

母乳組成の再検討

分担研究者(岩手医科大学小児科)若 生 宏

わが国の母乳組成に関する研究は、その主なるものは、斉藤、今村らの報告がある。われわれは最近の我国の食生活の変遷が母乳組成に如何なる影響をおよぼしているか、とくに蛋白質については、その分画の細部に亘り、人乳の各組成の分析を行い、地域差、個人差、経日的変化についても検討を行っている。また脂質の中からトリグリセライド、磷脂質を選び、採乳後の経時的変化を追い、さらに母乳中のビタミンEについても研究を進めている。

I 一般的母乳組成

採乳方法：人乳の採取は一度に大量の採取が困難なため、初乳については、各々10名づつ個人10mlを採取、成熟乳については各10名づつ、個人20mlとし、1検体として、それぞれの地域で採取した。

採取時間：昭和50年10月からである。

調査地域：山間部は岩手県岩泉、町は紫波、石鳥谷、さらに海岸の町大槌と山間の町、八幡平とである。市は盛岡市である。初乳の採取は安代町と岩泉町の母子健康センターで採取した。

蛋白質の分画分析に供したものは、特に地域を限定せず一度に個人で50ml以上を採取したもののについて行った。検体は採乳後、ドライアイスにて凍結運搬し-80℃のフリーザーにて保存したものである。

授乳婦の栄養摂取状況については、採乳前3日間の食餌摂取量を栄養士が記載し献立と共に確認、栄養計算を行なった。

測定方法：

1. 全固形分・混砂乾燥法
2. 脂質　　・レーゼ、ゴットリーブ法
3. 粗蛋白質・マイクロケルダール法
4. 乳糖　　・レインエイノン法
5. 灰分　　・電気炉法

測定は同一検体3回の測定により平均値を表示している。

結 果：〔以下、単位は(g/100ml)〕

初乳について(表1)検数が少く不十分な数値であるが、4-5日では全固形分12.11、脂質2.22、粗蛋白質2.32、乳糖5.3、灰分0.33で斉藤らの脂質2.9、粗蛋白質2.7、乳糖5.3、灰分0.33に比して乳糖、灰分を除き低値を示した。

5-10日では全固形分12.57、脂質3.11、粗蛋白質1.76、乳糖6.66、灰分0.27であった。

表 1.

初 乳

(g/100 ml)

調査地域	組 成	分娩後日数	全固形分	脂 質	粗蛋白質	乳 糖	灰 分
山間村 (岩手)	町 I (安代)	4~5	11.85	2.50	2.26	6.15	0.31
		"	12.38	1.93	2.38	6.49	0.29
平 均			12.11	2.22	2.32	6.32	0.30
山間村 (岩手)	町 I (安代)	5~10	11.69	2.54	1.70	6.68	0.27
			12.67	2.93	1.81	6.55	0.27
		"	12.40	2.69	1.69	6.63	0.25
			13.92	4.29	1.84	6.76	0.27
平 均			12.57	3.11	1.76	6.66	0.27

成熟乳について、(表2~4)、山間村では全固形分11.79、脂質3.06、粗蛋白質1.06、乳糖7.26、灰分0.20であり、栄養摂取状況は所要量には対して大部分の組成が75%台でCa、Vit A、B₂は50%台であり、脂肪は3.3gの低摂取であった。町では調査地域により多少変動が見られるが全体の平均では全固形分12.10、脂質3.55、粗蛋白質1.09、乳糖7.11、灰分0.19であった。特に海岸、山間に近い町では粗蛋白質が低値を示した。2ヶ所の栄養調査では蛋白質は100%近い摂取を示しCa、Vit A、B₂は60~75%台であった。市においては、検数も少ないが、全固形分12.70、脂質4.42、粗蛋白質1.15、乳糖6.90、灰分0.20であり、食餌摂取状況では蛋白質12%と多く、他組成も80%以上を示していた。しかし鉄は75%であった。成熟乳の結果を斉藤らの報告、脂肪3.8、粗蛋白質1.2、乳糖7.0、灰分0.21と比較すると市の脂質が、2の数値を上廻ったのみで他の組成はどれもやや低値を示した。

この結果は3~4カ月令児に与えられている母乳組成であるが、栄養摂取状況との関連が推察された。特に脂肪については、その傾向が大であった。現在、2~3カ月令児に与えられている母乳組成の測定を行っている。また例数が少ないが、個人的に1回の母乳分泌における前、中、後の組成についても検討しているが、最初は脂肪が少ない母乳が分泌され終了前が脂肪が最も高値を示していた。

蛋白質の窒素動態とThompson法による蛋白質の電気泳動パターン：

分離の方法は表5に示す如く、人乳をPH4.6に調整20℃20分35,000Gにて超遠心する。この上清が乳清沈殿物がカゼインである。N量の測定には全乳から採取した一部を全窒素、超

表2.

山崎村 (栃東)		成 熟 乳				
		(g/100ml)				
分娩後日数	組 別	全固形分	脂 質	粗蛋白質	乳 糖	灰 分
3~4ヶ月		11.25	2.23	1.03	7.18	0.22
		11.54	2.99	1.06	7.49	0.19
		12.17	3.31	1.07	7.32	0.19
		12.20	3.72	1.08	7.05	0.18
平 均		11.79	3.06	1.04	7.26	0.20

授乳婦栄養摂取状況

	熱量 (kcal)	蛋白質 (g)	カルシウム (mg)	鉄 (mg)	ビ タ ミ ン				脂肪 (g)
					A (μg)	B ₁ (mg)	B ₂ (mg)	C (mg)	
所要量	2800	85	1100	20	3400	1.1	1.5	85	
山崎村 (名)	2118 (76)	64 (75)	543 (49)	16 (78)	2017 (59)	0.81 (74)	0.75 (50)	97 (114)	33

遠心後の上清がPH4.6 可溶性窒素, これと別に全乳に等量の2.4%トリクロール酢酸を加え濾過した濾液を非蛋白態窒素として各々マイクロケルダール法にて窒素量を測定する。また, これらの操作によって分離したカゼインおよび乳清を各々, Thompsonの方法に準じて7%ポリアクリルアミドPH9.1, 8%ポリアクリルアミドPH8.6により電気泳動パターンを観察した。

結 果: (図1, 写真1,2)

窒素量の測定では諸家の報告の如く, 分娩後日数を経るに従って

表3.

町		成 熟 乳				
		(g/100ml)				
分娩後日数	組 別	全固形分	脂 質	粗蛋白質	乳 糖	灰 分
3~4ヶ月	(栃東)	11.99	3.42	1.17	7.37	0.21
		11.50	2.98	1.04	6.67	0.20
		12.20	3.72	1.08	7.05	0.18
平 均		11.90	3.36	1.09	7.30	0.20
3~4ヶ月	(巨摩郡)	12.20	3.70	1.19	7.30	0.20
		11.52	2.85	1.05	7.20	0.20
		12.05	3.63	1.16	7.14	0.20
平 均		11.92	3.39	1.13	7.21	0.20
3~4ヶ月	(大 井)	12.45	3.73	1.03	6.86	0.19
	(八幡町)	12.89	4.38	1.02	7.29	0.18
平 均		12.67	4.06	1.03	7.08	0.19
全体の平均		12.10	3.55	1.09	7.11	0.19

授乳婦栄養摂取状況

	熱量 (kcal)	蛋白質 (g)	カルシウム (mg)	鉄 (mg)	ビ タ ミ ン				脂肪 (g)
					A (μg)	B ₁ (mg)	B ₂ (mg)	C (mg)	
所要量	2800	85	1100	20	3400	1.1	1.5	85	
巨摩郡 (79)	2201 (94)	82 (96)	723 (66)	18 (90)	2549 (76)	0.96 (87)	0.89 (59)	156 (184)	49
栃東 (88)	2444 (88)	91 (107)	655 (60)	17 (87)	1972 (58)	1.05 (95)	1.11 (70)	197 (232)	48

全窒素量が減少することが明かとなり、全窒素量低値のものでは、非蛋白態窒素、PH4.6可溶性窒素も、それに平行して減少していた。しかし非蛋白態窒素は最も変動が少なく、泌乳期を通じて狭い範囲の変動であった。さらにPAE電気泳動パターンでは、未だそのバンドの命名法が確立していないが、(牛乳の場合に比較して命名されている)、乳清においては、牛乳の α -lactalbumin, β -lactalbumin に相当するバンドが見られ、特に差異は認められない。一方、カゼインでは牛乳の特に β -Casein に一致する部分において6本のバンドに分かれます。このバンド差異は現在、燐含量の差によると考えられており、初乳期は少く、永久乳になるに従って次第に多くなるためと考えられています。蛋白分画においては、一般的傾向として、初乳では蛋白質含量が多く、その内容では乳清蛋白とカゼイン蛋白の比では乳清蛋白が高い傾向を示しています。成熟乳では初乳より蛋白量は少くなるが、その内容は月令が進むに従い、カゼイン蛋白が乳清蛋白より大となる。なお、12カ月以上の母乳の蛋白質は成熟乳に比して、さらに低値を示した。

表 4.

市 成 熟 乳
(g/100 ml)

分娩後月令	組成	全固形分	脂 質	粗蛋白質	乳 糖	灰 分
3~4ヶ月		12.76	4.45	1.16	6.97	0.20
		12.65	4.39	1.14	6.83	0.20
平 均		12.70	4.42	1.15	6.90	0.20

授乳婦栄養摂取状況

	熱 量 (kcal)	蛋白質 (g)	カルシウム (mg)	鉄 (mg)	ビタミン				脂 肪 ₃
					A (IU)	B ₁ (mg)	B ₂ (mg)	C (mg)	
所要量	2800	85	1100	20	3400	1.1	1.5	85	
市 (%)	2516 (90)	102 (120)	864 (79)	15 (75)	2868 (84)	1.1 (100)	1.2 (80)	120 (141)	5.2

表 5.

人 乳	
1N-HCl pH 4.6 調整	24% TCA 等量加える
20°C 20分 35,000 G 15分 超遠心	3 過 3 液
↓	↓
次 殿	上 清
水 洗 2 回	透 析 5°C F
冷アルコール 洗浄 2回	凍結乾燥 ↓
冷エーテル 洗浄 2回	乳 清
↓	
カゼイン	

写真 1.

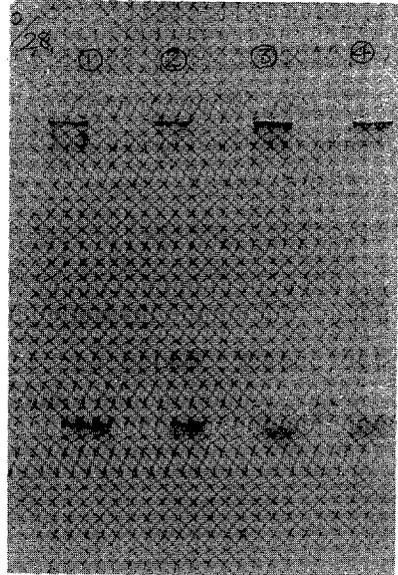


写真 2.

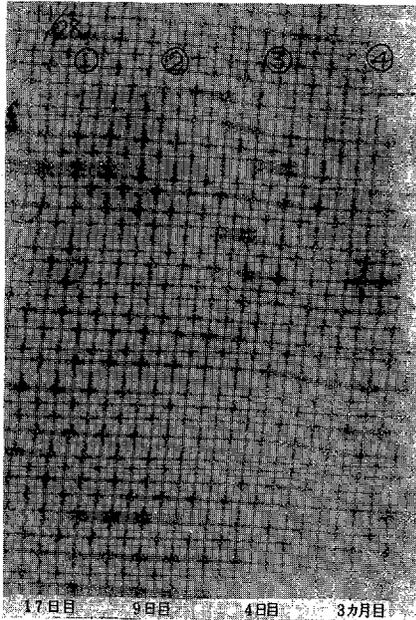
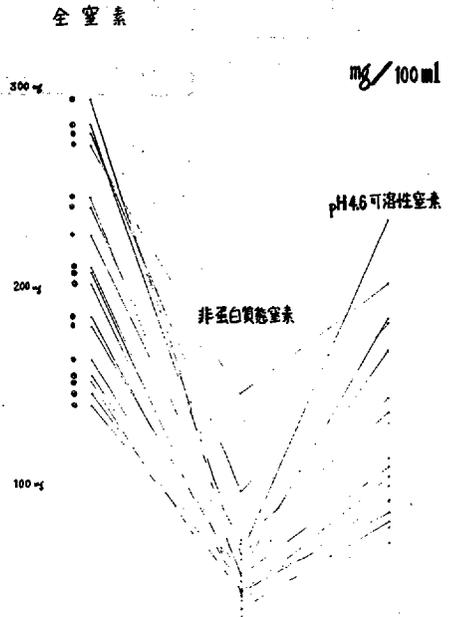


図 1.



以上、3～4カ月令児の哺乳している母乳を中心に、初乳、移行乳も加え、さらにはポリアクリルアミドによる電気泳動により母乳中の乳清蛋白、カゼイン蛋白のパターンの検討を行っているが、母乳は従来、指摘された以上に、脂肪は勿論、蛋白質含量も変動していることが明かとなった。そして同時に行った、地域栄養背景とも関連がうかがえる。また、蛋白質の乳清部分とカゼイン部分も、初乳から移行乳、そして成熟乳、成熟乳も月令に伴って乳清蛋白が減少し、代ってカゼインが増加して行くなど一定の方向に変化していることが推定される。今後、2～3カ月母乳1～2カ月母乳など、また脂質の変化をも加えて充分な検討をすすめてゆきたい。

(調査協力者 鈴木 準)

II 母乳中の脂酸構成、特に単純脂質について

今回、トリグリセライド立体配位および、各分泌時期における変化、さらに凍結貯蔵による変化をも検討している。

測定方法：(表6, 7, 8) 採乳は朝食前に手しほりにて行った。

表6.

Analytical method (1)

Human milk

|

Lipid extraction(Mojonnier procedure)

|

Silicic acid colum chromatography

(Silicic acid 12g Mallinckrodt's 100 mesh)

Simple lipid

Chloroform:Methanol 49:1(v/v)

Compound lipid

Chloroform:Methanol 4:1(v/v)

1:4(v/v)

表 7.

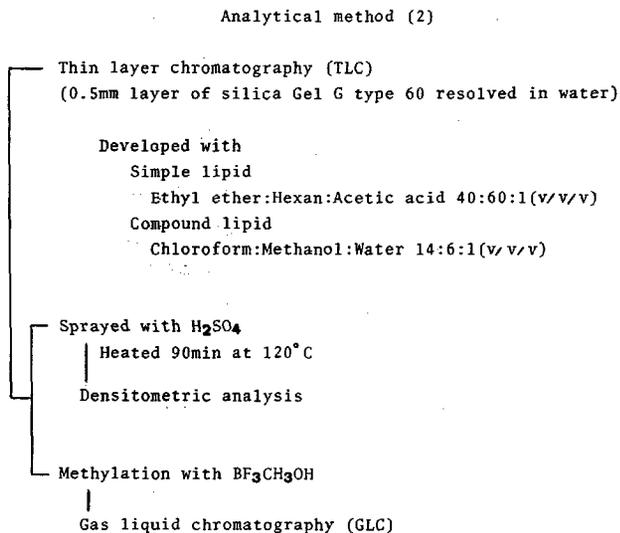
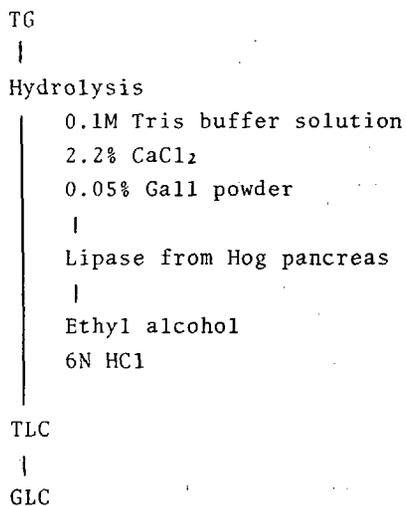


表 8.

Analytical method (3)
Fatty acid distribution of tryglycerids(TG)



母乳 5 ml から Mojonnier 法により純脂質を抽出し、ケイ酸カラムにて単純脂質と複合脂質を分離した。それぞれを TLC にて各脂質に分離し Thin Layer Densitometer によって構成比を算出した。さらに William 法により Methyl 化し、GLC (Sillar 7 CP Column) により脂酸構成を検討した。同時に TG をリパーゼにより加水分解し立体配位を検討した。

結 果：

1. 単純脂質の脂質構成においては分泌時期より見ると (表 9), 成熟乳になるにしたがい TG の比率が増加し, DG, FFA の比が減少する。

表 9.

Lipid composition of human milk

	Colostrum			T.M.			M.M		
	F	S(1)	S(2)	F	S(1)	S(2)	F	S(1)	S(2)
MG	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	3.5	tr
DG	14.8	12.3	5.0	10.7	12.8	14.6	3.3	16.9	8.3
FFA	4.3	tr	tr	tr	2.9	3.8	tr	15.2	tr
TG	80.9	87.7	95.0	89.3	84.3	81.7	96.7	64.5	91.7

SM	11.8	4.2	6.3	9.5	tr	7.3	19.2	19.0	30.0
CPG	46.2	31.5	1.3	47.4	19.2	34.0	19.2	22.9	23.8
EPG	42.0	64.3	92.5	43.1	80.9	58.7	61.5	58.2	46.3

T.M. Transitional milk

M.M. Mature milk

F. Fresh

S(1) Stored at -10 C

S(2) Stored at -80 C

2. 凍結保存後においては, TG の減少と, それにともなう DG, MG, FFA の増加は, 初乳に比し, 成熟乳の方が著明であり, 特に -10℃ で顕著である。

3. TGの脂酸構成(表10)では16:0, 18:1は, 初乳では多く, 成熟乳では少くなる。一方18:2は成熟乳の方が多い。保存に対してはあまり変化を受けなかった。

表10.

Fatty acid composition of TG

	Colostrum			T.M.			M.M.		
	F	S(1)	S(2)	F	S(1)	S(2)	F	S(1)	S(2)
10:0	tr	0.6	tr	1.7	1.8	tr	2.6	2.2	1.9
12:0	5.4	5.2	5.1	9.3	7.8	9.8	14.0	13.8	14.6
14:0	10.4	10.0	10.2	10.9	11.1	11.6	16.0	19.0	17.2
16:0	27.2	21.9	26.5	22.8	22.8	23.7	16.4	16.6	17.2
16:1	4.6	5.4	5.4	6.3	6.4	6.0	2.7	2.8	2.8
18:0	4.8	5.8	5.8	4.0	4.9	4.8	2.1	2.7	2.5
18:1	31.7	30.2	31.2	28.8	29.2	30.0	24.7	25.2	23.7
18:2	16.0	17.9	15.7	13.9	14.0	14.1	19.7	16.0	17.8
18:3	tr	2.0	tr	2.4	2.0	tr	1.9	1.9	2.3

4. TGの β 位の脂酸構成は(表11)16:0が多く, 18:0, 18:1が低率である。

表11.

Fatty acid composition of hydrolytic MG

	Colostrum			T.M.			M.M.		
	F	S(1)	S(2)	F	S(1)	S(2)	F	S(1)	S(2)
10:0	tr	tr	tr	tr	tr	tr	0.9	tr	tr
12:0	5.1	1.3	3.5	8.9	9.6	tr	14.3	10.4	14.0
14:0	13.8	11.3	13.6	16.1	10.6	12.7	27.9	30.6	28.6
16:0	36.2	43.7	49.1	42.2	57.1	54.4	37.8	43.5	38.8
16:1	3.6	2.9	4.5	6.2	3.2	5.1	2.7	2.7	2.4
18:0	8.6	8.7	5.1	5.2	6.3	8.1	1.5	0.9	2.7
18:1	23.9	19.9	16.0	14.6	8.3	15.3	6.9	6.3	8.3
18:2	7.2	9.3	8.3	6.8	5.0	6.4	7.5	5.7	5.2
18:3	1.8	tr	tr	tr	tr	tr	0.5	tr	0.5

5. 複合脂質においては、脂質構成、脂酸構成は、各分泌時期により非常に変動が見られる。

このような結果から母乳は吸収上有利な脂質、脂酸構成をもっており、新生児にとっても非常に有利な栄養源である。
(調査協力者 寺井 健二)

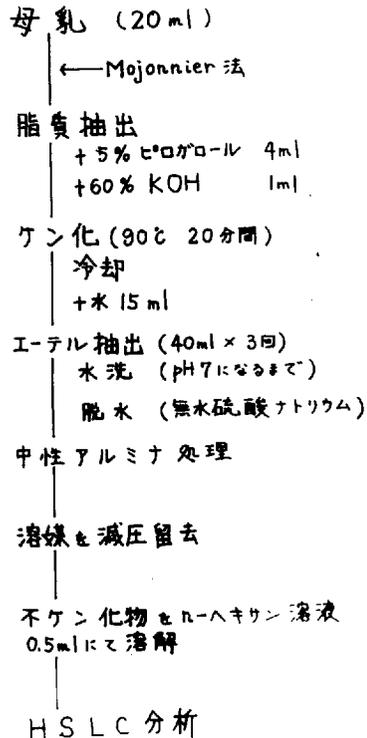
III 母乳中のトコフェロール同族体の分離および定量

ビタミンEには、数多くの同族体があり、現在、同族体として天然に存在するものはトコール類とトコトリエノール類の8種類がある。しかし、その生理作用については個々に解明されつつあるものもあるが、不明な点も多い。われわれは、母乳中のトコフェロール含量、とくにトコフェロール同族体の分離、定量を試みています。

測定方法：(表12, 13) 採乳は朝食前に用手により母乳20ml を採取し、直ちにMajonnier 法に準じて脂質を抽出した。(但し、水酸化アンモニウムはEを酸化する可能性があるので除いた。)

抽出した脂質に、表12のような過程を行い、その最終溶液、2.0 ml を高速液体クロマトグラフ(HPLC)にて分析した。

表12. 方法



トコフェロール同族体の同定および定量トコフェロール同族体の同定は適当な内部標準物質が見つかっていないため、定量時に α , β , γ , δ の各トコフェロールの純品を用いてクロマトグラムの保持時間より行った。そこで検量線を用いて試料中のトコフェロール同族体量を求めた。なお β -トコフェロールは既知の純度を持つものが得られなかったため、定量から除外した。(図2, 3) トコフェロール同族体の回収率は α 95.2%, γ 95.0%, δ 76.0%で α - γ については良好な回収率であった。

表13.

HSLC Analysis

Column JASCOSIL SS - 05 4 ϕ x250mm
 Model JASCO FLC - A700
 Detector JASCO FP - 4
 Wave Length EX 298nm
 Em 325nm
 Eluent n-Hexan / Isopropylether
 90 / 10
 Inj. Volume 20 μ l
 Pressure 25kg/cm
 Temp. RT $^{\circ}$ C

図2.

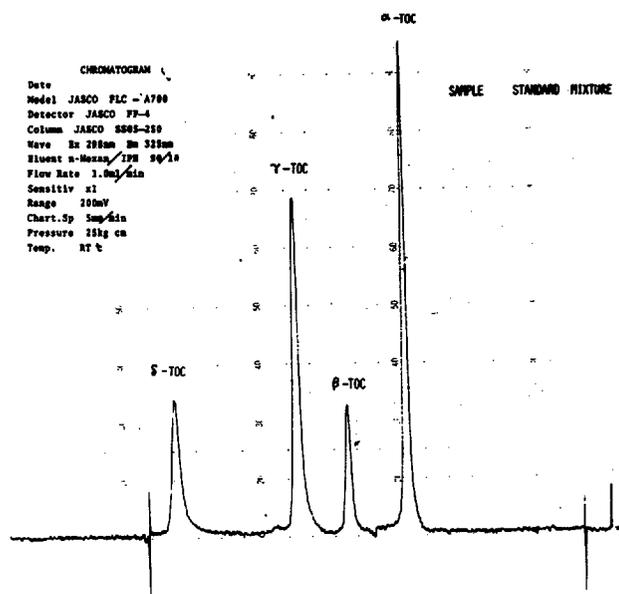
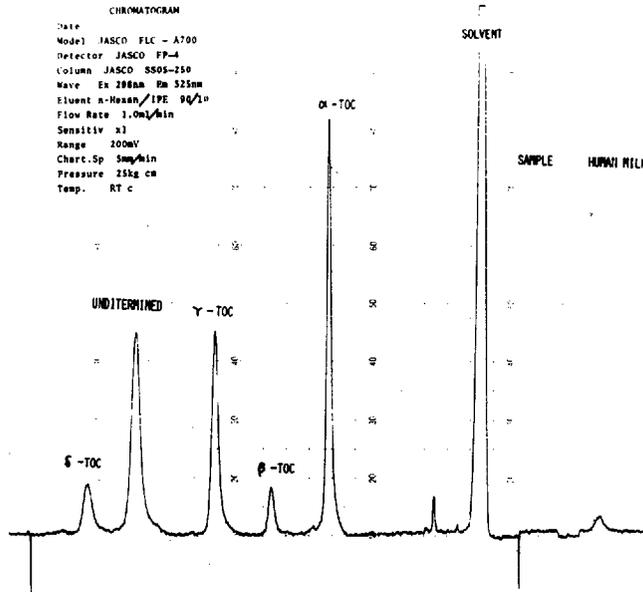


図 3.



母乳中のトコフェロール同族体量

初乳, 移行乳, 成熟乳について, 数例の検討を行った段階ですので, 傾向について報告すると, α-トコフェロールは初乳, 移行乳では, あまり差がなく, 成熟乳では α-トコフェロールが減少しているという結果です。 (調査協力者 米 沢)

母乳中の水溶性ビタミン B₁, B₂, C

分担研究者 (岩手医科大学小児科) 若 生 宏
 研究協力者 (岩手医科大学公衆衛生) 角 田 文 男
 調査協力者 畠 山 富 而

最近の食餌性組成の変遷を背景として母乳中の水溶性ビタミンの中から B₁, B₂, C の測定を行っている。

測定方法

- B₁ : チオクロール蛍光法
- B₂ : ルミフラビン蛍光法
- C : ヒドラジン比色法

検体は母乳一般組成(I)の場合と同様のサンプルを使用した。

結果: (表 14) 移行乳においては例数が少ないが, 山間 B₁ (μg/1100ml) 14.2,

↓
検索用テキスト OCR(光学的文字認識)ソフト使用
論文の一部ですが、認識率の関係で誤字が含まれる場合があります
↓

わが国の母乳組成に関する研究は、その主なるものは、斉藤、今村らの報告がある。われわれは最近の我国の食生活の変遷が母乳組成に如何たる影響をおよぼしているか、とくに蛋白質については、その分画の細部に亘り、人乳の各組成の分析を行い、地域差、個人差、経日的変化についても検討を行っている。また脂質の中からトリグリセライド、燐脂質を選び、採乳後の経時的変化を追い、さらに母乳中のビタミンEについても研究を進めている。