

総説

ミルカーから乳房炎を診る —望診：バキュームポンプ・バランスタンク編—

榎谷雅文

北海道デーリイマネージメントサービス有限会社

〒085-1211 北海道阿寒郡鶴居村下雪裡5-9

Tel: 0154-64-2306 fax: 0154-64-2977

E-mail: enoki@seagreen.ocn.ne.jp

【要約】

乳房炎は酪農家に最も多くの経済的損失を与えている病気である。その原因は乳房への細菌感染であるが、その発生要因は多くある。その中でも搾乳機器（ミルカー）は主たる要因の一つであるが、残念ながらミルカー問題に対応できる産業動物臨床獣医師は非常に少ない。搾乳機器の搾乳能力は、乳牛の乳量を左右し、体細胞数の増減や乳頭損傷の有無に関与する。それは直接乳頭に触れるライナーゴムの動きや、クロー内圧を左右しているからである。ミルカー点検には、目視検査、静止時検査、動態検査、流水試験がある。獣医師が基礎獣医学を学び、臨床系獣医学を学ぶのと同じように、ミルカーの基礎知識を習得後に検査手法や検査の解析法を学ばねばいけない。ミルカーの目視検査は、臨床診断の望診に相当する検査であり、望診での異常を察知後に、その異常をミルカー検査で明らかにするように試みるべきである。ミルカー点検の目視検査の最初の項目として、バキュームポンプとバランスタンクについて記述する。それぞれの基礎的知識や規格、そして見るべきポイントを、写真事例を挙げながら解説する。

キーワード：乳房炎、ミルカー、目視検査

【はじめに】

牛乳房炎は乳牛の疾病の中で最も経済的な被害を酪農家に及ぼす疾病である。乳牛の乳房炎診療技術は年々向上しているにもかかわらず乳房炎は一向に減らず、家畜共済統計上第1位の病気であり続けている。出荷されているバルク乳質（体細胞数、細菌数）は向上しているものの、その裏には廃棄されている牛乳が多く存在する。筆者の調べでは、廃棄乳量が出荷乳量の10%を超えることもまれではない。これらを少しでも減少させねば酪農家の経営改善はあり得ない。これからは乳房炎を減らすという概念か

ら、出荷できない牛乳（廃棄乳）を如何にして減らすかと考え方を考えねばいけない。酪農家が存在しなくなれば、我々臨床獣医師も必要とされなくなる。

乳房炎の発生要因は多岐にわたるため、乳房炎を予防するには酪農場の畜舎施設、牛体管理、搾乳作業、搾乳機器、カウコンフォート、飼養管理法、飼料の品質管理、育成牛管理など、酪農場の全ての分野において乳房炎の発生リスクを検討し、低減策を講じなければいけない。別な観点から考えると、牛乳という食品を製造する工場である酪農場は、製造工程の最終段階の搾乳作業のみがその品質問題を担うわけではなく、酪農場のすべての作業工程が商品（牛乳）の品質（乳質）を左右すると考えねばいけない。

受理：2016年2月13日

例えば、飼料の品質が悪いときに乳房炎が多発することはよく経験することである。したがって、酪農場のあらゆる部門が乳房炎（乳質）を左右する要素を持つと考えるべきで、各部門の作業品質・管理の向上の積み重ねが乳房炎を減少させ、乳質を改善し出荷乳量を増やし、廃棄乳量を減らす手段である。一部分の改善のみでは対応できない状況でもある。

乳房炎発生要因の中で、搾乳作業に関する多くの報告 [2, 3, 5-7, 9-14, 16-18] や、搾乳機器に関する報告 [1, 4, 15, 19-25] は数多く存在する。しかしながら、日本国内の搾乳機器に関する問題点については、2006年に榎谷が報告（日本産業動物獣医学会北海道地区2006）しており、ミルカー点検を実施したシステムで正常と判断された台数は、136台中わずか8台（6%）であり、搾乳機器設置当初からある問題点とその後のメンテナンス不良問題が混在していることを公表している。このように我が国における乳房炎発生に関与するミルカーの問題は、潜在的に大きなものと考えられる。

本稿は乳房炎のいろいろな要因の中で、獣医師が苦手とするミルカーの要因、それも目視検査について事例を挙げて述べる。ミルカーの基礎的構造は、本学会誌（Vol.4, 2015）を参考にさせていただきたい。

【乳房炎とミルカーの関係】

乳房炎の直接的な原因は、乳房内への細菌感染である。感染の仕組みについては基礎編（本学会誌Vol.4, 2015）にて記述している。ミルカーが乳房炎に関与するキーワードとして、第1に乳頭口の損傷がある（図1）。乳頭口が痛めば、その傷に細菌が感染・繁殖する。乳頭の第1の防除機能の乳頭口が痛み、乳房への細菌侵入を容易にする。さらに、乳頭清拭後の清浄度も傷があるために低下して、搾乳中の細菌感染リスクを増大させてしまう。乳頭口の傷は踏創を除き、ライナーゴムの動きをコントロールするパルセーターが大きく関与している。これが正常に機能しないと、搾乳時間が長くなったり、乳頭マッサージが不良となったりして、結果乳頭口を痛め乳房炎へとつながる [4]。当然ながら、搾乳者の不作為の過搾乳やミルカーの取扱も乳頭口の損傷に影響する。

第2のキーワードとして、搾乳中のクロー内圧の安定性である [1, 15]。クロー内圧が低く不安定になれば、ライナーズリップを誘発したり、ミルカーが脱落したりする原因となる（図2）。さらに、クロー内圧は乳頭マッサージのエネルギー源でもあるので、クロー内圧が低いことはマッサージ不良で乳頭口を痛めることにつながる。一方クロー内圧が高すぎても、同じように乳頭口を痛めミルカー蹴落としの原因となる。

(a)



(b)

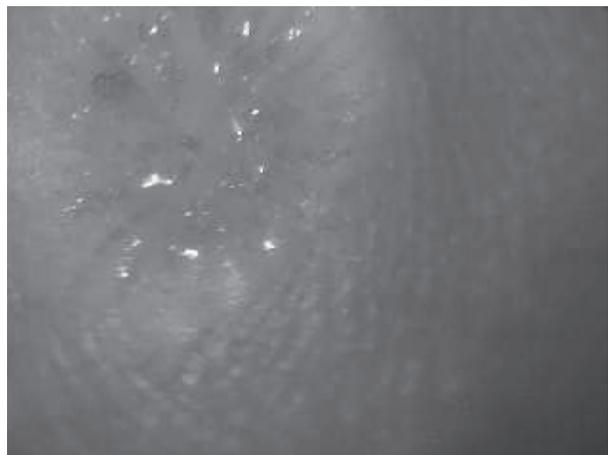


図1 乳頭口の拡大写真

a: 荒れた乳頭口の拡大写真

b: 綺麗な乳頭口の拡大写真

いずれも携帯型デジタル顕微鏡カメラで7倍に拡大して撮影

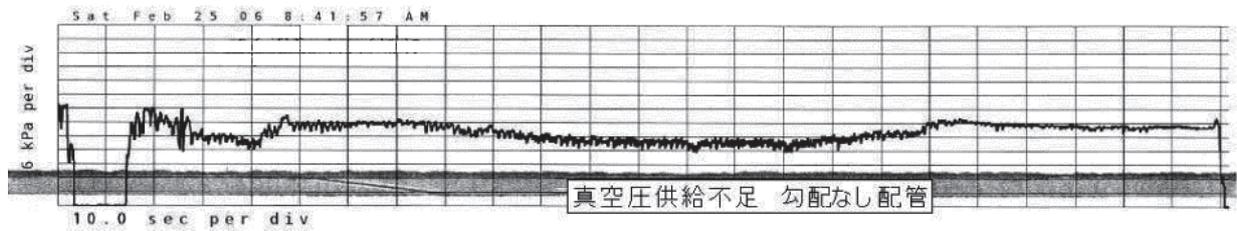


図2 不安定なクロー内圧波形図

ショートミルクチューブに針を刺して、搾乳中最初から最後まで連続して測定したクロー内圧波形図。真空圧が一定していないことと、真空圧が低下しすぎていることが判る。その原因は、ミルクラインの傾斜不足による真空圧供給不足である。

乳頭口は痛めない程度であっても、搾乳に時間を要したり、残乳が多かったりすれば、乳房炎問題のリスクを高める。このクロー内圧の安定性を保持するのは、パルセーター以外のミルカー各構成要素である。クロー内圧が搾乳中にある一定の範囲内で安定するには [21, 24]、各部品が正常に機能することである。これらは車の安全性と似ていて、各部品の品質が高いこと、組み立てが良いこと、そして各部品の相互の均衡がとれていることである。しかしながら車の安全性はいろいろな装置により向上しているにもかかわらず、残念ながら交通事故は起きてしまう。その原因として車を運転するドライバー(搾乳者)の問題が大きく存在する。ドライバーと身近に接する我々が、運転のことだけでなく車の構造的なことまで知る必要がある。車の部品の維持管理を知り、そのことをドライバーに教えることが事故を未然に防ぐことにつながるはずである。すり減ったタイヤで事故が発生してから、車を整備しておけばと考えるのでは遅すぎる。

本総説では、ミルカーの各部品の機能や着眼点を、写真事例を挙げて記述する。

【ミルカー点検の種類】

ミルカー点検にはいろいろな種類がある [22-24]。それは病気の乳牛に対する診断方法とよく似ている。ミルカーの基本を知る事は、基礎獣医学の解剖学や生理学を学ぶのと同じと理解して欲しい。ミルカーの基礎を知り、そして臨床学系のミルカー点検を学ぶと考える。

ミルカー点検には、目視検査(望診、触診、打診、聴診に相当) [22]、簡易検査(臨床簡易検査)、

静止時検査(血液検査) [22]、動態検査(負荷試験) [21]、流水試験(精密検査) [8, 20, 26] がある。血液検査は採血ができ、全自動血液検査装置があれば結果は出てくる。この結果を基準値と比較するだけで、合否の判定をしてはいけない。血液検査値を読むのは、その前に臨床診断を下し、基礎獣医学を学んだものができるのであって、血液検査ができる人が病気の診断(治療法の指示)ができるわけではない。また、各検査に合格することは必要条件ではあるが、十分条件ではない。精密検査を受けてみれば、健康問題があることもまれではない。この考え方は非常に重要であり、静止時検査で合格したからといって、それでミルカーが正常に機能している保証は残念ながらない。ミルカーの一部の機能を調べたに過ぎず、乳房炎という症状があるのであれば、一度は精密検査を受けることをすすめるべきである。

その種類は [23, 24]、

○目視検査：診療の望診、触診、打診、聴診に相当するもので五感を用いてミルカーを診断する。

さらに、ミルカーが搾乳中、非搾乳中で見るべきポイントは異なる。

○簡易検査：簡易検査として、臨床簡易検査法の乳房炎検査、尿検査、直腸検査などに相当する。

○静止時検査：血液検査や定期的健康診断(MPT)に相当する検査である。血液検査と同じように、検査を行う時期によりミルカー設置直後や改良後、定期検査がある。

○動態検査：負荷がかかっている搾乳中の検査で、いろいろな場所の真空圧を搾乳中に測定する。

○流水試験：精密検査に相当するもので、ミルカーに一定の負荷をかけて比較することで、その違いを見る。搾乳性能の診断、離脱装置の良否、改良の仕方など条件を変えて検査できるので、その違いが明瞭になり、条件設定や他の牧場との比較が可能である。

ミルカーの構成要素には、バキュームポンプ、真空配管、ミルク配管、パルセーター配管、バランスタンク、サニタリートラップ、レシーバージャージャー、レギュレーター、パルセーター、搾乳ユニットがある。これ以外に、洗浄に関わる装置、自動離脱装置などがある。本稿では、バキュームポンプとバランスタンクについて、目視検査（望診）に相当する部分とその診るべきポイントについて記述する。望診により異常箇所を見つけ、それを静止時検査（血液検査）にて確認する形になる。望診による異常箇所を如何にして数値で出すかを考え、検査を実施する現場での応用能力が必要となる。ある乳牛の病気を疑うのであれば、それにあった血液検査項目を選ぶのと同じである。

【バキュームポンプ（ポンプ）】

- ◆役割：真空を発生させる（空気を排気する）のみの装置で、決して真空圧をコントロールはしていない。
- ◆基礎知識：真空ポンプと電気モーターからなり、モーターの大きさでその排気量を推測する。能力が大きければよいものでもなく、真空配管とのバランスが重要である。軽トラックに普通車のエンジンを搭載しても、荷物を多く運べるわけでもなく、システム全体のバランス特に真空配管とのバランスを取ることが重要である。昔の古いミルカーに大きな新しいバキュームポンプ（ポンプ）を入れ替えても、その投資効果が見られないことが多いので、安易な入れ替えは禁物である。これらのバランスは静止時検査で明らかにすることができる。配管と大きさのバランスが良く、適正な大きさのポンプはクロー内圧を安定させるのに重要である。ポンプ容量が小さかったり、逆に大きすぎるとクロー内圧の安定は

得られない。

◆乳房炎との関わり（クロー内圧事項）

バキュームポンプは、ミルククローへ搾乳をするための真空供給の元である。真空配管、サニタリートラップ、レシーバー、ミルク配管、ミルクチューブを通じてクローへ真空が供給される。この供給が少ないと、クロー内圧の安定がなくライナースリップなどを頻繁に発生させる。また、低クロー内圧で搾乳するために搾乳時間が伸び、結果として乳頭口を痛める。途中の配管に問題が生じても同じ結果を生み、乳房炎へとつながる [4]。

①その大きさ（容量）

バキュームポンプ（ポンプ）と通称呼んでいる機械は、モーターと真空を作る真空ポンプの2種類からなる。通常電気モーターの大きさでおおよその排気量を推測する。真空を作るポンプは通常偏心ロータリーのベーン式が多く見られる。

モーターの大きさと排気量との関係

0.75KW ≒ 1馬力 ≒ 283 L/分 ≒ 約10CFM
(cubic feet per min : American standard)

2.2KW ≒ 3馬力相当 900L/分

3.7 KW ≒ 5馬力相当 約1500L/分

通常的能力測定真空圧

50KPA (キロパスカル)

15インチHG 38cmHG

1インチ = 2.54cm 1cm = 0.75KPA

これは工場出荷の保証値なので、通常はもっと排気量はあると考えられる。

排気量の測定は図3のような測定器具と測定場所を使ってエアフロメーターで測定する。ゲートバルブを閉じて（矢印で示した配管途中の黒い色の部分）、ポンプ側に設置されている飛び出した配管の蓋を開けて、そこにエアフロメーターをつないで測定する。基準測定ポイントをどこにするかにより、測定能力量は異なるので、いつも同じところを基準値（真空圧測定ニップルを取り付ける）として検査する。

規格：ミルクシステムが必要とする真空量
ポンプ容量の簡易計算式

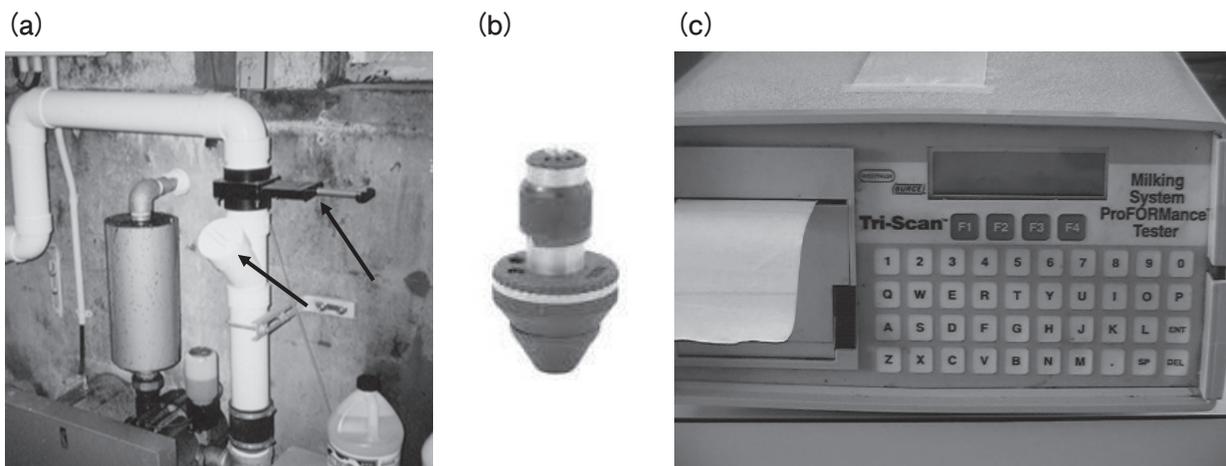


図3 ポンプ能力測定器具と部位
a:ゲートバルブとエアフロメーター取り付けチーズ(矢印)
b:空気量を測定するエアフロメーター(種類はいろいろある)
c:真空圧測定機器“トライスキャン”

計算式

$$\text{最小ER40CFM} + \text{ユニット数} \times 3\text{CFM}$$

計算式の見方は最小ER量として(エフェクティブリザーブ量:有効容量)、搾乳するための最低必要量として40CFM必要で、残りパルセーターが2CFM、ブリードホールが1CFM必要とされている。この他に離脱装置などで真空が必要とされればユニット数に追加して計算する。

この計算式から判ることは、最低でも5馬力相当の大きさのものが必要とされることである。ただし、これは単にポンプの大きさでなく、エフェクティブリザーブ量で得られることが必要である。後述する配管ロスの問題、配管からのエア漏れなどがあると、もっと大きなポンプが必要となるが、逆にこれらを修理すればポンプは現状の大きさで良い場合もある。ポンプ能力は大きくても、その能力がすべてミルクラインまで届いているかどうかの問題である。ポンプが大きくても途中の配管が細い、曲がりが多いなどがあると配管ロスが多くなり、実際に搾乳に必要とされる量がレシーバーまで届いていないことが多くある。従って、配管口径や配管の曲がり具合、その数は望診の重要なポイントになる。この望診を怠ると、検査で異常が見つかって、その原因を特定(推測)できなくなり、改善案を提示できない。

現状のつなぎ酪農場では、ポンプの容量が小さいところが多いと思われるが、小さくても乳

房炎の問題のない酪農場もある。小さいなりに使うことが大事で、そこに搾乳者の搾乳の腕が絡んでくる。小さいことを知って、空気を絶対に入れないような搾乳をすることが乳房炎予防に必要となる。軽トラックは軽トラックとして能力を知って利用すれば問題はないが、それが知らないうちに過積載を続けると事故を起こすことになる。

②ポンプの種類

偏心ロータリーのベーン式が主流であるが、直接ドライブ式のもの、水を使って真空を発生するウオーターシールタイプがある。ウオーターシールタイプはモーターの大きさで判断する能力よりも、約半分くらいの能力しかないようで、水を動かすのにかなりのエネルギーを必要とするが、音は静かである。図4はウオーターシールタイプのポンプである。

現在は真空圧のコントロールをレギュレーターではなく、ポンプ能力をインバーター制御で変えるタイプが多くでてきている。しかし、このインバーターの性能が良いもの悪いものが存在するので、注意を要する。レギュレーターの項で詳述する。

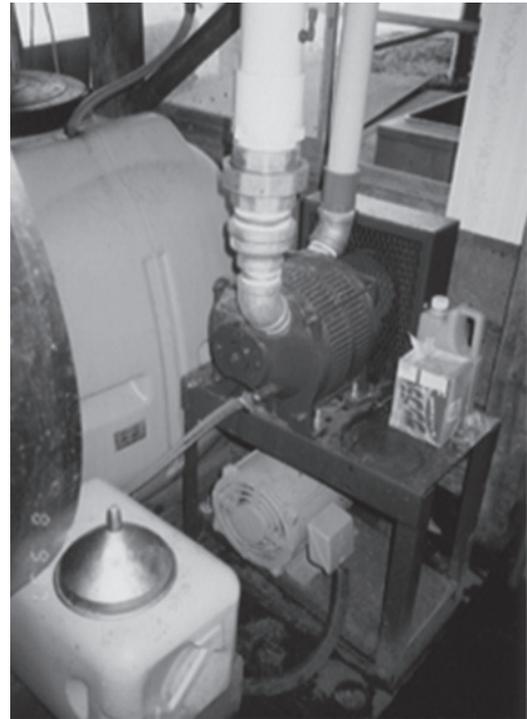
③見るべきポイント

1) マフラーの状態

排気マフラーで大事なことは、排気が制約されていないことである。消音の目的や、油が出



図4 バキュームポンプの種類
ウオーターシールタイプのポンプ
近くに水槽（タンク）が必ずある



ることを嫌い、排気を制約していることが多くある。排気マフラーが長い事も同じで、ポンプの能力を低下させる。

図5 ポンプが牛舎内処理室屋上に設置されている。そのためにポンプから排気口までのマフラーの配管が長くなっており、ポンプ能力を制限している。また、ポンプからレシーバー間の距離も長く曲がりが多く、このようなマフラー配管もポンプ能力を制限することになる。ミルカー検査の結果、長いマフラーのままでもレシーバーまでの距離が長いことで、20%配管ロスが見られた事例である。マフラーを正常に配

管すればポンプ能力が向上し、もっと大きな配管ロスの数字となったと思われる。このように単純にポンプが大きいからといって、搾乳する真空容量（エフェクティブリザーブ量）が充分あるとは限らない。

図6 牛舎内に設置してあるためか、ポンプの排気がドラム缶に入るように設置してある。しかも排気が漏れないようにきちんとネジをきって設置してある。底に穴があるかもしれないが。排気を制約している事例である。

図7 同じように排気を土の中に埋めたドラム缶に入れている。少しは排気できそうであるが、



図5 ポンプの観察ポイント（マフラー）
建物の上にあるポンプから牛舎を横断して
マフラーが伸びている



図6 ポンプの観察ポイント（マフラー）
ドラム缶による排気の制約事例
4本のマフラーがドラム缶に入っている



図7 ポンプの観察ポイント(マフラー)
ドラム缶による排気の制約事例



図8 ポンプの観察ポイント(マフラー)
ドラム缶による排気の制約事例

2台分入れている。

図8 1個のドラム缶に4台分のマフラーが入っている。ドラム缶にもっと大きな穴をあけることで解決した例である。

図9 同じ問題事例であるが、ドラム缶の下に多くの穴が見られ、問題ないようにも見られる。しかし、この地域は雪が多く、牛舎屋根の落雪する場所に設置されている。屋根の雪が一度に落ちてきた場合、排気を制約する場合もあり得る。雪国では設置場所は十分検討する必要がある。特に北海道では雪であれば排気で解けるが、一度解けた後に再び氷になり、その後は氷で密



図9 ポンプの観察ポイント(マフラー)
ドラム缶による排気の制約事例
雪国では落雪による排気制約も考慮する

閉されるので、なお更注意が必要である。

このように排気音と油の処理がしたい場合は、一度大きなトラップを地下に作り、そこからまた排気ができるようにする。このような施設を作った場合は、必ずポンプ能力の制約がないかを確認する必要がある。

2) 逆止弁(逆転防止の策)

逆回転防止の弁がついていることも必要である。排気口にフラッパーとして付いているタイプやマフラーの中、配管の中に組み込まれているものがある。ポンプを止めたときに、まだ残っているシステム内の真空により逆に排気口から空気が入り、ポンプが逆回転するのを防ぐ役割をする。逆止弁が故障時には、ポンプを止めた時に異常音が発生し、ポンプが逆転すると壊れやすくなる。

図10 これは逆止弁ではないが、ポンプの逆転防止装置不備の例である。左右のマフラーを見ると、右は新しく、左は錆びている。右の新しいポンプは使っていない状態であった。しかし、これにゲートバルブが付いていないために、右のポンプは常に逆回転をしている状態であった。一度分解掃除をしてから動かすように指導したが、そのまま動かして壊してしまった例で

(a)



(b)

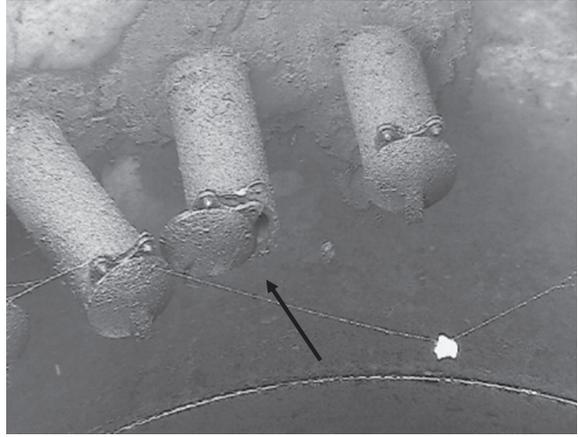


図10 ポンプの観察ポイント（逆止弁）

a: ポンプの逆転防止のために、真空遮断装置のゲートバルブが取り付けられていない。

b: マフラーの逆止弁 中間の逆止弁は破損している

ある。2台のポンプを繋ぐときはもちろんであるが、1台毎にゲートバルブを取り付け、動かさないときには配管を遮断することが必要である。ミルカー検査の時にも必要である。

右写真は、マフラーに取り付けられている逆止弁である。ポンプの逆転防止のために、マフラーの排気部分に逆止弁が取り付けられている。

3) 配管の仕方

ポンプ周りの配管の問題点を見る。ポンプと配管の繋ぎ目は通常はゴム部分を取り付け、ポンプの振動、熱が配管に伝わらないようにする。直結では振動によるひび割れからのエア漏れ、熱による変性が見られることがある。この部分のエア漏れは音では判らないことが多く、注意が必要である。配管ロスとは、エア漏れを除いてポンプ能力よりレシーバーでの測定値が大きく低下している場合をいい、配管が長かったり、曲がりが多かったりする場合に生ずる。ポンプ容量と配管口径、曲がり具合が適合していない場合に発生する。

図11 エアフロ配管の下の黒い部分（矢印）がゴムの部分。

図12 直接配管してあり、このような配管例も多く見られる。

2台のポンプを繋ぐ場合は、通常1台毎に直接バランスタンクへ接続する。すぐ近くで2台

を接続すると、お互いに空気を引き合い2台の能力を十分に発揮できない。1台毎にゲートバルブも設置する。図11では1台毎に配管が上に伸びてバランスタンクへ配管されているのに対して、図10（左写真）、13ではすぐ近くで接続されており、2台分の能力を十分に発揮できない恐れがある。

曲がり部分の配管形状は小さなポンプでは問題がないが、5馬力相当では曲がりも直角エルボーではなく、ロングエルボー（曲がりが大きくなつなぎ配管）を使用する。流れが空気であっても直角に曲がるのと、大きな曲がりでは曲がるのは空気の流れが異なり、結果配管ロスを招く。図14 3台のポンプの繋ぎ方、配管の太さ（3台繋げてあるのに）、直角エルボー、レギュレーターの設置場所に問題があり、配管を直してかなり有効容量が改善された例である。このような配管不良の場合、ポンプを大きくしても能力は改善されず、配管を手直すだけでポンプ能力は大きく改善される場合がある。

図15 大きなポンプを2台狭い場所にまとめである。そのために配管に曲がりが多くなり、直角となっている。検査した結果、1台のポンプで十分に間に合うだけの能力があり、無駄なエネルギーを使っていた例である。

4) 検査のための道具

バキュームポンプの近くの配管には検査のための装置が取り付けられているべきである。そ

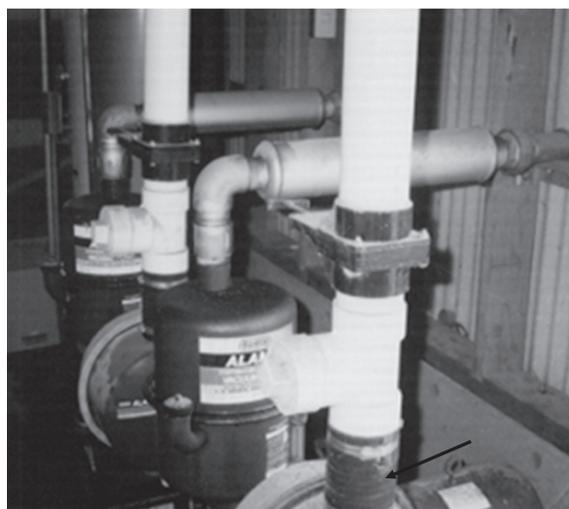


図11 ポンプの観察ポイント(配管)
振動する部分と配管とのつなぎ目にゴムを用いて、振動による配管の亀裂を防止している

の都度配管をはずして検査をするのではなく、簡単にポンプの能力を測定できる部分を取り付ける。それにより何か問題が生じた場合や定期的検査時には簡単に能力を測定できる。ミルカー設置業者自ら検査するのであるから、できるだけ簡単にできるようにすべきである。検査道具がないものは、業者が検査する意識がないと判断しても良い。また、子供のいたずらで閉まらないように安全対策がとられなくてはならない。図3(右写真)がポンプの検査部分である。この部分も詳細に見ると、エアフロ配管の口径、ゲートバルブの種類、圧力測定場所など、どの

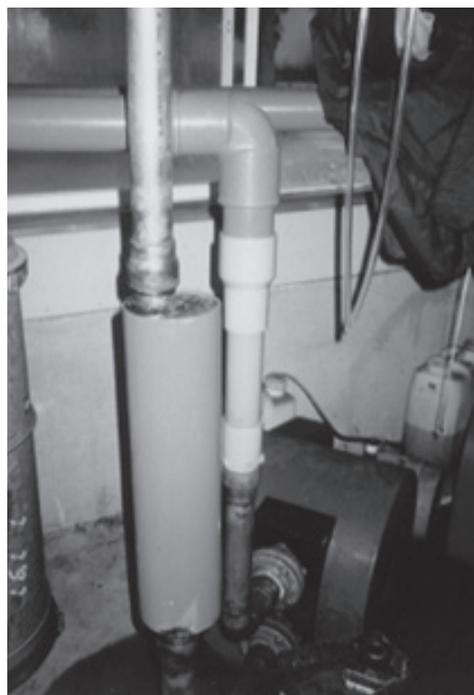


図12 ポンプの観察ポイント(配管)
ポンプへの直接配管事例

ようにして検査するかでポンプの能力は変わってくる。常に同じ方法が望まれるので、検査道具が設置されていると常に同じ検査方法となる。

図16はポンプの検査部分を示しているが、バタフライ方式の真空遮断装置である(1枚の円盤が、縦と横になって真空を遮断したりする)。これ以外にもボールバルブ方式など、配管の中に円盤があることが空気の流れを悪くする。大き



図13 ポンプの観察ポイント(配管)
2台のポンプの接続方式が問題となる事例
タンクに直接つなく配管にする



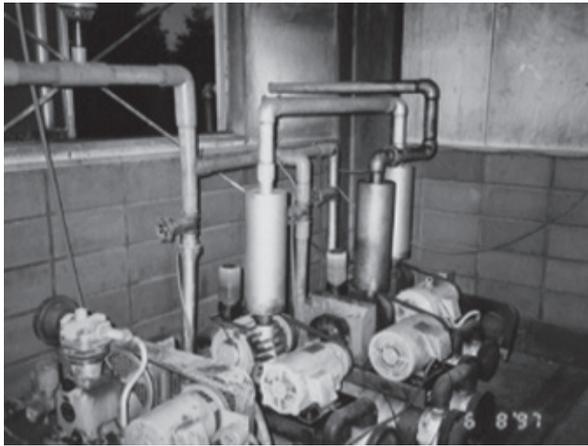


図14 ポンプの観察ポイント（配管）
3台のポンプの接続法に問題がある。配管口径、直角エルボー、並列配管である。

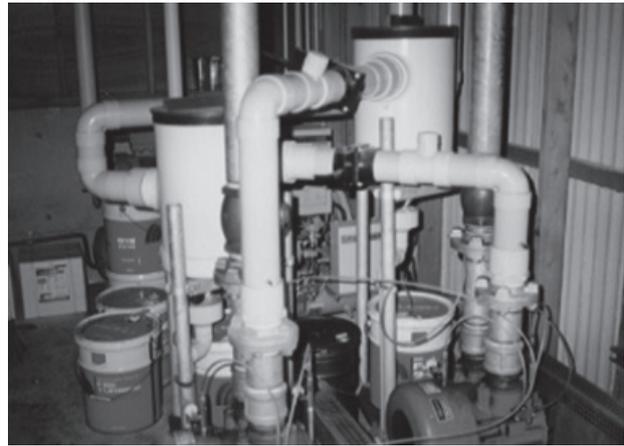


図15 ポンプの観察ポイント（配管）
狭い場所に上手に納めているが、そのために配管に曲がりが多く、直角である。

なポンプになればなるほど、配管の中にあるわずかな部分が空気の流れを悪くする。

図3 ゲートバルブの柄にカバーが取り付けられている。ゲートバルブの方向も偶然では閉まらない方向に設置する。

図16 エアフロメーターを付ける配管の口径が小さいとポンプの能力が小さく出てしまう。

5) Vベルト

モーターとポンプを繋いでいるベルトで、張りすぎても弛み過ぎてもいけない。時々張り具合は調整する必要がある。また、モーターとポンプが平衡に設置されていなければならない。

図17 亀裂の生じているVベルトで、放置するとある日突然動かなくなる。

図18 モーターとポンプが平行でなく、Vベルトが斜めになっている。

図19 Vベルトがむき出しになっている。明らかに危険であるところに対しては、防御策を講じなくてはならない。通常はきちんとしたカバーが設置されているはずである。

6) オイル

バキュームポンプにはオイルを滴下しながら稼動するものが中心ある。オイル切れがないように注意し、オイルが切れると焼きつきの原因

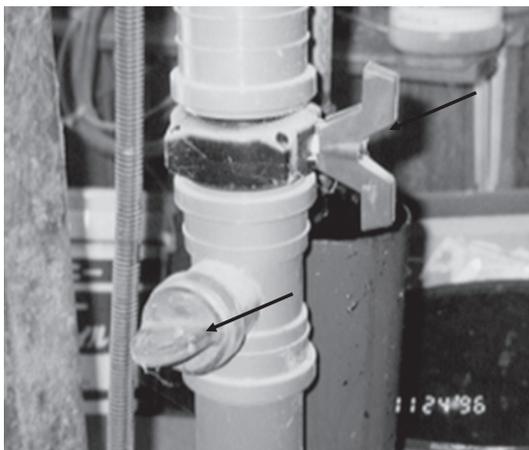


図16 ポンプの観察ポイント（検査のための部品）
バタフライ方式の真空遮断装置（上矢印）
口径の狭いエアフロメーター取り付け口（下矢印）



図17 ポンプの観察ポイント（Vベルト）
亀裂が生じているVベルト
放置しているとある日突然動かなくなる



図18 ポンプの観察ポイント (Vベルト)
モーターとポンプの間にねじれが生じている

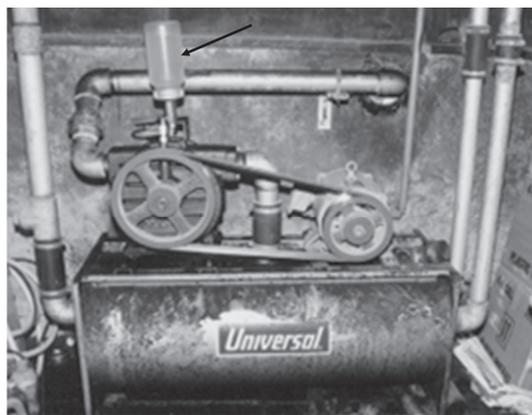


図19 ポンプの観察ポイント (Vベルト)
ベルト部分に安全カバーが取り付けられていない
矢印はポンプ用オイルを示す

となる。図19では真空ポンプの上の逆さまになったプラスチックボトルがオイルの滴下装置である。

7) 設置環境

モーターは電気部品であり、雨ざらしであるとかは問題外である。また雪国であれば落雪にも注意を要する。また、ポンプ小屋を設置する場合は、検査する人が自由に入出りでき、立って検査ができるような小屋を設置すべきである。ポンプ小屋を取り壊さないと検査ができないようであれば、検査はしなくなる。どのような小

屋を設置してあるかで、業者の意識が見て取れる。(実際は農家が設置する人が多いようですが)

図20 雨ざらしのポンプである。もう1点重要な点はポンプからレシーバーまでの距離である。あまり長いと配管ロス进行を招き、搾乳するための真空量が少なくなる。できるだけ短く配管することが大事である。長くなる場合は、十分な搾乳するための真空圧が確保できるように、ポンプの大きさの選定、配管の太さ、配管の仕方、曲がり配管の選択を検討する。

図21 処理室の下にポンプがあり、そこから雨



図20 ポンプの観察ポイント (設置環境)
雨ざらしの環境である

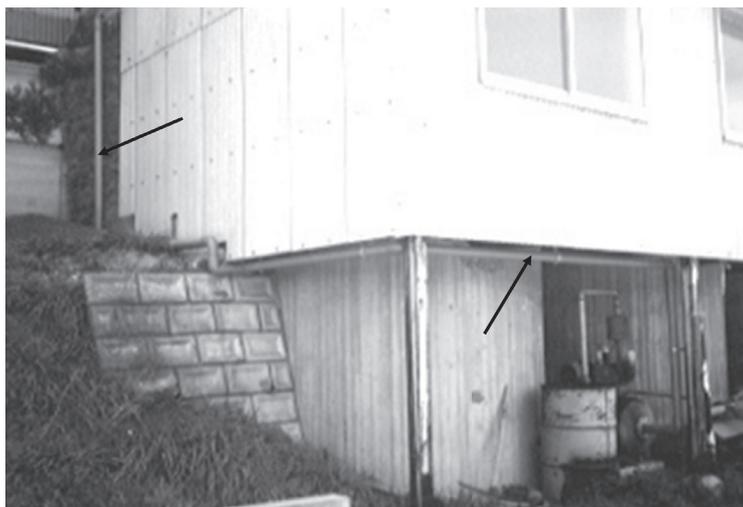


図21 ポンプの観察ポイント (設置事例)
雨樋のように建物に沿って配管されている



図22 ポンプの観察ポイント（設置事例）
4台のポンプを綺麗に配管しているが、問題が多い配管である



図23 ポンプの観察ポイント（設置事例）
配管を太くすることで、タンクの代わりや、配管接続の問題をなくした例

樋のように配管がされている。処理室の床を破って直接配管すれば近いのであるが。

図22 4台のポンプを綺麗に繋げて配管してある。4台繋げる配管の仕方、真空遮断のボールバルブ、排気のドラム缶、レシーバーまでの距離が長いことなど、問題点が多くある配管である。バランスタンクが設置できないのであれば、図23のように、処理室に向かう配管を太くして、バランスタンク代わりに利用する。当然であるが、配管ロスなどがないかは検査しなくては行けない。

【バランスタンク編（ディストリビューションタンク）（ヘッダータンク）】

◆名称：バランスタンクはディストリビューションタンク、ヘッダータンク、バッファータンク、リザーブタンクなどと色々な呼び方があるが、本稿ではバランスタンクとして記載する。

◆基礎知識：バランスタンクの機能は、タンクを基点として色々な配管を分岐させる場所（distribution）である。そのほかに、システム内に大量の空気が入ってきた場合の真空圧の予備的な場所（バッファ）（リザーブ）にもなる。システム内に空気が入る可能性が一番高いのはミルクラインであるので、このバッファ機能を十分に発揮させるにはできるだけレシーバーの近くに設置するのが好ましい。これと間違いやすいものに、バキュームポンプ近くにある小さなタンクがある。これ

はポンプへのごみ、洗浄時の水分、搾乳時の牛乳が吸い込まれないよう防止するタンクであり、ポンプ自身の真空圧変動を少なくする機能もある。中には金網（または繊維）のフィルターが入っており、時折掃除をしなくては行けない。タンク蓋のパッキン劣化によるエア漏れに注意が必要である。エア漏れが生じている場合には、カーボンが付着している。

◆乳房炎との関わり（クロー内圧事項）

クロー内圧を安定させる事項に含まれる。急な空気の流入に対して真空圧の低下を防いだり、真空圧の変動をその容量で緩衝したりすることで乳房炎を防ぐ。配管容量が少ないと、バルセーターの真空消費による真空圧変動がレギュレーターまで及び、その真空圧変動をレギュレーターがコントロールしようとして、真空圧が一向に安定せずバルセーターの動きに合わせて周期的に変動することがある。

①設置場所

- ・天井部分：ミルキングパーラーなどでは搾乳ピットの上部に設置する。
- ・ポンプ下や付近：バキュームポンプの下に設置されることもある。
- ・独立設置：独立して、ポンプからレシーバー間に設置される。

設置場所は、その農場の条件により異なるが、先の機能を十分に発揮させるためにはあまり邪魔にならない天井部分が勧められる。もしくは独立して設置されるべきである。

図24 独立タイプで、左側の大きなタンクがバ



図24 バランスタンク（設置場所）
独立して設置されているバランスタンク
矢印は排水用ドレインを示す



図25 バランスタンク（設置場所）
パーラーの天井に設置されているタンク
矢印はロングエルボー配管

ランスタンクで、隣に付いているのが上述した小さなタンクである。

図25 天井設置タイプで、ポンプから上に入る2本と、横から出てサニタリーにつながる1本が配管されている。ロングエルボー配管を利用している。

図26 ポンプの前の小さなタンクで中に金網が見える。蓋側に付いているゴムパッキンは、変形してエア漏れを起こしやすいので、写真のように本体容器の縁にゴムパッキンを取り付ける。

材質によりプラスチック、ステンレス、亜鉛引きの金属に分かれる。洗浄水が流れ込むことがあるので、錆びない材質が望まれる。現在はすべてプラスチック製となっている。

②容積

タンクの容積はおおよそユニット1台につき



図26 ポンプ前のプレタンク
ゴミの侵入を防ぐフィルターがある

19L必要といわれているが、小さなポンプのミルカーにこれを当てはめることができない。かえって真空容積が増えすぎて、真空圧が安定しない。

③見るべきポイント

1) 設置の有無

古いミルカーではポンプへの牛乳の逆流を防ぐ意味でのバケツ程度の大きさの物しかないものが多く見受けられる。しかし古いミルカーではバキュームポンプ能力も低いので、これに新たにタンクを設置すると、ポンプの能力と比較して配管容積が大きくなりすぎてシステム全体の機能が低下することがある。全体のバランスが重要で、軽トラックの荷台を大きくすれば、荷物が多く積めるわけではない。

2) 設置場所

天井もしくは独立型（図24）が望ましい。図25は天井に設置されているプラスチック製のタンクである。

3) 材質

亜鉛引きのものでは、外観は異常がなくても中から錆びが出てくるので注意が必要である。図27では鉄製のために中からの錆びが浮き出てきている。交換しないとある日突然真空圧でタンクがつぶれる恐れがある。またピンボールができてきている可能性も高く、エア漏れが生じていることを想像さる。



図27 バランスタンク
さびが浮きあがった鉄製のバランスタンク
ある日突然に潰れる可能性がある



図28 バランスタンク
牛乳が流れ出た跡があるポンプ下に設置
されているタンク

4) ドレイン

タンクには洗浄水の逆流、牛乳の逆流などが起こり得るので、必ず水抜き用のドレインが必要である。ドレインから大量の洗浄水が逆流することがあるが、これは洗浄システムの調整がうまくいっていないからである。

図24 タンクの底にフラッパー式のドレインが設置されている。古くなるとこのドレインが機能していないものも多く見受けられ、エア漏れにも注意が必要である。特に寒冷地では排水された水分が凍り、エア漏れの原因にもなりえる。

図28 ポンプ下に付けられたタンクである。中を点検すると逆流した牛乳が腐っており、フラッパーより流れ出ていた。この部分のエア漏れや凍結に注意が必要である。

5) 配管口径

バランスタンクには配管用の穴がいくつもあり、新しいものでは10個以上の穴があいている。この穴の口径は最低で3インチ、新しいものでは4インチ口径の穴がある。パイプラインであれば3インチ、パーラーであれば4インチ口径の接続部が必要である。大きな穴は異径チーズで絞ることができるが、小さな穴は大きくすることはできない。図29では穴の口径は3インチであるが、2台のバランスタンクを接合して容積を大きくしている。3インチの配管口径は、3500L/分程度の空気の流れに対応するので、ポンプ能力がこれ以上の場合には4イン

チ配管を主配管（バランスタンクからサニタリーまで）として使用する。細い場合には配管ロスを生じたり、レギュレーターに真空圧の変動が届きづらくなったりして、ミルカーの機能低下を起こす。

6) 配管の仕方

配管の仕方は1ライン方式、2ライン方式、3ライン方式がある。オリオン真空2系統1ポンプ方式はシステムが違うので、これは当てはまらない。バランスタンクへ入る配管はバキュームポンプからの配管1本（もしくはポンプの台数分 タンクの上側から接続される）、パルセーターラインへの配管2本、サニタリートラップへの配管1本、計4本の配管が接続される。ポンプからの配管を除いて数え、何本出ているかで各配管方式を区別する。その中でも3ライン方式が望まれる。特に新しく設置した所でも3ライン方式になってないこともあり得る。

ミルキングパーラーを想定して、タンクにある配管用の穴の必要数を数えてみる。バキュームポンプ2台分2個、パルセーターライン左右独立往復配管で4個、レシーバーへの配管1個、その他バケット真空ライン1個、離脱装置への真空供給ラインなど2個 計10個となる。すべてが必要ではないが、導入計画の段階で十分な検討が必要である。

3ライン方式の配管（図30） タンクからの右側2本は壁を抜けてパルセーターラインを構成



図29 バランスタンク
2台のタンクを接続して配管容積を増やしている



図30 3ライン方式配管
タンクから出る配管本数により決まる

し、上の配管はバキュームポンプへ、左側の配管は戻ってサニタリートラップへつながっている。

1ライン方式の配管 図31左は壁の奥にポンプがあり、ポンプからの配管の途中にレギュレーターが設置されている。その後洗浄配管への分岐、サニタリートラップへの分岐（途中で黒くなる配管）、垂直に伸びているパルセーターへの配管に分岐する。すべてが奥の壁からでている2インチの配管1本から分岐しており、真空供給はこの配管の口径に制限される。図31右は、左側からの1本の配管からすべてが分岐している。

2ラインシステム配管（図32） パルセーターラインがタンクから1本しか出ておらず、写真

の部分で分岐してループに配管されている。左右のパルセーターラインが共にバランスタンクに入らなければいけない。

*オリオン真空2系統1ポンプ方式は、システムが違うので当てはまらないが、オリオン真空2系統2ポンプ方式は基本的に同じ考え方になる。

1ポンプ方式 バキュームポンプが1台しかなく、ミルクラインとパルセーターラインが差圧器でつながっている

レギュレーターの項目参照

2ポンプ方式 パルセーターラインとミルクラインが完全に独立分離しているもの

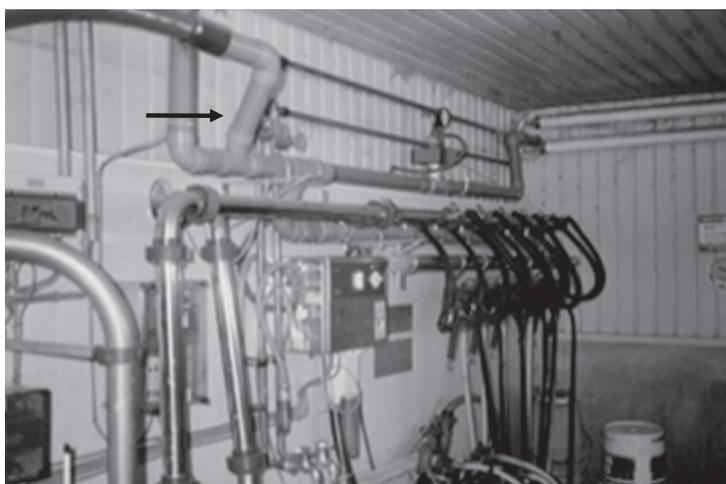


図31 1ライン方式配管
すべてが1本のポンプからの配管から分岐する1ライン方式
矢印は分岐部分を示す

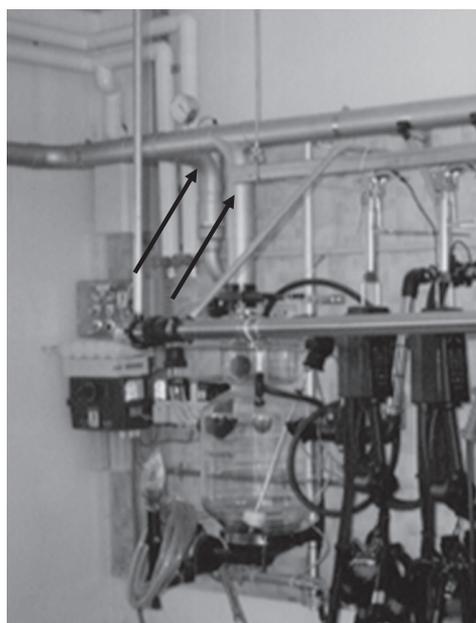




図32 2ライン方式配管
パルセーターラインの分岐部を示す

2台のポンプ、2台のレギュレーターがある。
(デラバルのトリオバックも2ポンプ方式である。)

図33はオリオン真空2系統2ポンプ方式のバランスタンクで、ポンプへの水分の逆流を防ぐ意味からもこの位置に取り付けられている。

7) 配管の曲がり(コーナー、エルボー)
ポンプ能力が大きくなると、配管のつなぎ目



図33 ポンプ近くのタンク
真空2系統方式のために、この位置に設置されている。

の角配管(エルボー配管)の形状が重要となる。直角の曲がり(コーナー)では、空気の流れが悪くなり配管ロスを招く。配管ロスを防止するためには、コーナー配管はロングエルボーを使用する。図34はロングエルボー仕様、図35は直角エルボー仕様である。

8) 配管穴の利用

図30を見ると、タンクには配管用の穴がいくつも空いている。どの穴をどの部品と接続すれば、さらに良い配管となるか検討してみたい。

設置の条件：バキュームポンプには洗浄水分などが逆流してほしくないので、タンクの上側に付ける。ドレイン配管の代わりになるので、タンクの真下には配管を付けない。できるだけ配管の曲がりは少なくし、見栄えも重要である。

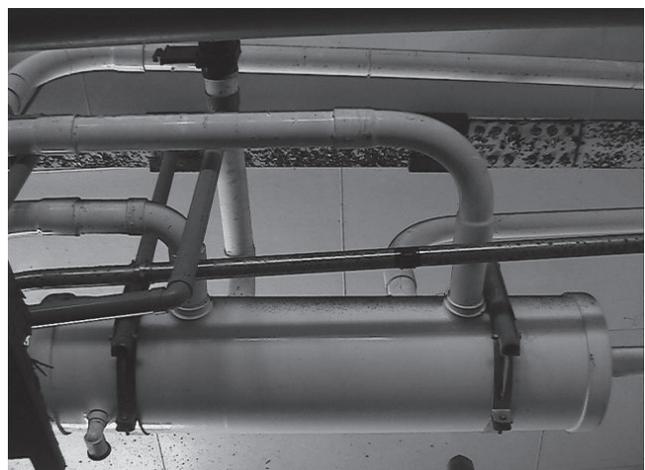


図34 配管の曲がり(エルボー)
ロングエルボー仕様の配管



図35 配管の曲がり（エルボー）
直角エルボー仕様の配管



図36 タンクの配管仕様
タンクへの配管の仕方
矢印はドレイン配管とポップオフバルブ

以上の条件を色々考えながら、タンクの設置場所、配管の接続の仕方を検討する。現場では配管の接続仕様の変更だけで、配管の曲がり数が減り配管ロスが減ることが多々ある。じっくりと現場で見て、検討して欲しい。特にポンプからタンクまでの配管は天井裏に設置されることが多く、曲がり数も多く見逃しやすい場所である。図36では上からの1本がバキュームポンプから、他の上からの1本がサニタリーへの配管、左右2本がパルセーターラインで構成されている。中央タンク底から出ている小さな配管がドレイン用配管（矢印）である。

9) 検査道具他

バランスタンクにはその他に検査用道具として、パルセーターラインの配管を遮断するゲートバルブを取り付ける。パルセーターラインを遮断してエア漏れを検査するなどして、エア漏れの場所を特定したり、色々な検査に利用したりする。

また、真空圧が異常に高くなったときに、空気を取り入れるポップオフバルブ（リリーフバルブ、セーフティバルブ）を取り付ける。図36でバランスタンク左側下方向に突き出ている配管がポップオフバルブである。

【引用文献】

[1] Ambord, S. and Bruckmaier, R. M. 2010. Milk flow-dependent vacuum loss in high-line milking systems: effects on milking

characteristics and teat tissue condition. *J. Dairy Sci.* 3 : 3588-3594.

[2] Barkema, H. W., Schukken, T. H., Lam, T. J., Beiboer, M. L., Bénédictus, G. and Brand, A. 1998. Management practices associated with low, medium, and high somatic cell counts in bulk milk. *J. Dairy Sci.* 81 : 1917-1927.

[3] Barkema, H. W., Schukken, T. H., Lam, T. J., Beiboer, M. L., Bénédictus, G. and Brand, A. 1999. Management practices associated with the incidence rate of clinical mastitis. *J. Dairy Sci.* 82 : 1643-1654.

[4] Baxter, J. D., Rogers, G. W., Spencer, S. B. and Eberhart, R. J. 1992. The effect of milking machine liner slip on new intramammary infections. *J. Dairy Sci.* 75 : 1015-1018.

[5] Bramley, A. J., Cullor, J. S., Erskine, R. J., Fox, L. K., Harmon, R. J., Hogan, J. S., Nickerson, S. C., Oliver, S. P., Smith, K. L. and Sordillo, L. M. 1996. Current concepts of bovine mastitis. 4th ed. National Mastitis Council, Inc., Madison, WI.

[6] Enokidani, M., Kida, K. and Miyamoto, A. 2013. Relationship between critical control point before milking and raw milk quality on a dairy farm. *J. J. Vet. Ass.* 66 : 310-316.

[7] Enokidani, M., Kida, K. and Miyamoto, A. 2013. Evaluation of teat skin cleanliness during milking at a dairy farm using an ATP-Bioluminescence assay. *J. J. Vet. Ass.* 66 : 847-851.

[8] Enokidani, M., Kawai, K. and Kuharaha, K. 2015. Analysis of factors affecting milking claw vacuum levels using a simulated milking device. *Anim. Sci. J.* in press.

- [9] Galton, D. M., Adkinson, A. R. W., Thomas, C. V. and Smith, T. W. 1982. Effects of premilking udder preparation on environmental bacterial contamination of milk. *J. Dairy Sci.* 65 : 1540-1543.
- [10] Galton, D. M., Petersson, L. G., Merrill, W. G., Bandler, D. K. and Shuster, D. E. 1984. Effects of premilking udder preparation on bacterial population, sediment and iodine residue in milk. *J. Dairy Sci.* 67 : 2580-2589.
- [11] Galton, D. M., Petersson, L. G. and Merrill, W. G. 1986. Effects of premilking udder preparation practices on bacterial counts in milk and on teats. *J. Dairy Sci.* 69 : 260-266.
- [12] Galton, D. M., Peterson, L. G. and Merrill, W. G. 1988. Evaluation of udder preparations on intramammary infections. *J. Dairy Sci.* 71 : 1417-1421.
- [13] Kawai, K. and Kurosawa, S. 1998. Influence of Milking Work on the Somatic Cell Count. *J. Vet. Clin.* 45 : 659-668.
- [14] Magnusson, M., Christiansson, A., Svensson, B. and Kolstrup, C. 2006. Effect of different premilking manual teat-cleaning methods on bacterial spores in milk. *J. Dairy Sci.* 89 : 3866-3875.
- [15] Mahle, D. M., Galton, D. M. and Adkinson, R. W. 1982. Effects of Vacuum and Pulsation Ratio on Udder Health. *J. Dairy Sci.* 65 : 1252-1257.
- [16] Neave, F. K., Dodd, F. H., Kingwill, R. G. and Westgarth, D. R. 1969. Control of mastitis in the dairy herd by hygiene and management. *J. Dairy Sci.* 52 : 696-707.
- [17] Pankey, J. W. 1989. Premilking udder hygiene. *J. Dairy Sci.* 72 : 1308-1312.
- [18] Rasmussen, M. D., Galton, D. M. and Peterson, L. G. 1991. Effects of premilking teat preparation on spores of anaerobes bacteria, and iodine residues in milk. *J. Dairy Sci.* 74 : 2472-2478.
- [19] Rasmussen, M. D. and Madsen, N. P. 2000. Effects of milkline vacuum, pulsator airline vacuum, and cluster weight on milk yield, teat condition, and udder health. *J. Dairy Sci.* 83 : 77-84.
- [20] Reid, D. A. 2002. Improving Milking Efficiency. *Adv. Dairy Tech.* 12 : 59-65.
- [21] Reinemann, D. J., Rasmussen, M. D., Frimer, E.S. and Mein, G. A. 1996. Test equipment and its application for measuring vacuum in the short milk tube. *ASAE Annual International Meeting.*
- [22] Reinemann, D. J., Muthukumarappan, K. and Mein, G. A. 1996. Equipment specification and methods for dynamic testing. *National Mastitis Council Annual Meeting Proceedings.*
- [23] Reinemann, D. J., Mein, G. A. and Ruegg, P. L. 2001. Evaluating milking machine performance. *VII International Congress on Bovine Medicine.*
- [24] Reinemann, D. J. 2005. Procedures for evaluating vacuum levels and air flow in milking systems 2005 update. *2005 National Mastitis Council Annual Meeting.*
- [25] Reinemann, D. J. 2007. The 2007 international standards for milking machine installations and automatic milking installations. *International Symposium on Advances in Milking.*
- [26] Reinemann, D. J., Schuring, N. and Bade, R. D. 2007. Methods for Measuring and Interpreting Milking Vacuum. *Sixth International ASABE Dairy Housing Conference.*
- [27] Sterrett, A. E., Wood, C. L., McQuerry, K. J. and Bewley, J. M. 2013. Changes in teat-end hyperkeratosis after installation of an individual quarter pulsation milking system. *J. Dairy Sci.* 96 : 4041-4046.

Diagnosis of mastitis through milking systems —Visual examination of vacuum pump and balance tank—

Masafumi Enokidani

Hokkaido Dairy Management Services, 5-9 Shimo-Setsuri, Tsurui, Hokkaido, 085-1211, Japan.
Phone: +81-154-64-2306; Facsimile: +81-154-64-2977; Email: enoki@seagreen.ocn.ne.jp

Abstract

The mastitis is one of the diseases which make economic loss in dairy farm. The cause of mastitis is bacterial infection in mammary gland, and there are many factors causing mastitis. Nevertheless the milking systems (milker) are one of the main factors, there are few veterinarians who well know them. This review explained the observable test of milking systems, particularly the points we should pay attention to vacuum pump and balance tank.

Key words: mastitis, milking system, observable test