

バルククーラーの乳質管理について

大 浦 義 教

(北海道酪農検査所)

はじめに

乳質改善の歩みをふりかえてみると、古くは昭和9～11年に北海道牛乳改良共進会、12～14年に行幸記念北海道牛乳改良共進会が風味、レダクターゼテスト、ゼジメントテスト、アルコールテスト、脂肪率、比重を審査項目として、夏期間を中心に開催されている。その後戦争の進展につれて、牛乳は軍需要品として利用度合いが高くなり、質より量の生産に重点がおかれてきたため乳質改善に対する意欲も沈滞し、増産共進会にとどまる状態になった。

ところが昭和30年ころにいたり、牛乳、乳製品の需要が急激に伸長し、これにともなう乳業工場の新増設が盛んになり、全国的な原料乳の不足をきたし、乳業者間の原料乳争奪が展開された。このような情勢下で再び質よりも量の要求が強くなり、乳量を獲得する手段として、乳質を度外視した過剰サービスをする乳業者もでる始末であった。

その後、生乳生産は順調に伸びてきたが、一方牛乳、乳製品の需要の伸びが鈍化するかわら、世界的な生産過剰にともない、貿易自由化の波が強くなり、さらに牛乳、乳製品の品質および価格に対する消費者の批判が高まり、食品公害との関連を迫及されるに至った。

昭和42年にいわゆる加工原料乳不足払法の施行にもなって社団法人全国乳質改善協会が設立され、各都道府県の乳質改善組織が強化されるようになったが、以上のような乳質改善運動は古い歴史をもっているにもかかわらず、一貫性に乏しく、その時々的情勢に押流されてきた経緯が、乳質停滞の大きな原因の一つになっているものである。

乳質の定義には衛生的な乳質と理化学的な乳質の二つの意味があり、前者は細菌数や乳房炎乳のような病乳の有無や、農薬および抗生物質の残留、間接的には酸度、アルコール反応、レサズリン還元などが関係する。後者は生乳の一般組成と各成分の性状が主体となるが、風味および色沢、組成、異種成分の混入なども関係する。

一般的に乳質改善というと細菌数だけに片寄った考えを持つが、上記のとおり総合的な乳質を対象としたものでなければならない。

そこで、まず参考までに本道における乳質の概要を述べてから本論に移ることとする。

1 本道の乳質状況

(1) 2等乳率

日本農林規格にもとづいて2等乳と格付されたものであるが、その大部分はアルコール反応陽性乳である。第1表により年次の推移をみれば急速に減少しているが、その主なる原因を推定してみると

- ① 1等乳との乳価差が著しくなり、経済的な影響が大きい。
- ② 2等乳を買入れず、返却するところが多くなったので、これに相当する数量は統計から除かれている。
- ③ 乳質改善の指導が普及した。
- ④ 生産者一戸当りの乳量が増加することによって、一部の不良乳が混入されても、反応が軽度になる傾向がある。

第1表 2等乳率の推移(年平均率)

年度	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46
%	3.67	3.51	3.15	2.58	1.92	1.59	1.19	1.00	0.83	0.51

(2) 細菌数

食品衛生法の規定にもとづき、製造工場到着400万/ml以下の生乳を出荷するように指導を行っているが、この改善の転歩が遺憾ながら遅々たるものであって、関係者の今後の努力を期待するものである。

第2表は46年度の全道乳質改善共励会の成績である。これは比較的気質の良い地区を対象としたものであるが、細菌数400万以下のものは、6月78.3%、7月50.0%、8月65.1%、9月75.0%で気温の影響がみられる。

第2表 合乳細菌数(46年乳質改善共励会成績)

月分 細菌数(万)	6	7	8	9	合計
	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
50以下	15 (9.9)	13 (8.5)	13 (8.5)	7 (4.6)	48 (7.9)
51~100	12 (7.9)	8 (5.3)	11 (7.2)	16 (10.5)	47 (7.7)
101~200	36 (23.6)	12 (7.9)	24 (15.8)	34 (22.4)	106 (17.4)
201~300	37 (24.4)	15 (9.9)	32 (21.1)	26 (17.1)	110 (18.3)
301~400	19 (12.5)	28 (18.4)	19 (12.5)	31 (20.4)	97 (15.9)
401~500	9 (5.9)	13 (8.6)	16 (10.6)	13 (8.6)	51 (8.4)
501~600	8 (5.3)	15 (9.9)	11 (7.2)	8 (5.3)	42 (6.9)
601~700	5 (3.3)	12 (7.9)	8 (5.3)	4 (2.6)	29 (4.7)
701~800	2 (1.3)	11 (7.2)	7 (4.6)	1 (0.6)	21 (3.4)
801以上	9 (5.9)	25 (16.4)	11 (7.2)	12 (7.9)	57 (9.4)

(3) 乳成分

第3表は全道の脂肪および無脂固形分の平均と量的関係を示したものであるが、本州の乳成分に比較していづれも高率となっている。

しかし、本道の乳牛改良目標(脂肪率3.60%、無脂固形分8.55%)に示されている如く、今後は無脂固形分に主力を注ぎ改善を図る必要がある。

第3表 脂肪と無脂固形分の量的関係

年度	試料数	平均成分(相加平均)		相関係数	回帰式	回帰よりの標準偏差
		脂肪	無脂固形			
42	1,699	3.48% (σ :0.167)	8.33% (σ :0.177)	0.33***	$S=7.171+0.332F$	0.169
44	1,764	3.57 (σ :0.169)	8.40 (σ :0.133)	0.24***	$S=7.429+0.272F$	0.164
45	614	3.55 (σ :0.156)	8.41 (σ :0.142)	0.26***	$S=7.412+0.281F$	0.145
46	570	3.60 (σ :0.140)	8.41 (σ :0.132)	0.21***	$S=7.600+0.225F$	0.140

注 σ :標準偏差 ***:1%の有意水準
 S:無脂固形分 F:脂肪

2 バルククーラー乳の乳質

(1) 2等乳の発生状況

第4表はバルククーラー（アイスバンク式）を設置した農家の庭先検査において2等乳となった例数を単純に表記したものである。この落等原因について現地の推定によると、

- ① バルククーラーの故障および停電
- ② 1回の投入量が少量のため、かくはんが不能
- ③ 貯乳時間が80～90時間の長時間におよぶものあり
- ④ 初乳または末期乳の混入

第4表 バルククーラー乳の2等乳発生実例(46. 5. 26～47. 3. 20一紋別地区)

年月日	戸	2等乳量 Kg	出荷間隔	1日当り 投乳量 Kg	バラク クーラー 容量 ℓ	機種	原因
46. 8. 16	676	700.0	1日おき	350	700	安藤式	バルククーラーによる
" " 17	635	797.0	"	395	1,000	"	"
" " 25	456	769.5	"	385	"	"	"
" " 28	46	498.0	"	250	"	"	
" 11.12	164	482.0	"	240	700	"	
" " 21	642	458.0	"	230	"	"	取扱及管理不良
47. 1. 6	411	342.0	3日おき	85	1,000	"	"
" " 13	602	404.0	2日おき	135	"	"	"
" " 18	684	246.0	3日おき	60	700	"	"
" " 24	558	390.0	"	150	1,000	"	"
" " 28	618	621.0	"	155	"	"	"
" 2 5	687	226.0	"	55	700	"	"
" " 22	602	596.0	"	150	1,000	"	"
" 3 4	623	412.0	"	100	"	"	"
" " 6	432	374.0	"	90	700	"	"
" " 16	687	401.0	"	100	"	"	"
計	16戸	7,916.5					

(2) 細菌数、細胞数、乳温等の実例

a 中標津地区の例(45.9.2.~3.)

第5表 乳温と乳量

月日 区分 試料 番号	9月1日	2日		3日	
	夜	朝	夜	朝	
	乳温及び乳量	乳温及び乳量	乳温及び乳量	乳温及び乳量	8.0%アルコール反応
A	←→	5℃ 370ℓ	8℃ 550ℓ	4.5℃ 745ℓ	(-)
B			←→ 1.4℃ 340ℓ	←→ 4.0℃ 690ℓ	(-)
C			←→ 1.6℃ 160ℓ	←→ 5.0℃ 310ℓ	(-)
D	←→	2℃ 310ℓ	←→ 1.2℃ 470ℓ	←→ 2.5℃ 620ℓ	(-)
E			←→ 1.5℃ 280ℓ	←→ 4.0℃ 550ℓ	(-)

第5表について2日夜の場合Aは追加投入で8℃、Bは第1回目の投入終了時点で1.4℃、Cは同時点で1.6℃、Eも同時点で1.5℃、Dは追加投入で1.2℃となっている。3日朝のタンクローリー積み込み直前の乳温は全部5.0℃以下になっている。

第6表 細菌数と細胞数

試料番号	夜搾乳直後細菌数	13時間冷却保持し朝乳混入直後細菌数	タンクローリー積み込み直前細菌数	細胞数	工場到着時
A	97	158	280	110	} 130
B	22	87	27	30	
C	110	90	220	30	
D	66	55	78	36	
E	167	80	188	45	

第6表について搾乳直後とは第1回の投入終了時直後とは第1回の投入終了時直後にバルクタンクから採取した試料の細菌数であり、投入前の細菌汚染の影響が大きい。なおタンクローリーに合乳されて工場に到着した時点の細菌数は130万であった。

b 北見地区の例(45. 8. 28~30)

第7表 乳温と乳量

区 分	28日		29日						30日			タンク車 集荷時 気温
	夜		朝			夜			朝			
	搾乳時		混入前	混入後		混入前	混入後		混入前	混入後		
	乳温	乳量	乳温	乳温	乳量	乳温	乳温	乳量	乳温	乳温	乳量	
	℃	Kg	℃	℃	Kg	℃	℃	Kg	℃	℃	Kg	℃
A	30	110	5	6	210	6	6	340	6.5	6	435	6
B	25	200	5	7.5	400	5	7	650	5	7	780	5
C	7	120	5	7.0	245	4	6	350	5	5	495	5
D	7	170	6	6.0	350	7	5	450	5.5	6	640	4
E	6	120	5	7	240	3	6	380	3.5	6	490	4
F	6	90	5	7	160	8	5	275	4.5	6	325	5

第7表について。冷却中の生乳に温乳を投入した場合の前後の乳温差を測定したものであって投入後はいづれも10℃以下であった。

第8表 細菌数と細胞数

区 分	28日夜		29日							
			朝				夜			
			混入前		混入後		混入前		混入後	
	細菌数	細胞数	細菌数	細胞数	細菌数	細胞数	細菌数	細胞数	細菌数	細胞数
	万	万	万	万	万	万	万	万	万	万
A	20	140	121	220	10以下	160	10以下	180	10以下	180
B	18	57	10以下	54	10以下	48	10以下	60	10以下	47
C	10以下	30	10以下	48	10以下	40	10以下	35	10以下	45
D	10以下	170	10以下	150	10以下	160	10以下	140	10以下	142
E	10以下	30	10以下	28	10以下	33	25	34	10以下	30
F	10以下	30	10以下	30	10以下	30	10以下	34	10以下	28

区 分	30日					
	朝				タンク車	
	混入前		混入後		集荷時	
	細菌数	細胞数	細菌数	細胞数	細菌数	細胞数
A	10以下	140	10以下	120	80	150
B	10以下	37	10以下	40	10以下	51
C	10以下	30	10以下	30	10以下	30
D	10以下	99	10以下	150	69	144
E	10以下	30	10以下	25	10以下	28
F	10以下	28	10以下	30	10以下	24

第8表について。隔日集荷ではあるが、細菌数の大部分は10万以下である。しかし細胞数の多いものがあり、乳房炎および異常乳の存在が考えられる。

c 紋別地区の例 (46.7.5)

第9表 個乳の細菌数

略農家 項目	出荷状況			細菌数	細胞数	参考		
	時刻	乳温 ℃	間隔			乳量 Kg	銘柄	容量 ℓ
1	7.45	11.0	毎日	65	49	530.0	A社製	1,000
2	7.55	8.0	"	10	52	460.0	"	"
3	8.05	6.0	"	1,500	120	626.0	"	"
4	8.25	7.0	"	10	72	540.0	"	"
5	8.35	4.0	"	37	91	520.5	"	"
6	8.50	6.0	"	18	42	413.0	"	700
7	8.55	10.0	"	325	60	548.5	"	1,000
8	9.05	7.0	"	15	12	348.0	"	700
9	9.40	6.0	"	35	60	542.0	"	1,000
10	9.45	5.0	隔日	10	42	307.0	"	700
11	9.50	7.0	毎日	1,000	36	416.0	"	700
12	10.10	5.0	隔日	410	37	743.0	"	1,000

項目 酪農家	出荷状況			細菌数	細胞数	参考		
	時刻	乳温	間隔			乳量	銘柄	容量
		℃		万	万	Kg		ℓ
13	10.15	3.0	隔日	810	25	598.0	A社製	1,000
14	10.30	6.5	"	15	48	960.0	"	1,000
15	11.20	4.5	毎日	10	96	889.0	B社製	1,800
16	13.40	4.0	隔日	390	64	698.0	A社製	1,000
17	13.45	3.0	"	60	85	743.5	"	"
18	13.50	3.5	毎日	1,000	10	512.5	"	"
19	14.00	4.0	隔日	250	28	633.0	"	"
20	14.10	4.0	"	670	60	515.5	"	700
21	14.25	4.0	毎日	120	23	519.5	"	1,000
22	14.30	6.0	隔日	1,000	32	333.0	"	700
23	14.40	3.0	"	35	80	673.5	"	1,000
平均	10.50	5.6	—	340	53	568.0	—	—

第9表について、23例のバルククーラー乳の平均出荷乳温は5.6℃であるが、No.1が11℃、No.7が10℃のように高温のものがあった。また細菌数の平均は340万であるが、No.3が1,500万、No.11、No.18、No.22が1,000万であって極めて不良な生乳の存在する実例である。

第10表 出荷時刻と乳温

時刻 \ 乳温	4.4℃以下	4.5℃～9.9℃	10℃以上	計
10.00以前	1 (4.3)	8 (34.8)	2 (8.7)	11 (47.8)
10.00以後	8 (34.8)	4 (17.4)		12 (52.2)
計	9 (39.1)	12 (52.2)	2 (8.7)	23 (100.0)

注 ()内は%

第10表について、3A規格の4.4℃以下に該当するものは39.1%であった。出荷が10時以後になり、貯乳時間が長いものは特に温度管理を注意しなければ危険である。

第11表 出荷間隔と細菌数

細菌数 出荷間隔	10万以下	11万~ 100万	110万~ 400万	410万~ 1,000万	1,100万 以上	計
	毎日	3 (13.0)	5 (21.8)	2 (8.7)	0	
隔日	4 (4.4)	3 (13.0)	2 (8.7)	3 (13.0)	1 (4.4)	10 (43.5)
計	4 (17.4)	8 (34.8)	4 (17.4)	3 (13.0)	4 (17.4)	23 (100.0)

注 ()内は%

第11表について。毎日出荷と隔日出荷に区分して細菌数をみると、100万以下のものでは毎日8戸、隔日7戸、400万以下のものでは毎日10戸、隔日9戸で明らかな差は見られない。

第12表 レサズリンテストの結果

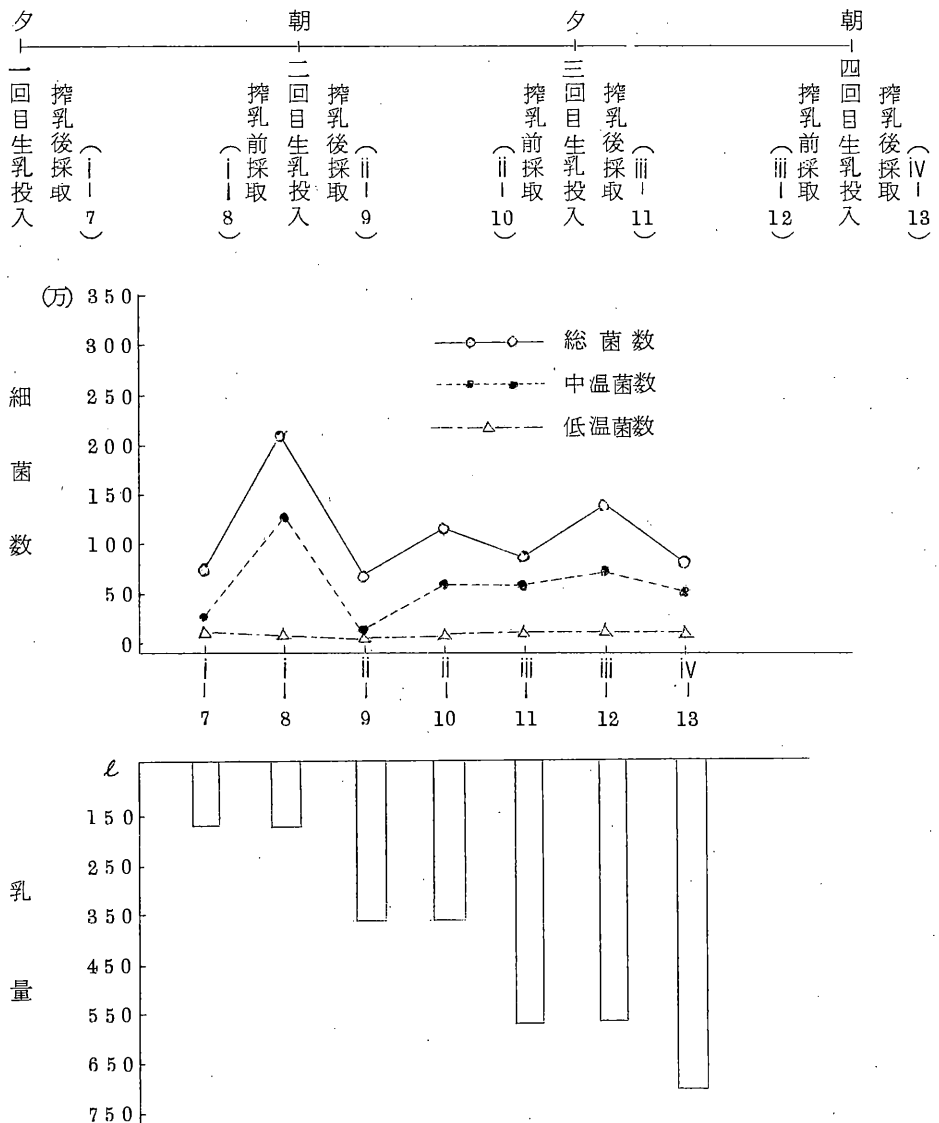
月	級					計	平均値	標準偏差
	0	1	2	3	4			
46.7	戸 39	戸 35	戸 2	戸	戸	戸 76	0.51	0.55
8	42	37	3	2	1	85	0.62	0.77
9	53	18	14			85	0.54	0.76
小計	134	90	19	2	1	246	0.56	0.71
47.1	48	18	14	5	3	88	0.88	1.10
2	43	18	14	2	6	78	0.91	1.24
3	51	16	8	1	2	78	0.55	0.91
小計	142	47	36	8	11	244	0.77	1.10
合計	276 (56.2)	137 (28.0)	55 (11.2)	10 (2.1)	12 (2.5)	490 (100)	0.66	0.98

第12表について。0~1級に該当したものは7~9月が91.1%、1~3月が77.5%で夏の計は84.2%となっている。前記のブリード法による細菌数よりも良い結果となっているが、ここで問題になることは、バルククーラー乳に対するレサズリンテストの適応性であり、冷温保存乳を対象とした場合の検査精度の検討が必要である。

(3) 貯蔵乳の細菌数変化

帯広畜産大学の報告(三浦 1971)によれば、中標津地区における24戸の酪農家から中程度の経営規模の1戸を対象として、8月の盛夏におけるバルククーラー乳の細菌について調査した結果、次の図に示す如く、中温菌および総菌数は生乳投入直後に希釈をうけて一時的に減少しているが、次の投入時までには増菌の傾向がみられている。また低温菌は殆んど増減することなく推移している。このことから三浦は生乳が投入されることによって貯蔵乳の乳温が一時的に上昇し、増菌するものと考察している。

貯蔵乳の細菌数変化(三浦 1971)



(4) バルククーラー乳の微生物学的性状

第13表 バルクミルク中の菌叢分布 (SWATLINGP. 1968)

総菌数 ×1000	Pseudo monas	PS.以外の グラム陰性菌	Micro coccus	Strepto coccus	Lacto bacillus	その他
<10	13	20	40	2	16	13
10~99	20	28	26	6	1	19
100~999	34	34	13	9	2	7
>1000	37	28	16	9	2	8

第13表にバルククーラー乳の菌叢分布の一例を示したが、立地条件および環境等によって変るもので種々の報告がある。

バルククーラー乳の細菌増殖による影響については、低温菌に関する多くの報告があるが、帯広畜産大学の報告(三浦 1971)では蛋白分解と脂肪分解について次の表の如くになっている。

第14表 低温性細菌の蛋白分解力(三浦 1971)

卅 (10mm以上)	卍 (5~10mm)	+	- (分解しない)
%	%	%	%
25	14	33	28

1) 498株中の百分率

第15表 低温性細菌の脂肪分解力(三浦 1971)

卅	卍	+	-
%	%	%	%
12	21	49	28

1) 卅~一脂肪分解の強さ

2) 498株中の百分率

第14表については、分離した低温菌498株を脂肪乳を加えた標準寒天培地に接種し、5℃で10日間培養した時の集落周囲の透明環の直径を測定したもので、低温菌の25%は非常に強い蛋白分解力をもっていることが明らかであると報告している。

第16表 低温性細菌接種乳の臭気生乳(PUNCH5, 1961)

供試株 No.	27℃, 7日間培養	5℃, 14日間培養
2	どぶくさ臭	弱いどぶくさ臭
3	腐敗臭	硫化水素臭
6	酸敗臭	なし
8	こげくさ臭	なし
17	どぶくさ臭	なし
19	どぶくさ臭	なし
20	腐敗臭	弱いどぶくさ臭
28	腐敗臭	なし
30	カラメライズ臭	なし
31	チーズ臭	チーズ臭
41	こげくさ臭	弱いこげくさ臭
53	どぶくさ臭	なし
55	低級脂肪酸臭	エステル臭
56	低級脂肪酸臭	なし
60	どぶくさ臭	なし
78	低級脂肪酸臭	なし
83	低級脂肪酸臭	エステル臭
84	刺激性腐敗臭	腐敗臭

第15表については、分離した低温菌498株についてその脂肪分解力をクロスリー寒天培地に接種し、5℃で10日間培養した時の集落周変の青変の強さで比較し、もっとも青変の著しいものを卍、そのつぎに著しいものを卍、青変が弱いものを十、全く青変しないものを一として表示したもので、非常に強い脂肪分解を示す低温菌は約12%を占めていると報告している。

バルククーラー乳の貯蔵中の乳質変化のうち異常風味の発生は注目すべきことであって、この基因は微生物的なもの、理化学的なものおよび両者の混合的なものがある。第16表はこれに関する報告例である。

(5) 理化学的性状

脂肪分解については一般的に乳罐で取扱った生乳よりバルククーラー乳の方が遊離脂肪酸が

多いといわれている。これは乳中に存在する脂肪分解酵素リパーゼの作用によるものであり、本質的に活性の高い生乳もあるが、パイプラインによる温乳の泡立ち、凍結、冷却乳に温乳を投入する時の温度変化、更にアジテーターによるかくはん等の刺戟が脂肪膜物質に変化をあたえてリパーゼの働きを活発にさせることになる。

また脂肪膜に含まれている磷脂質の脂肪酸は不飽和度が高く、乳中に溶存する金属イオンによって自動的に酸化を起すことが多い。ところがバルククーラー乳は低温に保存され細菌増殖が少ないことから、細菌の消費する酸素の量が少ないため、かえって酸化が起りやすいことになる。また水道管やパイプ類から出る銅イオン、容器のさび等も酸化を促進することになる。

その他低温保存中のリン酸カルシウムの一部不溶化が原因となりレンネット凝固性に変化をあたえるとの報告もある。

3 汚染防止対策上の問題点

乳質管理の面から考えると、生乳冷却は極めて重要なことであり、バルククーラーの利用は好ましいことではあるが、ミルカーの普及過程における悪例の如く、省力のみにかたよって当然なすべき作業までも、はぶいてしまつては、逆に乳質低下の原因となるおそれがあるので、バルククーラーの利用に当っては次の事項に対する理解と対策を十分に普及指導することが大切である。

- (1) 生乳冷却の本質的意義の認識
- (2) 搾乳時の汚染防止
- (3) 異常乳の混入防止
- (4) バルククーラーの洗浄と殺菌
- (5) バルククーラーの構造と操作方法