

乳幼児の腸内腐敗に関する研究

第3編 人工栄養乳児における腸内腐敗の変動、
とくに蛋白摂取量との関係について

昭和37年8月26日 受付 (特別掲載)

信州大学医学部小児科学教室

(前主任: 山田尚達教授)
(現主任: 吉田久教授)

馬 場 実

Studies on the Intestinal Putrefaction of Infants and
Young Children

Part 3. Intestinal Putrefaction of Bottle-fed Babies

Minoru Baba

Department of Pediatrics, Faculty of Medicine,
Shinshu University(Ex-Director: Prof. N. Yamada)
(Director: Prof. H. Yoshida)

第1章 緒 言

著者はさきに乳幼児の腸内腐敗に関する研究の一環として、栄養法別にみた腸内腐敗の変動及び離乳期食品の種類による腸内腐敗の変動につき報告した^{①②}。即ち、腸内腐敗の程度は人工栄養児、離乳食摂取幼児では母乳栄養児より高度であること、離乳期食品がその程度に影響を与え得ることなどを述べた。

藤つて乳児の人工栄養に就ては、養素のみに限つても多くの課題があるが、与えるべき蛋白の量は最も重要なもの一つであり、この問題に就ては現在もなお種々の面から検討が加えられつゝある^{③④⑤⑥⑦}。今回著者は、人工栄養乳児における腸内腐敗につき、特に蛋白の摂取量との関係を中心として検討した。健康な乳児につき、この点を詳細に追求した成績は未だ甚だ乏しいと思われるので茲に報告する。

第2章 実験対象及び実験方法

(1) 実験対象

某乳児院に収容中の健康乳児15名を対象とし、8名及び7名の2群に分けて行つた。月令は3ヶ月から6ヶ月迄で、男児11名、女児4名であつた。これら乳児は実験中はほぼ一定の環境条件下に哺育せられ、乳汁以外の食餌は与えられなかつた。

(2) 実験方法

腸内腐敗産物としては、ヒスタミン様物質(以下ヒ様物質と略す)と硫化水素を選んだ。これらの物質は糞便を材料として測定した。大部分の材料については

そのpHをも併せて測定した。

④ ヒ様物質、硫化水素及びpHの測定法

ヒ様物質の測定はMagnus法によつた。硫化水素の測定は鉛糖紙法によつた。夫々の方法の細部及び判定基準は既報^①に詳述した通りである。尚糞便のpHの測定はホリバのpH meterによつた。

③ 実験食餌の種類及び組成

実験食餌の種類は第1表に示す通りである。添加蛋白源としてはカゼインカルクを、添加含水炭素源としては、蔗糖、第2含水炭素(製品Ne又はRe)を用

第1表 各群の乳児に与えた食餌の種類

第1群

- I 中等量蛋白, 中等量含水炭素食餌
全牛乳+3%第2含水炭素+5%蔗糖
- II 低蛋白, 高含水炭素食餌
3%牛乳+10%第2含水炭素+5%蔗糖
- III 高蛋白, 中等量含水炭素食餌
全牛乳+2.7%カゼインカルク+
5%第2含水炭素+5%蔗糖

第2群

- IV 中等量蛋白, 低含水炭素食餌
全牛乳+5%蔗糖
- V 高蛋白, 低含水炭素食餌
全牛乳+2.7%カゼインカルク+5%蔗糖
- VI 高蛋白, 中等量含水炭素食餌
全牛乳+2.7%カゼインカルク+
5%第2含水炭素+5%蔗糖
- VII 低蛋白, 低含水炭素食餌
3%牛乳+7%蔗糖

いその変動には主として第2含水炭素を使用した。何れも高、低、中等量の3段階に分けこれを組合せて合計7組の食餌を作った。第1群に属する8名には中等量蛋白中等量含水炭素、低蛋白高含水炭素、高蛋白中等量含水炭素食餌を、第2群に属する7名には中等量蛋白低含水炭素、高蛋白低含水炭素、高蛋白中等量含水炭素、低蛋白低含水炭素食餌を夫々交互に7~10日間与えた。たゞし、こゝで中等量、高或は低と云う語は比較的中等量、高或は低と云う意味で用いた。本実験に使用した牛乳の蛋白含有量は、試料の一部につきmicro Kijedah1法によつて12回測定した結果2.9~3.2、平均3.0g/dlであつた。従つて本実験における各種の乳汁の蛋白含有量は、中等量蛋白群では3.0、低蛋白群では2.0、高蛋白群では5.0~5.4g/dlとなり、実際の摂取量(平均値1日体重kg宛)は夫々3.5~3.8、2.4~2.7、6.2~6.5gとほゝなつた。又、含水炭素、脂肪含有量、カロリーに就ては、牛乳成分^④を含水炭素4.5g/dl、脂肪3.2g/dlとして計算すれば、各組において夫々ほゞ第2表、第3表の如くなつた。

第3章 実験成績

1, 2群とも夫々の食餌で哺育した間の各養素の平均1日摂取量は体重kg当り第3表の如くである。この間

における乳児糞便中のヒ様物質、硫化水素量及び糞便の水素イオン濃度は第1図~第6図の如くであり、これらの結果は一括して第4表及び第5表に示した。

(1) 蛋白摂取量と含水炭素摂取量とをともに変動した場合における乳児糞便中ヒ様物質及び硫化水素量の変動

蛋白摂取量の乳児糞便中腐敗産物に及ぼす影響をみるべく、まず第1群の実験を行つた。この際、日常もつとも多く行われている栄養法として、中等量蛋白中等量含水炭素(I)をとり、これと低蛋白、高蛋白の3組につき摂取熱量を可及的等しくして検討した。蛋白量の変動に基く摂取熱量の変動は第2含水炭素で調節した。この場合の成績は第1図、第2図、第3図に示した。図より明らかなように症例により全く変化を示さぬ例もあつたが、低蛋白高含水炭素群におけるヒ様物質、硫化水素の産生量は他の2群に比して減少したものが多かつた。即ちヒ様物質が証明せられた(+)割合はI, II, IIIの組で夫々91.6, 40.0, 100.0%であり、IとII, IIIとIIの間で標本出現率を比較する(以下同様に推計学的に処理した)と有意の差が認められた。(信頼度60%)又、同様に硫化水素については87.5, 50.0, 95.0%であり、IとII, IIIとIIの間で有意の差が認められた。又、糞便pHは高蛋白中等

第2表 各群の乳児に与えた食餌の組成 (100cc 当り)

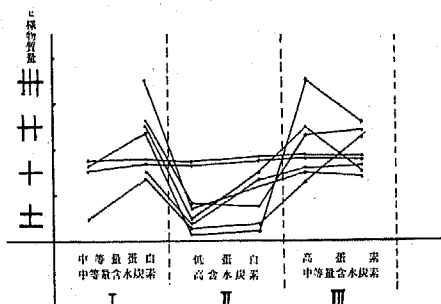
食 餌 の 種 類			カ ロ リ ー	蛋 白 g	含 水 炭 素 g	脂 肪 g
第 1 群	I	中等量蛋白中等量含水炭素	91	3.0	12.5	3.2
	II	低蛋白高含水炭素	97	2.0	17.5	2.1
	III	高蛋白中等量含水炭素	108	5.0	14.3	3.3
第 2 群	IV	中等量蛋白低含水炭素	87	3.0	11.5	3.2
	V	高蛋白低含水炭素	88	5.0	9.6	3.3
	VI	高蛋白中等量含水炭素	107	5.4	13.8	3.3
	VII	低蛋白低含水炭素	68	2.0	10.0	2.1

第3表 各群の乳児が摂取した栄養素の量 (平均摂取量/kg/日, 各組の平均)

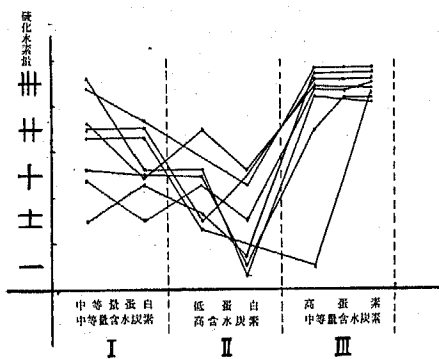
食 餌 の 種 類			カ ロ リ ー	蛋 白 g	含 水 炭 素 g	脂 肪 g
第 1 群	I	中等量蛋白中等量含水炭素	115 (91~136)	3.8 (3.0~4.5)	15.8(12.7~18.7)	4.1 (3.2~4.8)
	II	低蛋白高含水炭素	128 (106~145)	2.7 (2.2~3.0)	23.1(19.2~26.1)	2.8 (2.3~3.1)
	III	高蛋白中等量含水炭素	136 (115~156)	6.3 (5.3~7.1)	17.9(15.2~20.3)	4.1 (3.5~4.4)
第 2 群	IV	中等量蛋白低含水炭素	103 (84~136)	3.5 (3.0~3.8)	13.7(11.4~22.4)	3.8 (3.3~4.1)
	V	高蛋白低含水炭素	111 (94~130)	6.2 (5.4~6.8)	12.7(10.6~18.1)	3.8 (3.3~4.2)
	VI	高蛋白中等量含水炭素	129 (114~148)	6.5 (5.8~7.2)	17.9(13.3~23.0)	3.8 (3.3~4.1)
	VII	低蛋白低含水炭素	86 (69~114)	2.4 (1.8~2.8)	13.7(11.0~19.7)	2.5 (1.9~2.9)

量含水炭素群でやゝ上昇の傾向を示した。

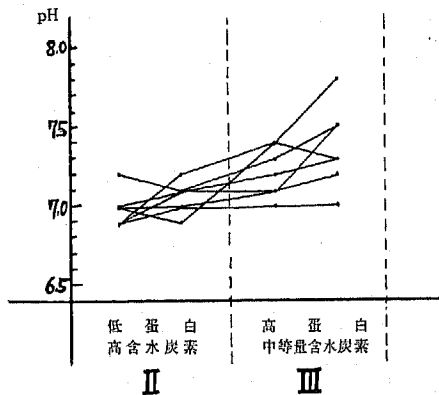
第1図 糞便内ヒ様物質の変動
(第1群)



第2図 糞便内硫化水素量の変動
(第1群)



第3図 糞便 pH の変動
(第1群)



(2) 含水炭素摂取量をほぼ一定にし蛋白摂取量を変動した場合における乳児糞便中ヒ様物質及び硫化水素量の変動

蛋白の摂取量を3.5, 6.2, 2.4gと変動させ、かつ含水炭素摂取量をほぼ一定(12.7~13.7g/kg/日)にすおいた場合の成績は第4図, 第5図, 第6図(Ⅳ, Ⅴ, Ⅵ)に示した。腐敗産物の産生量は、ヒ様物質、硫化水素とも高蛋白低含水炭素群ではもつとも多く、ついで中等量蛋白低含水炭素群であり、低蛋白低含水炭素群では一般に少なかつた。即ち、ヒ様物質が証明せられた(+以上)割合はⅣ, Ⅴ, Ⅶの組で夫々68.7, 100.0, 41.1%であり、ⅣとⅤ, ⅣとⅦ, ⅤとⅦの間で有意の差が認められた。同様に硫化水素が+以上に証明せられた割合は夫々87.5, 100.0, 70.5%であり、

第4表 各種成績の総括
(第1群)

		依	西	滝	坂	藤	峯	中	平
		○	○	○	○	○	○	○	○
		ヒ H ₂ S pH	ヒ H ₂ S pH	ヒ H ₂ S pH	ヒ H ₂ S pH	ヒ H ₂ S pH	ヒ H ₂ S pH	ヒ H ₂ S pH	ヒ H ₂ S pH
Ⅰ	中等量蛋白	卅	卅	+	+	+ ±	± 卅	+ 卅	+ 卅
	中等量含水炭素	卅 卅	卅 卅	+ +	卅 ±	+ +	+ +	卅 +	+ 卅
Ⅱ	低蛋白	± ± 7.0	± ± 6.9	± + 6.9	± + 7.2	+ ± 6.9	± 卅 7.0	± + 7.0	+ +
	高含水炭素	+ + 7.1		+ - 7.2	± ± 7.2	+ - 7.0	± + 6.9	± - 7.0	+ + 7.2
Ⅲ	高蛋白	卅 卅 7.1	+ - 7.3	+ 卅 7.4	卅 卅 7.2	+ 卅 7.0	+ 卅 7.4	卅 卅 7.1	+ 卅 7.4
	中等量含水炭素	+ 卅 7.2	+ 卅 7.5	+ 卅 7.3	卅 卅 7.3	+ 卅 7.0	卅 卅 7.3	卅 卅 7.5	+ 卅 7.8

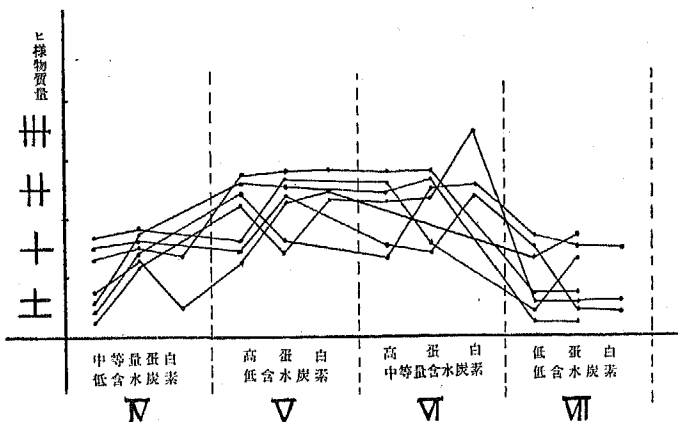
H₂S : 硫化水素 ヒ : ヒスタミン様物質

ⅣとⅦ, ⅤとⅦの間で有意の差が認められた。又, 夫々の間で糞便の pH には著しい変動はみられなかつた。

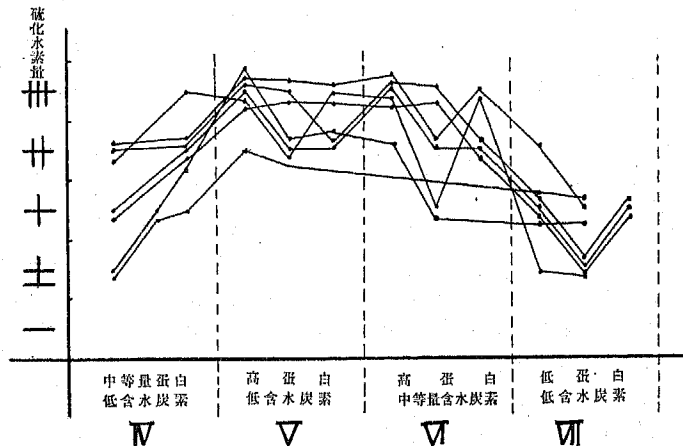
(3) 蛋白摂取量をほぼ一定にし含水炭素摂取量を変動した場合における乳児糞便中ヒ様物質及び硫化水素量の変動

(1) 及び(2)では熱量及び含水炭素量を夫々ほぼ一定にした場合の蛋白摂取量が, 腸内腐敗に及ぼす影響を検索し, 蛋白摂取量の比較的多いときに腸内腐敗産物の多く産生する傾向を認めたので, この条件の許における含水炭素摂取量の腸内腐敗に及ぼす影響を検索した。即ち, 蛋白量をほぼ一定かつ高度(6.2~6.5 g/kg/日)にして添加含水炭素量を, 主に第2含水炭素量を変動して 12.7~17.9 g/kg/日に変動せしめた。使用した第2含水炭素製品(Ne, Re)による差は認められなかつた(第1, 2, 4, 5図), (Ⅲ, Ⅶ)なので, この際の変動を一括して述べれば, 結果は第4図, 第5図(Ⅴ, Ⅵ)に示す如く腐敗産物の産生量は含水炭素の差による2組の間で著しい差はみられなかつた。即ち, ヒ様物質が証明せられた(+以上)割合は夫々100.0, 100.0%であり差は認められず, 又硫化水素についても同様に100.0, 100.0%であつて差は認められなかつた。又, 蛋白摂取量が低度(2.4~2.7 g/kg/日)の際における含水炭素摂取量の変動(13.7~23.1 g/kg/日)の腸内腐敗に及ぼす影響をみると(Ⅱ, Ⅶ)1, 2, 4, 5図中にみられる如く, この場合も含水炭素の高低群の間で著しい差はみられなかつた。即ち, ヒ様物質が証明せられた(+以上)割合は夫々40.0, 41.0%であり, 両者の間に有意の差は認められなかつた。硫化水素については夫々50.0, 70.5%であり有意の差は認められなかつた。又, Ⅴ, Ⅶの間で糞便の pH に著しい変動はみられなかつたが, Ⅱ, Ⅶの間では含水炭素高度添加群においては pH はや

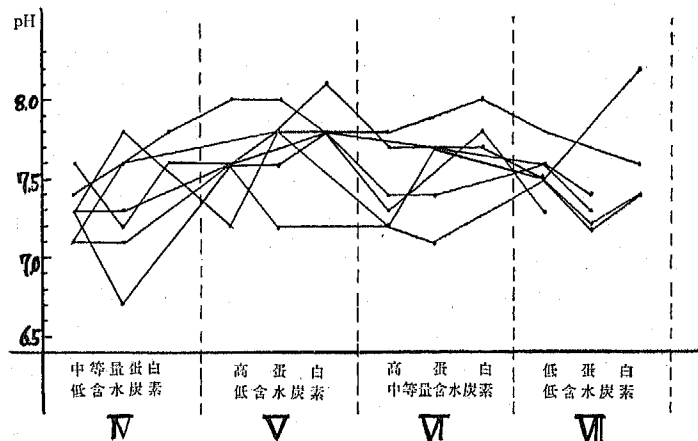
第4図 糞便内ヒ様物質の変動 (第2群)



第5図 糞便内硫化水素量の変動 (第2群)



第6図 糞便 pH の変動 (第2群)



第 5 表

各 種 成 績 の 総 括
(第 2 群)

		中	石	石	新	新	比	山
		○	○	○	○	○	○	○
		ヒ H ₂ S	ヒ H ₂ S	ヒ H ₂ S	ヒ H ₂ S	ヒ H ₂ S	ヒ H ₂ S	ヒ H ₂ S
		pH	pH	pH	pH	pH	pH	pH
IV	中等量蛋白 低含水炭素	+ + 7.3	± 卅 7.1	± 卅 7.3	+ 卅 7.1	± + 7.3	+ ± 7.4	± ± 7.6
		+ 卅 6.7	+ 卅 7.1	+ 卅 7.3	+ 卅 7.6	+ 卅 7.8	+ + 7.6	+ + 7.2
V	高 蛋 白 低 含 水 炭 素	+ 卅 7.6	卅 卅 7.6	卅 卅 7.6	+ 卅	卅 卅 7.2	卅 卅 8.0	+ 卅 7.6
		卅 卅 7.2	+ 卅 7.2	卅 卅 7.6	卅 卅 7.8	+ 卅 7.8	卅 卅 8.0	卅
VI	高 蛋 白 中等量含水炭素	+ 卅 7.2	+ 卅 7.2	卅 卅 7.3	卅 卅 7.7	卅 卅 7.8	卅 卅 7.4	
		+ 卅 7.7	卅 卅 7.1	卅 卅	+ +	卅 卅	卅 + 7.4	
VII	低 蛋 白 低 含 水 炭 素	+ + 7.5	+ + 7.5	± 卅 7.3	± ± 7.6	± + 7.8	± + 7.6	+ + 7.6
		± ± 7.2	+ ± 7.2	± +		± ±	± + 7.4	+ + 7.3
		± + 7.4	+ + 7.4		+ ± 8.2	± + 7.6		

低下の傾向を示した。(第 3, 6 図)

第 4 章 総括及び考按

乳児を人工栄養で哺育する際の問題点としては、種々のものをあげ得るが、投与すべき蛋白の量も最も重要なもの一つであり、最近においても各方面より検討が加えられつつある。例えば Holt^⑧は臨床的観察から 2 g/kg/日程度の低蛋白栄養でも満足すべき発育を営むと述べている。又、弘教授^⑨は肝機能、高津教授^④は電解質、高井教授^③は窒素代謝の面を主として夫々言及している。これらの諸見解の個々につき茲に紹介することは省略するが、要約するとある程度以上の蛋白摂取は乳児にとって反つて好ましくないとされる。

著者^{①②}はさきに乳幼児の腸内腐敗が摂取する食餌により大きく変動することを報告した。その際母乳栄養と人工栄養の乳児を比較すると、後者において腐敗産物の一部が多いこと、並びに動物実験により高蛋白食餌が腐敗産物産生を助長すると思われることを指摘した。今回著者は健康な人工栄養の乳児を対象として、特に摂取蛋白量と腸内腐敗との関係を中心に実験を行った。上述のように、乳児の摂取蛋白量とその生理あるいは病理とに就ては、種々の検討が行われているが、健康乳児につき腸内腐敗との関係においてこの点を詳細に追求した成績は、未だ甚だ乏しいようである。著者が知りえた範囲では僅かに平田教授^{⑩⑪}の報告をみたに止まつた。即ち、回盲部に見出された蛋白

窒素濃度は牛乳栄養児では母乳栄養児の3.5倍であり、とくに牛乳 α-Casein がそのまゝの形で未消化、未分解のまゝ残っているに反し、母乳栄養児、又は1.3%蛋白含有牛乳栄養児では全く α-Casein の存在は認められなかつたという。その結論として3.3%の牛乳蛋白は質的にも量的にも、乳児消化器の生理的蛋白処理能力を越えた過剰投与であると述べている。

著者は本実験において、乳児の食餌中蛋白量を変動して、その際の腸内腐敗の程度を観察した。即ち、まず養素による変動を可及的正確にみるべく、摂取熱量を可及的等しくした実験を行い、ついで主として摂取蛋白量のみを変動せしめて検索した。その結果は実験条件によつて相当の差ありしも、一般に云つて蛋白摂取量を6.3~6.5 g/kg/日程度に増加せしめた場合、腸内に見出されたヒ様物質、硫化水素量は一般に増加の傾向を示した。これに反し、蛋白摂取量を2.4~2.9 g/kg/日程度に減じた場合、上記腐敗産物の量は減少の傾向を示した。なほ糞便 pH を材料の一部のみとて、蛋白摂取量による影響は著しいとは認められなかつた。

蛋白が生体にとつて不可欠な養素であること、殊に成長する乳児にとり必要量が比較的大きいことは異論がない。しかし上述の結果はこのような蛋白もある程度以上の摂取は、乳児にとつて好ましくないとを示し、冒頭に述べた如き他の面からこれを検討した諸家の成績と軌を一にする。腸内に発生せる腐敗産物の一部は、乳児腸管粘膜透過性の如何によつては当然吸収

される¹²が故に弘教授⁸らの成績における高蛋白食による肝機能障害の発生との関連も考慮されよう。又、著者はさきに母乳栄養児の腸内腐敗が人工栄養児に比して軽度のことを報告した。こゝに示した成績はその機序として、両者における蛋白の質と量の問題のうち、母乳と牛乳における蛋白含有量が前者に比較的少いことをも考慮すべきを示唆すると思われる。諸橋助教授¹³によれば高蛋白食餌が腸管内の Bitidus 菌の減少を主体とする菌叢アンバランスを来すという。このアンバランスが、腸内腐敗の原因であるか結果であるかに就ては論議の余地があるが、その何れによるにせよ、高蛋白食餌に伴う腸内腐敗の亢進は腸内菌叢のアンバランス (Dysbakterie) とともに乳児を不利な状態に陥らしめるものと云えよう。

次に乳児栄養における含水炭素と腸内腐敗との関係についてみるに、加藤¹⁴は試験管内において検討したところ、蔗糖は硫化水素の産生をやゝ抑制したに反し、ビオスメールは著しく増加させることを見出しているが、何れもアミンの産生には大きな影響を与えなかつたと云う。著者は前報¹において、動物に高蛋白食餌を与えたとき、一部の腸内腐敗産物産生の増加することを述べ、その際含水炭素としての蔗糖添加がこの産生に対しやゝ抑制的に働くことを報告した。今回の第1実験においては、熱量を一定にすえおくために10%の第2含水炭素を低蛋白食餌に添加した。今回の実験においては、味の点より結果に大きな差を来す可能性も考えられたので第2含水炭素を用いたのであるが、この際の腸内腐敗の程度は明らかに減少の傾向を示した。そこでその後の実験において、第2含水炭素の腸内腐敗に対する影響をみるべく、これを高蛋白食餌及び低蛋白食餌に添加して、その影響を調べた。その結果、場合により pH は軽度の変動を来すものゝ如くであつたが、実験の範囲内において第2含水炭素はヒ様物質及び硫化水素の産生に明らかな影響を与えるものとは考えられなかつた。

以上述べたところより、人工栄養乳児における腸内腐敗の程度は、乳児の摂取蛋白量によつて左右され、ある程度以上の高蛋白食餌は、腸内腐敗を亢進せしめ反つて乳児に不利な影響を与えるであろうと考えられた。又、このような腸内腐敗の亢進に対し、実験範囲内において含水炭素の影響は明らかには認められないと考えられた。生体とくに成長の盛んな乳児期における蛋白の意義は極めて大きい。しかし摂取蛋白量を多くすると腸内に産生されるヒ様物質、硫化水素などの腐敗産物が増量したことは、これらの乳児が外観上からはたとえ健康にみえても、それら腐敗産物を絶えず

より多く吸収し、解毒機能により多くの負担をかけ、代謝の面において、ある意味では不利な状態をもたらす可能性が考えられる。このような意味においても人工栄養乳児の蛋白摂取量と腸内腐敗との関係は注目せらるべきものと考えられる。

第5章 結 論

人工栄養乳児における腸内腐敗につき、蛋白摂取量との関係を中心として検討した。即ち、蛋白摂取量、含水炭素摂取量の両者を変動した場合、その何れか一方のみを変動した場合につき、腸内腐敗産物としての糞便内ヒスタミン様物質と硫化水素の量を測定した。蛋白摂取量は、主に牛乳の稀釈とカゼインカルク添加により変動せしめ、含水炭素摂取量は主に第2含水炭素添加により変動せしめた。

その結果、次の成績を得た。

1. 腸内腐敗産物の一つであるヒスタミン様物質の健康人工栄養乳児腸内での産生は、蛋白摂取量の比較的多いときには比較的多く認められた。
2. 腸内腐敗産物の一つである硫化水素の健康人工栄養乳児腸内での産生は、蛋白摂取量の比較的多いときには比較的多く認められた。
3. 腸内腐敗産物としてのヒスタミン様物質、硫化水素の健康人工栄養乳児腸内での産生には、蛋白摂取量の多いとき、少いときの何れの場合にも第2含水炭素摂取量によつて明らかな変動を認めなかつた。

(稿を終るに臨み、終始御懇篤なる御指導と御校閲を賜つた吉田教授に深甚なる謝意を表します。又、本研究の端緒を与え御教示、御助言を賜つた山田尚達前教授、加藤英夫前助教授に深謝致します。本研究の一部は、森永奉仕会研究奨励金により、その内容は第12回東日本小児科学会にて発表された。)

文 献

- ①馬場 実：日児誌，62：(12)，1474，昭33
- ②馬場 実：日児誌，62：(12)，1481，昭33
- ③高井俊夫：小児科診療，23：(9)，1219，昭35
- ④高津忠夫：日本医事新報，1889，14，昭35年7月9日
- ⑤Woodruff, C. W.: J. A. M. A., 175: (2), 114, 1961
- ⑥Holt, L. E. J. Pediat., 54: (4), 496, 1959
- ⑦György, P.: Federation Proceedings, 18, 9, 1959
- ⑧弘 好文：児科雑誌，54：(3)，173，昭25
- ⑨実験に使用した牛乳配布乳業研究所資料による
- ⑩平田美穂：63回日本小児科学会総会，昭35
- ⑪平田美穂：65回日本小児科学会総会，昭37
- ⑫高橋吡正：最新医学，10：(4)，692，昭30
- ⑬諸橋健雄：

臨内小, 14: (6), 697, 1959 @加藤英夫:信州医誌, 2: (3), 196, 1953

ABSTRACT

1. The intestinal putrefaction of bottle-fed babies was studied.

1) The products of intestinal putrefaction such as histamin-like substance and H_2S were more dominantly found in the feces of "high protein milk"-fed babies.

2) In this experiment, no effects of carbohydrate (α -starch) on the amount of putre-

factive products were observed.

2. In the nutrition of infants, the significance of protein is a matter of the gravest concern for every pediatrician. It is not easy, however, to determine the optimal amount of protein intake in infant. The author found that "high protein milk"-fed infant produced more putrefactive products in the feces. He suggests incessant absorption of such products might induce untoward condition in metabolism of infants.