ガスクロマトグラフィーによる本邦産牛乳脂肪の 脂肪酸組成に関する研究 (第 6 報)*

日本全国のバター脂肪の平均脂肪酸組成とその統計的解析

中西 武雄, 中江 利孝 (東北大学農学部)

昭和 38 年 7 月 29 日 受 理

ま え が き

前報⁽¹⁾において、著者らは北海道および東北地方のバター脂肪の脂肪酸組成と、その季節的および地理的変動を明らかにしたが、今回は関東地方以西のバター脂肪についても分析し、前報の結果と総合して、日本全国のバター脂肪の平均脂肪酸組成を明らかにし、その季節的および地理的変動を諸外国のバター脂肪と比較して、検討を加えた。脂肪酸組成の変動におよぼす季節と地域の影響については統計的解析を行ない、現状の本邦産牛乳脂肪の品質に若干の考察を加えたので、ここに報告する。

実 験 方 法

1. バター試料の収集： バター試料は 1962 年 4 月より 1963 年 3 月までの 1 年間、関東地方の主基、中部地方の松本および上田、関西地方の柏原、計 3 地方 4 工場において製造された新鮮バターを定期的に郵送を受け、分析のときまで冷蔵保存した。

2. バター脂肪の調製： 前報⁽²⁾と同様に行なった。

3. 脂肪酸メチルエステルの調製とガスクロマトグラフィーの分析条件： 前報⁽¹⁾の北海道および東北地方の試料と同様に、interesterification によって脂肪酸メチルを調製し、セライト 545-エチレングリコールコハク酸エステルのカラムを用いてガスクロマト分析を行なった。

4. 定量結果の集計： 前報⁽²⁾の換算係数法によって得たバター脂肪構成脂肪酸の

定量値から、年間平均値を求めるとともに、O-P 比と不飽和指数（前報⁽¹⁾参照）を算出し、その季節的および地理的変動に検討を加えた。

5. 統計学的解析： 前報の北海道および東北地方のデータを含めて、全国の主要乳製品工場のバター脂肪酸構成の定量値から、標準偏差と母平均の信頼区間を求め、また、分散分析法によって季節および地方間の有意差検定を行なった。これらの結果から、各構成酸含量の四季間および地方間の差を統計的に解析するとともに、主要構成酸因子間の相関の有無を調べた。

実 験 結 果 と 考 察

1. 関東以西の地方のバター脂肪構成脂肪酸の季節的および地理的変動

(1) 飽和脂肪酸： 関東以西 3 地方のバター脂肪について、構成脂肪酸中の飽和脂肪酸含量の季節別および年間の平均値は第 1 表のとおりである。前報の北海道および東北地方のバター脂肪と同様に、 $C_4 \sim C_{18}$ 間の偶数個脂肪酸はすべて検出された。最も多い飽和酸であるパルミチン酸は 3 地方を通じて年間平均値 26.25% であり、季節的には 3 地方共通して冬季に多く、夏または秋季に少なかった。パルミチン酸について多いのは、ステ

第 1 表 バター脂肪構成飽和脂肪酸の季節的変動

地方	季節	全構成脂肪酸中各種飽和脂肪酸含量(%)								総計
		C_4	C_6	C_8	C_{10}	C_{12}	C_{14}	C_{16}	C_{18}	
関東	春	1.71	1.26	1.23	2.21	2.87	8.72	28.27	8.12	54.39
	夏	1.89	1.39	1.36	1.99	2.47	7.55	25.13	9.91	51.69
	秋	2.33	1.91	1.72	2.92	2.80	8.80	25.01	9.55	55.04
	冬	1.97	1.35	1.48	2.35	2.35	8.66	29.00	8.96	56.12
中部	春	1.93	1.64	1.27	2.20	2.61	7.94	26.48	8.90	52.97
	夏	2.37	1.61	1.47	2.21	2.19	7.65	23.72	9.53	50.75
	秋	2.25	1.16	1.15	1.60	2.21	7.69	27.30	8.60	51.96
	冬	1.85	1.92	1.37	2.07	2.59	8.66	27.80	9.61	55.87
関西	春	1.81	1.51	1.41	2.32	2.52	8.03	25.54	8.89	52.03
	夏	2.17	1.75	1.85	2.22	2.19	7.52	24.09	9.96	51.75
	秋	2.49	1.60	1.89	2.23	3.24	8.86	23.61	8.32	52.24
	冬	1.65	1.55	1.54	1.98	2.46	8.53	29.05	8.91	55.67
総平均		2.04	1.55	1.48	2.19	2.54	8.22	26.25	9.10	53.37

* Studies on the Fatty Acid Constituents of Butterfats in Japan by Gas Chromatography. Part VI. Average Values of Fatty Acid Constituents of Butterfats throughout Japan and its Statistical Analysis. By Takeo NAKANISHI and Toshitaka NAKAE (Faculty of Agriculture, Tohoku University)

第2表 バター脂肪構成不飽和脂肪酸の季節的変動

地方	季節	全構成脂肪酸中各種不飽和酸含量(%)							総計
		C ¹⁼ ₁₀	C ¹⁼ ₁₂	C ¹⁼ ₁₄	C ¹⁼ ₁₆	C ¹⁼ ₁₈	C ²⁼ ₁₈	C ³⁼ ₁₈ ≤	
関東	春	0.33	0.29	2.61	6.22	30.12	4.33	1.71	45.61
	夏	0.46	0.28	3.10	4.56	31.50	5.62	2.79	48.31
	秋	0.75	0.38	2.24	5.24	29.10	4.85	2.40	44.96
	冬	0.21	0.13	2.43	3.91	31.10	4.29	1.81	43.88
中部	春	0.40	0.25	2.45	3.85	31.76	5.27	3.05	47.03
	夏	0.47	0.36	3.10	5.12	32.34	5.60	2.26	49.25
	秋	0.28	0.30	2.55	4.46	33.06	5.12	2.27	48.04
	冬	0.34	0.16	2.17	4.33	30.36	4.17	2.60	44.13
関西	春	0.36	0.14	2.59	5.33	32.60	4.85	2.10	47.97
	夏	0.38	0.35	2.62	4.57	33.73	4.71	1.89	48.25
	秋	0.46	0.26	2.66	4.02	30.35	6.76	3.25	47.76
	冬	0.08	0.07	2.27	4.92	32.76	3.24	0.99	44.33
総平均		0.38	0.25	2.56	4.71	31.57	4.90	2.26	46.63

アリン酸, ミリスチン酸, ラウリン酸の順であった。

これらの平均値を北海道および東北地方の総平均⁽¹⁾と比較すると, 関東以西の地方のバター脂肪はパルミチン酸が多く, 酪酸がやや少なく, 総じて飽和脂肪酸総量がわずかに多い結果を示した。

(2) 不飽和脂肪酸: 関東以西3地方のバターの不飽和酸含量の季節別および年間平均値は第2表のとおりである。検出された不飽和酸は C¹⁼₁₀, C¹⁼₁₂, C¹⁼₁₄, C¹⁼₁₆, C¹⁼₁₈, C²⁼₁₈, C³⁼₁₈ ≤ であり, 最も多いオレイン酸 (C¹⁼₁₈) の年間平均値は 31.57% であった。この酸の季節的変動は北海道および東北地方ほど明瞭ではなく, 大部分は 30~32% の範囲に入り, 秋から冬にかけてもこの含量の著しい低下が見られない特徴を示している。オレイン酸について多いのは C¹⁼₁₆ (ヘキサデセノイン酸と推定) とリノール酸であり, それぞれ年間平均値 4.71% と 4.90% であった。

これらの不飽和酸含量は, 北海道および東北地方の総平均値に比べて大きな差異は認められないが, 関東以西地方のバター脂肪の方がオレイン酸がやや少なく, リノール酸以上の酸が多い傾向を示した。また, C²⁼₁₈ + C³⁼₁₈ ≤ で示す必須脂肪酸含量は 4.23~10.01% の範囲にあり, 年間平均値 7.16% は, 北海道および東北地方の平均値 (6.66%) よりもやや多かった。

(3) O-P 比と不飽和指数: オレイン酸/パルミチン酸の比率および不飽和酸/飽和酸の比率で示す O-P 比と不飽和指数の季節的変動は第1図のとおりであり, 両者の値とも夏に大で, 冬に少なくなっている。前報の北海道および東北地方の O-P 比は最高 1.82, 最低 0.82 (平均 1.30) の値であるのに対して, 関東以西地方の値は最高 1.40, 最低 1.07 (平均 1.22) であり, 東北以北

第1図 O-P 比と不飽和指数の季節的変動

----- 北海道 ———— 東北
 ----- 関東 - · - · - 中部
 ----- 関西

よりも値が低く, かつ変動が少なかった。

不飽和指数も同様に季節的変動が認められ, 一般に冬季に最低値となっている。地方別には, 関東地方の場合が全国的な最低値 (0.84) を示し, 中部と関西地方は東北地方についている。

2. 全国のパター脂肪の平均脂肪酸組成とその統計的解析

(1) 全国のパター脂肪構成酸の総括的性状: 前報⁽¹⁾および以上の分析結果を総括して, 過去2年間にわたる全国のパター脂肪の平均脂肪酸組成とその特性は第3表のごとく集約される。すなわち, 総構成酸中, 最も多いのはオレイン酸で 32.17%, これにパルミチン酸 (25.77%) がつぎ, 以下, ステアリン酸, ミリスチン酸, リノール酸, ヘキサデセノイン酸の順となっている。O-P 比は 1.25, 不飽和指数 0.88 であり, 必須脂肪酸は 6.90% を占めている。これらの結果はアメリカ⁽³⁾, カナダ^(4,5), オランダ^(6,7), ニュージーランド⁽⁸⁾ の乳脂肪とほぼ一致するが, 低級酸が外国の例よりも少なく, リノール酸と

ヘキサデセノイン酸が多い特徴を有している。しかし、これらの数値は季節や地方によってかなり変動し、特にラウリン酸、ミリスチン酸、パルミチン酸は夏季に減少し、逆にステアリン酸、オレイン酸、リノール酸が増加する傾向を示している。

第3表 全国のバター脂肪の構成脂肪酸含量とその特性

		春	夏	秋	冬	平均値
構成脂肪酸(%)	酪酸	2.02	2.15	2.72	2.42	2.33
	カプリン酸	1.44	1.47	1.68	1.66	1.57
	カプロリン酸	1.29	1.32	1.58	1.60	1.48
	カプリリン酸	2.17	1.98	2.30	2.23	2.17
	ラウリン酸	2.51	2.16	2.70	2.71	2.52
	ミリスチン酸	8.09	7.41	8.29	8.84	8.16
	パルミチン酸	26.66	23.24	24.91	28.29	25.77
	ステアリン酸	8.75	10.10	9.14	8.49	9.11
	デセノイン酸	0.35	0.39	0.44	0.35	0.39
	ドデセノイン酸	0.25	0.33	0.29	0.10	0.23
	テトラデセノイン酸	2.49	2.74	2.66	2.49	2.59
脂肪の特性	ヘキサデセノイン酸	4.82	4.82	4.36	4.42	4.61
	オレイン酸	32.02	33.67	31.65	31.45	32.17
	リノール酸	4.96	5.96	5.20	3.59	4.93
	リノレイン酸以上	2.18	2.26	2.08	1.36	1.97
	飽和酸(%)	52.93	49.83	53.32	56.24	53.11
脂肪の特性	不飽和酸(%)	47.07	50.17	46.68	43.76	46.89
	必須脂肪酸(%)	7.14	8.22	7.28	4.95	6.90
	O-P比	1.20	1.45	1.27	1.11	1.25
	不飽和指数	0.89	1.01	0.88	0.78	0.88

一方、これらの結果から算出された脂肪の特性値は、第3表に示されるように、必須脂肪酸が夏季に多く、冬季に少ない上、夏季には不飽和指数が1以上となり、不飽和酸の量が飽和酸よりも多くなる特徴を有している。

(2) 構成脂肪酸の平均値と標準偏差：このような分析結果をさらに統計処理し、地方別の構成脂肪酸平均値と標準偏差および母平均の95%信頼区間を求めると、第4表のごとく集計される。各脂肪酸の標準偏差は地方によって若干異っており、一般に飽和酸のばらつきは北海道および東北地方の方が関東以西よりも大きく、また $C_{10}^{1=}$ ~ $C_{18}^{1=}$ 不飽和酸のばらつきは飽和酸と逆の傾向を示している。全国を一括した場合のオレイン酸とパルミチン酸の平均値(%)と標準偏差(%)はそれぞれ32.17と2.327、および25.77と2.689であった。ばらつきの特に大きい構成酸はリノール酸とリノレイン酸以上であり、それぞれの総平均値と標準偏差は4.93と1.609、および1.97と1.087であった。 $C_{10}^{1=}$ と $C_{12}^{1=}$ の標準偏差も比較的大きいが、この不飽和酸は量的に少ないために、バターの品質上の意義は少ないと考えられる。一方必須脂肪酸が季節的にまた地方的に大きなばらつきを有

第4表 地方別バター脂肪構成酸の平均値($\bar{X}$)、標準偏差(S)および母平均の95%信頼区間(μ)

		バター脂肪の構成脂肪酸(%)														
地方		C_4	C_6	C_8	C_{10}	C_{12}	C_{14}	C_{16}	C_{18}	$C_{10}^{1=}$	$C_{12}^{1=}$	$C_{14}^{1=}$	$C_{16}^{1=}$	$C_{18}^{1=}$	$C_{18}^{2=}$	$C_{18}^{3=}$
北海道	$\bar{X}$	2.70	1.68	1.52	2.26	2.61	8.32	25.97	8.39	0.41	0.28	2.80	4.74	31.76	4.85	1.71
	S	0.725	0.389	0.362	0.492	0.480	1.345	3.529	1.548	0.113	0.142	0.286	0.465	3.033	2.006	1.224
	μ	2.239	1.433	1.290	1.947	2.305	7.465	23.728	7.406	0.338	0.190	2.618	4.445	29.833	3.575	0.932
	μ	3.161	1.927	1.750	2.573	2.915	9.175	28.212	9.374	0.482	0.370	2.982	5.035	33.687	6.125	2.488
東北	$\bar{X}$	2.51	1.53	1.43	2.05	2.37	7.87	24.63	9.83	0.38	0.13	2.45	4.28	33.78	5.09	1.67
	S	0.824	0.357	0.471	0.403	0.420	0.762	2.039	1.440	0.134	0.080	0.285	0.483	2.115	1.617	1.062
	μ	1.986	1.303	1.131	1.794	2.103	7.386	23.334	8.915	0.295	0.079	2.269	3.973	32.436	4.063	0.995
	μ	3.034	1.757	1.729	2.306	2.637	8.354	25.926	10.745	0.465	0.181	2.631	4.587	35.124	6.117	2.345
関東	$\bar{X}$	1.98	1.48	1.45	2.37	2.62	8.43	26.85	9.13	0.44	0.27	2.59	4.98	30.46	4.77	2.18
	S	0.365	0.275	0.266	0.472	0.408	0.701	2.083	0.763	0.207	0.109	0.443	1.150	1.300	1.408	0.919
	μ	1.675	1.250	1.228	1.975	2.279	7.844	25.108	8.492	0.267	0.179	2.220	4.018	29.373	3.593	1.412
	μ	2.295	1.710	1.672	2.765	2.961	9.016	28.592	9.768	0.613	0.361	2.960	5.942	31.547	5.947	2.948
中部	$\bar{X}$	2.10	1.58	1.32	2.02	2.40	7.99	26.32	9.16	0.37	0.27	2.57	4.44	31.88	5.04	2.54
	S	0.423	0.261	0.183	0.382	0.397	0.881	2.148	0.600	0.142	0.135	0.521	0.731	1.969	1.597	0.820
	μ	1.831	1.414	1.204	1.777	2.148	7.430	24.955	8.779	0.280	0.184	2.239	3.976	30.629	4.025	2.019
	μ	2.369	1.746	1.436	2.263	2.652	8.550	27.685	9.541	0.460	0.356	2.901	4.904	33.131	6.055	3.061
関西	$\bar{X}$	2.03	1.60	1.67	2.19	2.60	8.24	25.57	9.02	0.32	0.21	2.53	4.71	32.36	4.89	2.06
	S	0.381	0.212	0.303	0.289	0.358	0.636	2.262	0.661	0.160	0.103	0.293	0.960	1.166	1.477	1.330
	μ	1.678	1.404	1.390	1.923	2.269	7.652	23.478	8.409	0.172	0.115	2.259	3.822	31.282	3.524	0.830
	μ	2.382	1.796	1.950	2.457	2.931	8.828	27.662	9.631	0.468	0.305	2.801	5.598	33.438	6.256	3.290
全試験区	$\bar{X}$	2.33	1.57	1.48	2.17	2.52	8.16	25.77	9.11	0.39	0.23	2.59	4.61	32.17	4.93	1.97
	S	0.662	0.320	0.324	0.420	0.476	0.920	2.689	1.198	0.147	0.138	0.392	0.746	2.327	1.609	1.087
	μ	2.144	1.480	1.389	2.052	2.386	7.901	25.014	8.773	0.349	0.191	2.460	4.400	31.516	4.478	1.664
	μ	2.516	1.650	1.571	2.288	2.654	8.419	26.526	9.447	0.431	0.269	2.700	4.820	32.824	5.382	2.276

第 5 表 分散分析法によるバター脂肪構成脂肪酸の
四季間有意差検定結果

構成脂肪酸の種類	地 方 別 分 散 比					
	北海道	東北	関東	中部	関西	全国
C ₄	2.78	1.64	0.54	1.09	1.96	2.75
C ₆	1.61	4.09*	1.83	4.66*	0.20	2.59
C ₈	5.09*	2.35	0.70	2.67	0.87	2.57
C ₁₀	1.92	2.77	2.19	2.36	0.38	1.30
C ₁₂	2.64	7.94**	6.74*	1.03	4.25	4.17*
C ₁₄	2.45	5.85*	3.73	2.58	0.98	7.57**
C ₁₆	4.13*	6.05*	9.07*	3.52	13.87	19.70**
C ₁₈	6.08*	2.46	7.33*	3.23	1.20	5.48**
C ₁₀ ¹⁼	3.14	2.98	5.28	1.00	0.69	0.28
C ₁₂ ¹⁼	2.26	7.62**	4.29	1.39	2.21	11.18**
C ₁₄ ¹⁼	2.56	1.27	1.77	2.15	0.03	1.26
C ₁₆ ¹⁼	1.55	0.89	3.51	1.89	0.54	1.42
C ₁₈ ¹⁼	1.58	1.94	0.98	0.90	3.42	2.51
C ₁₈ ²⁼	2.62	4.39*	0.29	1.16	1.89	6.52**
C ₁₈ ³⁼ ≤	0.95	0.77	0.50	0.56	0.51	2.02

(注) * 5% 水準で四季間の差有意

** 1% 水準で四季間の差有意 (高度に有意)

全体の自由度は、北海道 11, 東北 11, 関東 7, 中部 11, 関西 6, 全国 50, 各級間自由度 3

第 6 表 分散分析法によるバター脂肪構成脂肪酸の
地方間有意差検定結果

構成脂肪酸の種類	季 節 別 分 散 比				
	春	夏	秋	冬	年間
C ₄	0.26	1.59	2.19	6.62**	3.30*
C ₆	0.82	2.84	1.54	3.42	1.28
C ₈	0.06	2.75	2.41	6.35*	0.07
C ₁₀	0.24	4.38*	2.42	2.65	1.00
C ₁₂	0.83	4.74*	1.07	6.18*	0.65
C ₁₄	1.70	0.46	0.43	1.06	0.47
C ₁₆	0.42	1.19	1.40	2.22	2.35
C ₁₈	0.84	8.89**	2.32	4.90*	2.28
C ₁₀ ¹⁼	1.13	1.43	9.68**	2.22	1.96
C ₁₂ ¹⁼	1.09	0.42	4.33	0.65	0.62
C ₁₄ ¹⁼	0.66	2.36	1.42	2.25	1.75
C ₁₆ ¹⁼	5.60*	0.87	4.16	0.74	1.01
C ₁₈ ¹⁼	1.22	1.70	1.04	1.83	3.12*
C ₁₈ ²⁼	0.38	1.14	0.38	1.14	0.13
C ₁₈ ³⁼ ≤	0.17	0.16	0.40	3.48	1.36

(注) * 5% 水準で地方間の差有意

** 1% 水準で地方間の差有意 (高度に有意)

全体の自由度は、春 13, 夏 11, 秋 10, 冬 13, 年間 50, 各級間自由度 4

することはバターの栄養学的品質に著しい影響をおよぼすことが推測される。

(3) 構成脂肪酸の四季間および地方間の差の有意性：各構成酸含量が四季間および地方間に有意の差があるか否かを、分散分析法によって検定した結果は、第 5 表および第 6 表のとおりである。すなわち、四季間に 5% 水準で有意差のある脂肪酸を 3 種類以上有する地方は、北海道、東北および関東地方であり、特に東北地方は 6 種類の脂肪酸の含量において四季間の差が有意であった。

全国的に見ると、四季間に高度 (1% 水準) の有意差を示す脂肪酸はミリスチン酸、パルミチン酸、ステアリン酸、ドデセノイン酸およびリノール酸であり、ラウリン酸も 5% 水準で有意差が認められた。このような結果は、第 3 表に示す季節の変動を裏づけるものであり、各 2 季間の平均値の差の検定からも、前述の第 3 表の考察と一致した。

一方、地方間の有意差検定の結果からは、年間において、酪酸とオレイン酸のみに 5% 水準で有意差が認

められたが、その他の脂肪では地方間の差が有意でなかった。平均値の差の検定と第 4 表の結果から、酪酸は北海道と東北地方に多く、また、オレイン酸は東北地方に多く、かつ関東地方に少ないことがわかった。また、季節別に見ると、夏季における東北地方の酪酸とステアリン酸は他の季節のそれとの差が有意であり、秋季におけるデセノイン酸は関東地方に多く、中部地方に少ない結果を統計的に示している。

(4) 主要構成酸相互の相関性：上述のように、バター脂肪の構成酸は季節的に変動するが、構成脂肪酸相互間に相関があるかどうかを、相関係数の算出と相関の有意性の検定によって判定した。ミリスチン酸以上の高級脂肪酸相互間の相関係数とその検定結果は第 7 表に示

第 7 表 主要構成脂肪酸含量間の相関係数とその検定

構成脂肪酸間	相 関 係 数					
	北海道	東 北	関 東	中 部	関 西	全 国
C ₁₄ — C ₁₄ ¹⁼	+0.7929**	+0.3455	−0.5413	−0.1267	+0.2454	+0.2142
C ₁₆ — C ₁₈	−0.8088**	−0.7411**	−0.5816	−0.3540	−0.0738	−0.6421**
C ₁₆ — C ₁₆ ¹⁼	−0.2751	−0.6106	−0.0133	−0.2934	+0.0501	−0.1022
C ₁₆ — C ₁₈ ¹⁼	−0.7256**	−0.2740	−0.1395	−0.3914	+0.2570	−0.5299**
C ₁₈ — C ₁₈ ¹⁼	+0.3617	−0.0810	+0.2882	−0.3583	+0.3963	+0.2424
C ₁₈ ¹⁼ — C ₁₈ ¹⁼	+0.2029	+0.1016	−0.4758	−0.2380	+0.2237	−0.1328
C ₁₈ ¹⁼ — C ₁₈ ²⁼	+0.5531	−0.0480	+0.3329	+0.3906	−0.6066	+0.2933*
C ₁₈ ¹⁼ — C ₁₈ ³⁼ ≤	+0.4408	−0.0642	+0.0179	−0.2041	−0.5597	+0.0178

(注) * 5% 水準で有意の相関あり ** 1% 水準で有意の相関あり (高度に有意)

されている。一般に、各地方とも相関係数の正負の符号が同じである因子はパルミチン酸とステアリン酸間の場合であり、その他の因子間は地方によって相関係数の正負が異っていた。全国的に見た場合、相関のある因子は1% 水準でパルミチン酸-ステアリン酸間、およびパルミチン酸-オレイン酸間、5% 水準ではオレイン酸-リノール酸間にあり、前2者は負、後者は正の相関を示した。地方別の結果としては、北海道のミリスチン酸-テトラデセノイン酸間に高い正の相関が、また、北海道のパルミチン酸-ステアリン酸間、パルミチン酸-オレイン酸間および東北地方のパルミチン酸-ステアリン酸間に高い負の相関が認められた。特に、北海道のパルミチン酸-ステアリン酸間の相関係数は -0.8088 であり、最も高い負の相関を示した。全国的に見たステアリン酸またはオレイン酸に対するパルミチン酸の高い負の相関は、パルミチン酸の夏季における減少(または冬季における増加)に伴って、同じ季節にステアリン酸とオレイン酸が相関的に増加(または減少)することを意味しており、興味ある現象である。

検討および結論

バター脂肪構成酸の上述のような数値には、微量に含有することが推定されている奇数個または一部の不飽和の脂肪酸が含まれていない。これらの定量のためには、ガスクロマトグラフィーの分析条件の改良と感度の高い検出装置の併用が要求される。この点に関しては、今後検討を要する問題である。

日本全国のバター脂肪の脂肪酸組成に関する、過去2年間にわたる季節的および地理的変動の主因は、飼料の種類、気候、乳牛の飼養条件、乳牛の品種、バターの製造条件などに帰せられる。一部の工場試料について、これらの資料を集めて、その影響要因に検討を加えたが、試料の多くは種々の飼養条件の乳牛から集めた混合乳を原料としており、原料乳の品質が一定していないために、この影響要因を正確に見出すことは困難であった。

構成脂肪酸含量の統計処理の結果から結論的に言えることは、本邦産バター脂肪の脂肪酸組成が、諸外国^(3,5,7,8)の数値とほぼ一致するが、低級酸がやや少なく、リノール酸とヘキサデセノイン酸が多い特徴を有している。また、一般に各脂肪酸含量のばらつきが特に北海道および東北地方において著しく、脂肪酸の種類別ではリノール酸とリノレイン酸以上のばらつきが大きい。

季節的に変動する脂肪酸としては、夏季に減少して冬季に増加するラウリン酸、ミリスチン酸、パルミチン酸、

また、冬季に減少して夏季に増加するステアリン酸、オレイン酸、リノール酸があり、いずれも統計的に有意な変動を示すことが認められた。また、全季節を通じて地方間に有意の差が認められる脂肪酸には、北海道と東北地方に多い酪酸、東北地方に多くかつ関東地方に少ないオレイン酸がある。

パルミチン酸とステアリン酸またはオレイン酸との間の高い負の相関、およびオレイン酸とリノール酸との間の正の相関は、飼料中の脂質の脂肪酸組成や乳牛の生体内乳脂肪合成機能の面から、今後検討すべき問題と考えられる。いずれにしても相関性が高く、かつ量的にも多いパルミチン酸、オレイン酸およびステアリン酸はバターないし乳脂肪の品種に大きな影響を及ぼすものであり、必須脂肪酸の大きなばらつきや不飽和指数の季節的変動と併せて、バター脂肪の物理化学的および栄養学的品質を少なからず左右することが推論される。

要 約

前報に引続き、関東、中部および関西地方のバターについて、乳脂肪の構成脂肪酸組成をガスクロマトグラフィーによって定量した。一般に関東以西の地方のバター脂肪は北海道および東北地方の例よりもパルミチン酸と必須脂肪酸が多く、酪酸とオレイン酸が少なく、かつ季節的変動が比較的少なかった。従って、関東以西の地方の O-P 比は概して低く、不飽和指数は関東地方において全国中で最低値を示した。

前報の結果と総合して、全国のバター脂肪の構成酸含量は多い方から、オレイン酸 32.17%、パルミチン酸 25.77%、ステアリン酸 9.11%、ミリスチン酸 8.16%、リノール酸 4.93%、ヘキサデセノイン酸 4.61% であり、テトラデセノイン酸、ラウリン酸、酪酸、カプリン酸がこれについている。

これらの結果を分散分析法によって統計処理した結果、夏季におけるラウリン酸、ミリスチン酸、パルミチン酸含量が他の季節よりも統計的に有意に低く、逆にステアリン酸、オレイン酸、リノール酸が有意に高いことがわかった。また、地方間の分散分析処理の結果からは、北海道と東北地方に酪酸が多く、オレイン酸は東北地方に多くかつ関東地方に少ないことがわかった。一方、パルミチン酸とステアリン酸またはオレイン酸との間には高い負の相関があり、オレイン酸とリノール酸との間には正の相関が認められた。

本研究の費用の一部は森永奉仕会研究奨励費によるも

のであり, 謝意を表する。また, 試料を提供された明治
および協同乳業各社の工場に謝意を表する。

- (1) 中西武雄, 中江利孝, 須山征明 : 本誌, **36**, 994 (1962).
- (2) 中西武雄, 中江利孝 : 本誌, **36**, 988 (1962).
- (3) E. L. Jack, L. M. Smith : *J. Dairy Sci.*, **39**, 1 (1956).
- (4) F. W. Wood : *Canad. J. Agric. Sci.*, **36**,

422 (1956).

- (5) F. W. Wood, W. Haab : *Canad. J. Animal Sci.*, **37**, 1 (1957).
- (6) J. Stadhouders, H. Mulder : *Neth. Milk & Dairy J.*, **9**, 182 (1955).
- (7) J. Stadhouders, H. Mulder : *ibid.*, **10**, 53 (1956).
- (8) F. B. Shorland, R. P. Hansen : *Intern. Dairy Congr.*, **2**, 613 (1956).