからCaイオンを溶出させることで、カゼインミセルが不安定になり、この結果レンネットによる凝乳反応が促進され良好な乳ゲル(カード)が形成されます。

11.カッティング

チーズの種類により異なりますが所定時間内に目標水分を脱水する為にカード粒のサイズ均一にすることが重要。カッティング時期はカードナイフのサイズに合せ頃合時期を見出だすことが必要です。無理なカッティングは脂肪のロスやカードの破砕につながるので、その時期を逃すことなく、適切なカッティングで品質の向上と固形回収率を高めることが技術上必要です。一般的に、硬質チーズはカード粒が小さく軟質チーズ程高水分でカード粒も大きいとされています。

(1)品質安定は均一なカッティングから

　カードが均一に裁断されていれば、その後のクッキング過程でカード粒子は均一に収縮し、組織が均一となるため発酵むらが少なく、結果的に一定した品質のチーズとなります。また、カッティングやその後の撹拌で、カード表面を傷つけたり破砕したりすると、カゼインや乳脂肪がホエーに移行して歩留まりが悪くなる他、カードの粘度や弾性が失われて品質が安定しません。均一な大きさで凹凸の無い正確なカッティング技術が求められます。

(2)カード粒子の大きさで変わる水分含量

　レンネット凝固チーズは通常、同じような大きさの粒子にカットされますが、その大きさや形は製造されるチーズの種類によって異なります。一般的に、小さくカットされた凝乳はよりドライなチーズとなり、大きくカットされた凝乳はよりしっとりとしたチーズとなる。しかし極端に微細なカードではカード粒子の水分が低下しても圧搾時に充分なホエー排除が行われず水分の多いチーズとなる場合がある。

　カードは、その切断面からホエーを排出します。１辺10cmの立方体の表面積は600cm2ですが、これを１辺１cmすなわち1,000個に切断すれば、表面積は6,000cm2に拡大し、ホエーの排出は格段に多くなります。

チーズ毎のカットの大きさ(一辺の長さ:各チーズレシピからの拾い出し)
・モッツアレラチーズ　　1.25cm
・エダムチーズ　　1cm
・ゴーダチーズ1cm
・パルメザンチーズ0.5cm
・チェダーチーズ　0.5cm～1cm
・モントレージャック　　1cm
・ブリー・カマンベール　　カットせず柄杓ですくい上げる
・ブルーチーズ　　1.5cm
・ラクレットチーズ　　1.25cm
・ウォッシュチーズ　　1cm

6カッティングのタイミング

　牛乳にレンネットを加えた後、牛乳が固まり、カットできる状態になるまで待たなければなりません。このカットを開始するまでの時間を決めるには、大きく分けて3つの方法があります。

(1)固定時間法

　レシピに与えられた固定時間があり、どのくらい待てばいいのかがわかる。ミルクの種類、レンネットの強さ、スターターカルチャーは世界各国、季節によって大きく異なるため、この方法は明らかに正確ではなく、全くお勧めできません。従って、最適でない切り出しのタイミングになる可能性が高いのです。

(2)クリーンブレーク法

　経験をもとに15～20分待ち、その後、カードをカットする。カットできる状態になると、きれいに割れます。このとき、ホエーの濁りが少なく（早く切りすぎた場合）、ホエーの透明度が高い（遅く切りすぎた場合）ことを確認します。

(3)凝集点法

　凝集点法は、最も複雑で最も正確な方法です。レンネットを加えてから10～15分後に起こる凝集の開始を観察する必要がある。この時間（TPと表記）に、製造するチーズの種類によって異なる係数（倍率と呼ばれることもある）を掛ける。TPと係数の積がTDで、レンネットを加えてから凝乳を切るまでの総経過時間である。
つまり、　　TD=FACTORxTP　　です。
この方法により、凝集時間に比例して最適なカッティング時間が得られます。
　カードの形成には2つの段階があります。まず、酵素の段階、次に凝集の段階があり、ここでカードが形成される。凝集ポイントは凝集フェーズの開始点です。
これらの時間は、牛乳の原料によって異なるカゼインとカルシウムの量に依存します。したがって、この方法では、年間を通じての搾乳/泌乳サイクルを考慮しているほか、酵素の強さ、周囲の温度、その他いくつかの細かい要因も考慮されます。凝集時間に適用される係数は、製造され

るチーズの種類によって異なり、通常2〜6の間である。下の表は、様々なチーズの倍率を示したものです。
チーズの種類によって倍率が異なるのは、カット時のカードの強さが異なるからである。若いカードは切ったときにホエーが出やすく、古いカードは出にくくなります。このように、チーズの最終的な水分含有量には、この時間とカットされたカードの大きさが大きく影響するのです。
酵素(レンネット)はTPが10〜14分になるような量を入れる必要があります。TPがこの範囲にない場合、この方法では正確なTDを提供できません。この範囲外の場合は、次回チーズを作るときに酵素の量を必要な分量だけ修正します。

(4)カット時間を決める方法
1.レンネットを牛乳に加える。レンネットの量はレシピ（または製造者の使用説明書）に記載されている。タイマーをスタートさせる。
2.牛乳を7-8分放置する。ペットボトルのキャップ（ミネラルウォーターのキャップなど）を持ち、牛乳の表面に置く。
3.キャップを軽く回転させる。キャップは自由に回転するはずです。1分おきに再試行します。
4.9-10分後、ミルクからわずかな抵抗があることに気づくはずです。ここからは30秒ごとにキャップを回してテストしてください。
5.10分から14分の間に、キャップが動かなくなるはずです。これは凝乳が形成されたことを示すもので、凝集点(TP)です。
6.TPの値がわかれば、レンネットを加えてから切るまでの総時間、TDを計算することができる。TD=FACTORxTPと非常に簡単です。例えば、レンネットが9:00に添加され、キャップが9:10に旋回を止めた場合（TP=10）、このチーズのファクターは4と仮定する。したがって、TD=4x10=40minとなりレンネットを加えてから40分後(9:40)にカットします。

CheeseType	FlocculationMultiplierFactors (凝集係数)
Swiss,Alpintypes,Parmesan,Romanoetc.	**2-2.5**
Gruyere	**2.5-3**
Wensleydale,Manchego	**3**
Cheddar,Gouda,HardBritish,Havartietc.	**3-3.5**
Jack,Caerphilly	**3.5**
Feta,Blue,Mozz,Halloumi,etc	**4**
Camembert,Brie,Stilton,etc	**5-6**

12. カードのクッキング

凝乳反応によって得られたカードを細かく裁断すると、カードから乳清(ホエー)が排除されます。「クッキング」ではスターターの生育に適した温度(30-40℃)まで加温しながらホエーとカードの混合溶液を撹拌している間に乳酸発酵が進み、さらにpHが低下します。低pHおよび加温はカードの離漿現象(シネリシス)を促進することから、効率よくホエーを排除することが出来きます。このため調理スケジュールを守ることが重要です。

(1)撹拌

カッティング当初のカードは非常に軟弱で破砕され易く、この時のカード粒には細心の注意が必要である。前熟を要したカビ添加チーズのカード粒の場合は、カードからホエーがある程度抜け、カードが硬く締まるのを待って撹拌する。通常カードの場合は、カードが結着し各社易い性質なので、直ぐ撹拌に移り、当初は特にゆるやかな撹拌が必要であ。次第に、カードの収縮状態を見て、撹拌を強め、カードの団粒化防止とカードの脱水を図らなければいけません。

(2)カードの団粒化は欠陥のもと

チーズバット内でカードが団粒化すると、その部分のホエー排出が阻害されて水分分布が不均一となり、チーズにメカニカルホールを生じやすくなります。メカニカルホールが多い場合は酸味臭や蒸れ臭といった欠陥を引き起こしますから、カードの扱いには注意が必要です。

(3)ホエー排除と加温

　ホエー排除は次の作業工程を円滑にする。熱湯で加温する場合のホエー排除量は乳糖の酸生成に影響があるのでよく考慮して決める必要があります。加温のために熱湯を加えることを直接加温とって、乳糖及び酸度を希釈し、チーズにマイルドな風味を付与します。一方ジャケットから加温することを間接加温といい、味をシャープにします。チーズの種類や品質によて加温方法を選択する必要があります。加温温度が高い程、脱水の効率が良く、しかし急激な加温はカードの表皮に厚い膜を作り、内部にホエーを滞らせることになります。製品にシャープな味をもたらすためには加温はを徐々に行い、標準時間を厳守することが大切です。

(4)カードブロック

　カードとホエーを分離し、カードを結着させカードブロックを作る工程。この工程はチーズの種類によって異なります。方法としては、バット内にカードを残しマッティングするもの、直ちにカードをモールドに詰めてしまうもの、布袋にカードをつめ、垂するものなどのほかに、カードからエアーを抜く目的で、バット内にカードを推積圧搾するもの、カードシンクやヨンギャ又はカードブロッカーなどにカードとホエー移送し、外圧によってカードを結着させる方法等、いずれもチーズ特有の組織形成を目的とし、型詰め操作や次工程を容易にするためです。

(5)チェダーリング

　カードのパッキング、反転、堆積及び再堆積の総合作業をチェダーリングと言います。この一連の作業は約2時間続けられ、チェダーチーズ特有のものです。チェダーリングには次の目的があります。

a.ホエーの排除を規制し、水分量を調整してｐＨをさげる。

b.カード特有のボディーの繊維組織をっくり、発酵ガスや悪臭を除きます。

(6)ミリング

　カードミールでチェダーリングを行ったカードブロックを10～15mm×20～30mm長方形にカッティングすることです。カードブロックをカッティングする直接的な目的は次の通りです。

a.ホエー排除を一層良くする。

b.カード全体に食塩を速くかつ、均一に分配できる。

c.モールドへのカード詰めが容易になる。

カッティング操作による間接的な利点は次の通りである。
a.カードから不快臭を逸散させる。
b.カードを冷却し脂肪の硬化を図る。
c.カードは必要に応じて温水又は冷水で洗浄できる。

13. 型詰と圧搾

(1)圧搾（プレス）

　型詰めされたカードはプレス機を用いて、チーズの品名に合せた形を造る。圧搾の程度は、チーズの種類により異なりますが、最初から急激な加圧をしないこと。徐々に行うほうが良い組織のチーズが得られるます。硬質系チーズになるほど強圧になり、長時間を要します。圧搾方法には２段階あり、予備圧搾は普通20～30分圧搾し、モールドよりチーズを取り出して反転し、体裁のよい外観をつくる為にクロース（布）で包み替え本格的に圧搾する。軟質系チーズは殆ど、プレス機を使用しません。一般には、自重でそれぞれの特徴ある組織を作るための温度・時間(保持）が異なるため、この条件を厳守することが大切な管理となります。

(2)冷却（放水）

　温度10℃所要時間10時間以上冷却されることで乳酸菌による酸生成を抑制し、熟成のコントロールをします。チーズの硬化を促進し変形防止とクロス剥離を容易にし、表皮を平滑にします。

14.加塩

(1)加塩する理由

　チーズづくりで塩を加える理由は4つある。
a.グリーンチーズ表面の殺菌
b.内部に残るホエー(乳清)をさらに取り除く(シネレシスを促進する)
c.乳酸菌・カビの生育を抑える (酸生成を遅らせる)
d.旨味のもとであるグルタミン酸ナトリウムを増やす

(2)チーズづくりで塩を加えるその他の利点

a.蛋白質の一都を溶かしてカードの密着をよくする。
b.チーズを硬化させる。

なお、チーズに塩を加える4つの理由うち、a~cは砂糖(ショ糖)でも代用が効きくが、旨味成分であるグルタミン酸ナトリウムの生成だけは、塩でなければ不可能です。

チーズが加塩されない場合は、チーズ内部のホエーを十分除くことができず、ホエーに含まれる乳糖が必要以上に残こり、乳酸菌の活性が高くなり発酵が過度に進みます。

(3)加塩の方法

A.湿塩法(食塩水に浸漬する加塩の方法)

ゴーダチーズでは、成型したチーズを型から取り出し、飽和食塩水に一定時間浸漬して加塩します。浸漬時間は、5kgサイズで48時間程度が標準です。

b.乾塩法

チェダーチーズのように切断したカードに食塩を混合させる方法と、ブルーチーズのよに成型したチーズに食塩を擦り込む方法があります。チーズの塩分率はチーズの種類により異なりますが、大半は1.5〜2.0%となっています。

15. 熟成とコーティング

(1)予備熟成

塩漬けが終了したチーズは表面から余分な水分を取り除くことで、不要なカビや酵母に耐えられる脱水した表皮を形成するため予備熟成として風乾を行います。

風乾は、ホエーが完全に排出されなくなり、チーズの表面が乾燥した時点で完了します。よく乾燥した表皮を得るための熟成前の風乾時間は、平均的な家の温度72°F/21°C、湿度〜70〜75%で1〜3日です。冷蔵庫で風乾するのがベストですが、その場合は低湿度によるリンドの急激な乾燥やリンドのひび割れに非常に敏感でなければなりません。予備熟成の目的は

- 軟質チーズについては、チーズ中の水分をコントロールすると共に、カビチーズ等はカビ胞子の発芽を促進させる。
- 硬質チーズについては眼の形成を主目的にするものもあり、リンド形成も兼ねていることから、水分の比較的多いチーズは、予備熟成の温度(20~23°C),湿度(90%以上)が高く、水分の低いチーズは温

(18~20℃),湿度(85%)と低いのが普通です。
注)リンドとは、チーズの表皮のことです。

(2)本熟成

チーズはそれぞれの種類に合せたカード形成と微生物や酵素等を添加して造られており、熟成は当然チーズの種類によって異なる。このため熟成には各種チーズの特質に合せた管理、即ち、温度・湿度の調整が非常に大切です。

熟成には、もともと乳中に存在していた各種酵素(プラスミンなど)や製造工程で添加した凝乳酵素、乳酸菌やカビなどの微生物由来の各種酵素(プロテアーゼ、リパーゼなど)が働きます。

熟成中は、乳成分の分解が進み、生成した化合物同士が再び反応することで非常に複雑な風味がつくられます。(乳酸菌の項も併せて参照ください。)

カゼイン(たんぱく質)は、凝乳酵素や微生物由来の各種プロテアーゼの働きにより、うま味成分であるペプチドやアミノ酸に分解されます。熟成が進むにしたがって、アミノ酸からアルデヒド、アミン、含硫化合物などのチーズの香り成分も生成されます。

乳脂肪からは、微生物(主にカビ)由来のリパーゼの働きにより、遊離の脂肪酸が産生されます。

酢酸、酪酸、カプロン酸、カプリル酸などの揮発性の脂肪酸は、チーズの香り成分となります。

遊離の脂肪酸が酸化されることで、青カビタイプに特有の香り成分であるメチルケトンが生成されます。

乳糖からは、乳酸菌の発酵によって、乳酸、エタノール、二酸化炭素が産生されます。乳酸からは、アルデヒド、アセトンなどのチーズの香り成分が生成されます。ある種の乳酸菌は発酵によりクエン酸からジアセチルや酢酸を産生します。プロピオン酸菌は、乳酸からプロピオン酸、酢酸、二酸化炭素を産生します。チーズの風味成分の組成は非常に複雑で、それは多種多彩なチーズという食品の独特の個性となっています。このため熟成はチーズ製造において極めて重要な工程に位置づけられています。

(3)コーティング

リンデットチーズは乾操によるリンド形成が目的で、通気牲のあるフロマコートを塗布します。リンドが形成されてからワックスコーティングをして、含水量の調整とカビの発生を阻止します。

(4)フィルム包装

リンドレス包装用フィルムにチーズを入れ、空気（酸素）を脱気しフィルムとチーズのリンドを密着させる。特にサイドはチーズとフィルムに隙間を残さないことが、カビの発育阻止に役立ちます。カビで熟成させるチーズの場合は、カビが発生した後、カビの抑制を図る必要があります。それにはポリプロピレンフィルムのように熱収縮の少ないフィルムがよいとされ、包装後は酸素の供給を制御して、カビの発育をコントロールする方法がとられています。酸素供給の制御方法としては、包装後ガスを排出させる小孔をフィルムにつくることです。

代表的なチーズの熟成条件

チーズの種類	チーズ名	熟成温度(℃)	熟成湿度(%)	熟成期間
シェブール	サント・モール	12~14	85~90	2~3週間
白カビ	カマンベール	12~13	85~95	3~4週間
青カビ	ロックフォール	8~10	90~95	3~4カ月
ウォッシュ	ポン・レヴェック	8~10	85~90	5~8週間
	リンバーガー	10~16	90~95	2カ月
セミハード	ゴーダ	10~13	75~85	4~5カ月
ハード	グリュイエール	15~20	90~95	6~10カ月
	パルミジャーノ	12~18	80~85	2年

その他の資料

ひと口メモ

チーズ製造において、スターターを加えてからカードをホエーから引き上げて型詰等を行うまでの酸性化速度とそれまでの時間及びホエーからの引き上げて型詰等を行うときの時のpHが、作るチーズの基本的な構造を決めると言われています。

異なる酸性化速度
すべての牛乳はほぼ同じpHで始まり、ほとんどのチーズは同じようなpHで仕上がりますが、異なるタイプのチーズを作るには、酸性化の速度、つまりpHが下がる速さが重要です。これは、発酵から生じる自然の摂理です。例えば、ゴーダチーズのカードを型に押し込むときは、pH6.5程度になるように、モッツァレラチーズのカードはpH5.25程度になるようにする必要があります。しかし、出来上がったときのpHは、ゴーダの方がモッツァレラよりも酸性が強い。味や食感の違いは、酸性化の速度の違いや、異なるカルチャーを加えることで実現されています。

表16.1. いくつかのチーズ品種のpHと時間のプロファイル (Hill、2005年、Emmonsと Tuckey、1967年、Reinbold、1972年)

オペレーション	スイス型		ゴーダ		チェダー MNFS 53%		チェダー MNFS 57%		フェタチーズ		ショート セット コテージ	
	時間	pH	時間	pH	時間	pH	時間	pH	時間	pH	時間	pH
スターターを追加	0	6.60	0	6.60	0	6.60	0	6.60	0	6.60	0	6.60
レンネットを追加	15	6.60	60	6.55	60	6.55	30	6.55	60	6.50	120b	6.45
切る	45	6.55	90	6.45	90	6.50	75	6.50	120	6.30	c5～6時間	4.80
水気を切るか型に浸す	150	6.35	180a	6.35	210	6.10	180	6.3	140	6.25	c7～9時間	5.2
フライス加工	NA	NA	NA	NA	360	5.40	315	5.50	NA	NA	NA	NA
押す	165	6.3	210		420	5.35	390	5.45	NA	NA	NA	NA
脱型	16時間	5.30	8時間	5.40	24時間	5.20	10時間	5.30	24時間	4.60	NA	NA
最低pH	1週間	5.20	1週間	5.20	1週間	5.10	1週間	5.20	1週間	4.50	NA	NA
小売り	6ヶ月	5.6	6ヶ月	5.6	24ヶ月	5.50	4ヶ月	5.30	6週間	4.55	7日	5.2

a ゴーダの水切りとは、最初の水切りを意味し、その後、洗浄したカードとホエーを型またはプレステーブルに移す前に洗浄します。b 少量のレンネットがカッテージチーズに加えられますが、主な凝固剤は培養によって生成される乳酸です。c カッテージチーズのカット時の pH は約 4.8 です。切断の後に調理と複数回の洗浄 (1、2、または 3) が続きます。

[HillandFerrer、CheeseMakingTechnologye-Book]より引用

表 11.1: いくつかの特性、組成、および標準化された牛乳のタンパク質/脂肪の推奨比率を含むチーズの品種。ほとんどの品種の脂肪と水分のレベルは、カナダの規制で与えられた定義に対応しています

	テクスチャ	洗浄	塩漬け	皮	目標脂肪レベル (%)	目標水分量 (%)	ターゲット FDM (%)	目標 MNFS (%)	目標タンパク質/脂肪比	収量 (% w/w)
アルピナ（ステラアルピナ）	セミソフト	多分暖かい	BまたはDS	スミア	27	46	50	63	0.90	11.5
アジアーゴ	固〜硬	なし	B	ドライ	30	40	50	57.1	0.93	10.1
ベイビー・エダム	固い	ウォームウォッシュ	B	なし	21	47	39.6	59.5	1.56	8.7
ベビーゴーダ	固い	ウォームウォッシュ	B	なし	26	45	47.3	60.8	1.15	9.7
青	ソフト〜セミソフト	なし	DC&DS	スミアまたはなし	27	47	50.9	64.4	0.87	11.9
ブラジャー	固〜硬	なし	BまたはDS	ドライ	26	36	40.6	48.6	1.4	7.6
ブリック	セミソフト〜ハード	ふつうに暖かい	DCまたはDS	スミアまたはなし	29	42	50	59.2	1.04	9.7
ブリー	柔らかい	なし	DS	型	23	54	50	70.1	0.86	14
バターケース（バター）	セミソフト	多分暖かい	B	スミア	27	46	50	63	0.90	11.5
カチョカバロ	固〜硬	ホットストレッチ	B	ドライ	24	45	43.6	59.2	1.17	9.8
カマンベール	柔らかい	なし	DS	型	22	56	50	71.8	0.86	14.7
カナダのミュンスター	セミソフト	多分暖かい	BまたはDS	スミア	27	46	50	63	0.9	11.5
チェダー	固い	なし	DC	なし	31	39	50.8	56.5	0.91	10
チェシャー	固い	なし	DC	なし	30	44	53.6	62.9	0.79	11.9
コルビー	固い	コールドウォッシュ	DC	なし	29	42	50	59.2	1.03	9.7
クーロミエ	柔らかい	なし	DS	型	22	56	50	71.8	0.85	14.8
ダンボー	引き締まった小さな目	なし	B、DCまたはDS	スミアまたはなし	25	46	46.3	61.3	1.04	10.6
エダム	固い	ウォームウォッシュ	B	乾燥またはなし	22	46	40.7	59	1.5	8.7
エルボ	固い	なし	BまたはDS	乾燥またはなし	25	46	46.3	61.3	1.04	10.6
エメンタール	目でしっかり	なし	B	乾燥またはなし	27	40	45	54.8	1.13	9.1
エスロム	セミソフト	多分暖かい	BまたはDS	スミア	23	50	46	64.9	1.04	11.5
農民	固い	コールドウォッシュ	DC	なし	27	44	48.2	60.3	1.11	9.7
フェタチーズ	柔らかい	なし	DS	なし	22	55	48.9	70.5	0.9	14
フォンティーナ	セミソフト〜ハード	多分暖かい	BまたはDS	軽い汚れ	27	46	50	63	0.9	11.5
フィンボ	引き締まった小さな目	?	BまたはDC	ドライ	25	46	46.3	61.3	1.05	10.5
ゴーダ	引き締まった小さな目	はい	B	なし	28	43	49.1	59.7	1.07	9.7
グリュイエール	しっかり、目	なし	B&DS	軽い汚れ	28	38	45.2	52.8	1.14	8.7
ハヴァルティ	セミソフト	ウォームウォッシュ	BまたはDS	スミアまたはなし	23	50	46	64.9	1.19	10.5
ジャック	セミソフト	コールドウォッシュ	DC	なし	25	50	50	66.7	1.02	11.4
カセリ	固〜硬	ホットストレッチ	B	ドライ	25	44	44.6	58.7	1.13	9.8

リンバーガー	ソフト～セミソフト	多分暖かい	BまたはDS	重度の汚れ	25	50	50	66.7	0.88	12.6
マリボ	引き締まった小さな目	なし	BまたはDS	乾燥またはなし	26	43	45.6	58.1	1.09	9.8
モンタージオ	固い	ふつうに暖かい	BまたはDS	ドライ	28	40	46.7	55.6	1.19	8.7
モントレー	固い	コールドウォッシュ	DC	なし	28	44	50	61.1	1.04	10
モッツァレラ（イタリアン）	セミソフト～ハード	ホットストレッチ	B	なし	20	52	41.7	65	1.22	11.1
モッツァレラ（カナダ産）	固い	コールドウォッシュ	DC	なし	20	52	41.7	65	1.22	11.1
ムンスター	セミソフト	多分暖かい	BまたはDS	軽い汚れ	25	50	50	66.7	0.88	12.6
パルメザン	ハード、グレーティング	なし	B&DS	ドライ	22	32	32.4	41	2.02	6.1
パートスキムモズ	セミソフト～ハード	ホットストレッチ	B	なし	15	52	31.3	61.2	1.9	9.1
パートスキムピザ	セミソフト～ハード	ホットストレッチ	B	なし	15	48	28.8	56.5	2.2	7.9
ピザ	セミソフト～ハード	ホットストレッチ	B	なし	20	48	38.5	60	1.42	9.5
プロボローネ	固い	ホットストレッチ	B	なし	24	45	43.6	59.2	1.17	9.8
ロマーノ	難しい	なし	BまたはDS	乾燥またはなし	25	34	37.9	45.3	1.58	7
サムソ	しっかり、目が少ない	なし	B&DS	乾燥またはなし	26	44	46.4	59.5	1.05	10.1
ティルシター（ティルシット）	固い	ふつうに暖かい	BまたはDS	スミアまたはなし	25	45	45.4	60	1.08	10.2
タイボ	しっかり、目が少ない	なし	B	乾燥またはなし	25	46	46.3	61.3	1.04	10.6

定数、仮定、および凡例

1. すべてのチーズの組成と歩留まりの値は、チーズと標準化された牛乳の両方を含め、重量パーセントの単位です。 計算では、3.9% w/w の脂肪と 3.2% w/w のタンパク質の生乳組成を想定し、その後、クリームを除去して特定の PF 比に標準化します。
2. 収量およびタンパク質/脂肪比の推定は、DB Emmons、CA Ernstrom、C. Lacroix、および P. Verret によって記述された原理および収量方程式に基づいています。J. Dairy Science 73(1990):1365。
3. 水分中のホエー固形分は、3.2% の値が使用されたときのウォッシュされたタイプを除いて、6.5% であると想定されました。収量計算の目的で、パスタ フィラータ タイプ (ホット ストレッチ) は未洗浄と見なされました。チーズの水分の 75% は、固形ホエイの溶媒として利用できると考えられていました。
4. 換算係数: 牛乳からチーズに移行した脂肪の割合は 0.93 でした

   チーズに移行したカゼイン＋ミネラルの量はカゼイン×1.018

   カゼイン値は76.5でした

洗濯：「温かい」とは、通常の調理温度（32～40°C）に近い温度で洗濯することを意味します。カードの洗浄と冷却には、20°C未満の**「冷たい」洗浄水が使用されます。「たぶん温かい」とは、** チーズを温水で洗っても洗わなくてもよいことを意味します。 **「ホットストレッチ」とは、**パスタ フィラータ タイプのように、チーズを熱湯 (70 ～ 80 °C) で加熱して加工することを意味します。

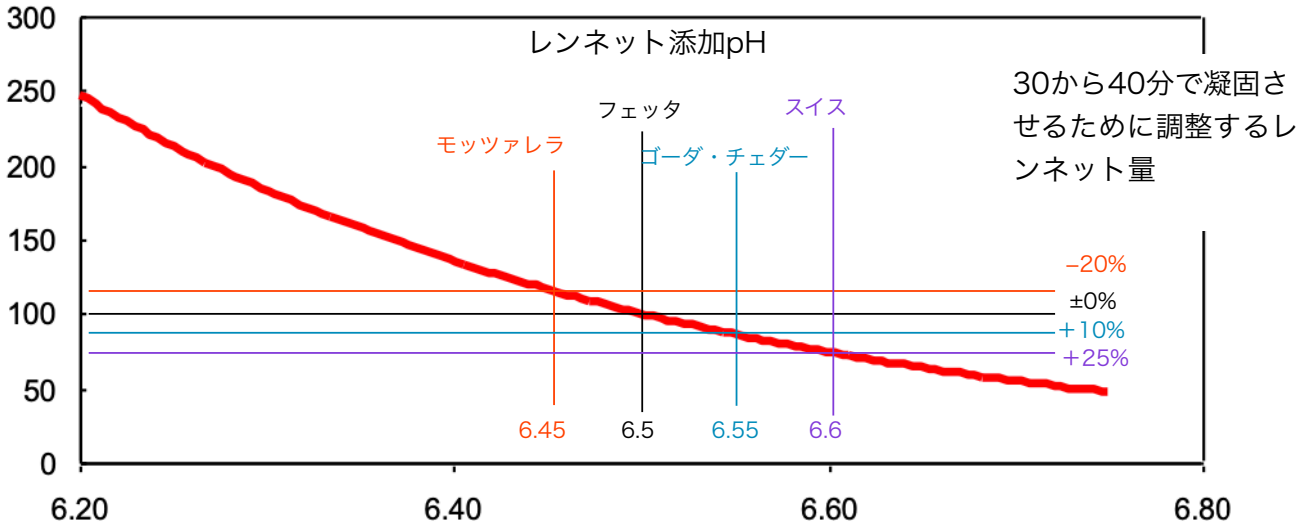
塩漬け: B = 塩漬け; DS = チーズの表面に乾燥塩漬け。 DC = フープする前に塩漬けした乾燥カード。

FDM = 固形チーズの重量パーセントとしての脂肪。 MNFS = チーズ中の無脂肪物質のパーセンテージとしての水分。

Prot/Fat =標準化されたチーズ ミルクのタンパク質と脂肪の比率。

[HillandFerrer、CheeseMakingTechnologye-Book]より引用

レンネットの活性とpH

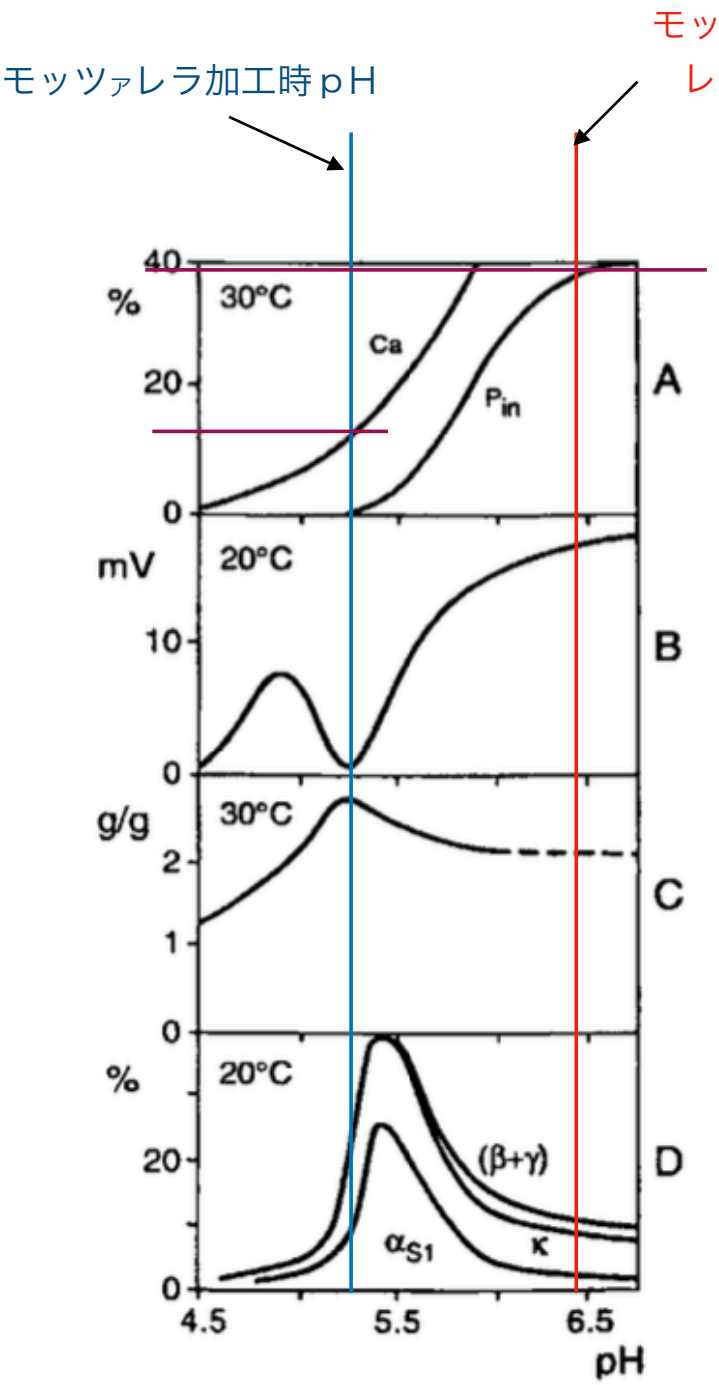


レンネット(キモシン)の活性
凝固最低温度=9℃
凝固最適温度=43.4℃
凝固最高温度=49℃

レンネット使用時の注意事項

- レンネットはpH6.5以上では活性が低下する。
- レンネットの希釈には軟水または蒸留水を用いた方が良い。
- **$CaCl_2$溶液とアナトーはpH7以上あり、スターター投入前に添加した方が良い。**
- **レンネットは2PPMの塩素により3分間で活性が40%低下する。**
- **レンネットは5PPMの塩素により3分間で活性が60%低下する。**

カゼインミセルのpH依存性



ミセル中のCaと無機Pの割合

ゼータ電位

乾燥カゼイン1gあたりの水分量

遠心分離で分離できない異なるカゼインの割合（牛乳の場合）

モッツァレラチーズの伸展性がｐH5.25で最大になるのは、図からわかるようにミセル中のカルシウムが少なくなること、ゼータ電位が極小となること、カゼインに含まれる水分量が最大となることが関係していると言われているが、そのメカニズムは未だ不明です。

チーズ製造に使用している機材

牛乳の殺菌釜とチーズバット

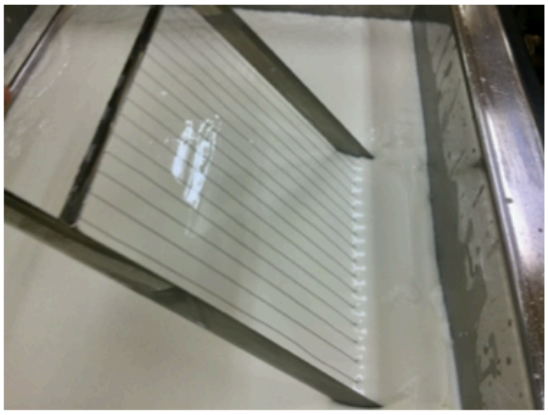
殺菌釜の蒸気殺菌

チーズバットとワイヤーカッター等

チーズバットの蒸気殺菌

牛乳の低温チーズバットの蒸

移動式自記温度計



ワイヤーカッター

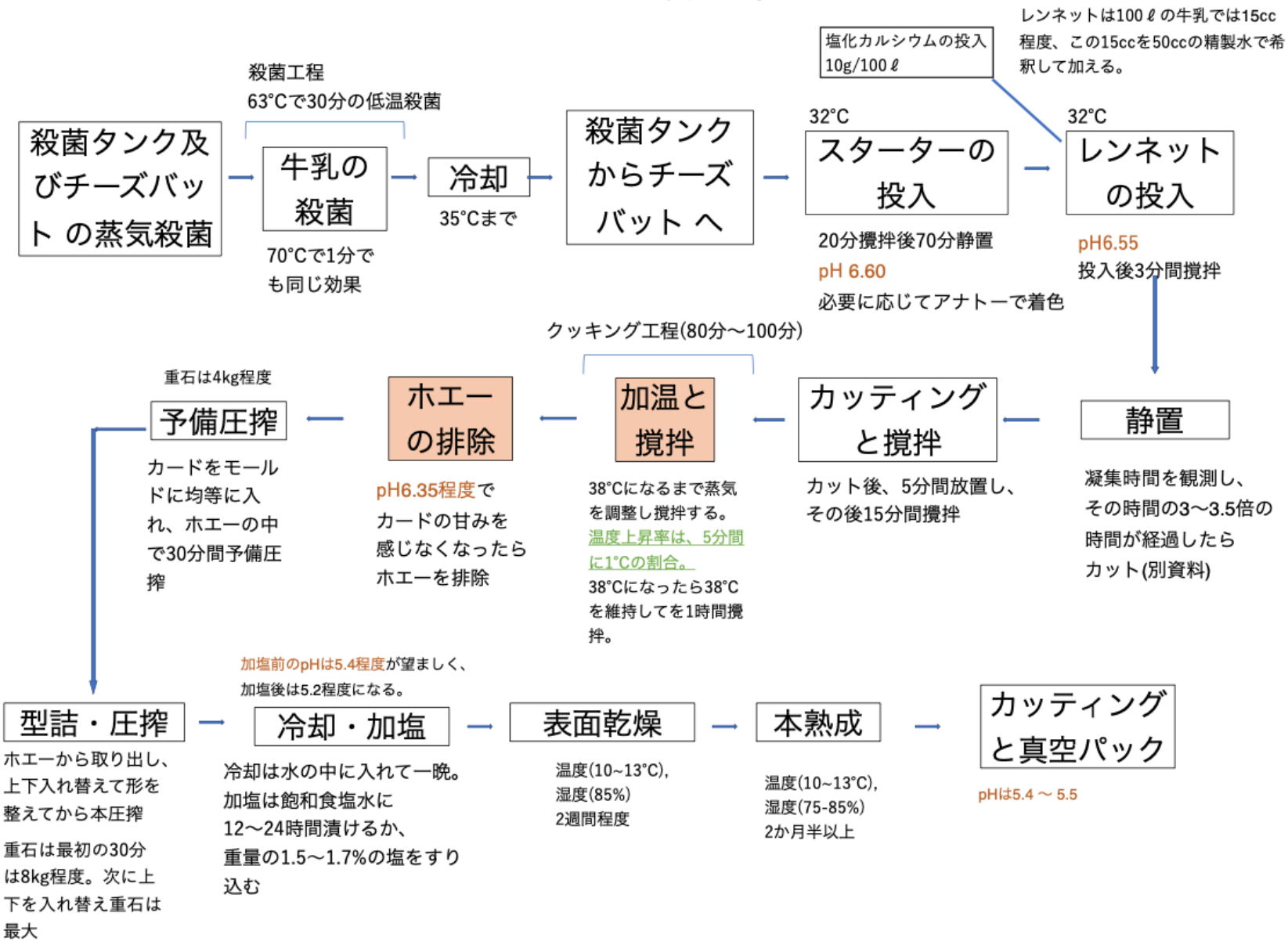
ワイヤーカッターでのカット後

モールド(ゴーダー用)

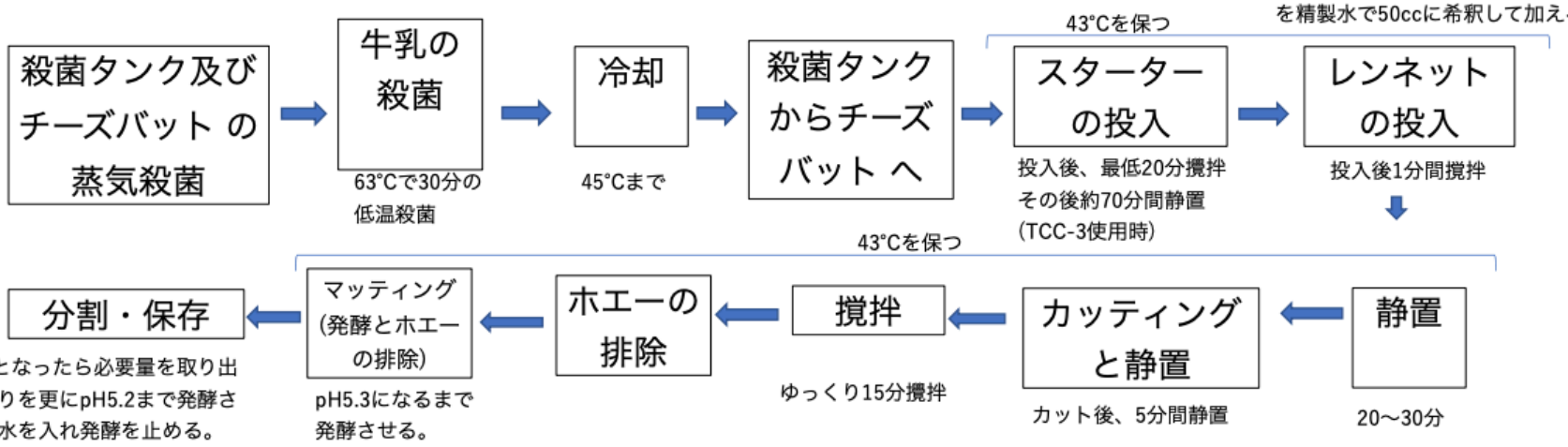
ガス回転釜

ホエーリコッタの製造

ゴーダチーズの製造工程



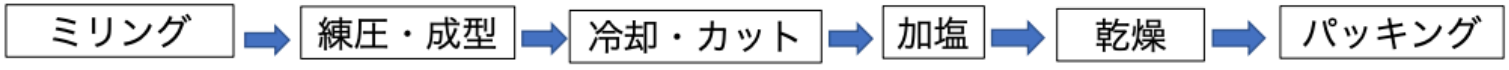
パスタフィラタイプチーズ(モッツレラ、ストリングス)の製造工程



レンネットは牛乳量の0.01%程度を入れる。
100ℓの牛乳では10cc程度この10ccを精製水で50ccに希釈して加える。

ストリングチーズ

pH5.3



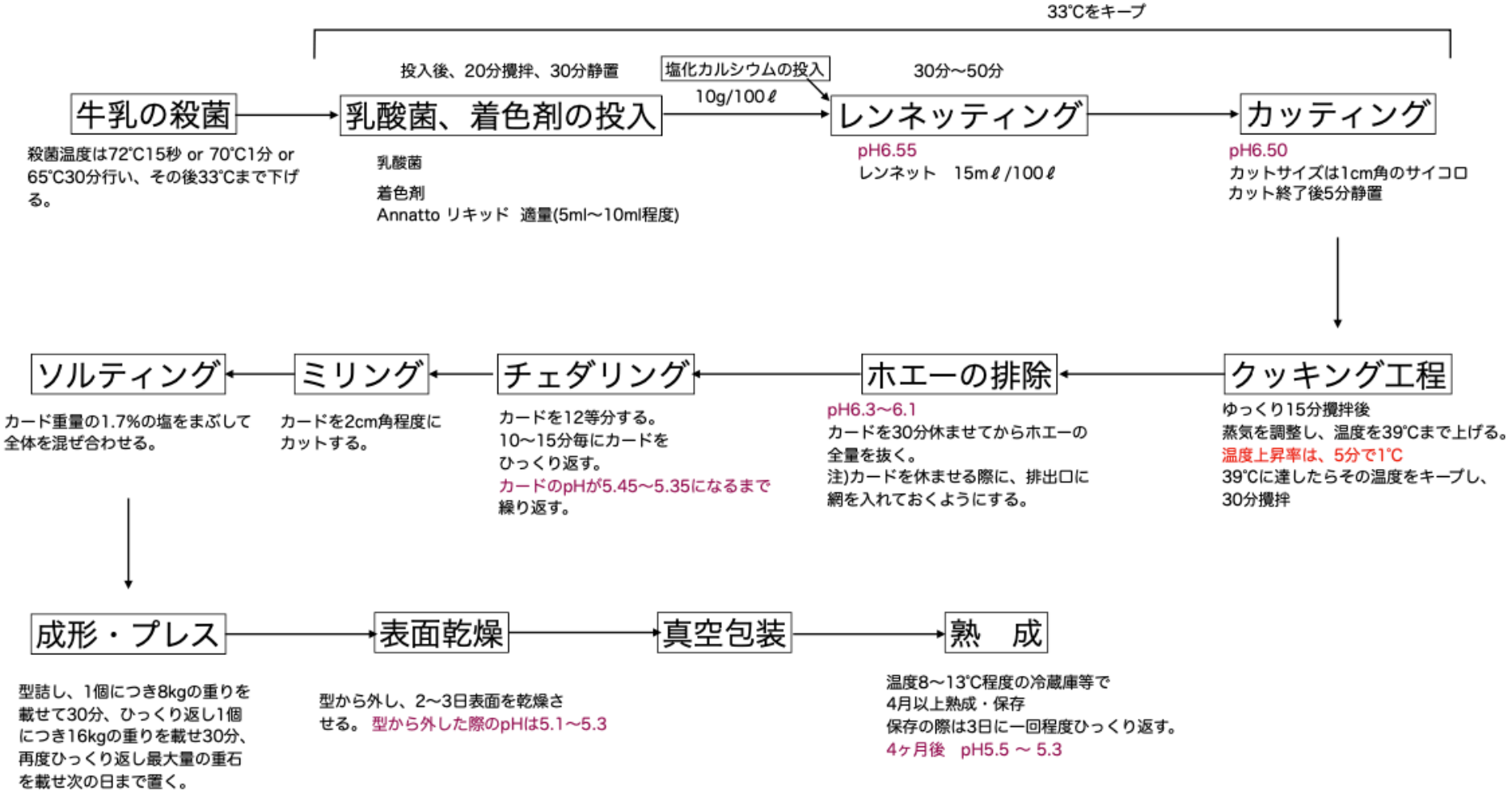
カードを細かくカット
85°Cのお湯を加えて練り上げ、形を整える。
冷水に投入し、10°C位まで冷却し、10cm位に切り揃える
飽和食塩水に7分程度漬ける
冷蔵庫内で3日間乾燥
真空パックを行う

モッツレラチーズ

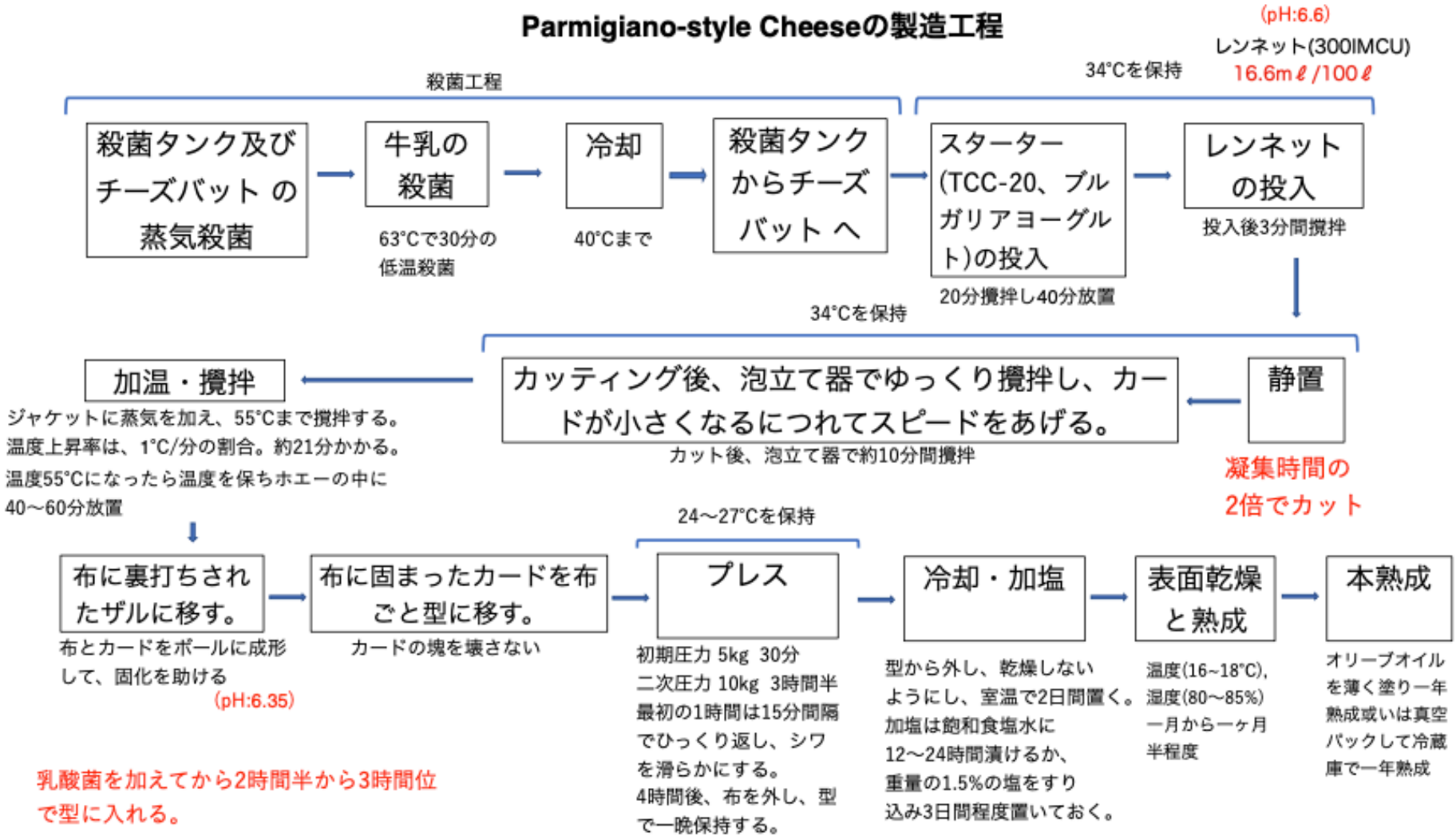
pH5.2

カードを細かくカット
カットしたカードに3%重量の塩をまぶしてかき混ぜる。
85°Cのお湯を加えて練り上げ、お湯を取り替え、さらに練り上げ整形。
冷水に投入し、10°C位まで冷却する。

チェダーチーズレシピ


33℃をキープ
投入後、20分撹拌、30分静置
塩化カルシウムの投入
10g/100ℓ
30分～50分
牛乳の殺菌
乳酸菌、着色剤の投入
レンネッティング
カッティング
殺菌温度は72℃15秒 or 70℃1分 or 65℃30分行い、その後33℃まで下げる。
乳酸菌
着色剤
Annatto リキッド 適量(5ml～10ml程度)
pH6.55
レンネット 15mℓ/100ℓ
pH6.50
カットサイズは1cm角のサイコロ
カット終了後5分静置
クッキング工程
ホエーの排除
チェダリング
ミリング
ソルティング
ゆっくり15分撹拌後
蒸気を調整し、温度を39℃まで上げる。
温度上昇率は、5分で1℃
39℃に達したらその温度をキープし、30分撹拌
pH6.3～6.1
カードを30分休ませてからホエーの全量を抜く。
注)カードを休ませる際に、排出口に網を入れておくようにする。
カードを12等分する。
10～15分毎にカードをひっくり返す。
カードのpHが5.45～5.35になるまで繰り返す。
カードを2cm角程度にカットする。
カード重量の1.7%の塩をまぶして全体を混ぜ合わせる。
成形・プレス
表面乾燥
真空包装
熟 成
型詰し、1個につき8kgの重りを載せて30分、ひっくり返し1個につき16kgの重りを載せ30分、再度ひっくり返し最大量の重石を載せ次の日まで置く。
型から外し、2～3日表面を乾燥させる。 型から外した際のpHは5.1～5.3
温度8～13℃程度の冷蔵庫等で
4月以上熟成・保存
保存の際は3日に一回程度ひっくり返す。
4ヶ月後 pH5.5 ～ 5.3

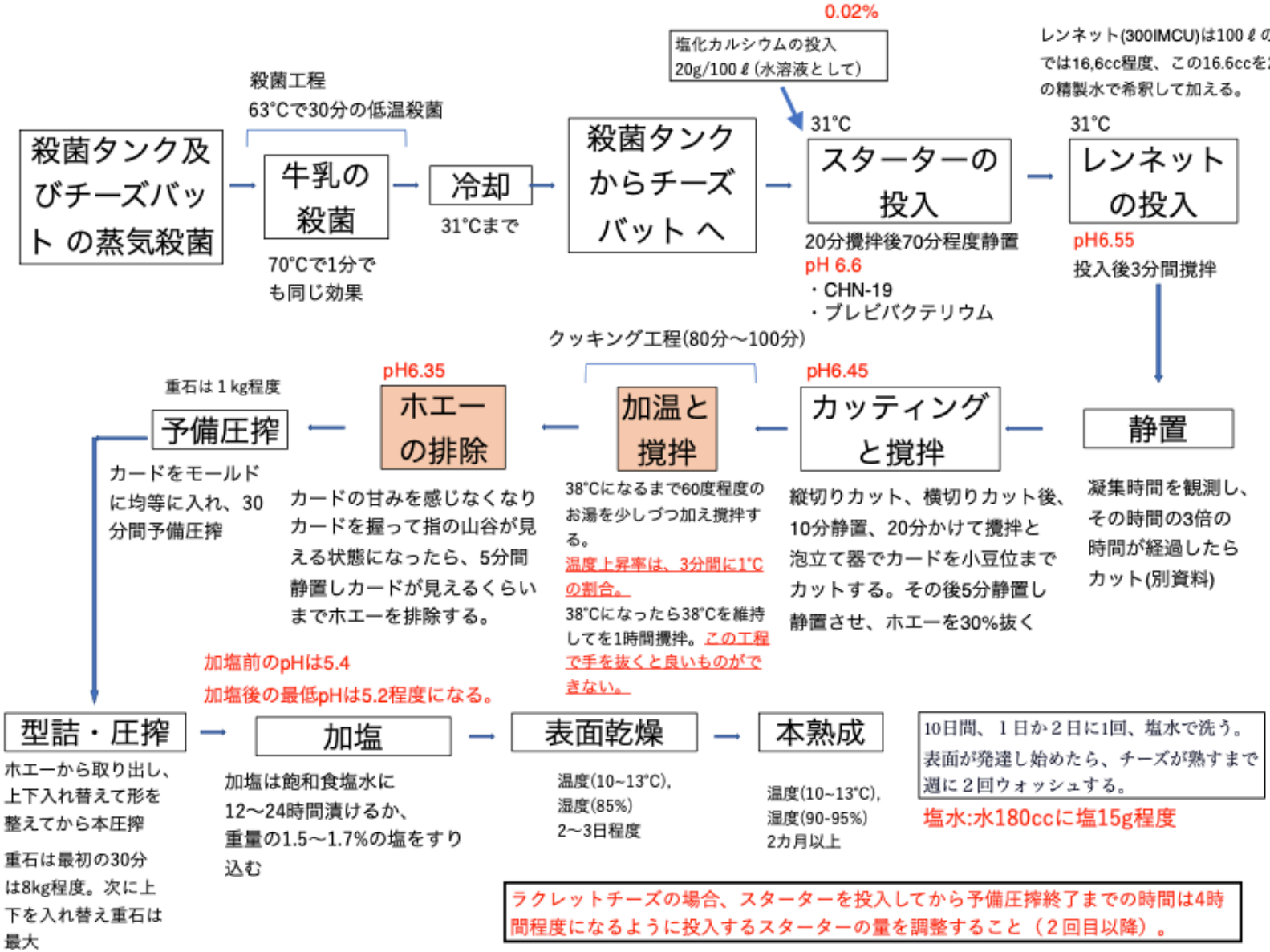
Parmigiano-style Cheeseの製造工程



ブルーチーズの製造工程

調　整　乳	仕込量100kg(乳脂肪分5%)
殺菌・冷却	63°C、30分の低温殺菌
貯　　乳	32°Cにセッティング
スターター添加	TCC-3　バルクで1%(1kg)
SWING カルチャー添加	**PR**(Penicillium roqueforti) 0.04unit 添加 **LAF**(酵母) 0.2unit 添加 **BL**(Brevibacterium) 0.1unit 添加
レンネット添加	15ml 添加　凝固時間30分
カッティング	2cm角もしくはそれ以上の大きさに切る。
攪　　拌	ゆっくり30分
ホエーオフ	ホエーを排除し、チーズバット 内で20分程度マッティング してホエーを抜く。
フービング	型に詰めてチーズバット 内で保温する。
反　　転	1時間おきに3回程度反転後、チーズバット内で一晩保持する
(製造翌日、翌々日)	
加　　塩	翌日、熟成室(9°C、90%)へ移す。乾塩法により3%食塩を2回に分けて添加する。
(製造3日後)	
表面加工	1%食塩水に**BL**を0.1unit溶解し噴霧する。
(製造7日後、14日後)	
穿　　孔	Φ3.5mm程度で縦に穿孔する。7日後と14日後の2回行う。
熟　　成	2ヶ月を標準とする。

ラクレットチーズの製造工程



リコッタチーズの製造工程

ゴーダチーズではpHを調整する必要はない。

ホエーの濾過とpH調整	ホエーを濾過し、ホエーのpHが6.3以下の場合には、pH調整剤(炭酸ソーダ)を用いてpHを6.4に調整する。
牛乳の添加	5～10%量(20ℓに対して1ℓから2ℓ)の生乳を加える。必要に応じて40°Cまで加熱した段階で0.1%ほどの食塩を加える。
加　熱	85°C ～ 95°Cまで加熱。加熱速度は2°C/分。
酸　性　化	乳酸あるいはクエン酸をホエー量(ml)の0.15%程度加え、pHが約5.7程度になるように調整。
カードの凝集	攪拌をとめ10分程静置し、その後カードをバット片側に集める。
カードの回収	穴の空いた柄杓あるいは布ですくい取る。
冷蔵・水分除去	カードを水切れの良い容器に入れ数時間冷蔵庫で放置する。
容器充填	冷蔵

モッツアレラチーズ を作る際のホエーはpHが6.3以下となっている。