

## 特殊調製粉乳による人工栄養の研究

### 第1報 ソフトカードFMコナミルクについて

研究第2部 宮崎 叶  
小 関 温 子  
谷 口 洋 子

#### 目 的

現在、人工栄養の主流は、特殊調製粉乳を用いるものになっているので、その栄養成績を知ることはきわめて重要である。特殊調製粉乳は、乳児栄養学や動物実験のデータ、牛乳を主材料とする人工栄養の試行錯誤的な長い経験、粉乳から調製粉乳などへの進歩の歴史に基づいて作成されているが、その効果を最終的に決定するものは、特殊調製粉乳を用いて行う人工栄養の成果であるとはいうまでもない。

前述したように、人工栄養の主材料が、特殊調製粉乳になってしまっているのであるから、人工栄養児の栄養成績を得ることはさして困難でなく、見かたによっては、調製粉乳による人工栄養は、実験の段階をこえて進んでしまったともいえる。しかし、調製粉乳のように、単に乳成分に人工栄養の添加物を加えるばかりでなく、脂肪の置換、場合によってはミネラルの除去の如き操作が行われているもの場合には、家庭の人工栄養における母の目を通しての成績ばかりに満足していることはできない。

例えば、ミネラルの除去にあたっては、最も簡単に除去しやすいカルシウムがとがけられるので、その摂取量が所要量をしたまわる事態がおきないという保証はないのである。

この意味で、四六時中、殆ど同じ環境下で、専門家の監視のもとに過している昼夜保育の健康乳児に、特殊調製粉乳による人工栄養を行って、その成績を調査することは、おおいに意味があることと思われる。

現在、わが国には特殊調製粉乳として、広く用いられているものだけでも5種類あり、その組成はそれぞれ異なっている。従って、実験はそれぞれについて行われる事が望ましいが、対象の乳児数にも制限があるので、まず最初に、ソフトカードFMコナミルクをとりあげた。その理由は、この製品が、調製粉乳中でCa含量が最も

多いからである。

もし、この製品によっても、Caの所要量が満たされないとすれば、他の製品で、所要量のCaを摂ることは、かなり難しいであろうと考えられたからである。

#### 方 法

ソフトカードFMコナミルクを、ほぼ2か月までは13%に、それ以後は15%に調乳して、量的にad lib.に飲用させた。看護体制上、時間的に自律授乳を行うことはできなかったが、哺乳時間には、飲みただけ飲ませ、哺乳量を記録した。残量を強制的に飲ませないようにしたことはいうまでもないが、乳児が哺乳瓶を空にするようなことがあれば、速かに1回の調乳量を増加する処方をだした。対象の乳児は愛育病院哺育室に収容中のもので、満1か月頃に入室したものにつき、それから、離乳が開始される満4か月までの純人工栄養を上記の方法で行ったのである。この条件を満たす乳児は13名(男8名、女5名)あったが、部分的に満足な観察と記録を得られなかった例もあり、例えば、最も例数の多い2か月半頃の集計にも、1、2例を利用できるにすぎなかった。それらの乳児については、毎日1日の全哺乳量を集計し、一般状態及び便性を観察し、毎週1回身長、体重の計測を行い、症状に疑いのある乳児については、随時、診断のための検査を行い、特別問題がないと考えられる例も、観察期間中、血清タンパク質、血清Ca、アルカリフォスファターゼの検査を行った。

このようにして得られたデータを、要すれば、最近、同じ哺育室内で行われた、全粉乳を用い、愛育会小児保健部会案に従って栄養された10例と比較した。

#### 結 果

1)体重：1か月頃から、調製粉乳による栄養を開始したのであるが、1か月半の体重の平均は4,909g、2か月半では5,902g、3か月半では6,674gであった。これは

男女平均しては大きいようにみえ、昭和35年の厚生省乳幼児身体発育値の男児の平均をうわまわるが、筆者の1人が調査した愛育研究所の保健指導部来訪児中の人工栄養児の平均値<sup>1)</sup>にはほぼ等しい。対象児の出生体重の平均が3,350gであったことを考慮すればむしろ、体重増加率は低いといえそうである。ちなみに、対照の愛育会小児保健部会案による全粉乳栄養児では、出生時2,946g、1か月半時4,896g、2か月半時5,784g、3か月半時6,445gであった。

第1図に示すように、各人の体重、身長を厚生省身体発育値に基いて船川氏が作成した乳幼児身体発育曲線にプロットしてみると、出生時体重、身長が大きかったものは、そのまま引き続いて大きく、小さかったものはそのまま小さいなりに発育していることが知られる。

2) 1日の哺乳量：各例の1日の哺乳量を第2図の如くグラフにして観察した。いずれの例でも、日々の哺乳量はかなりの動揺を示し、この図の3か月半17日以後にみるように、2日以上続けて同一の哺乳量を示すことは、むしろ例外的なことに属すと考えられた。しかし、概観すると、入室後3~4日は哺乳量が増加するが、その後は定常状態になり、粉乳の濃度が13%から15%になると哺乳量が減少する傾向がみられ、8例においてはその傾向が典型的にみられた。

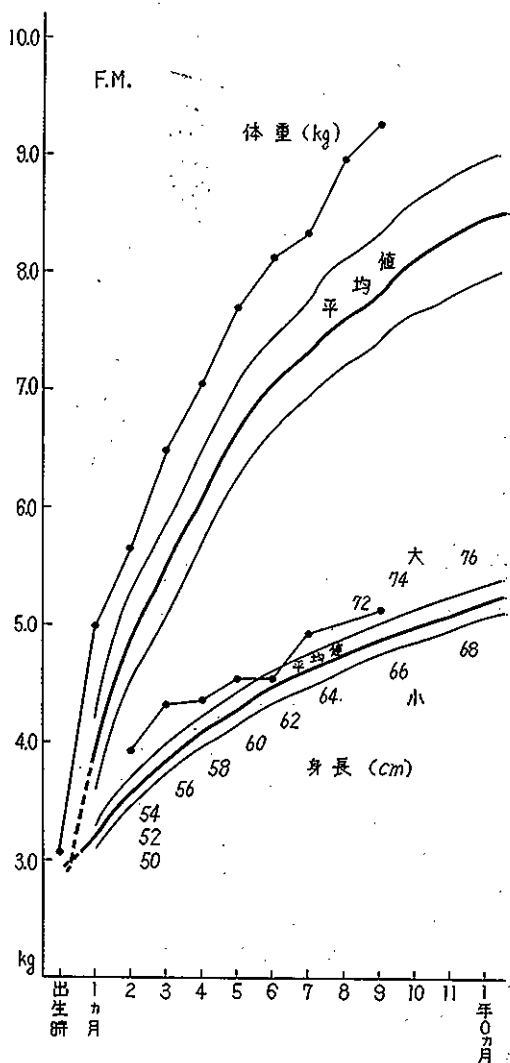
残りの5例では、終始1日の哺乳量が横ばいであるか(3例)、月令とともに僅かながら増加の傾向を示した。その1例を第3図に掲げておく。この型に含まれる例では、観察期間中、1例を除いては、粉乳の濃度が13%のままであったことは注目しなければならない。

これに対して、愛育会小児保健部会案の10例では、概して、1か月半くらいまでは哺乳量が増加し、その後2か月半くらいまで横ばいを示し、穀粉が2%添加されるに至って、多少の減少を示すようであった。

以上は1日の哺乳量の概観であるが、個々の例の日毎の変動は著明で、特殊調製粉乳例の1女児では1か月15日に1,360ccの哺乳量を示し、翌16日には1,160cc、更に17日には1,090ccと減少し、18日には1,140ccと上昇に転じ、19日には1,350ccの哺乳量を示すという多彩さである。ちなみに、この女児は3か月2日には720ccの小量しか哺乳していない。これは、粉乳が15%の濃度になってから1か月8日後にみられ、医学的には、食欲不振の原因は考えられなかった。

このような現象は愛育会小児保健部会案の栄養例にもみられ、ある男児例では、8%全粉乳、5%砂糖、1%穀粉を与えられていた2か月15日に1,380ccの哺乳量を

第1図  
Fig 1.

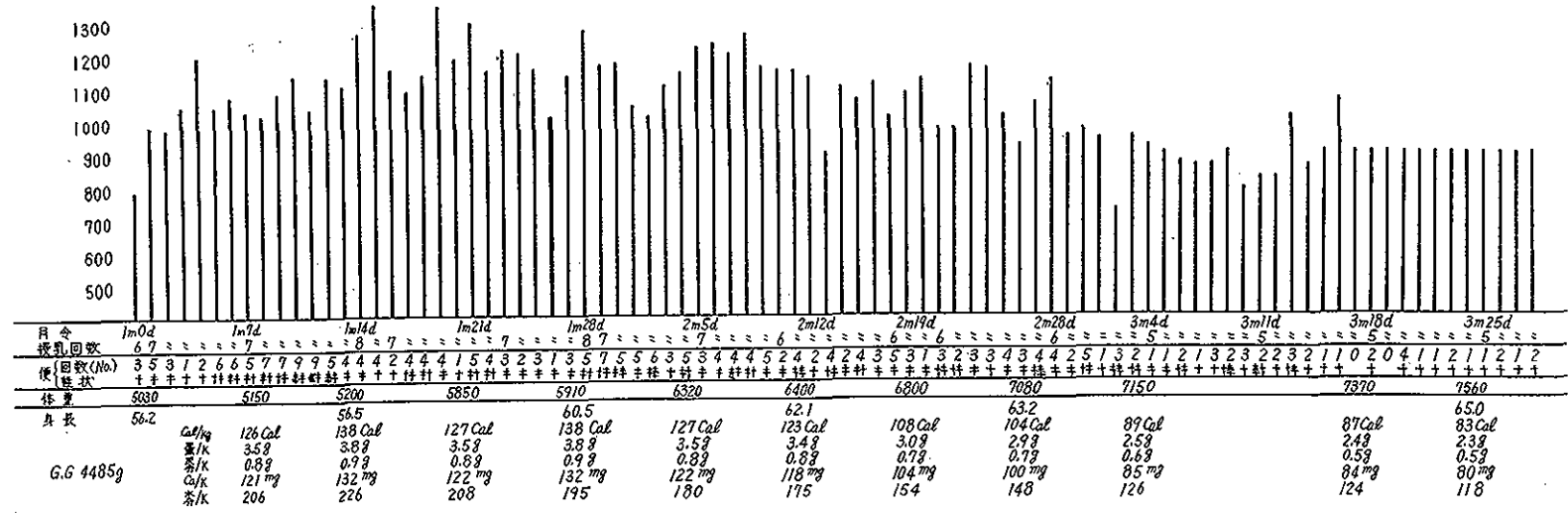


示し、穀粉が2%に増量された3か月26日に740ccの哺乳量を記録している。

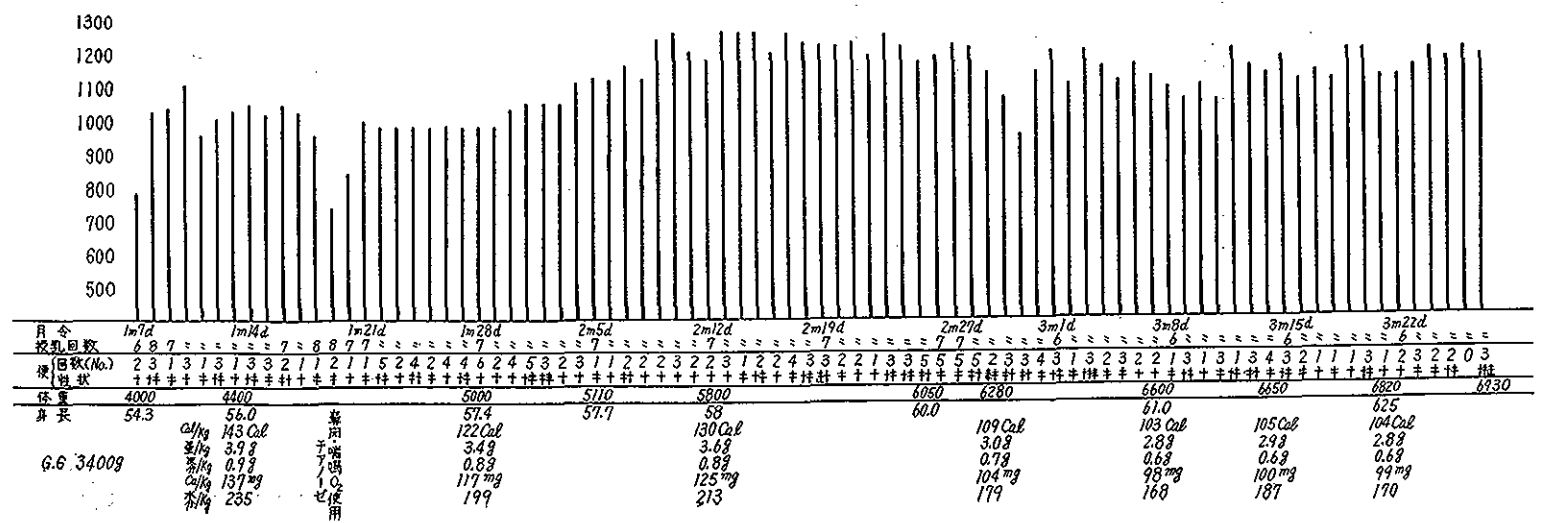
3) 月令別の1日の栄養摂取量：以上の如き条件があるので、全例のある日令の哺乳量を平均しても大した意味はないものと思われる。従って、各例のある日令の前後から、その時期の平均的な哺乳量を選び、更にその各例の算術平均を求めた。このようにして求めた1か月15日、2か月15日、3か月15日の哺乳量は、FM群でそれぞれ1,033cc、999cc、928ccであり、全粉乳群では1,072cc、1,083cc、990ccであった(第1表)。

以上の哺乳量から、その分析値を用いて、摂取 Cal、

第2図 Fig. 2. 1日の哺乳量(例1—43.2.5生)



第3図 Fig. 3. 1日の哺乳量(例2—42.1014生)



第1表 1日の栄養摂取量  
Table 1.

月 令	1 m15 d					2 m15 d					3 m15 d				
	Cal/K	蛋白質/K	灰分/K	Ca/K	水分/K	Cal/K	蛋白質/K	灰分/K	Ca/K	水分/K	Cal/K	蛋白質/K	灰分/K	Ca/K	水分/K
F M 乳	629	17.2	4.0	603	1,034	754	20.9	4.6	725	1,235	693	19.1	4.0	660	1,234
	713	19.4	4.3	680	1,166	611	16.9	3.9	592	1,008	589	16.3	3.5	561	831
	547	15.4	3.4	523	900	684	18.8	4.6	655	1,123	620	17.4	3.7	595	1,023
	795	22.3	4.8	763	1,129	668	18.3	4.4	643	951	701	19.0	4.4	664	985
	480	13.3	3.1	460	788	643	17.7	4.1	614	909	570	16.0	3.2	544	806
	718	19.8	4.7	686	1,175	670	18.9	4.6	644	956	711	20.0	4.4	681	1,006
	594	16.3	3.5	572	977	556	15.1	3.8	535	913	511	13.8	3.2	498	837
	667	18.6	4.1	638	1,096	584	16.1	3.7	561	957	644	17.8	3.7	621	918
						734	20.4	4.8	707	1,047	602	16.0	3.8	576	851
						605	16.5	3.8	578	990	598	16.2	3.9	572	851
平 均						532	14.5	3.4	510	946	612	17.0	4.1	585	864
						582	16.0	3.8	557	954					
	643	17.8g	4.0g	615mg	1,033cc	635	17.5	4.1	610	999	623	17.1	3.8	596	928
全 粉 乳	842	26.0	5.6	831	1,239	684	22.8	4.8	678	1,008	749	25.0	5.1	736	1,101
	655	19.8	4.4	643	963	726	24.8	5.5	759	1,133	651	21.7	4.3	645	961
	725	25.0	5.5	625	1,135	653	22.0	4.9	683	1,019	637	21.4	4.0	630	938
	757	22.9	4.8	744	1,113	725	24.6	5.0	762	1,140	589	20.0	4.3	582	873
	611	18.8	4.2	602	898	717	24.1	5.0	706	1,053	748	25.3	5.2	734	1,099
	672	23.0	4.8	706	1,051	742	25.4	5.3	779	1,161	706	23.7	4.6	670	1,043
	706	24.5	5.3	739	1,104	534	18.1	3.9	524	784	556	18.9	3.8	545	815
						819	27.7	5.7	813	1,210	649	22.1	4.1	642	959
平 均						792	26.8	5.7	832	1,243	762	25.8	5.0	750	1,121
	710	22.9g	4.9g	699mg	1,072cc	710	24.0	5.1	726	1,083	672	22.7	4.5	659	990

第2表 1日の体重kg当り栄養摂取量  
Table 2.

月 令	1 m15 d					2 m15 d					3 m15 d				
	Cal/K	蛋白質/K	灰分/K	Ca/K	水分/K	Cal/K	蛋白質/K	灰分/K	Ca/K	水分/K	Cal/K	蛋白質/K	灰分/K	Ca/K	水分/K
F M 乳	143	3.9	0.9	137	235	130	3.6	0.8	125	213	105	2.9	0.6	100	187
	123	3.4	0.8	118	202	120	3.3	0.8	115	197	96	2.6	0.6	94	158
	132	3.6	0.8	126	216	120	3.3	0.8	115	197	100	2.8	0.6	96	165
	150	4.2	0.9	144	213	94	2.6	0.6	91	155	83	2.3	0.5	79	117
	117	3.2	0.7	112	192	106	2.9	0.7	102	151	96	2.6	0.6	91	135
	115	3.2	0.7	110	189	103	2.9	0.7	99	147	96	2.7	0.6	92	136
	135	3.7	0.8	130	222	104	2.8	0.6	100	170	89	2.5	0.5	85	129
	138	3.8	0.9	132	226	91	2.5	0.6	87	149	90	2.5	0.6	86	127
						95	2.6	0.6	91	169	94	2.5	0.6	90	133
						110	3.0	0.7	105	180	87	2.4	0.5	84	124
平 均	132	3.6g	0.8g	126mg	212cc	107	2.9	0.7	103	171	94	2.6	0.6	90	141
全 粉 乳	165	5.1	1.1	163	243	114	3.8	0.8	113	168	117	3.9	0.8	115	172
	145	5.0	1.1	152	227	123	4.3	0.9	126	188	123	4.2	0.8	122	182
	119	3.6	0.8	117	175	132	4.5	1.0	138	206	103	3.5	0.7	101	151
	147	5.1	1.1	154	230	115	3.9	0.8	121	181	83	2.8	0.6	82	123
	130	4.0	0.9	128	191	107	3.6	0.8	112	167	95	3.2	0.6	94	140
	140	4.8	1.0	147	219	139	4.7	1.0	146	218	110	3.7	0.7	109	162
	172	5.2	1.1	169	253	109	3.7	0.8	107	160	103	3.5	0.7	101	151
						130	4.4	0.9	129	192	94	3.2	0.6	93	139
平 均	145	4.7g	1.0g	146mg	219cc	124	4.2	0.9	127	189	104	3.5	0.7	103	154

宮 崎 他 : 特殊調製粉乳による人工栄養の研究

タンパク質、ミネラル、Caを計算したものを第1表に一括して掲げておく。ここで1日量が問題になるのはCaの摂取量であって、平均としては、全粉乳群がFM群より摂取量が多いが、平均としても、個々の例としても、Caの所要量とされている1日400mgをしまわまるものはみられなかった。

4)月令別1日体重kg当りの栄養摂取量：前記の各例の栄養摂取をそれぞれの体重で割り、体重kg当りのCal、タンパク質、ミネラル、Ca、水分の摂取量を求め、更にそれぞれの平均値を求めたものが第2表である。

ここでもFM例は、Cal、タンパク質、ミネラル、Ca、水分とも全粉乳例をしまわまっている。殊に、Calでは2か月15日の107Cal、3か月半の94Calと、平均として従来提案された人工栄養の所要量<sup>2)</sup>をしまわっており、個々の例ではひどく低いと思われる例がみられる。このことは、タンパク質摂取量についてもみられるのであって、2か月15日の2.9gは従来の目標とされた3.5gはもちろん、3か月15日の2.6gとともに、3gにも達していないのである。3か月15日の水分の141ccは、これも従来の150ccを僅かではあるが、しまわっている。

### 考 按

1)哺乳量：FM群の1か月15日、全粉乳群の1か月15日及び2か月15日にみられるように、1日の水分摂取量は平均として、1,000cc以上なので、古典的な1日の乳量は1,000ccを超えてはならないという人工栄養の基準は再検討されなければならないものと考えられる。この場合、FM群では、Cal、タンパク質、ミネラル、Caとともに、摂取量が全粉乳群をしまわっているのであるから、それらが摂取量の制限因子になっていることは考えにくい。

ただ、ここで考慮しなければならないことは、最近の研究により、人乳及び牛乳のプロテインスコアは、ほぼ等しいことが研究されていることで、牛乳が人乳同様に消化利用されるように調理されるならば、人工栄養のタンパク質必要量は母乳栄養の実際から算定されるように、出生時は、体重kg当り2.5~2.2g、2か月で2.0g、1年で1.5gでよいとするFAO<sup>3)</sup>の見解があり、NRCでは人工栄養児に対して、2~6か月では3.5~2.5gの間にタンパク質所要量を定めるべしとしていることである。

特殊調製粉乳では、タンパク質の量的、質的の処理によって、タンパク質の利用率がよくなっていることも考えられるので、全粉乳の場合ほど多量の蛋白質の摂取が不要になることも考えられる。

体重kg当りの水分摂取量は3か月15日のFM例141cc、全粉乳例154ccを除き、従来所要量とされたものをはるかにうわまっている。FM例と全粉乳例とが、ほぼ同じ体重kg当りの水分摂取量を示していることは、水分が哺乳量の制限因子になっていることも考慮の外に置けないことを現わしているのかも知れない。FM群では、タンパク質の点からも、ミネラルの点からも腎透過圧負荷が小さくなっているため、水分の体重kg当りの摂取量が大きくなってよいと期待されるからである。

水分が制限因子となって、タンパク質やミネラルの摂取量が低くなっているとすれば問題で、この点を明らかにするためには、FMの濃度をはじめから指定どおりの15%にするか、13%のままで人工栄養を続けて、母乳栄養児の発育に比して遜色がないことを確かめることが必要であろう。

FM群の体重発育が、筆者の1人が行った愛育病院保健指導部の人工栄養児の発育に、ほぼ等しかったことは前述したが、文献1によれば、母乳栄養児も人工栄養児も体重発育には相異はなかったものであって、この点からは、FM群の体重発育は母乳栄養児の発育と差は認められないといえる。しかし、FM例の出生体重が異常に大きかったことを考慮すると、体重の増加が、母乳栄養児と同じと断定するのは早計で、今後の検討を要する。

2)Cal：水分摂取量とタンパク質乃至ミネラル摂取量との関係は1)で考按したが、FMを13%から15%に濃くし、全粉乳例で澱粉を1%から2%に増すと、1日の全哺乳量が少なくなる傾向を示したことは、Calも哺乳量の制限因子になりうることを考えさせる。しかし、この場合も、FM例では全粉乳例より、1日総量でも、体重kg当りでも少ないのであるから、水分摂取量に制約されて、Calの摂取が少なくなっていることも考慮せねばならず、この意味でも、哺乳量の考按の末尾に記した如き再検討がいるものと考えられる。

3)Ca：Caの乳児の所要量は1日400mgとされている。今回の実験では、総べての月令についても、個々の例についても、この量をうわまった摂取量が得られている。しかし、FM乳はわが国の調製粉乳中、Ca量が100cc中68mgと最も多いのであって、他の製品は54mg、52mg及び45mg(2種)であって、もし、他の製品でも哺乳量が変わらないとすれば、3か月15日のFM例のCa摂取量1日596mgから、Ca450mg/100ccの場合には、1日量394mgと所要量をしまわまることも考えられる。Caの利用率は、Pとの比も関係するといわれ、簡単には論ぜられないが、P:Caは母乳で1.6前後であるのに対し、多くの特殊調製粉乳では1.1ぐらいであるので、Caの点は、

特殊調製粉乳の問題点として、特に今後の研究を要するものと考えられる。

実験中に行った血清のタンパク量、Ca量、P量、アルカリフォスファターゼ値もみな正常の範囲内であった。

### 結 論

愛育病院哺育室に入室中の13名の健康児につき、ソフトカードFMコナミルクで1か月から4か月まで栄養を行って次の結果を得た。

1) 体重発育は愛育病院哺育室で行われた他の10名の、全粉乳による栄養の場合と有意の差は認められず、愛育病院の保健指導部の母乳栄養児、人工栄養児の発育平均値とも差はなかった。しかし、本実験の対象児は、出生児体重が非常に大きかったため、その点を考慮すれば、体重発育は必ずしも良いとはいえなかった。

2) 平均の1日の哺乳量は、いずれの月令段階でもFM例と全粉乳例はほぼ等しかったが、FM例は、全粉乳例に比して、ごく僅か少なかった。哺乳量から計算された1日のCal、タンパク質、ミネラル、Caの摂取量及び体重kg当りのCal、タンパク質、ミネラル、Caの摂取量が、FM例では全粉乳例に較べて、有意に少ないことから、哺乳量を決定するのは、水分量であるように思われ

た。

FM例の発育が至適であるといいきれない今回の結果からすれば、今回行った13%の濃度ではなく、メーカーが指示している15%の濃度を用いる発育実験が必要と感ぜられた。

3) 特殊調製粉乳ではCaの部分除去が行われている。Caが68mg/100ccのFMでは、Caの所要量400mgをしたまわる例はみられなかったが、3か月15日の平均摂取量は596mgで、現在広く用いられているCa量が450mg/100ccの製品であったならば、Caの摂取量が、所要量に満たないおそれも考えられ、この点についても新しい実験の必要が感ぜられた。

### 〔文 献〕

- 1) 宮崎叶、松島富之助、内藤寿七郎：栄養別乳児身体発育の分析調査研究、小児保健研究、23、(4)、155~166頁、1965年
- 2) 宮崎叶、他：問題となっている人工栄養の3様の形式、小児科診療、25、(4)、520~525頁、1952年
- 3) FAO/WHO 共同委員会報告(1955年)、(必須アミノ酸研究委員会訳、第一出版社あり。)

## A study on the Infant Feeding using Humanized Powdered Milk

## Part I. Results of the Softcurd FM Feeding.

Kano Miyazaki  
Atuko Ozeki  
Yoko Taniguchi

Thirteen domiciliarily nursed healthy babies (8male and 5 femal) were put on a humanized milk formula composed of the softcurd FM powdered milk. Ad libitum feeding had been done to them from one month to 4 months, and personal daily quantities of milk fed were recorded.

From those data, personal daily total and per Kg body weight Calory, protein, minerals, carcium, and also mean values of group at one and half, two and half, and three and half months were calculated (see Table I and 2).

During the experiment, babies were supervised by a pediatrician, and their developmental estimations and necessary laboratory works were done. Results were compared with those of similar experiment of full cream milk formula and father comparison of body weight gain with the mean of about 1000 breast and bottle fed babies followed up one of the authors.

Results were :

1) Babies showed fairly good body weight gain comparable to that of ten full cream powdered milk group and home cared follwed up group. But the object babies had very heavy birth weight, it can not be concluded that body weight developments were satisfactory.

2) At any months of age, quantities of milk taken daily were almost equal in humanized and full cream milk group, but daily total and per Kg Calory, protein, mineral and carcium intake were smaller in humanized milk group,

3) Carcium intakes were sufficient from the Japanese stand point of view of allowance, but mean intake at 3 and half months was 596mg per day and barely surpassed the allowance of 400mg. In Japan, there are two humanized milk products which contain only 450mg/dl carcium where as softcurd FM. contains 680mg/dl, suspicion that allowance of carcium is not full filed by those remains to solved.