

搾乳機使用状態の診断方法ならびに測定機について

小野哲也 谷口哲司 大友功一

(帯広畜産大学)

* 1 搾乳機使用状態診断の必要性について

近年、乳牛飼養頭数の増加、飼養戸数の激減に対して、ミルカーの普及台数は急速な伸びをみせている。これは、労働力不足による省力管理の必要性、ミルカーそれぞれの機種が質的に向上したことなどが原因と考えられる。ミルカーの導入が目立ちはじめてから約10年を経て、当初不調機械のあること、ライナーの質の問題、牛に対する取り扱い方法などが論議されたが、最近は下火の感がある。ところが、ミルカーの使用状態を測定調査した結果、(1)機種の作用状態、(2)ミルカーの取り扱い方法、(3)衛生状態に欠陥のある例が多く見出された。

(2)、(3)の事項については、従来からそれぞれの関係者による指導がなされて向上しつつあるが、(1)の事項とともに牛そのものならびに乳量・乳質と重大な関係があるので更に徹底した技術指導が必要と考える。

(1)はほとんど業者の指導サービスのみにかまかされていた事項で、多くの酪農家はミルカーの機械としての技術に不足し、また作動状態の良否は測定機無しでは判定が困難であるので大きな問題である。例えば、真空ポンプの排気量、パルセーターの作用による脈動真空圧の状態などは測定機によらなければ判定し難い。また一般にこれらの機械的状態の重要性の認識が低い。

これらの対策としてミルカー使用の現場で、簡易安定な計器を用いて機械の状態を診断し指導助言することが必要である。それで、われわれは必要な計器の試作改良、あるいは性能試験を行ない、一方、診断・指導に必要な項目について検討した。(今回は主としてバケツ形ミルカーについて述べる。)

更に、最近のミルカー機種は、従来より高い真空度(3.8cmHg)、脈動比を大きく(吸引時間約75%)、脈動数を大(毎分60回程度)にとつたものが増加した。従つて、従来よりも大きな排気量が必要であるし、機械の不調あるいは取り扱いの不備が牛に与える悪影響の大きく現われることも考えられる。この点からもこの項で述べた事項の重要性が考えられるのである。

北海道家畜管理研究会報、第4号:31-40,1969

* milking machine の用語について、機械搾乳研究会(1963)では“搾乳機”または“ミルカー”、農業機械学会(1967)では“搾乳機”を採用している。ここでは、文中に一般に慣用されている“ミルカー”を用いる。

* * パルセーターによる真空圧波形より測定算出したもので、圧力変化1週期中の吸引作用と圧迫作用の時間比率を言う。

2 診断の眼目と項目

前項で述べた機械的な面での問題点は、真空ポンプからライナーに至るまでの真空系ならびにライナーそのものになる。これらは使用者が空気（真空）を動力として利用することの知識の不足も原因であるので、主要事項について測定診断とあわせて測定結果に基づいて指導することが必要である。機械的な面では真空系の安定と搾乳作用の安定とが必要であるし、あわせて機械の衛生状態、保管状態が良好であることが必要である。これらの診断の眼目・項目とミルカー各部との主要な関係について図1に示した。

(1) 真空度とその安定性

真空配管内の真空度をミルカー使用の有無にかかわらず、示された標準値に保つことは、次項の搾乳作用安定の重要な基礎条件であることは言うまでもない。従つて、真空系の真空度と排気量を測定し、ポンプと調圧器（Vacuum controller）の能力・性能、あるいは関係部分の状態を判定することが必要である。

真空ポンプの排気能力と真空度との関係は次の式で示される。

$$\text{実測排気速度 (S)} = \text{排気量 (Q)} / \text{真空度 (P)} \quad [\text{l/min}]$$

しかし一般には排気速度（S）を排気量という場合も多いので、以後これに従つておく。

$$\text{排気量 (S)} - \text{ユニット作動時流入空気量 (Sm)} = \text{調圧器流入空気量 (Sc)} \quad (\text{Reserve air})$$

排気量と真空度との間に上記2式に示した関係があるので、ポンプ排気量に対して真空系への流入空気量（使用空気量）が多く、調圧器からの流入が少なくなるに従つて真空度が低下する。（この他に真空漏れなどの損失も考慮する必要がある。）これらの関係には調圧器の性能の影響も大きい。ユニット作動による空気流入量は機種、使用ユニット数あるいは取り扱い方法によつても異なるが、正常な搾乳中には1.5～3.5 l/min程度である。テートカップの着脱時には短時間であるが更に多くの空気量を必要とする。（基本的には真空度、脈動数、脈動化を大とするほど所要空気量も大となる。）

使用空気量に対してポンプ排気量が十分にある場合は、使用中にも調圧器から空気が流入し、余力があつて一定の真空度を保つて安定な搾乳作用が行なわれる。ポンプの排気量は、ポンプの整備状態・使用状態、電源とモーターの状態などとの関係が大きい。従来は必要量ぎりぎりの能力のポンプの使用も多く見受けられ、極端な場合はテートカップ装置時に他のユニットのカップが脱落するもの、調圧器を調節して真空度を高くしてやつと間に合わせているものなどが見出された。これらのことから、ポンプについて(1)排気量に余力のあること、(2)ポンプの整備を確実にすることの必要を感じた。

調圧器は重錘式、スプリング式等、種々の形式をとつたものがあるが、それらには調圧性能に大きな差がある。また、配管に対する調圧器位置が不適當、あるいは調圧容量不足のものなどが時折見受けられる。これらは、販売店の技術の不足によるものである。一方、使用者の手入不良による真空度の不安定な場合もある。以上の不安定な現象をまとめると、(1)ユニット使用などによる空気使用時の真空度の低下、ならびに長い回復時間、(2)調圧真空度が標準値と異なる、(3)間けつ的な調圧作用、(4)配管路の抵抗によつては部分的に真空度の差を生ずる、などである。

〔測定・観察の眼目〕

〔測定・観察の項目〕

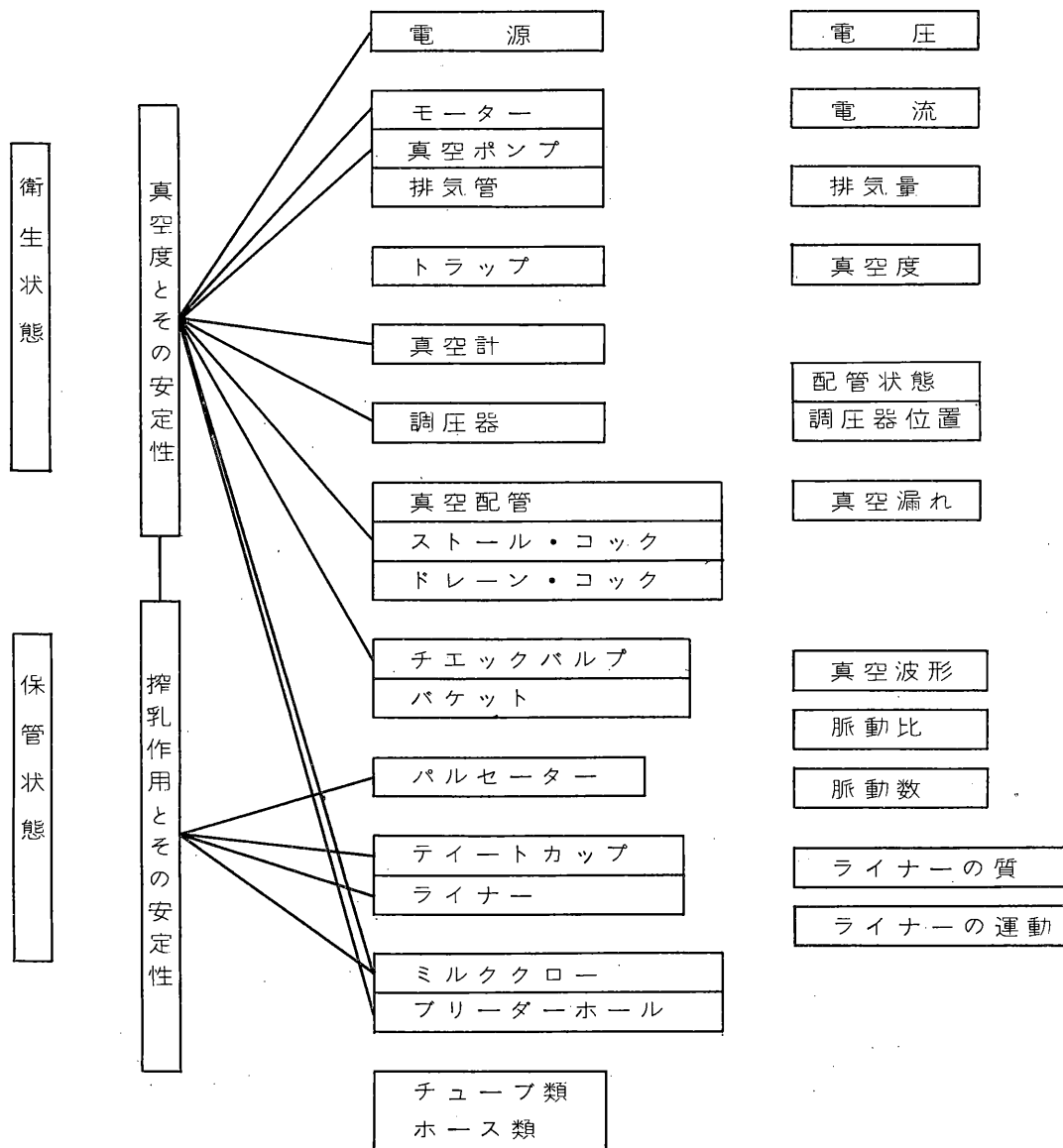


図1 ミルカー診断（測定・観察）の主要眼目と項目

配管は、空気流量、管路の長さなどを考慮して十分な太さの管材料を用いるべきであるし、管路の方式（直列、平行、環状）も考慮する。また、ドレーンに対する処置を適切にし、管路の中だるみをつくらないように留意する必要がある。この点は、最近配管材料に塩化ビニルが用いられるので特に注意を要する。配管の管理上からみると、管路の清掃（洗浄）が不十分な例が多い、また、コック類の整備も一般に十分ではない。

ゴムチューブ（ホース）などは一般にヒビ割れするまで使用している例が多く、これらは空気洩れの生ずる前に交換して、無駄な点検を無くすることが必要である。

(2) 搾乳作用とその安定性

ミルクローとして最も重要な搾乳作用を起し搾乳する部分、つまりパルセーター→テイトカップ（ライナー）→ミルクロー→搾乳かんの系統について述べる。

テイトカップ内のライナーに運動を与える真空圧変化は、パルセーターによつてつくられるが、この真空圧変化（真空圧波形）が標準状態と著しく異なるものがかかり多い。これは、ダイヤフラム類の変形、バルブの摩耗、空気通路のつまり、真空洩れなどの影響で異常な真空圧波形となるのである。これらによつて多くの場合、前後（あるいは左右）2つの波形の一方の脈動比が大となり一方が小となる、乳頭圧迫（マッサージ）時の作用が不十分となる、あるいは一方の波形のみが異常となるなどの変化として波形にあらわれる。

これらの異常は、計器によらなければ極端な異常状態となるまで発見が困難である。異常状態での搾乳は、搾乳時間、乳量、乳頭などに悪影響を与えると考えられるので、長期にわたつて作用の安定なパルセーターを使用することと、異常状態の早期発見が必要である。

パルセーターの脈動数も標準状態に調整されていないものが多く、個人差によつて30回/分以下の遅いもの、60～80回/分の速いものなどがある。機種によつては脈動数の変化によつて波形の性質の変化するものもあるので注意を要する。脈動数の調節が固定となつているものではこれら調節を気にする必要がないので、使用上望ましい機種である。

ライナーは衛生面と作動との両面から診断する必要があり、長期使用によつて弾力が減少し伸びたライナーは作動状態の上からも望ましくない。

ミルクローは乳の流れについて十分考慮された構造をもっていないと異常な真空圧を発生することがある。しかし、これは機種毎の性能についてのことであるので詳述することを避ける。

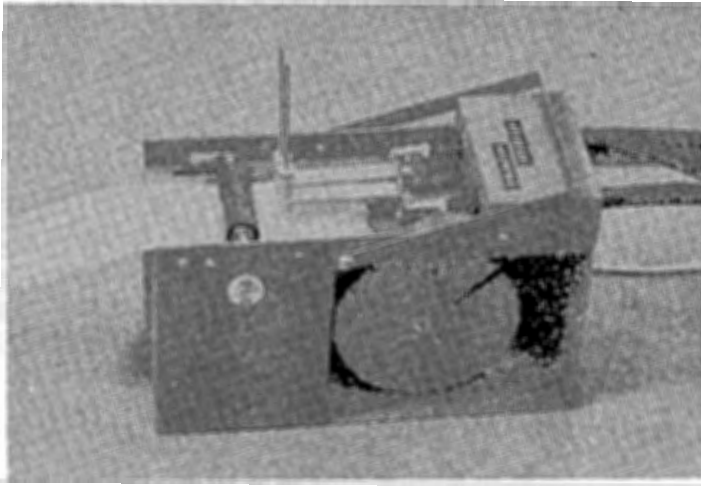
(3) 保管・衛生の状態

保管と衛生の状態は観察と聞き取りによるのであるが、乳質、乳房炎などの検査も同時に行なうならば、ミルクロー使用状態の総合判定の材料となり理想的である。

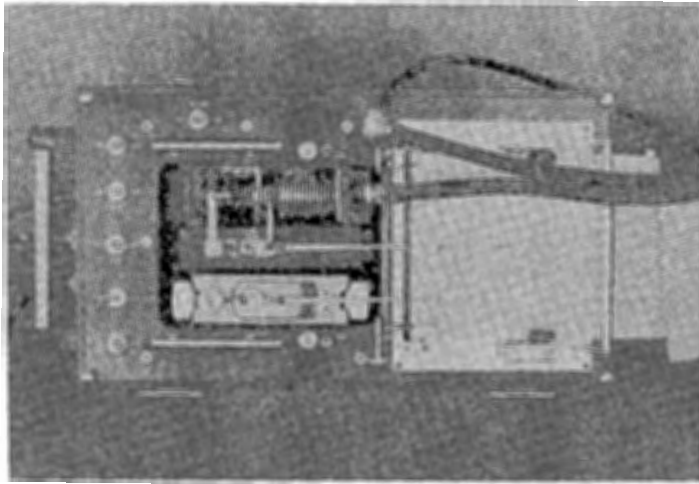
保管の方法は浸漬と乾燥の2種あるが、いずれにしても手入れと洗浄・殺菌を適確に行なうことが前提となつていなければならないことは勿論である。

3 測定器具

診断に必要な計器のうち、特に重要な真空圧記録計（パルセーターレコーダー）とエアフロメーターは小型軽量で取扱いの容易なものが必要である。それで、これらの計器の試作と検討とを行なった。



(A)



(B)

図2 (A) 試作パルセーターレコーダー
(B) 感圧部（ベロー）の実験装置

(1) パルセーターレコーダー

図2(A)に示したもので、オリオン機械KK試作のものを改良した。この計器は受感部にベロー2素子を用い、ボールペンでロールペーパーに記録する形式のもので、記録紙巾58mm、記録紙送り速度3.0mm/sec、重量3.6Kgである。

改造に当つて、(1)インク書きオシログラフにベローを組み込んで両者を比較、(2)オシロとパルセーターレコーダーとの比較を、入力に正弦波状入力、階段状入力を用いて行なつた。この比較実験によつて得られた入力に対する記録の振動特性(ベロースプリング系の振動特性)から記録ペン部分の重量、ベロー真空系のチョーク値などを定めた。オシロに対するレコーダーの振幅比は20cpsまででおよそ0.1~1.1であつた。また、いわゆるドリフト現象を実用上十分な程度におさえることに留意した。(記録例図3)

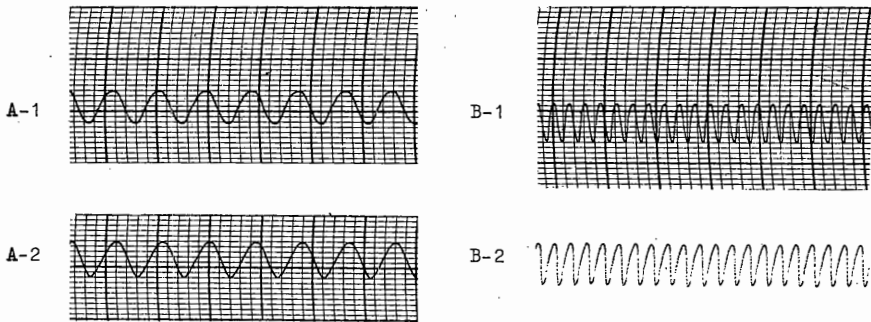


図3. インク書きオシログラフとパルセーターレコーダーの記録比較(正弦波状入力)
 1: インク書きオシログラフ 2: パルセーターレコーダー(ベロー)
 A: 振動数 6.7 B: 振動数 10.0

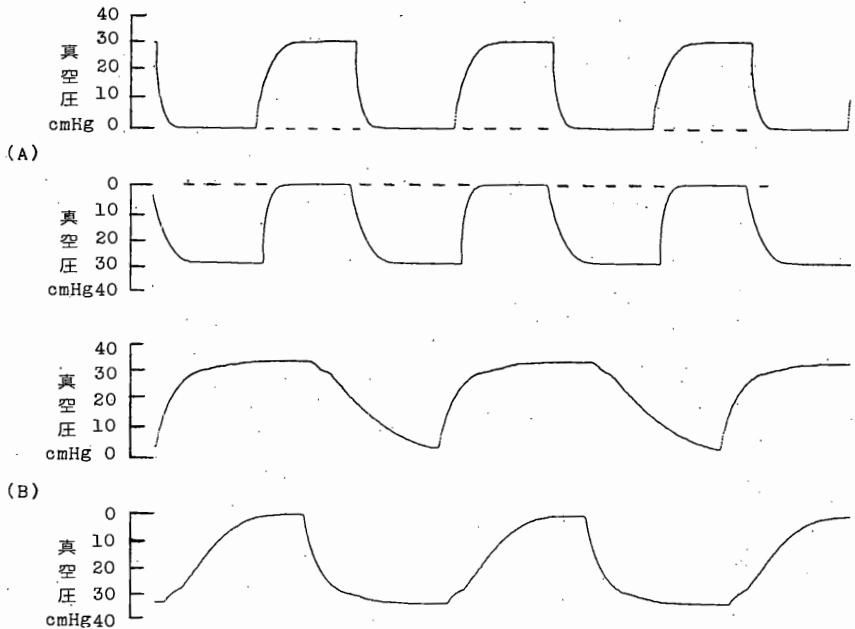


図4. パルセーターレコーダー記録例
 (A) 正常なパルセーターの波形 (B) 異常な波形

ミルカー診断のパルセーターレコーダーによる記録例を図4に示した。この記録波形の脈動比と脈動数とを容易に読みとるために、図5のスケールを透明フィルムに焼付けて作った。このスケールを波形の1サイクルに合わせて、2つの数値を同時に読みとることが出来る。他に3サイクルの波形に合わせて脈動数のみを読むスケールも用意した。

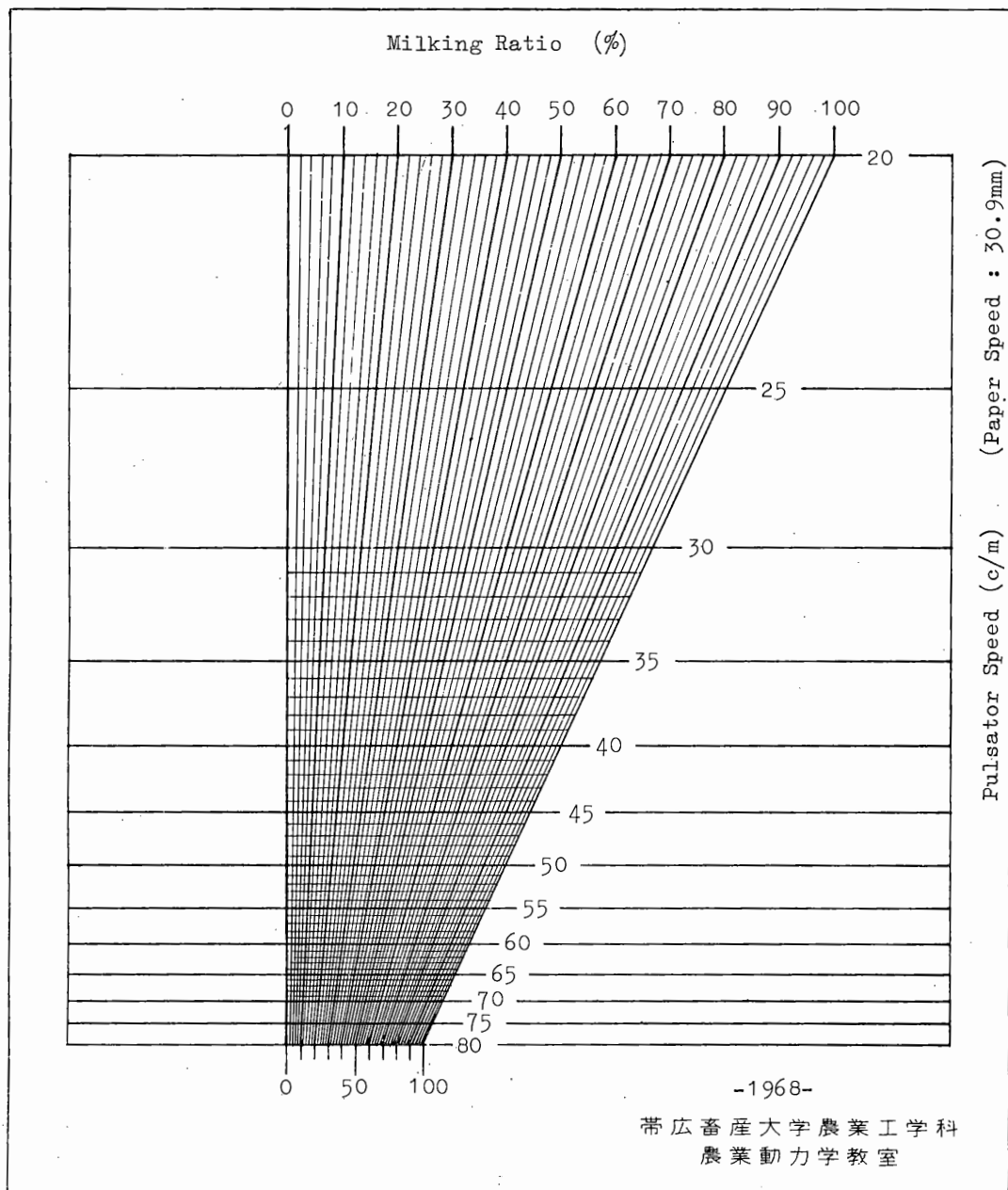
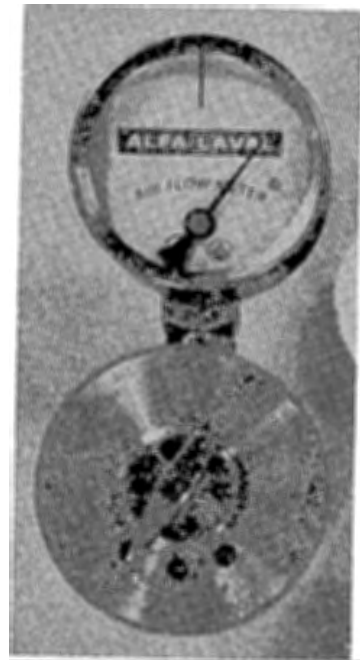


図5 記録波形用脈動比、脈動数スケール



(A)



(B)

図6 エアフローメーター (A) パーフェクション社製 (B) アルファラバル社製

(2) エアフロメーター

真空ポンプの排気量の測定にはJ I S に示された方法の他に、(1)オリフィスを用いた計器(図6)、(2)ガスメーター、(3)浮遊流量計などがある。今回は、(1)のうちアルファラバル社のエアフローメーターを検討して用いることとした。このメーターは中央ダイヤルで200ℓ毎にオリフィス数を増加させる段階調節、外側ノブでは平板状弁の開度をねじで動かして連続的調節をしている。また、このメーターは38cmHgのときの流量測定用に設計されている。これをJ I S 試験法による測定と比較して図7の結果を得た。これより、30~50cmHg の範囲では実用上十分な精度で測定し得ることを知った。

図6(A)に示した計器は管側に設けた数個のオリフィスの組み合わせで、38cmHg時の流量を読み取る方式のもので、構造は最も簡単である。

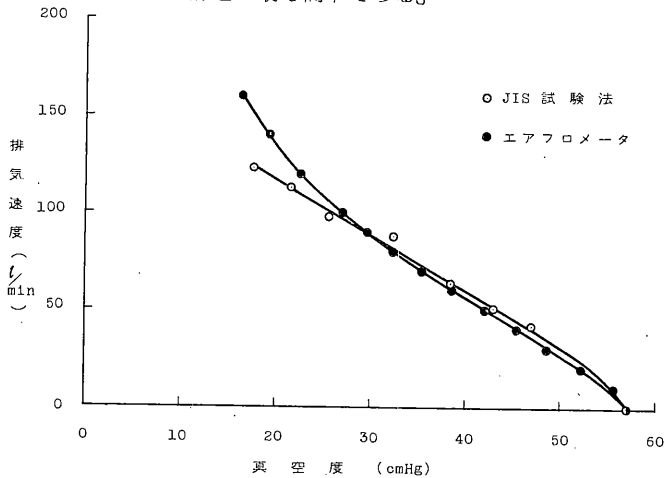


図7 アルファラバル社エアフロメーターとJ I S 試験法との比較

4 診断結果の利用

診断の結果を記録する用紙と、結果をミルカー使用者に示す診断票(図8)とを用意した。ところで、使用者のミルカーの基礎知識は極めて不足である。従つて、現況では結果を示しただけでは十分な利用が得られないので、結果に基づいて指導することが必要である。特に真空度と排気量の関係、ライナー交換の意義、ミルカーの諸条件の泌乳に対する影響など重要な知識の不足が目立つ。

1 電源 <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;">電圧</td> <td style="width: 50%;"></td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> </tr> </table>	電圧				3 トラップ <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;">空気漏れ</td> <td style="width: 50%;"></td> </tr> <tr> <td>手入れ</td> <td> </td> </tr> </table>	空気漏れ		手入れ		5 調圧器 <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;">取付位置</td> <td style="width: 50%;"></td> </tr> <tr> <td>取付状態</td> <td> </td> </tr> <tr> <td>作動状態</td> <td> </td> </tr> </table>	取付位置		取付状態		作動状態								
電圧																							
空気漏れ																							
手入れ																							
取付位置																							
取付状態																							
作動状態																							
2 真空ポンプ <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;">排気量</td> <td style="width: 50%;"> / cmHg</td> </tr> <tr> <td>所要動力</td> <td> </td> </tr> <tr> <td>潤滑</td> <td> </td> </tr> <tr> <td>ベルト</td> <td> </td> </tr> </table>	排気量	/ cmHg	所要動力		潤滑		ベルト		4 真空計 <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;">真空指数</td> <td style="width: 50%;"></td> </tr> </table>	真空指数		6 真空配管 <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;">管サイズ</td> <td style="width: 50%;"></td> </tr> <tr> <td>配管</td> <td> </td> </tr> <tr> <td>手入れ</td> <td> </td> </tr> <tr> <td>空気漏れ</td> <td> </td> </tr> <tr> <td>コック</td> <td> </td> </tr> </table>	管サイズ		配管		手入れ		空気漏れ		コック		
排気量	/ cmHg																						
所要動力																							
潤滑																							
ベルト																							
真空指数																							
管サイズ																							
配管																							
手入れ																							
空気漏れ																							
コック																							

7 真空度 標準値: cmHg																		
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>作動ユニット数</th> <th>測定位置</th> <th>測定真空度 cmHg</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> </tbody> </table>	作動ユニット数	測定位置	測定真空度 cmHg													9 チェック・バルブ <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;"> </td> <td style="width: 50%;"> </td> </tr> </table>		
作動ユニット数	測定位置	測定真空度 cmHg																

8 バルセーター															
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;">搾乳・休息の比率</td> <td style="width: 50%;"></td> </tr> <tr> <td>搾乳時波形</td> <td> </td> </tr> <tr> <td>休息時波形</td> <td> </td> </tr> <tr> <td>脈動数 測定値</td> <td> 回 / 分</td> </tr> <tr> <td>(標準値)</td> <td>(回 / 分)</td> </tr> <tr> <td>各部の状態</td> <td> </td> </tr> </table>	搾乳・休息の比率		搾乳時波形		休息時波形		脈動数 測定値	回 / 分	(標準値)	(回 / 分)	各部の状態		10 ミルク・クロー <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;"> </td> <td style="width: 50%;"> </td> </tr> </table>		
搾乳・休息の比率															
搾乳時波形															
休息時波形															
脈動数 測定値	回 / 分														
(標準値)	(回 / 分)														
各部の状態															

11 ゴム類の状態 (←ひび割れ・空気漏れ)															
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;">ライナー</td> <td style="width: 50%;">□部</td> </tr> <tr> <td> </td> <td>ボデー</td> </tr> <tr> <td> </td> <td>ミルク・チューブ</td> </tr> <tr> <td>ショート・パルス・チューブ</td> <td> </td> </tr> <tr> <td>二連パルス・チューブ</td> <td> </td> </tr> <tr> <td>エア・チューブ</td> <td> </td> </tr> <tr> <td>ミルク・チューブ</td> <td> </td> </tr> </table>	ライナー	□部		ボデー		ミルク・チューブ	ショート・パルス・チューブ		二連パルス・チューブ		エア・チューブ		ミルク・チューブ		
ライナー	□部														
	ボデー														
	ミルク・チューブ														
ショート・パルス・チューブ															
二連パルス・チューブ															
エア・チューブ															
ミルク・チューブ															

機種名		ユニット番号	
使用者	住所		
	氏名		

ミルカー診断票 (バケツ形)	
昭和 年 月 日	
診断者	
整理番号	

○ 良好	◎ 調整を要する	⊙ 技術員の調整	
× 交換を要する	△ 手入を要する	⊗ 工場修理	

帯広畜産大学農業動力学教室

図8 ミルカー診断票例

5 結 語

- 1) これらのミルク使用状態の診断は、ミルク業者のアフターサービスに望みたいところである。(排気量の測定は一部で行なわれている。)しかし、それだけでは不十分であるので、指導機関で訓練を受けた者が実施することも必要と考える。
- 2) この診断に用いる計器については、パルセータレコーダーとエアフローメーターについて試作・検討したが、前者については機械的に一層安定したものとする必要があるし、後者については更に他の形式のものについても検討する必要がある。
- 3) パルセータレコーダー、エアフローメーター、真空計の真空指度は定期的(あるいは必要に応じて)精度の高い計器によつて検定する必要がある。この点はこれら計器が一般に普及した場合の問題点である。
- 4) 真空度、脈動比、脈動数などミルク諸条件の牛に対する許容範囲は、機種あるいは牛の個体差によつて異なると考えられるが、これらのことは今後も十分な研究が行なわれることが必要ではなからうか。
- 5) ミルカーの(1)機械的条件が標準状態に保たれ、(2)衛生面も万全となると、残された(3)搾乳技術が問題となる。(3)についての技術の向上を図ると共に、(1)(2)(3)の条件と乳質、乳房炎との関係についても十分研究される必要があると考える。
- 6) そうして、酪農家のミルクについての基礎知識の向上を図ることは目下の急務と考える。