

総説

寒冷地域における哺乳子牛の飼養管理

大坂郁夫

地方独立行政法人 北海道立総合研究機構
上川農業試験場 天北支場
〒098-5738 北海道枝幸郡浜頓別町緑ヶ丘8丁目2番地
Tel 01634-2-2111
Fax 01634-2-4686
Email: osaka-ikuo@hro.or.jp

【要約】

若齢であるほど哺乳子牛の熱的中性圏の下限臨界温度が高い。環境温度がその下限臨界温度を下回ると、体温を維持するためにエネルギー要求量が増加する。北海道のような冬季の寒さが厳しい地域では、子牛は大きなストレスを受け、発育停滞や疾病に罹患するリスクが高まる。

寒冷対策として、①寒さにより維持エネルギー要求量の増加分を考慮して飼料を増給すること、②寒さにより維持エネルギー要求量の増加分を少なくする環境にすること、が基本となる。新生子牛は、体表面の水分を拭き取り清潔、乾燥、すきま風のあたらない環境に置く。初乳は出生後6時間以内を原則に、初回の給与で最低でも3L摂取させる。哺乳期の子牛は、ルーメンの発達段階に応じて利用できる栄養源を変化させる。3週齢程度までの子牛は、ルーメンが十分に機能していません、スターター摂取量も少ないため、栄養の多くは液状飼料に依存している。液状飼料として多くの酪農場で利用されている代用乳は、全乳と比較して低脂肪のため、エネルギーが10-20%少ない。厳寒期に早期離乳を前提とした制限哺乳は、エネルギー不足になる可能性がある。早期離乳で代用乳を給与する哺乳プログラムでは、希釈した哺乳量よりも代用乳量（粉ミルク量）を基本として給与量を高めるとともに、哺乳期に群飼養する場合は、スーパーハッチの中に可動式シートや赤外線ヒーターを入れて保温効果を高めることで、子牛の発育改善が期待できる。

キーワード：厳冬、子牛、初乳給与、代用乳、早期離乳プログラム

はじめに

北海道は酪農地帯として知られているが、酪農場は北海道の東部と北部に全体の8割が偏在しており、冬季は北海道の中でも寒さが厳しい地域である。北海道では12月、1月の子牛の死亡頭数が極めて多い（図1）ことから、原因の一つとして寒冷による影響も大きいことが推

察され、出生から哺乳期までの寒冷対策が不十分とも指摘されている。寒冷条件下では、エネルギー供給量を高めること（栄養）、奪われるエネルギーを少なくする環境にすること（施設）を基本として、その両面から対策を講じる必要がある。

そこでこの総説では、筆者らが取り組んだ初乳給与法と子牛の寒冷対策を中心に、子牛の発育改善効果に関して論じていく。

受理：2018年4月24日

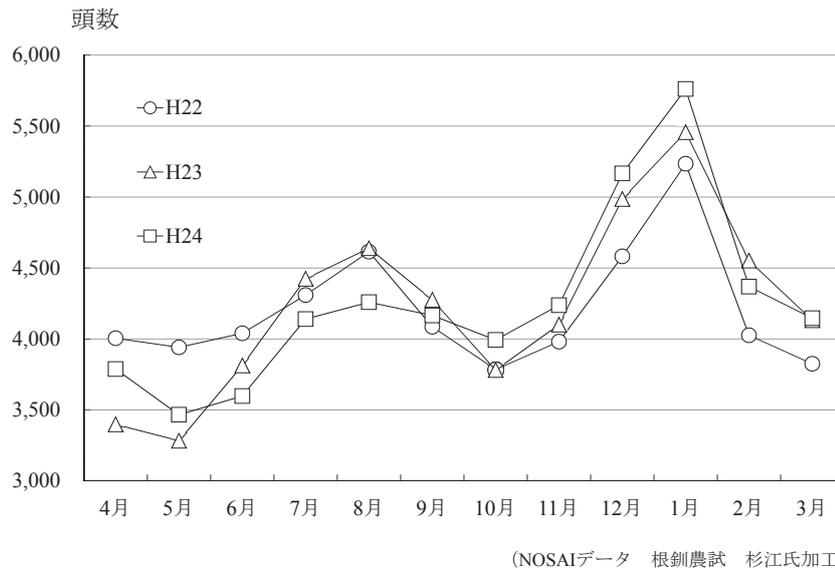


図1 乳用子牛の月別死廃頭数

出生から初乳給与までの管理

(1) 出生時の環境

体内で熱の放散を抑制したり、助長したりするようなメカニズムが働かなくても、体心温度を維持できる環境温度の幅を熱的中性圏という。子牛における熱的中性圏の下限臨界温度は若齢であるほど高い。また、成牛ではエネルギー摂取量が不足する場合、蓄積した体脂肪を動員して乳生産や体温維持に利用するが、新生子牛は体脂肪蓄積量が極めて少なく、寒さが厳しい条件下では体温を維持するために1日程度で消費してしまう量しかない [12] ので、子牛が出生したら病原菌の感染や体力を消耗するリスクを低減させる環境に置かなければならない。

- ①乾燥：病原菌が繁殖しにくく、かつ体温（＝エネルギー）を奪われにくくするため、乾燥した麦稈などの敷料を十分量（管理者が跪いても膝が濡れない程度）用いる。
- ②清潔：子牛がいるスペースだけで無く、初乳を給与する器具についても、洗浄・消毒をおこなう。
- ③すきま風：子牛に直接すきま風が当たると、常に熱が奪われエネルギーを損失するため、床上1m程度は、すきま風が入らないようにする。

分娩房またはそれに準ずる場所（母牛を繋留せずに飼養できるスペース）と子牛を収容する

場所（カーフハッチやベン等）は、上記の条件を満たすようにする。特に分娩房は、母牛の糞尿で敷料が汚れるため、牛を入れる前に分娩房を必ず消毒するとともに、子牛が生まれるまで毎日清掃して清潔な状態を保つのが重要である。

子牛が生まれたら、タオルや乾いた敷料等で子牛の体表面を拭く。これは、①早期に乾かすことで体表面から奪われる熱エネルギーを少なくする効果と、②母牛のリッキングと同様な哺乳欲を促す効果がある。また、分娩房など母牛が繋留されない状態にしておけば、夜中に自然分娩した場合でも母牛が子牛をリッキングすることが可能になる。

(2) 初乳給与

初乳を新生子牛に給与する意味は大きく3つある。第一は新生子牛に初乳に含まれる抗体を移行させることである。十分量の抗体を移行させるために、初乳給与までの時間、初乳の質、初乳の量を中心に多くの研究がされてきた。

筆者らも、これらの関係と移行免疫の移行不全 (Failure of passive immunity transfer: FPT) を回避する条件について検討した [13]。その結果、は出生後12時間程度から抗体吸収率の低下が加速すること、6時間以内で抗体濃度40mg/ml、12時間以内では抗体濃度50mg/mlの初乳を3L程度摂取させるとFPTを回避

する最低基準の血清中 10mg/ml の抗体濃度になることを示した (図2)。

第二は、先述したように、新生子牛はエネルギーの備蓄が少ないため、新生子牛に栄養を供給することである。特に体力の消耗が激しい厳寒期では、抗体を摂取させることと同じ位重要な意味を持つ。表1に示すように、常乳と比較すると、初乳は抗体が多く含まれているため乳蛋白質割合が高いが、それだけでなく乳糖割合が低く乳脂肪が高いのが特徴である。脂肪は蛋白質や糖よりもエネルギー含量が2.25倍多いので、初乳の摂取でより多くのエネルギーを摂取することになる。

第三は、初乳中に含まれる生理活性物質やホルモン等が将来の生産性に大きく影響を与えている物質が含まれていることである。例えば、豚では、初乳中に含まれる生理活性物質が、その後の子宮の発達に影響を与える可能性について報告されている。[1]

抗体を確実に与えるために、初回の初乳給与に初乳製剤だけを与えることがあるが、抗体・

栄養・機能性物質を含む初乳の給与を最優先とし、初乳製剤は補助的に利用すべきである。また、FPT回避に加えて厳寒期でも十分な栄養を供給するために、初回の新生子牛への初乳給与は6時間以内で腹いっぱい基本として最低でも3Lは摂取させる。

代用乳量を高めた早期離乳プログラムによる 厳寒期の発育改善効果

育成期の飼養コストと初産次乳生産量の関係から、費用対効果が大きい初産分娩月齢は22.5～24.5か月齢と多くの研究者が報告している[2, 7, 9, 14]。目的の初産分娩月齢を達成するため、各育成ステージにおける発育目標があり、子牛では2か月齢で生時体重の2倍の体重にすることである[3, 6]。日本飼養標準(2017)[11]のホルスタイン子牛の哺乳方法は、離乳後の固形飼料摂取量を高めて離乳後の良好な発育をさせるため、哺乳量を4.0～4.5L/日に制限して、哺乳初期からスターターの摂取を促してルーメンを発達させ、スターター摂取量が1000g/日

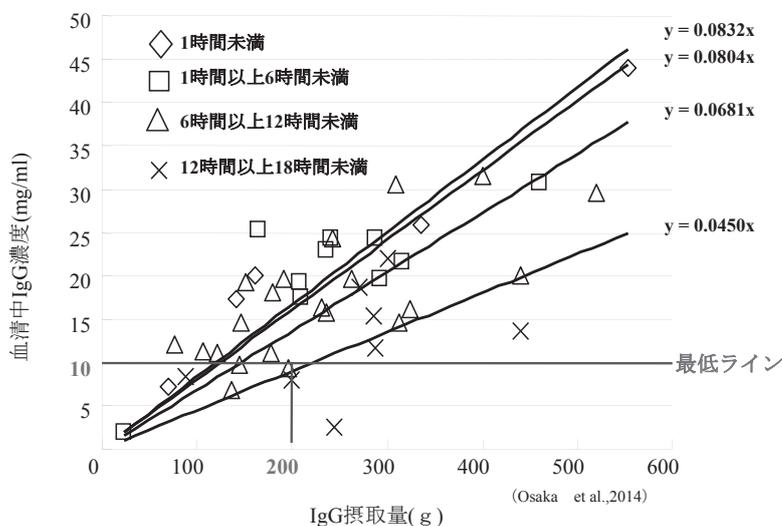


図2 IgG摂取量と摂取24時間後の血清中IgG濃度との関係

表1 初乳分と常乳の成分比較

	脂肪	蛋白質	乳糖*	SNF	全固形分
	%				
初乳	7.1	13.2	2.4	16.6	23.7
常乳	4.1	3.3	4.5	8.8	12.9

*乳糖=SNF-タンパク質-灰分で算出

表2 維持に必要な代用乳量 (出生～3週齢)

生時体重 (kg)	環境温度(°C)						
	20	15	10	5	0	-5	
	----- DM g/日 -----						
40	増加分	0	44	88	132	177	221
	熱的中性圏	329	329	329	329	329	329
	合計	329	373	417	461	505	549
45	増加分	0	48	96	145	193	241
	熱的中性圏	359	359	359	359	359	359
	合計	359	407	455	504	552	600
50	増加分	0	52	104	157	209	261
	熱的中性圏	388	388	388	388	388	388
	合計	388	441	493	545	597	649

代用乳成分：タンパク質24%、脂肪20%、ME 4.84Mcal/DM kgで試算

摂取できた時点(6週齢程度)で離乳させる「早期離乳法」を推奨している。早期離乳法は、個体管理では哺乳作業の軽減化、集団管理では哺乳バーンに滞在する期間の回転を速めるという点で、生産現場でも受け入れやすい方法である。しかし、代用乳の脂肪含量は全乳よりも低く、エネルギー含量は10～20%少ない[10]。表2は環境温度低下とともに3週齢未満の子牛の維持に必要なエネルギー量を代用乳量に換算したものである。代用乳の成分は一般的な乳タンパク質24%、乳脂肪20%、乳糖45%とした。125g/L×4.0L/日の哺乳量とすると、1日500gの代用乳給与だが、環境温度が0°Cでは維持の要求量にも満たないエネルギー量になり、2か月齢の発育目標を達成するのは困難になる。それどころか、このような低栄養になると、最適な健康状態や免疫系の機能が維持できなくなる[4, 15]。一方で、積極的に代用乳量を高める哺乳法では、発育は改善するがスターター摂取量は低下し、離乳後の発育が低下する[5, 16]ので、離乳に必要なスターター摂取量になるまで哺乳期間を延長しなければならない。

哺乳量の増給によるスターター摂取量の低下は、脂肪の量が原因とされる[8]。しかし、脂肪含量が全乳より低い代用乳量の増給は、哺乳期の発育改善と、脂肪増加量が少ないためスターター摂取量の低下を軽減しつつ早期離乳でも離乳に必要なスターター摂取が期待できる。そこで、冬季(11月下旬～3月上旬)に、6週齢離乳を前提に代用乳量違いと発育状況について、2シーズンにわたり検討を行った(Osaka

とDokoshi、未発表データ)。最初の試験では、代用乳多給をH群、対照をC群とした。代用乳給与量は、代用乳の濃度を150g/Lとして、3日齢の子牛体重38～44kgの代用乳は、H群6L/日、C群4L/日、45～52kgの代用乳は、H群7L/日、C群4.5L/日とし、哺乳期間中、哺乳量を一定にした。代用乳は自動哺乳装置で給与した。離乳は6週齢(42日齢)とし、離乳後も9週齢(63日)まで移動させずに飼養した。スターターは1日の上限量を2.5kgとした。乾草、固形塩、水は自由に摂取させた。試験期間中の牛舎内の日平均気温は、おおよそ0°Cであった。哺乳期間を通して、H群は体重だけでなく、体高の増加量がC群よりも有意に多かった(P<0.01)。特に3週齢までの体重増加量に大きな差が見られた。離乳時のスターター摂取量は、両群とも基準である1000g以上を摂取した。次に、哺乳バーンに合板で作成したスーパーハッチを設置し、天井に可動式シート付け、その下に赤外線ヒーターを設置して(写真)、同様の試験を行った。前シーズンと外気温は類似していたが、スーパーハッチ内の温度は4°Cであった。哺乳期間の体重および体高増加量はH群で高まる傾向にあり(P<0.10)、特に3週齢までの増加量は有意に高かった(P<0.01)。前シーズンと単純に比較はできないが、C群においても、3週齢～離乳までの期間のスターター摂取量が急激に増加し、体重増加量が大幅に改善された。また、その後両群とも同一の飼養管理を行うと哺乳期の発育値の差は継続し、H群では2か月齢で出生時体重の2倍の体重になることが示された(図3)。



写真 スーパーハッチ, 可動式シート, 赤外線ヒーターの設置

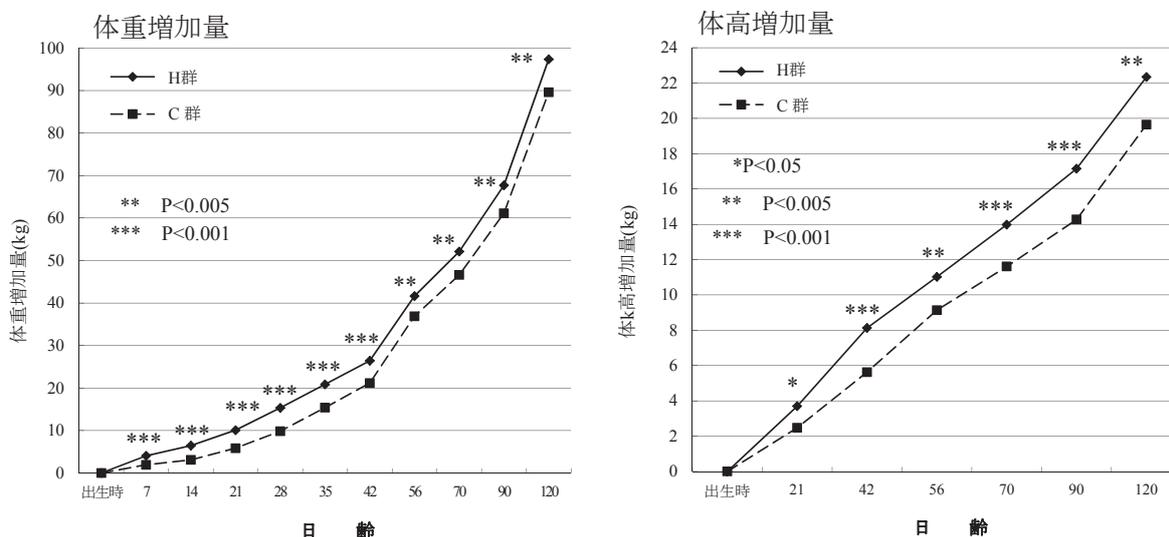


図3 体重および体高増加量の推移

以上のように、早期離乳であっても哺乳量ではなく代用乳量を基本として増量すれば、特に3週齢までの発育の改善が見込まれる。さらに、群飼養ではスーパーハッチの利用等、施設を工夫することで、冬季であっても目標とする発育になることを示唆している。

終わりに

酪農研究は一頭当たりの乳量向上というより、群当たりの乳量向上にシフトしつつあり、疾病で淘汰する割合を低下させることが大きな課題の一つである。そのためには、まず子牛が健康な状態を維持できるような飼養管理が構築

されなければならない。それは外国から得た知識の寄せ集めではなく、地域の気候風土や酪農情勢に合わせた技術の体系化が必要であろう。また、その技術は子牛にとって良い効果が得られるものであると同時に、子牛の管理者が持続可能なものでなければならない。この総説が技術の体系化に少しでも役立てば幸いである。

引用文献

[1] Bartol, F. F., Wiley, A. A., George, A. F., Miller, D. J., and Bagnell, C.A. 2017. Postnatal reproductive development and the lactocrine hypothesis J. Anim. Sci. 95:2200–2210.

- [2] Ettema, J. F., and Santos, J. E. P. 2004. Impact of age at calving on lactation, reproduction, health, and income in first-parity Holsteins on commercial farms. *J. Dairy Sci.* 87:2730–2742.
- [3] Hoffman, P. C. 1997. Optimum body size of Holstein replacement heifers. *J. Anim. Sci.* 75:836–845.
- [4] Huzzey, J. M., von Keyserlingk, M. A. G., and Weary, D. M. 2005. Changes in feeding, drinking, and standing behavior of dairy cows during the transition period. *J. Dairy Sci.* 88:2454–2461.
- [5] Jensen, M. B. 2006. Computer-controlled milk feeding of group-housed calves: The effect of milk allowance and weaning type. *J. Dairy Sci.* 89:201–206.
- [6] Kertz, A. F., Barton, B. A., and Reutzel, L. F. 1998. Relative efficiencies of wither height and body weight increase from birth until first calving in Holstein cattle. *J. Dairy Sci.* 81:1479–1482.
- [7] Krpálková, L., Cabrera, V. E., Vacek, M., Štípková, M., Stádník, L., and Crump, P. 2014. Effect of prepubertal and postpubertal growth and age at first calving on production and reproduction traits during the first 3 lactations in Holstein dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 97:3017–3027.
- [8] Kuehn, C. S., Otterby, D. E., and Linn, J. G. 1994. The effect of dietary energy concentration of calf performance. *J. Dairy Sci.* 77:2621–2629.
- [9] Mohd Nor, N., Steeneveld, W., van Werven, T., Mourits, M. C. M., and Hogeveen, H. 2013. First-calving age and first-lactation milk production on Dutch dairy farms. *J. Dairy Sci.* 96:981–992.
- [10] National Research Council. 2001. Nutrient Requirements of Dairy Cattle. 7th Revised Edition. National Academy Press. Washington DC.
- [11] 農業・食品産業技術総合研究機構 編. 2017. 日本飼養標準 乳牛 (2017). 中央畜産会. 東京.
- [12] Okamoto, M., Robinsin, J.B., Christopherson, R.J., and Young, B.A. 1986. Summit metabolism of newborn calves with and without colostrum feeding. *Can. J. Anim. Sci.* 66:937–944.
- [13] Osaka, I., Matsui, Y., and Terada, F. 2014. Effect of the mass of immunoglobulin (Ig) G intake and age at first colostrum feeding on serum IgG concentration in Holstein calves. *J. Dairy Sci.* 97:6608–6612.
- [14] Pirlo, G., Miglior, F., and Speroni, M. 2000. Effect of age at first calving on production traits and difference between milk yield returns and rearing costs in Italian Holsteins. *J. Dairy Sci.* 83:603–608.
- [15] Pollock, J.M., Rowan, T.G., Dixon, J.B., and Carter, S.D. 1994. Level of nutrition and age weaning: effects on humoral immunity in young calves. *Br. J. Nutr.* 71:239–248.
- [16] Quigley, J. D., Wolfe T. A., and Elsasser, T. H. 2006. Effects of additional milk replacer feeding on calf health, growth, and selected blood metabolites in calves. *J. Dairy Sci.* 89:207–216.

Management of suckling calves in cold region

Ikuo Osaka

Director of Tenpoku substation Kamikawa agricultural research station
Hokkaido Research Organization Local Independent Administrative Agency
2-8 Midorigaoka Hamatonbetsu Esashi Hokkaido Japan 098-5738
Tel +81-1634-2-2111 (extension 30)
Fax+81-1634-2-4686
e-mail osaka-ikuo@hro.or.jp

[Abstract]

The younger calves are, the higher the lower critical temperature is in the thermoneutral zone. When the environmental temperature drops below the low critical temperature, the calf must expend energy to maintain its body temperature. Extremely cold environment, like midwinter of Hokkaido, makes calves undergrown and increase the risk of disease.

Measures for good growth in cold environment are based on ① feeding more energy to calves, ② reducing energy divested from calves. Neonatal calves should be placed in cleanliness, dry and draft-free. Colostrum should be fed 3L at least at first feeding within 6 hours after birth. Calves in suckling period change main nutrient source as increasing age. Specially, a period from birth to approximately 3weeks old is critical for calves and most of nutrient source depend on liquid feed. Typical milk replacers, which are used in almost every Japanese farms, contain 10-20% less energy than comparable volumes of whole milk because milk replacers contain the lower fat. Limited milk replacer feeding program for early weaning could make calves energy shortage. Milk replacer of early weaning program should be calculated by not diluted volume but weight, and fed calves more than that of present program. Superhatch with mobile sheet and ultraviolet heater will be effective to keep warm and to improve growth in suckling calf herd management.

Keywords: Midwinter, Calf ,Colostrum feeding, Milk replacer, Early weaning program