

第1部

Ⅲ章 発育と栄養

①子牛・育成牛の栄養

西田 武弘

1 哺乳と発育

子牛は生後1カ月くらいまで、維持と成長に必要なエネルギーとタンパク質などの栄養素をすべて哺乳から得ています。このため、哺乳のやり方次第で子牛の初期成育は大きく変わります。

哺乳に当たっては、全乳と代用乳のどちらがよいか、代用乳の選び方、哺乳量、栄養性、下痢、哺乳回数、スターター給与の重要性、水の給与、粗飼料の給与、離乳時期など多くの難しい問題に直面します。哺乳で大事なことは哺乳に関する基本的事項を理解して、それぞれの状況に合わせて最適な方法を選択することです。このような注意を払っても、子牛が思うように成長してくれないことがあります。それには、さまざまな原因が考えられますが、哺乳期間の栄養補給が十分でないことも大きな原因の一つです。子牛の損耗を防ぎ、健康な子牛を育てるためには、栄養補給が極めて重要になります。

2 子牛のルーメンの発達と栄養

ルーメンの発達とは、ルーメンの大きさと容積を増大させることで、飼料の給与によって引き起こされます。ルーメン壁の筋肉を厚くするには、飼料の給与量が重要です。ルーメン内の発酵産物を吸収し、栄養素として活用していくためには、ルーメン内壁の絨毛(じゅうもう)を成長させ、しっかりした吸収機能を持つ胃にすることが重要です。生後すぐの子牛は、ルーメンおよび第二胃に消化

管の機能はないのですが、ルーメンの発達における絨毛の発達には穀類の給与が重要です。穀類の発酵により生産された酪酸は、ルーメン壁から吸収され、ルーメン成長エネルギーとして使用される重要な脂肪酸と考えられます。

3 子牛の第四胃

子牛の第四胃には、レンニンという牛乳凝固とタンパク質の分解を行う酵素が分泌され、口から食道を経て直接第四胃に流入する牛乳を凝固して、カードを形成します。乳清として分離された部分は、速やかに流出します。幼動物の唾液(だえき)にはリパーゼが含まれ、これが第四胃において乳脂肪を分解し、中鎖脂肪酸を生成します。子牛が牛乳のような液状飼料を見て、乳頭、哺乳瓶などから飲もうとすると、食道溝の収縮が起きて、牛乳は第一胃や第二胃に入らず第四胃へ直接入るようになります。この機能は、ルーメンが発達した後でも、牛乳を飲ませ続けていると維持されます。幼齢子牛の時期に摂取する牛乳や代用乳のような液状飼料は、栄養価が高いので、反すう胃における微生物による発酵、消化を回避して、直接第四胃以降の消化管に送り込むほうが有利です。

図は子牛と成牛の胃の概念図です。生まれたばかりの牛や羊では、全胃重量に対する反すう胃の割合は30%ですが、30日齢には50~60%

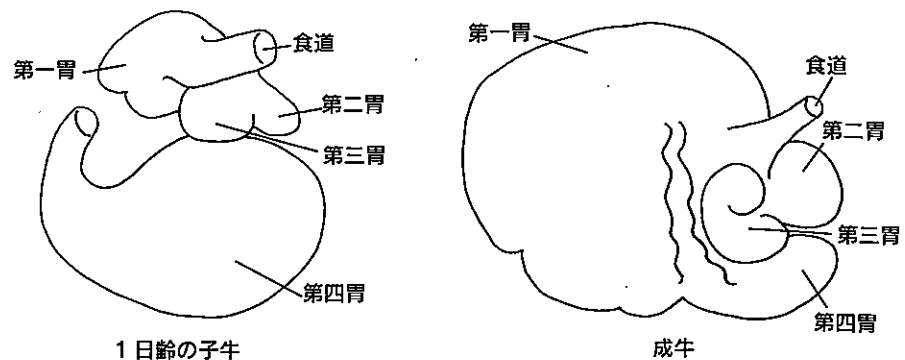


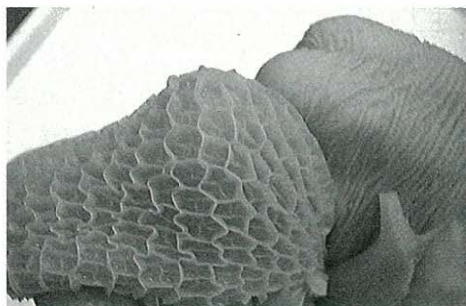
図 子牛と成牛の胃の比較

に達し、50日齢で成畜とほぼ同じ65～70%程度になります(反芻家畜の栄養学、2001)。

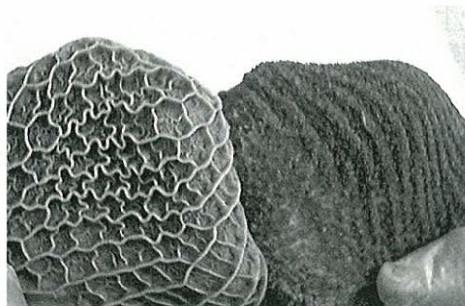
4 子牛の栄養素利用の特徴

幼齢時の子牛は、牛乳を飲む前には血漿(けっしょう)グルコース濃度が単胃動物のように高く、牛乳を飲んだ後は高血糖を示しますが、反すう胃の発達とともに血糖値の低下が起きて、食後の高血糖も起きなくなります。成牛では、濃厚飼料を摂取した後は逆に血糖値が低下する傾向を示します。反すう家畜は、本来、血糖とインスリン分泌は低いという特徴がありますが、哺乳中の子牛はそうではありません。

子牛は、1日に体重の10%の牛乳を飲めば、ほぼエネルギーとタンパク質の要求量を賄えます。どの子牛も生後1週齢ころから乾草や濃厚飼料を食べ始めます。これらの固形飼料は、第一胃や第二胃に貯留され、そこで微生物による発酵や分解が行われます(畜産大事典、1996)。



A 乾草および牛乳給与



B 穀類、乾草および牛乳給与

写真1 4週齢子牛のルーメン内壁

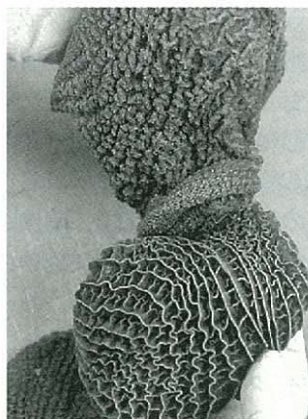
(<http://www.das.psu.edu/research-extension/dairy/nutrition/calves/rumen>)



A 牛乳のみ給与



B 乾草および牛乳給与



C 穀類および牛乳給与

写真2 6週齢子牛のルーメン内壁

(<http://www.das.psu.edu/research-extension/dairy/nutrition/calves/rumen>)

5 ルーメンの絨毛の発達

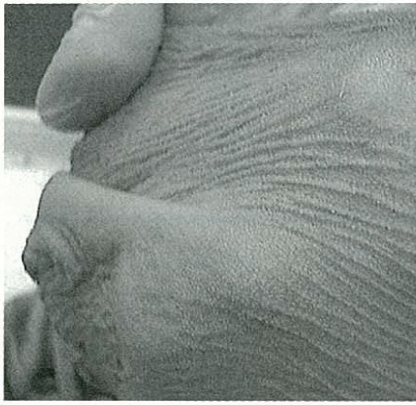
写真1-Aの画像は、4週目における乾草とミルクを一緒に給与した場合のルーメン壁の絨毛ですが、あまり発達していません。写真1-Bの画像は、同時期の子牛に乾草、穀類とミルクを一緒に給与した場合のルーメン壁の絨毛ですが、色は濃く、良好な発達を見ることができます。

写真2-Aの画像は、6週目におけるミルクのみを給与した場合のルーメン壁の絨毛ですが、全く発達していません。写真2-Bの画像は、6週目における乾草とミルクを一緒に給与した場合のルーメン壁の絨毛ですが、4週目と同様にあまり発達していません。写真2-Cの画像は、同時期の子牛に穀類とミルクを一緒に給与した場合のルーメン壁の絨毛ですが、色は濃く、良好な発達を見ることができます。

次々写真3-Aの画像は、12週目における

乾草とミルクを一緒に給与した場合のルーメン壁の絨毛ですが、あまり発達していません。次々写真3-Bの画像は、同時期における子牛に乾草、穀類とミルクを一緒に給与した場合のルーメン壁の絨毛ですが、色は濃く、良好な発達を見ることができます(アメリカ・ペンシルベニア州立大学webページ)。

これらの現象は、ミルクや乾草に加え



A 乾草および牛乳給与



B 穀類および牛乳給与

写真3 12週齢子牛のルーメン内壁

(<http://www.das.psu.edu/research-extension/dairy/nutrition/calves/rumen>)

て、穀類と一緒に給与した場合は、ルーメン内で酪酸やプロピオン酸が産生され、良好な絨毛の発達が見られるものと考えられます。このことから、ミルクや乾草のみ給与し、穀類を給与しないときにはルーメンでは主として酢酸発酵が行われ、プロピオン酸や酪酸の産生量が少なくなるため、絨毛が十分に発達しなかったものと考えられます。

6 固形飼料の給与

絨毛が成長し、低級脂肪酸を十分吸収する能力を持つまで4週間かかります。4週目以降に穀類を1日680~900g食べられるようでしたら、いつでも離乳可能と考えてもよいでしょう。カーフスターターのみを給与していると鼓張症になりやすいので、離乳するまで乾草などを給与するのがよいですが、給与量は制限しておいたほうがよいでしょう。乾草の給与量は、スターターの10%程度として、20%を超えないようにしましょう。子牛は単位体重当たりの養分要求量が大いなのに対して、胃の容積が相対的に小さいので、栄養価の高い飼料を多く採食させるためです。離乳時の乾草摂取量は、1日0.2kgを上限とするとよいでしょう(日本飼養標準乳牛、2006)。

7 プロトゾアのルーメンへの定着

反すう動物は、ほかの哺乳類と同様に、母胎内では無菌の状態です。生後しばらくの間は、ルーメンは未発達で、小腸でミルクを消化して

栄養を得ていますが、成長してルーメンが発達すると、微生物の発酵により生成する酢酸、プロピオン酸、酪酸などの揮発性脂肪酸へと栄養の主体が置き換わり、成牛になるとグルコースの吸収がほとんどなくなって、揮発性脂肪酸にほぼ完全に依存するようになります。ルーメンの臓器としての発達は、そこに生息する特異な微生物集団の確立の過程でもありま

す。

新生子牛のルーメン微生物の感染源は、主として母牛です。反すう動物では母体から直接胎子へ抗体が伝達されないため、新生子牛は抗体を全く持たない状態で分娩されます。従って、初乳に含まれる抗体で免疫を初めて獲得することになります。成牛と同程度の免疫反応は、生後3週齢以降になって確立するので、これ以前にはルーメンにおいて細菌の定着が盛んに起きます。

生後2~3日目には嫌気性菌が相当数増加し、好気性菌よりも優勢になります。この後3週間にわたって細菌種が増加を続け、細菌群の構成が次第に安定してきます。生後4週以降に離乳し、固形の食物を摂取するようになると、ほぼ成畜と同等の細菌集団が形成されます。

生後1日目ですん分解細菌は検出され、生後4日でほぼすべての子牛でセルロース分解細菌が検出されます。生後7日目ころからメタン菌の定着が認められています。プロトゾアは、出現がかなり遅く、生後2週でも第一胃にはほとんど見られません。生後3週目に入ったころから、徐々に観察されるようになり、生後50日ころにほぼ成畜と同等の原虫集団が形成されま(新ルーメンの世界、2004)。

8 離乳後

離乳後のルーメンの発達に伴って、炭水化物の大部分は揮発性脂肪酸に転換されるので、離乳前に供給されていた乳糖由来の糖類が吸収されなくなります。そして、肝臓におけるプロピ

オン酸を主体とする基質からの糖新生が、生体内でのグルコース要求量を満たすために著しく活性化されます。

9 育成牛の環境と栄養

飼養標準の育成牛栄養要求量は、育成牛が中間的な気候下の環境にいると仮定して考えられています。寒さ、風、雨、泥ねい、暑熱などの現実的な問題は、栄養要求量において考慮されていません。そのため、環境条件が完全でないときには、栄養の給与方法を調整することは重要なことです。環境の変化によって影響を受ける主要な栄養素はエネルギーです。寒さ、保温性のない休息場所、風、雨、雪などのすべての要因は、体の維持に要するエネルギー要求量を増加させ、その分、成長に使われるべきエネルギーが減少することになります。そのため、成長を落とさないようにするためには、増加した維持エネルギーの分、給与する飼料のエネルギーを増やす必要があります。

10 妊娠育成牛

妊娠育成牛は、乳腺細胞が発達し、体の成長も継続しています。さらに、妊娠によって胎子などの成長もありますので、養分要求量は維持に加えてこれらのものが加わることとなります。そのため、成熟した乳牛に比べて、育成牛の栄養要求量は高く、従来の要求量と比較して過小評価されている可能性があります。乾物摂取量は経産牛と比較して、育成牛のほうが低くなります。妊娠末期の育成牛のタンパク要求量は、成牛の12%と比較して、14%と高くなります。育成牛のルーメンは、経産牛と比較して、同じ効率で揮発性脂肪酸を吸収することができないかもしれません。このような状況を考慮して、妊娠育成牛の飼養管理を行う必要があります。

11 繁殖可能な時期

ホルスタイン種の初発情は8カ月齢以降で、体重は260kg前後、体高は115cm前後と、月齢にかかわらずほぼ一定です(日本飼養標準乳牛、2006)。この時期は、発育速度によって異なり、高栄養によって成長を促進した場合には

初発情の発現は早まり、低栄養によって発育が遅延した場合には遅れます。

12 初産種付け開始基準

成熟時体重の55%程度で、14~15カ月齢以降で体重が350kg、体高は125cm程度が目標とされ、この基準に達しない早期の初産種付けは、分娩時体重が小さいことによって事故が起きたり、分娩後の乳生産が低くなる可能性があるため、避けるべきといわれています(日本飼養標準乳牛、2006)。

13 初産分娩月齢

初産分娩月齢は、22~24カ月齢で乳生産が高まるとされていますが、実際は27カ月程度で推移しているため、24カ月を目標として早期化する必要があります。分娩月齢を早期化すると、育成牛の保有頭数を減らすことが可能になります。

14 初産分娩月齢の早期化

妊娠期間は280日で一定なので、初産分娩月齢を早期化させるには、種付けが可能となる体格までの発育を促進させる必要があります。育成牛に高エネルギーな飼料を給与し、発育を促進させ、分娩事故を伴わずに初産分娩月齢を早期化させる試みがなされています。

14カ月齢で妊娠すれば24カ月齢で分娩可能となるため、14カ月齢で体重を350kgにするためには、1日当たりの増体量を700~800gにする必要があります。育成牛に高エネルギー飼料を給与し、発育を促進すると、体重と体格の発育が同時に促進されます。そのため、育成期間を短縮しても、分娩時の体重を意識して種付け後の管理を行えば、安全な分娩が可能です。乳生産への影響は、意見が分かれており、現在のところは給与飼料の主体を粗飼料として、1日当たりの増体量を950g程度にとどめるのが安全だそうです。次々表1には非妊娠雌牛の育成に要する1日当たりの養分量を示しました(日本飼養標準乳牛、2006)。

体重が250kgまでは粗タンパク質含量乾物当たり15%以上で、体重250kg以上の場合は12%以上になるように給与飼料を調節してくだ

表1 非妊娠雌牛の育成に要する1日当たりの養分量

体重 (kg)	週齢 (週)	増体日量 (kg/日)	乾物 (kg)	粗タンパク質 (g)	TDN (kg)	代謝エネルギー (MJ)	カルシウム (g)	リン (g)	ビタミンA (1000IU)	ビタミンD (1,000IU)
45	1	0.35	0.54	122	0.76	11.44	8	4	3.5	0.27
		0.40	0.56	135	0.79	11.88	9	5	3.5	0.27
		0.50	0.60	160	0.84	12.75	11	6	3.5	0.27
50	3	0.50	0.72	163	0.91	13.80	12	6	3.9	0.30
		0.60	0.80	188	0.97	14.75	14	7	3.9	0.30
		0.70	0.87	214	1.04	15.70	16	8	3.9	0.30
75	7	0.80	2.55	390	1.56	23.64	18	10	5.9	0.45
		0.90	2.64	423	1.65	25.02	20	11	5.9	0.45
		1.00	2.73	455	1.74	26.40	22	12	5.9	0.45
100	11	0.80	2.99	413	1.94	29.34	18	10	7.8	0.60
		0.90	3.09	446	2.05	31.05	19	10	7.8	0.60
		1.00	3.18	478	2.17	32.76	20	11	7.8	0.60
150	19	0.60	3.69	492	2.34	35.44	19	11	11.7	0.90
		0.80	3.88	569	2.66	40.30	20	12	11.7	0.90
		0.90	3.97	608	2.82	42.73	21	13	11.7	0.90
200	26	0.60	4.58	552	2.91	43.97	20	14	15.6	1.20
		0.80	4.76	628	3.30	50.00	22	15	15.6	1.20
		0.90	4.85	666	3.50	53.01	23	15	15.6	1.20
250	35	0.60	5.46	611	3.44	51.98	22	16	19.5	1.50
		0.80	5.65	687	3.91	59.11	24	17	19.5	1.50
		0.90	5.74	725	4.14	62.67	25	18	19.5	1.50
300	44	0.50	6.25	633	3.67	55.51	23	17	23.4	1.80
		0.70	6.44	708	4.21	63.68	24	18	23.4	1.80
		0.90	6.62	783	4.75	71.86	25	19	23.4	1.80
350	55	0.50	7.14	692	4.12	62.31	23	18	27.3	2.10
		0.70	7.32	766	4.72	71.49	25	19	27.3	2.10
		0.90	7.51	840	5.33	80.66	26	20	27.3	2.10
400	67	0.40	7.93	714	4.22	63.81	24	18	31.2	2.40
		0.60	8.11	788	4.89	73.95	25	19	31.2	2.40
		0.80	8.30	861	5.56	84.09	26	21	31.2	2.40
450	81	0.40	8.81	773	4.61	69.70	27	26	35.1	2.70
		0.60	9.00	846	5.34	80.78	28	28	35.1	2.70
		0.80	9.18	919	6.07	91.86	29	29	35.1	2.70

(日本飼養標準乳牛、2006)

表2 雌牛育成時の給与飼料乾物中の養分含量

体重 (kg)	週齢 (週)	増体日量 (kg/日)	乾物 (kg)	粗タンパク質 (%)	TDN (%)	代謝エネルギー (MJ/kg)	カルシウム (g)	リン (g)	ビタミンA (1,000IU)	ビタミンD (1,000IU)
75	7	0.90	2.64	16.0	63	9.47	0.77	0.41	2.21	0.17
100	11	0.90	3.09	14.4	67	10.06	0.63	0.33	2.53	0.19
150	19	0.90	3.97	15.3	71	10.76	0.53	0.32	2.95	0.23
200	26	0.90	4.85	13.7	72	10.92	0.47	0.31	3.21	0.25
250	35	0.80	5.65	12.2	69	10.47	0.42	0.31	3.45	0.27
300	44	0.70	6.44	12.0	65	9.89	0.37	0.28	3.63	0.28
350	55	0.70	7.32	12.0	65	9.76	0.34	0.26	3.73	0.29

(日本飼養標準乳牛、2006)

さい。飼料乾物中粗タンパク質含量が12%以下の場合、ルーメン微生物の窒素源が不足気味となることで飼料の消化率が低下してしまいます。表2には非妊娠雌牛の育成給与飼料の参考値を示しました(日本飼養標準乳牛、2006)。

15 水分要求量

哺乳期の子牛は、摂取する水分のほとんどは乳および代用乳に由来します。新鮮な水を自由

に飲ませると、子牛の増体成績が向上し、固形飼料を早くから採食できるようになります。哺乳子牛の飲水量は1週齢において1日1kg程度で、1カ月齢で1日2.5kg以上に増加します。代用乳哺育中の水分要求量は全乳の場合と同じです。離乳後の水分要求量は、乾物摂取量1kg当たり3.3kgです。1日の平均気温が15℃程度までは、水分要求量への気温の影響はありませんが、15℃から25℃の間では、平均気温が1℃上昇すると、乾物摂取量当たりの水分要求量は7%程度増加します。1日の平均気温が25℃を超えると、乾物摂取量の影響はほとんどなくな

り、気温の影響が大部分を占めるようになります。ホルスタイン種子牛の水分要求量を表3に示しました(日本飼養標準乳牛、2006)。

育成牛の水分要求量は、気温13℃以下では乾物摂取量1kg当たり3.5～3.6kgで、気温がこれ以上になると、要求量は気温が1℃上昇することに0.1kg増します。放牧時には、乾物摂取量、放牧草の乾物含量および環境条件によって水分要求量は変動しますが、夏季では体重100kg当たり16kgであり秋季で12kg程度です(日本飼養標準乳牛、2006)。

表3 ホルスタイン種子牛の水分要求量

週齢	飲水量(kg/日)
4	4～5
8	6～8
12	8～10
16	11～16
20	14～18
26	15～22

(日本飼養標準乳牛、2006)

【引用文献】

- 1) 新ルーメンの世界、小野寺良次、板橋久雄、農文協、東京、2004
- 2) 畜産大事典、田先威和夫、養賢堂、東京、1996
- 3) 日本飼養標準乳牛、(独)農業・食品産業技術総合研究機構、(社)中央畜産会、東京、2006
- 4) 反芻家畜の栄養学、唐澤壘、文永堂、東京、2001
- 5) ペンシルベニア州立大学web ページ (<http://www.das.psu.edu/research-extension/dairy/nutrition/calves/rumen>)