

乳等省令改正要望（成分調整牛乳等の比重及び酸度の見直し）

平成 25 年 10 月

1. 成分調整牛乳等の成分規格（比重、酸度）の変更要望案

平成 21 年 4 月 13 日に社団法人日本乳業協会が会長 浅野茂太郎名で厚生労働大臣 舩添 要一様宛てに提出した「食品衛生法に基づく乳及び乳製品の成分規格等に関する省令の改正に関する要望」のうち、成分調整牛乳の比重と酸度の見直しについては、以下の通り要望したところです⁽¹⁾。

2 「成分調整牛乳」等の成分規格（比重および酸度）の見直しについて
成分調整牛乳の酸度並びに低脂肪牛乳及び無脂肪牛乳の比重について、乳等省令に基づき適正に処理したものを測定した結果及びこれらの数値から推定した結果、別添 2 のとおり同省令の成分規格に適合しない実態があるので、成分調整牛乳の酸度について現行「0.18%以下」を「0.21%以下」に、低脂肪牛乳の比重の上限について現行「1.036」を「1.039」に、無脂肪牛乳の比重について現行「1.032-1.038」を「1.030-1.0531」に改めていただきたい。

本要望書提出後に、低脂肪牛乳及び無脂肪牛乳について、成分範囲の技術的可能性を踏まえ、数個のモデル乳から重回帰分析による比重推定実験式を求め、その妥当性を確認した結果、平成 23 年 1 月 5 日付で、それらの推定比重範囲から変更要望規格を、低脂肪牛乳；1.030 - 1.061（15℃）、無脂肪牛乳：1.032 - 1.061（15℃）に変更させていただきました⁽²⁾。

これらをまとめると表 1 になります。

表 1 成分調整牛乳等比重及び酸度の現行規格と変更要望規格

	成分調整牛乳		低脂肪牛乳		無脂肪牛乳	
	比重	酸度	比重	酸度	比重	酸度
現行規格	なし	0.18%以下	1.030-1.036	0.18%以下	1.032-1.038	0.18%以下
当初要望規格		0.21%以下	1.030-1.039	0.21%以下	1.030-1.0531	0.21%以下
最終要望規格		0.21%以下	1.030-1.061	0.21%以下	1.032-1.061	0.21%以下

2. 膜処理の概要について

膜処理技術は、乳業においてさまざまな目的に利用されています⁽³⁾⁽⁴⁾。膜の種類、膜処理の原理、膜の孔（ポアサイズ）、除去される成分等をまとめると表 2 になります。

表2 膜処理の概要

膜の種類		RO膜	NF膜	UF膜	MF膜
英語表記		Reverse osmosis	Nanofiltration	Ultrafiltration	Microfiltration
邦文表記		逆浸透	ナノろ過	限外ろ過	精密ろ過
膜分離の原理		水のみ透過させ、他の成分は透過させない。	分子量の大きさにより分離する。	分子量の大きさにより分離する。	未溶解物（固体）と可溶物（液体）を分離する。
膜のポアサイズ(μm)		$10^{-4}\sim 10^{-3}$	$10^{-3}\sim 10^{-2}$	$10^{-2}\sim 10^{-1}$	$10^{-1}\sim 10^1$
牛乳のろ過によって得られるもの	保持液(リテンテート)で濃縮されるもの	ミネラル、乳糖、ビタミン、蛋白質、脂肪、菌体	乳糖、ビタミン、蛋白質、脂肪、菌体	蛋白質、脂肪、菌体	脂肪、菌体
	透過液(パーミエイト)の成分	水	水、ミネラル	水、ミネラル、乳糖、ビタミン	水、ミネラル、乳糖、ビタミン、蛋白質

牛乳フローチャートと比較して膜処理を用いた成分調整牛乳のフローチャートを⁽⁵⁾に示しました。

膜処理をするものは処理効率を考慮して、生乳をそのまま処理する場合とクリームと脱脂乳に分けたのち、その脱脂乳を処理する場合の二通りがあります。

3. 膜処理による乳成分の影響

表2に示したように、例えば、牛乳をUF膜処理した場合、透過液には水、ミネラル、乳糖、ビタミンが含まれますが、保持液中にもミネラル、乳糖、ビタミンが透過液と同程度の濃度で含まれます。一方、膜を透過できない物質は、保持液側にのみ存在し、膜処理で保持液の総量が減少することから、膜を透過しなかった成分は濃縮されることになります。

酸度に影響を及ぼす成分（乳酸などの酸）は膜を透過しないため、保持液の酸度は上昇します。固形分の上昇に伴い、比重も増加します。

モデル乳を用いた実験結果を表3に示しました。

表3 モデル乳を用いた酸度・比重の実測値

乳組成(%)			酸度	比重
FAT	SNF	全固形分	実測値 (乳酸%)	実測値 (15°C)
1.00	14.00	15.00	0.203	1.0560
1.00	12.70	13.70	0.179	1.0503
1.00	10.68	11.68	0.143	1.0420
1.00	10.25	11.25	0.141	1.0405
1.00	9.10	10.10	0.124	1.0360
0.40	14.00	14.40	0.199	1.0563
0.40	12.70	13.10	0.178	1.0509
0.40	10.68	11.08	0.146	1.0422
0.40	10.25	10.65	0.141	1.0407
0.40	9.20	9.60	0.127	1.0362

4. 酸度（風味と生存菌叢との相関

「資料② 生乳の保存中の風味と酸度の変化について」⁽⁶⁾に記載いたしました。

5. 添付資料

- 1) 平成21年4月13日付「食品衛生法に基づく乳及び乳製品の成分規格等に関する省令の改正に関する要望」
- 2) 平成23年1月5日付「種類別成分調整牛乳である低脂肪乳及び無脂肪乳の比重規格の修正について」
- 3) 平成21年4月13日付要望書 添付資料 参考1 乳業における膜処理技術
- 4) 平成21年4月13日付要望書 添付資料 参考2 総説 乳製品の製造と機能性
- 5) 資料① 成分調整牛乳のフローチャート
- 6) 資料② 生乳の保存中の風味と酸度の変化について

平成 23 年 1 月 5 日

厚生労働省食品安全部
基準審査課 浦上専門官様

(社)日本乳業協会
生産技術部

種類別成分調整牛乳である低脂肪乳及び無脂肪乳の比重規格の修正について

表題の件については平成 22 年 8 月に報告しましたが、算出された下限値において無脂肪乳の方が小さいという違和感がありましたので、下記のように訂正します。ご査収ください。

記

1. 要約

種類別成分調整牛乳である低脂肪乳及び無脂肪乳について、成分範囲の技術的可能性を踏まえ、数水準のモデル乳から重回帰分析による比重推定実験式を求め、その妥当性を確認するとともに、それらの推定比重範囲から規格値(案)として、

低脂肪乳：1.030 – 1.061 (15℃)

無脂肪乳：1.032 – 1.061 (15℃)

が得られた。

2. 検討した理由

先に示した比重規格については、膜濃縮技術を適用した成分調整牛乳である低脂肪乳及び無脂肪乳商品のそれぞれ 1 銘柄のみ（現状において市販されている全て）の比重データからの統計値であり、今後の商品開発による当該商品群の多様性を想定すると完全ではない。従って、乳脂肪分(FAT)及び無脂乳固形分(SNF)の技術的実現可能性とそれらの組み合わせを考慮して規格値を定めることが適切であると考えられた。

3. 低脂肪乳及び無脂肪乳の乳成分の上限

膜濃縮では、分離脱脂乳を一般的には 1.2 倍程度(得られる SNF が 11~12%)の濃縮効率で運転される。その濃縮倍率は、ろ過面積(膜カラム数)、流量(流速)及び加圧圧力等の処理条件により、技術的には様々に調節可能である。

一方、おいしく飲める飲用乳としての乳固形分濃度は、特に SNF は 13%程度までで、それを超える 14%以上では甘味がくどくなる。

従って、低脂肪乳及び無脂肪乳の乳成分の上限としては、いずれも SNF 14.0% までが上限である。

4. モデル乳の調製

表 1 に示すように、低脂肪乳及び無脂肪乳について最大 SNF 14.0% までのそれぞれ 5 水準のモデル乳を調製し、15℃における比重を測定した。

5. モデル乳の 15℃における比重測定及び重回帰分析による比重推定実験式

図 1 に示すように、合計 10 水準のモデル乳の比重実測値から比重推定実験式
推定比重 = 定数 m + (FAT × 偏回帰係数 p) + (SNF × 偏回帰係数 q)

が得られた。これは比重実測値との相関係数(R²)が 0.9994 と極めて適合度の高いものである。

6. 得られた比重推定実験式の妥当性確認

表 2 に示すように、種別成分調整牛乳である低脂肪乳及び無脂肪乳に 5. の比重推定実験式を適用すると、推定比重と実測比重の差の平均は **-0.0006** と偏りがあるものの、実用上は極めて妥当である。

これらの差の統計値は、

《低脂肪乳＋無脂肪乳》

差の標準偏差	0.00184
差の平均	-0.0006
差の上側3σ	0.0049
差の下側3σ	-0.0061

である。因みに、差の平均値の小数点以下の桁の違いは、実測値の桁に合わせたことによる。

7. 低脂肪乳及び無脂肪乳の比重推定範囲

以上の考察から、低脂肪乳及び無脂肪乳の比重推定範囲は表 3 に示す通り、求めた比重推定実験式を用いて可能性のある FAT 及び SNF の各水準について比重推定値を算出した。SNF の最低値は、生乳成分規格最低値の 8.0% から分離脱脂乳を得、実用上最低の 1.1 倍濃縮場合も水準に想定した。

これらからそれぞれの乳について比重の最大・最小推定値を求め、実測値からの乖離度を加味して、比重の成分規格（案）として両者共に

低脂肪乳：1.028 — 1.061、及び 無脂肪乳：1.028 — 1.061

が得られた。

一方、この下限側比重 1.028 は、現行の乳等省令における低脂肪牛乳及び無脂肪牛乳の成分規格

低脂肪牛乳：1.030 — 1.036、及び 無脂肪牛乳：1.032 — 1.038

の下限側と齟齬がある。

従って、実際的な比重の成分規格（案）として

低脂肪乳：1.030 — 1.061、及び 無脂肪乳：1.032 — 1.061

が考えられた。

以上

表1 モデル乳配合表

【ベース組成】

	SNF	FAT	TS
透過液	0.74	0	0.74
脱脂膜濃縮乳	11.50	0.05	11.55
クリーム	4.5	47.5	52
NF脱粉	95.5	1	96.5

透過液	脱脂膜濃縮乳
	11.43
0.74	11.56
0.74	11.56
0.74	11.52
0.74	11.55

低脂肪 ① 仕込量 **0.7** kg **Fat 1.00 SNF 14.00**

	配合比	計り込み	計量	投入	SNF	FAT乳	TS
	%	g			%	%	%
脱脂濃縮乳	94.92	664.44			10.91	0.05	10.96
原料クリーム	1.94	13.58			0.09	0.92	1.01
透過液	0.00	0.00			0.00	0.00	0.00
NF脱粉	3.14	21.98			3.00	0.03	3.03
計	100	700.00			14.00	1.00	15.00

無脂肪 ⑥ **Fat 0.4 SNF 14.00**

	配合比	計り込み	計量	投入	SNF	FAT乳	TS
	%	g			%	%	%
脱脂濃縮乳	96.28	673.96			11.07	0.05	11.12
原料クリーム	0.68	4.76			0.03	0.32	0.35
透過液	0.00	0.00			0.00	0.00	0.00
NF脱粉	3.04	21.28			2.90	0.03	2.93
計	100	700.00			14.00	0.40	14.40

低脂肪 ② 仕込量 **Fat 1.0 SNF 12.70**

	配合比	計り込み	計量	投入	SNF	FAT乳	TS
	%	g			%	%	%
脱脂濃縮乳	96.44	675.08			11.09	0.05	11.14
原料クリーム	1.96	13.72			0.09	0.93	1.02
透過液	0.00	0.00			0.00	0.00	0.00
NF脱粉	1.60	11.20			1.53	0.02	1.54
計	100	700.00			12.70	1.00	13.70

無脂肪 ⑦ **Fat 0.4 SNF 12.70**

	配合比	計り込み	計量	投入	SNF	FAT乳	TS
	%	g			%	%	%
脱脂濃縮乳	97.81	684.67			11.24	0.05	11.29
原料クリーム	0.70	4.90			0.03	0.33	0.36
透過液	0.00	0.00			0.00	0.00	0.00
NF脱粉	1.49	10.43			1.42	0.01	1.44
計	100	700.00			12.70	0.40	13.10

低脂肪 ③ 仕込量 **Fat 1.0 SNF 10.68**

	配合比	計り込み	計量	投入	SNF	FAT乳	TS
	%	g			%	%	%
脱脂濃縮乳	91.70	641.90			10.54	0.05	10.59
原料クリーム	2.00	14.00			0.09	0.95	1.04
透過液	6.30	44.10			0.05	0.00	0.05
NF脱粉	0.00	0.00			0.00	0.00	0.00
計	100	700.00			10.68	1.00	11.67

無脂肪 ⑧ **Fat 0.4 SNF 10.68**

	配合比	計り込み	計量	投入	SNF	FAT乳	TS
	%	g			%	%	%
脱脂濃縮乳	91.70	641.90			10.54	0.05	10.59
原料クリーム	2.00	14.00			0.09	0.95	1.04
透過液	6.30	44.10			0.05	0.00	0.05
NF脱粉	0.00	0.00			0.00	0.00	0.00
計	100	700.00			10.68	1.00	11.67

低脂肪 ④ 仕込量 **Fat 1.0 SNF 10.25**

	配合比	計り込み	計量	投入	SNF	FAT乳	TS
	%	g			%	%	%
脱脂濃縮乳	87.70	613.90			10.08	0.04	10.13
原料クリーム	2.02	14.14			0.09	0.96	1.05
透過液	10.28	71.96			0.08	0.00	0.08
NF脱粉	0.00	0.00			0.00	0.00	0.00
計	100	700.00			10.25	1.00	11.25

無脂肪 ⑨ **Fat 0.4 SNF 10.25**

	配合比	計り込み	計量	投入	SNF	FAT乳	TS
	%	g			%	%	%
脱脂濃縮乳	87.70	613.90			10.08	0.04	10.13
原料クリーム	2.02	14.14			0.09	0.96	1.05
透過液	10.28	71.96			0.08	0.00	0.08
NF脱粉	0.00	0.00			0.00	0.00	0.00
計	100	700.00			10.25	1.00	11.25

低脂肪 ⑤ 仕込量 **Fat 1.0 SNF 9.10**

	配合比	計り込み	計量	投入	SNF	FAT乳	TS
	%	g			%	%	%
脱脂濃縮乳	77.00	539.00			8.85	0.04	8.89
原料クリーム	2.02	14.14			0.09	0.96	1.05
透過液	20.98	146.86			0.16	0.00	0.16
NF脱粉	0.00	0.00			0.00	0.00	0.00
計	100	700.00			9.10	1.00	10.10

無脂肪 ⑩ **Fat 0.4 SNF 9.20**

	配合比	計り込み	計量	投入	SNF	FAT乳	TS
	%	g			%	%	%
脱脂濃縮乳	77.90	545.30			8.96	0.04	8.99
原料クリーム	2.02	14.14			0.09	0.96	1.05
透過液	20.08	140.56			0.15	0.00	0.15
NF脱粉	0.00	0.00			0.00	0.00	0.00
計	100	700.00			9.20	1.00	10.19

重回帰分析表	
脂肪-比重の相関係数	-0.0207
SNF-比重の相関係数	0.9996
脂肪-SNFの相関係数	-0.0057
脂肪の標準偏差	0.3162
SNFの標準偏差	1.8467
比重の標準偏差	0.0076
脂肪の平均値	0.7000
SNFの平均値	11.3560
比重の平均値	1.04511
脂肪を取り除いたSNF-比重の偏回帰係数(定数a)	0.00414
SNFを取り除いた脂肪-比重の偏回帰係数(定数p)	-0.00036
定数m	0.99840

	推定比重	比重(実測値)	乳脂肪	無脂乳固形分
1	1.0559	1.0560	1.00	14.00
2	1.0506	1.0503	1.00	12.70
3	1.0422	1.0420	1.00	10.68
4	1.0404	1.0405	1.00	10.25
5	1.0357	1.0360	1.00	9.10
6	1.0562	1.0563	0.40	14.00
7	1.0508	1.0509	0.40	12.70
8	1.0424	1.0422	0.40	10.68
9	1.0406	1.0407	0.40	10.25
10	1.0363	1.0362	0.40	9.20

0.00068 0.00000

推定比重 = 定数m + (脂肪 × 偏回帰係数p) + (SNF × 偏回帰係数a)

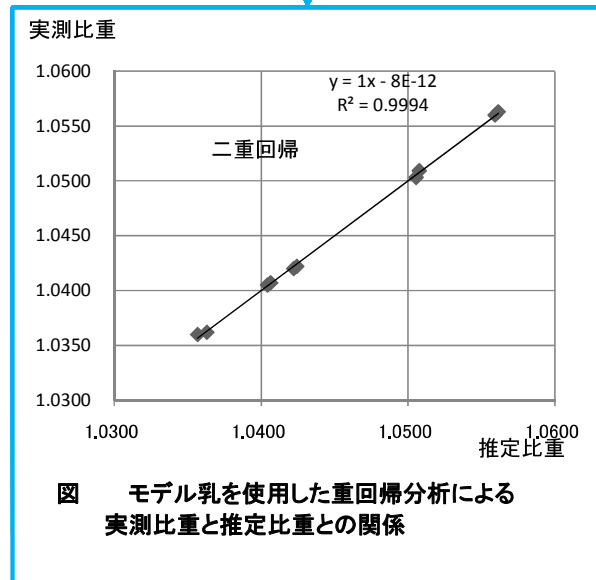


図1 重回帰分析によるモデル乳の比重推定実験式

表3 商品化の可能性のある各組成水準における比重推定実験式による推定比重から想定される比重範囲

	推定比重	比重(実測値)	乳脂肪	無脂乳固形分
低脂肪乳	1.0558		1.50	14.00
	1.0504		1.50	12.70
	1.0420		1.50	10.68
	1.0402		1.50	10.25
	1.0355		1.50	9.10
	1.0559	1.0560	1.00	14.00
	1.0506	1.0503	1.00	12.70
	1.0422	1.0420	1.00	10.68
	1.0404	1.0405	1.00	10.25
	1.0357	1.0360	1.00	9.10
	1.0561		0.50	14.00
	1.0507		0.50	12.70
	1.0424		0.50	10.68
	1.0406		0.50	10.25
	1.0359		0.50	9.10
	1.0346		0.50	8.80
	1.0344		1.00	8.80
1.0342		1.50	8.80	

	推定比重	比重(実測値)	乳脂肪	無脂乳固形分
無脂肪乳	1.0561		0.49	14.00
	1.0507		0.49	12.70
	1.0424		0.49	10.68
	1.0406		0.49	10.25
	1.0363		0.49	9.20
	1.0562	1.0563	0.40	14.00
	1.0508	1.0509	0.40	12.70
	1.0424	1.0422	0.40	10.68
	1.0406	1.0407	0.40	10.25
	1.0363	1.0362	0.40	9.20
	1.0563		0.10	14.00
	1.0509		0.10	12.70
	1.0425		0.10	10.68
	1.0408		0.10	10.25
	1.0364		0.10	9.20
	1.0563		0.05	14.00
	1.0509		0.05	12.70
	1.0425		0.05	10.68
	1.0408		0.05	10.25
	1.0364		0.05	9.20
	1.0563		0.01	14.00
	1.0509		0.01	12.70
	1.0426		0.01	10.68
	1.0408		0.01	10.25
	1.0364		0.01	9.20
1.0348		0.01	8.80	
1.0348		0.10	8.80	
1.0346		0.49	8.80	

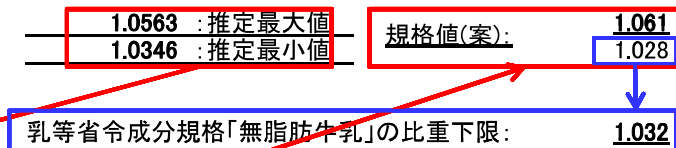
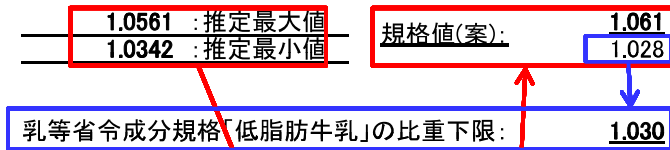
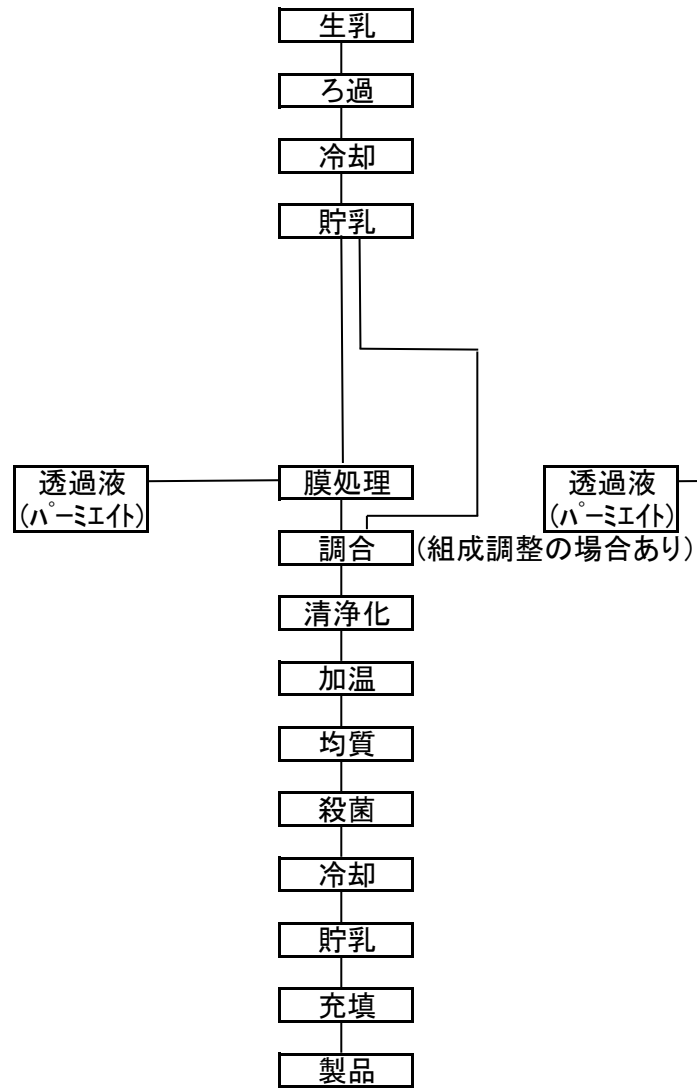


表2より

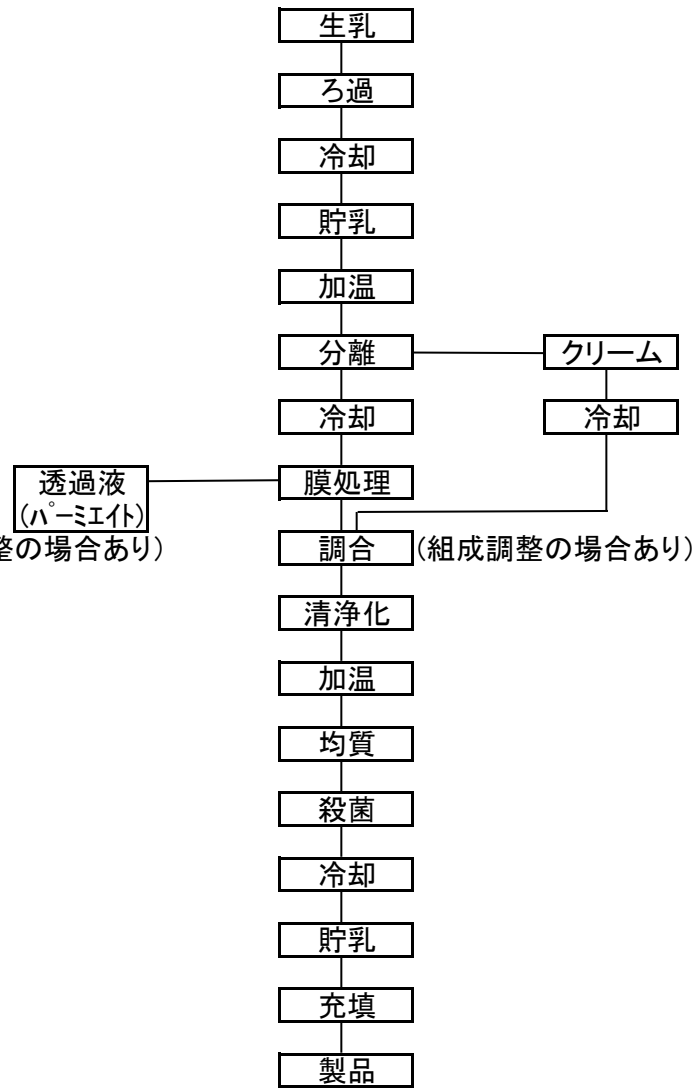
差の標準偏差	0.0018
差の平均	-0.0006
差の上側3σ	0.0049
差の下側3σ	-0.0061

資料① 成分調整牛乳のフローチャート

成分調整牛乳のフローチャート①
(生乳を直接膜処理する場合)



成分調整牛乳のフローチャート②
(生乳を分離して脱脂乳を膜処理する場合)



牛乳のフローチャート③



資料② 生乳の保存中の風味と酸度の変化について

生乳の風味と生存菌叢との相関について(第1報) 乳技協資料 Vol.30, No.3, 1980

殺菌乳に供試菌株を接種して保存中の変化を観察した。

初発菌数： $10^4 \sim 10^5$ /ml、初発酸度：0.12%

菌株	5℃	10℃	15℃
<i>E.coli</i>	96時間 正常 0.12%	96時間 腐敗臭 0.14~0.15%	24時間 腐敗臭 0.19~0.20%
<i>S.aureus</i>	96時間 正常 0.13%	96時間 概ね正常 0.13%	48時間 異臭味 0.15%
<i>P.fluorescens</i>	96時間 概ね正常 0.14%	96時間 苦味 0.15%	48時間 苦味 0.16~0.17%
<i>B.subtilis</i>	96時間 正常 0.12%	96時間 正常 0.12%	48時間 腐敗臭 0.16~0.17%
<i>S.thermophilus</i>	96時間 正常 0.12%	96時間 正常 0.12%	96時間 正常 0.12%

(注)上段：経過時間と風味、下段：酸度

生乳の風味と細菌叢との相関について(第2報) 乳技協資料 Vol.30, No.4, 1980

殺菌乳に4菌株を混合接種して保存中の変化を観察した。

総菌数 5×10^5 /ml (*P.fluorescens*(60%)、*E.coli*(15%)、*S.aureus*(15%)、*B.subtilis*(10%))

保存温度	0時間	24時間	48時間	72時間	96時間
5℃保存	正常 0.10%	正常 0.10%	正常 0.10%	正常 0.12%	正常 0.12%
10℃保存	正常 0.10%	正常 0.11%	苦味 0.12%	苦味 酸味 麩臭 0.17%	腐敗臭 0.20%

(注)上段：風味、下段：酸度

生乳の風味と細菌叢の相関について(第3報) 乳技協資料 Vol.30, No.5, 1981

生乳を5℃及び10℃で保存して変化を観察した。

保存温度	0時間	24時間	48時間	72時間	96時間
5℃保存	正常 0.09%	正常 0.11%	やや苦味 0.12%	苦味 0.13%	苦味、腐敗臭 0.13%
10℃保存	正常 0.09%	やや苦味 0.12%	酸味、発酵臭 0.25%	腐敗臭 0.45%	0.49%

(注)上段：風味、下段：酸度