

最近の日本人乳組成に関する全国調査 (第一報)

—— 一般成分およびミネラル成分について ——

雪印乳業株式会社 *1技術研究所, *2分析部

井戸田 正*1・桜井 稔夫*1・石山由美子*1・村上 雄二*1

窪田 潤一*2・伊井 直記*2・坂本 隆男*2

土岐 良一*2・下田 幸三*2・浅居 良輝*2

Key Words : 日本人の乳, 一般成分, ミネラル成分, 泌乳期変化, 地域差

要 旨

最近の日本人の乳組成をもとめるため、全国46地区に在住する授乳婦2434名より人乳2727検体入手した。このうち、母子の健康、乳児の発育など種々設定した属性に合致した2279検体を対象として一般成分・ミネラル含量の泌乳期、地域による変化を夏季・冬季に分け検討した。また、乳児栄養および乳児用食品の研究に特に重要な粗蛋白質含量については個乳分析も行った。過去の報告に比べ粗蛋白質、カルシウム含量は高値を示し食生活の変化が影響したものと考えられた。人乳中ナトリウム、塩素含量の地域差は大きく、両者間には高い正の相関が存在した。さらに、食塩摂取量による人乳中ナトリウム、塩素含量への影響が考えられた。また、乳糖、カリウムなど一部成分に季節差が認められた。粗蛋白質含量の個体差は分娩後16~90日の人乳で1.19g/100mlと大きく、乳児用食品の研究には個体差をも考慮すべきと考えられた。

はじめに

乳児にとって最適の栄養食品である母乳を科学的に分析し、人乳成分を把握することは乳児栄養学上きわめて重要であるのみならず、母乳代替品である乳児用調製粉乳（以下、調製粉乳と略す）を研究するうえでも基本となる。

わが国婦人の人乳成分に関する研究は、数多く報告されているが¹⁾²⁾、全国規模での総合的な調査は昭和35年から36年にかけての斉藤ら³⁾の報告と昭和54年から55年にかけての山本ら⁴⁾の報告があ

るのみである。特に、斉藤らの報告は、育児用食品研究の基礎となる日本人の乳について十分な知識を得るためわが国で初めて総合的に行われたものとして重要である。しかしながら、最近のわが国の食生活は、外食、加工食品の利用などその変化が著しく、こうした変化は人乳成分へも影響を与えているものと考えられる。

一方で、人乳成分は同一人での日内変動はもとより、母親の年齢、出産回数、栄養状態、泌乳期、在胎週数など母子の諸属性のほか搾乳時刻、搾乳方法などによっても影響される⁵⁾ことが知られており、人乳成分の把握には特にこれらを考慮する必要がある²⁾。しかしながら、従来の報告では、これら条件に対して十分配慮されているとは言えず

別刷請求先：〒350 埼玉県川越市南台1-1-2
雪印乳業株式会社 技術研究所
井戸田 正

母乳代替食品としての調製粉乳の組成の基準としては問題を有していると考えられる。

こうした背景を踏まえ、著者らは調製粉乳の基準としての最近の日本人の人乳組成を明らかにする目的で検討した。

今回は、一般成分およびミネラル成分の分析を行ったので結果を報告する。

対象・方法

対象：全国各地に在住する年齢17歳～41歳までの授乳婦2434名より2727検体を得た。このうち、①母親は健康であり過度の偏食、ビタミン剤の服用のないこと、②正常分娩であること、③母乳栄養であること、④乳児は健康で出生から搾乳時までの体重が乳幼児身体発育値⁶⁾の3～97パーセント内にあることのほか下記の搾乳時刻、搾乳方法の条件をすべて満たした2279検体を対象とした。

方法：検体は図1に示す全国46地区より平成元年1月～3月と平成元年7月～9月の2期に分け採取し、前者を冬季乳、後者を夏季乳とした。人

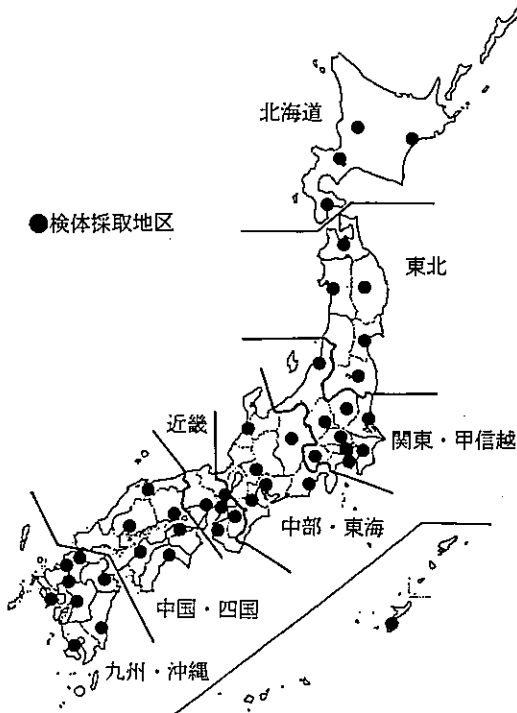


図1 検体の採取地区および地域区分

乳の採取に際しては、事前に医師に目的を説明し理解を得たのち条件（母子の諸属性）に合致した対象に協力を依頼した。

搾乳は午前10時より午後6時の間に、全例手動式搾乳器により初期乳、後期乳を避け中間乳（哺乳開始約2分後から）を採取した。なお、分娩後3～5日の検体は全量を採取した。検体は母乳パックに入れ直ちに凍結し、母子の諸属性および搾乳日時を記載した調査表とともに1週間以内に当社技術研究所に冷凍輸送した。検体は到着後直ちに微温湯（30℃）で解凍し混合均一化後、少量ずつ分注し分析まで-40℃または-80℃に保存した。

試料：成分分析は、泌乳期別、地域別に各々作成した混合乳を用いた。また、粗蛋白質は個乳分析も行った。

泌乳期別混合試料は、泌乳期がほぼ等比間隔となるよう、分娩後の経過日数により3～5日、6～10日、11～15日、16～30日、31～60日、61～120日、121～240日、241～482日の8期に分類し等量混合した。

地域の設定は、厚生省国民栄養調査の地域ブロック別分類⁷⁾を基本とし、図1に示すように全国を7地域に分類した。地域別混合試料は各地域より得た分娩後16～90日の検体から、地区および泌乳日数に偏りを生じないように抽出し等量混合した。

個乳分析用試料は、人口60万人以上の都市と東京近辺（札幌・仙台・東京・横浜・千葉・大宮・名古屋・大阪・神戸・京都・広島・北九州・福岡）に在住する婦人より得た分娩後16～90日の人乳から、地区および泌乳日数に偏りを生じないように冬季60検体、夏季90検体を抽出した。

対象とその属性を表1、2、3に示す。

分析方法：

- (1)全固形分：常圧乾燥法（99±2℃3時間）
- (2)粗蛋白質：マイクロケルダール法（全窒素×6.38）
- (3)脂肪：レーゼ・ゴットリーブ法
- (4)乳糖：HPLC法

移動相：アセトニトリル：水＝7：3

表 1 泌乳期別調査対象とその属性

泌乳期		3~5 日	6~10日	11~15日	16~30日	31~60日	61~120 日	121 ~240 日	241 ~482 日
総検体数		110	181	177	351	562	314	280	149
検体数		59	103	67	159	243	194	189	84
泌乳期 (日)		4.4±0.8	6.9±1.3	13.3±1.4	24.7±4.7	40.0±9.2	95.6±16.6	176±35	302±43
母親の年齢 (歳)		27.5±4.6	27.5±3.7	28.0±3.5	28.3±4.1	28.1±3.6	28.5±3.8	28.4±3.6	29.7±4.0
出生体重 (男)		3139±387	3266±343	3201±339	3170±315	3147±289	3208±317	3216±312	3214±301
出生体重 (女)		3023±196	3122±330	3193±374	3105±289	3157±302	3158±309	3104±288	3191±306
児性別 (男)		28	54	38	83	124	110	98	47
児性別 (女)		31	49	29	76	119	84	90	37
出生順位 (初産)		1.8±0.8	1.7±0.8	1.7±0.8	1.8±0.9	1.6±0.7	1.7±0.9	1.6±0.8	1.8±0.8
出生順位 (経産)		24	47	33	76	121	95	99	36
		35	56	34	83	122	98	89	48
検体数		51	78	110	192	319	120	91	65
泌乳期 (日)		4.3±0.8	7.1±1.3	13.0±1.4	24.0±5.1	37.4±7.5	87.4±17.5	172±33	310±53
母親の年齢 (歳)		28.1±4.7	28.1±3.9	28.5±4.4	28.2±3.2	27.8±3.9	27.6±3.6	28.7±3.9	28.5±3.5
出生体重 (男)		3095±311	3292±262	3242±362	3136±277	3212±342	3151±296	3188±325	3340±311
出生体重 (女)		3178±356	3189±336	3132±276	3081±305	3124±312	3110±284	3113±323	3175±389
児性別 (男)		24	37	59	98	143	70	52	37
児性別 (女)		27	41	51	94	176	50	39	28
出生順位 (初産)		1.8±0.7	1.8±0.7	1.8±0.8	1.8±0.7	1.7±0.8	1.7±0.8	1.7±0.8	1.6±0.7
出生順位 (経産)		20	29	47	71	142	63	42	32
		31	49	63	121	177	57	49	33

表2 地域別調査対象とその属性

地域	北海道	東北	関東 甲信越	中部 東海	近畿	中国 四国	九州 沖縄
	総検体数	72	91	110	109	60	117
検体数	42	47	52	50	30	62	74
泌乳期 (日)	42.0±19.5	38.0±14.3	41.1±20.8	34.3±12.5	43.4±19.0	38.1±14.8	36.0±17.2
母親の年齢 (歳)	27.8±4.0	28.5±3.6	28.6±4.4	27.9±3.7	27.6±3.3	28.4±3.7	28.1±4.1
出生体重 (g)	3166±329 3175±249	3214±338 3097±369	3147±296 3248±288	3109±306 3098±278	3144±312 3208±364	3100±270 3054±308	3150±316 3130±252
児性別 (男) (女)	23 19	25 22	27 25	17 33	17 13	33 29	42 32
出生順位 (初産) (経産)	1.6±0.6 18 24	1.9±0.9 18 29	1.7±0.8 26 25	1.6±0.7 24 25	1.7±0.8 15 15	1.8±1.0 30 31	1.7±0.8 35 39
検体数	30	44	58	59	30	55	81
泌乳期 (日)	41.0±16.8	45.9±19.2	34.6±14.7	33.9±11.7	43.8±23.9	35.3±12.9	36.3±13.8
母親の年齢 (歳)	27.1±3.4	28.5±3.6	27.3±4.2	27.7±3.3	28.4±3.4	28.7±3.7	28.0±3.6
出生体重 (g)	3051±338 3208±279	3196±340 3087±317	3289±299 3078±335	3123±350 3053±303	3220±318 3094±233	3128±295 3021±301	3084±278 3074±336
児性別 (男) (女)	13 17	22 22	21 37	26 33	18 12	29 26	33 48
出生順位 (初産) (経産)	1.7±0.8 15 15	1.8±0.8 17 27	1.9±0.7 16 42	1.7±0.7 22 37	1.6±0.6 13 17	1.7±0.8 25 30	1.6±0.7 39 42

表3 個乳分析調査対象とその属性

	冬季	夏季
検体数	60	90
泌乳期 (日)	45.2±17.6	44.1±19.1
母親の年齢 (歳)	27.5±3.3	28.6±4.2
出生体重 (男) (g) (女)	3177±380 3186±271	3221±276 3178±299
児性別 (男) (女)	37 23	42 48
出生順位 (初産) (経産)	1.7±0.7 24 36	1.7±0.7 41 49

カラム：Shodex RSpak DC-613

流速：0.8ml/min

カラム温度：50°C

検出器：RI

- (5)灰分：灰化法 (550°C 5時間)
 (6)差引き糖質：(1)-(2)-(3)-(5)
 (7)エネルギー：Atwater の係数を用いた。
 (8)ナトリウム (Na)：高周波誘導結合プラズマ
 発光分析法 (ICP-AES)
 (9)カリウム (K)：同上
 (10)カルシウム (Ca)：同上
 (11)マグネシウム (Mg)：同上
 (12)リン (P)：同上
 (13)鉄 (Fe)：同上
 (14)銅 (Cu)：同上
 (15)亜鉛 (Zn)：同上
 (16)塩素 (Cl)：クロライドカウンター

結 果

1. 人乳組成の経時変化

夏季および冬季試料の分析結果を表4に示した。また、各成分含量 (夏季, 冬季の平均値) の経時変化は, 分娩後日数を対数変換し分娩後3~5日の成分値を基準とした相対値で図2~5に示した。

粗蛋白質含量は分娩後61~120日まで, 灰分含量は分娩後31~60日まで泌乳期が進むに従い減少し, その後ほぼ一定値を示した。逆に, 乳糖含量は泌乳期が進むに従い単調に増加した。また脂肪含量は泌乳初期から移行期にかけて増加した後, ほぼ安定化し泌乳末期には減少した。全固形分は泌乳初期から移行期にかけてわずかに増加後ほぼ直線的に減少した。

ミネラル成分のうちカリウム, 亜鉛含量は泌乳期が進むに従い直線的に減少した。ナトリウム, 塩素含量も分娩後16~30日までほぼ直線的に減少した。ナトリウムはその後減少度を弱め121~240日まで減少するが, 塩素はその間ほぼ一定値を示した。その後, 両元素ともに増加した。

銅, リン含量は分娩後6~10日まで増加し, その後直線的に減少した。鉄含量は分娩後11~15日までほぼ一定値を示した後直線的に減少した。

カルシウム, マグネシウム含量は変化が少なく特異的な変動を示した。すなわち, カルシウム含量は分娩後61~120日までほぼ一定値を示した後減少した。また, マグネシウム含量は分娩後16~30日まで減少した後増加し分娩後61~120日以降ほぼ一定値を示した。

また, 季節間の差は, 全固形分, 乳糖, ナトリウム, カリウム, 塩素, 亜鉛, 銅含量が冬季乳に比べ夏季乳で高い傾向を示した。

2. 地域別人乳組成の比較

夏季および冬季試料の分析結果を表5に示した。

脂肪, エネルギー, 亜鉛, 鉄含量にはわずかに地域差を認めたが, 全固形分, 粗蛋白質, 乳糖, 灰分, カリウム, カルシウム, マグネシウム, リン, 銅含量にはほとんど認められなかった。

一方, ナトリウム, 塩素含量の地域差は大きく, 東北地域, 九州・沖縄地域で高く, 中部・東海地域, 近畿地域および中国・四国地域で低値を示し, 食塩摂取量の地域差に近い変動を示した (図6)。人乳中のナトリウム含量と塩素含量の間には, 正の相関が認められた (図7)。

季節間の差は, 粗蛋白質含量が冬季で高く, また乳糖, 灰分, カリウム, 亜鉛含量が夏季で高い

表4 泌乳期別人乳組成(季節別)

泌乳期 分析項目	3-5日		6-10日		11-15日		16-30日		31-60日		61-120日		121-240日		241-482日	
	冬季	夏季	冬季	夏季	冬季	夏季	冬季	夏季	冬季	夏季	冬季	夏季	冬季	夏季	冬季	夏季
全固形分 (g/dl)	12.3	13.1	12.5	12.9	13.1	13.0	12.7	12.9	12.5	12.6	12.1	12.4	12.0	12.2	11.7	11.8
粗蛋白質 (g/dl)	2.04	2.21	1.94	1.93	1.68	1.63	1.53	1.46	1.36	1.33	1.17	1.18	1.09	1.13	1.13	1.11
脂肪 (g/dl)	3.06	3.38	3.34	3.47	3.99	3.74	3.74	3.67	3.71	3.81	3.51	3.71	3.72	3.56	3.18	3.26
乳糖 (g/dl)	5.16	5.24	5.29	5.56	5.59	5.58	5.83	6.12	5.89	6.22	6.03	6.38	6.15	6.33	6.10	6.44
灰分 (g/dl)	0.32	0.29	0.31	0.33	0.26	0.29	0.23	0.26	0.23	0.23	0.21	0.22	0.22	0.22	0.20	0.23
差引き糖質 (g/dl)	6.88	7.22	6.91	7.17	7.17	7.34	7.20	7.51	7.20	7.23	7.21	7.29	6.97	7.29	7.19	7.20
エネルギー (kcal/dl)	63.2	68.1	65.5	67.6	71.3	69.5	68.6	68.9	67.6	68.5	65.1	67.3	65.7	65.7	61.9	62.6
ナトリウム (mg/dl)	30.0	37.4	26.5	28.4	20.4	23.6	17.5	17.1	15.2	15.9	13.0	13.6	12.2	13.0	13.0	15.4
カルシウム (mg/dl)	74.1	73.4	70.8	75.8	61.4	62.4	57.7	60.5	53.8	55.5	45.7	51.7	47.4	49.9	46.1	46.7
塩素 (mg/dl)	62.8	74.0	57.5	59.1	44.4	50.4	41.2	40.5	39.6	42.1	39.8	41.6	39.7	41.9	41.5	44.6
カリウム (mg/dl)	30.3	28.4	30.2	29.9	27.4	27.2	28.2	27.8	29.3	28.6	27.5	28.3	25.9	26.0	23.1	23.1
マグネシウム (mg/dl)	2.85	2.91	2.78	2.91	2.59	2.61	2.37	2.34	2.45	2.46	2.94	2.92	2.99	3.14	2.97	2.97
リン (mg/dl)	17.5	16.0	18.7	18.4	18.2	17.8	17.2	17.4	16.2	15.9	14.0	14.5	13.5	13.6	12.8	12.2
鉄 (μg/dl)	43.3	46.9	39.6	44.4	45.7	43.2	36.7	39.8	34.8	35.9	27.7	29.5	25.4	25.1	20.9	28.2
亜鉛 (μg/dl)	487	549	411	434	352	373	280	302	207	226	125	139	80.9	98.7	62.5	76.2
銅 (μg/dl)	47.2	47.9	54.1	55.2	40.9	50.3	40.6	44.0	33.6	35.6	23.2	25.0	19.4	20.6	13.7	13.7

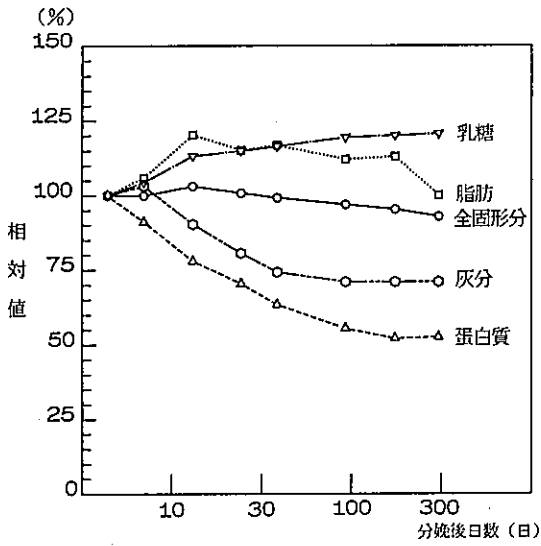


図2 人乳中一般成分の経時変化
分娩後3～5日の含量を100%とし、相対値で示した。

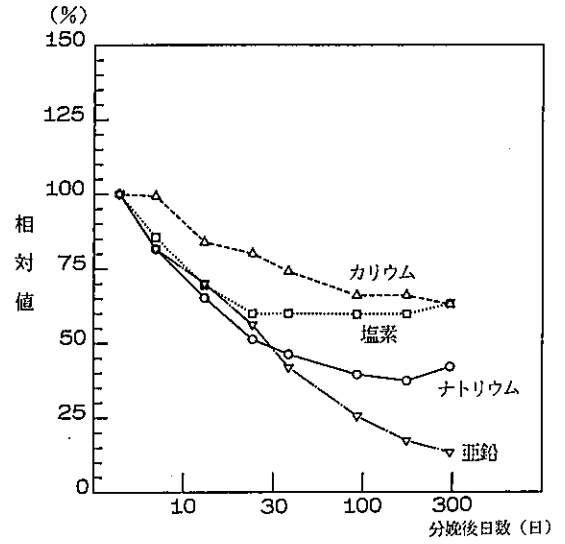


図3 人乳中ミネラル成分の経時変化
分娩後3～5日の含量を100%とし、相対値で示した。

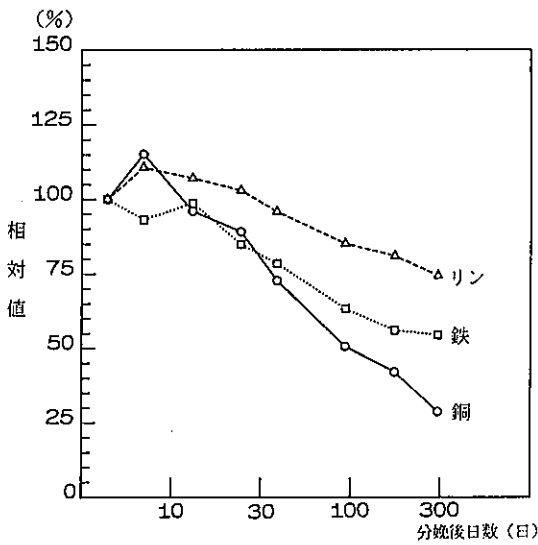


図4 人乳中ミネラル成分の経時変化
分娩後3～5日の含量を100%とし、相対値で示した。

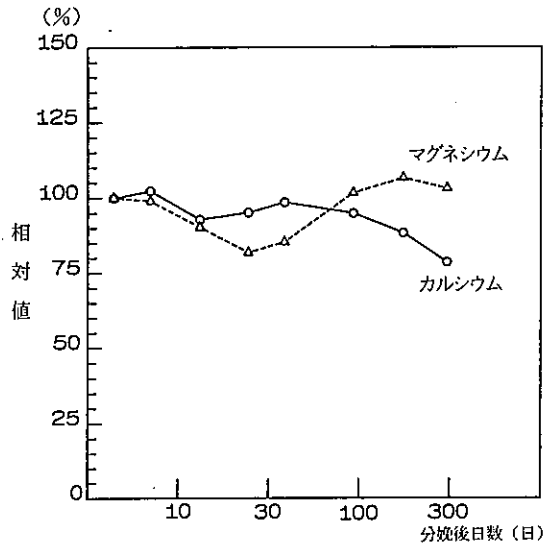


図5 人乳中ミネラル成分の経時変化
分娩後3～5日の含量を100%とし、相対値で示した。

表5 地域別人乳組成

地域区分 分析項目	北海道		東北		関東 甲信越		中部 東海		近畿		中国 四国		九州 沖縄	
	冬季	夏季	冬季	夏季	冬季	夏季	冬季	夏季	冬季	夏季	冬季	夏季	冬季	夏季
全固形分 (g/dl)	13.0	12.7	13.8	13.0	12.4	12.7	12.9	12.9	12.7	12.2	12.4	12.5	12.4	12.8
粗蛋白質 (g/dl)	1.43	1.33	1.41	1.29	1.42	1.36	1.33	1.28	1.33	1.31	1.35	1.29	1.38	1.41
脂肪 (g/dl)	3.67	3.59	3.60	3.87	3.26	3.40	3.89	3.57	3.33	3.03	3.22	3.27	3.25	3.62
乳糖 (g/dl)	5.99	6.37	5.69	6.45	5.79	6.52	5.90	6.70	5.99	6.65	5.98	6.81	5.83	6.58
灰分 (g/dl)	0.21	0.23	0.24	0.25	0.21	0.24	0.22	0.23	0.22	0.25	0.21	0.24	0.21	0.23
差引き糖質(g/dl)	7.69	7.55	8.55	7.59	7.51	7.70	7.46	7.82	7.82	7.61	7.62	7.70	7.56	7.54
乳糖- (kcal/dl)	69.5	67.8	72.2	70.4	65.1	66.8	70.2	68.5	66.6	63.0	64.9	65.4	65.0	68.4
ナトリウム (mg/dl)	16.3	13.5	18.5	18.2	16.4	16.9	15.0	13.3	12.7	15.1	15.0	13.1	15.1	19.6
カリウム (mg/dl)	53.2	57.5	54.6	55.1	53.7	57.2	54.7	57.3	55.7	55.1	52.6	56.1	53.9	57.2
塩素 (mg/dl)	40.7	39.7	43.6	46.0	40.0	41.3	38.6	35.4	36.5	40.0	38.6	36.1	38.6	45.1
カルシウム (mg/dl)	28.0	27.4	28.1	27.8	27.7	28.2	28.1	27.9	28.9	30.3	28.9	28.9	27.4	27.6
マグネシウム (mg/dl)	2.52	2.38	2.55	2.45	2.46	2.38	2.41	2.39	2.52	2.62	2.42	2.46	2.33	2.47
リン (mg/dl)	16.1	15.6	16.6	15.3	16.3	16.1	16.3	16.6	16.5	15.9	15.6	16.5	16.1	16.0
鉄 (μg/dl)	34.1	40.3	39.8	37.9	30.9	37.9	35.2	31.2	27.4	28.8	28.1	33.6	29.0	41.1
亜鉛 (μg/dl)	233	247	214	213	228	242	225	252	206	212	202	275	229	263
銅 (μg/dl)	33.0	32.1	37.6	28.5	34.2	36.5	36.5	34.4	36.4	37.4	31.3	36.2	34.2	36.5

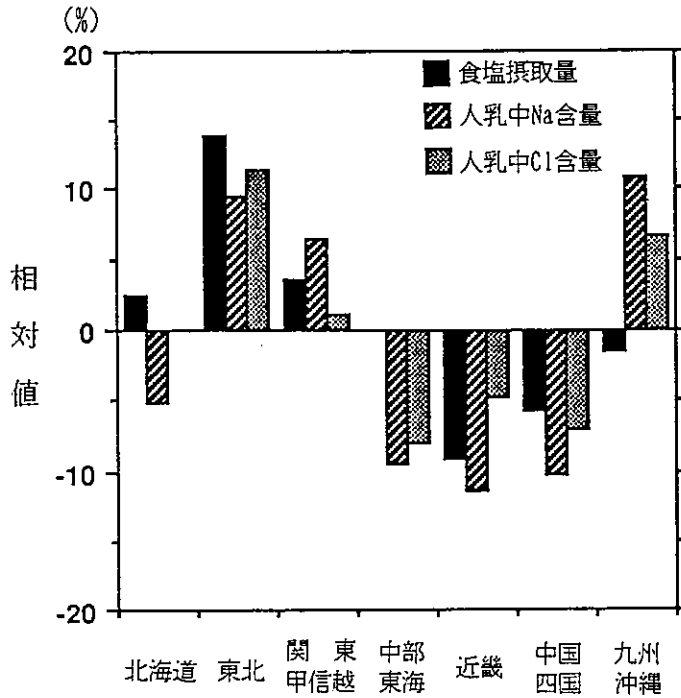


図6 各地域の食塩摂取量と人乳中ナトリウム、塩素含量

全試料（全国）の平均値を基準とした相対値で示した。ただし、食塩摂取量は昭和60～63年国民栄養調査値の平均を用いた。

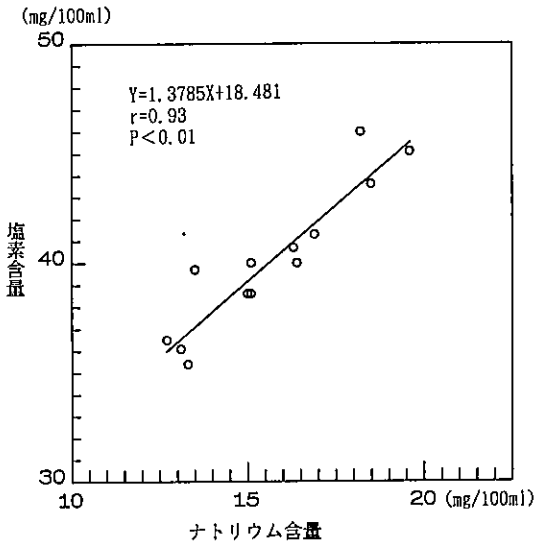


図7 人乳中ナトリウム含量と塩素含量の相関

傾向を示した。

3. 粗蛋白質含量の個人変動

夏季、冬季の分娩後16～90日の個乳分析結果を 図8 に示した。

粗蛋白質含量の個乳分析結果は泌乳期別混合試料の結果と良く一致した。

この期間の人乳中粗蛋白質含量の最高値は2.11g/100ml（中部・東海地域の第2子女子を出産した28歳の婦人から得た分娩後44日の人乳）であり、また最低値は0.92g/100ml（関東・甲信越地域の第2子女子を出産した26歳の婦人から得た分娩後56日の人乳）であり、個体差は1.19g/100mlと大きな値を示した。

また、粗蛋白質含量と季節、母親の年齢、出生順位との間には一定の関係は認められなかった。

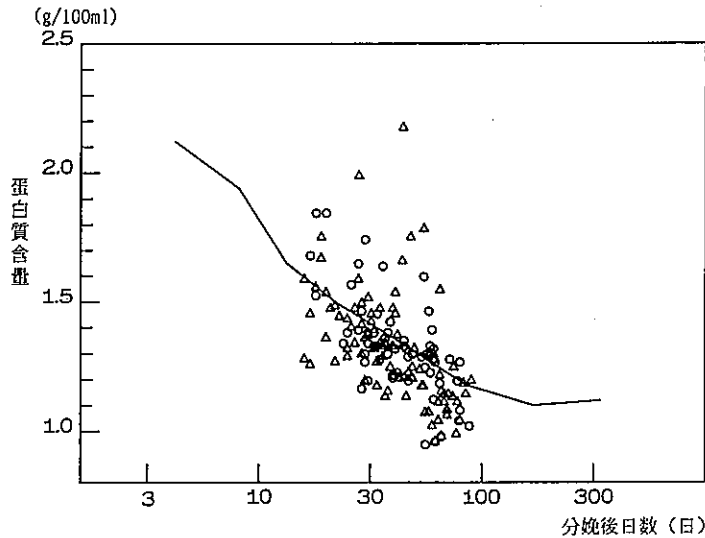


図8 分娩後16~90日の人乳中粗蛋白質含量 (△:冬季乳, ○:夏季乳) 泌乳期別混合試料より得た結果を图中に直線で示した。

考 察

哺乳動物は、生後しばらくの間、母体から分泌される乳汁のみを栄養源として発育することから母乳は乳児（児）期の栄養として最も優れたものと考えられている。

人乳の栄養成分に関する研究は、従来から数多くなされてきているが、これらの成果は、乳児栄養および母乳代替品である調製粉乳を研究するうえで基礎値として活用されている。しかしながら、人乳成分は同一人での日内変動のほか母親の年齢、出産回数、栄養状態、泌乳期、在胎週数、搾乳時刻、搾乳方法、搾乳量など数多くの要因によって変動する^{2)~5)8)~12)}ため、その結果は必ずしも一致していない。

このため人乳の平均的組成を求めるには、特に母子の諸属性や搾乳方法などを考慮する必要がある²⁾が、斉藤ら³⁾は母子の健康、搾乳時刻、哺育法を、また、山本ら⁴⁾は母子の健康を限定しているのみである。著者らは、最近の日本人乳の平均的組成を求めるため検体の採取に際し母子の健康、児の体重、搾乳時刻、搾乳法など種々の条件を設定した。人乳は全国より2727検体を入手したが、

対象は、各属性をすべて満足した約84%の2279検体とした。

さらに、人乳の平均的組成を求めるには、各泌乳時ごとに全量を搾乳し、個乳ごとに成分分析を行うことが最も望ましいが、そのためには、多量の人乳を必要とし、實際上社会的、個人的な制約から極めて困難である。

Neville ら¹³⁾は各泌乳時の部分搾乳検体により人乳成分を求める場合、中間乳を用いるべきと指摘しており、Casey ら¹⁴⁾も泌乳2分後の人乳を用い検討している。このため、著者らも中間乳を用いた。

また、限られた量の試料を有効に活用するため、乳児栄養学上、特に重要と考えられる成分（本報告では粗蛋白質を対象とした）については個乳分析も行い、泌乳期、地域差の検討には混合乳を用いた。

著者らは泌乳期区分を調製粉乳の基礎値を求める観点から、特に分娩後4カ月までを6期に細かく分けた。これは生後5~6カ月まで母乳は乳児に必要な栄養素をすべておぎなう¹⁵⁾が、この間、人乳成分の変動は著しく、一方で、わが国の離乳は満5カ月から開始される¹⁵⁾ためである。

泌乳期による全固形、粗蛋白質、脂肪、乳糖、灰分の変動傾向は斉藤ら³⁾、山本ら⁴⁾の報告とほぼ同様であったが、粗蛋白質、乳糖の含量は異なった結果を示した。調製粉乳の基本となる1~2カ月の粗蛋白質含量について、斉藤らは分娩後30~75日で1.18g/100mlと、また山本らは分娩後21日~3カ月未満で1.29g/100mlと報告しており、著者らの分娩後31~60日の1.35g/100mlと大きな差を認めた。

人乳中蛋白質含量の変動は個人間はもとより、同一婦人においても報告されているが、食事の影響に関しては、必ずしも結果は一定していない。Prenticeら¹⁶⁾は、蛋白質の補給を受けた母親の人乳中蛋白質含量は増加することを報告しており、Forsumら¹⁷⁾、内藤⁸⁾も、人乳蛋白質含量への食事の影響を示唆している。一方、上裕¹⁸⁾は、食事と人乳蛋白質の間に一定の関係は認められなかったと報告している。

著者らも斉藤ら、山本ら同様試料提供者の栄養摂取状態は把握していないが、この間、わが国の国民1人1日当たり蛋白質摂取量⁷⁾¹⁹⁾は、斉藤らの調査した昭和35年の69.7gから山本らの昭和55年77.9g、著者らの平成元年(平成元年度調査値は未発表であり昭和63年度調査値を用いた)79.2gと、昭和35年の蛋白質摂取量を基準とした場合、昭和55年は12%、昭和63年は14%増加している。一方、人乳中蛋白質含量も各々9%、14%増加しており食生活の変化が影響したものと考えられた。

乳糖含量は各泌乳期ともに斉藤ら、山本らの値に比べ著者らの結果は低値を示した。著者らは、乳糖の測定にHPLC法を用いたのに対し、斉藤らはレーン・エイノン法を、山本らはシュガーアナライザーによるラクターゼ・グルコースオキシダーゼ処理・過酸化水素・電極法を用いており、この差は測定法によるものと考えられた。

季節による人乳成分の変動に関して、斉藤らは、粗蛋白質、乳糖が、冬季に比べ夏季で高値を示したと報告している。また、山本らは粗蛋白質が、斉藤らと反対に冬季で高値を示したと報告している。著者らの経時調査では全固形、乳糖が夏季で高値を、また地域別調査では粗蛋白質が冬季で、

乳糖、灰分が夏季で高い傾向を示した。著者らの調査では経時調査、地域別調査で季節差を示す成分に違いを生じたが、これは地域別調査対象が分娩後16~90日の試料に限られているためと考えられた。

最近、ミネラル成分の測定に、多元素を同時に定量できる簡便性から高周波誘導結合プラズマ発光分析法が用いられつつある。人乳中ミネラル成分への利用に関し小南ら²⁰⁾は精度から、Durrantら²¹⁾は従来法との比較から本法の適性を報告しており、著者らも本法を用いた。

各泌乳期のカルシウムに関して、著者らの値は、斉藤らの報告に比べ高く、ほぼ山本らの報告に近い値を示した。食事の人乳中カルシウム含量への影響²²⁾²³⁾に関する報告も、その結果は一致していないが、この30年間のカルシウム摂取量は、昭和35年389mg/日、昭和55年535mg/日、昭和63年524mg/日⁷⁾¹⁹⁾と推移しており食事の影響が考えられた。

ナトリウム、塩素、マグネシウム含量は山本らとほぼ同じ値を示したが、斉藤らの値に比べ塩素は低値を示した。また、リン含量は斉藤らの報告と比べ、泌乳初期、移行期で低くその後高値を示し山本らの報告とほぼ同じ値を示した。しかし、山本らの報告している分娩後10~12カ月での増加は示さなかった。さらに、カリウムは山本らの報告に比べ高値を、銅、亜鉛、鉄は低値を示した。また、山本らは泌乳後期(5~6カ月、7~9カ月)で銅、亜鉛、鉄、カリウム、ナトリウム、塩素の増加を認めているが、一方で灰分は増加を認めておらず、その理由は不明である。著者らの調査ではナトリウム、塩素を除き、増加を認めなかった。

人乳中銅の泌乳期変化について、山本らは単調に減少することを、Higashiら²⁴⁾は、分娩後1カ月間一定値を維持した後減少することを報告している。一方、Hibberdら²⁵⁾、Caseyら¹⁴⁾は、泌乳初期から移行期へかけ増加後減少すると報告しており、著者らの結果も同様な変化を示した。

季節による変動について、斉藤らは鉄が、また山本らは、カルシウム、マグネシウム、カリウム

が夏季乳で高値を示すと報告している。しかし、著者らの経時調査では、ナトリウム、カリウム、塩素、銅、亜鉛が、また地域別調査ではカリウム、亜鉛が夏季乳で高い傾向を示した。経時調査、地域別調査での季節差を示す成分の違いも対象とした泌乳期が異なることによるものと考えられた。

人乳成分の地域差について、山本らは、粗蛋白質、灰分、全固形分、脂質、乳糖、リンに認めている。著者らの調査では、ナトリウム、塩素が、東北および九州・沖縄地域で高く、中部・東海、近畿、中国・四国地域で低値を示す大きな地域差を認めた。

母親の食塩摂取と人乳中ナトリウム含量との関係について Eremán ら²⁶⁾は人乳中ナトリウムは食事により影響されないとしている。一方、Pommerenke ら²⁷⁾は、食事性ナトリウムの人乳への移行を報告している。また、Gross²⁸⁾は人乳中ナトリウムと塩素含量の間に高い関係があるとしている。著者らも人乳中ナトリウムと塩素含量の間に正の相関を認めるとともに、人乳中ナトリウム、塩素含量と食塩摂取の地域的傾向、すなわち東北地域で多く近畿、中国・四国地域で少ない⁷⁾¹⁹⁾という摂取傾向との間に密接な関係を認め、人乳中ナトリウム、塩素含量への食生活の影響が考えられた。

蛋白質は、乳児の体を形づくる筋肉、骨、皮膚、毛髪や生命現象の重要な担い手である酵素、抗体の構成成分であり、成長の極めて盛んな乳児期には、質・量ともに適切な蛋白質の摂取が必要である。

守田²⁹⁾³⁰⁾および守田ら³¹⁾は、わが国の乳児期の蛋白質所要量は欧米先進国に比べ高く、また蛋白質の質が改良されたわが国調製粉乳の蛋白質含量は高く、下げるべきと指摘している。

この調製粉乳中の蛋白質含量の調整も人乳が基本とされるが、著者らは、この基礎値を求めるため分娩後16~90日の人乳を対象とし個乳分析を行った。これら対象の蛋白質含量は0.92g/100mlから2.11g/100mlの範囲にあり1.19g/100mlと大きな個体差を示し、蛋白質のような乳児にとり基本となる成分の調整は、単に人乳の平均組成を目標

とすべきではなく、個人差をも配慮したなかで検討を加えるべきと考えられた。

また、著者らの個乳分析の結果は、泌乳期別混合試料の結果と良い関係を示し、混合試料による泌乳期変化は、わが国乳の平均組成を示しているものと考えられた。

結 論

人乳成分を把握することは乳児栄養上きわめて重要である。また、調製粉乳の研究もこれら人乳組成を基本として進められてきている。

わが国の最近の調製粉乳の改良は著しいが、一方でその基本となる人乳組成の全国規模での調査はほとんどない。また、人乳組成は泌乳期のほか、母親・乳児の諸属性により変化することが報告されている。著者らは最近の人乳組成をもとめるため、特にこの点を考慮し検討した。

人乳中の粗蛋白質、ナトリウム、塩素含量には食生活の変化による影響が考えられた。また、人乳粗蛋白質含量は個体差が大きく、調製粉乳など乳児用食品の研究には、これら個体差をも考慮した中で検討する必要があると考えられた。

稿を終えるに当たり、母乳の提供に種々ご援助ご協力頂きました全国各地の病産院の先生、看護婦、栄養士の皆様およびお母様方に感謝致します。

また、本論文の要旨は平成2年5月、第44回日本栄養・食糧学会に於いて発表した。

文 献

- 1) 中山健太郎, 守田方宏, 大田義彦, 守尾盛秀, 下村正己, 桑原多鶴代: 人乳の成分 (東京都の中流家庭婦人についての測定), 小児科診療, 24: 1494~1499, 1961.
- 2) 今村栄一: 人乳の成分の調査研究 (発育良好な母乳栄養児における場合), 日本小児科学会雑誌, 70: 341~357, 1966.
- 3) 斉藤健輔, 古市栄一, 近藤 敏, 川西悟生, 西川 勲, 中里薄志, 野口洋介, 土肥 達, 西野絢子, 新郷珠美子: 日本人の人乳に関する研究, 雪印乳業技術研究所報告, 69: 13~51, 1965.
- 4) 山本良郎, 米久保明得, 飯田耕司, 高橋 断, 土屋文安: 日本人の母乳組成に関する研究 (第1報) 一般組成ならびにミネラル組成について, 小児保健研究, 40: 468~475, 1981.
- 5) 斉藤健輔: 乳の組成, 乳児栄養学, 高井俊夫編, 朝倉書店, 東京, p. 16~24, 1968.

- 6) 乳幼児身体発育値 (昭和55年乳幼児身体発育調査結果報告書), 厚生省児童家庭局母子衛生課監修, 財団法人母子衛生研究会, 東京, 1981.
- 7) 昭和57年版国民栄養の現状 (昭和55年国民栄養調査成績), 厚生省公衆衛生局栄養課編, 第一出版, 東京, p. 31~40, 1982.
- 8) 内藤宗生: 最近の母乳組成, 日本小児科学会雑誌, 84: 1464~1477, 1980.
- 9) 上田敦生, 中川和夫, 斎藤成一, 野平知雄, 藤原幸郎: 未熟児分娩の褥婦における乳汁の栄養学的組成の検討, 日本新生児学会雑誌, 20: 184~191, 1984.
- 10) Hall, B.: Uniformity of human milk, *Am J Clin Nutr*, 32: 304~312, 1979.
- 11) Pierse, P., Aerde, J. V., Clandinin, M. T.: Nutritional value of human milk, *Prog Food Nutr Sci*, 12: 421~447, 1988.
- 12) 李家珍, 阿部正雄, 鈴木継美: 母乳中の亜鉛およびセレン濃度の個人間変動に関連する要因, 日本栄養・食糧学会誌, 42: 365~368, 1989.
- 13) Neville, M. C., Keller, R. P., Seacat, J., Casey, C. E., Allen, J. C., Archer, P.: Studies on human lactation. I. Within-feed and between-breast variation in selected components of human milk, *Am J Clin Nutr*, 40: 635~646, 1984.
- 14) Casey, C. E., Hambidge, K. M., Neville, M. C.: Studies in human lactation: Zinc, copper, manganese and chromium in human milk in the first month of lactation, *Am J Clin Nutr*, 41: 1193~1200, 1985.
- 15) 今村栄一: 離乳の基本 (離乳食幼児食研究班報告と解説), 今村栄一編, 医歯薬出版, 東京, p. 3~27, 1981.
- 16) Prentice, A. M., Roberts, S. B., Prentice, A., Paul, A. A., Watkinson, P. M., Watkinson, A. A., Whitehead, R. G.: Dietary supplementation of lactating Gambian women. I. Effect on breast-milk volume and quality, *Human Nutr*, 37G: 53~64, 1983.
- 17) Forsum, E., Lönnnerdal, B.: Effect of protein intake on protein and nitrogen composition of breast milk, *Am J Clin Nutr*, 33: 1809~1813, 1980.
- 18) 上裕桂之介: 乳児栄養に関する研究 (第1編人乳蛋白質量について), 和歌山医学, 12: 1041~1048, 1961.
- 19) 厚生省保健医療局健康増進栄養課: 昭和63年国民栄養調査結果の概要, 栄養学雑誌, 48: 79~83, 1990.
- 20) 小南 隆, 中村 肇, 松尾 保: 人乳の成分組成に関する研究 (未熟児母乳, 成熟児母乳の比較), 日本小児科学会雑誌, 89: 2527~2534, 1985.
- 21) Durrant, S. F., Ward, N. I.: Multi-elemental analysis of human milk by inductively plasma-source mass spectrometry: Implications for infant health, *J Micronutr Anal*, 5: 111~126, 1989.
- 22) Vaughan, L. A., Weber, C. W., Kemberling, S. R.: Longitudinal changes in the mineral content of human milk, *Am J Clin Nutr*, 32: 2301~2306, 1979.
- 23) Greer, F. R., Tsang, R. C., Levin, R. S., Searcy, J. E., Wu, R., Steichen, J. J.: Increasing serum calcium and magnesium concentrations in breast-fed infants: Longitudinal studies of minerals in human milk and in sera of nursing mothers and their infants, *J Pediatr*, 100: 59~64, 1982.
- 24) Higashi, A., Ikeda, T., Uehara, I., Matsuda, I.: Zinc and copper contents in breast milk of Japanese women, *Tohoku J exp Med*, 137: 41~47, 1982.
- 25) Hibberd, C. M., Brooke, O. G., Carter, N. D., Haug, M., Harzer, G.: Variation in the composition of breast milk during the first 5 weeks of lactation: Implication for the feeding of preterm infants, *Arch Dis Child*, 57: 658~662, 1982.
- 26) Ereman, R. R., Lönnnerdal, B., Dewey, K. G.: Maternal sodium intake does not affect post prandial sodium concentrations in human milk, *J Nutr*, 117: 1154~1157, 1987.
- 27) Pommerenke, W. T., Hahn, P. F.: Secretion of radioactive sodium in human milk, *Proc Soc Exp Biol Med*, 52: 223~224, 1943.
- 28) Gross, S. J.: Effect of gestational age on the composition of breast milk, *Pediatric Nutrition* (ed. by Grand, R. J., Sutphen, J. L., Dietz, W. H.), Butterworths, Boston, p. 272, 1987.
- 29) 守田哲朗: わが国乳児の蛋白質所要量の現状と問題点, 日本小児科学会雑誌, 91: 2733~2736, 1987.
- 30) 守田哲朗: 乳児のタンパク質必要量, 必須アミノ酸研究, 119: 1~4, 1988.
- 31) 守田哲朗, 竹迫憲次: 乳児のタンパク質用量についての検討 (第一報), 必須アミノ酸研究, 121: 45~48, 1989.

1991年4月

The latest survey for the composition of human milk obtained from Japanese mothers.
Part 1. The contents of gross components and minerals.

Technical Research Institute, *Food Research Laboratory, Snow Brand Milk Products Co., Ltd.

Tadashi IDOTA, Toshio SAKURAI, Yumiko ISHIYAMA, Yuzi MURAKAMI
Junichi KUBOTA*, Naoki II*, Takao SAKAMOTO*
Ryoichi DOKI*, Kosou SHIMODA*, Yoshiteru ASAI*

The latest survey for the gross components and the mineral contents of Japanese human milk was performed. Milk specimens were randomly collected twice, i.e., at summer and winter, in the year of 1989 from 2434 mothers at different stage of lactation (3~482 days postpartum) living at various districts in Japan. Out of them 2279 milk specimens were used for the analysis.

The influences of lactational stage, seasonal changes, or geographical differences upon the gross components or the mineral contents were analyzed using the composite specimen. On the other hand, crude protein contents were also analyzed for the individual specimen, since they were considered to have the great significance on the nutrition for new borns and infants. Compared to the previous survey (Saito, K. et al. 1965), the amount of protein and calcium were significantly higher than the former values. Sodium and chlorine content showed the great variations depending on the geographical regions where the specimens were collected. However a highly positive correlation was found between them. The changes of eating habit during past some 30 years, including the changes of sodium chloride intake, might influence the breast milk composition. Other components such as lactose, potassium, were showed the seasonal variations as well.

The protein content of individual specimen varied greatly, i.e., 0.92~2.11g/100ml for the milk obtained from mothers of 16~90 postpartum.

The importance of taking into consideration of such variations was recognized for developing the new infant formula and the related products.
