



| | |
|------------------|---|
| Title | 乳養期子牛の哺乳後における血中成分の経時的変化 : 1. 初生子牛の初乳および常乳給与後の変化 |
| Author(s) | 上山, 英一; Ueyama, Eiichi |
| Citation | 北海道大学農学部附属牧場研究報告, 9, 14-22 |
| Issue Date | 1979-05-02 |
| Doc URL | https://hdl.handle.net/2115/48896 |
| Type | departmental bulletin paper |
| File Information | 9_14-22.pdf |



乳養期子牛の哺乳後における 血中成分の経時的变化

1. 初生子牛の初乳および常乳給与後の変化

上 山 英 一

(北海道大学農学部)

緒 言

近年、酪農経営の規模拡大や乳用種雄子牛による肉生産の増大にともない、哺乳期における飼料費の節減ならびに省力管理をねらいとして、代用乳利用による早期離乳方式が子牛の飼育管理方法として普及して来ている。

しかし、この成育期における子牛は消化器障害を起しやすく、その主な原因は飼養技術の不備に由来するとされ、これがその後の発育の停滞や生産能力の低下、さらには、育成期間の子牛の損耗率の増大につながるものが一般に認められている。したがって、代用乳の質的改善や適切な利用方法は、子牛の飼養に関する研究の中で重要な課題となっており、古くから各国で研究が進められて来ている。こうした研究の成果により、現在では、乳成分中の糖、脂肪等については、乳成分以外の材料により代替が可能となっているが、蛋白質については未だ完全な代替は達成されておらず、これが最近における研究の中心的課題となっている。これらの課題に対処するためには、反芻胃機構が未発達で液状飼料を要する子牛の乳養期における消化機能の解明が必要である。消化機能の研究を行う手段として、現在まで、消化試験や飼養試験に加えて、屠殺による消化酵素の検索や消化管へのカニューレ装着による内容物の変化の測定等の方法が用いられて来っており¹⁾、単胃動物では、血中遊離アミノ酸を測定する方法が蛋白質栄養を研究する方法として有効であることが認められている⁷⁾。

本研究は未だ不明とされている子牛の出生時における蛋白質の消化能力について調査し、併せて、血中遊離アミノ酸濃度を測定する方法が、乳養期における子牛の蛋白質消化機能を研究する上で、適用可能か否かを探る目的で実施した。

試 験 方 法

1. 供試動物および飼養処理 北大第2農場生産のホルスタイン種初生雄子牛14頭を用い、これを3群に分けて、以下に示す飼養処理を行なった。すなわち、第1群(5頭、体重43.2(平均)±3.1(標準偏差)kg)には、各子牛の母牛より得た初乳を給与し、第2群(5頭、43.2±5.8kg)には、農場生産の混合乳を給与した。第3群(4頭、43.8±5.0kg)には、水を含め一

切無給与とした。哺乳は各子牛が出生して約5時間経過後に行ない、体重の約5%相当量を給与した。供試乳の成分組成を Table 1 に示した。

Table 1. Composition of milk and colostrum

| | Fat | Total protein | Casein | Lactose |
|-----------|-------------------------|---------------|-----------|-----------|
| | (%) | | | |
| Milk | 3.40±0.08 ¹⁾ | 3.06±0.08 | 2.52±0.10 | 4.50±0.04 |
| Colostrum | 4.86±0.40 | 14.05±4.45 | 2.83±0.72 | 2.68±0.72 |

1) Average±standard deviation.

2. 血液の採取 各子牛について、哺乳の0.5時間前と哺乳後0.5, 1.5, 3.5, 5.5, 8.0時間目の6回の採血を行なった。なお、第3群の子牛の採血は、哺乳群の間隔に準じて行なったが、哺乳群の子牛が給与乳の嚙下に要した時間は10分以内であった。採血は、子牛の保定後、ヘパリンを塗布した注射筒に、頸静脈より、毎回約15mlの血液を採取し、子牛を開放するという手順で実施したが、この間に要した時間は2~5分である。血液は、採取後直ちに遠沈(1,400×g, 20分間)して血漿を分取し、これを分析に供するまで-20°C以下に凍結保存した。

3. 分析方法 血漿グルコース(以下PG)量は、NaOH·ZnSO₄により除蛋白後、グルコースオキシダーゼ法⁵⁾により測定した。血漿免疫グロブリン(以下PIG)量は、Disc電気泳動法⁹⁾により分画後、デンストメータ(OZUMOR-82型, 明日香工業)により濃度を測定した。なお、PIGの分析には、分離直後の血漿を用いた。血漿遊離アミノ酸(以下PFAA)濃度は、30%スルホサリチル酸溶液(内部指示薬として5μmol/mlのNロイシンを含有)1部を血漿9部に加えて除蛋白後、自動アミノ酸分析装置(Hitachi Liquid Chromatograph 034型, 日立製作所)により分析測定した。

4. 統計処理 試験結果をSnedecorの方法¹³⁾により分析した。

試験結果および考察

1. PG濃度 各群の哺乳前のPG濃度と、その後の経時の変動の推移を、この濃度の百分率に換算し、その結果をTable 2に示した。無哺乳の第3群では、経時の変動が極めて少なかったのに対し、哺乳群では、0.5時間後に早くもPG濃度の上昇が認められた。最高濃度に達したのは、第1群で0.5時間後、第2群で3.5時間後と異なり、8時間後には両群とも哺乳前の約20%高の水準に低下した。哺乳群と第3群との間のこのような変動率の差は、哺乳後0.5~3.5時間目で、さらに第2群の結果は5.5時間目においても、統計的に有意であった。哺乳群間では、常乳給与の第2群が常に高い変動率を示し、3.5時間後の差は有意であった。給飼後の血糖値の変動は、子牛の炭水化物の消化能を探る上での1手法として、以前より、研究に用いられている³⁾。さらに、子生は、出生時に、すでに高い乳糖の消化能を有し、牛乳中の

乳糖の消化率は、100%にほぼ近い値が報告されている¹¹⁾。このような既往の研究結果からみて、本試験の哺乳群に認められたPG値の変動は、各群の子牛の乳糖摂取量の差に起因するものと考えられる。

Table 2. Changes in concentration of glucose in blood plasma as affected by time after feeding

| Group of calves | Time relative to feeding | | | | | |
|-----------------|------------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|--------------------------|--------------|
| | 0.5 hr before (mg/100 ml) | 0.5 hr after | 1.5 hr after | 3.5 hr after | 5.5 hr after | 8.0 hr after |
| 1 | 73.66 ± 4.41 ²⁾ | 134.0 ± 11.2 ^a | 132.0 ± 3.6 ^a | 127.4 ± 11.7 ^a | 121.0 ± 9.0 ^a | 120.0 ± 13.3 |
| 2 | 80.68 ± 4.99 | 140.4 ± 12.0 ^a | 167.4 ± 17.6 ^a | 187.4 ± 16.1 ^b | 145.4 ± 9.1 ^a | 123.2 ± 11.0 |
| 3 | 78.75 ± 2.38 | 94.0 ± 4.1 ^b | 95.8 ± 6.0 ^b | 88.3 ± 4.2 ^c | 97.3 ± 3.8 ^b | 105.3 ± 4.0 |

1) Percentage to the concentration at time 0.5 hr before feeding.

2) Average ± S.E. of mean.

a, b, c Means in the same column bearing different superscript letters differ significantly ($P < 0.05$).

2. PiG 濃度 経時的 PiG 濃度の変動を哺乳前濃度の百分率に換算し、その結果を Table 3 に示した。第 2 群および第 3 群では、いずれも著しい変化を示さなかったが、第 1 群では、哺乳 1.5 時間後にわずかながら上昇が認められ、3.5 時間後以降は著しく増加した。しかし、第 1 群の上昇率も子牛間で大きな差がみられ、2, 3 群との変動率の差が有意となったのは、3.5 時間後以降の結果においてであった。母牛から子牛への免疫物質の伝達に、初乳が重要な役割を果たすことや、これを吸収する子牛の生理機能が、生後短時間を失われることは、広く知られている。したがって、初乳では、免疫物質の免疫グロブリン (以下 IG) が含有蛋白質の大部分を占めるのに対し、常乳中の同蛋白質含量は極めて少ない。BUSH ら¹⁾ は初生子牛 PiG の濃度と初乳中の IG 濃度との間に正の直線的な回帰関係のあることを報告している。本試験で認められた第 1 群と第 2, 3 群との間の PiG の変動率の差ならびに第 1 群の子牛間の上昇率の差は、これらの事実を照して、IG 摂取量の差に由来することは明らかである。本試験で用いた初乳中の蛋白含量は、Table 1 の偏差値から明らかのように、8.70~20.10% と大きな

Table 3. Changes in concentration of immunoglobulin in blood plasma as affected by time after feeding

| Group of calves | Time relative to feeding | | | | | |
|-----------------|--------------------------|--------------------------|--------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| | 0.5 hr before | 0.5 hr after | 1.5 hr after | 3.5 hr after | 5.5 hr after | 8.0 hr after |
| | (% ¹⁾) | | | | | |
| 1 | 100.0 | 99.8 ± 4.1 ²⁾ | 120.0 ± 11.8 | 255.6 ± 50.1 ^a | 337.0 ± 73.6 ^a | 375.6 ± 89.5 ^a |
| 2 | 100.0 | 98.2 ± 4.6 | 103.6 ± 5.7 | 94.8 ± 7.0 ^b | 95.2 ± 7.0 ^b | 92.8 ± 6.4 ^b |
| 3 | 100.0 | 85.8 ± 4.9 | 92.8 ± 5.2 | 98.0 ± 8.7 ^b | 82.5 ± 6.8 ^b | 85.0 ± 7.0 ^b |

1), 2), a, b Same as the footnotes in Table 2.

違いがあった。哺乳後の PIG 濃度の経時の変動について、PATT ら¹⁰⁾は、常乳に IG を加えて初生子牛に投与した試験で、哺乳 1 時間後においては、IG 無添加乳投与群との間に PIG 濃度の差が認められなかったが、3 時間後以降には著しい上昇傾向が現われ、15 時間後までこの傾向が継続したと報告している。これは、本試験の結果とほぼ一致するものであり、こうした事実から、IG の吸収は、前述した乳糖に比較して、哺乳後緩やかに進行するものと判断される。

3. PFAA 濃度 各群の哺乳前の PFAA 濃度とその後の経時の変動を、PG 濃度と同様に百分率に換算し、その結果を、スレオニン (Thr)、バリン (Val)、メチオニン (Met)、イソロイシン (Ileu)、ロイシン (Leu)、フェニルアラニン (Phe)、リジン (Lys)、ヒスチジン (His)、アルギニン (Arg) と、これらを合計した必須アミノ酸 (EAA) については Table 4 に、セリン (Ser)、グルタミン酸 (Glu)、プロリン (Pro)、グリシン (Gly)、アラニン (Ala)、チロジン (Tyr) と、これらを合計した非必須アミノ酸 (NEAA) ならびに、上記 EAA と NEAA を総合した全アミノ酸 (TAA) については Table 5 にそれぞれ掲げた。PFAA の濃度ならびにその変動率には、子牛の個体間で著しい差異がみられた。しかし、哺乳前の濃度は、各アミノ酸とも、群間に有意な差がなかった。

哺乳群の PFAA 濃度の経時の変動には、第 1 群の Arg, Glu, Pro 等一部のアミノ酸を除き、EAA, NEAA, TAA の変動に代表されるような、特徴的なパターンが認められた。すなわち、第 1 群では、哺乳直後の 0.5 時間目ないしは 1.5 時間目に最高値に達した後、3.5 時間後に低下を示し、5.5 時間後から 8.0 時間後にかけて再び上昇した。第 2 群も第 1 群とほぼ同様のパターンを示したが、5.5 時間後に最低値を示した点で異なった。これに対し、無哺乳の第 3 群では、0.5~5.5 時間後間の変動が、Met, Arg, Pro, Tyr 以外のアミノ酸で、比較的小さく、8.0 時間後に著しく上昇した。RONY ら¹²⁾は、代用乳に添加する脂肪の種類についての比較試験の中で、30 日齢および 60 日齢の子牛について、本試験の哺乳群と同様な哺乳後の PFAA 値の変動パターンを観測している。一方、単胃動物では、食物の摂取にかかわらず、血中遊離アミノ酸濃度の特徴的な日内変動が認められるとの報告もある⁷⁾。したがって、本試験の哺乳群と無哺乳群との間に認められた PFAA 濃度の変動パターンの差は、哺乳の有無による蛋白質栄養への影響のほか、食物の摂取が生理的リズムを誘起したことも考えられる。しかし、後者についてはさらに検討を要する。哺乳群間の変動パターンの違いについては、糖の摂取が PFAA 濃度を低下させると報告されている⁷⁾ところから、前述した、両群の乳糖摂取量の差が影響したとも考えられる。

PFAA 濃度の変動率は、群間に著しい差が観察された。とくに哺乳群間の差異は大きく、第 1 群では、3.5 時間後の Phe、3.5~8.0 時間後の Gly を除き、いずれも哺乳前の濃度を上回る水準で推移したのに対し、第 2 群では、0.5 と 8.0 時間後を除き、哺乳前の水準ないしはこれ以下の変動率値を示した。したがって、これら 2 群間の変動率値は、0.5 時間後の Met, His, Arg, Glu, Pro, Gly, Ala, Tyr、1.5 時間後の Met, Lea, His, Arg, Glu, Pro, Gly, Ala, Tyr、

Table 4. Changes in concentration of free amino acids in blood plasma as affected by time after feeding

| Group of calves | Time relative to feeding | | | | | |
|-----------------|------------------------------|-----------------------------|------------------------------|------------------------------|---------------------------|------------------------------|
| | 0.5 hr before (mg/100 ml) | 0.5 hr after | 1.5 hr after | 3.5 hr after | 5.5 hr after | 8.0 hr after |
| | | | Threonine | | | |
| 1 | 5.44 ± 0.45 ²⁾ | 153.0 ± 16.8 ^a | 157.8 ± 16.3 ^a | 108.6 ± 10.2 | 121.4 ± 12.8 ^a | 145.6 ± 13.9 ^a |
| 2 | 6.01 ± 0.46 | 109.8 ± 6.8 ^b | 111.8 ± 8.3 ^b | 94.6 ± 5.4 | 69.2 ± 4.6 ^b | 86.2 ± 7.4 ^b |
| 3 | 4.80 ± 0.87 | 99.0 ± 9.7 ^b | 109.0 ± 5.9 ^b | 104.3 ± 11.9 | 111.3 ± 12.7 ^a | 143.8 ± 12.6 ^a |
| | | | Valine | | | |
| 1 | 1.56 ± 0.15 | 166.2 ± 17.4 ^a | 141.6 ± 15.9 ^a | 113.2 ± 12.3 ^a | 146.4 ± 14.8 ^a | 185.2 ± 19.2 ^a |
| 2 | 1.53 ± 0.18 | 116.4 ± 91.2 ^b | 91.2 ± 10.7 ^b | 78.6 ± 7.0 ^b | 60.4 ± 7.1 ^b | 91.2 ± 11.2 ^b |
| 3 | 1.59 ± 0.18 | 90.3 ± 12.7 ^c | 86.5 ± 9.6 ^b | 88.3 ± 12.6 ^a | 78.0 ± 12.3 ^b | 96.0 ± 15.9 ^b |
| | | | Methionine | | | |
| 1 | 0.31 ± 0.02 | 188.0 ± 8.6 ^a | 147.2 ± 13.8 ^a | 103.0 ± 8.7 | 121.0 ± 16.0 ^a | 216.2 ± 14.9 ^a |
| 2 | 0.33 ± 0.01 | 131.4 ± 5.5 ^{a, b} | 103.2 ± 16.1 ^{a, b} | 76.8 ± 11.5 | 68.6 ± 11.4 ^b | 129.8 ± 20.0 ^b |
| 3 | 0.34 ± 0.02 | 120.5 ± 17.7 ^b | 63.0 ± 3.3 ^b | 124.8 ± 10.1 | 139.3 ± 10.4 ^a | 173.3 ± 11.1 ^a |
| | | | Isoleucine | | | |
| 1 | 0.44 ± 0.03 | 236.0 ± 16.7 ^a | 208.4 ± 19.5 ^a | 158.2 ± 7.5 ^a | 199.2 ± 9.7 ^a | 166.2 ± 23.1 ^a |
| 2 | 0.46 ± 0.03 | 174.4 ± 17.3 ^b | 114.2 ± 9.5 ^b | 104.4 ± 16.0 ^b | 85.0 ± 14.4 ^b | 120.8 ± 17.2 ^{a, b} |
| 3 | 0.45 ± 0.04 | 91.3 ± 10.3 ^c | 77.0 ± 9.4 ^c | 82.8 ± 6.2 ^b | 81.8 ± 7.3 ^b | 97.8 ± 9.1 ^b |
| | | | Leucine | | | |
| 1 | 0.96 ± 0.08 | 198.4 ± 16.0 ^a | 142.0 ± 17.0 | 122.8 ± 6.0 ^a | 170.8 ± 14.4 ^a | 215.2 ± 22.0 ^a |
| 2 | 0.98 ± 0.08 | 142.2 ± 10.4 ^b | 92.6 ± 16.7 | 81.8 ± 11.8 ^b | 66.4 ± 10.2 ^b | 108.2 ± 10.9 ^b |
| 3 | 0.96 ± 0.11 | 94.3 ± 15.1 ^c | 97.8 ± 11.5 | 91.3 ± 16.5 ^{a, b} | 89.0 ± 9.8 ^b | 103.3 ± 18.2 ^b |
| | | | Phenylalanine | | | |
| 1 | 0.76 ± 0.03 ²⁾ | 168.6 ± 9.8 ^a | 153.4 ± 18.8 ^a | 94.2 ± 8.8 | 121.4 ± 14.1 ^a | 148.4 ± 18.6 |
| 2 | 0.72 ± 0.04 | 127.0 ± 4.5 ^b | 99.6 ± 10.7 ^b | 85.8 ± 6.2 | 70.4 ± 6.3 ^b | 108.0 ± 16.6 |
| 3 | 0.80 ± 0.05 | 84.5 ± 13.1 ^c | 109.8 ± 7.0 ^a | 90.8 ± 12.2 | 102.0 ± 13.4 ^a | 114.3 ± 17.6 |
| | | | Lysine | | | |
| 1 | 1.61 ± 0.19 | 196.0 ± 12.7 ^a | 167.8 ± 10.7 ^a | 128.0 ± 15.5 | 169.8 ± 15.1 ^a | 212.0 ± 26.0 ^a |
| 2 | 1.57 ± 0.14 | 129.8 ± 11.5 ^b | 110.8 ± 12.3 ^b | 99.2 ± 6.2 | 85.6 ± 6.3 ^b | 103.8 ± 23.7 ^b |
| 3 | 1.64 ± 0.26 | 119.0 ± 8.8 ^b | 109.0 ± 8.5 ^b | 102.5 ± 9.2 | 119.5 ± 6.0 ^c | 127.8 ± 10.2 ^b |
| | | | Histidine | | | |
| 1 | 2.05 ± 0.14 | 132.0 ± 13.9 | 121.0 ± 9.9 | 102.2 ± 5.0 | 120.4 ± 11.2 ^a | 160.2 ± 20.6 ^a |
| 2 | 2.15 ± 0.10 | 113.2 ± 17.5 | 108.6 ± 8.0 | 110.2 ± 14.4 | 85.4 ± 7.7 ^b | 110.8 ± 18.3 ^a |
| 3 | 1.94 ± 0.22 | 104.0 ± 14.9 | 100.0 ± 5.5 | 103.8 ± 13.3 | 107.0 ± 16.3 ^a | 93.0 ± 10.4 ^b |
| | | | Arginine | | | |
| 1 | 1.59 ± 0.14 | 129.0 ± 8.7 | 103.2 ± 13.1 ^a | 122.8 ± 12.9 ^a | 138.0 ± 15.7 ^a | 153.4 ± 22.0 ^a |
| 2 | 1.63 ± 0.07 | 111.2 ± 17.5 | 87.4 ± 15.2 ^a | 72.4 ± 13.4 ^b | 46.6 ± 11.0 ^b | 74.8 ± 12.4 ^b |
| 3 | 1.52 ± 0.10 | 113.0 ± 8.9 | 155.0 ± 3.2 ^b | 112.0 ± 14.5 ^{a, b} | 116.3 ± 15.1 ^a | 117.5 ± 13.1 ^a |
| | | | Total Essential Amino Acids | | | |
| 1 | 14.51 ± 0.60 | 159.2 ± 9.4 ^a | 145.8 ± 8.9 ^a | 112.0 ± 6.5 ^a | 135.8 ± 8.2 ^a | 153.8 ± 7.2 ^a |
| 2 | 15.38 ± 0.84 | 118.4 ± 6.1 ^b | 104.4 ± 7.9 ^b | 92.0 ± 5.2 ^b | 69.8 ± 4.3 ^b | 95.0 ± 10.1 ^b |
| 3 | 15.06 ± 1.37 | 102.0 ± 7.2 ^b | 107.3 ± 2.8 ^b | 103.3 ± 9.2 ^{a, b} | 108.0 ± 5.3 ^c | 122.4 ± 4.1 ^b |

1), 2), a, b, c Same as the footnotes in Table 2.

Table 5. Changes in concentration of free amino acids in blood plasma as affected by time after feeding

| Group of calves | Time relative to feeding | | | | | |
|-----------------|--------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|-----------------------------|------------------------------|
| | 0.5 hr before (mg/100 ml) | 0.5 hr after | 1.5 hr after | 3.5 hr after | 5.5 hr after | 8.0 hr after |
| | Serine | | | | | |
| 1 | 1.21 ± 0.12 ²⁾ | 152.0 ± 9.3 ^a | 151.0 ± 13.3 ^a | 112.2 ± 9.4 | 149.6 ± 10.5 ^a | 188.4 ± 19.5 ^a |
| 2 | 1.25 ± 0.12 | 108.2 ± 10.5 ^b | 110.4 ± 11.4 ^b | 96.4 ± 13.4 | 66.4 ± 9.2 ^b | 98.4 ± 13.1 ^b |
| 3 | 1.22 ± 0.11 | 103.0 ± 7.5 ^b | 109.3 ± 3.1 ^b | 110.8 ± 10.1 | 123.5 ± 6.0 ^{a, b} | 152.0 ± 10.0 ^{a, b} |
| | Glutamic acid | | | | | |
| 1 | 1.15 ± 0.10 | 123.8 ± 18.8 | 160.6 ± 20.8 ^a | 274.0 ± 7.2 ^a | 290.2 ± 25.3 ^a | 302.2 ± 12.7 ^a |
| 2 | 1.03 ± 0.08 | 113.0 ± 11.7 | 106.6 ± 17.1 ^{a, b} | 106.2 ± 18.0 ^b | 87.0 ± 11.0 ^b | 102.8 ± 12.3 ^b |
| 3 | 1.13 ± 0.13 | 99.8 ± 5.6 | 94.8 ± 11.6 ^b | 114.0 ± 20.7 ^b | 121.8 ± 19.7 ^b | 127.8 ± 13.9 ^b |
| | Proline | | | | | |
| 1 | 1.58 ± 0.15 | 195.6 ± 17.8 ^a | 179.4 ± 16.6 ^a | 184.2 ± 17.4 ^a | 185.4 ± 15.4 ^a | 214.6 ± 15.1 ^a |
| 2 | 1.53 ± 0.06 | 141.0 ± 16.3 ^{a, b} | 125.0 ± 20.7 ^{a, b} | 111.2 ± 7.4 ^b | 86.2 ± 12.5 ^b | 134.0 ± 15.8 ^b |
| 3 | 1.60 ± 0.21 | 125.3 ± 11.8 ^b | 120.5 ± 16.2 ^b | 134.5 ± 17.7 ^{a, b} | 141.8 ± 16.7 ^a | 136.0 ± 17.8 ^b |
| | Glycine | | | | | |
| 1 | 3.90 ± 0.30 | 115.0 ± 6.3 ^a | 118.8 ± 12.6 ^a | 85.0 ± 7.4 | 85.4 ± 13.6 ^a | 76.4 ± 10.8 ^a |
| 2 | 3.84 ± 0.32 | 94.0 ± 3.4 ^{a, b} | 86.6 ± 2.9 ^{a, b} | 63.8 ± 1.8 | 45.4 ± 3.5 ^b | 53.0 ± 4.0 ^b |
| 3 | 3.71 ± 0.28 | 96.8 ± 7.6 ^b | 99.0 ± 5.0 ^b | 91.5 ± 11.8 | 94.3 ± 14.3 ^{a, b} | 111.5 ± 16.3 ^b |
| | Alanine | | | | | |
| 1 | 4.32 ± 0.38 | 130.4 ± 10.7 | 150.0 ± 16.5 | 115.0 ± 14.3 | 109.2 ± 18.0 ^a | 111.2 ± 14.5 ^a |
| 2 | 4.59 ± 0.44 | 115.4 ± 5.0 | 115.4 ± 9.0 | 81.0 ± 7.2 | 51.2 ± 5.0 ^b | 65.0 ± 8.8 ^b |
| 3 | 4.23 ± 0.63 | 109.8 ± 6.4 | 119.3 ± 3.8 | 112.0 ± 16.7 | 124.3 ± 16.1 ^a | 135.5 ± 18.8 ^a |
| | Tyrosine | | | | | |
| 1 | 0.54 ± 0.04 | 168.2 ± 24.2 ^{a, b} | 116.2 ± 18.9 | 70.2 ± 3.6 ^a | 139.4 ± 16.4 ^a | 196.2 ± 17.4 ^a |
| 2 | 0.49 ± 0.02 | 160.4 ± 9.5 ^a | 110.4 ± 7.0 | 84.8 ± 12.1 ^{a, b} | 64.4 ± 5.9 ^b | 128.2 ± 17.7 ^b |
| 3 | 0.52 ± 0.06 | 109.0 ± 7.0 ^b | 167.0 ± 25.7 | 120.8 ± 16.4 ^b | 109.5 ± 20.5 ^a | 182.0 ± 5.3 ^a |
| | Total Nonessential Amino Acids | | | | | |
| 1 | 12.69 ± 0.68 | 135.2 ± 7.3 ^a | 143.2 ± 12.5 ^a | 126.8 ± 10.5 ^a | 131.2 ± 12.9 ^a | 142.6 ± 11.7 ^a |
| 2 | 12.73 ± 0.89 | 112.6 ± 2.9 ^b | 106.0 ± 6.3 ^b | 82.8 ± 3.0 ^b | 58.4 ± 3.8 ^b | 77.8 ± 5.7 ^b |
| 3 | 12.41 ± 1.06 | 106.5 ± 5.1 ^b | 112.5 ± 1.9 ^{a, b} | 109.0 ± 8.4 ^a | 117.3 ± 7.2 ^a | 132.0 ± 9.2 ^a |
| | Total Amino Acids | | | | | |
| 1 | 27.20 ± 1.10 | 148.0 ± 8.0 ^a | 144.8 ± 10.1 ^a | 119.0 ± 8.1 ^a | 143.0 ± 9.2 ^a | 148.8 ± 8.9 ^a |
| 2 | 28.11 ± 1.69 | 115.6 ± 3.7 ^b | 105.0 ± 6.9 ^b | 87.8 ± 3.3 ^b | 64.6 ± 3.6 ^b | 87.0 ± 7.6 ^b |
| 3 | 27.47 ± 2.03 | 104.0 ± 6.1 ^b | 109.5 ± 2.3 ^b | 105.5 ± 8.0 ^{a, b} | 111.8 ± 4.2 ^a | 126.5 ± 6.0 ^a |

1), 2), a, b Same as the footnotes in Table 2.

3.5時間後の Thr, Met, Phe, Lys, His, Ser, Gly および, 8.0時間後の Ileu, Phe, His 以外で, 第1群が有意に高かった。第2群は, 第3群に対して, 0.5時間後において高い値を示し, Val, Ileu, Leu, Phe, Pro, Tyr 等が有意ないしは有意に近い ($P < 0.1$) 結果となったが, これ以降は, 同等ないしは低い変動率を示し, 3.5時間後の Val, NEAA, 5.5時間後の Thr, Met, Phe, Lys, His, Arg, Pro, Ala, Tyr, EAA, NEAA, TAA および 8.0時間後の Thr, Met, Arg, Ala, Tyr, NEAA, TAA は, むしろ, 有意に低い値となった。子牛の給与飼料と PFAA 濃度との関係については次のような研究報告が発表されている。LEIBHOLZ⁶⁾ は, 子牛の3日齢から24週齢までの発育にともなう PFAA 濃度の変化を調査した報告の中で, 脱脂粉乳給与時の PFAA 濃度が肉蛋白質給与時よりも高いことを認め, 給与飼料と PFAA 濃度との関連性を指摘している。前述の RONY ら¹²⁾ は, 代用乳の利用効率が PFAA 濃度にある程度反映することを報告している。また WILLIAMS と SMITH¹⁴⁾ は, 35日齢の子牛に全乳を給与し, PFAA 濃度を経時的に測定した結果, 哺乳後3~5時間で哺乳前の濃度より低下することを認めており, これは本試験の結果とも一致する。さらに, 子牛の生時における蛋白質消化能に関しては, HUBER ら⁴⁾ が屠殺法により消化酵素を検索した結果, 子牛の第4胃には, 生時すでに高いプロテアーゼ活性が認められたと報告している。幼齢時子牛の第4胃には, 凝乳酵素のレンニンの活性が高く¹¹⁾, 摂取された乳汁は, ここで, カゼインとホエーに分離され, 後者は摂取後約5分で腸内に移行するのに対し, 前者は第4胃に滞留して徐々に分解されて腸に移行することが, 腸管カニューレによる試験⁸⁾ で明らかにされている。これらの研究報告から判断して, 本試験の哺乳群に観察された PFAA 濃度の変動は, 摂取乳中の蛋白質の量ならびに質の違いが, これら蛋白質の消化ならびに吸収の面に反映した結果ということが出来る。初乳給与の第1群の子牛については, 生理上の特性から, 吸収した IG による影響も予想されるが, 前述した PIG 濃度の推移からみて, 少なくとも哺乳後1.5時間目までの変化に関与する可能性は極めて少ない。

以上の結果から総合的に考察して, PFAA 濃度を測定する方法は, 今後, 糖による影響を検討する必要性が残されているが, 乳養期子牛の蛋白質栄養を研究する上で, 適用可能であると結論しうる。

要 約

初生子牛の蛋白質消化能と乳養期子牛の蛋白質栄養の研究に PFAA 濃度を測定する方法の適用の可能性について検討する目的で, 14頭のホルスタイン種雄子牛を用いて試験を実施した。子牛を3群に分け, 生後約5時間経過時に, 第1群には初乳を, 第2群には常乳を, 体重の約5%相当量給与し, 第3群は無給与とした。各子牛より, 哺乳0.5時間前と哺乳後0.5, 1.5, 3.5, 5.5, 8.0時間目に頸静脈より採血し, PG, PIG および PFAA 濃度について測定した。

PG 濃度は、哺乳後 0.5 時間目で上昇をはじめ、第 1 群では 0.5 時間後、第 2 群では 3.5 時間後に最高値に達する経時的変動を示した。第 1 群は第 2 群より高い濃度水準で推移した。第 3 群の PG 濃度の変動は、わずかであった。PIG 濃度は、第 1 群で、1.5 時間後にわずかに増加し、その後、急速に上昇した。第 2, 3 群にはほとんど変動が認められなかった。

PFAA 濃度は、哺乳群において、特徴的な経時的変動パターンを示した。第 1 群の変動率は、第 2 群のそれよりも高い水準で推移した。

これらの結果にもとづき、PFAA 濃度と哺乳との関係について考察した。

参 考 文 献

- 1) BUSH, L. J., M. A. AGUILERA, G. D. ADAMS and E. W. JONES (1971) Absorption of colostrum immunoglobulins by newborn dairy calves. *J. Dairy Sci.*, **54**: 1547-1549.
- 2) BUTLER, J. E., (1974) Immunoglobulins of the mammary secretions. *Lactation*, ed. B. L. LARSON and V. R. SMITH, Vol. III, p.217-255. Academic Press, New York.
- 3) HUBER, J. T. (1969) Development of the digestive and metabolic apparatus of calf. *J. Dairy Sci.*, **52**: 1303-1315.
- 4) HUBER, J. T., N. L. JACOBSON and R. S. ALLEN (1961) Digestive enzyme activities in the young calf. *J. Dairy Sci.*, **44**: 1491-1501.
- 5) HUGGETT, A. ST. G. and D. A. NIXON (1957) Enzymic determination of blood glucose. *Biochem. J.*, **66**: 12 p.
- 6) LEIBHOLZ, J. (1965) The effect of age and dietary protein source on free amino acids, ammonia, and urea in the blood plasma of calf. *Aust. J. Agri. Res.*, **17**: 237-246.
- 7) MUNRO, H. N. (1970) Free amino acid pools and their role in regulation. *Mammalian protein metabolism*, ed. H. N. MUNRO, Vol. IV, p.299-386. Academic Press, New York.
- 8) MYLREA, P. J. (1966) Digestion milk in young calves. I. Flow and acidity of the content of the small intestine. *Res. Vet. Sci.*, **7**: 333-341.
- 9) ORSTEIN, L. and B. J. DAVIS (1964) Disc electrophoresis. *Ann. N. Y. Acad. Sci.*, **121**: 321-349, 404-427.
- 10) PATT, J. A. JR., A. ZARKOWER and R. J. EBERHART (1972) Effect of histamine on intestinal absorption of gamma globulin in newborn calves. *J. Dairy Sci.*, **55**: 645-646.
- 11) RADOSTITS, O. M. and J. M. BELL (1970) Nutrition of pre-ruminant dairy calf with special reference to the digestion and absorption of nutrients: A review. *Can. J. Anim. Sci.*, **50**: 405-452.
- 12) RONY, D. D., M. Desmarais and G. J. BRISSON (1975) Effect of various dietary fat on the postprandial concentrations of blood plasma-free amino acids in young dairy calves. *Can. J. Anim. Sci.*, **55**: 275-268.
- 13) SNEDECOR, G. W. (1956) *Statistical methods*, Iowa State University Press, Ames, Iowa.
- 14) WILLIAMS, A. P. and R. H. SMITH (1975) Concentrations of amino acids and urea in the plasma of preruminant calf and estimation of amino acid requirements. *Brit. J. Nutr.*, **33**: 149-158.

Changes in the concentration of blood constituents of pre-ruminant calves as affected by time after feeding

1. Changes after feeding of milk and colostrum to newborn calves

by

Eiichi UYAMA

(Faculty of Agriculture, Hokkaido University)

Summary

Fourteen newborn Holstein bull calves were used to study their ability at birth to digest dietary protein and to determine the possibility of the blood free amino acids analysis to use as a research technique for the protein nutrition of pre-ruminant calf. Calves were divided into 3 groups and treated as follows. Five calves in Group 1 received colostrum from their dams at the amount of 5% of their body weight and 5 calves in Group 2 received the same amount of milk. These milk and colostrum were fed to calves at approximately 5 hr after birth. Four calves in Group 3 were fed no feed. Blood samples were drawn from the juglar vein of calves at 0.5 hr before, and 0.5, 1.5, 3.5 5.5 and 8.0 hr after feeding. The concentration of glucose, immunoglobulin and free amino acids in blood plasma were determined.

The concentration of glucose in blood plasma began to increase at 0.5 hr after feeding on both Groups 1 and 2, and reached maximum at 0.5 hr after feeding on Group 1 and at 3.5 hr after that on Group 2. These values on Group 2 were higher than those on Group 1. There were a little changes in plasma glucose levels on Group 3.

The concentration of immunoglobulin in blood plasma on Group 1 increased slightly at 1.5 hr after feeding and rapidly thereafter. There were little changes in plasma immunoglobulin levels on Groups 2 and 3.

Among calves fed milk or colostrum, the characteristic pattern was observed in the changes of free amino acids levels in blood plasma as affected by time after feeding. These values on Group 1 maintained higher levels over those on Group 2.

Based on these experimental results, it was dicussed on free amino acids levels in relation to milk feeding.