



フリーストール牛舎における2群2種混合飼料給与方式での乳牛産次に伴う 採食量および採食行動の変化

森田茂¹⁾・山根裕貴¹⁾・干場信司¹⁾・中辻浩喜¹⁾・大坂郁夫²⁾・谷川珠子²⁾

The effect of parity on the eating behavior and feed intake of milking cows kept in a free-stall barn with two feed and two group system

Morita, Shigeru¹⁾, Yuuki Yamane¹⁾, Shinji Hoshiba¹⁾, Hiroki Nakatsuji¹⁾, Ikuo Osaka²⁾, Tamako Tanigawa²⁾

1) Rakuno Gakuen University, Ebetsu, 069-8501 Hokkaido, Japan,

2) Hokkaido Research Organization, Konsen Agricultural Experiment Station, Nakashibetsu, 086-1135 Hokkaido, Japan

smorita@rakuno.ac.jp

要 約

フリーストール牛舎における乳牛管理は、混合飼料の自由採食を基本としている。自由採食条件下での乳牛の採食行動は、生産量、乳牛の状況および給与された飼料により変化する。本試験では、乳牛の産次が採食量および採食行動に及ぼす影響を検討した。乳牛は分娩後日数により、泌乳前期群と泌乳後期群に分けた。それぞれの乳牛群に、異なる混合飼料を給与した。群飼養下の乳牛群で、86日間にわたる採食量・採食行動に関するデータを、個体識別装置・計量器付き飼槽にて、個体ごとに記録した。調査期間中の平均乳牛頭数は、泌乳前期で35頭(初産11.6頭、2産以降23.4頭)であり、泌乳後期では30頭(初産8.8頭、2産以降21.2頭)であった。採食量および採食行動に関するデータ数は、泌乳前期でのべ3,012頭、泌乳後期でのべ2,583頭となった。平均値間の比較には、Tukeyの多重検定法を用いた。泌乳前期での泌乳量は2産目で最も高かったが、泌乳後期では2産目で最も低かった。泌乳前期における採食量は初産牛で2産目以降に比べ低く、泌乳後期では初産牛および2産目牛で、3産目以降に比べ低かった。泌乳前期・後期での採食時間は初産牛で2産目以降に比べ長かった。採食速度および採食期採食量は、産次数とともに、増加した。採食回数、産次数とともに低下した。これら産次に伴う変化は、泌乳期によらず、ほぼ等しかった。

緒 言

初産牛は2産以上の牛に比べ体格が小さく、成長段階であり、栄養学的特殊性があることは広く知られている。たとえば日本飼養標準(1)では、養分要求量を求める際に、初産分娩から2産分娩までの乳牛には、維持に加える要求量を30%増しとすることとなっている。また、初産牛は泌乳期間中の最高泌乳量は低く、泌乳持続性が高いともいわれている。

牛群内に乳量や体格が異なり、養分要求量が大きく異なる個体が存在すれば、給与する飼料の設計は複雑となる。また、群飼養であっても補給飼料の給与が必要になることもあり、無駄な飼料が発生し、経営効率の低下や、環境への悪影響が発生することもある(2)。

牛群分けは、乳牛の社会性に配慮し、牛群社会の安定のために行われる。2産以上の牛と同居した初産牛は、臆病で、社会的順位が低いと言われている(3)。酪農場ではこうした牛群への配慮に加え、乳牛の生産能力を発揮させ、作業による飼養管理のやりやすさにも配慮する必要がある。初産牛では、採食量が最大になる分娩後日数が、2産以上の経産牛に比べ遅いといわれている(4)。こうしたことから、フリーストール牛舎において乳牛を群飼養する際に、初産牛は2産以上群と分けて飼うことが推奨されている(5)。

しかし一般酪農場では、現実に飼養する頭数や用いている施設・設備との関係から、搾乳牛群において初産牛のみ別群とするのは困難であり、乳量や乳期別に2群程度としていることが多く、この2つの群には、成分含量の異なる飼料が給与されるのが一般的である(2群2種混合飼料給与システム)。

個体ごとの採食量は、乳量や泌乳期中の体重変化などに直接影響する。しかし、フリーストール牛舎における群管理では、個体ごとの採食量は把握できず、予測した採食量をもとに給与飼料の養分量が決定される。酪農場における牛群管理では、結局のところ、採食量の過不足に伴う生産量や牛体への影響があらわれてから、それを確認し、飼養管理を改善するといった方策をとらざるを得ない。こうした方法は、個体の課題は認識しつつも牛群としての採食量が、生産量や農場としての利益に大きく影響する(6)との考え方から容認されてきた。しかし、個体ごとの要求量に見合った給与

量を設定し、それを給与できる設備的条件も整いつつある。このことから、こうした条件での飼養管理の改善や、その結果としての、効率的で、環境負荷の少ない酪農経営の達成が求められている。

近年のセンサー技術の発達から、個体ごとの採食や反芻活動を継続的に記録し、群飼養下で乳牛の状況を知る指標として利用されている。採食行動の指標には、1日当たりの採食時間だけでなく、短期間での採食量の調節を検討するため、採食期が定義(7, 8, 3, 9)される。これを基にした、採食パターンを解析した研究は数多く行われている(10, 8)。こうした、採食行動に関する研究は多く認められるが、群飼養条件において個体ごとの採食量を、採食期ごとに継続的に計測して産次などの乳牛の特徴により比較検討した研究は必ずしも多くない。

そこで本研究では、フリーストール牛舎において、群飼養されている乳牛を対象に、個体別飼槽利用時間と個体別飼槽利用ごとの採食量を測定できる施設を用い、群飼養条件下での乳牛の産次と採食行動の関係を、実測採食量との関係も含め検討した。

材料および方法

供試牛はフリーストール牛舎で飼養し、朝夕2回、パーラにて搾乳を行った。データの採取期間は2013年4月5日から6月30日までの約3か月間であった。この期間に対象となった乳牛は、合計で100頭であった。牛群の平均産次は 2.3 ± 1.5 産であり、初産から8産までの範囲にあった。平均乳量は、 $27.9 \pm 9.3 \text{ kg/日}$ であった。平均分娩後日数は 176 ± 105 日であり、分娩後5日から490日目の範囲にあった。個体ごとに期間中に1回以上の体重測定を行った。期間中に平均体重を、その個体の体重の値として用いた。これを基にした、産次ごとの平均体重は、初産牛で584kgであり、2産牛623kg、3産牛675kgおよび4産以上牛で718kgと産次の進行に伴い増加した。

牛群を分娩後日数により分娩後150日目までの泌乳前期牛群と151日以降の泌乳後期群の2群に分けた。調査期間中の平均乳牛頭数は、泌乳前期で35頭(初産11.6頭、2産以降23.4頭)であり、泌乳後期では30頭(初産8.8頭、2産以降21.2頭)であった。乳牛には牛群ごとに同じ混合飼料(TMR)を自由採食させた。泌乳前期群に給与したTMR

は、TDN74%、CP16%、粗飼料割合 55~60%であり、151 日以降の泌乳後期群には TDN64%、CP14%、粗飼料割合 65~75%の TMR を給与した。TMR の給与には、個体識別装置・計量器付き飼槽(RIC システム)を用い、乳牛の試験期間中の全飼槽利用開始時刻および終了時刻を記録し、採食バウトを求めた。乳牛ごとに飼槽位置は固定されておらず、いずれの位置でも乳牛は採食可能であった。

採食バウト間隔時間の累積頻度を、対数生存曲線(Log-survivor)にあてはめ、2 つのデータに区分することで最短採食期間隔(MCI)を、個体ごとに求めた(8)。個体ごとの MCI は、2 分から 10 分の範囲にあったが、本試験の解析では、いずれの対象牛においても MCI を 5 分と定め採食期を定義した。

採食バウト間隔を含む採食期の開始から終了までの時間を採食期継続時間とし、採食期中の採食バウト内の採食量を合計して、採食期採食量とした。採食速度は、採食期採食量を採食期継続時間で除し、採食期ごとに求めた。

採食量および採食行動に関するデータは、1 日(0:00 から 23:59)ごとに、とりまとめた。泌乳前期でのべ 3,012 頭・日、泌乳後期でのべ 2,583 頭・日となった。乳量、採食量および採食行動に関する平均値間の比較には、Tukey の多重検定法を用いた。

結果および考察

表 1 には、泌乳前期および後期における産次ごとの平均日乳量および採食量を示した。泌乳前期での乳量は 2 産目で最も多く約 38 kg/日であった。また、初産牛の乳量は、最も低く約 29 kg/日であった。2 産目以降、産次の増加に伴い平均日乳量は減少した。初産牛との乳量差は、5~7kg/日の範囲にあった。泌乳後期での乳量は、2 産目で最も少なかった。初産牛と 2 産牛の平均乳量の差は、約 2 kg/日と極めて小さく、最も平均乳量の多い 4 産以降と初産牛との平均乳量の差は、約 6 kg/日程度であった。

初産牛の泌乳前期の採食量は 57 kg/日と、2 産以降で 68~70 kg/日であるのに比べ有意(P<0.05)に低かった。また泌乳後期では、初産牛の採食量は 57 kg/日と 2 産牛の 56 kg/日とほぼ等しく、3 産以降の約 65 kg/日に比べ有意(P<0.05)に低かった。泌乳前期での 2 産以降、後期での 3 産以降の牛群間に差はなかった。泌乳後期で給与した飼料は粗飼料割合が高く、TDN や CP 含量が低い飼料であった。同じ産次で比較すれば、泌乳後期の採食量は、いずれの産次でも前期に比べ低かった。この採食量の差は、特に 2 産目で顕著であった。このことが、2 産次の泌乳量の低下に影響していたと考えた。

Table 1. Milk yield and feed intake for each parity in several lactation periods.

Parity	1st	2nd	3rd	over 4th
Milk yield,	kg/day			
Early lactation	28.6 ^a ± 4.4	37.9 ^b ± 5.6	35.5 ^c ± 8.1	33.9 ^d ± 6.1
Late lactation	20.0 ^a ± 3.8	18.4 ^b ± 4.7	23.3 ^c ± 6.9	26.1 ^d ± 7.9
Feed intake,				
Early lactation	57.4 ^a ± 7.6	67.5 ^b ± 8.9	69.4 ^b ± 9.2	69.5 ^b ± 13.3
Late lactation	56.8 ^a ± 9.1	56.2 ^a ± 6.5	65.5 ^b ± 10.7	66.6 ^b ± 12.2

Average ± standard deviation

a, b, c, d: averages with different superscripts in the same line differ significantly (P<0.05)

表 2 には、泌乳前期および後期における産次ごとの採食時間および採食速度を示した。1 日当たりの採食時間は、いずれの泌乳期においても、初産牛で採食時間は最も長く、4 産以上で最も短かった。泌乳前期では初産牛と 3 産および 4 産以上

牛に、後期では初産牛と 2 産以上の全ての産次との間に有意差(P<0.05)が認められた。泌乳前期における初産牛と 4 産以上牛間での平均採食時間の差は約 60 分であり、泌乳後期では約 45 分であった。

いずれの乳期においても、初産牛で採食速度は

最も低く、産次の進行に伴い増加し、4産以上の牛群で最も高かった。全ての産次間で有意差 ($P<0.05$)が認められた。4産以上の牛に対する初産牛の比率は、いずれの期間においても70%であった。

表3には、泌乳前期および後期の1日当たりの採食回数および採食期当たりの採食量(採食期

採食量)を産次ごとに示した。採食期回数は、いずれの泌乳期においても、産次数の増加とともに減少した。初産牛の採食期回数は、1日当たり泌乳前期では11.6回であり、泌乳後期では12.7回であった。これに対し、4産以上の牛の平均採食期回数は8.2回および9.7回であり、泌乳前期で3.5回、後期で3回の差があった。

Table 2. Eating time and rate of eating for each parity in several lactation periods

Parity	1st	2nd	3rd	over 4th
Eating time,	minutes/day			
Early lactation	279.4 ^a ± 59.2	288.4 ^a ± 53.7	273.3 ^b ± 55.2	232.5 ^c ± 48.1
Late lactation	306.8 ^a ± 68.3	280.7 ^b ± 56.7	282.1 ^b ± 64.0	248.0 ^c ± 67.3
Rate of eating	g/minute			
Early lactation	212.5 ^a ± 42.0	239.2 ^b ± 36.6	260.1 ^c ± 41.8	304.7 ^d ± 52.4
Late lactation	194.4 ^a ± 50.3	208.9 ^b ± 50.9	240.6 ^c ± 49.1	281.0 ^d ± 57.2

Average ± standard deviation

a, b, c, d: averages with different superscripts in the same line differ significantly ($P<0.05$)

Table 3. The number of meal and meal size for each parity in several lactation periods

Parity	1st	2nd	3rd	over 4th
Number of meal	meals/day			
Early lactation	11.6 ^a ± 3.2	10.2 ^b ± 3.1	8.2 ^c ± 2.9	8.2 ^c ± 2.2
Late lactation	12.7 ^a ± 2.7	11.3 ^b ± 3.1	10.5 ^c ± 2.6	9.7 ^d ± 2.2
Meal size	kg/meal			
Early lactation	5.3 ^a ± 1.5	7.2 ^b ± 2.6	9.4 ^c ± 3.2	9.0 ^c ± 2.9
Late lactation	4.7 ^a ± 1.2	5.3 ^b ± 1.4	6.6 ^c ± 1.9	7.1 ^d ± 1.6

Average ± standard deviation

a, b, c, d: averages with different superscripts in the same line differ significantly ($P<0.05$)

フリーストール牛舎の飼養では、朝夕2回の搾乳に約2時間程度を費やす。牛は、1日12時間程度、牛床にて横臥するといわれている。すなわち1日のうち10時間程度が採食のために費やすことができる限界である。この時間内で、初産牛は他の産次の牛に比べ3回程度の採食期を増さなければならない。このため初産牛の牛舎内移動性の確保や、飼槽での不断給飼状態の維持(採食可能範囲内の十分な飼料)が重要となる。

いずれの泌乳期においても初産時の採食期採食量が約5kg/期であるのに対して、4産以降の乳牛

では、泌乳前期で9kg/期、泌乳後期で7kg/期まで有意($P<0.05$)に増加した。

このように、酪農場でよく用いられる、牛群を分娩後日数により2群に分け、それぞれに養分量の異なる混合飼料を給与するシステムにおいては、乳期の違いによらず、初産牛は、2産以降の牛に比べ、概して、採食時間は長いものの採食量は少なく、採食期採食量は少なく、採食期数が多いという行動的特徴を有していた。この原因は、おそらく、体格の違いによる採食速度の相違や、第1胃容積とも関連した短期間の摂取量調節の相違に

よるものと考えた。

初産牛での体格の小ささにより、2産以上の牛との混群で、社会的順位が低くなることが予想される。本研究では社会的順位について調査していないが、中村(11)が述べているように社会的ストレスが、初産牛の採食量低下を招いたのかもしれない。これらの結果から、GrantとAlbright(5)が提唱しているように、初産牛の2産以上の乳牛群からの分離飼養が管理上は望ましいことが支持される。

また、採食量や採食時間を決定する基本値である採食速度、採食期採食量および採食期数は、産次の進行と密接に関連し変化しているものの、採食量や採食時間は、乳期(あるいは給与した飼料)により異なることもあった。たとえば、1日当たりの採食量は、前期の乳期では、2産牛は初産牛に比べ有意($P<0.05$)に多いものの、泌乳後期では両差に差はなかった。一方で、泌乳前期での採食時間はこれとは異なり、2産牛と初産牛で差はないものの、泌乳後期では初産牛で有意($P<0.05$)に長くなった。泌乳量と採食量や採食時間とのこのような関係は、Aziziら(12)をはじめとする、多くの研究者により報告されている。

1日当たりの乳量は泌乳前期では2産次が最も高いものの、泌乳後期では最も低く、2産次に泌乳の持続性が低い結果となった。2産次の泌乳後期における泌乳量の低さは、採食量の低さによると考えられ、2産次においては割り当てる飼料変更時には、十分な採食量の確保について留意が必要であると考えた。

現在の飼養管理では、アニマルウェルフェアの観点から、乳牛行動に十分に配慮した飼養管理が求められ、5つのポイントから自由や制限からの解放(すなわち、配慮)が提唱されている。たとえば、1日当たりの採食期数や採食時間の相違は、飼槽への接近のための通路や飼槽スペースの確保とも関連する。2産以上の乳牛で問題がなくとも、採食時間が長く、採食期数が多い初産牛にとっては、「正常行動の発現」あるいは「飢えと渇き」という項目の問題となるかもしれない。飼槽スペースや牛床横断通路といった牛舎構造は、建設後に改修が容易ではなく、乳牛行動への配慮が不足した牛舎は、生産性に直接影響を及ぼすことがある。さらに、本研究における産次に伴う採食行動に関連した諸元値の提供は、個体レベルでの乳牛健康状態の把握や、牛群レベルでの飼養管理改善のた

めに有効である。

今後は、初産牛を2産目以降の牛群から別群とした場合と混群での採食量や採食行動の違いを、乳牛の社会行動も含め観察し検討する必要があるだろう。

参考文献

- (1) 独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構編. 2007. 日本飼養標準・乳牛(2006年版). 中央畜産会. 東京.
- (2) St-Pierre N.R. and C.S. Thraen. 1999. Animal grouping strategies, source of variation, and economic factors affecting nutrient balance on dairy farms. *J. Animal Sci.*, 77:72-83.
- (3) Bach, A., C. Iglesias, M.Devant, N.Rafols. 2006. Performance and feedding behavior of primiparous cows loose housed alone or together with multiparous cow. *J Dairy Sci.*, 89:337-342.
- (4) NRC. 2001. Nutrient Requirements of Dairy Cattle. 7th rev. ed. Natl. Acad. Sci., Washington, DC.
- (5) Grant, R.J. and J.L.Albright. 1995. Feeding behavior and management factors during the transition period in dairy cattle. *J. Animal Sci.*, 73:2971-2803.
- (6) Sniffen, C.J., R.W.Beverly, C.S.Mooney, M.B.Roe and A.L.Skidmore. 1993. Nutrient requirements versus supply in the dairy cow: strategies to account for variability. *J.Dairy Sci.*, 76:3160-3169.
- (7) Metz, J.H.M. 1975. Time patterns of feeding and rumination in domestic cattle. ph.D. Diss. University of Wageningen. The Netherlands.
- (8) Morita, S., S.Devir, C.C.Ketelaar-de Lauwere, A.C.Smits, H.Hogeveen and J.H.M.Metz. 1996. Effects of concetarte intake on subsequent roughage intake and eating behavior of cows in an automatic milking system. *J. Dairy Sci.*, 79:1572-1580.
- (9) Azizi, O., L.Hasselmann and O.Kaufmann. 2010. Variations in feeding behaviour of high-yielding dairy cows in relation to parity during early to peak lactation. *Archiv Tierzucht*, 53:130-140.
- (10) Bach, A., C.Iglesias, S.Calsamiglia, M. Devant. 2007. Effect of amount of concetrate offered in automatic milking systems on milking frequency,

- feeding behavior, and milk production of dairy cattle consuming high amounts of corn silage. *J. Dairy Sci.*, 90:5049-5055.
- (11) 中村正斗. 2016. 初産牛の1群 TMR の適正栄養レベルとは. *デーリィ・ジャパン*, 9月号:15-17.
- (12) Azizi, O., O.Kaufmann and L. Hasselmann. 2009. Relationship between feeding behaviour and feed intake of dairy cows depending on their parity and milk yield. *Livestock Science*, 122:156-161.

Abstract

Cow management in a free-stall barn is generally based on free access to total mixed ration (TMR). Milking cows were divided into two groups according to the stage of lactation for matching the nutrient requirement in some farms. In the free access conditions, the eating behavior of cows differed with performance and parity. The objective of this study was to investigate the effects of parity on eating behavior and feed intake of cows in two stages of lactation. The cows were allocated into two groups within days after calving (equal and less than 150 days, over 151 days), and were fed different total mixed ration. Eating data was collected over an 86-day period using an automatic measuring system of the amount of intake and the behavior of eating for groups of rearing cows, individually. The meal criterion was calculated from the distribution of intervals between visits to trough. The average number of cows during the object period was 35 (11.6 primiparous cow, 23.4 multiparous cow) during early lactation and 30 (8.8 primiparous and 21.2 multiparous cow) in the later lactation. The total quantity of data on eating was 3,012 cow-days in the early period and 2,583 cow-days in the later period. The parameters of eating behavior and the feed intake of each parity were compared using Tukey's test. The amount of milk yield of the 2nd parity cows was highest during the early lactation period, and lowest in the later lactation period. In the later period, the feed intake for primiparous and 2nd parity cows were smaller than that of the 3rd and after 4th parity cows. During the early lactation period, the average daily eating time by the primiparous cows was 280 minutes, and it was longer than that of the 3rd and after 4th parity cows. In the later lactation period, that of primiparous cows was 307 minutes, and it was longer than that of multiparous cows. The eating speed and meal size increased with the number of parity in both stages of lactation. The daily frequency of meals decreased with the number of parities in both lactation periods. The eating behavior and feed intake show similar changes with parity in both stages of lactation.