

搾乳室内通路における乳牛の歩行動作

竹内 美智子¹⁾・森田 茂¹⁾・影山 杏里奈¹⁾・干場 信司¹⁾
植竹 勝治²⁾・田中 智夫²⁾・江口 祐輔²⁾

The locomotion activity of dairy cows in the passage of the milking parlor

Michiko TAKEUCHI¹⁾, Shigeru MORITA¹⁾, Arina KAGEYAMA¹⁾, Shinji HOSHIBA¹⁾,
Katsuji UETAKE²⁾, Toshio TANAKA²⁾ and Yuusuke EGUCHI²⁾
(June 2004)

緒 言

経営規模の拡大や管理労働時間の削減などの目的で導入されるフリーストール方式⁶⁾は、牛が自発的に採食、飲水および休息などの活動を行うことにより成り立っている。フリーストール方式において、管理者が牛を移動させる作業はいくつかあり、牛がスムーズに動くことが管理作業上重要となっている。特に、1日2回から3回行われる搾乳作業は、牛の進入時や退出時の動きにより作業能率が変化する。

また、フリーストール方式では、死廃・病傷事故が増えているが⁶⁾、なかでも運動器病は死廃事故に占める割合が大きい⁵⁾。運動器病の中では、蹄疾患が多くの割合を占め、近年増加傾向にある⁵⁾。蹄疾患は健康のみならず生産性にも影響を及ぼす^{2,4,12)}ため、乳牛を管理するにあたっては、蹄疾患を予防し、健康な蹄を保つことが重要である。そのためには、飼養環境を適切に保つことはもちろん、蹄疾患を早期に発見し、治療することが有効である。現在、農家において管理者が蹄疾患を発見する一般的な方法は、目視による破行の観察であり、歩様が重要な判断材料になっている。さらに破行の程度を評価する方法としては、破行スコア^{1,3,9)}が提唱されている。破行スコアには、肢の動きに注目して、破行の程度で3段階に点数化するもの¹⁾と、背線の上下動に注目して5段階に点数化するもの^{3,9)}がある。

さらに、歩幅、速度、牛体各部位の移動距離や時間などに基づく歩様の評価が試みられつつある。こ

れらの評価は、実際の歩行動作を適切に表現できる可能性があるが、正常歩行時の数値の蓄積や個体ごとの差についての知見が不足している。

そこで本研究では、フリーストール牛舎の搾乳室内通路において、搾乳牛歩行動作の観察を行い、正常歩行時における歩幅、前後肢の接地距離、接地時の前後肢間距離、各肢の一步に要する時間および歩行速度を調べ、個体ごとの差を検討した。また、歩行速度の違う歩行の特徴を歩幅、一步に要する時間および接地時の前後肢間距離から検討した。

材料および方法

調査は、酪農学園大学附属農場のフリーストール牛舎で実施した。フリーストールは2列配列でストール数は42床であった。搾乳室はヘリンボン10頭単列式であった。搾乳は1日2回行われ、各開始時刻は5:30および16:00であった。飼料はミキシングワゴンによって、TMRを午前10時頃に給飼した。調査は2003年9月27日と28日の計2日間実施した。フリーストール牛舎で飼養されていたホルスタイン種搾乳牛37頭のうち、パーラ内歩行において停止または前の牛により明らかに歩様が影響を受けた場合を解析から除き、26頭を調査対象牛とした。搾乳室の見学通路にデジタルビデオカメラ (SONY社製、DCR-PC101K) を設置し、午後の搾乳における牛の搾乳室内通路での歩行を撮影した。

測定項目は、各肢歩幅、前後肢の接地距離 (接地差)、接地時の前後肢間距離 (前後距離) および各肢の一步に要する時間 (一步時間) とした。歩幅は各

¹⁾ 酪農学園大学 酪農学部 酪農学科

Department of Dairy Science, Rakuno Gakuen University, Ebetsu, Hokkaido, 069-8501, Japan

²⁾ 麻布大学 獣医学部 動物応用科学科

神奈川県相模原市淵野辺 1-17-1

School of Veterinary Medicine, Azabu University, Sagami-hara, Kanagawa, 229-8501, Japan

肢の蹄尖位置から、一歩進んだ後の蹄尖位置までの長さとし、右前肢、左後肢、左前肢、右後肢の四肢の歩幅を測定した。接地差は前肢蹄尖位置から、一歩進んだ後肢蹄尖位置までの距離とし、左右をそれぞれ求め、その平均値を接地差とした。前後距離は、接地時の前肢蹄尖から後肢蹄尖までの長さとし、左右をそれぞれ求め、その平均値を前後の距離とした。歩行動作の観察には、1頭平均8歩の数値を用いた。

一歩時間は蹄尖が地面から離れた時点から、次に着地して再び離れた時点までの時間とし、右前肢、左後肢、左前肢および右後肢の四肢について計測した。計測には画像解析ソフト(Adobe社製, Premiere ver.6.5)を用い、パソコンに撮影した動画を取り込み、1秒間から30枚の静止画を抽出して歩行動作に要する所要時間を計測した。また、歩行速度の違う歩行の特徴を歩幅、接地差および一歩時間から一元配置分散分析¹¹⁾を用いて検討した。

結果および考察

表1には、歩幅、前後距離、接地差、一歩時間および歩行速度の平均値、最小値および最大値を示した。歩幅は97~158 cmの範囲にあり、平均133 cmであった。歩行速度は42~132 cm/秒の範囲にあり、平均88 cm/秒であった。一歩時間は1.1~2.3秒の範囲にあり、平均1.6秒であった。接地差は-4~43 cmの範囲にあり、平均12 cmであった。前後距離は106~164 cmの範囲にあり、平均144 cmであった。

佐藤ら⁷⁾は、3頭の乳牛を供試した歩行動作の試験において、歩幅と歩行速度は供試牛によらずそれ

ぞれ120~130 cm、時速3 km(約83 cm/秒)であったと述べている。本試験での歩幅の平均値(133 cm)と歩行速度の平均値(88 cm/秒)は、ほぼこの値と一致した。しかし、個体ごとの範囲は歩幅97~158 cm、歩行速度42~132 cm/秒と、個体差が大きかった。本試験の歩幅と歩行速度は、佐藤ら⁷⁾の試験で実験用通路を用いているのに対し、実際に搾乳が行われている際の搾乳室内での歩行動作を解析した。このことから、搾乳室内での乳牛の歩行における歩幅や歩行速度は、正常歩行している乳牛であっても、個体ごとの差が大きくなるものと考えた。

また接地差は、佐藤ら⁷⁾の実験では、後肢は前肢の接地点とほぼ同じ位置に接地するとされている。これに対し、高橋ら¹⁰⁾は、接地差に対し、通路の滑りやすさにより変化し、最も滑りやすい通路では平均22 cm、最も滑りにくい通路では平均3 cmであったと述べている。本試験では、接地差の平均値は12 cmであり、必ずしも、佐藤ら⁷⁾の報告のように前肢接地点に後肢が接地するわけではなかった。また、本試験の結果から、同一通路における個体ごとの接地差は、-4~43 cmと個体ごとの差が大きいことが示された。

表2には、速度区分ごとの歩幅、接地差および時間の変化を示した。歩行速度が70 cm/秒以下である場合の歩幅は、他の区分での歩幅に比べ有意($P < 0.05$)に短く、接地差は有意($P < 0.05$)に長かった。また、もっとも速い区分である101 cm/秒以上での歩幅は、他の区分に比べ有意($P < 0.05$)に長く、接地差は有意($P < 0.05$)に短かった。速い歩行ほど、

Table 1 The average of the locomotion activity of dairy cow

The locomotion activity	Average	Min.	Max.	S.D.
The length of step	133.1	96.6	157.5	12.6
The distance before stepping ¹⁾	143.5	106.3	164.4	11.4
The distance after stepping ²⁾	12.4	-3.8	42.9	10.5
The time of each step	1.6	1.1	2.3	0.2
The walking speed	87.8	41.7	132.1	17.5

1) The distance between the position of the front leg and the rear leg after the rear leg stepped

2) The distance between the position of the front leg and the rear leg before the rear leg stepped

Table 2 The different of the length of step, the distance after stepping and the time of each step by the walking speed

	The walking speed (cm/s)			
	≤70	71-85	86-100	101≤
The length of step (cm)	112.7 ^a ± 10.2	134.0 ^b ± 11.5	132.9 ^b ± 6.9	148.7 ^c ± 5.6
The distance after stepping (cm) ¹⁾	30.0 ^a ± 9.1	10.2 ^{bc} ± 9.9	11.6 ^b ± 6.5	2.5 ^c ± 4.7
The time of each step	1.9 ^a ± 0.3	1.7 ^b ± 0.1	1.5 ^c ± 0.1	1.3 ^d ± 0.1

1) The distance between the position of the front leg and the rear leg after the rear leg stepped

^{a,b,c,d} The average in the same row with different superscripts differ significantly ($P < 0.05$).

一步時間は有意 ($P < 0.05$) に短かった。すなわち、歩行速度の速い歩行の特徴として、歩幅は長く、接地差は短く、一步時間が短くなることが示された。

高橋ら¹⁰⁾は、通路の滑りやすさと歩様を調べた実験において歩行速度と歩幅および接地差の関係から、歩行速度の低下に伴い歩幅の延長および接地差の短縮が認められたと報告している。これに対し、搾乳室内通路における乳牛の歩行動作を解析した本試験の結果では、速度の遅い歩行において、歩幅は短く、接地差は長くなった。これは、高橋ら¹⁰⁾の報告と異なっていた。このことから、乳牛における歩行速度と歩幅および前後差の関係は一様ではなく、実験条件などにより変化するものと考えた。

以上の結果から、搾乳室内通路における乳牛の歩行動作は、正常歩行する個体であっても、個体ごとの差は大きいことが明らかとなった。また速度の異なる歩行では、歩幅、接地差および一步に要する時間が変化することが示された。

要 約

本研究では、搾乳室内通路における搾乳牛の歩行動作を解析した。測定項目は、四肢の各肢歩幅（歩幅）、前後肢の接地距離（接地差）、接地時の前後肢間距離（前後距離）および各肢の一步に要する時間（一步時間）とし、歩幅と一步時間から歩行速度を求めた。また歩行速度による歩幅と接地差の変化を検討した。歩幅は、97 cm～158 cm の範囲にあり、平均 133 cm であった。歩幅には四肢間に差は認められなかった。接地差は -4～43 cm の範囲にあり、平均 12 cm であった。前後距離は 106～164 cm の範囲にあり、平均 144 cm であった。一步に要する時間は 1.1～2.3 秒の範囲にあり、平均 1.6 秒であった。歩行速度は 42～135 cm/秒の範囲にあり、平均 88 cm/秒であった。搾乳室内通路における乳牛の歩行動作は、正常歩行する個体であっても、個体ごとの差は大きいことが明らかとなった。また速度の異なる歩行では、歩幅、接地差および一步に要する時間が変化することが示された。

文 献

- 1) Breure, k., P.H. Hemsworth, J.T. Barnett, L. R. Matthews and G.J. Coleman, Behavioural response to human and the productivity of commercial dairy cows. *Applied Animal Behaviour Science*, 66: 273-288. 2000.
- 2) デーリィ・ジャパン社編, ここがポイント肢蹄の管理, 26-41. デーリィ・ジャパン社, 東京, 1999.
- 3) 堂腰顕・昆野大次・高橋圭二・草刈直仁, 乳牛の跛行スコア活用による蹄疾患の早期発見. 研究成果情報北海道農業, 182-183, 2002.
- 4) 日本比較内分泌学会編, からだの中からストレスをみる, 74-89. 学会出版センター, 東京, 2000.
- 5) 農林水産省経営局編, 家畜共済統計表平成 13 年度, 538-604. 農林水産省経営局, 東京, 2003.
- 6) 佐藤義和・筒井善富・古川良平, 牛舎の床条件改善のための基礎研究(II) — 異なる床条件における乳牛の歩行 —. 農業施設, 19: 75-79, 1988.
- 7) 佐藤義和・筒井善富・戸戸弘明・山岸規昭, 牛舎の床条件改善のための基礎研究(I) — 乳用牛の歩行に関する運動力学的分析 —. 農業施設, 17: 28-34, 1987.
- 8) Sprecher, D.J., D.E. Hostetler, and J.B. Kaneene, A lameness scoring system that uses posture and gait to predict dairy cattle reproductive performance. *Theorietogenology*, 47: 1179-1187. 1997.
- 9) 社団法人畜産技術協会編, フリーストール・ミルクパーラー方式導入の手引き. 初版, 4-10. 社団法人畜産技術協会, 東京, 1997.
- 10) 高橋圭二・吉田邦彦・堂腰顕, 通路構造による乳牛の歩行状態. 農業施設学会大会講演要旨, 114-115, 2003.
- 11) 竹内啓監修, SAS で学ぶ統計的データ解析 1 SAS によるデータ解析入門. 第 2 版, 157-189. 東京大学出版会, 東京, 1993.
- 12) 津田恒之, 家畜生理学, 79-86. 養賢堂, 東京, 1999.

Summary

In this study, the locomotion activity of dairy cows in the passage of the milking parlor was analyzed. The length of a step of the four legs, the distance between the position of the front leg and the rear leg after the rear leg stepped (the distance after stepping), the distance between the position of the front leg and the rear leg before the rear leg stepped (the distance before stepping), and time of each step were measured.

Walking speed was calculated by the length of the step and the time of a step. The range of the length of steps was 97-158 cm, and the average was 133 cm. The length of steps of the four legs was not different. The range of the distance after stepping was -4-43 cm, and the average was 12 cm. The range of the distance before stepping was 106-164 cm, and the average was 144 cm. The range of the time of a step was 1.1-2.3 seconds, and the average was 1.6 seconds. The range of the walking speed was 42-132 cm/s, and the average was 88 cm/s. The distance after stepping was shortened by increasing the walking speed. When the cow walked quickly, the length of step was long and also the time of a step was short.