

フリーストール牛舎における乳牛の採食行動と給与飼料形状の日内変化

島田 泰平・森田 茂・松岡 洋平
秋田 あゆみ・干場 信司

Diurnal changes of mixed ration form with eating activity of cows in free stall barn

Taihei SHIMADA, Shigeru MORITA, Youhei MATUOKA,
Ayumi AKITA and Shinji HOSHIBA
(November 2007)

緒 言

近年、乳牛の生産量増加にあわせ、採食量向上のため飼料給与に関わる研究が実施されている。このなかで酪農場を対象とした調査では、乳牛に十分な飼料給与がされていないとの指摘もある。

乳牛を群飼養するフリーストール牛舎では混合飼料給与が一般的であり、給与量のうち一定量が残飼料となるように給与されている。飼槽内の残飼料の状態から「バンクスコア」といった指標を用い、給与する飼料や餌寄せ作業などを評価することも行われている。このように、乳牛の採食量向上のため、飼槽内にある飼料の評価が重要となっている。

さらに、乳牛が飼料を採食する際に摂取可能な範囲は可食範囲と呼ばれ、この可食範囲の飼槽柵からの距離は、飼槽面の高さや乳牛の体格により変化するが100 cm程度であることが知られている¹⁾。この可食範囲は、乳牛採食に伴う給与飼料の形状変化と密接に関連している。また、一般的に混合飼料給与後に飼料は乳牛の採食動作により、乳牛の可食範囲外へ移動すると言われている²⁾。飼料給与後に飼料が乳牛の可食範囲外に移動すれば、管理者が把握する給与量は十分あったとしても、乳牛が採食可能な量は制限され、生産量が制約されることが考えられる。

島田³⁾らは、混合飼料給与直後の飼料の移動や形状の変化を定量的に把握し、最遠飼料端距離、最大飼料高距離および最大飼料高の3指標でそれを表現した。しかし、彼らの研究は、飼料給与直後のみの検討であり、乳牛の採食量と関連する日内の変化を

調査していない。そこで本研究では、フリーストール牛舎での累計採食時間および各時間帯における飼料形状の変化を24時間連続で調べ、乳牛における飼料形状の日内変化について検討した。

材料および方法

酪農学園大学附属農場インテリジェント牛舎の自動搾乳システム牛群にて飼料形状を2007年7月と8月に24時間連続で測定した。調査時の乳牛飼養頭数は7月で16頭、8月で17頭であった。飼槽は全長15mのフラット型であり、給飼柵には20頭分の連動スタンションが設置されていた。

給与飼料の構成は表1に示す通りであり、7月と8月の飼料構成は同じであった。これを1日1回、7月では56 kg/頭、8月では55 kg/頭となるよう給与した。給与時刻は7月の調査で10:44、8月では

表1 7月および8月の給与飼料構成

給与飼料の構成	
	原物%
トウモロコシサイレージ	37.2
グラスサイレージ	40.9
アルファルファロール (水分50%)	3.7
粉碎濃厚配合飼料	9.3
乳牛用配合飼料	3.7
ビートパルプ	1.9
大豆粕	0.9
醬油粕	1.9
ミネラル補助飼料	0.4
ビタミン添加剤	0.1

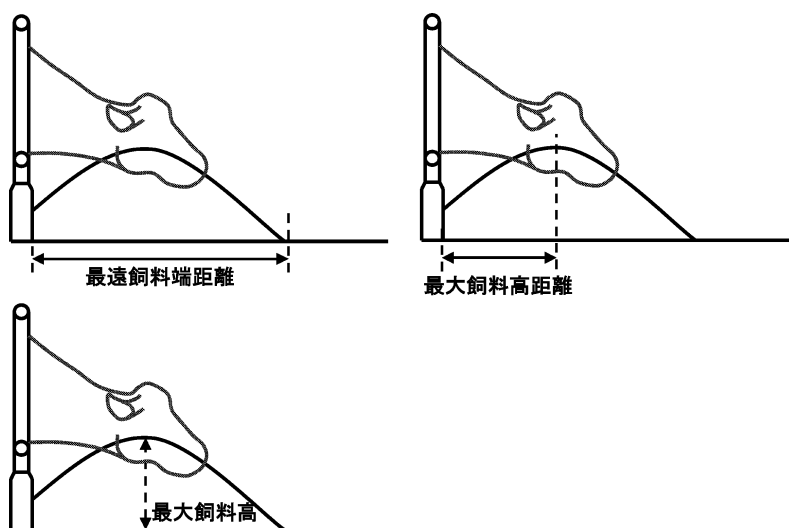


図1 飼料形状に関する測定位置

10:30であった。7月調査時の餌寄せ作業は、11:47, 15:38, 17:19, および翌日7:21の計4回行われた。8月では11:40, 17:10, および翌日5:43の計3回行われた。

図1には各測定位置を示した。飼料形状の調査は、飼料給与直後から30分間隔で最遠飼料端距離(LER), 最大飼料高距離(LTR)および最大飼料高(HTR)を計測した。測定は2m間隔で6カ所行った。また、測定終了後に残飼料の量を測り、給与量とあわせて採食量を求めた。最遠飼料端距離は、乳牛から最も遠い飼料端から飼槽壁までの距離とした。また、最大飼料高距離は、飼料の最も高い位置から飼槽壁までの距離とした。さらに、最大飼料高は、飼料の最も高い位置の高さとした。

上記した飼料形状測定にあわせ、いずれの測定月でも24時間連続で5分ごとに乳牛の採食行動を観察した。採食状況の確認は肉眼で行い、採食している乳牛の個体番号を記録した。得られた観察結果を、観察当日の給与・餌寄せ作業時刻にあわせ、各作業が実施された時刻間での乳牛群の累積採食時間を求めた。

結果および考察

図2には、7月および8月の給与後におけるLER(最遠飼料端距離)の日内変化を示した。給与直後の最遠飼料端距離は、いずれの測定月でも100cm程度であった。給与30分後には、いずれも160cm程度となった。7月および8月とも1回目の餌寄せ後から2回目の餌寄せまで直線的にLERは増加し、経過時間に伴い飼料は少しずつ外側へと移動していた。1回目の餌寄せ作業から2回目の作業にかけて

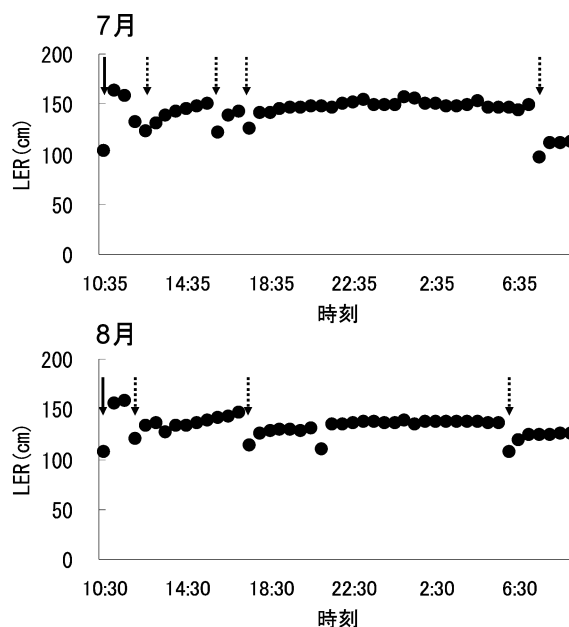


図2 LERの日内変化量
 → 飼料給与, 餌寄せ

のLERの変化と経過時間には有意($p < 0.05$)な正の相関(7月: $r = +0.923$, 8月: $r = +0.837$)が認められ、その回帰係数から7月では10分当たり1.2cm, 8月では0.5cmの移動が推察された。調査対象としたフリーストール牛舎の餌寄せ作業は、測定月により回数は異なるものの、夕方の餌寄せ作業後から翌日の早朝まで作業が行われないことは共通である。この夜間の餌寄せ作業の行われない時刻でのLERは大きな変化を示さず、7月の測定時には約150cm, 8月では140cmで時刻に伴う変化は認められなかった。

図3には、給飼後におけるLTR(最大飼料高距離)の日内変化を示した。給与直後の最大飼料高距離はいずれの測定月でも約40 cm程度であり、給与30分後には100 cm程度急激に増加した。これは乳牛の採食行動である選び食いや、採食動作によると考えられる。1回目の餌寄せから2回目までの変化では餌寄せ作業時に伴いLTRは80 cmまで低下し、その後徐々に低下し、一定時間経過後には増加へと転ずる曲線的な変化をした。1回目の餌寄せ作業から2回目の作業にかけてのLTRの変化と給飼後経過時間の間には有意(p<0.05)な相関が認められ、それぞれ7月： $LTR(cm) = -39.3x/100 + 0.111x^2/100 + 11.01$ ，8月： $LTR(cm) = -9.8x/100 + 0.042x^2/100 + 82.7$ (xは、給飼後経過時間(分))といった回帰式が得られた。これらの式からLTRの極小値および極小値を得る給飼後経過時間は、7月で75.3 cmおよび給与179分後、8月で77.0 cmおよび給与117分後と推定された。夜間、餌寄せ作業を行わない時刻でのLTRは、大きな変化を示さず、7月、8月とも約120 cmで時刻に伴う変化は認められなかった。

図4には、給飼後におけるHTR(最大飼料高)の日内変化を示した。給飼後の最大飼料高は7月が40 cm，8月が50 cmであった。給与30分後には、いずれも25 cm程度と急激に低下した。7月の1回目餌寄せから夕方5時頃までに、最大飼料高は約30 cm上昇しているが、8月では1回目餌寄せから夕

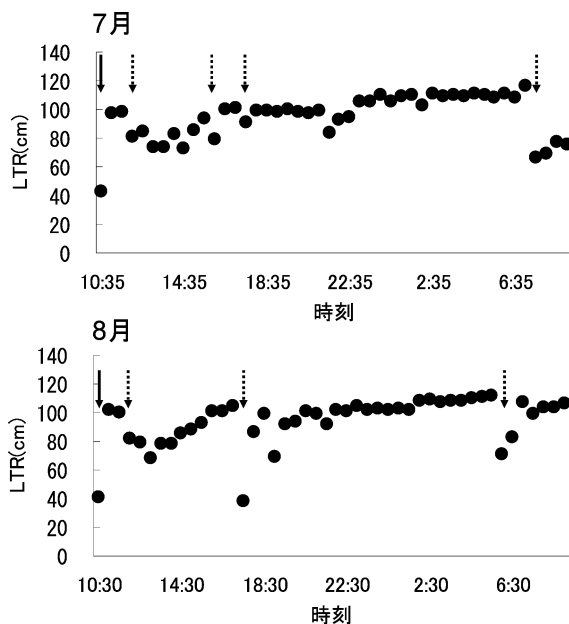


図3 LTRの日内変化量
→ 飼料給与, 餌寄せ

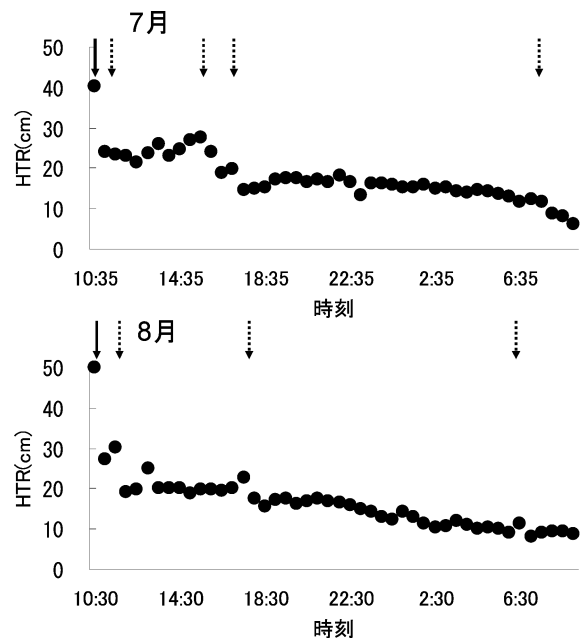


図4 HTRの日内変化量
→ 飼料給与, 餌寄せ

方5時頃まで高さに大きな変化は見られず、20 cm程度であった。いずれの測定月も夕方5時以降は、時間の経過に伴い最大飼料高はゆっくりと低下した。HTRの変化と経過時間の間には有意(p<0.05)な負の相関(7月： $r = -0.833$ ，8月： $r = -0.961$)が認められ、7月では60分当り0.3 cm，8月では0.8 cmの移動が推察された。

表2には給与から1回目餌寄せまでの累計採食時間および飼料形状変化量を示した。いずれの測定月も給与後から1回目餌寄せまでの時間は70分程度であった。給与から1回目餌寄せの間における7月の累計採食時間は790分であり、8月では805分とほぼ等しかった。LERの変化量は7月で56.0 cm，8月で51.5 cmであった。またLTRの変化量は7月で55.6 cm，8月で58.6 cmとなった。さらにHTRでは、それぞれ-16.7 cm，8月で-20.0 cm

表2 給飼から1回目餌寄せまでの累計採食時間および飼料形状変化量

	7月	8月
経過時間(分)	63	70
累積採食時間(分)	790	805
LER変化量(cm)	56	51.5
LTR変化量(cm)	55.6	58.9
HTR変化量(cm)	-16.7	-20

LER：最遠飼料端距離
LTR：最大飼料高距離
HTR：最大飼料高

であった。

島田ら³⁾は、給与直後の飼料形状変化を測定し、給与45分後の変化量としてLERは45 cm、LTRは55 cmおよびHTRは-22 cmであったと報告している。今回の調査では、いずれの測定月でも1回目の餌寄せまでの時間は約70分間と、島田ら³⁾の報告に比べ長かった。飼料形状変化量は、彼らの報告に比べ、LERで長かったが、LTRではほぼ等しく、HTRの7月測定値は短かった。このことは、今回用いた飼料形状指標が給与後の経過時間に伴い一様に変化している訳ではないことを示している。給与直後の飼料形状変化量は大きく（形状は大きく変化）、乳牛の採食も活発であることを考えればこの段階での形状変化をより詳細に検討する必要がある。

7月と8月における餌寄せ作業の大きな違いは、その回数であった。7月の3回目の餌寄せ作業は、8月の2回目の餌寄せ作業とほぼ同時刻であった。すなわち7月では昼の15時38分に1回の餌寄せ作業が追加された。表3には、7月の1回目餌寄せから2回目、および2回目から3回目、8月の1回目から2回目までの累計採食時間および飼料形状変化量を示した。

7月のLER変化量は1から2回目の餌寄せで18.3 cm、2から3回目で20.4 cmとなり、8月の変化量は25.6 cmであった。この結果から、15時頃の餌寄せ回数の増加は、LERの変化量を小さくする効果があると考えた。これに対しLTR変化量は、7月

表3 7月の1回目餌寄せから2回目および2回目から3回目、8月の1回目から2回目までの累計採食時間および飼料形状変化量

	7月	8月
経過時間 (分)		
1回目～2回目	231	330
2回目～3回目	101	—
計	332	330
累積採食時間 (分)		
1回目～2回目	655	1,730
2回目～3回目	625	—
計	1,280	1,730
LER変化量 (cm)		
1回目～2回目	18.3	25.6
2回目～3回目	20.4	—
LTR変化量 (cm)		
1回目～2回目	12.6	22.8
2回目～3回目	22.3	—
HTR変化量 (cm)		
1回目～2回目	4.7	0.9
2回目～3回目	-4.0	—

の1回目から2回目餌寄せまででは12.6 cmと8月のように餌寄せ作業を行わなかった場合の22.8 cmに比べ短く、餌寄せ間隔の短縮により飼料移動防止に効果があることがうかがわれた。しかし、7月における2回目から3回目餌寄せで22.3 cmの移動が認められ、7月の3回目餌寄せ作業が、8月の2回目餌寄せ作業とほぼ同時刻であることを考えれば、結局LTRは20 cm程度移動することになり、日内変化としてとらえれば7月の餌寄せ回数の増加は、LTR変化に影響がないことを示している。さらにHTRでも同様に、餌寄せ回数を増加した7月では餌寄せ作業ごとに変化はするものの、その変化量の合計は1 cm程度であり、この時間帯におけるHTR変化に、餌寄せ作業追加の意味はほとんどないと判断した。

表4には7月の3回目から4回目までの、8月における2回目から3回目までの累計採食時間および飼料形状変化量を示した。この時間帯における累計採食時間は、7月測定時で2,055分と8月で1,225分であるのに比べ、極めて長かった。すなわち、7月では乳牛の採食活動が活発であったことを示している。

LER変化量には、この採食活動の活発さは反影せず、いずれの測定月も23 cm程度であった。LTRの変化量は8月で73.4 cmと大きかった。しかし、図3に示したLTRの日内変化量でも明らかなように8月の2回目の餌寄せ作業直後は、LTRが40 cmと給飼直後と同様な値であり、その後、結局は両測定月とも100 cm程度と等しかった。すなわち8月

表4 7月の3回目餌寄せから4回目、8月の2回目から3回目までの累計採食時間および飼料形状変化量

	7月	8月
経過時間 (分)		
2回目～3回目	—	753
3回目～4回目	843	—
累積採食時間 (分)		
2回目～3回目	—	1,225
3回目～4回目	2,055	—
LER変化量 (cm)		
2回目～3回目	—	22.8
3回目～4回目	23.3	—
LTR変化量 (cm)		
2回目～3回目	—	73.4
3回目～4回目	25.5	—
HTR変化量 (cm)		
2回目～3回目	—	-12.5
3回目～4回目	-2.3	—

この時刻帯の LTR 変化量の大きさは、乳牛採食に伴う変化ととらえるよりも、2 回目の餌寄せ時の寄せ方の違いと考える方が妥当である。そうであれば、夜間に長時間、餌寄せをしない時間帯の前に行う餌寄せ作業では、いくら牛側へ飼料を大量に移動させ、飼料の山を牛の近くに作っても、すぐにその位置は同程度となると判断される。

以上のことから、本研究で用いた飼料形状の指標である最遠飼料端距離、最大飼料高距離および最大飼料高の日内変化は一樣ではなく、例えば LER は、平均 150 cm で最大となるといったように指標ごとに異なることが示された。また、餌寄せ作業の各指標への影響も異なることがうかがわれた。飼料形状は、混合飼料を構成する飼料の質や割合によっても大きく変動すると考えられる。また、飼槽構造、例えば飼槽高によっても可食範囲は変化すると言われている⁴⁾。今後は飼料原料や飼槽構造の異なる場合の乳牛採食行動と飼料形状変化を調べる必要がある。

参考文献

- 1) Hutjens, M. F. バンクマネジメント最前線. 7-13, デーリィ・ジャパン社. 東京. 1997.
- 2) 柏村文朗・増子孝義・古村圭子, 乳牛管理の基礎と応用. 184-197, デーリィ・ジャパン社. 東京. 2006.
- 3) 島田泰平・森田茂・干場信司, 乳牛における混合飼料採食に伴う給与飼料形状の変化. 酪農学園大学紀要, 32(1): 1-6, 2007.
- 4) Zappavigna, P. Farm Animal Housing and Welfare. 155-163, Martinus Nijhoff Publishers. The Hague. 1983.

要 約

本研究では、フリーストール牛舎での飼料形状の変化を 24 時間連続で調べ、乳牛における飼料形状の日内変化について検討した。調査は、酪農学園大学

附属農場インテリジェント牛舎の自動搾乳システム牛群にて実施し、2007 年 7 月と 8 月に 24 時間連続で測定した。飼料形状測定にあわせ、いずれの測定月でも 24 時間連続で 5 分ごとに乳牛の採食行動を観察し、乳牛群の累積採食時間を求めた。飼槽は全長 15 m のフラット型であり、給飼柵には 20 頭分の連動スタンションが設置されていた。7 月調査時の餌寄せ作業は 4 回、8 月は 3 回行われた。飼料形状の調査は、飼料給与直後から 30 分間隔で最遠飼料端距離 (LER)、最大飼料高距離 (LTR) および最大飼料高 (HTR) を計測した。LER の日内変化は給与 30 分後、いずれも 160 cm 程度となった。7 月および 8 月とも 1 回目の餌寄せ後から 2 回目の餌寄せまで直線的に LER は増加し、経過時間に伴い飼料は少しずつ外側へと移動していた。夜間、餌寄せ作業の行われない時刻での LER は大きな変化を示さず、7 月の測定時には約 150 cm、8 月では 140 cm で時刻に伴う変化は認められなかった。LTR の日内変化は給与 30 分後には 100 cm 程度急激に増加した。1 回目の餌寄せから 2 回目までの変化では餌寄せ作業時に伴い、LTR は低下し、一定時間経過後には増加へと転ずる曲線的な変化をした。夜間、餌寄せ作業を行わない時刻での LTR は、大きな変化を示さず、7 月、8 月とも約 120 cm で時刻に伴う変化は認められなかった。HTR は給与 30 分後に、いずれも 25 cm 程度、急激に低下した。いずれの測定月も夕方 5 時以降は、時間の経過に伴い最大飼料高はゆっくりと低下した。LER の変化量では、餌寄せ回数の増加が LER の変化量を小さくする効果があると考えた。また、餌寄せ回数の増加は、LTR 変化に影響がないことを示していた。HTR では 2 回目餌寄せの時間帯における HTR 変化に、餌寄せ作業追加の意味はほとんどないと判断した。以上のように、本研究で用いた飼料形状の指標である最遠飼料端距離、最大飼料高距離および最大飼料高の日内変化は一樣ではなく、指標ごとに異なることが示された。

Summary

The objective of this study was to examine the diurnal changes of mixed ration form with the eating activity of cows 16 and 17. Cows were kept in a free stall barn with a 15 m trough on the testing days of July and August, 2007. There were 20 feeding positions. Cows were offered the mixed ration at around 10:30 in the morning. The pushing up of rations was done four times in July and three times in August. The length from the trough wall to the edge of the ration (LER), the length from the trough wall to the top of ration (LTR) and the height of the top of ration (HTR) were measured in 6 points (2 m interval) of trough. The LER increased to 160 cm, 30 minutes after feeding. The LER increased linearly from the first to second pushing up operations in both months. The LER was fixed at 150 cm in July and 140 cm in August at

midnight when the pushing up operation was not done. The LTR increased to 100 cm, 30 minutes after feeding. The LTR changed curvilinearly from the first to the second pushing up operation. The LTR didn't change during the nights. It was 120 cm in both mouths. The HTR decreased to 25 cm, 30 minutes after feeding. The HTR decreased slowly between 17:00 in the afternoon and 5:00 in the morning of the next day. It was concluded that the diurnal changes of the value of the ration form used in this study were different.