

幼齡牛の日齡進行に伴う飼料構成の変化と 窒素代謝の関係

熊瀬 登・松岡 栄・藤田 裕・橋爪徳三

(帯広畜産大学家畜栄養学教室)

1976年5月31日受理

Relationship between Changes in the Constitution of Feed
with Age and Nitrogen Metabolism in Young Calves

Noboru KUMASE*, Sakae MATSUOKA*, Hiroshi FUJITA*
and Tokuzo HASHIZUME*

緒 言

幼齡牛の蛋白質利用能力に関する報告は多いが、日齡の進行に伴って一連の窒素代謝試験を実施し、蛋白質利用能力の発達を飼料の構成との関係で長期にわたって検討した例は少ない。広瀬ら¹⁾は子山羊の窒素出納試験を1週齡から9週齡まで実施しているが、全乳給与の乳養期における変化が主体であり、飼料構成や哺育方法のちがいの関連については検討されていない。そこで現在、一般的になっている早期離乳法によって哺育されている幼齡牛の蛋白質利用能力の発達経過を栄養生理の面から検討する一つの試みとして、一連の窒素出納試験を行うとともにルーメン内容液性状の検索を行った。

すなわち、幼齡牛の離乳時期を5週齡と8週齡とに分けて、日齡の進行に伴う飼料構成の変化が窒素代謝に与える影響を検討するため、日齡の進行にあわせて窒素出納試験を実施し、窒素蓄積能力の変化をみた。また窒素出納試験と並行して、同様の飼養管理をしたルーメン・フィステル装着幼齡牛からルーメン内容物を採取し、飼料構成の変化に伴うルーメン内容液性状の変化の検討も行った。さらに、成長段階が相当に進んだ場合との比較を行うために、ルーメン・フィステルを装着した若齡牛を用いて、窒素出納試験とルーメン内容液の採取を行い、幼齡牛の窒素蓄積能力とルーメン内容液性状を対比検討した。

実 験 方 法

生後3日間以上初乳を摂取していたホルスタイン種雄子牛を8頭(牛体番号No.1~8)使

* Laboratory of Animal Nutrition, Obihiro University of Agriculture and Veterinary Medicine, Obihiro, Hokkaido, Japan.

用した。No. 1, 2 と No. 5, 6 を窒素出納試験用子牛 (NB 子牛) とし, 残り No. 3, 4 と No. 7, 8 にはルーメン・フィステルを15日齢に装着し, ルーメン内容液検索用子牛 (RC 子牛) とした。NB, RC 子牛ともに同様の飼養管理を行ったが, No. 1, 2 と No. 3, 4 は5週齢離乳群 (5 wk 群) とし, 残り No. 5, 6 と No. 7, 8 は8週齢離乳群 (8 wk 群) とした。また成長段階が進み, 成牛レベルに近い段階の対照牛としてルーメン・フィステルを装着したホルスタイン種雄子牛2頭 (7および15ヵ月齢, 以後若齢牛と呼ぶ) を, 窒素出納試験とルーメン内容液検索の両目的に使用した。

幼齢牛の実験期間は15日齢から94日齢で, さらにこの期間を1期10日間として次のように5期に分けた。すなわち, I期: 15~24日齢, II期: 25~34日齢, III期: 45~54日齢, IV期: 65~74日齢, V期: 85~94日齢とした。窒素出納試験は各期前半5日間を予備期, 後半5日間を本試験期とし, ルーメン内容液採取日は各期の最後3日間とした。

若齢牛の実験期間は予備期10日間, 窒素出納本試験期5日間, ルーメン内容液採取3日間とし, これらを連続して実施した。

供試飼料として, 幼齢牛にはミルク・リプレーサー (市販品), カーフ・スターター (第1表の指定配合品), 乾草 (チモンシウ主体牧草乾草) を給与し, 若齢牛には幼齢牛と同じスターター, 乾草を給与した。これら3種類の飼料の一般成分と, 推定養分含量は第2表のとおりである。

飼料給与はNRC標準 (1971年乳牛: Growing Heifers, Large Breeds)¹⁰⁾に準じて行い, 第3表の給与水準で, 午前8時と午後4時の1日2回給与とした。第3表において5wk群のスターター給与水準が, 35日齢から54日齢間で8wk群より高くなっているが, この期間中は5wk群は離乳しているのに対し, 8wk群は哺乳中であって, 両群の飼料構成の違いによるもの

第1表 スターターの配合割合 (%)

原	料	名	割	合							
大	豆	粕	13.0								
ト	ウ	モ	ロ	コ	シ	45.0					
ビ	ー	ト	・	パ	ル	ブ	10.0				
ア		マ		ニ		粕	10.0				
糖						蜜	8.0				
大						麦	6.0				
ア	ル	フ	ァ	ル	フ	ァ	・	ミ	ール	5.0	
第	2	リン	酸	カル	シ	ウ	ム			1.55	
食										塩	1.0
ミ	ネ	ラ	ル	添	加	剤					0.1
ビ	タ	ミ	ン	添	加	剤					0.1
抗	生	物	質	添	加	剤					0.05
メ	チ	オ		ニ		ン					0.2

である。乾草はスターターの約20%を摂取するようにしたが、実験期間前半はこの割合より多目に給与し、離乳後の乾草摂取量の低下を招かないようにした。

窒素出納試験期間中は排泄された糞および尿を全量採集し、窒素の消化量と蓄積量を調べた。

ルーメン内容液の採取は、各期とも朝の飼料給与直前 (0 hr), 給与後3時間 (3 hr) および7時間 (7 hr) の1日3回実施した。ルーメン内容液採取期間中は朝の飼料給与1時間前に飲水、乾草、固形塩を取り除き、7時間目の採取が終わるまでこれらを摂取できないようにした。スターターは給与後30分以内に所定給与量のほぼすべてが摂取されたので残飼の取除きなどの処置は加えなかった。採取した内容液については直ちにpHを測定し、後にアンモニア態窒素 (NH₃-N), VFA 総濃度, VFA 各酸のモル比率を測定した。pHはガラス電極pHメーター (日立-堀場; M-5型) で測定し、NH₃-N濃度は減圧蒸留法³⁾, VFA 総濃度は水蒸気蒸留

第2表 飼料の一般成分と推定養分含量 (%)

飼料			リプレサ-	スターター	乾草
水	分		9.0	14.0	13.8
粗	蛋	白	27.9	15.8	9.8
粗	脂	肪	9.3	1.2	2.1
N	F	E	46.3	56.8	31.2
粗	織	維	-	5.8	36.8
粗	灰	分	7.5	6.4	6.3
T	D	N	90.0 ¹⁾	71.7 ²⁾	59.3 ³⁾
D	C	P	26.0 ¹⁾	13.7 ²⁾	6.2 ³⁾

- 1) 飼料会社の表示数値
- 2) 消化率²⁾より算出
- 3) 消化率³⁾より算出

第3表 飼料給与水準 (g/day)

日	齡	試験期*	リプレサ-		スターター		乾草	
			5 wk 群 ¹⁾	8 wk 群 ²⁾	5 wk 群	8 wk 群		
15	-	24	I	500	500	200	200	100
25	-	34	II	500	500	300	300	200
35	-	44		-	500	1,000	500	300
45	-	54	III	-	500	1,400	800	300
55	-	64		-	-	1,600	1,600	400
65	-	74	IV	-	-	1,800	1,800	400
75	-	84		-	-	2,000	2,000	500
85	-	94	V	-	-	2,200	2,200	500
若齡牛				-	-	4,000		1,000

- 1) 5週齡離乳群
- 2) 8週齡離乳群
- * 窒素出納およびルーメン性状検定期

法⁷⁾で分析した。VFA 各酸の比率はガスクロマト・グラフ (島津; GC-3 BF, 検出器 FID) を用い, 温度: 145°C, キャリヤーガス: 窒素 (20 ml/min), 充てん剤: PEG 6,000 10%, カラム: ガラス製 (内径 3 mm, 長さ 1.7 m), チャート速度: 10mm/min の条件で分析した。

結果と考察

第 4 表に幼齢牛の体重と増体量を示した。

RC 子牛では開始時体重が NB 子牛より高くなっているが, これはフィステル装着手術により実験開始が NB 子牛よりも 10 日遅れたため, 24 日齢の測定値で示したからである。NRC 標準の推奨体重と本実験に供試した幼齢牛の数値は大差なく, また NB 子牛と RC 子牛との比較においても大差ないことから, NB, RC 両子牛とも順調な成長をしたものと考えられる。

幼齢牛と若齢牛についての窒素出納試験の結果を第 5 表に示した。

窒素消化率は 22 日齢 (I 期) が最も高く, 離乳後に著しく低下する傾向があった。これは, 反芻胃の発達が十分でない幼齢牛において, リプレーサーに対する固形飼料 (スターター, 乾草) の摂取割合が増加するに伴い, 固形飼料由来の未消化窒素が糞中に多く排泄されたために窒素の消化率が低下したものと思われる。飼料構成の一定した 72~92 日齢では消化率は上昇するが, ほぼ同じ水準を保つ傾向にあり, 反芻胃が発達してきたことを示すと思われるが, 92 日齢では個体変動が大きかった。本実験では 92 日齢以降の窒素出納試験を行っていないが, 92 日齢以降も消化率の上昇は続き, やがて若齢牛の水準に達するものと思われる。STOBO ら¹⁰⁾は, 5 週齢で離乳させた子牛の代謝試験を 13~14 週齢に実施し, 乾草の摂取量をスターターの 10% としたときの粗蛋白質消化率が 73.0% であったとしており, 本実験では 22% の乾草摂取割合であったことを考慮すると, 8 wk 群の 92 日齢の値は STOBO らの成績と比較的近いものと思われる。

一方, 窒素蓄積率では, 広瀬⁹⁾は全乳と乾草で飼養した子山羊の日齢の進行に伴う窒素蓄積

第 4 表 幼 齢 牛 の 体 重 お よ び 増 体 量

	N B 子 牛		R C 子 牛	
	5 wk 群	8 wk 群	5 wk 群	8 wk 群
体 重 (kg)				
開 始 時	38.4(14)	39.8(14)	45.5(24)	43.8(24) ¹⁾
離 乳 時	49.9(34)	64.7(54)	50.5(34)	67.5(54)
終 了 時	86.8(94)	94.1(94)	90.7(94)	95.4(94)
1 日 当 たり 増 体 量 (kg)				
全 期 間	0.61[15-94]	0.68[15-94]	0.65[25-94]	0.68[25-94]

1) No.7, 1 頭の数値

() 体重測定実施時日齢

[] 試験期間内における日齢

第5表 窒素出納試験

試験期	5 wk 群 (No. 1, 2)					8 wk 群 (No. 5, 6)					若齡牛 ³⁾
	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V	
日齡 ¹⁾	22	32	52	72	92	22	32	52	72	92	-
体重 ²⁾ (kg)	40.8	46.6	57.4	68.6	83.4	41.4	46.6	61.0	75.5	89.7	271.9
飼料摂取量 (g/day)											
リプレサー	500	495	-	-	-	500	500	500	-	-	-
スターター	198	300	1,385	1,762	2,122	200	300	800	1,800	2,200	3,996
乾草	63	189	182	334	429	56	182	248	392	489	967
(乾草/スターター)(%)	32	63	13	19	21	29	61	31	22	22	24
摂取 N 量 (g/day)											
リプレサー	22.30	22.08	-	-	-	22.30	22.30	22.30	-	-	-
スターター	5.03	7.62	35.18	44.74	53.90	5.07	7.62	20.31	45.72	55.88	101.49
乾草	0.99	2.96	2.86	5.24	6.74	0.88	2.85	3.89	6.16	7.67	15.19
合計	28.32	32.66	38.04	49.98	60.64	28.25	32.77	46.50	51.88	63.55	116.67
排泄 N 量 (g/day)											
糞中 N	5.57	8.13	13.52	18.96	23.15	5.88	8.27	11.44	19.67	20.69	33.84
尿中 N	11.21	12.01	8.48	10.43	13.29	10.93	11.47	12.64	11.24	14.00	55.58
合計	16.78	20.14	22.00	29.38	36.44	16.81	19.74	24.08	30.91	34.69	89.42
消化 N 量 (g/day)	22.75	24.53	24.52	31.02	37.50	22.37	24.50	35.06	32.21	42.86	82.83
蓄積 N 量 (g/day)	11.55	12.52	16.04	20.60	24.21	11.44	13.04	22.42	20.97	28.87	27.25
N 消化率 (%)	80.3	75.1	64.5	62.1	61.9	79.2	74.8	75.4	62.1	67.5	71.0
N 蓄積率(対摂取N)(%)	40.8	38.3	42.2	41.1	39.9	40.6	39.8	48.2	40.5	45.4	23.4
N 蓄積率(対消化N)(%)	50.9	51.1	65.4	66.2	64.6	51.2	53.1	64.0	65.1	67.4	33.0

- 1) 本試験期間の平均日齡
- 2) 予備期開始時と本試験終了時の平均体重
- 3) 7~15カ月齡

率は低下する傾向にあったと報告しているが、本実験では哺乳中である22~32日齡において離乳後よりむしろ低い窒素蓄積率(対消化窒素)を示した。哺乳期間内の窒素蓄積率が低かった原因については明確ではないが、次のことが考えられる。すなわち、25日齡までの子牛はリプレサー中の乳蛋白質以外の蛋白質を完全には利用し得ないといわれ¹²⁾、また供試リプレサー中には乳蛋白質以外の窒素成分が混入されている¹⁰⁾ために窒素蓄積率が低くなったと思われる。さらに32日齡から52日齡まで窒素蓄積率(対消化窒素)が急激に上昇しており、これはルーメン内細菌の菌体蛋白質合成力がこの時点で急速に高まってきたためと思われる。この点は本実験とほぼ同様に配合したスターターを給与した幼齡牛の窒素蓄積率が6週齡の40.3%から10週齡の63.6%まで上昇したという報告¹³⁾と一致した。

本実験に供試した幼齡牛と若齡牛とでは全体として窒素蓄積率にかなりの差がみられる。一般に幼畜の窒素蓄積力は成畜に比べ大きいものであるが、この実験に用いた若齡牛は成長が

なり進み成畜に近い段階のものであり、このことが両者間の窒素蓄積の相違に関与していると思われる。

次にルーメン内容液の検索結果を第6表および第7表に示した。

NH₃-N 濃度については、幼齢牛では全期間を通して給飼直前に高く3時間目に低下し、7時間目に再び上昇する傾向があった。大森ら¹³⁾によると7週齢乳の幼齢牛において3~5週齢は採食後に NH₃-N 濃度が低下したと報じ、PRESTONら¹⁴⁾によると3週齢離乳牛において65日齢頃では採食後に低下したとしている。ここで大森ら¹³⁾は子牛の NH₃-N 濃度の採食後の低下は特殊な例であろうとしている。しかしルーメン内 NH₃-N 濃度の経時的変化に関する他の報告例を考慮すると何らかの要因が関与する可能性が考えられる。たとえば無繊毛虫山羊を使用した実験¹⁵⁾では、採食後に NH₃-N 濃度は低下したと報告されているが、本実験の幼齢牛についてもルーメン内にプロトゾアは全期間を通して検出できなかったため、プロトゾアの有無がルーメン内 NH₃-N 濃度に関与する点も検討の余地があると思われる。本実験では日齢の進行に伴い NH₃-N 濃度は全体として明らかな低下傾向を示しているが、この事実は他の多くの

第6表 ルーメン内容液採取期間中の体重、飼料摂取量およびルーメン内容液性状
(NH₃-N, VFA 総濃度, pH)

試 験 期	5 wk 群 (No. 3, 4)					8 wk 群 (No. 7, 8) ¹⁾					若 齢 牛
	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V	
体 重 ²⁾ (kg)	45.5	50.5	61.4	72.8	90.7	43.8	48.4	67.5	78.4	95.4	266.9 ³⁾
飼料摂取量 (g/day)											
リ プ レ ー サ ー	500	500	-	-	-	500	500	500	-	-	-
ス タ ー タ ー	200	300	1,385	1,764	2,185	95	293	800	1,799	2,200	3,997
乾 草	185	240	325	392	498	10	63	268	399	499	963
(乾草/スターター)(%)	93	80	24	22	23	11	22	34	22	23	24
NH ₃ -N (mg/100ml)											
0hr.	16.90	9.14	4.31	7.31	4.51	13.17	13.08	12.42	9.63	5.08	7.93
3hr.	9.43	6.81	3.36	4.49	2.99	8.01	12.14	4.72	4.23	3.08	14.41
7hr.	14.06	8.30	5.74	3.93	5.36	11.70	10.43	8.32	8.03	5.63	12.67
VFA総濃度(mM/100ml)											
0hr.	5.59	6.05	6.90	8.62	6.58	8.19	9.00	8.43	9.16	4.63	8.03
3hr.	12.46	12.52	15.31	17.08	18.93	9.21	14.32	16.78	18.24	16.74	17.33
7hr.	10.02	11.22	12.67	15.65	11.87	4.38	11.73	14.77	15.19	11.09	14.62
pH											
0hr.	6.48	6.59	6.83	6.76	7.10	6.23	6.25	6.77	6.82	7.00	6.72
3hr.	5.40	5.60	5.57	5.45	5.44	5.97	5.34	5.34	5.43	5.56	5.67
7hr.	6.09	5.99	6.17	5.89	6.44	6.83	5.85	5.79	6.16	6.37	6.16

- 1) I, II期は No. 7 のみの数値
- 2) 各期終了時体重
- 3) ルーメン内容液採取開始日体重

第7表 ルーメン内容液性状 (VFA モル比) (%)

試験期	5 wk 群 (No. 3, 4)					8 wk 群 (No. 7, 8) ¹⁾					若齡牛
	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V	
酢酸 (C₂)											
0hr.	60.3	65.3	57.1	57.6	53.6	61.9	62.7	56.5	52.4	52.7	60.4
3hr.	57.4	62.3	54.9	51.0	49.2	60.5	55.8	53.4	51.9	46.2	59.4
7hr.	58.2	61.7	54.3	53.6	48.1	61.4	54.9	50.1	55.7	48.4	58.5
プロピオン酸 (C₃)											
0hr.	24.6	27.5	28.0	28.2	29.6	29.4	23.8	24.3	30.5	27.9	23.0
3hr.	26.6	25.6	26.6	29.7	27.8	31.2	28.3	24.8	24.2	29.3	18.3
7hr.	25.9	27.9	26.8	27.7	29.5	29.1	28.7	24.0	22.9	26.7	18.8
酪酸 (C₄)											
0hr.	9.6	4.7	10.6	9.6	11.0	5.9	10.2	13.2	11.1	13.1	11.9
3hr.	10.9	8.3	13.1	13.6	15.2	6.0	12.6	16.7	16.8	16.7	16.9
7hr.	10.9	7.5	13.4	13.0	14.4	6.5	12.7	20.1	14.3	16.4	17.1
バレリアン酸 (C₅)											
0hr.	$\left\{ \begin{array}{l} \text{iso } 2.0 \\ \text{n } 3.7 \end{array} \right\} 5.6 \left\{ \begin{array}{l} 1.0 \\ 1.6 \end{array} \right\} 2.6 \left\{ \begin{array}{l} 1.8 \\ 2.7 \end{array} \right\} 4.4 \left\{ \begin{array}{l} 1.7 \\ 3.0 \end{array} \right\} 4.7 \left\{ \begin{array}{l} 3.6 \\ 2.3 \end{array} \right\} 5.9 \left\{ \begin{array}{l} 1.6 \\ 1.2 \end{array} \right\} 2.8 \left\{ \begin{array}{l} 1.8 \\ 1.5 \end{array} \right\} 3.3 \left\{ \begin{array}{l} 2.6 \\ 3.5 \end{array} \right\} 6.1 \left\{ \begin{array}{l} 2.8 \\ 3.3 \end{array} \right\} 6.1 \left\{ \begin{array}{l} 3.3 \\ 3.0 \end{array} \right\} 6.3 \left\{ \begin{array}{l} 3.2 \\ 1.5 \end{array} \right\} 4.7$										
3hr.	$\left\{ \begin{array}{l} \text{iso } 0.8 \\ \text{n } 4.3 \end{array} \right\} 5.1 \left\{ \begin{array}{l} 0.7 \\ 3.3 \end{array} \right\} 4.0 \left\{ \begin{array}{l} 1.0 \\ 4.4 \end{array} \right\} 5.4 \left\{ \begin{array}{l} 1.2 \\ 4.8 \end{array} \right\} 5.9 \left\{ \begin{array}{l} 2.2 \\ 5.8 \end{array} \right\} 7.9 \left\{ \begin{array}{l} 1.2 \\ 1.1 \end{array} \right\} 2.3 \left\{ \begin{array}{l} 1.5 \\ 1.8 \end{array} \right\} 3.3 \left\{ \begin{array}{l} 1.2 \\ 4.1 \end{array} \right\} 5.2 \left\{ \begin{array}{l} 1.6 \\ 5.7 \end{array} \right\} 7.3 \left\{ \begin{array}{l} 2.6 \\ 5.3 \end{array} \right\} 7.9 \left\{ \begin{array}{l} 2.5 \\ 3.0 \end{array} \right\} 5.5$										
7hr.	$\left\{ \begin{array}{l} \text{iso } 1.1 \\ \text{n } 4.0 \end{array} \right\} 5.0 \left\{ \begin{array}{l} 0.5 \\ 2.5 \end{array} \right\} 3.0 \left\{ \begin{array}{l} 1.4 \\ 4.3 \end{array} \right\} 5.6 \left\{ \begin{array}{l} 1.5 \\ 4.5 \end{array} \right\} 5.9 \left\{ \begin{array}{l} 2.7 \\ 5.4 \end{array} \right\} 8.0 \left\{ \begin{array}{l} 2.1 \\ 0.8 \end{array} \right\} 2.9 \left\{ \begin{array}{l} 1.7 \\ 2.0 \end{array} \right\} 3.7 \left\{ \begin{array}{l} 1.4 \\ 4.6 \end{array} \right\} 6.0 \left\{ \begin{array}{l} 2.1 \\ 5.2 \end{array} \right\} 7.3 \left\{ \begin{array}{l} 3.3 \\ 5.4 \end{array} \right\} 8.7 \left\{ \begin{array}{l} 2.8 \\ 3.0 \end{array} \right\} 5.7$										

1) I, II期は No.7 だけの分析値

報告^{1,2,3)}と一致している。ルーメン内 NH₃-N 濃度は、ルーメン内バクテリアの飼料性蛋白質の分解力および脱アミノ作用による NH₃ 産生速度、菌体蛋白合成における NH₃ 利用速度、さらにルーメン内壁からの NH₃ 吸収速度により決定される。しかしルーメン内における蛋白質分解力の成長に伴う変化は比較的少ないことが知られているので¹⁷⁾、本実験の幼齡牛が早期に高い NH₃-N 濃度を示した原因は、主としてルーメン内バクテリアの菌体蛋白合成力がこの段階ではまだ低いことによると考えられる。また本実験ではバケツから直接に哺乳をしたため、乳汁の一部がルーメンに流入し乳汁中のカゼインの急速な分解³⁾により NH₃-N 濃度が上昇することが考えられる。

ルーメン内 VFA 総濃度は日齢の進行に伴い上昇するといわれ、^{1,2,3,13)}本実験においても同様な上昇傾向を示し、72日齢には若齡牛の水準に達している。VFA 濃度はルーメン内 VFA 産生速度、ルーメン壁からの吸収速度、第3胃以下への流出速度により決定されるため、本実験の VFA 総濃度の分析だけでは厳密な VFA 産生力の日齢に伴う発達は判断できない。いずれにしても、本実験における日齢に伴う VFA 総濃度の上昇は直接的には主としてスターターの摂取量増加によるところが大きい。VFA 濃度と離乳時期との關係については87日齢離乳子牛よりも31日齢離乳子牛の方が、VFA 総濃度が高かったとする報告¹⁾もあるが、本実験では離乳時期による差はみられなかった。これは哺乳期間が20日程度の小差であること、8 wk 群も10

日齢からスターター、乾草を相当量摂取していたことによると思われる。さらに日齢進行に伴うVFA各酸のモル比の変化をみると(第7表)5wk群,8wk群ともにC₂では日齢の進行に伴う低下が明確であり,C₃では一定の範囲内で終始変動し日齢による明確な傾向はなかった。C₄では,5wk群がⅡ期に一旦減少してから増加する傾向を示したが,8wk群では日齢とともに次第に増加し,また,C₅の5wk群もC₄と同様の傾向があった。

pH(第6表)においては日齢の進行に伴い上昇するという報告⁹⁾,また変化は明らかではないとする報告¹⁰⁾もあるが,本実験では日齢とともに緩慢ではあるが上昇する傾向にあり,72日に若齢牛の水準に近くなった。

本実験の窒素蓄積率とルーメン内NH₃-N濃度の関係を検討してみると,日齢の進行に伴いNH₃-N濃度が低下するとともに,窒素蓄積率は上昇している。すなわち,反芻胃機能の十分に発達していない幼齢牛の早期においては,飼料中の蛋白質は分解されてもルーメン内バクテリアの菌体蛋白質に合成されずにNH₃の形でそのまま吸収される割合が高くなり,最終的には尿中に排泄されることにより窒素蓄積率が低くなる。しかし幼齢牛が固形飼料を摂取することにより反芻胃機能が発達し,ルーメン内バクテリアの菌体蛋白合成が高まると,菌体にとりこまれるNH₃量が増加しルーメン内NH₃-N濃度の低下がおこる。そのため窒素蓄積率が上昇するものと思われる。

以上,本実験の幼齢牛における窒素出納成績およびルーメン内容液性状の検索結果とくにルーメン内NH₃-N濃度と窒素蓄積の関係から,反芻胃機能の発達が急速に行われる時期はこの実験の条件下では45~54日齢以降とみられ,ルーメン内バクテリアはこの頃にかかなりの菌体蛋白合成力を獲得しているものと思われる。早期離乳(5~8週齢離乳)の子牛においては,52日齢以降72日齢頃には反芻胃の機能は急速に高まり質的に安定してきているものと考えられる。

要 約

1. 幼齢牛の蛋白質利用能力の発達について基礎的な知見をうるため,幼齢牛で一連の窒素出納試験および第1胃内性状の検索を並行して行い,日齢の進行に伴う飼料構成の変化が窒素代謝におよぼす影響を検討した。

2. 供試牛としてはホルスタイン種雄子牛を窒素出納試験用と第一胃内性状検索用にそれぞれ4頭を用い,15日齢より94日齢まで飼養し,さらにホルスタイン種雄若齢牛2頭(7カ月齢および15カ月齢)を窒素出納およびルーメン内性状の検索に供試し,幼齢牛と対比検討した。

3. 窒素出納試験用子牛とルーメン内性状検索用子牛各4頭から,それぞれ2頭ずつを5週齢離乳群および8週齢離乳群とし,試験期を第Ⅰ期(15~24日齢),第Ⅱ期(25~34日齢),第Ⅲ期(45~54日齢),第Ⅳ期(65~74日齢)および第Ⅴ期(85~94日齢)に分けた。

4. 窒素消化率、窒素蓄積率およびルーメン内容液の $\text{NH}_3\text{-N}$ 濃度、VFA総濃度、VFAモル比、pHについてそれぞれの日齢による変化を調べた。
5. 窒素消化率では、5週齢および8週齢離乳群いずれもⅠ期が最も高く離乳後に著しく低下したが、Ⅳ～Ⅴ期に至って低下の傾向はみられなかった。
6. 窒素蓄積率では、離乳時期にかかわらずⅠ期が著しく低くその後上昇したが、Ⅳ～Ⅴ期の上昇は小さかった。
7. ルーメン内の $\text{NH}_3\text{-N}$ 濃度では、採食3時間後の変化は幼齡牛において低下し、若齡牛では上昇する傾向があった。幼齡牛における $\text{NH}_3\text{-N}$ 濃度は日齢進行に伴って明らかに低下した。
8. ルーメン内のVFA総濃度は、日齢進行に伴い上昇する傾向にあったがⅣ期(65～74日齢)に若齡牛の水準に達した。
9. 第1胃内のpHは、日齢進行に伴い緩慢ではあるが上昇する傾向があり、Ⅳ期に若齡牛の水準に達した。
10. 離乳時期の影響は必ずしも明確でなかったが、早期離乳(5～8週齢離乳)の子牛において52日齢以降72日齢頃には反芻胃の機能は急激に発達し、質的に安定してきているものと考えられる。

文 献

- 1) AGABAWI, K. A., H. EL SAYED OSMAN and A. R. ABOU AKKADA (1968): Feed efficiency, ruminal activity, and effects on some blood constituents of early weaned calves. *J. Dairy Sci.*, 51, 744-747.
- 2) BORHAMI, B. E. A., A. R. ABOU AKKADA, K. EL-SHAZLY and I. A. AHMED (1967): Effect of feeding broken rice grains and decorticated cottonseed meal on feed efficiency, ruminal activity, and blood constituents of early weaned Buffalo calves. *J. Dairy Sci.*, 50, 1142-1146.
- 3) GODFREY, N. W. (1961): The functional development of the calf. II. Development of rumen function in the calf. *J. Agric. Sci.*, 57, 177-183.
- 4) 広瀬可恒・大谷 勲 (1950): 子山羊の乳養期における窒素代謝に関する研究. 日畜会報, 21, 21-24.
- 5) 北海道開発局農業水産部計画課 (1970): 根室中部地域酪農計画調査報告書. 96-99.
- 6) ITABASHI, H. and M. KANDATSU (1975): Influence of rumen ciliate protozoa on the concentration of ammonia and volatile fatty acid in connection with the utilization of ammonia in the rumen. *Jap. J. Zootech. Sci.*, 46, 409-416.
- 7) 松岡 栄・上山栄一・広瀬可恒 (1965): 人工ルーメン法による第1胃発酵に関する研究Ⅰ. 基質の性質と揮発性脂肪酸生成との関係. 日畜会報, 40, 160-164.
- 8) 森本 宏ら (1964): 畜試特報, 3, 17-51.
- 9) 森本 宏 (1971): 動物栄養試験法, 養賢堂. 320.
- 10) National Academy of Sciences, NRC (1971): Nutrient Requirements of Dairy Cattle. Washington, D. C., 26-27.
- 11) 松岡 栄・根岸邦夫・橋爪徳三 (1975): 早期離乳子牛の尿素および酢酸アンモニウムの利用. 日畜北海

- 道支部会報. 18, 15-16.
- 12) NOLLER, C. H., G. M. WARD, A. D. MCGILLIARD, C. F. HUFFMAN and C. W. DUNCAN (1956): The effect of age of the calf on the availability of nutrients in vegetable milk-replacer rations. *J. Dairy Sci.*, 39, 1288-1297.
- 13) 大森昭一郎・小林 剛・川端麻夫(1969): 子牛の第1胃内の低級脂肪酸, 乳酸, アンモニア濃度の採食後の変動と発育にともなう推移について. *畜試研報*, 19, 33-43.
- 14) PRESTON, T. R., F. G. WHITELOW and N. A. MACLEOD (1963): The nutrition of the early-weaned calf. IV. Ruminal ammonia formation from soluble and insoluble protein sources. *Anim. Prod.*, 5, 147-156.
- 15) STOBO, I. J. F., J. H. B. ROY and H. J. GASTON (1966): Rumens development in the calf. 2. The effect of diet containing different proportions of concentrates to hay on digestive efficiency. *Brit. J. Nutr.*, 20, 189-215.
- 16) 上田義彦 (1970): 乳用子牛の哺育飼料とその品質. *畜産の研究*, 24, 695-698.
- 17) WALKER, D. M. and G. J. WALKER (1961): The development of the digestive system of the young animal. V. The development of rumen function in the young lambs. *J. Agric. Sci.*, 57, 271-278.

Summary

1. Nitrogen balance trials were carried out and some properties of rumen contents were investigated to study the effect of changes in the constitution of feed on nitrogen metabolism of young calves at different ages.

2. Eight young Holstein bull calves were divided into two groups of four each, for nitrogen balance trials and for investigation of the properties of rumen contents. These calves were reared from 15 to 94 days of age. Two steers (7 and 15 months of age) were used to compare with the young bull calves.

3. Each group of calves was divided into two further sub-groups, two calves each, according to age at weaning, 5 or 8 weeks. The experimental period was divided into Periods I (15-24 days of age), II (25-34 days of age), III (45-54 days of age), IV (65-74 days of age) and V (85-94 days of age).

4. The changes with age were investigated on the basis of digestibility, nitrogen retention and ruminal levels of ammonia nitrogen ($\text{NH}_3\text{-N}$), total volatile fatty acids (VFA), molar percentages of VFA and pH.

5. The digestibility of nitrogen during Period I was highest, declining rapidly after weaning, but showed no difference between Periods IV and V.

6. Nitrogen retention during Period I was remarkably low, but showed an upward trend during the following period and only a slight increase during the last two periods.

7. Ruminal level of $\text{NH}_3\text{-N}$ has a downward trend in young calves but an upward trend in steers at 3 hours after feeding. In young calves, the level of ruminal $\text{NH}_3\text{-N}$ decreased remarkably with age.

8. Ruminal level of total VFA in young calves increased with age and attained a

level equal to that of steers at Period IV.

9. In young calves, ruminal pH level increased slowly with age and the level at Period IV attained to that of steers.

10. Although there was no marked difference between ages at weaning, it is assumed that in early (5-8 weeks of age) weaned calves, the ability of reticulo-rumen to utilize food protein has developed at about 52 to 72 days of age and this function has become stable at this time.