

育児用調製乳の過去・現在・未来

誌名	ミルクサイエンス = Milk science
ISSN	13430289
著者名	和泉, 裕久
発行元	日本酪農科学会
巻/号	58巻3号
巻号補足	
掲載ページ	p. 169-175
発行年月	2009年12月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



ショートレビュー

平成21年度日本酪農科学シンポジウム編

「I. 乳・乳製品の過去・現在・未来」

「育児用調製乳の過去・現在・未来」

和 泉 裕 久

森永乳業㈱ 栄養科学研究所

1. はじめに

「調製粉乳」とは、「生乳、牛乳若しくは特別牛乳またはこれらを原料として製造した食品を加工し、または主要原料とし、これに乳幼児に必要な栄養素を加え粉末状にしたもの」と定義され、「乳等省令」で定める「調製粉乳」に含まれるものとして「乳児用調製粉乳」「フォローアップミルク」「低出生体重児用調製粉乳」がある。また、乳等省令上は「調製粉乳」として定義はされないものの、「アレルギー疾患」「乳糖不耐症」「先天性代謝異常症」などに用いられる育児用の粉乳が存在する。育児用粉乳類の分類と適用を表1に示す。これらの中で一般に「育児用ミルク」としてイメージされるのは、「乳児用調製粉乳」であり、何らかの理由により母乳を与えることができない場合に母乳の代替として利用される。本稿では最も一般的な「乳児用調製粉乳」を中心としながら、近年特に先進国で増加し、問題となっている「アレルギー」に配慮したミルク、またその他の育児用ミルクについて概説する。

2. 乳児用調製粉乳の歴史

我が国における乳児用調製乳は1917年和光堂薬局（現和光堂）の「キノミール」製造に端を発する。その後1920年日本練乳株式会社（現森永乳業）が、1923年極東練乳株式会社（現明治乳業）が製造を開始した。調製粉乳の製造が開始されるまでは、牛乳を希釈したものに糖質を添加したものが使用されていたとされる。ただし当時の一般家庭にはまだ冷蔵庫は普及しておらず、加糖練乳（コンデンスミルク）を希釈して用いていたようである。1910年代後半から製造された調製粉乳であるが、当時の人工栄養法と同様に牛乳を2/3に希釈し、糖質を添加した程度のものであった。ビタミンやミネラルなどが添加された現在の調製粉乳の先駆けは戦後の復興期であり乳等省令公布の頃、1950年代から始まったと言える。その後1980年代まで「たんぱく質組成の調整」「精製植物性脂肪の利用」「脱塩によるミネラルの調整」など各社が独自に改良を行ってきたが、1981年にFAO/WHO 合同食品規格委員会により Infant Formula（乳児用調製乳）の Codex Standard が定められ、同年、厚生省は「乳児用調製粉乳」の表示許可基準を設けた。これ以降日本の調製粉乳は、乳製品としての基本的要件は「乳等省令」で、栄養・表示要件は「栄養改善法（現健康増進法）」で規定されることとなった。その結果海外製品との、また国内各社間の成分面における差は縮小された。表2に乳児用調製粉乳の簡単な歴史を示した。以下に各成分に関して行なわれてきた改良内容を示した後、各育児用粉乳類の特徴を示す。

表1 育児用粉乳類の分類と適用

分 類	小 分 類	適 用
調製粉乳 (乳等省令)	乳児用調製粉乳	正期産の乳児が対象 満1歳頃まで
	フォローアップ ミルク	生後9ヶ月頃から3歳頃までの乳幼児が離乳食と組み合わせて使用
	低出生体重児 用ミルク	出生時の体重が2,500 g 未満の低出生体重児が対象
その他	ミルクアレルギー用ミルク	ミルクアレルギーの乳児が対象
	無乳糖乳	乳糖不耐症やガラクトース血症などの乳児が対象
	特殊ミルク	先天性代謝異常を伴う乳児が対象

3. たんぱく質

乳児用調製粉乳のたんぱく質原料は、基本的に牛乳由来である。牛乳中には約3%含まれ、母乳中には約1.1%含まれている。そのため上述の調製粉乳以前の人工栄養では牛乳を希釈していたわけである。母乳と現在の調製粉乳（弊社製品「はぐくみ」を例として）、牛乳の一

般成分組成を図1に示す。

乳中に含まれるたんぱく質はカゼインとホエーに大別することができるが、牛乳ではカゼインとホエーの比はおおよそ8:2であり、母乳ではおおよそ4:6となっている。さらに母乳では非たんぱく態窒素成分の割合が高い。また、カゼインにはメチオニン、フェニルアラニン、ヒスチジンなどが多く、ホエーにはシスチン、スレオニン、トリプトファンが多いというように、それぞれのアミノ酸組成には特徴がある。乳児用調製粉乳のたんぱく質はこれらのことを考慮して改良がなされてきた。その結果図2Aに示すように、現在の調製粉乳ではたんぱく質量のみならず、カゼイン、ホエー、非たんぱく態

窒素にも配慮が行なわれている。乳児用調製粉乳のたんぱく質は「母乳」と「牛乳」という質的な差異を考慮して含量を母乳よりもやや高めに設定する必要があると考えられてきたが、精製たんぱく質原料の利用が可能となり、上記のように母乳中たんぱく質組成と近似させるなど質的な改善が行なわれることにより、徐々に量が低減されてきている。出生後早期の乳児ではプロテアーゼ活性が低く、牛乳由来たんぱく質がその異種性を保ったまま取り込まれる可能性があるという知見¹⁾もあり、実際生後10日目の新生児が消化できるたんぱく質濃度は1.3%程度とする報告²⁾もある。これらのことから、現在では良質な乳たんぱく質酵素分解物が開発され、ミルクのたんぱく質源として配合することで乳児の未熟なたんぱく質消化能への負担軽減への配慮もなされている。このように、現在の乳児用調製粉乳では図2Bのように母乳よりたんぱく質含量を多めに確保しながらも、未消化たんぱく質を母乳と同等とするなどの工夫がなされており、乳幼児の消化負担・腎負荷を低減することが可能となった。

4. 糖 質

図1に示すように母乳には約7%の糖質が含まれてい

年 代	内 容
～1910年代頃	希釈牛乳+糖質、希釈加糖練乳（コンデンスミルク）
1910年代後半～	1917年和光堂薬局（現和光堂）より「キノミール」発売。その後各社から発売されるが、この頃の調製粉乳は牛乳を2/3に希釈し、糖質を添加した程度のものである。
1950年代	ビタミン・ミネラル等の添加 窒素充填
1960年代	たんぱく質組成の調整、精製植物性脂肪の利用、脱塩によるミネラルの調整
1970～80年代	たんぱく質組成・脂肪組成のさらなる改善、乳糖主体の糖質組成、オリゴ糖の利用、ビタミンKの増強、銅・亜鉛の配合、FAO/WHOにより Infant Formula の Codex Standard 制定 厚生省による「乳児用調製粉乳」の表示許可基準策定
1980年代後半以降	造粒*による溶解性改善、ペプチドの利用、ラクトフェリン・DHA・ARA・ヌクレオチド・ポリアミンなどの機能性成分配合

*：造粒とは粉乳粒子同士を相互に付着・凝集させることで水の浸透性を良くし、湿潤性・分散性・沈降性を改善する製造方法

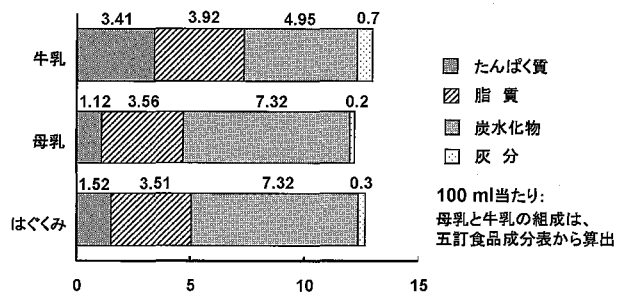


図1 母乳、調製粉乳、牛乳の一般成分組成

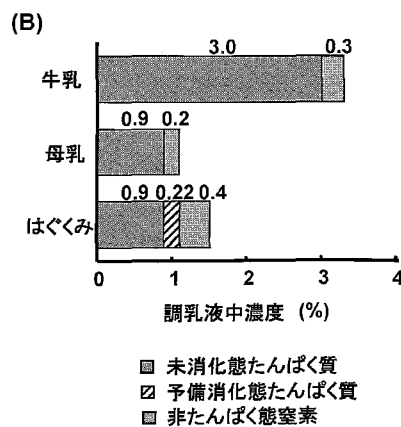
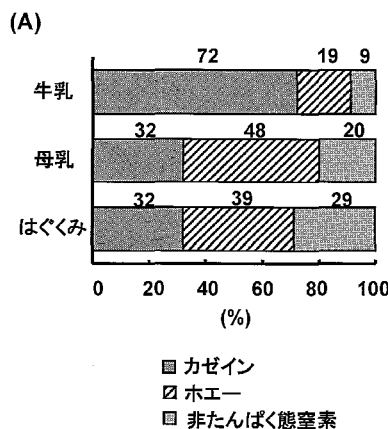


図2 母乳、調製粉乳、牛乳のたんぱく質

るのに対し、牛乳には5%程度しか含まれていない。調製粉乳以前の人工栄養が希釈牛乳に糖質を添加していたのはこのためである。調製粉乳が製造開始された頃の糖質には砂糖などが用いられていたが、母乳中糖質の95%は乳糖であることから乳糖の配合が行なわれ、現在の乳児用調製乳は乳糖を主体とした糖質組成になっている。しかし、プレバイオティック作用をもつ乳糖優位の糖質組成であっても、腸内細菌叢を比較すると母乳栄養児の方が人工栄養児よりもビフィズス菌占有率が高い。これは母乳中糖質の内、数%存在する難消化性オリゴ糖に起因すると考えられる。したがって腸内細菌叢改善を目的とし、難消化性オリゴ糖を主体としたビフィズス菌増殖因子が配合されてきた。その中には異なった働きをすると考えられる2種類のオリゴ糖を配合した製品もあり、1種類のオリゴ糖のみの場合と比較してビフィズス菌占有率が増加することが報告されている³⁾。

5. 脂 質

母乳と牛乳の脂質含量はほぼ同等であるが(図1)、表3に示したように、牛乳中の脂質には生体内で合成することができない必須脂肪酸が少ない。そのため脂質の改良点として、乳脂肪の一部を除去し、大豆油やコーン油など少量の植物性脂肪を使用することにより、最初に「リノール酸」の強化が行なわれた。脂肪酸は大別してn-6系列とn-3系列に分けることができ、上述のリ

ノール酸はn-6系列であるが、n-6系列とn-3系列の脂肪酸はその生理作用・代謝において互いに拮抗することが明らかになるにつれ、n-6/n-3比が重要視されるようになった。これに伴いn-3系列の α -リノレン酸の強化が行なわれた。また、脳・神経系などの発達に重要と考えられるDHA(ドコサヘキサエン酸、n-3系列)、ARA(アラキドン酸、n-6系列)などの長鎖脂肪酸は α -リノレン酸、リノール酸からそれぞれ合成されるが、乳児では合成能が低いことが明らかとなっており⁴⁾、現在の調製粉乳にはDHA、ARAが増強された製品が存在する。それらの製品は、母乳中の脂肪酸組成が食事の影響を大きく受けることを考慮し、Codex規格だけでなく日本人の母乳の実態を参考として配合されている。

6. ミネラル・ビタミン

牛乳中には母乳の約3.5倍のミネラルが含まれている(図1)。過剰なミネラルは乳児の未熟な腎機能にとって負担となるため、乳たんぱく質原料の脱塩処理が不可欠となる。この問題は、電気透析や膜技術の進歩の結果使用可能となった脱塩ホエー等を使用することで解決された。Codex規格で定められた乳児用調製乳の各ミネラルの範囲は科学的な根拠に基づき設定されており、現在の調製粉乳は精製たんぱく質原料と各種ミネラル原料を選択・配合することで、Codex規格や我が国の「乳児用調製粉乳」の規格に適合させている。ミネラルに関す

表3 母乳、調製粉乳、牛乳中脂肪酸組成

脂 肪 酸		母乳(日本人)				%表示 はぐくみ
		牛乳 五訂増補	Ogunleye ²⁹⁾	Yuhas ³⁰⁾	五訂増補	
飽和脂肪酸	酪酸 C4:0	3.7	—	—	—	0.3
	カプロン酸 C6:0	2.4	—	—	—	0.4
	カプリル酸 C8:0	1.4	0.2	0.2	0.1	2.1
	カプリン酸 C10:0	3.0	2.0	2.0	1.1	1.7
	ラウリン酸 C12:0	3.3	7.8	5.9	4.8	15.8
	ミリスチン酸 C14:0	10.9	8.7	6.1	5.2	5.8
	パルミチン酸 C16:0	30.0	23.2	20.2	21.2	21.7
	ステアリン酸 C18:0	12.0	6.3	6.1	5.4	4.2
不飽和脂肪酸	パルミトオレイン酸 C16:1	1.5	2.6	2.6	2.3	0.3
	オレイン酸 C18:1	23.0	29.1	31.4	40.9	28.1
	リノール酸* C18:2	2.7	15.4	12.7	14.1	15.5
	α -リノレン酸* C18:3	0.4	1.8	1.3	1.4	1.8
	アラキドン酸 C20:4	0.2	0.36	0.4	0.4	0.19
	ドコサヘキサエン酸 C22:6	—	0.53	0.99	0.9	0.35

*: 必須脂肪酸

表4 ミネラルに関する Codex 国際規格および特別用途食品「乳児用調製粉乳」の表示許可基準

項 目 (per/100 kcal)	Codex 規格 : 72-1981 Rev 2007 乳児用調製粉乳			特別用途 食品 乳児用調 製粉乳	
	Min	Max or GUL	Max or GUL	Min	Max
カルシウム (mg)	50	140	GUL	50	140
リン (mg)	25	100	GUL	25	100
鉄 (mg)	0.45	—	—	0.45	—
ナトリウム (mg)	20	60	Max	20	60
カリウム (mg)	60	180	Max	60	180
マグネシウム (mg)	5	15	GUL	5	15
塩素 (mg)	50	160	Max	50	160
銅 (μg)	35	120	GUL	35	120
亜鉛 (mg)	0.5	1.5	GUL	0.5	1.5
Ca/P	1	2	Max	—	—

GUL : Guidance Upper Limit

る Codex 規格、特別用途食品「乳児用調製粉乳」表示許可基準を表4に示す。

ビタミン類のうち B₂, B₁₂ などの B 群についてはかなりの部分が乳原料に由来するが、その他のビタミン類については添加することで調製されている。ビタミンに関する Codex 規格、「乳児用調製粉乳」表示許可基準を表5に示すが、比較してみると、Codex 規格、特別用途食品の表示許可基準はビタミン、ミネラル共にほぼ同じ値を採用していると言って良い。なお、表中の GUL とは Guidance Upper Limit の略であり、科学的根拠のレベルが Max よりも低いことを示す。これらミネラル・ビタミンであるが、他の栄養成分と異なり必ずしも母乳の平均的な含量に近似させているわけではない。これは、ミネラル・ビタミンの吸収性が母乳と同等ではないことや、ビタミン K のように必ずしも母乳中の含量が十分ではなく、乳児にとって不足しやすい成分もあることから、各種推奨規格値を決定する際に実際の人工栄養による検討で得られたデータに基づいているためである。

7. 生理活性物質など

現在国内で販売されている「乳児用調製粉乳」は、Codex 国際規格、特別用途食品・表示許可基準などにより、各栄養成分に関する各社間の差は縮小した。一方で母乳には様々な生理活性物質が含まれており、現在の乳児用調製粉乳にはプレバイオティック作用を持つ各種オリゴ糖、感染防御等の因子としてラクトフェリン、ヌクレオチド、ガングリオシド、シアル酸などが配合され

表5 ビタミンに関する Codex 国際規格および特別用途食品「乳児用調製粉乳」の表示許可基準

項目 (per/100 kcal)	Codex 規格 : 72-1981 Rev 2007 乳児用調製粉乳			特別用途 食品 乳児用調 製粉乳	
	Min	Max or GUL	Max or GUL	Min	Max
ビタミン A (μg)	60	180	Max	60	180
ビタミン B ₁ (μg)	60	300	GUL	60	300
ビタミン B ₂ (μg)	80	500	GUL	80	500
ビタミン B ₆ (μg)	35	175	GUL	35	175
ビタミン B ₁₂ (μg)	0.1	1.5	GUL	0.1	1.5
ビタミン C (mg)	10	70	GUL	10	70
ビタミン D (μg)	1	2.5	Max	1	2.5
ビタミン E (mg)	0.5	5	GUL	0.5	5
パントテン酸 (μg)	400	2000	GUL	400	2000
ナイアシン (μg)	300	1500	GUL	300	1500
葉 酸 (μg)	10	50	GUL	10	50
イノシトール (mg)	4	40	GUL	4	40

GUL : Guidance Upper Limit

ている。これらは各社が母乳・牛乳成分の生理活性を調べる中で明らかとなってきたものであり、その配合有無・量は各社の考え方にに基づき、製品間の特徴が最も表れている部分であろう。当社においてもラクトフェリンの約400倍の抗菌機能をもつラクトフェリンの発見⁵⁾、ラクトフェリン、ラクトフェリン分解物のバクテリアアトランスロケーション抑制効果⁶⁾、経口的に摂取したスフィンゴミエリンの脳・神経系ミエリン形成への寄与⁷⁾、α-ラクトアルブミンの腸管発達への寄与⁸⁾などを明らかとしてきており、それらはミルクの特色に合わせ配合されている。

また、これらの母乳研究によって見出された生理活性物質は、その機能に合わせて乳児用調製粉乳以外の食品や医療食などにも応用されている。

8. アレルギーに配慮したミルク

育児用ミルクの主原料は牛乳であり、ヒトにとっては異種性をもつたんぱく質を含むことから、乳児によってはミルクアレルギーを発症することがある。乳児期においてミルクアレルギーが疑われる頻度は5-15%程度であり、除去誘発試験により診断が確定するのは2-5%程度と報告されている⁹⁾。食物アレルギーの治療の基本は原因食物の除去であるため、ミルクアレルギーを発症した乳児では母乳栄養が基本となるが、母乳を与えることができない人工栄養の乳児にはミルクアレルギーに対応

した育児用ミルクが使用される。このようなミルクアレルギーの乳児に対する育児用ミルクとして、特別用途食品・アレルゲン除去食品である「ミルクアレルギー疾患用」ミルクがあり、1977年に初めて発売された。これは牛乳たんぱく質であるカゼインを酵素により徹底的に消化したペプチドとアミノ酸をたんぱく質源とし（高度分解乳）、含まれるペプチドの最大分子量は約1,000である。動物を用いた試験¹⁰⁾、ヒトに対する臨床試験など^{11,12)}によりその有用性が数々報告されている。その後ホエーたんぱく質を高度に酵素消化したペプチドを原料とする製品や、栄養学的な配慮からカゼイン・ホエー双方のペプチドを通常の乳児用調製粉乳同様、母乳に近い比率で配合する製品、たんぱく質源に大豆を用いた製品も開発されている。これらの製品はたんぱく質のみでなく、二次性の乳糖不耐症を考慮して乳糖の配合を行わず（または原料由来の極微量に抑え）、消化吸収性の良いデキストリンの配合、腸内細菌叢を考慮し難消化性オリゴ糖の配合を行なうなどの工夫を行なっている。

一方、乳児期にアレルギーに罹患すると、喘息や鼻炎などの吸引性アレルギーに移行し易い（アレルギーマーチ）ことが示唆されており、家族歴によりアレルギー発症リスクに差があることも示唆されている¹³⁾。つまりアレルギーに対してハイリスクの児が存在する。アレルギーハイリスク児にとって、乳たんぱく質はヒトにとって異種であるという上述の理由により、一般の育児用ミルクが発症の引き金となり得るが、「アレルギー疾患」用ミルクをアレルギー予防的に使用することは、風味・栄養成分組成の点で不自然であり、一般の「乳児用調製粉乳」に準じたアレルギー予防用のミルクが望まれる。これに対して欧州では1980年代に「軽度分解乳」が開発された。これはその名の通り「高度分解乳」よりも酵素によるたんぱく質の分解を軽度にすることで、「高度分解乳」の弱点である遊離アミノ酸、ジ・トリペプチド由来の独特の風味を低減したミルクである。我が国においては1994年にペプチドの最大分子量が3,500程度の軽度分解乳が開発された。最大分子量が3,500の根拠は大谷らの報告¹⁴⁾に基づいており、「高度分解乳」同様動物を用いた試験¹⁵⁾、ヒトを対象とした試験¹⁶⁾によりその有用性が示唆されている。ただし「高度分解乳」程にはその異種性（抗原性）は低下しておらず、「アレルギー疾患」用のミルクではないことに留意する必要がある。現在我が国で販売されているアレルギーを意識したミルクを表6に示す。

9. その他のミルク

フォローアップミルク

生後9カ月頃から3歳頃までの乳幼児が離乳食と組

表6 現在国内で販売されているアレルギーを意識した育児用ミルク

たんぱく質源	高度分解乳		軽度分解乳
カゼイン	ニュー MA-1 (森永)	MA-mi (森永)	E 赤ちゃん (森永) アイクレオ HI (アイクレオ)
	低脂肪 MA-1 (森永)		
	ペプディエット (BSS)		
ホエー	ミルフィー (明治)		
アミノ酸	エレメンタルフォーミュラ (明治)		
大豆たんぱく質	ボンラクト i (和光堂)		

み合わせて使用することで、この時期に必要な栄養成分をバランス良く摂取できるよう設計されたミルクであり、特に牛乳や離乳食では不足しがちと考えられる鉄分が強化されている。また、発育の盛んな離乳期にはたんぱく質の必要量が増大するため、乳児用調製粉乳よりもたんぱく質含量が多めに設定されている。しかし一方で、離乳期における過剰なたんぱく質摂取は将来の肥満の一因となるとも考えられていることから¹⁷⁾、その量は徐々に低減されてきている。

低出生体重児用ミルク

近年我が国では、妊娠適齢期の女性の過度な痩せ志向¹⁸⁾や妊娠期の過度な体重制限指導などから、妊娠期に必要な栄養素が不足していることが示されており^{19,20)}、これらの理由から²¹⁾出生時の体重が2,500 g未満の低出生体重児が全出生児の約10%を占めるようになっている²²⁾。本ミルクはこの低出生体重児を対象としたミルクである。低出生体重児は、本来であれば母体内で胎盤を経由して各臓器に蓄積されるはずの栄養成分が十分に蓄積される前に出生してしまうことから、正期産の乳児よりも多くの栄養成分の摂取が必要になると考えられている。しかし、消化吸収能も正期産の乳児より未熟であることから、少ない哺乳量で十分な熱量が得られるよう脂質含量を高め、さらに消化吸収性の良いMCT（中鎖脂肪酸）油、デキストリン、ペプチドの配合などの工夫がなされており、ビタミンK、β-カロテン、鉄・銅・亜鉛などの欠乏しやすいビタミン・ミネラルに関して増強するなどの配慮がなされている。

無乳糖乳

先天性の乳糖分解酵素欠損症やガラクトース血症、下痢などの発症に伴う二次性乳糖不耐症の乳児を対象としたミルクである。乳糖をわずかでも含む可能性のあるホエーたんぱく質の配合を避け、たんぱく質源にカゼイン

や大豆たんぱく質を用いるなどの工夫が行なわれている。糖質源としては乳糖の代わりに消化吸収性の良いデキストリンなどが配合されているが、その他の点は一般の調製粉乳に準じた組成となっている。

特殊ミルク

1977年厚生省により新生児マススクリーニング（先天性代謝異常症等検査事業）が開始された。本検査により見つかった先天性代謝異常症の乳児の治療に使用されるミルクが「特殊ミルク」である。1980年厚生省の指導と公費の助成のもとに「特殊ミルク共同安全開発事業」が立ち上げられた。医療機関の要請を受けた特殊ミルク事務局からの供給指示をもとに、現在本事業に参画している乳業3社（明治乳業、雪印乳業、森永乳業）から先天性代謝異常症の乳幼児に無償で提供されている。

10. 最後に（今後の課題）

本稿では一般の調製粉乳を代表とし、各成分について行なわれてきた改良内容を示し、一般調製粉乳以外の育児用ミルクについても概説した。

今後の課題として第一に挙げられるのは、ビオチン、マンガン、ヨウ素、セレンなど乳児にとって必要性が指摘されており、なおかつ海外では添加が許可されているにも関わらず、我が国においては乳児用調製粉乳に添加が許可されていない栄養成分が存在する点である。現状国内のメーカーは原材料を工夫することで海外の規格にも準ずるよう対応しているが、「アレルギー疾患用ミルク」や「特殊ミルク」のように精製度の高い原料や特定成分を除去したミルクでは確保が困難となる成分もあり、育児用ミルクを唯一の栄養源とする乳児では欠乏症が懸念される。この問題の解決には、学会や各メーカー、行政の協力が必要であろう。

また、栄養成分的には母乳とはほぼ同等レベルにまで達したと考えられる我が国の調製粉乳であるが、人工栄養児の方が母乳栄養児よりも血中IGF-Iが高い²³⁾ことや、消化負担軽減の観点から、たんぱく質量の更なる低減の可能性が示唆される^{24,25)}など、栄養成分的にも未だ改善の余地はある。また、母乳中には未知の生理活性物質や、存在は確認されているものの機能が不明の因子などが多数含まれていると考えられ、100種類にもものぼるオリゴ糖や、各種成長因子・サイトカインなど存在・機能がある程度分かっているながらも乳児用調製粉乳には含まれていない成分も存在する。つまり三次機能の面ではまだまだ母乳と同等とは言えず、実際人工栄養児と母乳栄養児の免疫機能には差があるとの報告もある²⁶⁾。従って、栄養成分の益々の改良とともに母乳・牛乳の研究を通じた三次機能の面からも「母乳化」を目指した開発

を進めて行くべきであろう。また、海外に目を向けると、乳酸菌やビフィズス菌などのプロバイオティクスを配合した製品が存在する。現状我が国ではそのような製品は存在しないが、使用菌株の安全性・アレルギーや下痢、感染に対する有益性が確認されれば、育児用ミルクに利用することも有効かもしれず、今後の可能性として挙げられる。さらに、上述したように低出生体重児の増加に加え、成人病胎児期発症説²⁷⁾・Adiposity rebound²⁸⁾の再考など周産期分野には新たな問題・仮説が提示され、それらを裏付ける結果が示されてきている。今後小児栄養分野のみでなく周産期全体を捉えた研究・開発が重要と思われる。

参考文献

- 1) 小池通夫ら, 周産期医学, **22** (増刊号): 412-417, 1992
- 2) 守田哲朗, 母乳哺育 (加藤英夫 他編): pp. 242-252, 1983
- 3) 難波和美ら, 日本臨床栄養学雑誌, **21**, 27, 2000
- 4) Szitanyi, P. *et al.*, *Pediatr. Res.* **45**, 669-673, 1999
- 5) Tomita, M. *et al.*, *J. Dairy Sci.* **74**, 4137-4142, 1991
- 6) Teraguchi, S. *et al.*, *Appl. Environ. Microbiol.* **61**, 4131-4134, 1995
- 7) Oshida, K. *et al.*, *Pediatr. Res.* **53**, 589-593, 2003
- 8) Izumi, H. *et al.*, *J. Nutr.* **139**, 1322-1327, 2009
- 9) Høst, A., *Ann. Allergy Asthma Immunol.* **89**, 33-37, 2002
- 10) Takase, M. *et al.*, *J. Dairy Sci.* **62**, 1570-1576, 1979
- 11) 山城雄一郎ら, 小児内科, **15**, 137-143, 1981
- 12) 森川昭廣ら, 日本小児アレルギー会誌, **16**, 103-114, 2002
- 13) 有田昌彦ら, 日本小児科学会雑誌, **98**, 754, 1994
- 14) Otani, H. *et al.*, *Milchwissenschaft* **45**, 217-220, 1990
- 15) 岩本洋ら, フードケミカル, **12**, 83-88, 1996
- 16) 早澤宏紀ら, 食品工業, **38**, 55-69, 1995
- 17) Günther, A. L. B. *et al.*, *Am. J. Clin. Nutr.* **86**, 1765-1772, 2007
- 18) 後藤由夫, 肥満研究, **12**, 1-2, 2006
- 19) 2005年度版日本人の食事摂取基準
- 20) 平成17年国民健康・栄養の現状
- 21) Ronnenberg, A. G., *et al.*, *J. Nutr.* **133**, 3449-3455, 2003
- 22) 厚生労働省, 平成19年度人口動態統計
- 23) Savino, F., *et al.*, *Acta Paediatrica* **94**, 531-537, 2005
- 24) Åkeson, P. M. K. *et al.*, *J. Pediatr. Gastroenterol.*

- Nutr.* **26**, 297-304, 1998
- 25) Turck, D. *et al.*, *J. Pediatr. Gastroenterol. Nutr.* **43**, 364-371, 2006
- 26) Carver, J. D., *et al.*, *Pediatrics* **88**, 359-363, 1991
- 27) Barker, D. J. P., *et al.*, *Lancet* **1**, 1077-1081, 1986
- 28) Rolland-Cachera, M. F., *et al.*, *Am. J. Clin. Nutr.* **39**, 129-135, 1984
- 29) Ogunleye, A. *et al.*, *J. Nutr. Sci. Vitaminol.* **37**, 435-442, 1991
- 30) Yuhas, R. *et al.*, *Lipids* **41**, 851-858, 2006