

ミルクングパーラにおける牛の入室・退出方式およびパーラ頭数規模が搾乳の作業性に及ぼす影響

磯崎良寛・原田美奈子・柿原孝彦・古賀康弘
(畜産研究所)

3頭復列の自動開閉式タンデムパーラにおいて、同一の搾乳作業条件下(施設, 作業員, 搾乳牛, 搾乳手順)でミルクングパーラへの牛の入室・退出方式およびパーラ頭数規模が搾乳作業性に及ぼす影響について検討した。コンピュータ制御により搾乳牛が1頭ずつ自動的に入室・退出する個別方式においては、1頭の牛の入室から退出までの搾乳サイクルが短く、パーラ頭数規模を4頭から6頭にしても搾乳サイクルは1分程度しか延びなかった。一方、手動操作により1列毎に搾乳牛を入室・退出させる一斉方式においては、入室からミルクカー装着までの間およびミルクカー離脱から退出までの間に牛の待機時間が生じるために搾乳サイクルが長く、パーラ頭数規模を4頭から6頭にすると搾乳サイクルが3分程度延びた。4頭個別, 4頭一斉, 6頭個別, 6頭一斉方式における1時間当たりの搾乳可能頭数(搾乳能率)は、それぞれ21.9頭, 18.2頭, 30.1頭, 22.4頭であった。また、搾乳能率が高いほど作業が休みなく続くために、作業員の心拍数が増加する傾向にあった。

[キーワード: ミルクングパーラ, 入室・退出方式, パーラ頭数規模, 搾乳能率, 心拍数]

Influence of Entry-Exit System and Size of Milking Parlor on Milking Performance. ISOZAKI Yoshihiro, Minako HARADA, Takahiko KAKIHARA and Yasuhiro KOGA (Fukuoka Agricultural Research Center, Chikushino, Fukuoka 818-8549, Japan) *Bull. Fukuoka Agric. Res. Cent.* 18:106-109 (1999)

This study was conducted to clarify the influence of entry-exit system and size of milking parlor on milking performance under the same condition (parlor, operator, cows, milking procedure). Milking cycle in individually entry-exit system (IND) performed by computer controlled automatic gate was short, and was prolonged about 1 minute while the parlor size was increased from double-2 to double-3. Milking cycle in simultaneously entry-exit system (SIM) in each row performed by manual controlled gate was longer, because the waiting time of cows was induced during cow entry ~ milking machine attachment or milking machine detachment ~ cow exit. In SIM, milking cycle was prolonged 3 minutes while the parlor size was increased. Milking efficiency (the numbers of cows that can be milked per hour) in double-2 IND, double-2 SIM, double-3 IND and double-3 SIM was 21.9, 18.2, 30.1 and 22.4, respectively. Heart rates of the operator increased according to the milking efficiency rised, because the rest time during milking was decreased.

[Key words : milking parlor, entry-exit system, parlor size, milking efficiency, heart rate]

緒 言

近年、福岡県内でも規模拡大および作業の省力化を目的として、酪農家におけるフリーストールおよびルーズバーン施設の導入が増加している。このような施設においても、従来の繋ぎ飼い施設の場合と同様に、ミルクングパーラにおける搾乳が飼養管理労働の中で最も時間を要する作業であり、搾乳作業の効率化は労働時間の短縮に大きく影響する。

ミルクングパーラの搾乳作業性については、農家のアンケート調査結果に基づく報告¹⁾および実態調査による報告²⁾があるが、いずれの場合も施設, 作業員, 搾乳牛群, 搾乳手順等の搾乳作業条件が異なる状態での調査であり、これまで同一条件下で搾乳作業性を比較した報告はない。ミルクングパーラ施設には、ヘリンボンパーラやパラレルパーラのように搾乳牛が1列毎に一斉に入室・退出する方式(以下、一斉方式)およびタンデムパーラやアプレストパーラのように搾乳牛が1頭毎に入室・退出する方式(以下、個別方式)があり、入室・退出方

式(以下、入退室方式)の違いは搾乳作業性に大きな影響をもたらす³⁾。

そこで、本報告では同一の搾乳作業条件(施設, 作業員, 搾乳牛, 搾乳手順)において、牛の入退室方式およびパーラ頭数規模が搾乳作業性に及ぼす影響について検討した。

材料および方法

1 使用施設および試験区分

調査に使用したミルクングパーラは、当場内の3頭復列の自動開閉式タンデムパーラであり、搾乳前自動マッサージ、自動後搾り、自動離脱機能を付属していた。

以下の2つのパーラ頭数規模において、それぞれ2つの入退室方式を設定し、計4区のパーラ方式について作業性を比較した。

(1) パーラ頭数規模

- ① 4頭規模…2頭復列のみ搾乳ストールを使用。
- ② 6頭規模…3頭復列全ての搾乳ストールを使用。

(2) 入室・退出方式

- ① 個別方式…コンピュータ制御により、自動的に個別方式で牛の入室・退出を行った。
- ② 一斉方式…手動スイッチ制御により、1列毎に牛を入室・退出を行った。

2 供試牛および調査時期

当場繁養の15～17頭のホルスタイン種雌牛を用いて、朝の搾乳時に調査を実施した。搾乳牛の乳量、健康状態等をなるべく均一にするため、同一週内の4日間に4頭個別、4頭一斉、6頭個別、6頭一斉のパラー方式を割り振り、1997年10月に3反復の調査を実施した。

3 作業条件

搾乳作業は、すべての調査時において同一作業員（38歳男性）が1名で行った。搾乳手順は、前搾り～プレディッピング（スプレー）～30秒以上放置後拭き取り～ミルク装着～ミルク自動離脱～ポストディッピングで実施した。

4 調査方法および項目

搾乳作業時に1名の記録者を配置し、各ストールにおける牛の入室、ミルク装着、ミルク離脱、牛の退出時点を計測し、各作業時間および搾乳サイクル（牛の入室が開始してから搾乳終了後に退出が完了するまでの時間）を算出した。また、各作業の計測時点記録から作業動線を解析するとともに各ストール間の距離により、作業動線距離を算出した。さらに、3反復中最初の調査時に、作業者に瞬時心拍数計を装着して30秒ごとに心拍数を測定した。

結果および考察

1 搾乳作業時間および搾乳能率

搾乳牛1頭当たりの各作業時間および搾乳能率（3反復調査の平均値）を第1表に示した。また、3反復中最初の調査時の4頭個別、4頭一斉、6頭個別、6頭一斉方式における搾乳作業状況および作業員の心拍数の推移を、それぞれ第1図～第4図に示した。

調査時の搾乳頭数および平均乳量は各区間に差がなく、搾乳牛の条件はほぼ一定であったと考えられた。1回の搾乳に要した総作業時間については、パラー頭数規模では6頭が4頭より一斉方式で10分25秒、個別方式で13分13秒短く、入退室方式では個別方式が一斉方式より4頭規模で6分52秒、6頭規模で9分40秒短かった。

牛が搾乳ストールに入室するまでの所要時間は、6頭規模が4頭規模より有意に長かった。入室時間は、第1～4区において作業開始から牛が入室するまで（0分—■）、また牛の退出から次牛の入室の間（□—■）で表わされる。4頭規模では牛が退出するとすぐに次の牛が入室していたが、6頭規模では他の作業と重複した際に牛の誘導が遅れて入室までに時間がかかっていた。

入室後ミルク装着までの前処理時間（図：■—●）は、6頭規模が4頭規模より有意に長かった。これは、搾乳開始時には入室した6頭に対して順次前処理作業を行うため、6頭規模では2頭目以降の牛の待機時間が長くなったことが影響していると考えられる。また、一斉方式の前処理時間は個別方式より有意に長かったが、これは1列毎に複数頭同時に前処理を行うために2頭目以降の牛に待機時間が発生して、個別方式より作業が長くなったものと思われる。

ミルク装着から離脱までの実搾乳時間（図：●—○）は、各区とも7分30秒前後で差がなかった。高橋ら³⁾は、自動開閉式の3頭複列タンデムパラー農家の調査における実搾乳時間は平均6分10秒であったと報告しており、農家アンケート調査結果では5～6分の回答率が高かった¹⁾。今回調査結果ではこれらの報告より1分30秒ほど長かったが、これは搾乳前自動マッサージおよび後搾り機能が働いたことやミルクの自動離脱が稼働する搾乳流量が農家より低く設定されていたためと推察される。

ミルク離脱後退出までの滞留時間（図：○—□）は、入退室方式間で大きな差があり、一斉方式が個別方式に比べて4頭規模で1分47秒、6頭規模で3分2秒長かった。これは、個別方式では1頭毎に自動的に牛が退出するが、一斉方式では1列毎に退出させるため2頭目以降の牛に待機時間が生じて滞留時間が長くなったためであり、同時に搾乳する牛の実搾乳時間にバラツキがある場合には滞留時間が特に長くなっていた。また、個別方式

第1表 異なるパラー作業方式における作業時間および搾乳能率

パラー頭数規模	入室退出方式	搾乳頭数	平均乳量(Kg)	総作業時間 ¹⁾	1頭当たりの作業時間(分:秒)					搾乳能率 ³⁾
					入室	前処理	実搾乳	滞留	搾乳サイクル ²⁾	
4頭	個別	15.3	14.5	48:09	0:39	2:05	7:32	0:41	10:57	21.9
4頭	一斉	15.3	14.7	55:01	0:43	2:26	7:35	2:28	13:12	18.2
6頭	個別	15.6	14.9	34:56	0:57	2:48	7:29	0:44	11:58	30.1
6頭	一斉	15.6	14.7	44:36	1:09	3:36	7:33	3:46	16:04	22.4
分散分析 ⁴⁾	因子A	NS	NS	**	**	**	NS	**	**	**
	因子B	NS	NS	**	NS	**	NS	**	**	**
	A×B	NS	NS	NS	NS	NS	NS	**	*	**

1) 1回の搾乳で、最初の牛が入室し始めてから最後の牛が退出するまでの時間(分:秒)。
 2) 1頭の牛が入室し始めてから退出するまでの時間(各作業時間の合計)。
 3) 搾乳可能頭数/hr = 1時間 ÷ 搾乳サイクル × パラー頭数規模。
 4) 因子A(パラー頭数規模)および因子B(入室・退出方式)の組合せによる分散分析。
 NS:有意差なし、*:1%水準で有意差、*:5%水準で有意差。

では4頭規模と6頭規模で滞留時間に差はなかったが、一斉方式では6頭規模が4頭規模より待機時間が生じる牛の数が多くなり、滞留時間が有意に長かった。

牛が入室して搾乳後に退出するまでの搾乳サイクルは、個別方式が一斉方式に比べて、4頭規模で2分15秒、6頭規模で4分6秒短かった。搾乳サイクルに占める滞留時間の割合は、4頭個別(6.2%)、6頭個別(6.1%)、4頭一斉(18.7%)、6頭一斉(23.4%)と入退室方式間で大きな差があり、この違いが搾乳サイクルに最も大きな影響を及ぼしていた。

1時間当たりの搾乳可能頭数を示す搾乳能率は、搾乳サイクルが短い個別方式が一斉方式に比べて4頭規模で20.3%、6頭規模で34.4%高かった。高橋ら³⁾は、農家調査において個別方式の自動開閉式3頭複列タンデムパーラにおける搾乳能率は37.0頭で、一斉方式の平行パーラより1搾乳ストール・1時間当たりの搾乳可能頭数が大きかったと報告している。今回調査結果における6頭個別方式の搾乳能率が30.1頭と高橋らの報告より低いことは、実搾乳時間の違いによるものであり、その時間差を補正して算出した搾乳能率は、前記報告と同様の37.4頭となる。このようなことから、今回調査結果は高橋らの報告と同様であったと考えられる。

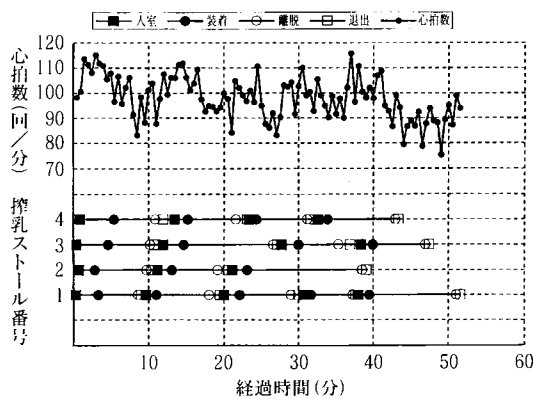
パーラ頭数規模が大きくなると搾乳能率は向上するが、入退室方式の違いによりその程度は異なっていた。個別

方式の搾乳能率は6頭規模が4頭規模の1.4倍であり、規模拡大(1.5倍)にほぼ見合った能率向上が認められたが、一斉方式では1.2倍しか能率が向上しなかった。これは、個別方式では6頭規模の搾乳サイクルが4頭規模より1分1秒長い程度であったが、6頭一斉方式においては滞留時間が延長して搾乳サイクルが2分52秒と有意に長くなったことが原因と考えられる。

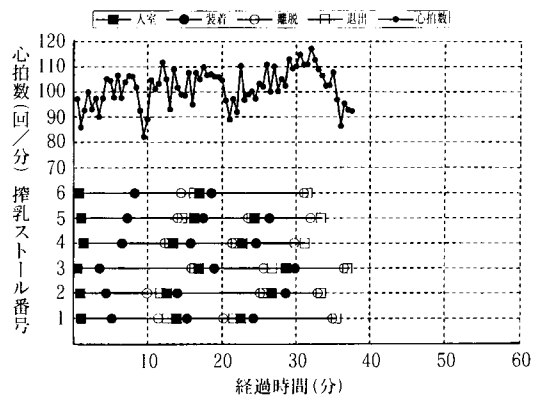
2 搾乳作業動線および作業者の心拍数

一斉方式(第2, 4図)では、入室(■)、装着(●)、退出(□)の各作業が同列のストールで順番に行われるために、作業者の移動は規則的であった。一方、個別方式では、2巡目以降に個々のストールでランダムに作業が進行するために、4頭規模(第1図)では20分以降、6頭規模(第3図)では10分以降に、作業者が同列内に留まらず前後左右に移動する不規則な作業動線となっており、特に6頭個別方式の作業動線は複雑に入り組んでいた。

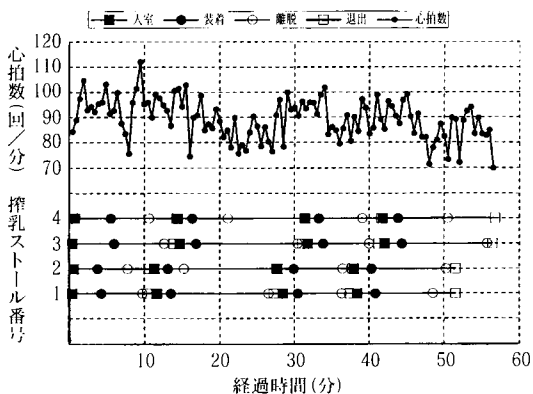
搾乳時の作業動線距離および作業者の心拍数集計結果を第2表に示した。6頭規模のパーラは、4頭規模より作業領域が広がるために作業距離が長かった。今回調査に用いたタンデムパーラは搾乳牛が縦列で並ぶために、同列ストール間の縦方向の移動距離(2.5m/頭)が並列ストール間の横方向の移動距離(1.5m)より長い。このた



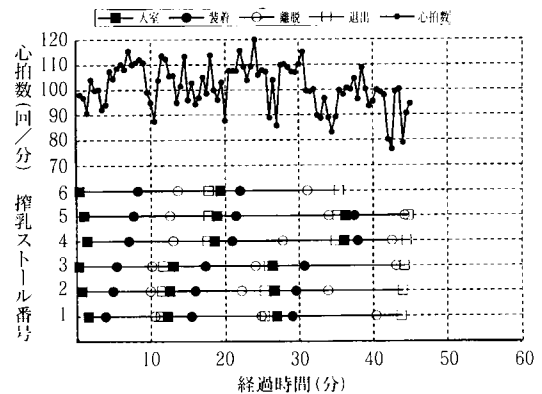
第1図 4頭個別方式における搾乳作業および作業者の心拍数の推移



第3図 6頭個別方式における搾乳作業および作業者の心拍数の推移



第2図 4頭一斉方式における搾乳作業および作業者の心拍数の推移



第4図 6頭一斉方式における搾乳作業および作業者の心拍数の推移

第2表 異なるパラー作業方式における動線距離および作業者の心拍数

パラー頭数規模	入室退出方式	作業動線距離 ¹⁾	心拍数(回/分)			
			安静時	作業時	増加率 ²⁾	100以上 ³⁾
4頭	個別	104.4	71.0	98.1	38.2	40.8
4頭	一斉	114.6	67.8	89.3	31.7	8.0
6頭	個別	145.7	72.1	101.9	41.3	62.7
6頭	一斉	178.7	72.3	101.2	40.0	57.8

1) 搾乳ビット幅=1.5m、搾乳ストール長/頭=2.5m■で動線距離を算出(m)。
 2) (作業時心拍数-安静時心拍数)÷安静時心拍数(%)。
 3) 30秒毎に測定した作業者の心拍数のうち100回/分以上の割合(%)。

め、縦方向の移動が中心である一斉方式は、縦方向に加えて横方向の移動が不規則に入り交じる個別方式より作業距離が長い傾向にあった。現場で普及しているヘリンボーン等の一斉方式ではストールの間隔が0.8m程度と短く、その条件で今回調査した作業動線距離を試算すると4頭規模で55.2m、6頭規模で73.7mと大幅に短くなり、今回調査結果の個別方式の約2分の1となった。このことから、自動開閉式タンデムパラーは、ヘリンボーンパラーに比べて作業動線距離が約2倍になると推測される。

心拍数は作業時の労働負荷の指標であり、心拍数増加率は作業者の体調等の違いによる心拍数の差を少なくするために利用される²⁾。今回調査結果では、6頭個別、6頭一斉、4頭個別、4頭一斉の順で心拍数の増加率が高くなっており、搾乳能率が高いほど心拍数も増加する傾向にあった。また、心拍数が100~120回/分以上に増加すると、心拍数の回復が遅れたり次の作業に影響することから、この心拍数が8時間労働時における平均心拍数の上限の目安とされている²⁾。今回調査結果において、作業時の心拍数が100以上となった割合は、心拍数増加率と同様に搾乳能率が高いほど大きかった。作業者の心拍数は、作業に切れ間が生じて作業者が待機しているときに低下する傾向にあった(第1~4図)。搾乳能率が高いほど作業密度が高まるために作業者の待機時間は少なくなり、作業負荷が大きくなるものと推察される。WHO(世界保健機関)の報告では、30~40歳代の8時間労働において疲労を極度に進行させない作業時心拍数の上限は110拍/分とされている。今回の4方式で最も高い作業時心拍数は、6頭個別方式の101.9拍/分であるが、これはWHOの基準を下回っており、ミルクパラーにおける搾乳はそれほど作業負荷が重くないと考えられた。

3 総合考察

ミルクパラーにおける搾乳作業については、牛および作業者の待機時間の発生状況が、搾乳能率および作業負荷に影響する。

牛が次の作業を待っている待機時間が多いと搾乳サイクルが延長して搾乳能率が低下するが、個別方式は一斉方式に比べて牛の待機時間が少ないために搾乳能率が高かった。一斉方式の搾乳能率が低いのは、前処理およびミルカー離脱~退出時に牛の待機時間があるために搾乳サイクルが長くなるためであり、一斉方式の搾乳能率を向上させるには、作業人数の増加等により前処理時の牛の待機時間を短縮すること、搾乳時間の個体差を少なくすることや搾乳時間の長い牛から作業を進める等より搾乳後の牛の待機時間を短かくすることが効果的であると考えられる。

また、作業者が次の作業を待っている待機時間が多いと作業負荷は軽くなるが、同時に搾乳能率も低下する。本報告における4頭一斉方式は、作業者の待機時間が多かったために心拍数の増加率が他の3方式に比べて極端に低かったが、搾乳能率も低かった。一方、搾乳能率が高い6頭個別方式は作業者の待機時間が少なく、作業開始10分以後はほとんど休みなく作業が続いたために心拍数増加率が高かったが、作業負荷はそれほど重いものではなかった。

以上のことから、ミルクパラーにおける搾乳作業においては、作業者および牛の待機時間ができるだけ生じないように、施設方式・規模、作業者数、作業手順を決定するべきと考えられる。

謝 辞

本試験実施にあたり、心拍数測定について御指導いただいた当場園芸研究所施設機械研究室各位および調査に御協力いただいた福岡県飯塚地域農業改良普及センターの平川達也氏に深謝いたします。

引用文献

- 1) 長谷川三鬼 (1993) 搾乳施設作業の現場と問題点-パラーアンケート調査を中心として. 畜産の研究 **47(10)**: 1078-1084.
- 2) 桑名 隆・石川文武・小林 恭 (1994) ハイテク時代の農作業観測. 東京: 農林統計協会, 69-70p.
- 3) 高橋圭二・原 令幸・稲野一郎・玉木哲夫 (1994) ミルクパラーの作業性について. 北農 **61(3)**: 56-61.