

受賞論文

乳牛における哺乳・育成期の栄養管理に関する一連の研究

大坂 郁夫*

北海道立総合研究機構 農業研究本部 根釧農業試験場, 086-1135 中標津町

*連絡著者 (Corresponding author) : osaka-ikuo@hro.or.jp

Studies on nutrient management of dairy calves and heifers

Ikuko OSAKA

Hokkaido Research Organization Agricultural Research Department

Konsen Agricultural Experiment Station

Nakashibetsu-cho 086-1135

キーワード：初乳、哺乳期間、コラーゲン、分娩月齢、初産乳量

Key word : colostrum, weaning period, collagen, calving age, primiparous milk production

乳牛の哺育・育成牛は泌乳牛のように乳による収益がないため、長い間、低コストを一義的に飼養されてきた。しかし、北海道の泌乳牛に対する初産牛割合が平成元年に3割を超してから現在にいたるまで、この割合が維持されている状況において、初産牛の生産性、特に初産分娩月齢の短縮による育成期飼養コスト削減や、経産牛よりも1000kg程度低い初産乳量の向上は、酪農家への収益増加の効果が期待できる。初産分娩月齢は育成期の受胎月齢で決定される、あるいは初産分娩時の月齢や体重が初産乳量に影響するといわれていることから、近年、哺乳・育成期における栄養管理の関心が高まってきた。

乳牛の哺乳・育成期に関する研究は、生理学的には栄養素や内分泌と第一胃や乳腺組織の関連、飼養学的には摂取量や体重、発育成績など、各分野の知見が多いが、生理的知見を基に発育ステージごとの栄養管理を検討した報告は少ない。

このような背景の中、本研究では「初産分娩月齢の短縮、初産乳量向上を目指した哺乳・育成期の栄養管理」を目的とし、初産分娩月齢短縮においては発育改善の観点から、初乳給方法の見直し、哺乳期の第一胃発達を考慮した飼料給与法と発育効果、育成前期の飼料中タンパク質水準増加効果について、初産乳量向上においては分娩月齢または分娩時の体格と初産乳量の関連について検討を行ってきた。

【初乳給与までの時間および免疫グロブリン摂取量と血清中免疫グロブリン濃度の関係】

子牛へ十分な免疫グロブリンを移行させるため、①初乳給与は出生後可能な限り早い時間に給与する (Rajara and Castren, 1995)、②免疫グロブリンG (IgG) を最低100g摂取させる (QuigleyとDrewry 1998)、③血清中IgG濃度を10mg/ml以上 (NAHMS 1996) にするように指導されている。本試験ではこれらの関連について検討をおこなった。

IgG摂取量に応じて血清中IgG濃度が高くなるが、初乳給与1時間以上6時間未満でも1時間以内に給与した場合と類似し、寄与率(R²)も比較的高い回帰式が得られ(表1)、血清中IgG濃度を10mg/ml以上にするIgG摂取量として、回帰式から120g程度と算出された。

初乳の給与量について、初期の研究 (Stott, 1979b) では、2Lの初乳が摂取されれば十分なIgGが移行すると言われてきた。その後、2Lの初乳摂取量ではIgG移

表1 IgG摂取量と摂取24時間後血清中IgG濃度の関係

初乳給与までの時間	頭数	回帰式*	R ²	最低限必要なIgG摂取量**
< 1	5	y=0.0834x	0.88	120
1 ≤, < 6	10	y=0.0804x	0.49	124
6 ≤, < 12	21	y=0.0681x	0.34	147
12 ≤, < 18	8	y=0.0450x	0.08	222

* 独立変数 x : IgG摂取量(g)
従属変数 y : 血清中IgG濃度(mg/ml)
** 血清中IgG濃度が10mg/mlに達するのに必要なIgG摂取量を回帰式から算出した。

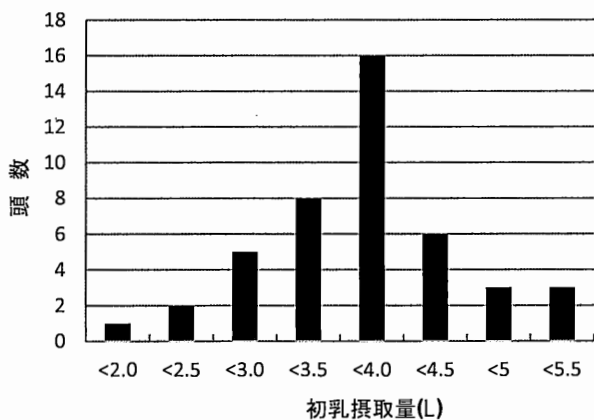


図1 一回給与時の初乳摂取量の分布

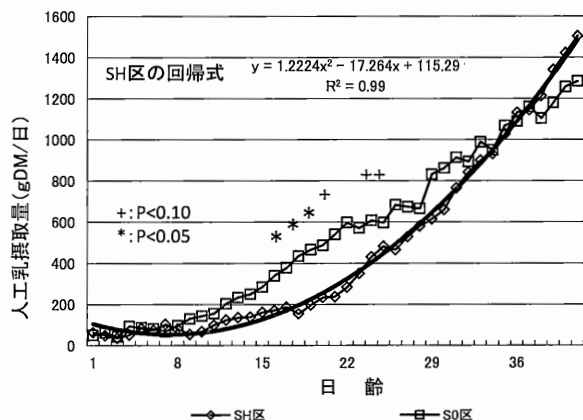


図2 人工乳摂取量の推移

行量が不足することから、食道カテーテルの利用 (Besseら 1991) や頻回哺乳 (HopkinsとQuigley, 1997) を行なうように推奨されてきた。しかし、本試験で飽食給与すると、一頭を除く全ての新生子牛は2L以上の初乳を摂取しており、食道カテーテルや頻回哺乳のような処置を行なわなくても、出生後一回の初乳給与で平均3.6L、81%は3L以上を摂取した (図1)。

これらの結果から、出生後6時間以内にIgG濃度の高い初乳を飽食給与すれば血清中IgG濃度の最低基準10mg/mlの達成が可能であることを示した。

【哺乳期の固形物飼料制御による4週齢離乳法】

乳用子牛では、4L/日哺乳で6週齢離乳が慣行法であるが、子牛の生理機能を考慮して哺乳量、人工乳、粗飼料の給与量を設定すれば、良好な発育をさせつつ哺乳期間を短縮できる可能性がある。

そこで、人工乳と粗飼料の給与量を設定するため、固形飼料として人工乳だけを給与した群 (S0群) と人工乳と乾草の給与した群 (SH群) を比較したところ、S0群で3週齢までの人工乳摂取量が多く (図2)、第一胃内壁の飼料片・毛の付着、第一胃内の毛玉 (写真) や多量の敷料 (麦稈) が確認された。NRC (2001) では、人工乳摂取量を抑制するので第一胃が十分に発達していない哺乳期の乾草の給与を否定している。一方で人工乳は第一胃の絨毛発達に効果的だが、過剰の摂取はパラケラトースの原因となることが報告されている (Gillilandら, 1962)。本試験の結果から、乾草のような物理性のある飼料の一定量摂取は、栄養源としてではなく、第一胃内絨毛に細かな飼料片の付着を防止する作用があり、3週齢までの多量の人工乳摂取は第一胃の絨毛発達を阻害する可能性があると考えられた。また、絨毛発達を阻害しない3週齢までの人工乳摂取量は、SH群の人工乳の回帰式から300g/日程度と推察された。

これらの結果を基に、人工乳より利用効率の高い代用乳を4L/日から6L/日に高め、乾草および人工乳の

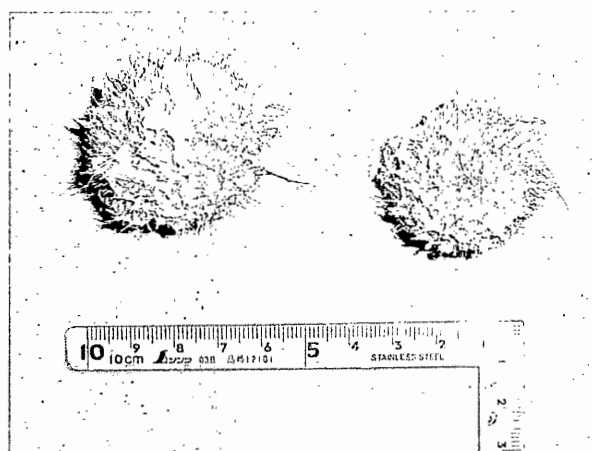


写真 第一胃内で発見された毛玉

表2 4週齢離乳プログラム

週齢	日齢	代用乳	人工乳*	乾草**
		(L/日)	(g/日)	(g/日)
1	出生日 (1)	4	0	0
	2~3	6	50	50
	4~7	6	↓	↓
2	8~14	6	↓	↓
3	15~21	6	300	↓
4	22~28	6	800	50

* 残食がない場合は100g増給。21日齢までは最高300gに制限
** 哺乳期間は細切乾草を50gに制限

表3 哺乳方法および乾草の質の違いと発育

哺乳方法 乾草の質		慣行	早期	早期
		低質乾草	低質乾草	良質乾草
哺乳量	L/日	4	6	6
哺乳期間	週	6	4	4
乾草	TDN%*	53	53	70
	(週齢)	-----kg/日-----		
期間別 日増体量	1-4	0.60	0.66	0.60
	5-8	0.99	0.91	0.99
	9-13**	0.97 ^a	0.92 ^a	1.09 ^b
		-----kg-----		
体重増加量	1-13	76	75	79

* 乾物中
**ab: 異文字間に有意差 (P<0.05) 有り

給与量を制御した4週齢離乳プログラム(表2)を作成して飼養したところ、慣行法と同等の発育が見込めること、また乾草の質は9週齢以降に発育に影響することを示した(表3)。

【交配開始前の育成牛への栄養水準】

飼料中TDN含量を乾物中72%の条件下で、NRC(1989)で設定されていたCP含量(3~6か月齢:16%、7か月齢以降12%)を対照区、それよりタンパク質を約25%高めた試験区と比較した。試験区の血清中遊離アミノ酸は、小腸からのタンパク質吸収量の指標となる分枝アミノ酸(Branch Chain Amino Acid:BCAA)が高く、コラーゲンの構成アミノ酸であるGLY、PRO、HYPは低く推移(表4)した。特に7か月齢以降で対照区との差が認められ、その期間の体高値も高まる傾向を示した。成長速度が高まると、タンパク質要求量の増加割合はエネルギー要求量のそれよ

りも大きくなる(Van Amburghら、1998)。対照区では一度体タンパク質として合成されたコラーゲンが、他の組織のタンパク質不足を補うために代謝された可能性が考えられたことから、高エネルギー飼料で育成前期の日増体量を高く設定する場合は、飼料乾物中タンパク質含量を16%程度に高める必要性を示した。

【初産分娩時の月齢および体格と初産乳量の関係】

表5に初産分娩月齢および体格の違いと初産乳量を示した。初産分娩月齢が推奨されている24か月齢より2か月齢程度早くても乳生産に影響は認められなかったが、分娩時の体格は分娩後の摂取量に差がないにもかかわらず、初産乳量に大きく影響することが示された。分娩時の体格差による初産乳量の違いは、血清中NEFA濃度の推移から泌乳初期の体脂肪動員量(図4)が異なること、その後は分娩時の体重が大きい0.8kg/日群の体重増加割合が小さくなる傾向がある(図5)

表4 血清中遊離分枝アミノ酸およびコラーゲン構成アミノ酸濃度の推移

		月 齢	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
			nmol/ml										
分枝 アミノ酸	VAL	試験区	360	369	376	360	436	431*	438*	437*	448*	400	422*
		対照区	315	313	361	340	305	338	357	340	322	336	315
	ILE	試験区	174	177	178	167	203*	201	194	185*	183	171	186*
		対照区	158	147	170	159	142	174	161	154	144	143	146
	LEU	試験区	194	224	214	214	266*	238	247*	247*	263*	229	252*
		対照区	181	179	237	211	207	208	210	202	193	198	190
コラーゲン 構成アミノ酸	GLY	試験区	263	227*	242*	246	241*	170	190*	222*	218	223	229
		対照区	317	291	313	296	299	289	275	303	296	255	280
	PRO	試験区	96	93	90*	97	93	72*	80*	88*	92	95	103
		対照区	113	96	119	113	105	114	104	111	105	107	103
	HYP	試験区	92	90	82**	79	79*	61**	68**	74**	75*	76	75
		対照区	104	103	107	102	102	113	104	111	104	97	90

+P<0.10, *P<0.05, **P<0.01

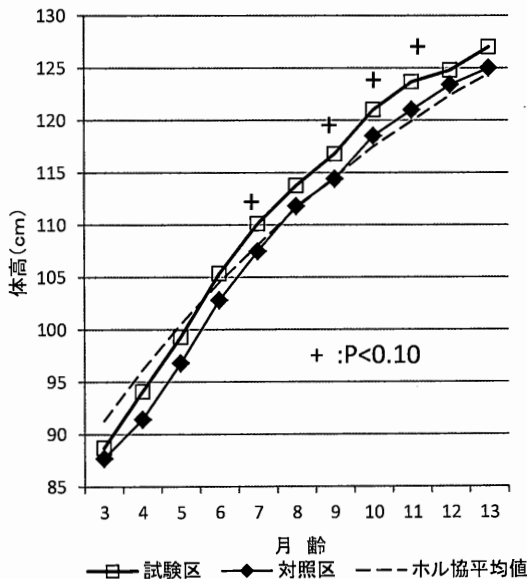


図3 体高の推移

表5 分娩時の月齢または体格の違いと初産乳量

処理または区分	分娩月齢	分娩時体重 (kg)	分娩時体高 (cm)	305日間初産乳量 (kg)
月齢 ¹⁾	早期群	22.0	533	7456
	標準群	24.0	544	7442
体格 ²⁾	0.8kg/日群 ³⁾	25.2	541	7638*
	0.5kg/日群 ³⁾	25.1	473	6776

1) 2007年データ
2) 1994年データ
3) 妊娠期間の日増体量
*P<0.05

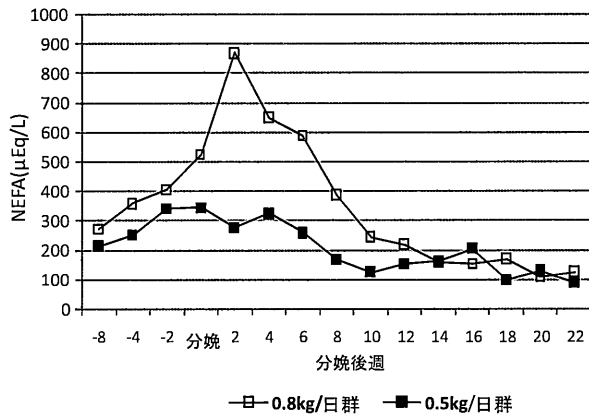


図4 血清中NEFA濃度の推移

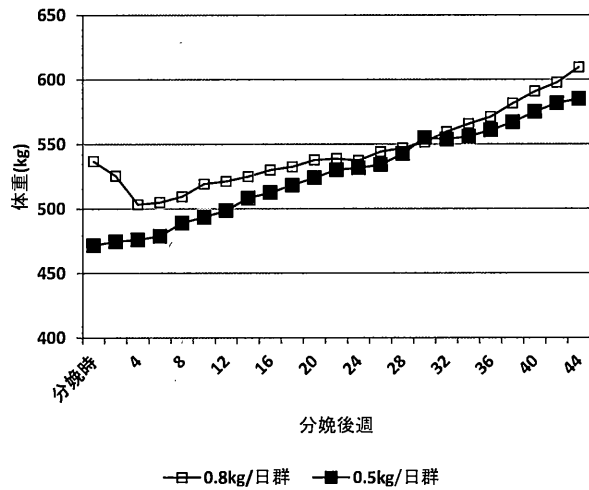


図5 分娩後の体重の推移

ことから、分娩後の摂取した栄養分は相対的に成長へは少なく乳生産へ多く分配されたためと考えられた。

これらの結果から、初産乳量は分娩時月齢ではなく、初産分娩までに体格を成熟値に近づけることで向上することを示した。

まとめ

これらの研究は、初産分娩月齢の短縮、初産乳量向上を目指した哺乳・育成期の栄養管理を目的として実施され、初乳給与法や離乳方法について具体的な基準を示した。また、育成前期のタンパク水準や分娩前の体格についての指針を提示した。勿論、本研究ではアウトラインを示したのであり、初産分娩月齢の短縮、初産乳量向上を目指した哺乳・育成期の栄養管理の改善には多くの解決すべき問題が残されているが、酪農生産現場において、少しでも参考にしていただければ幸甚である。

謝辞

本研究を遂行するにあたり、多くの方々、とりわけ

根釧農業試験場乳牛グループ研究支援職員および畜産試験場家畜衛生グループ研究支援職員（旧新得畜産試験場 酪農科農業技能員）には乳牛管理、データ収集に関する多大なる支援をいただきました。皆様に心から感謝するとともにお礼を申し上げます。また、北海道畜産学会賞の推薦、決定をいただきました諸先輩、会員の皆様に厚く御礼申し上げます。

文献

- Besser, T.E., C.C. Gay, and L.Pritchett. 1991. Comparison of three methods of feeding colostrum to dairy calves. *J. Am Vet Med Assoc.* 198:419-422.
- Gilliland, R.L., L.J.Bush, and J.D. Friend. Relation of ration composition to rumen development in early - weaned calves with observations on ruminal parakeratosis. *J.Dairy Sci.*, 45:1211-1217. 1962
- Hopkins, B.A., and J.D. Quigley, 3. 1997. Effects of method of colostrum feeding and colostrum supplementation on concentrations of immunoglobulin G in the same of neonatal calves. *J.Dairy Sci.* 80:979-983
- National Animal Health Monitoring System. Dairy 1996; National dairy health evaluation project. Dairy heifer morbidity, mortality and health management focusing on preweaned heifers. Ft. Collins (CO) ; USDA-APHIS Veterinary Service.
- National Research Council. 1989. Nutrient Requirements of Dairy Cattle. 6th rev. ed. Washington, DC: Natl. Acad. Sci
- National Research Council. 2001. Nutrient Requirements of Dairy Cattle, 7th rev. ed. Washington, DC: Natl. Acad. Sci
- Quigley, J.D., 3, and J.J. Drewry. 1998. Nutrient and immunity transfer from cow to calf pre-and postcalving. *J Dairy Sci.* 81:2779-2790.
- Rajara, P., and H. Castren. 1995. Serum immunoglobulin concentrations and health of dairy calves in two management systems from birth to 12 weeks of age. *J Dairy Sci.* 78:2737-2744.
- Stott, G.H., D.B. Marix, B. E. Menefee, and G.T. Nightengale. 1979b. Colostral immunoglobulin transfer in calves 2. The rate of absorption. *J. Dairy Sci.* 62:1766-1773
- Van Amburgh ME, Galton DM, Bouman DE, Everett RW, Fox DG, Chase LE, Erb HN. 1998. Effects of three prepubertal body growth rates on performance of Holstein heifers during first lactation. *J. Dairy Sci.* 81:527-538.