

ミルクカーの搾乳能力を診断するためのミルククロー内圧測定装置の開発

山口悦司*・生田健太郎**・永井秀樹***・國東大資****・大川浩一**・三浦 司*****

要 約

ミルクカーへの流量負荷がクロー内圧に及ぼす影響を測定するため、クロー内圧測定装置を開発した。

- 1 開発した装置は、流量調整装置、模擬乳頭部及びペーパーレスレコーダーで構成される。
- 2 開発した装置を用いた模擬搾乳検査により、流量負荷がかかった時のクロー内圧の変化を正確に測定できる。
- 3 設定真空圧や付属機器の接続など、搾乳システム条件がクロー内圧に影響していることが確認された。

Development of a Device for Diagnosis of Milking Machine Performance by Measuring Claw Vacuum

Etsuji YAMAGUCHI, Kentarou IKUTA, Hideki NAGAI, Daisuke KUNITOU, Hirokazu OOKAWA
and Tsukasa MIURA

Summary

The object of this study was to develop a device for the diagnosis of milking machine performance by measuring claw vacuum.

- (1) This device is composed chiefly of three parts, namely, equipment for adjusting the flow rate, for simulating a teat and a paperless recorder.
- (2) Tests performed using a milking flow simulator with this device showed that it had sufficient accuracy for measuring the influence of liquid flow rate (usually water) on average claw vacuum.
- (3) By using various settings, such as vacuum and accessory equipment connection, it was confirmed that the claw vacuum is affected by the milking system conditions.

キーワード：ミルクカー点検, クロー内圧測定装置, 模擬搾乳試験, ミルクカーの搾乳能力

2014年8月31日受理

現 *兵庫県淡路家畜保健衛生所

**兵庫県立農林水産技術総合センター淡路農業技術センター

***兵庫県立農林水産技術総合センター企画調整・経営支援部

****兵庫県立但馬牧場公園

*****ラクトシステム株式会社

緒 言

ミルククロー内圧(以下クロー内圧と呼ぶ)とは、搾乳時にミルククローにかかる真空圧のことで、生乳を吸い出す真空圧と搾乳休止期の乳頭マッサージのための真空圧を乳頭に供給する役割がある。クロー内圧は、搾乳時の1分間当たりの生乳流量(以下流量と呼ぶ)の増加に伴い低下するが、クロー内圧が低下しすぎると生乳を吸い出す力が小さくなり、ライナースリップや搾乳時間の延長につながる。また休止期にライナーがしっかり閉じなくなり、乳頭マッサージが不十分となるだけでなく、常に真空圧がかかるので乳頭口を痛めるなど、乳房炎の原因となると考えられている^{1,8)}。そのため、全米乳房炎協議会では、最大流量時でも35~42kpa以上の適正なクロー内圧を維持できるミルク能力(以下搾乳能力と呼ぶ)を推奨している²⁾。

一方、乳房炎とミルクの不調との関係は非常に大きく、乳房炎対策として、真空ポンプの排気容量、調圧器の能力及びパルセータの拍動検査等のミルクの点検整備(以下ミルク点検と呼ぶ)が実施されている^{3,5,8,9)}。また、北海道乳質改善協議会等では、上述のミルク点検に加え、乳房炎防除には、クロー内圧が適正で安定していることが重要であることから、搾乳時のクロー内圧測定が実施されている^{6,7)}。しかし、搾乳時の検査では、生乳の流量が一定でないため、流量がクロー内圧に及ぼす影響を数値的に評価することが難しい。そこで、榎谷ら¹⁾は流量負荷がクロー内圧に及ぼす影響を検査するため、自作した流水試験装置を使った模擬搾乳試験により、ミルクの搾乳能力を評価している。

このように、近年「乳牛に負担をかけず、牛の持つ泌乳能力を発揮できる」ミルクの搾乳能力が求められており、そのためのクロー内圧測定が重要となっている。また、流量負荷に伴うクロー内圧の低下は、ミルクの搾乳能力に影響されるが、これまでは診断するための市販のクロー内圧測定装置がなかったこともあり、ほとんど検査されてこなかった。

そこで、ミルクの搾乳能力や搾乳システムの問題点を評価するため、ミルクへの流量負荷がクロー内圧に及ぼす影響を正確に測定できるクロー内圧測定装置の開発に取り組んだ。

材料及び方法

1 クロー内圧測定装置の構成と仕様

開発したクロー内圧測定装置は、流量調整装置、模擬乳頭部及びペーパーレスレコーダーからなり、大きさは高さ550mm、幅700mm、奥行300mm、重量約20kgである(写真1)。測定に必要な条件として、100V電源と測定検査で使用する水が必要である。

(1) 流量調整装置

流量調整装置は流量調整弁と流量センサからなる。流量センサは、搾乳時の生乳の流量を想定して、流量範囲が0.5~10ℓ/分のメイン流量センサ(FD-M10AT、(株)キーエンス)と微調整のための前乳区及び後乳区流量センサ(流量範囲0.2~5ℓ/分:FD-M5AT、同)を用いた。流量表示は、15秒毎の移動平均値が表示される。

(2) 模擬乳頭部

模擬乳頭部は模擬乳頭と圧力センサからなる。乳頭間隔は前後・左右共に150mm、乳頭部は樹脂製とし、基部にはラバーカップを付け、ミルクのライナーヘッドを受ける構造とした。また様々な形状のミルクに対し、真空漏れしないように、模擬乳頭と本体配管との接続部の一部にエアチューブを使用し、模擬乳頭の角度が自由に動く構造とした。クロー内圧及び乳頭直下圧を測定するための圧力センサは、GP-M001((株)キーエンス)を、パルセーションを測定するための圧力センサは、AP-C30(同)を用いた。

(3) ペーパーレスレコーダー

レコーダーには、タッチ型ペーパーレスレコーダーTR-V500(5型パネルタイプ、(株)キーエンス)を使用した。



写真1 開発したクロー内圧測定装置

2 測定方法

ミルクカーの搾乳能力を診断するためのクロー内圧等の測定は、生乳の代わりに水を用いる模擬搾乳検査で行った。模擬搾乳検査では、搾乳システムを通常の搾乳と同じように稼働させ、測定するミルクユニットを模擬乳頭に装着した状態で、バケツ等の貯留水を装置に吸引し、流量調節装置で流量を8→6→4→2→0(kg/分)と調整した水を模擬乳頭からミルクカーで吸引することにより、負荷流量毎のクロー内圧等を測定した(写真2)。

3 測定項目

測定項目は流量、クロー内圧、乳頭直下圧及びパルセーションの4項目で、それぞれ毎秒20個のデータを測定・記録することができる。また各測定項目値は、20秒間、すなわち400個のデータの平均値を用いた。

4 ミルクカーの搾乳能力とその低下要因

開発した装置を使った模擬搾乳検査では、流量がどの程度まで増加すると、クロー内圧が適正值以下に低下するかが正確に測定できる。そこで、同一ミルクカーを使って、以下のように搾乳システムの設定条件を変えて、クロー内圧への影響を検討した。

- (1) 設定真空圧：47kpa と 50kpa を比較した。
- (2) 付属機器接続：設定真空圧 50kpa で、乳量検知器や乳量計の接続の有無を比較した。

結 果

1 クロー内圧等の測定

流量、クロー内圧、乳頭直下圧及びパルセーションの4項目が測定でき、表計算ソフトを使ってグラフ表示することができる(図1)。

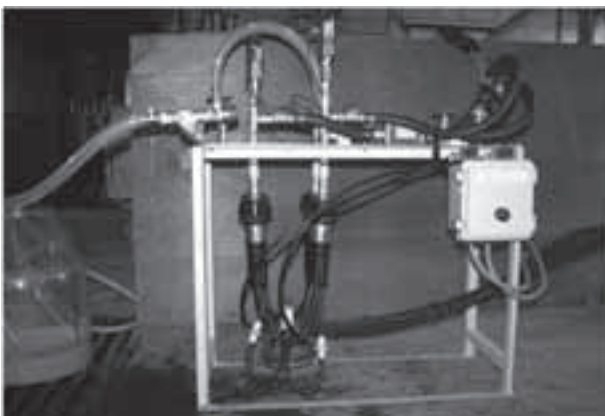


写真2 模擬搾乳検査

2 ミルクカーの搾乳能力とその低下要因

(1) 設定真空圧

流量6kg/分のクロー内圧は、50kpaでは37.5kpaであったが、47kpaでは、35.2kpaとなり適正值(ハイラインパイプラインミルクカーの適正值は35kpa以上)を辛うじて上回った(図2)。

(2) 付属機器の接続

設定真空圧 50kpa で流量 6kg/分のクロー内圧は、接続なしでは 37.5kpa であったが、乳量検知機の接続により 32.5kpa と適正值を下回り、更に乳量検知機と乳量計の両方の接続では、30.8kpa に低下した(図3)。

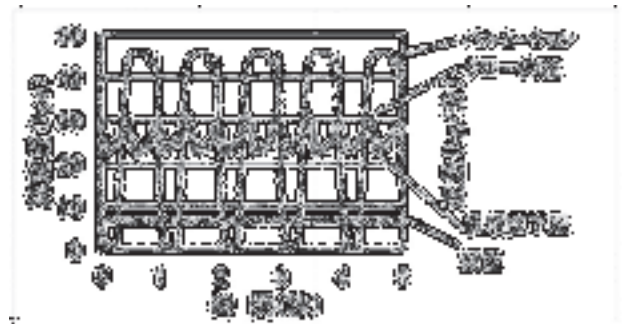


図1 クロー内圧測定装置による測定例

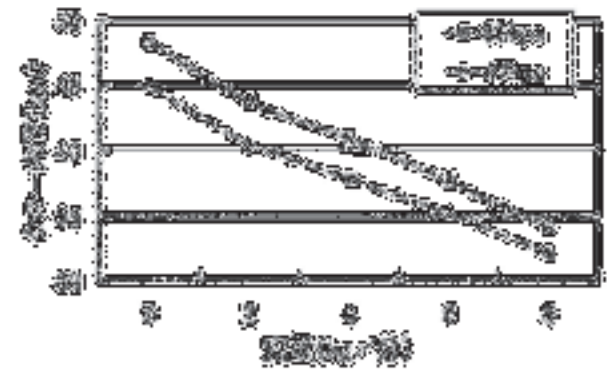


図2 設定真空圧の影響



図3 付属機器の接続の影響

考 察

乳房炎対策として、ミルカー点検が実施されているが、従来のミルカー点検は、非搾乳時、すなわち流量負荷が0kg/分の状態で実施され、主に真空ポンプ容量、調圧器の能力及びパルセータの拍動等について専用測定器で検査し、ミルカーが正常に作動しているかどうかを評価していた³⁾。しかし、実際の搾乳時には流量負荷が発生するため、クロー内圧が適正であるかなど、ミルカーが設定通りの機能を発揮しているかどうかは診断できていない。そこで榎谷ら¹⁾は、ミルカー点検には静止時検査、動態検査そしてシミュレータ試験(模擬搾乳検査)があるが、実際の牛乳が流れる時のミルクチューブや離脱装置、ミルクメーターの問題点は従来のミルカー点検のような静止時検査だけでは評価することができないことから、ミルキングシステムの搾乳性を評価するには、すべての検査を実施する必要があると述べ、自作の装置を使ったシミュレータ試験に基づく搾乳システムの改善指導で成果を出している。

このように流量負荷が掛かった時のクロー内圧の低下状況を調べることは、乳房炎防除にとって重要であるが、これまでは市販の測定装置がなかった。そこで、流量負荷がクロー内圧に及ぼす影響を正確に測定できるクロー内圧測定装置を開発した。

開発した装置は、流量調整装置、模擬乳頭部及びペーパーレスレコーダーからなり、この装置を用いた模擬搾乳検査により、流量負荷の変化に伴うクロー内圧等を測定できる。Graemeら²⁾は、クロー内圧は、パルセーションの関係で毎秒2回の大きな上下動があるので、クロー内圧値として5~20秒間の平均値を用いることが最適であると述べている。本装置の測定結果においても、同様の真空圧の変動が見られることから、測定項目値は、20秒間、すなわち400個のデータの平均値を用いている。

ミルカーの搾乳能力を診断するためのクロー内圧等の測定は、榎谷ら¹⁾と同じように、生乳の代わりに水を用いる模擬搾乳検査で行った。その理由は、第一に実際の搾乳では、生乳の流量が一定でなく、流量とクロー内圧の関係を正確に検査できないこと、第二に流量調整された水を用いることで再現性があるので、搾乳システムの設定条件を変えた場合の搾乳能力の比較や改善効果の確認が可能であるからである。模擬搾乳検査では、流量がどの程度まで増加

すると、クロー内圧が適正值以下に低下するかが正確に測定できることから、ミルカーの搾乳能力の診断に利用することができる。すなわち、クロー内圧の適正值を維持している最大流量を、ミルカーの最大搾乳能力と判断している。

そこで、搾乳システム設定条件の違いがクロー内圧に及ぼす影響を検討するため、当所のミルカーを使っていくつかの比較試験を実施した。設定真空圧の比較では、設定真空圧が高い方がクロー内圧は高く推移し、ミルカーの搾乳能力が高いと診断された。付属機器の接続では、「接続なし」は流量6kg/分でも適正值以上を満たしていたが、「乳量検知器のみの接続」、「乳量検知器と乳量計の接続」では最大搾乳能力は約4kg/分であった。このことから、付属機器の接続はクロー内圧に影響を及ぼしていることが確認された。このようにクロー内圧は、搾乳システムの設定条件の影響を受け、これ以外にも、ミルククローの形状、ロングミルクチューブの長さや内径など生乳の流れを阻害する要因⁶⁾は、搾乳能力に影響を与える可能性がある。

開発したクロー内圧測定装置を使った模擬搾乳検査により、流量負荷に伴うクロー内圧の変化を正確に測定することができた。一方、乳牛はオキシトシンの作用により射乳するが、ホルモンの作用時間は産乳量に関わらず5分程度と同じであるため、高泌乳牛や泌乳ピーク牛ほど流量が多く、クロー内圧が低下しやすいと考えられる。従って、高泌乳牛の乳房炎を予防するためには、搾乳能力の高いミルカーで搾乳する必要がある。ミルカーの搾乳能力を診断するためのクロー内圧測定技術を活用していく必要がある。

本稿では、開発したクロー内圧測定装置を使い流量負荷とクロー内圧について検討したが、本装置ではこれに加え、図1に示すように乳頭直下圧やパルセーションとクロー内圧の関係を分析することができる。乳房炎感染の大きな要因となるクロー内圧と乳頭直下圧の逆転状況^{4,8)}を測定分析できることから、今後は更に、流量負荷と逆転の関係及び対策などについても検討していきたい。

引用文献

- (1) 榎谷雅文(2002):乳房炎防除と良質乳生産 ミルカー点検と農場のマネージメント: 臨床獣医 20(12), 41-45
- (2) Graeme M (2008) :Claw Vacuum is Most Direct Measure of Milking System' s Effect on the Cow:THE NMC newsletter UDDER TOPICS, 2-3
- (3) 北海道乳質改善協議会(1993):ミルカー点検整備マニュアル (93年改訂)
- (4) 本田善文 (2004) :あなたの知らないうちに乳がライナー内で逆流している : Dairy Jpn, 49(11), 10-13
- (5) 河合一洋(2000):乳房炎防除のアプローチ:家畜診療, 47(7), 467-474
- (6) 南根室地区農業改良普及センター編集(2000):見開き!乳質のマネージメント: 47-50
- (7) 南根室地区農業改良普及センター編集(2004):良質乳生産のための「農場のトラブルシューティング」ミルカーのトラブルシューティング: 57-80
- (8) 野附巖 (1995) :乳房炎防除のためのミルカーの点検と整備:家畜診療 379, 13-21
- (9) 津田毅彦, 渡邊徹(2006):搾乳システムが乳質と搾乳作業に及ぼす影響:徳島畜研報, 6, 1-4