

自動搾乳システムにおける 3 列式フリーストール牛舎  
での乳牛の横臥行動

森 田 茂・早 川 彰 子・影 山 杏里奈・竹 内 美智子  
春 田 哲 平・島 田 泰 平・干 場 信 司

Lying behavior of cows in a three-row free-stall barn with  
an automatic milking system

Shigeru MORITA, Shouko HAYAKAWA, Arina KAGEYAMA, Michiko TAKEUCHI,  
Teppei HARUTA, Taihei SHIMADA and Shinji HOSHIBA

酪農学園大学紀要 別 刷 第 31 卷 第 2 号

*Reprinted from*

”Journal of Rakuno Gakuen University” Vol.31, No.2 (2007)

## 自動搾乳システムにおける3列式フリーストール牛舎 での乳牛の横臥行動

森田 茂・早川 彰子・影山 杏里奈・竹内 美智子  
春田 哲平・島田 泰平・干場 信司

Lying behavior of cows in a three-row free-stall barn with  
an automatic milking system

Shigeru MORITA, Shouko HAYAKAWA, Arina KAGEYAMA, Michiko TAKEUCHI,  
Tepei HARUTA, Taihei SHIMADA and Shinji HOSHIBA  
(October 2006)

### 要 約

本研究では自動搾乳システムにおける乳牛の横臥時間および日内横臥パターンをパーラ搾乳牛群と比較した。また、自動搾乳システムを利用した3牛床列牛舎における、乳牛の牛床利用状況の数量的把握を試みた。自動搾乳機が設置された牛床列3列のフリーストール牛舎にて飼養された搾乳牛を対象に、24時間連続行動観察を30回実施した。1日当たりの横臥時間、横臥時間の日内パターンを比較するため、自動搾乳牛舎における乳牛横臥状況の調査にあわせ、併設されたパーラ搾乳牛群で24時間行動調査を実施した。個体識別観察(15回)データから、牛舎内の牛床位置による横臥利用時間の変化を検討した。牛床位置区分は、牛床列内での牛床位置(列端, その他), 属する牛床列の位置(飼槽側, 中央, 壁側)および牛舎内位置(東, 中央, 西)の3区分とした。自動搾乳牛群における1日当たりの平均横臥時間は約12時間/頭であり, パーラ搾乳牛群で約11時間であったのに比べ有意( $P < 0.05$ )に長かった。また, パーラ搾乳方式と自動搾乳方式の牛群における横臥パターンは, 搾乳方式の違いによる牛舎からの移動のみに起因すると考えた。自動搾乳牛群における牛舎内牛床位置による横臥利用時間の比較から, 3列牛床列配置のフリーストール牛舎であっても, 牛床列内での牛床位置(列端, その他), 属する牛床列の位置(飼槽側, 中央, 壁側)および牛舎内位置(東, 中央, 西)により利用時間は変化し, 列端牛床および壁側牛床列の利用時間が短くなることが示された。

### 緒 言

乳牛は1日8~16時間程度横臥し, 乳牛が最も時間を費やす維持行動は横臥行動であるといわれている<sup>3)</sup>。フリーストール牛舎における乳牛横臥行動は, 主として牛床を利用して行われるため, 牛床資材と乳牛の牛床利用に関する研究は比較的数量が多い<sup>1,4,7-9)</sup>。一方で牛舎内での牛床位置による牛床利用の偏りについては, 牛舎施設計画とも関連するものの, 数量的な検討は早坂ら<sup>5)</sup>の報告のみである。

早坂らは対頭2列式フリーストール牛舎において乳牛の牛床利用を調査し, 牛床列ごとの違いや, 同一牛床列内での位置による違いおよび牛舎内における牛床位置により違いのあることを見出した。近年, 乳牛に快適な環境を与えることで, 生産性を向上させようとする考え方がある。フリーストール牛舎内の牛床位置による乳牛の牛床選択性の違いがあるとすれば, 牛床素材の検討とともに, その偏りを把握し, 牛舎設計に活かすことは, こうした考えに合致する。

フリーストール牛舎における牛床の配置は, 早坂ら<sup>5)</sup>が検討した対頭2列式以外にも, 対尻2列式やこれらを組み合わせた3列式など, 牛床列の数や配置により様々である。このうち, 牛床列が3列である牛舎は, 確保できる飼槽幅との関係で, 通常のパーラ搾乳方式では採用されることが少ない。しかし, 自動搾乳システムを採用した飼養管理では, 乳牛行動の時間的分散化から, 施設面積が少ない3列式を採用できることが示されている<sup>6)</sup>。牛舎内牛床配置の違いは, 乳牛の牛床選択にも影響を及ぼすと考え

られるが、牛床選択の数量的解析は、上記早坂ら<sup>5)</sup>の報告にとどまっており、3列配置牛舎での検討が必要である。

さらに、乳牛の横臥行動は飼養管理方式とも関連することが知られているが、自動搾乳システムでの乳牛の横臥行動に関する研究は少なく、1日当たりの横臥時間についても従来のパーラ方式と比較した研究は少ない。乳牛における横臥行動の研究は、飼養環境改善のため重要であり、十分な横臥が確保されるかどうかを、自動搾乳システムで検討することが必要である。

そこで、本研究では自動搾乳システムにおける乳牛の横臥時間および日内横臥パターンをパーラ搾乳牛群と比較した。ついで、自動搾乳システムを利用した3牛床列式牛舎における、乳牛による牛床利用状況の数量的把握を試みた。

#### 材料および方法

調査は、自動搾乳機が設置された牛床数30、牛床列3列のフリーストール牛舎(図1)にて飼養された搾乳牛を対象に実施した。対象としたフリーストール牛舎の西面には、自動搾乳機や牛乳処理室および機械室が配置されており、東面が開放されているのに対し、閉鎖されていた。給飼通路が配置された南面および壁側牛床が配置された北面は、可変式のカーテンが設置されており、調査を実施した期間は開放されていた。2001~2004年までの5年間に、

本牛舎で飼養された牛群を対象に24時間連続行動観察を30回実施した。調査日における飼養頭数は、平均20頭であった。

自動搾乳牛舎における乳牛横臥状況の調査にあわせ、併設されたパーラ搾乳牛群で24時間行動調査を実施した。パーラ搾乳牛群のフリーストール牛舎は、牛床数42、牛床列2列であり、期間中の平均飼養頭数は33頭であった。牛床の表面資材、隔柵の形状などの牛床構造は、自動搾乳牛舎とほぼ同一であった。

両牛群を対象とした24時間連続調査から、1日当たりの牛床利用時間、横臥時間および日内の横臥行動の変化を搾乳方式間で比較した。2003年および2004年の自動搾乳牛群に対する調査(15回)では、横臥時の乳牛の個体識別を行った。個体識別観察したデータから、牛舎内の牛床位置による横臥利用時間の変化を検討した。牛床位置区分は、牛床列内での牛床位置(列端、その他)、属する牛床列の位置(飼槽側、中央、壁側)および牛舎内位置(東、中央、西)の3区分とした。区分ごとに牛床を分類し平均横臥利用時間を比較するとともに、一つの牛床であっても3種の区分がそれぞれ含まれることから、3つの属性(牛床列内位置、属する牛床位置および牛舎内位置)を考慮した検討を実施した。

搾乳方式間での横臥時間などの比較および自動搾乳牛群における牛床位置区分ごとの横臥利用時間の比較には一元配置分散分析法を、牛床位置属性を総合的に考慮した牛床利用の比較には数量化理論 I

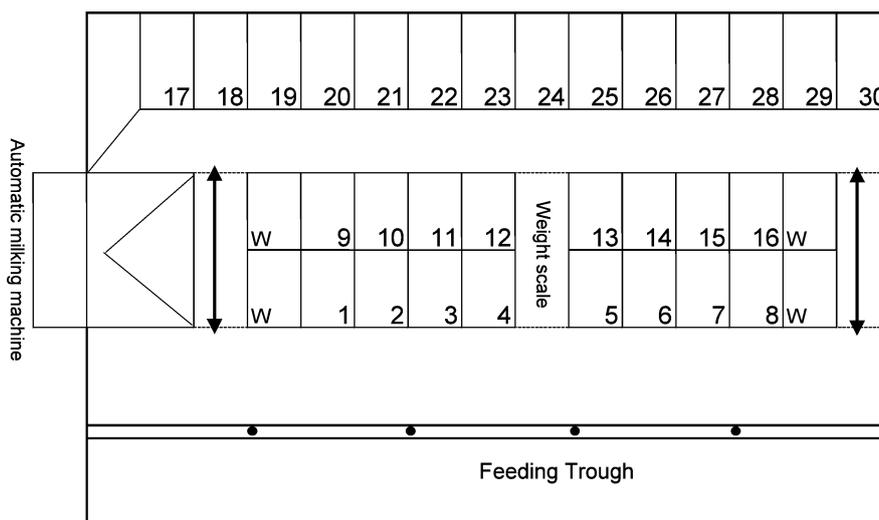


Fig. 1 Layout of barn with the automatic milking system. For stall utilization analysis, stalls are divided with three criteria as follows. The stall position in stall-row: the end of stall row (stall number 1, 4, 5, 8, 9, 12, 13, 16, 17 and 30) and the other. The stall position of stall-row: trough side (number 1-8), center (9-16) and wall side (17-30). The stall position in the barn: east area (7, 8, 15, 16, and 27-30), central area (3-6, 11-14, and 22-26) and west area (1, 2, 9, 10, and 17-21).

類<sup>2)</sup>を用いた。

### 結果および考察

自動搾乳牛群, パーラ搾乳牛群における牛床占有時間, 横臥利用時間および横臥率を表1に示した。自動搾乳牛群における1日当たりの平均牛床利用時間は約15時間/頭, 平均横臥時間は約12時間/頭であった。この値は, 同時期に観察されたパーラ搾乳の牛群で, それぞれ14時間, 11時間であったのに比べ有意 ( $P < 0.05$ ) に長かった。自動搾乳牛群における横臥時間は, 搾乳待機場に牛群を移動させる必要のないことから, パーラ搾乳牛群に比べ長くなるといわれている。本研究の結果も, これと一致した。

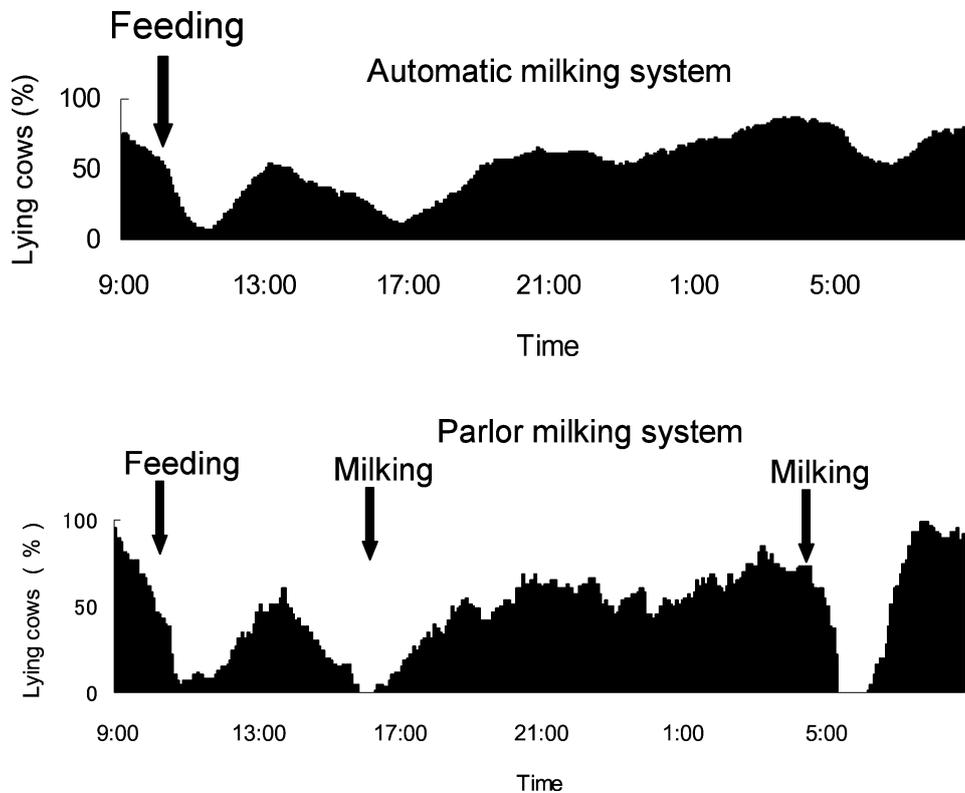
牛床利用時間に対する横臥時間の割合である横臥率は, 牛床評価の指標になるといわれている。本試験の結果では, 両牛群とも77%であり, 差は認められなかった。

自動搾乳牛群およびパーラ搾乳牛群での横臥時間の日内変化を図2に示した。自動搾乳牛群では夕方から朝にかけての横臥が多く, また飼料給飼後3~4時間程度で50%程度の, 横臥頭数割合のピークが示された。一般酪農場での横臥状況の把握する観察法として, 給飼後3時間程度の時刻に搾乳牛群を観察することが推奨されている。自動搾乳牛群でこの推奨方法に従い観察することは, ここで示された昼頃の小さな横臥頭数のピーク (50%程度横臥) を

**Table 1** The amount of time spent occupation and lying in stalls by cows kept in different milking system.

		Automatic milking	Parlor milking
Occupation time of stalls,	hours/day	15.3 <sup>a</sup> ±0.6	13.8 <sup>b</sup> ±0.8
Lying time in stalls,	hours/day	11.8 <sup>a</sup> ±0.6	10.7 <sup>b</sup> ±0.8
Lying/Occupation,	%	77.3 ±4.5	77.2 ±3.5

The averages with different letter are significantly different ( $P < 0.05$ ).



**Fig. 2** Average proportions of cows observed lying at each observation time over a 30 times 24-hour behavioral observation in automatic and parlor milking system. Bold arrow indicate time at feeding (around 10:30) and the time at which cows left the barn for milking. Cows left at around 16:00 and 5:30 for each of the two milkings and returned within one hour.

観察の対象とすることになる。観察しやすい時刻内で、より多くの乳牛が横臥する観察時刻の設定としては、推奨される時間帯は適切である。

パーラ搾乳牛群の横臥頭数割内の日内変化では、自動搾乳牛群と同じく、給飼後3時間程度での横臥頭数のピークが認められた。またその割合も約50%と違いは認められなかった。夕方の搾乳後、横臥頭数割合は徐々に増加し、夜間の22~23時ごろ僅かに低下するものの、その後、再び増加し、翌日の3~4時ごろ最大値となるといったパーラ搾乳牛群でのパターンは、自動搾乳牛群と同様であった。パーラ搾乳牛群の横臥パターンで自動搾乳牛群と大きく異なるのは、パーラへの移動時刻のみであった。

このようにパーラ搾乳方式と自動搾乳方式の牛群における横臥パターンは、搾乳方式の違いによる牛舎からの移動のみに起因し、その他の時刻帯ではほぼ同一となった。このことは、パーラ搾乳方式で同一の時刻に牛群全体を搾乳することは、乳牛の横臥時間を制限している可能性があることを示している。すなわち他の条件が同一であれば、自動搾乳方式の方が、休息環境の確保の観点からは優れていると考えられる。

図3には、自動搾乳牛群における牛床位置ごとの1日当たりの横臥時間を示した。牛群の横臥の際に牛床を利用する時間は、牛床位置ごとに大きく異なった(変動係数51%)。最も横臥時間の長い(乳牛によく利用される)牛床は、3番牛床で約15時間/日であった。最も利用されない牛床は12番牛床で、約1時間/日であった。

図4には、3つの基準に従い牛床位置を分類し、それらの横臥利用時間の平均値を示した。牛床列内の位置により列端とそれ以外の牛床に分類すると、列端の牛床では平均横臥利用時間は約3時間/日と、

その他の牛床が約10時間/日であるのに比べ有意( $P<0.05$ )に短かった。また、牛床列を3列位置した調査対象牛舎の牛床列を飼槽側、中央および壁側と区分した場合には、有意差は認められないものの、中央列で僅かに横臥利用時間が短い傾向がうかがわれた。さらに、牛舎内東西方向による区分では、東側区画に属する牛床の横臥利用時間が長く、西側区画が最も短かった。これらの結果から、乳牛による牛床利用は牛舎内の位置により同一ではなく、偏りがあることが示された。

しかし、実際の牛舎での調査に基づく、乳牛の横臥利用時間の検討に際しては、同じ牛床であっても3種の区分がそれぞれ含まれることが考慮されなければならない。たとえば、調査対象となった牛舎での22番牛床(図1参照)は、「列端ではなく」、「壁

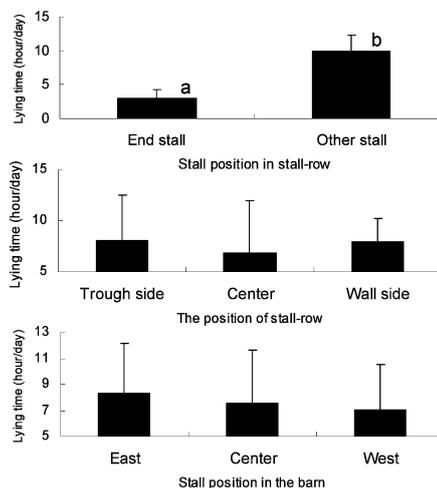


Fig. 4 The comparison of stall utilization time for lying in three criteria (the stall position in stall-row, the position of stall-row and the stall position in the barn). a, b  $P<0.05$

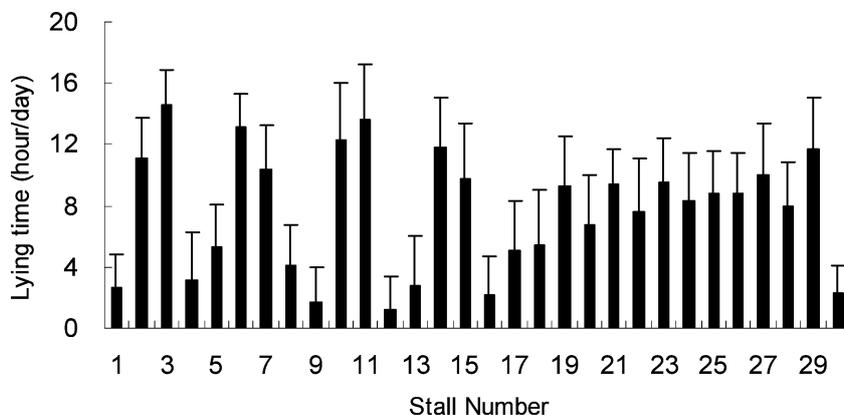


Fig. 3 The time spent lying in individual stall. The maximum time was 15 hour/day in the stall number 3. The minimum time was about 1 hour/day in the stall number 12.

**Table 2** The results of quantitative analysis of utilization time of stall for lying by Hayashi's Quantification Theory I.

Item	Category	Score
		minutes/day
Position in the stall-row	End	-316
	Other	158
Position of the stall-row	Trough side	99
	Center	30
	Wall side	-74
Position in the barn	East area	13
	Central area	8
	West area	-24
Constant term		461

側牛床列に属し、「牛舎内では中央区画」に位置する。しかも、これらの属性は数量として示されない。こうした場合には、各属性を変量として扱い、複数の変量による解析を行う数量化理論が有効となる<sup>2)</sup>。表2には、数量化理論I類に基づく各区分の категория-数量を示した。これらの数値により得られる各牛床における横臥時間の推定値は、実測値とよく一致し、両者の差の絶対値は、平均で1.3時間/日程度であった。また、得られた重相関係数は0.908となり、これら3つの区分により乳牛群の横臥時牛床選択特性の多くの部分が説明できることが示された。

なかでも牛床列端に位置するか否かといった区分は、横臥利用時間に大きな影響を与えることが明らかとなった。列端牛床の categoria-数量は-316分/日であり、列端以外の牛床は158分/日で、両者の違い(範囲)は474分/日(=約8時間/日)となった。これは、牛床列位置での範囲(飼槽列と壁側列の categoria-数量の差)が約3時間/日、東西方向が約0.5時間/日であるのに比べ、極めて大きかった。牛床列端に位置する牛床の横臥利用時間は他に比べ短いことは、すでに報告されている<sup>5)</sup>。この理由は必ずしも明らかとはなっていないが、列端横が通路になることが多く他の牛の移動が頻繁であることや、列端の牛床では左右いずれかの隔柵が、構造上閉鎖されており起立・横臥動作時に乳牛にとって不都合になることが考えられている。本調査の対象となった牛舎では、体重計で区切られた列端牛床や、壁側牛床列に位置する列端牛床もあった。これらの列端牛床横には、乳牛の移動を伴う通路は存在しないものの、横臥での利用時間は短いことから、列端牛床の利用時間の短さは、単に乳牛移動による影響のみではないことが支持された。

また、牛床の区分に基づく平均値の比較では、中

央列の牛床で横臥時間が短い傾向がうかがわれた。しかし、数量化理論による総合的な解析から、牛床列位置の影響では、むしろ壁側に位置する牛床列での横臥利用時間が短いことが示された。このことには、壁側牛床列での正面方向への頭の突き出し動作のしにくさによる起立・横臥動作の困難さが、原因しているかもしれない。

以上のように3列牛床列配置のフリーストール牛舎であっても、牛床列内での牛床位置(列端、その他)、属する牛床列の位置(飼槽側、中央、壁側)および牛舎内位置(東、中央、西)による牛床選択への影響が認められ、列端牛床および壁側牛床列の利用性が低下する傾向は、牛舎設計あるいは牛床設計時に考慮されるべきである。

#### 参考文献

- 1) 安藤哲, 牛が好む牛床の材質と形状. 畜産の研究, 46(10): 1105-1109. 1992.
- 2) 有馬哲・石村貞夫, 数量化I類. p 185-210, 多変量解析のはなし. 東京図書, 1987.
- 3) Fisher, A.D., M. Stewart, G.A. Verkerk, C.J. Morrow, L.R. Matthews, The effects of surface type on lying behavior and stress response of dairy cows during periodic weather included removal from pasture. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, 81: 1-11. 2003.
- 4) 原田英雄・近藤誠司・大久保正彦・朝日田康司, フリーストール牛舎におけるストールのベッティング素材と牛の横臥行動との関連性. 日本家畜管理学会誌, 31(1): 22-23.
- 5) 早坂貴代史・土肥朋子・河本英憲, 対頭2列式フリーストール飼養における日中の泌乳牛のストール利用性. 日本家畜管理学会誌, 35(3): 65-71. 2000.

- 6) 森田茂・時田正彦・平山秀介・小宮道士・干場信司・高橋博志, 自動搾乳システムを活用したフリーストール牛舎の設計(1). 畜産の研究, 55(7): 753-757. 2001.
- 7) 佐藤義和, 乳牛の行動動作の運動力学的分析による牛舎の床条件改善のための基礎研究. 北海道農業試験場研究報告, 160: 1-63. 1995.
- 8) 杉田慎二・森田茂・小田次郎・干場信司・堂腰顕・高橋圭二, 床材料の異なるフリーストール牛舎における乳牛のストール利用. 酪農学園大学紀要, 25(1): 9-12. 2000.
- 9) Toker, C.B., D.M. Weary, D. Fraser, Effects of three types of free-stall surfaces on performance and stall usage by dairy cows. Journal of Dairy Science, 86: 521-529. 2003.

#### Summary

This study was conducted to compare the lying time and lying pattern of cows kept in a barn with automatic or parlor milking system, and also to quantitatively analyze the utilization of stalls for lying in a three-row free-stall barn. Lying behavior of cows was observed for 30 days in a barn with automatic or parlor milking system. The average daily lying time in the barn with the automatic milking system was about 12 hours, which was significantly ( $P < 0.05$ ) longer than that of the parlor milking system (about 11 hours). The only difference in the lying pattern of cows of the automatic milking system was in the time of milking operation, in comparison to the parlor milking system. This is because cows did not have to visit the milking parlor in the automatic milking system. From the results of the quantitative analysis of the utilization of stalls for lying, it was concluded that cows tended to avoid using the end stall in a stall-row in addition to the wall-side stall in a three-row free-stall barn.