



Title	子牛の発育および飼料の利用性におよぼすスターター給与レベルの影響
Author(s)	関根, 純二郎; SEKINE, Junjiro; 北村, 健 他
Citation	北海道大学農学部農場研究報告, 22, 66-72
Issue Date	1981-03-20
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/13369
Type	departmental bulletin paper
File Information	22_p66-72.pdf



子牛の発育および飼料の利用性におよぼす スターター給与レベルの影響

関根純二郎・北村 健・大久保正彦・朝日田康司

(北海道大学農学部)

I 緒 言

牧乾草を濃厚飼料とともに子牛に給与した場合、牧乾草の増加とともに、発育、飼料摂取量、飼料効率が低下するといわれ^{3),9)}、また、羊においては、全給与飼料のうち、とうもろこしの給与量が増すとエネルギーの蓄積量も増すが、ある割合を超えると逆に減少することが知られている¹¹⁾。

著者らは、離乳後の子牛の舎内育成期における発育目標を日増体量0.7 kgおよび1.0 kgとして、異なるレベルのカーフスターターを給与した場合、舎内育成期の発育が放牧期間中の発育にどのように影響するかを追究した。これと平行して、舎内育成期の飼料利用性について追究するため、代謝試験を実施した。本報告は、この結果を基に、飼料の消化率、エネルギーおよび窒素の摂取量およびそれらの利用効率の面から、全給与飼料の利用性におよぼすスターターの給与レベルの影響について検討した。舎内育成期の発育と放牧期の発育との関連については別に報告する。

II 試験方法

1. 供試動物および飼養管理

ホルスタイン種雄子牛10頭を、約10日齢で購入し、カーフスターターの給与レベルの異なるA、

B2群に分けて供試した。供試子牛はカーフペンに各々1頭ずつ収容し、市販のミルクリプレサーを6週齢まで哺乳した。A群では、日量2.0 kgを上限として市販のカーフスターターを週齢に応じて増給し、10週齢以降、定量給与とした。B群では、日量3.5 kgを上限として、14週齢以降定量給与とした。各週齢に応じた飼料給与量を表1に示した。当场生産のオーチャードグラス主体2番刈牧乾草を5週齢から自由採食させた。供試した飼料の一般成分およびエネルギー含量は、表2に示した。飲水は、新鮮な水を用意し、自由に摂

Table 1. Feeding regime (as is basis)

Age wk	MilK replacer	Calf starter		Hay
		A	B	
		kg/head/day		
2	0.4			
3	0.8	trace	trace	
4	1.0	0.4	0.4	
5	0.7	0.6	0.7	ad lib.
6	0.4	0.8	1.0	↓
7		1.1	1.3	
8		1.4	1.7	
9		1.6	2.1	
10		2.0	2.5	
11-13		2.0	3.0	
14-16		2.0	3.5	

Table 2. Chemical composition and gross energy content of feed¹⁾

Feed	Dry matter	CP	%				C. Ash	GE KJ/g
			EE	NFE	C. Fiber			
Replacer	88.7	34.3	14.1	42.7	0.4	8.5	-	
Starter	88.20	22.0	4.6	61.8	5.1	6.5	18.0	
Hay	84.3±2.0 ²⁾	11.4±0.7	2.7±0.4	44.4±2.8	29.2±1.6	12.3±0.8	17.8±1.3	

1) All values except percent dry matter are on a dry-matter basis.

2) Standard deviation

取させた。

2. 測定事項

各飼料の摂取量は、毎日記録した。体重は、供試子牛購入時、2週齢時およびその後2週間間隔で測定した。体重測定は、午後3時に3日間連続して行ない、その平均値をもってその週齢の体重とした。

A, B各群から各々2頭を無作為に選び消化および代謝試験に供した。消化試験は、試験期7日間の全糞採取法により、4, 8, 12, 16週齢時に実施した。12および16週齢時には、尿および呼気を採取し、代謝試験を行なった。採尿は採糞と同じく7日間行なったが、呼吸試験は、試験期の最後の2日間に行なった。呼気ガス採取は、マスク法を用いて約3時間間隔で15分間行ない、直ちに respiライザー（フクダ医理化製, BM-10型）および LPG アナライザー（柳本製, GCG-55 C 型 2 台連結, モレキュラーシーブ 5 A およびシリカゲルカラム装着）により、酸素, 2酸化炭素, 窒素, メタンの各含量を測定した。呼気量はスパイロメーター（British Oxygen Co. 製）で測定した。

飼料, 糞, 尿の一般成分の分析は, AOAC²⁾の方法に準じて行なった。エネルギー含量の測定は, 自動ポンプカロリメーター（島津製, CA-2型）を用いた。尿中エネルギーについては, 助燃剤としてセルローズパウダー（生化学工業製）を用い凍結乾燥後, 測定に供した。

呼気分析および尿中窒素分析結果より, 非蛋白呼吸商を求め, Zuntz-Shumbergの表⁶⁾により熱発生量を算出し, これに蛋白質酸化による熱発生量⁶⁾を加えて各測定時の熱発生量とした。1日当りの熱発生量は, 各時刻で得た値の平均値から求めた。

III 結 果

1. 乾物摂取量

各飼料別の乾物摂取量 (DMI) の推移を図1に示した。スターターの DMI は意図した通り, B 群が大で, 12週齢以降では A 群の約 1.6 倍となった。両群とも 14 週齢で最高摂取量となり, 以後一定であった。牧乾草では, 8 週齢まで両群ともほ

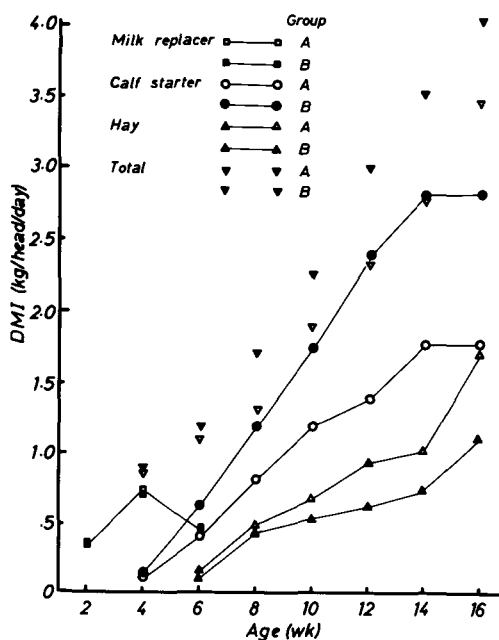


Fig. 1 Changes in average dry-matter intakes for each feed

ぼ同じであったが, 10 週齢以降, A 群の摂取量が大きくなり, 12 週齢以降では B 群の約 1.4 倍の摂取量となった。また, スターター DMI が一定となった 14 週齢以降では, 両群とも, 牧乾草の DMI が著るしく増加した。総 DMI では, スターター給与量による差が牧乾草 DMI の差により, 多少相殺された。特に, 16 週齢において, A 群の牧乾草 DMI の増大により, 両群間の差が少なくなった。

2. 体重

供試子牛は, 哺乳中および離乳後において, 下痢等の障害は発生せず順調に发育した。両群の平均体重およびその範囲の推移を図2に示した。哺乳期では, 両群に差はないが, 離乳後の 8 週齢で, A 群, 71.0 kg, B 群, 81.7 kg, 12 週齢で各々, 89.9 kg, 108.1 kg, 16 週齢で各々, 119.0 kg, 143.5 kg となり, 週齢とともに両群間の差が大となった。全期間を通じての平均日増体量は, A 群, 0.75 kg/日, B 群, 0.97 kg/日であり, 離乳後の日増体量では, A 群, 0.80 kg/日, B 群, 1.03 kg/日となった。

3. 消化率

乾物 (DM), 有機物 (OM), 粗蛋白質 (CP),

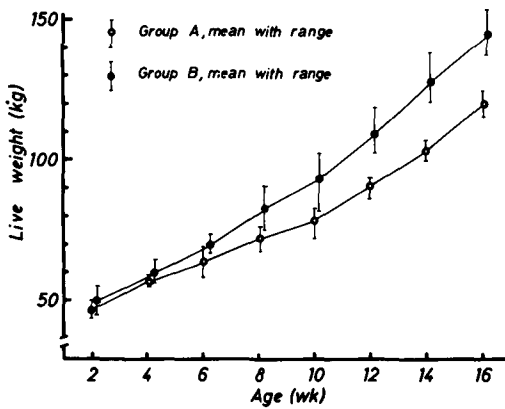


Fig. 2 Changes in average live weight

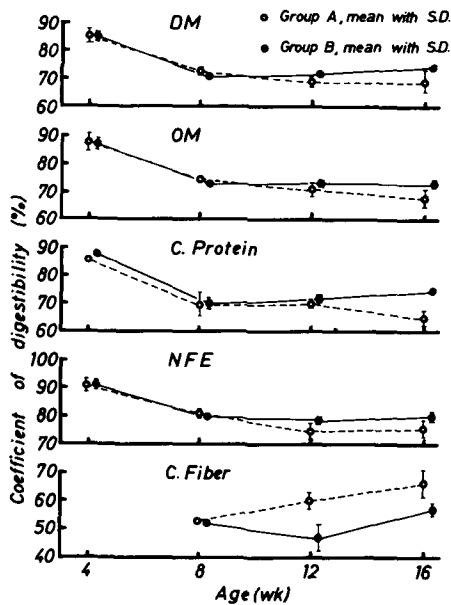


Fig. 3 Changes in digestibility

可溶性無窒素物 (NFE) および粗繊維 (CF) の消化率の推移を図3に示した。両群とも、CFを除いた他の成分の消化率は、哺乳期に高く、離乳後に低下し、その後、大きな変動が認められなかった。CFの消化率は、増加する傾向が認められた。

消化率は、8週齢までは、A、B両群ともほぼ同様であったが、12週齢では、NFEでA群がB群に比べてわずかに低く、CFが高い結果となった。16週齢においては、DM、OMでA群(69.2±3.7%, 67.6±3.5%)がB群(74.0±1.5%, 73.1±1.3%)に比べて低くなった。また、NFE、CPで

も、A群(75.9±3.0%, 65.2±2.8%)はB群(80.6±1.4%, 74.8±1.1%)に比べて、低くなった。しかし、CFでは逆に、12、16週齢ともA群がB群より高くなった。

4. エネルギーの摂取量、消化率および代謝率

体重100kg当りの総エネルギー(GE)、可消化エネルギー(DE)、代謝エネルギー(ME)摂取量、エネルギー蓄積量(Er)および代謝試験に用いた子牛の体重および日増体量を表3に示した。体重100kg当りのGE摂取量は、12週齢ではB群が高く、表4に示すように消化率(DE/GE)および代謝率(ME/GE)も若干高いため、DEおよびMEの摂取量も多くなった。また、Er量もB群がA群に比べて多くなった。16週齢では、GE摂取量がA群で大となったため、消化率(表4参照)がA群で低いものの、DE摂取量はA群がB群を若干上廻った。しかし、代謝率(表4参照)に差があったため、ME摂取量では、両群同一となり、Er量では、B群がA群に優っており、この相違が両群

Table 3. Energy obtained per 100kg of live weight and average live weight and daily gain

Age, wk	12		16	
	Group A	Group B	Group A	Group B
MJ/100kg wt./day				
GE ¹⁾	45.2±.0	50.7±2.1	51.1±1.0	46.4±1.4
DE ²⁾	30.8±.8	35.5±.3	34.8±1.1	33.6±.3
ME ³⁾	27.1±1.3	32.7±.3	30.8±.6	30.8±.6
Er ⁴⁾	7.5±.2	9.0±.8	6.5±.8	9.3±.6
kg				
Live wt.	89±5	106±5	122±5	149±2
Daily gain	.83±.16	1.00±.00	.67±.15	.89±.08

1) Gross energy. 2) Digestible energy. 3) Metabolizable energy. 4) Energy retained.

Table 4. Digestibility and metabolizability of energy and proportions of GE supplied

Age, wk	12		16	
	Group A	Group B	Group A	Group B
%				
DE/GE	68.1±1.7	70.0±2.2	68.0±3.2	72.4±1.6
ME/GE	60.0±2.8	64.5±1.9	60.1±2.3	66.4±0.7
GE supplied by				
starter	63.3	82.4	50.8	73.2
hay	36.7	17.6	49.2	26.8

の日増体量の相違となって現われている。

エネルギーの消化率、代謝率およびスターター、牧乾草による GE 供給割合を表 4 に示した。消化率、代謝率には同一群内における週齢による差が認められず、スターターおよび牧乾草による GE 供給割合が、A 群にみられるように約 6:4 から 5:5 へ、また、B 群の約 8:2 から 7:3 へと変わっても、消化率、代謝率には大きな変動がないと考えられる。

5. 窒素バランス

窒素 (N) 摂取量、可消化 N (DN)、蓄積 N 量を表 5 に示した。各週齢とも、B 群は A 群に比べて、すべての N 量が多くなった。しかし、N 摂取量に対する蓄積 N 量の割合は、B 群が A 群に比べて低い結果となった。

Table 5. Nitrogen balance

Age, wk	12		16	
	A	B	A	B
	g/head/day			
Intake(In)	67.4±2.7	99.2±.0	97.6±.7	121.3±1.3
Digested	47.7±1.3	71.0±1.5	66.4±3.5	91.8±1.5
Retained	24.6±.4	29.5±2.2	31.0±1.6	34.8±1.7
	%			
Re./ In.	36.5±.9	29.7±2.2	31.7±1.9	28.7±1.7

IV 考 察

スターターの給与レベルの相違により DMI、体重あるいは増体成績に明らかな差が認められたことは、エネルギーおよび N 摂取量の結果からも明らかなように、当然の結果であるといえる。しかし、スターター給与日量 2.0 kg を上限とした A 群においても、平均日増体量が、0.75 kg/日であり、小竹森¹⁰⁾の示した育成基準の日増体量 0.7-0.8 kg/日の範囲にあり、B 群よりも劣るものの正常な増体成績であったといえる。

飼料成分の消化率で両群間に差が認められたのは、16 週齢においてであった。DM、CP の消化率が 16 週齢時に B 群で高くなったが、Griffiths⁸⁾により報じられた濃厚飼料の多給により、DM、N の消化率が有意に高まるという結果と一致するもの

である。また、CF の消化率については、12 週齢以降 A 群が高くなった。羊において、アルファルファ乾草、とうもろこし混合飼料中のとうもろこしの割合が増すと、CF の消化率が減少することが認められており¹¹⁾、このことから、スターター割合の高い B 群は、A 群より CF 消化率が低くなったことが裏付けられる。エネルギーの消化率および代謝率は、A 群が、12、16 週齢とも B 群より低いことから、A 群においては、糞およびメタンへのエネルギー損失率が高くなったと考えられ、各飼料による GE 供給割合をあわせて考慮すれば、Flatt and Moe⁷⁾が述べたごとく、その要因は、牧乾草摂取量の差に由来すると推察される。

蓄積 N 量は、高栄養水準飼養により高まるということが認められており^{4,5,8)}、本試験の結果もこれを支持するものであった。しかし、摂取量中の蓄積量の割合は、B 群が A 群に比べて低い結果となった。したがって、N の利用効率からみれば、スターター給与レベルの高い B 群が、低いといえる。

両群における、エネルギーおよび N の利用効率を、詳細に比較検討するため、ME および DN の要求量を、離乳後の各群の平均増体量 (A 群、0.8 kg/日、B 群 1.0 kg/日)、およびそれぞれの週齢における体重をもとに、ARC 標準¹⁾を用いて算出し、実測したそれぞれの供給量と比較した。それらの値を、表 6 に示した。12 週齢、A 群では、表 3 にみられるごとく、日増体量が 0.83 kg/日であり、ME、DN とも要求量と供給量がほぼ同じであった。しかし、12 週齢、B 群、16 週齢、A、B 両群では、いずれも供給量が要求量を上廻っている。ME では、ほぼ 1 割前後の超過であるのに対し、DN の供給量は、いずれも大きく超過してお

Table 6. ME and digestible nitrogen(DN) requirements and amounts supplied

Group	Age (wk)	Requirement		Supplied	
		ME	DN	ME	DN
		MJ/day	g/day	MJ/day	g/day
A	12	24.3	40	24.1	48
B	12	30.8	49	34.7	71
A	16	33.4	44	37.6	66
B	16	43.3	52	46.0	92

Table 7. Daily gain per energy obtained

Age, wk	12		16	
	A	B	A	B
ME(MJ/day)	24.1	34.7	37.6	46.0
Gain/ME(g/MJ)(I)	34	29	18	19
Expected Gain/ME (II)	33	32	24	23
I/II (%)	103.0	87.9	75.2	82.2
Gain/Er(g/MJ)	124	105	84	64

り、特に、B群において、それが著しいことがわかる。このことから、供給されたDNのかなりの部分がむだになっており、それが、特にB群で著しいことが推測できる。これは、表5に示した、Nの利用効率からも裏付けられる。さらに、エネルギーの増体への反映をみると、表7にみられるごとく、ME当りの増体量では、12週齢、A群で34 g/MJとなり、要求量算出に用いた基準増体量を、ME要求量で除した期待値、33 g/MJとほぼ同じであったが、B群では、29 g/MJで期待値より低く、DN供給量が、要求量の145%に達していたにもかかわらず、約12%のMEが増体に反映されず、損失したと考えられる。16週齢では、ME当りの増体量は、両群ともほぼ同じであり、期待値に比べて低く、MEの約20%前後が損失したといえる。また、このときのDN供給量は、要求量に対して、A群、150%、B群、177%であった。したがって、DNの過剰供給がMEの増体への転換効率の阻害要因となっているとも考えられる。更に、Er当りの増体量でみると、各週齢とも、A群が高く、獲得エネルギー当りの増体は、A群の方が大であった。したがって、獲得エネルギーの増体への転換効率は、A群がB群に比べて、大であると考えられる。

このように、A群で、Nの利用効率が高く、エネルギーの増体への反映の効率も良く、平均増体量の結果からも、正常な増体成績が期待できることが認められた。したがって、全飼料としての利用性は、A群のほうが良いと結論できる。

V 要 約

1. カーフスターターを2つの異なる給与レベ

ルで、離乳後の子牛に与え、発育、飼料の利用性、特に、エネルギーおよび窒素の利用効率におよぼす影響について、検討した。スターター給与量を、日量上限2.0 kg (A群)、および3.5 kg (B群)に制限し、牧乾草を自由採食させて、消化試験、代謝試験を実施した。

2. 牧乾草乾物の摂取量は、A群がB群より大であったが、総乾物摂取量では、B群がA群に比べて大であった。

3. 離乳後の体重、日増体量は、B群がA群より大であったが、A群の日増体量(0.80 kg/日)からみて、両群とも発育は良好であった。

4. DM, OM, CP, NFEの消化率は、12週齢まで、両群ともほぼ同様であったが、16週齢で、B群がやや高くなった。粗繊維の消化率は、12、16週齢で、A群がB群に比べて高くなった。

5. エネルギーの消化率、代謝率は、B群がA群に比べて、やや高くなったが、摂取エネルギーの増体への転換効率では、A群が優れていた。

6. 蓄積N量では、B群がA群より大であったが、摂取N量に対する割合では、A群に比べて低くなり、Nの利用効率は、A群が優れていた。

7. 得られた結果の考察から、全飼料の利用性は、A群のほうが良いとの結論に達した。

引用文献

- 1) AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL, *The nutrient Requirements of Farm Livestock. No. 2 Ruminants*, pp. 233-239, A. R. C., London, 1965.
- 2) ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS *The Official Methods of the Association of Official Analytical Chemists, 11th ed.*, pp. 123-131. A. O. A. C., Washington D. C. 1970.
- 3) BARTLEY, E. E. Effects of a self-fed pelleted mixture of hay and calf starter on the performance of young dairy calves, *J. Dairy Sci.*, 56 : 817-820, 1973.
- 4) BINES, J. A., AND BALCH, C. C. Relative retentions of the nitrogen of urea and groundnut in isoenergetic diets for growing heifers, *Br. J. Nutr.*, 29 : 457-466, 1973.
- 5) BOWERS H. B., PRETON, T. R., McDONALD, I., MACLEOD, N. A., AND PHILLIP, E. B., Intensive beef production, 4. The effect on nitrogen retention of all-concentrate diets containing different levels of

- fish meal, *Anim. Prod.*, 7 : 19-25, 1965.
- 6) BRODY, S., *Bioenergetics and Growth*, pp. 310-311, Hafner Pub. Co. Inc., New York, 1964.
- 7) FLATT, W. P., AND MOE, P. W., Nutritional requirements for growth, *In Animal Growth and Nutrition*, E. S. E. HAFEZ AND I. A. DYER eds., pp. 269-290, Lea and Febiger, Philadelphia, 1969.
- 8) GRIFFITHS, T. W. Effects of variations in energy and protein intakes on digestibility, nitrogen balance and carcass composition in British Friesian castrated male cattle, *Anim. Prod.*, 26 : 233-243, 1978.
- 9) HIBBS, J. W., CONRAD, H. R., POUNDEN, W. D., AND FRANK, N., A high roughage system for raising calves based on early development of rumen function. VI. Influence of hay to grain ratio on calf performance, rumen development, and certain blood changes, *J. Dairy Sci.*, 39 : 171-179, 1956.
- 10) 小竹森訓央, 牧草を主体とした乳用種去勢牛の育成・肥育に関する研究, 北海道大学農学部附属牧場研究報告, 8 : 1-83, 1977.
- 11) KROMANN, R. P., CLEMENS, E. T., AND RAY, E. E., Digestible, metabolizable and net energy values of corn grain and dehydrated alfalfa in sheep, *J. Animal Sci.*, 41 : 1752-1758, 1975.

The Effect of Feeding Levels of Calf Starter on Ration Utilization and Performance of weaned Calves

Junjiro SEKINE, Ken KITAMURA, Masahiko OKUBO and
Yasushi ASAHIDA

(Faculty of Agriculture, Hokkaido University)

Summary

1. Comparison was made of performance and efficiency of utilization for ration on calves fed two different levels of calf starter. Feeding levels of starter were the one with daily allowance restricted to 2.0 kg (Group A) and the other to 3.5 kg (Group B).

2. Although dry matter supplied by 2nd cut hay was greater in Group A (A) than in Group B (B), total amounts of dry matter ingested were greater in B.

3. Daily gain was greater in B than A. Growth performance of calves in both groups was considered to be normal, since even calves in A gained at the rate of 0.80 kg daily.

4. Digestibilities of DM, OM, CP and NFE were similar between A and B up to 12 weeks of age. At 16 weeks of age, digestibilities of those components tended to be higher in B than A. Calves in A digested more crude fiber than those in B at 12 and 16 weeks of age.

5. Energy retained by calves in A contributed with greater extent to daily gain than those in B, while digestibility and metabolizability of energy were higher in B than A.

6. Amounts of nitrogen retained by calves in B outweighed those in A. The proportion of nitrogen retained expressed as a percentage of nitrogen intake, however, was greater in A than B. Thus, calves in A more efficiently retained nitrogen than those in B.

7. From consideration of results obtained, ration for A was concluded to be more efficiently utilized by weaned calves.