HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	無脂固形分を中心とした乳質と飼養の関係について
Author(s)	橋本, 吉雄; 有馬, 俊六郎; 上山, 英一; 小竹森, 訓央; 大浦, 義教
Citation	北海道大学農学部邦文紀要, 5(4), 205-211
Issue Date	1966-02-19
Doc URL	http://hdl.handle.net/2115/11750
Type	bulletin (article)
File Information	5(4)_p205-211.pdf

Instructions for use

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

無脂固形分を中心とした乳質と飼養の関係について

橋本吉雄・有馬俊六郎・上山英一
小竹森訓央・大浦義教
(北海道大学農学部酪農科学研究施設)

Environmental Factors Affecting the Solid-not-fat Composition of Milk

By

YOSHIO HASHIMOTO, SHUNROKURO ARIMA, EIICHI UEYAMA,
KUNIO KOTAKEMORI and YOSHINORI OURA
(Institute for Dairy Science, Faculty of Agriculture,
Hokkaido University, Sapporo, Japan)

原料乳の評価に脂肪率一辺倒でなく，無脂固形分を重視すべしとの声が世界的に高まってきたが，わが国でも畜産物価格審議会で取引格付方法の改善がとりあげられ審議中である。このような情勢に鑑み，将来の北海道における牛乳生産方向の指導方針に資し，取引方法の改革の基礎資料に供するために北海道の原料乳の成分的実態を把握し，あまりかえりみられなかった無脂固形分を中心とした成分変動に関する要因を研究熟知することは緊急且つ重要な事項であると思考し，本研究を行なった次第である。

研究方法

I. 原料乳成分の実態調査

道内の主要酪農地帯の八雲，札幌，帯広，北見，中標津の各地区から約350戸の生産者取引乳を採取し，乳成分を定量した。尚脂肪定量はバブコック法，蛋白質定量はアミドブラック比色法[16]で行なった。

II. 生産者個乳の実態調査

本研究は無脂固形分含量や蛋白質含量の少ない原料乳の改良に資することを目的としているので，研究Iの結果より低い蛋白質率の乳を出荷する農家の個々の牛についてその乳成分を追究した。

尚脂肪，蛋白質の定量方法は実験Iと同様である。細菌数，細胞数は直接顕微鏡法で測定，酸度は滴定法，無脂固形分量はプラスチックビーズ法[6]で行なった。

III. 生産者農家の給与飼料の品質

研究IIの調査対象農家の給与している乾牧草および，サイレージの品質について調査した。粗蛋白，粗繊維，水分は常法 DCP, TDN は ADAMS[1] の式を用いて算出し，サイレージの DCP, TDN は MORRISON[11] の表で該当するものの数値より換算した。

IV. 生産者農家の飼料給与量

IIIの農家の実態給与量を標準要求量[4] (100% とする) と対比して表示した。

V. 遺伝的（親子）成分関係

各個乳について母娘の乳成分関係を無脂固形分，脂肪，蛋白質の各成分量の点で観察した。

VI. 給与飼料と乳成分の関係特に栄養不足給与の影響

1963年より北海道における異常乳に関する研究の中，主成分量の低い，アルコール試験や熱に不安定な乳を分泌する乳牛に対して飼料補給試験を行ない，乳成分に与える影響について追究して，妊娠初期の栄養がかなり乳質に影響することを発表した[7]。今回はさらにこの結果を立証する意味で，前回と逆に栄養不足給与試験を行ない乳成分の変化を追究した。尚供試牛，給与条件の詳細は結果の処で詳述する。各乳成分の試験方法は既報[7]の各方法で行ない，アルコール試験も同時に行なった。

結果および考察

I. 道内5地区の調査結果(6月より11月迄)は Table 1のごとくである。

地区別の脂肪率で平均値は差はないが，標準偏差，変異係数では中標津地区が大きく，八雪地区は小さい。蛋

Table 1. Seasonal changes in milk composition at five districts in Hokkaido

District	Mounth	Fat				Protein			
		No. of samples	Mean	Standard deviation	Variation coefficient	No. of samples	Mean	Standard deviation	Variation coefficient
Yagumo	6	47	3.32	0.206	6.20	45	3.01	0.138	4.58
	7	50	3.37	0.214	6.35	42	2.95	0.154	5.52
	8	50	3.32	0.189	5.69	47	2.93	0.139	4.74
	9	50	3.32	0.219	6.60	49	2.91	0.167	5.74
	10	50	3.41	0.203	5.95	48	3.11	0.124	3.99
	11	50	3.53	0.206	5.84	50	3.10	0.192	6.19
Sapporo	6	60	3.41	0.265	7.77	60	2.59	0.176	5.97
	7	67	3.44	0.202	5.87	57	2.97	0.138	4.65
	8	34	3.51	0.211	6.01	16	2.95	0.172	5.83
	9	71	3.48	0.283	8.13	69	3.10	0.137	4.42
	10	68	3.59	0.243	6.77	65	3.14	0.209	6.66
	11	70	3.62	0.308	8.51	70	3.13	0.197	6.29
Obihiro	6	76	3.40	0.243	7.51	76	2.88	0.180	6.28
	7	91	3.40	0.213	6.26	75	2.91	0.168	5.77
	8	81	3.36	0.216	6.43	74	2.89	0.190	6.57
	9	88	3.41	0.244	7.16	86	2.93	0.192	6.55
	10	104	3.43	0.253	7.38	85	2.99	0.190	6.35
	11	83	3.58	0.226	6.31	81	3.26	0.223	6.84
Nakashibetsu	6	71	3.45	0.339	9.83	71	3.06	0.171	5.59
	7	91	3.40	0.333	9.79	86	3.07	0.164	5.34
	8	85	3.58	0.311	8.69	80	2.96	0.132	4.46
	9	81	3.50	0.279	7.97	72	3.03	0.127	4.19
	10	87	3.42	0.255	7.46	86	3.09	0.165	5.34
	11	88	3.53	0.326	9.24	91	3.07	0.196	6.38
Kitami	6	55	3.30	0.211	6.39	55	3.04	0.174	5.72
	7	49	3.29	0.225	6.84	41	2.86	0.152	5.31
	8	50	3.37	0.203	6.19	50	2.87	0.158	5.51
	9	52	3.31	0.193	5.95	52	2.92	0.133	4.55
	10	50	3.35	0.198	5.91	47	3.00	0.171	5.70
	11	49	3.56	0.285	8.29	50	3.13	0.188	6.01

白質率は帯広地区が一般に低く偏異も大きいが，八雲地区は小さい。偏異は生産者一戸当りの出荷乳量の多い地区が比較的大きな値を示した。月別では脂肪，蛋白質とも夏期より秋冷期が高く，本州と大体同じ傾向[14]であるが，脂肪，蛋白質ともに本州より高い値である。上記各地区で現在問題になっている低無脂固形分乳，低蛋白質乳の実態を知るため，全道平均の標準偏差(9)よりみた蛋白質率最低値2.8%以下の低蛋白質乳を，出荷した率を見た。結果はTable 2のごとくである。

地区別では帯広地区が多く，本地帯は昨年冷害を受けた処であるが，詳細はこの結果だけではわからない。月別では夏期が多い。全体として12%も低蛋白質乳があ

Table 2. Ratio of low protein milk (%)

District	Mounth						
	6	7	8	9	10	11	Mean
Yagumo	6.7	16.6	17.0	20.4	2.1	6.0	11.4
Obihiro, Satsunai	28.3	8.9	31.1	21.8	16.4	1.9	17.8
Obihiro, Biu	33.4	36.7	31.7	29.0	13.3	3.4	26.3
Kitami	3.6	22.0	30.0	13.5	12.8	2.0	12.9
Nakashibetsu	8.5	5.8	7.5	2.8	4.7	6.6	7.2
Sapporo, Osatsu	29.0	7.4	18.8	0	0	0	8.2
Sapporo, Kotoni	8.0	13.3	—	0	9.7	5.7	7.1
Mean	15.0	14.0	22.1	11.9	7.9	4.1	12.0

ることは本地帯がいずれも酪農の盛な処であるだけに問題がある。わが国の牛乳は脂肪率では外国と差は少ないが，無脂固形分率，蛋白質率では顕著な差(10, 13)があり，蛋白質3.0%を最低規格としている国が多いことに注目すべきであろう。

II. 上記低蛋白質乳出荷農家の個々の牛について乳成分を調べ，無脂固形分を中心として他の成分を考察した。その結果はTable 3のごとくである。

脂肪率との関係では，無脂固形分の増加と必ずしも比例していない。この点については別報[9,17]で両者の相関値が0.3～0.4であることを発表している。蛋白質と無脂固形分とはよく比例し，相関値は約0.7と発表されている[10,17]。酸度ともほぼ比例している。

供試乳が搾乳後6時間以内の新鮮乳であるから，その酸度は蛋白質，塩類等による固有酸度が大半で，細菌増殖による二次酸度はあまり含まれないから，無脂固形分含量とよく比例するのであろう。

本結果に細胞数が新鮮乳としては多いのは気がかりで

Table 3. Relationship between milk quality and SNF content

SNF (%)		7.6–7.8	7.9–8.0	8.1–8.2	8.3–8.4	8.5–8.6	8.7–8.8	8.9<
No. of samples		6	5	8	10	3	4	12
Fat (%)	Max.	3.70	3.78	5.72	4.60	3.62	3.58	4.25
	Min.	2.60	2.63	3.02	3.15	3.27	2.70	3.25
	Mean	2.95	3.25	4.08	3.82	3.40	3.18	3.53
Protein (%)	Max.	3.06	3.13	3.58	3.38	3.50	3.23	3.55
	Min.	2.71	2.71	2.74	2.81	2.87	2.99	2.71
	Mean	2.91	2.94	3.05	3.05	3.14	3.17	3.15
Acidity (%)	Max.	0.16	0.16	0.17	0.18	0.17	0.18	0.19
	Min.	0.12	0.13	0.13	0.14	0.14	0.13	0.15
	Mean	0.14	0.15	0.15	0.16	0.16	0.15	0.17
No. of bact. (×10000)	Max.	70.3	53.0	210.0	108.0	516.7	110.0	510.0
	Min.	20.0	0.5	20.0	2.9	1.4	0.8	0.1
	Mean	46.4	21.7	70.9	46.2	149.6	28.9	106.2
No. of cell (×10000)	Max.	230.0	163.0	138.7	680.0	266.7	63.3	73.3
	Min.	21.0	0.3	5.0	12.0	15.3	0.9	0.0
	Mean	154.2	78.9	59.6	100.9	99.6	17.0	13.6

ある。最近工場受一等乳の中に，他の主成分は異常でないのに細胞数のみ多い乳の混入が警告されている[9]。1 mℓ 50 万以上を異常とされているが[2]，細胞数の多い乳は乳房炎等の病乳と関係が深いので[10]，他の乳成分に明らかな異常が認められない程度の軽い炎症が乳房にあるかもわからない。この種の *Subclinical Mastitis*[2] は現行の工場検査では見逃される恐れがある。この点より精密な検査が必要であろう。

特に表中の無脂固形分 7.6～7.8% 区分は，乳房炎等症状が進むにつれて，無脂固形分が低下するので[10]，病乳の成分状態と同じであといえよう。

III. 給与飼料の品質結果は Table 4, 5 である。

乾牧草で特に品質の悪いものは見らなかったが，一般に水分含量が高い傾向にある。これは昨年の天候不順のため，刈取適期を失したか，乾燥が充分出来なかったためと考えられる。サイレージの中で，デントコーンサイレージは一般に品質が良かった。しかし天候不順のためか成熟度が充分でなく，水分含量が比較的高い。草サイレージは一地区のみであるが品質は悪く，採食不能のものもあった。

IV. 飼料給与量と乳成分特に無脂固形分との関係を知るため

$$\frac{\text{給与量}}{\text{標準標求量}} \times 100 = \text{給与実態}(\%)$$

で示し，調査農家の出荷乳の無脂固形分を測定，Table 6 のごとき分類を行なって考察した。

本調査地帯の給与量は TDN, DCP ともに昨秋の異常乳多発地帯の結果[7] より遙かに良く，標準量よりほとんど上廻った。本結果は隔月の調査結果の平均であるが，乳成分への給与飼料の影響を考察するには，以前からの長期の調査結果が必要であろう。したがって低組成乳と飼料給与との明確な関連性は今後の継続研究に期待した

Table 4. Quality of hay

Farm No.	Quality (point)	Dominant plant	Composition and digestable nutrients (%)						
			Moisture	Crude protein		Crude fiber		DCP	TDN
				Air dry basis	Dry basis	Air dry basis	Dry basis		
1	53	Timothy	19.95	5.93	7.41	28.71	35.87	2.97	42.38
2	57	Timothy	14.52	7.05	8.25	30.88	36.12	3.67	45.29
3	49	Orchard	19.70	8.73	10.87	26.92	33.52	5.43	45.62
4	69	Timothy	20.94	13.69	17.32	24.37	30.82	10.17	49.15
5	48	Timothy	21.98	8.64	11.08	27.18	34.84	5.43	43.25
6	72	Orchard	18.45	13.43	16.47	23.83	29.22	9.83	52.57
7	78	Orchard	23.11	12.26	15.95	17.89	23.27	8.90	53.78
8	69	Timothy	17.98	9.13	11.13	21.37	26.05	5.75	53.40

Table 5. Quality of silage

Farm No.	Dominant plant	Quality (point)	Composition and digestable nutrients (%)						
			Moisture	Crude protein		Crude fiber		DCP	TDN
				Wet basis	Dry basis	Wet basis	Dry basis		
1	Timothy & red clover	15	68.10	2.54	7.96	12.86	40.30	1.40	17.10
2	Red clover & orchard	49	80.35	2.87	14.61	5.57	28.38	1.90	10.40
3	Dentcorn	90	83.57	1.48	8.99	5.37	32.68	0.80	10.40
4	Dentcorn	90	82.67	1.67	9.66	4.91	28.31	0.80	11.00
5	Dentcorn	90	84.20	1.38	8.75	4.78	30.25	0.70	10.00
6	Dentcorn	90	80.85	1.72	8.97	5.41	28.29	0.85	12.20
7	Dentcorn	85	80.02	2.57	12.84	4.97	24.89	0.70	11.10
8	Dentcorn	90	81.76	1.54	8.45	4.84	26.51	0.81	11.59
9	Dentcorn	90	86.20	1.18	8.58	4.33	31.39	0.61	8.77

Table 6. Relationship between amount of supplied nutrients and SNF content

Amount of supplied nutrient (%)	SNF (%)	7.6–7.8	7.9–8.0	8.1–8.2	8.3–8.4	8.5–8.6	8.7–8.8	8.9<
	No. of samples	6	5	8	10	3	4	12
DCP	Max.	165.6	259.2	190.8	240.5	317.6	311.5	289.3
	Min.	100.6	101.3	99.2	83.7	126.6	120.2	122.8
	Mean	124.9	143.3	129.2	130.2	201.2	203.9	163.0
TDN	Max.	146.2	135.4	138.0	142.5	163.0	157.1	168.7
	Min.	71.5	82.7	85.2	77.6	85.9	84.2	83.3
	Mean	103.5	111.6	118.8	102.5	129.3	118.2	113.5

い。しかし本結果より供試農家の日常飼養実態を大凡推測できる。すなわち北海道無脂固形分平均8.24%の上下の給与量を比べると，TDN, DCP の充分な農家の出荷乳ほど，若干無脂固形分含量は高い。

V. 供試牛の親子関係の乳成分結果は Table 7 のごとくである。

平均値からいえば，母娘とも北海道原料乳の無脂固形分の平均値より低い。しかし個々の結果では No. 5, 6, 7 の牛でその傾向が見られるにすぎない。蛋白質においても母娘ともに北海道平均を上廻るか下廻るものは3例にすぎない。脂肪は明らかな関係は認められない。

Table 7. Milk composition for dams and daughters

Cow No.	SNF (%)	Fat (%)	Protein (%)
Dam 1	7.76	2.78	2.71
Daughter 1	8.27	3.25	2.88
Dam 2	8.11	3.02	2.99
Daughter 2	8.33	3.15	2.81
Dam 3	8.19	4.13	3.24
Daughter 3	7.81	2.67	2.88
Dam 4	8.48	3.62	3.50
Daughter 4	7.70	2.60	3.01
Dam 5	7.86	3.35	3.13
Daughter 5	7.86	3.27	2.89
Dam 6	8.04	4.25	3.55
Daughter 6	7.86	3.73	3.12
Dam 7	7.75	3.58	2.99
Daughter 7	7.97	3.72	3.12
Dam mean	8.03	3.53	3.18
Daughter mean	7.97	3.20	2.96

昨秋の異常乳研究[7]で，常時二等乳を生産する牛の大半が他所より廉価で購入した牛か，その子供であるとの聞取調査があった。無脂固形分，蛋白質の含量の低い，不安定な乳汁を分泌する牛の有効な陶汰法は，脂肪率重視の旧風によってあまり研究されていない。

本結果は例数が少ないので明確な知見が得られなかったが，無脂固形分含量を上昇させる陶汰の基礎となるので，この種の研究の今後の発展を望みたい。

VI. 栄養不足飼料給与の乳成分に与える影響。既述のごとく筆者等は数年来北海道の異常乳について研究を続け，栄養不足分を補給することによって，無脂固形分を中心とした不安定乳を一部正常乳に改善することが出来ると発表した[7]。今回は逆に同一条件の牛を用い，栄養不足給与によって正常乳が不安定乳に変化するかを実験した。供試牛は昨秋の研究[7]と可及的同一条件のものを選んだ (Table 8)。

栄養不足給与実験は Table 9 のごとく，1頭は全期間標準飼養とし，1頭は1期標準，2期栄養不足，3期標準飼養とした。各期は各4週間で，11月中旬より約3カ

Table 8. Experimental animals

Cow No.	1	2
Date of birth	1960-8-18	1960-8-21
Date of calving	1964-5-22	1964-6-1
No. of lactation	2	2
Date of next calving	1965-6	1965-6
Body weight (kg)	542	516
Butter fat test (%)	3.5	4.0
Milk yield (kg)	7	12

Table 9. Feeding schedule

Cow No.		1	2		
Experimental period		1964. 11. 16–1965. 2. 16	1964. 11. 16–1964. 12. 12	1964. 12. 13–1965. 1. 16	1965. 1. 17–1965. 2. 16
Feed stuffs	Orchard grass hay (kg)	5.4	5.2	5.2	5.2
	Dentcorn silage (kg)	27.0	26.0	26.0	26.0
	Concentrate mixture (kg)	2.0	4.4	0	4.4
Amount of nutrients to feeding standard (%)	TDN	100	100	70	100
	DCP	100	100	30	100

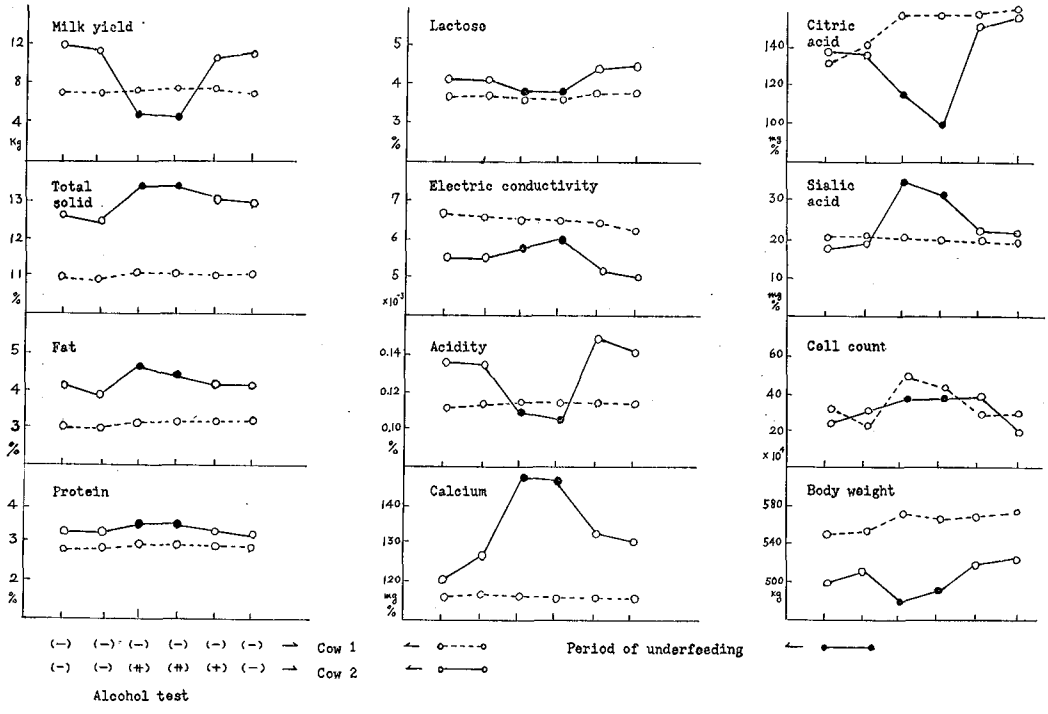

Fig. 1. Effect of underfeeding on quality of milk

月間の試験である。栄養不足給与は Table 9 のごとく TDN で 30% 減，DCP で 70% 減とした。

各期の週毎の乳成分を定量したが，各期の1週，2週目の乳は，給与飼料の変化の影響が表れると予想して，結果 (Fig. 1) には3週，4週目の定量値を図示した。

対照牛 (No. 1) に比べると，供試牛 (No. 2) の成分変化が激しい。栄養不足給与によって体重乳量が減じた。全固形分，脂肪，蛋白質が増し，乳糖，酸度が減じ病乳や未期乳の状態[10] を呈した。蛋白質は増加しているが，カゼインが減じ，ホエー蛋白質が増加しているであろう[2]。尚カゼインを中心とした詳細な牛乳の安定性に関する結果は，畜産学会に発表の予定である。電気伝導度が増加しているが，乳腺細胞の透過性が高くなり，塩化物の牛乳移行が増したためであろう[13]。石灰，シアル酸，クエン酸の増減は乳蛋白特にカゼインの安定性に重要な関係があるので，引き続き詳細に検討中である。特にアルコール試験結果が，栄養不足給与期の3週，4週目に陽性化し，標準飼養に戻すと陰性化に向ったことは，昨年来の研究結果を裏付けるものとして意義深い。

供試牛は妊娠4カ月の牛であるが，妊娠初期の飼養が

以後の乳質，特に無脂乳成分の安定化に極めて重要である[8]ことを示している。

供試牛は昨秋の道南地帯と条件を同じにするため能力の低いものを選んだが，今後更に例数を増して実験を続けたい。尚ケトージス試験は各期とも陰性で，アルコール不安定乳の原因をすべてケトージス[15]とするのは，少なくとも給与量の少ない能力の低い牛では当を得ないであろう。

結　　論

本道主要酪農地帯農家350戸の任意調査で原料乳の無脂固形分を中心に変動条件について考察を加え，又栄養不足飼養の乳質に与える研究を行ない次の結果を得た。

I. 道内5地区の出荷原料乳の12%が，蛋白質2.8%以下の低蛋白質乳であった。

乳成分の変異は中標津地区が大きく，八雲地区が小さい。帯広地区の一部に低蛋白質乳多発地帯があった。

II. 低蛋白質乳出荷農家の個乳の25%は，無脂固形分8%以下の牛乳であった。低無脂固形分乳の細胞数は平均111万/mℓで多い。

III. 給与実態は一般に標準要求量を上廻っていた。給与量が十分な農家の出荷乳程若干無脂固形分が高い傾向を示した。

IV. 飼料の品質では，乾牧草，デントコーンサイレージは一般に良質で各々評点は62, 90を示したが，水分が稍多い。草サイレージは例数が少ないのが非常に悪く，評点32であった。

V. 本試験の乳牛では親子関係と無脂固形分，蛋白質の含量との間に有為性は認められなかった。

VI. 妊娠初期の搾りすぎ，栄養不足飼料は乳量の減少，乳質の不安定化，特にアルコール試験の陽性化をひき起し，乳成分は病乳，末期乳に似た状態になる。

本試験にあたり，協力を賜った北海道農業改良課，畜産課ならびに酪農検査所の諸氏に謝意を表す。

尚，本研究の一部は北海道庁委託科学研究費によったものである。

文　　献

1) ADAMS, R. S. 1961, J. Dairy Sci., 44: 2105.
2) 有馬俊六郎 1962, 北大農学部紀要, 4: 1.
3) ARIMA, S., S. HORI and Y. HASHIMOTO, 1964, Jap. J. Zootech. Sci., 35: 103.
4) COMITTEE on ANIMAL NUTRITION, 1958, Natl. Acad. Sci. Publ., 464.
5) FOOT, A. S. 1961, J. Soc. Dairy Tech., 14: 108.
6) GOLDING, N. S. 1961, Milk Prod. J. 33: 34.
7) 橋本吉雄・有馬俊六郎他 1964, 日本畜産学会報, 10: 179.
8) 北海道乳牛経済検定組合 1964, 乾牧草品質判定基準.
9) 北海道酪農検査所報 1964.
10) JENNESS, R. and S. PATTON, 1959, Principles of Dairy Chemistry, 319.
11) 海塩義男 1944, 家畜飼養, 208.
12) LABEN, R. C. 1963,J. Dairy Sci., 46: 1293.
13) 前野正久 1960, 乳及び乳製品のハンドブック, 63.
14) 日本乳業技術協会 1959, 乳技資料, 8: 61.
15) 里正義・村田喜一 1940, 札幌農林学会報, 32: 155.

Summary

The investigations on milk composition, especially on the variance of SNF content were undertaken on 350 farms at the five districts in Hokkaido and furthermore the effect of underfeeding on milk quality was studied.

The results obtained are summarized as follows.

1. Twelve percent of tested milk showed low protein content (less than 2.8%). The largest variation of milk composition among farms was observed in the milk from Nakashibetsu district and the milk from Yagumo had the smallest variation.
Low Protein milk were observed at Obihiro district.

2. About 25% of cows from the farms which produced low protein milk produced low solid-not-fat milk. Low SNF milk tended to show high cell count (average 1,170,000/mℓ).

3. Most of cows investigated were fed above the feeding standard. Correlation between feedinglevel and SNF content of milk was not clear.

4. The quality of roughages used by the investigated farms were also examined. All grass hays and dentcorn silages had good quality, but grass silages had poor quality.

5. There were no significant relationship between milk composition of dam and that of daughter.

6. The results from underfeeding in the early gestation period showed that stability of milk on alcohol-test was reduced and milk composition changed toward conditions of desease or late lactation.