

ミルカーシステム分析評価

(平成14年度 第3回ミルカー管理技術指導者講習会資料より重引)

I. パルセーター性能検査 (メーカー仕様を基準とする)

1. 拍動数：50～65回/分

パルセーター間の拍動回数のバラツキはメーカー仕様の拍動数±5%以内

2. 拍動比：パルセーター間の差は5%を超えて異ならない

b期～30%以上 d期～15%以上とする

3. リンピング：5%以内とする

左右交互搾乳と前後交互同率搾乳方式のみ

II. システム真空度測定

1. レシーバージャーと調圧器の差は0.7kPa以内である。

1ユニット (2ユニット) 解放した時の差も同様

圧力差の原因～・調圧器の設置位置不良

・レシーバージャーと調圧器間の配管や接続に過度の障害がある

2. レシーバージャーと真空ポンプ間の差は2.0kPa以内である。

圧力差の原因～・配管が細い

・配管の曲がりが多い

・空気流量が極度に多い

3. レシーバージャーとパルセーター配管 (最遠部) 間の差は2.0kPa以内である。

4. レシーバージャーとシステム真空計が一致する (1.0kPa以内)

5. 1ユニット (2ユニット) 開放したときのレシーバージャー真空度低下は2.0kPa以内である。

III. 調圧器の能力評価

1. 調圧効率 (ER / MR × 100) 90%以上であること

2. エフェクティブリザーブ (SOV - 2.0kPa) 計測時、調圧器の真空度の低下は通常運転時より1.4kPa以上であること。

* ER = エフェクティブリザーブ (有効予備排気量) MR = マニュアルリザーブ

調圧効率低下 (90%を下回る) の原因

(調圧器真空度低下が1.4kPaよりも少ない場合)

- ・配管方法が真空ポンプ能力に合致していない。
- ・真空ポンプ能力が大きすぎる。
- ・調圧器設置位置不良 (調圧器がサニタリートラップから離れすぎている)。

(調圧器真空度低下が1.4kPaよりも大きい場合)

- ・調圧器自体の能力不足 (汚れ、故障、設計不良)。
- ・調圧器が真空ポンプ能力に不適合。

IV. システム空気流量の測定

1. パルセーター稼働消費量：20～40ℓ/分・1ユニット (目安)

2. 搾乳ユニット消費量：10～15ℓ/分・1ユニット (目安)

3. 配管全体のもれ：10%以内

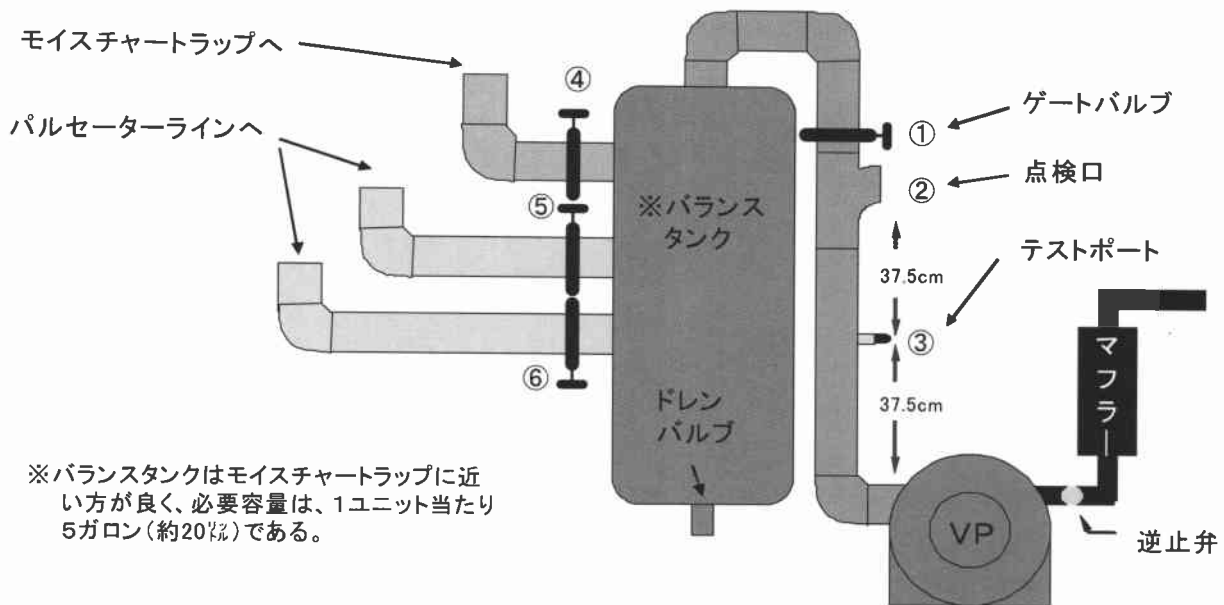
4. 真空ポンプの能力：定格能力の90%以上

5. 有効予備空気流量 (搾乳に使用できる量)：150ℓ/分・1ユニット以上

簡単にできるミルクラインとパルセーターラインのエア漏れチェックのための 主真空配管とゲートバルブ、点検口、テストポートの設置図

(バキュームポンプが1台の場合)

テストポートは曲がりから口径の5倍以上離して、空気の乱流のない直管に取り付ける。
(配管口径75mmの場合、両曲がりから37.5cm以上離れた直管に設置する)



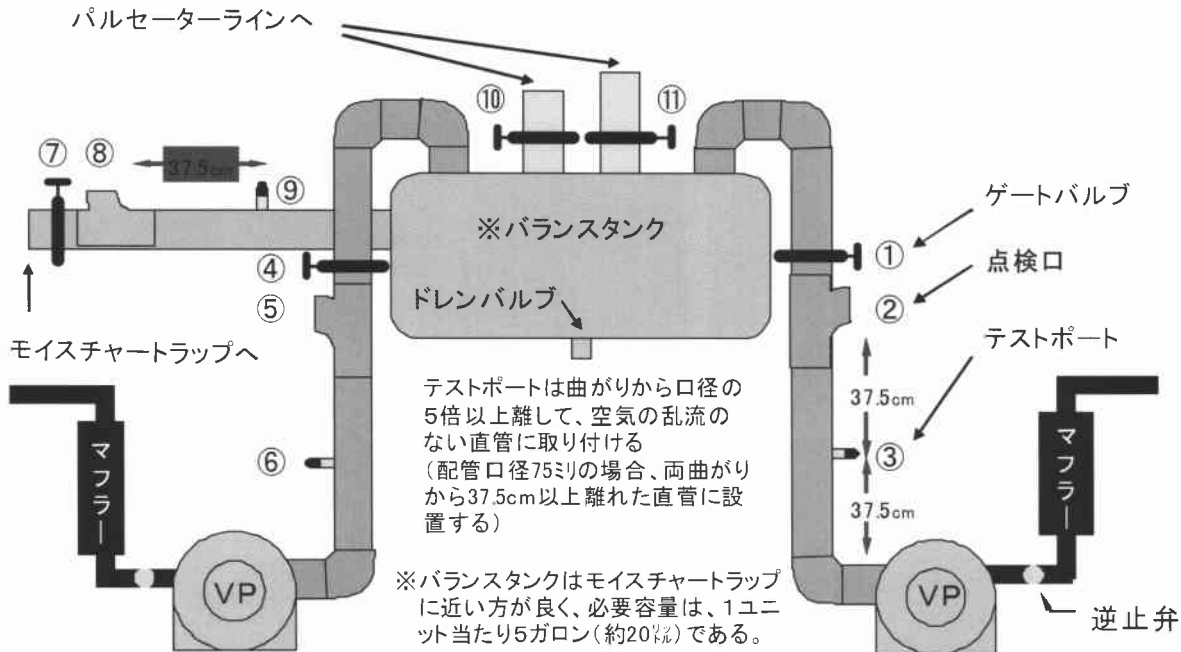
簡単にできるシステム（ミルクラインとパルセーターライン）のエア漏れチェック法
(レギュレーター OFF、ユニットは全て外しておく)

●バキュームポンプ(VP)が1台の場合

1. パワー OFF の状態で、ゲートバルブ①④⑤⑥を閉じておく。点検口②を開け、全開にしたエアフローメーターを取り付けて、テストポート③にバキュームゲージを繋ぎ、パワー ON。
徐々にエアフローメーターを閉じながらバキュームゲージが 50kPa を指すときの VP 単体の排気量を測定する。
2. 上記1の状態ですべてのゲートバルブ①④⑤⑥を開けて（ゲートバルブ④⑤⑥は閉じたまま）50kPaでの排気量を測定し、上記1の測定値と同じであるか確認する。もし、上記1での排気量より少ない場合、バランスタンク周辺のエア漏れをチェックする。
3. 上記2の排気量測定の状態ですべてのゲートバルブ④を開いて 50kPaでの排気量を測定する。
2の排気量と3の排気量の差がミルクラインとレシーバージャー他のエア漏れ量である。
4. 上記3の排気量測定の状態ですべてのゲートバルブ④を閉じてゲートバルブ⑤⑥を開き 50kPaでの排気量を測定する。
2の排気量と4の排気量の差がパルセーターラインのエア漏れ量である。
5. 上記4の排気量測定の状態ですべてのゲートバルブ④⑤⑥を開き、50kPaでの排気量を測定する。
2の排気量と5の排気量の差がミルクライン他とパルセーターラインの合計エア漏れ量である。
6. パワー OFF。全てのゲートバルブを開けて点検口、テストポートを閉める。

簡単にできるミルクラインとパルセーターラインのエア漏れチェックのための
主真空配管とゲートバルブ、点検口、テストポートの設置図

(バキュームポンプが複数台の場合)



簡単にできるシステム（ミルクライン他とパルセーターライン）のエア漏れチェック法
(レギュレーター OFF、ユニットは全て外しておく)

●バキュームポンプ (VP)が2台の場合

1. パワー OFF の状態で、ゲートバルブ①④⑦⑩⑪を閉じおく。点検口②⑤は開けておく。
点検口②に全開にしたエアフローメーター (AFM) を取り付け、テストニップル③にバキュームゲージを繋いでパワー ON。徐々に AFM を閉じながらバキュームゲージが 50kPa を指すときの VP 単体の排気量を測定する。パワー OFF。2 台目は、点検口⑤に全開にした AFM を取り付け、テストポート⑥にバキュームゲージを繋いで 1 台目と同様に 50kPa での排気量を測定する。パワー OFF で VP 2 台合計の排気量を計算する。3 台以上の場合も同じ方法である。
2. パワー OFF の状態で、ゲートバルブ①④を開け、点検口②⑤を閉じて、テストポート③④を閉じる。ゲートバルブ⑦を閉じて、点検口⑧を開けて全開にしたエアフローメーターを取り付け、テストポート⑨にバキュームゲージを繋いでパワー ON。50kPa での排気量を測定し、上記 1 の VP 台数分の合計測定値と同じであるか確認する。もし、上記 1 での排気量より少ない場合、バランスタンク周辺のエア漏れをチェックする。
3. 上記 2 の排気量測定の状態、ゲートバルブ⑦を開いて 50kPa での排気量を測定する。
2 の排気量と 3 の排気量の差がミルクラインとレシーバージャー他のエア漏れ量である。
4. 上記 3 の排気量測定の状態、ゲートバルブ⑦を閉じてゲートバルブ⑩⑪を開き、50kPa での排気量を測定する。
2 の排気量と 4 の排気量の差がパルセーターラインのエア漏れ量である。
5. 上記 4 の排気量測定の状態、ゲートバルブ⑦⑩⑪を開き、50kPa での排気量を測定する。
2 の排気量と 5 の排気量の差がミルクライン他とパルセーターラインの合計エア漏れ量である。
6. パワー OFF。全てのゲートバルブを開けて点検口、テストポートを閉める。

IDF (International Dairy Federation) Questionnaire 2799A 29 July 1999

ISO (1996) 規格適合に必要な搾乳機器の条件

(平成 14 年度 第 3 回ミルカー管理技術指導者講習会資料より重引)

2. 5 付属装置による真空度の低下

付属装置による真空度の低下が大きい場合

- 牛乳配管真空度の調整が困難になる
- クロー平均真空度が高流量時に低くなる
- クロー平均真空度が低流量時に高くなる

付属装置による真空度の低下が大きい場合の対処方法

- 牛乳の流れの障害物を探す
- 付属装置を交換あるいは修理する

4. 2 牛乳配管真空度の安定性

牛乳配管真空度の安定性は様々な要因の影響を受ける

- 牛乳配管内の牛乳の流れ
 1. 乳牛個体毎の乳量
 2. 1 スロープの搾乳ユニット数
 3. 各ユニットの装着 (時間) 間隔
- 牛乳配管内の空気の流れ
 1. ユニットの装着、脱着時の空気流入量
 2. 空気漏れ
- 牛乳配管の勾配
勾配は配管全体に対して十分かつ一定であること

牛乳配管真空度の低下が大きい

- スラグ流が発生している
- ユニットの装着、脱着時に多量の空気が流入している
- 牛乳配管の勾配が小さいかたわみがある
- 牛乳の混和や遊離脂肪酸が増加する。
- クロー内真空度の変動原因となる
- ライナーズリップの原因となる

牛乳配管真空度の低下が大きい場合の対処方法

- ユニットを装着するとき、空気の流入が少なくなる様取り扱い方を改善する
- 牛乳配管の空気の漏れをチェックする
- 接続部からの空気の流入が多い場合は、ミルクインレットを交換する
- 牛乳配管の勾配を大きくし、連続的かつ均一にする
- 各搾乳ユニットの最大流量時が重ならない様手順を一定の装着間隔に改善する
- つなぎ飼ひ牛舎で 2 台のミルカーを使用する場合、それぞれ別のスロープに設置する
- 牛乳配管の径を大きくする
- レシーバージャーにおける真空度の変動をチェックする

4. 3 搾乳システムの空気の流れ

搾乳システムの漏れが多すぎる

- クロー真空度の変動が原因となる
- ライナースリップの原因となる
- 牛乳の混和や遊離脂肪酸が増加する
- スラグ流が発生している

搾乳システムの漏れが多すぎる場合の対処方法

- 付属品、ミルクインレット、ミルクコックをチェックする
- クラスタ (2.3) の漏れをチェックする
- レリーザ (13) の漏れをチェックする

5 レシーバージャー真空度 (V_m)

5. 1 システム真空度

5. 2 真空度の変動

レシーバージャーにおける真空度の変動が大きい

- 搾乳ユニットの取り扱いが雑である
- 牛乳配管の真空度の変動が大きくなる
- クロー平均真空度の変動の原因となる
- ライナースリップの原因となる

レシーバージャーにおける真空度の変動が大きい場合の対処方法

- 空気の流入が最小限となる様にユニットの取り扱いを改善する
- エフェクティブリザーブ (6.1 のエフェクティブリザーブが低い原因) をチェックする
- 調圧器の作動をチェックする

5. 3 調圧器の感度

調圧器の感度が 1 kPa を超える場合の対処方法

- エフェクティブリザーブ (6.1 のエフェクティブリザーブが低い原因) をチェックする
- 調圧器の作動をチェックする
- クラスタやパルセータの空気流入量をチェックする

6. 1 エフェクティブ・リザーブ (ER)

エフェクティブリザーブが低い

- 搾乳機器各部の真空度の変動が大きい

エフェクティブリザーブが低い場合の対処方法

- 真空ポンプの容量をチェックする (容量不足か作動不良)
- 空気漏れをチェックする
- 調圧器が正常に作動しているかを確認する
 1. 調圧器の性能低下、もしくは汚れ
 2. レシーバージャーと調圧器間の抵抗が大きい。マニュアルリザーブと調圧損失をチェックする
- 主真空配管の抵抗が大きく、そのため V ポンプの作動真空度が高くなりすぎる

6. 2 マニュアル・リザーブ (MR) 及び調圧損失

調圧損失が大きい

- 調圧器が ER のテストのとき完全に閉じていない
- エフェクティブリザーブが低下している

圧力損失が大きい場合の対処方法

- 調圧器の掃除もしくは修理が必要である
- 調圧器をサニタリトラップもしくは V_m の測定箇所に近づけて取り付ける
- レシーバージャーの真空配管もしくはサニタリトラップと調圧器の感圧位置との間の主真空配管の点検、掃除もしくは交換が必要である
- 調圧器とレシーバージャー間に抵抗 (friction) があるかどうか調べるため、エフェクティブリザーブのテスト時に調圧器における真空度 (V_r) を測定する

7 調圧器における真空度 (V_r)

調圧器の感圧位置とレシーバージャーの付近における真空度との差が大きい

- 調圧損失が増加し、エフェクティブリザーブが低下している

調圧器の感圧位置とレシーバージャーの付近における真空度との差が大きい場合の対処方法

- レシーバージャー (V_m) と調圧器 (V_r) 間の障害となるものをチェックする
- 調圧器の感圧位置がサニタリトラップから離れすぎている場合は、その位置を近づける
- レシーバージャーの真空配管 (トラップライン) を太くする
- 主真空配管 (サニタリトラップと調圧器の感圧位置との間) を太くする

8 調圧器の漏れ

調圧器の漏れが多い

- 調圧器がシールされていない
- エフェクティブリザーブが低下している

調圧器の漏れが多い場合の対処方法

- 調圧器の整備もしくは交換が必要である

9 V ポンプと RJ 間の真空度の低下 ($V_p - V_m$)

V ポンプとレシーバージャー間の真空度の低下 ($V_p - V_m$) が大きい

- V ポンプとレシーバージャー間に大きな抵抗がある
- V ポンプの空気流量が減少し、エフェクティブリザーブも減る
- エネルギー消費量が増える
- V ポンプの損耗と潤滑油の消費量が増加する

V ポンプとレシーバージャー間の真空度の低下 ($V_p - V_m$) が大きい場合の対処方法

- 主真空配管が汚れているかもしれないので、掃除する
- 主真空配管が長すぎるので V ポンプをレシーバージャーに近づける
- 主真空配管を太くするか、滑らかな材質を使用する

1 0 Vポンプの排気背圧

Vポンプの排気背圧が高すぎる

- Vポンプ能力及びエフェクティブリザーブが低下する
- エネルギー消費量が増加する
- Vポンプが損耗し潤滑油の消費量が増加する

Vポンプの排気背圧が高すぎる場合の対処方法

- 排気管の障害をチェックする
- 排気管の長さを短くする
- 排気管の付属品（Tピース[チーズ]、ベンド[曲がり]など）の数を減らす
- 適切に設計された消音器やオイル回収装置を使う

1 1 Vポンプの排気量

1 2 真空配管の空気の漏れ

真空配管の空気の漏れが大きい

- エフェクティブリザーブが低下する

真空配管の空気の漏れが大きい場合の対処方法

- 漏れに関わる全ての付属品：配管の接続部、ドレインバルブ、バランスタンクなどをチェックする

レリーザで漏れがある

- エフェクティブリザーブが低下する
- 牛乳の混和、すなわち泡立ちや遊離脂肪酸が増加する

レリーザで漏れがある場合の対処方法

- レシーバージャーのガスケットをチェックする
- チューブ及びバルブをチェックする
- パルセータ（空気式レリーザ付き）をチェックする

1 4 拍動

1 4 . 1 パルセーションカーブ

b期（搾乳期）が短い

- 各拍動周期の泌乳量が少なくなる
- 搾乳時間が長くなる
- 乳房炎の危険性が高まる

b期が短い場合の対処方法

- パルスチューブの漏れやつまりをチェックする
- パルセーターの汚れをチェックする
- 部品の破損をチェックする
- ライナーの損傷をチェックする
- ライナーがシェルに合っているかをチェックする
- パルセーター内部をチェックする

b期の真空度の低下が大きい

- パルセーターレコーダーが原因かもしれない

d期（マッサージ期）が短い

- マッサージの効果が少なくなる
- 搾乳時に乳房の鬱血が増える
- 乳頭の損傷が増える
- 乳房炎が増える

d期が短い場合の対処方法

- パルスチューブの詰まりや折れをチェックする
- パルセーターの汚れ、特にフィルターをチェックする
- 部品の破損をチェックする
- ライナーの損傷をチェックする

d期の真空度が高い

- パルセーターレコーダーが原因かもしれない

14.2 拍動回数

拍動回数のバラツキが大きい

- 全ての拍動周期に影響を与え、異常な周期を生じる
- 空気消費量が増加し、ERが低下する
- 乳頭損傷が増える
- 泌乳期とマッサージ期の拍動特性が変化すると、乳牛にストレスを与える

拍動回数のバラツキが大きい場合の対処方法

- パルセーターの汚れをチェックし、調整する
- 電気的な問題（接触不良、結線不良）をチェックする
- パルスチューブをチェックする

14.3 拍動比

14.3.3 拍動比

拍動比のバラツキが大きい

- 搾乳時間が長くなる
- マッサージ効果が減少する
- 乳頭損傷が増える
- 乳房炎が増加する
- 泌乳期とマッサージ期の拍動特性が変化すると、乳牛にストレスを与える

拍動比のバラツキが大きい場合の対処方法

- パルセーターの汚れ、調整状態、可動部品をチェックする
- パルスチューブをチェックする
- 電気的な問題（接触不良、結線不良）をチェックする

1 4 . 4 パルセータ真空配管の真空度の低下

真空度の低下が大きい

- ライナーを開くのに時間がかかる
- 搾乳時間が長くなる
- b期の真空度が低下する

真空度の低下が大きい場合の対処方法

- パルセータ真空配管を掃除する
- パルセータ真空配管の空気漏れをチェックする
- パルセータの空気消費量をチェックする
- ループ配管のパルセータ真空配管の両端を主真空配管、もしくはディストリビューションタンクに接続する
- パルセータ真空配管を太くする

1 5 結論

乳牛に対する搾乳機器の6つの必須要素は

- ライナーの効果的な動きによる適切な乳頭マッサージ
- 正確で安定した拍動
- 適切な真空度
- 最小限の真空度の変動
- 4乳頭に対する均等なクラスタの重量配分
- 適正な乳汁量で適切な方法で作動する自動離脱装置

不適切な機械搾乳の結果は

- 搾乳時間が長引く
- 不完全で、不均一な泌乳量
- 泌乳量の減少
- 乳頭の損傷
- 乳頭内への細菌の侵入
- 乳牛や搾乳者にとって搾乳トラブルやストレス

ミルクラインの口径・勾配と最大ユニット数

表 つなぎ牛舎でのミルクラインの口径と1スロープの最大ユニット数 (ASAE)

配管口径(インチ)	配管勾配(%)			
	0.8	1.0	1.2	1.5
2.0	2	3	3	4
2.5	6	6	* (9)	* (9)
3.0	* (9)	* (11)	* (13)	* (16)

- ・一時的空気流量 = 100 ㍓/分
- ・*ユニット数に制限無し
- ・() 内は1スロープに5秒間隔でユニットを装着する場合の最大ユニット数

表 つなぎ牛舎でのミルクラインの口径と1スロープの最大ユニット数 (新 ISO)

最大牛乳流量(㍓/分)	配管口径(インチ)	配管勾配(%)	
		0.5	1.0
4.0	2.0	2	5
	2.5	(6)	*
5.0	2.0	2	3
	2.5	*(4)	*

- ・装着間隔 50 秒
- ・一時的空気流量 = 200 ㍓/分 (一般の作業、慎重な作業は 100 ㍓/分)
- ・ミルクラインは両引き配管
- ・*ユニット数に制限無し
- ・() 内は1スロープに30秒間隔でユニットを装着する場合の最大ユニット数

表 パーラーでのミルクラインの口径と1スロープの最大ユニット数 (ASAE)

配管口径(インチ)	配管勾配(%)				
	0.8	1.0	1.2	1.5	2.0
2.0	1(2)	1(3)	1(3)	2(4)	3(5)
2.5	4(6)	4(6)	5(7)	6(9)	8(10)
3.0	9(11)	10(13)	12(14)	13(16)	16(19)
3.5	24(27)	27(30)	31(34)	36(38)	41(45)

- ・一時的空気流量 = 200 ㍓/分 (一般の作業、慎重な作業は 100 ㍓/分)
- ・ミルクラインは両引き配管
- ・勾配は 0.8 % 以上
- ・() 内は慎重な作業

表 パーラーでのミルクラインの口径と1スロープの最大ユニット数 (新 ISO)

最大牛乳流量(㍓/分)	配管口径(インチ)	配管勾配			
		0.5	1.0	1.5	2.0
4.0	2.0	1	2	4	5
	2.5	3	6	9	11
	3.0	8	15	23	*(23)
	3.5	*(24)	*(45)	*	*
5.0	2.0	1	2	3	4
	2.5	3	5	7	9
	3.0	6	11	17	25
	3.5	*(30)	*(34)	*(58)	*

- ・1スロープでの一時的空気流量 = 200 ㍓/分 (一般の作業)
- ・ミルクラインは片引き配管
- ・装着間隔 10 秒
- ・*ユニット数に制限無し
- ・() 内は1スロープに5秒間隔でユニットを装着する場合の最大ユニット数

牛乳配管の口径に関する新基準 July 1994 WCDR D.J.Reinemann

(平成 14 年度 第 3 回ミルカー管理技術指導者講習会資料より重引)

真空度の安定性 (許容範囲)

通常の搾乳状態で、装着、脱着およびライナースリップ (ユニットの脱落を除く) によってレシーバージャーにおける真空度が 2 kPa (0.6inHg) 以上低下しないこと。

真空度の安定性の確保

レシーバージャーにおける真空度の低下が 2 kPa (0.6inHg) 以内であれば、牛乳配管内は層状流が保たれる。正常な流動状態とは、搾乳中にスラグ流が無い状態が少なくとも 95 % あることである。

牛乳配管の直径

牛乳配管の直径を 2 倍にすると、牛乳の搬送能力は少なくとも 9 倍に増える。

牛乳配管の勾配

牛乳配管の勾配を 2 倍にすると、牛乳の搬送能力は 50 % 程度増える。

空気の流入

空気と牛乳の相対速度は、層状流からスラグ流への変化に影響を及ぼす主要因であり、真空度の変動とも関係している。空気流量およびその速度が最も大きくなるのは、ユニットの装着、脱着、ライナースリップおよびユニットの落下時である。このような急激な空気の流入はスラグ流の発生原因ともなっている。

牛群のピーク乳量

1 頭当たりピーク乳量の平均値と各乳牛のユニット装着時間の平均値から牛乳配管の流量を推定できる。現在のアメリカにおける高泌乳牛のピーク乳量は約 4 ㍗/分である。算定基礎のピーク乳量は 5.5 ㍗/分である。

牛群のピーク乳量平均値の算出法

- 1) ピーク乳量平均値と平均乳量との相関がある ($r = 0.81$)

$$\text{ピーク乳量平均値} = 0.4 + 3.3 \times \text{搾乳時の平均乳量} \div \text{搾乳所要時間}$$

- 2) ピーク乳量平均値と平均乳量との相関が高い ($r = 0.92$)

$$\text{ピーク乳量平均値} = 1.1 + 1.2 \times \text{泌乳開始 2 分間の平均乳量}$$

- 3) ピーク乳量平均値と平均乳量との相関が高い ($r = 0.89$)

$$\text{ピーク乳量平均値} = \text{泌乳開始 2 分間の平均乳量} - \text{泌乳開始 1 分間の平均乳量}$$