

【研究紹介】

酪農家における ATP 迅速検査法の応用による 搾乳衛生管理の向上に関する研究

榎谷 雅文

北海道デーリイマネージメントサービス(有)
(〒085-1211 阿寒郡鶴居村下雪裡5-9)

1. はじめに

1) 研究の動機

筆者は大学卒業後の産業動物獣医師になる際に、乳牛の病気予防が重要と考えていた。特に乳房炎に関しては治療もさることながら、出さないことが最も重要と考え、その予防策として搾乳立会を昭和の時代より行ってきた。しかしながら、当時はビデオカメラも普及しておらず、よく「そんな事(仕事・作業)はしていない」と酪農家に言われたものである。その後肩掛け式のビデオカメラ(VHS記録方式)、続いてハンディビデオカメラが普及した。撮影した搾乳作業映像を現場にてテレビに映し出しながら、搾乳作業の問題点を説明できるようになった。さらに機器が進歩し、その搾乳作業映像をパソコンに保存して、モデル搾乳作業を見せたり、搾乳の理論を説明したりするようになった。

撮影機器が進歩し搾乳作業の重要性が理解されてきたにもかかわらず、バルク乳質向上や乳房炎が減少する酪農家としない酪農家が出現した。バルク乳の衛生的乳質(体細胞数、細菌数:バルク乳質と略す)が良くなりなない酪農家には、もっと乳頭をきれいに拭いてくださいとアドバイスするものの、「綺麗に拭いている、これ以上の作業はできない」と言われると、それ以上話は続かなかった。

搾乳直前の乳頭清浄度は乳房炎の発生に影響するはずであるが、これを証明することができないでいた。しかも乳頭清浄度は目で見て判断するしかなかった。獣医学術学会である人に出会い、食品衛生関連で使われているATP迅速検査法が、清拭後の乳頭清浄度判定に応用できるのではないかと思い、本研究がスタートした。

2) ATP 迅速検査法とは

ATP迅速検査は、近頃テレビでも見ることがある手洗い後の清浄度を判定する検査法である。小学生や食品加工施設の従業員、さらには医療関係者の手洗いの清浄度判定に用い、手の洗い方を指導する時のツールとなっている。

ATP迅速検査の原理は(図1)、全ての生物細胞が持つエネルギーであるATP(Adenosine Tri-Phosphate:アデノシン三リン酸)により、蛍光物質が基底状態から励起状態に変化し、更に基底状態に戻る際に発光エネルギーを放出する。この反応がルシフェリンルシフェラーゼ発光で、その強さはATP量に比例する。そこでこの発光反応量を測定する事によりATP量を推定する方法がATP迅速検査法である。ATPは細菌、カビ類や植物細胞、牛乳中の体細胞と細菌、皮膚の上皮細胞などに存在する。ATP検査法は細菌培養検査と異なり時間と費用、専門知識を必要としないこと、さらに現在は携帯型ATP測定機器と試薬入り検査キットが普及し、簡便迅速に測定できることにより、その結果を直ちに現場

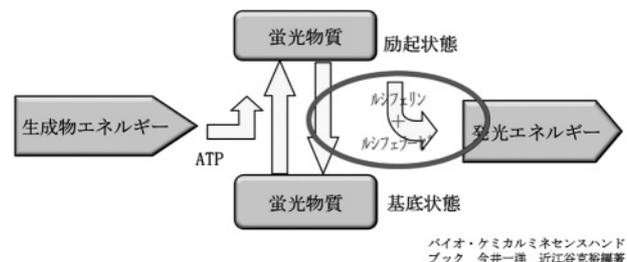


図1 ATP迅速検査法の原理

全ての生物細胞が持つエネルギー(ATP:Adenosine Tri-Phosphate)をルシフェリンルシフェラーゼ発光反応を利用して測定する検査法。

に還元できる方法として、多くの食品加工施設での衛生状況の改善に応用されている^[1-7]。

ATP 迅速検査法を用いて、搾乳前の乳頭壁清浄度を測定する事により、清浄度に影響する要因を検討することができ、搾乳作業工程のどの作業がバルク乳質向上や乳房炎予防にとって重要なかを明らかにすることが可能となった本研究の概要を紹介する。

2. バルク乳の衛生的乳質に影響を与える搾乳作業重要管理点の検討

先に記したように搾乳作業を撮影したビデオテープはたくさん存在した。HACCP(Hazard Analysis and Critical Control Point：危害分析重要管理点)の考え方に従

い、搾乳作業工程のどの作業が重要管理点であり、その管理基準は何であるかを明らかにしようと考えた。重要管理点とは、この作業だけはある一定基準(管理基準値)を最低限守らねばいけない作業であり、これが達成できないと重大なる事案が発生する危険性が高まることを意味する。重大なる事案とは、食品衛生では食中毒や異物混入事件が発生する事であり、本研究では乳房炎の発生やバルク乳質の悪化を示す。

パソコン内に保管してある搾乳作業ビデオを見直し、表-1のような項目を調査した。その結果と酪農家の搾乳作業撮影前1年間のバルク乳質とを関連づけて解析した。

乳頭清拭法は、過去の経験とビデオ画像から図-2、

表1 搾乳作業の調査項目及び区分

調査項目	区分
乳頭清拭資材	布タオル、ペーパータオル、不織布 布タオルとペーパータオル
1頭分の清拭資材数(枚)	1、2、 ≥ 3
前搾り時間(秒)	≤ 5 、6-10、11-15、 ≥ 16
乳頭壁清拭法	つまみ法、ひねり法、包み法
乳頭口清拭法	なし、つまみ法、はさみ法、両手法
乳頭清拭時間(秒)	≤ 10 、11-20、21-30、 ≥ 31
ユニット装着時間(秒)	≤ 10 、 ≥ 11
ディッピングカバー率	低い、中程度、高い



図2 乳頭壁の清拭法区分

つまみ法：乳頭壁をつまみまたは握り、上から下に拭き降ろす方法

ひねり法：乳頭壁を掌で握り、ねじりながら拭き降ろす方法

包み法：掌で乳頭を下から包むようにして拭く方法

*写真は模擬的清拭を示し、右手人差し指が乳頭、左手で乳頭清拭する様子



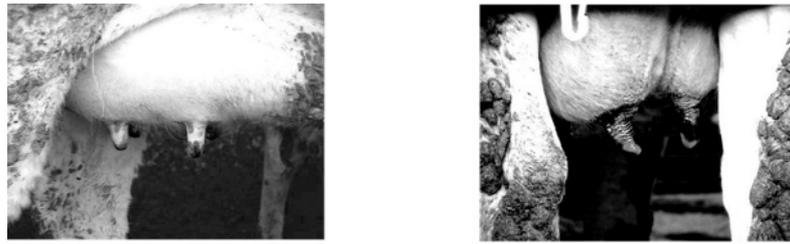
図3 乳頭口の清拭法区分

つまみ法：乳頭先端を指の先でつまみ拭く方法

はさみ法：中指と人差し指で乳頭を挟み、親指の腹で乳頭口を拭く方法

両手法：両手を使い、乳頭口を拭く方法

*写真は模擬的清拭を示し、人差し指が乳頭、下側の手で乳頭清拭する様子



カバール率が低い ー ー 中程度 ー ー カバール率が高い

図4 ポストディッピングカバール率の高低による区分

低 い：乳頭先端のみがディップされている状況
 中程度：ディッピングのカバール率が高い時もあるれば低い時もある状況
 高 い：ディップ液がいつも乳頭壁全面に付着している状況

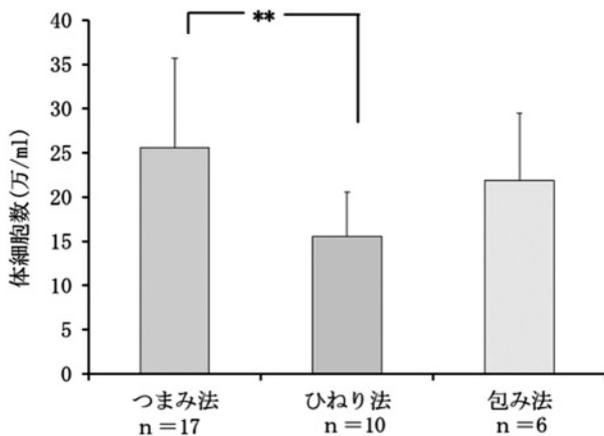


図5 乳頭壁清拭法別のバルク乳中体細胞数
 平均値+SD ** : P<0.01

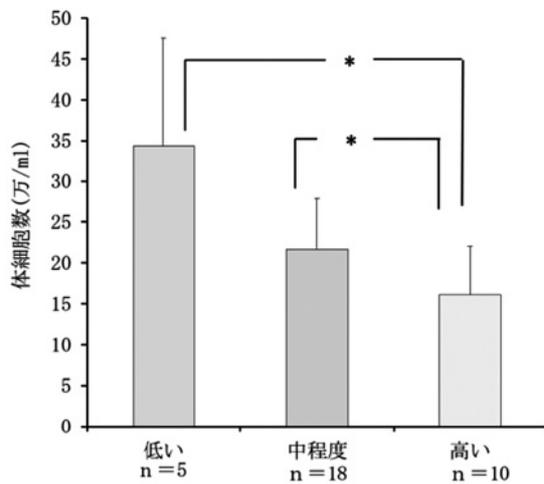


図6 ディッピングカバール率別のバルク乳中体細胞数
 平均値+SD * : P<0.05

3のように分類した。乳頭壁は「つまみ法」、「ひねり法」、「包み法」に分類し、乳頭口清拭は、「つまみ法」、「はさみ法」、「両手法」の3法に分類した。ディッピングのカバール率は、図4のようにカバール率が高い、中程度、カバール率が低いに分類した。

画像データ分析の結果、バルク乳質に有意に影響して

いる項目は、乳頭壁清拭法とディッピングのカバール率であった(図5、6)。これらの項目は、搾乳前後の乳頭清浄度に影響する項目であり、やはり乳頭清浄度はバルク乳質向上の鍵であった。

搾乳作業工程における重要管理点を本研究と既報[8-18]から以下のとおりとした。管理基準点として数値が示されていることがポイントである。

- ①前搾りを5回程度行い、②プレディッピングは乳頭壁全面に薬液が付着するように確実に実施する。
- ③乳頭清拭は湿った布タオルを1頭あたり2枚以上使用し、④1乳頭当たり3回「ひねり法」で乳頭壁を清拭し、⑤乳頭口清拭を確実にを行う。
- ⑥乳頭清拭時間は1頭あたり最低20秒以上かける。
- ⑦以上の搾乳作業工程を2分以内で行う。
- ⑧搾乳終了後はポストディッピング時の薬液が乳頭壁全面に付着するように確実にを行う。以上の工程を正確に実施することが、バルク乳質を向上させる上で重要であると考えられた。

3. ATP 迅速検査による搾乳前乳頭壁清浄度の評価

1) ATP 検査基準値の作成

次に乳頭清拭後の乳頭壁 ATP 迅速検査の結果を、従来の細菌拭き取り検査法(細菌検査法)で評価することで、ATP 迅速検査法が乳頭壁の清浄度評価に用いることができるかを調べた。乳頭清拭法は、乳頭壁と乳頭口を先に示したモデル的な清拭各3法で行った。乳牛は帯広畜産大学フィールド科学センターで飼養されている搾乳牛(180頭:60頭 X 3回)を用い、搾乳者はいつも搾乳を担当している「うし部」の学生さんの協力の下に実施した。

乳頭の拭き取り方法と ATP 検査機器は図7に示した。

乳頭清拭後の乳頭壁は、細菌検査陰性が正常であると

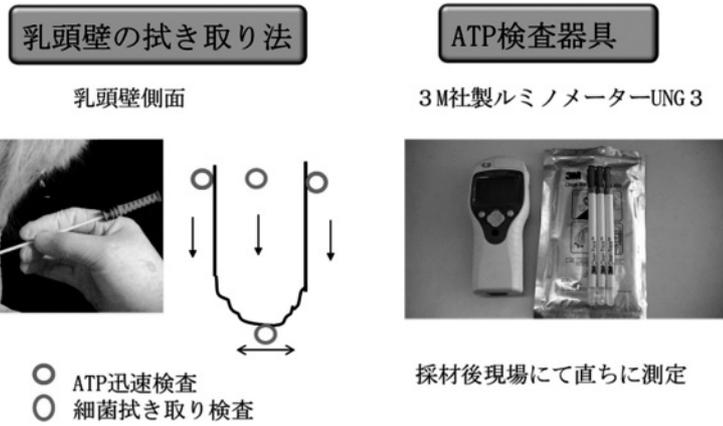


図7 乳頭壁の拭き取り方法

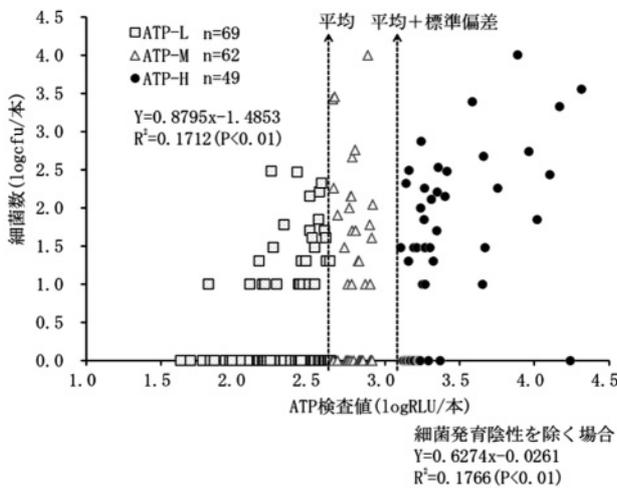


図8 乳頭壁細菌数とATP検査値の相関
細菌数 log 0 = 細菌発育陰性「0」と示す

仮定し、細菌検査陰性群（83件）を基準として解析した。細菌検査陰性群のATP検査値（単位：Relative Light Unit）の平均値（logRLU：2.6；438RLU）以下の群をATP-L群、平均から平均+標準偏差（logRLU 3.1；1261RLU）の範囲である群をATP-M群、それ以上をATP-H群として、3群にて比較検討した。ATP検査値階層別の乳頭壁細菌数（平均±SEM；logcfu/本）は、ATP-L群（0.6±0.1、n=69）、ATP-M群（1.1±0.1、n=62）、ATP-H群（1.4±0.2、n=49）の順に高くなり、ATP-L群は他の2群よりも有意（P<0.01）に低かった。

さらに酪農家35戸で実施した乳頭清拭後のATP検査値を、本基準値で階層区分したバルク乳中体細胞数（平均±SEM；logSCC/ml）は、ATP-L群（5.0±0.02、n=144）、ATP-M群（5.2±0.01、n=393）、ATP-H群（5.3±0.01、n=720）の順に高くなり、3階層間に有意（P<0.01）な差がみられた（図-9）。また、バルク

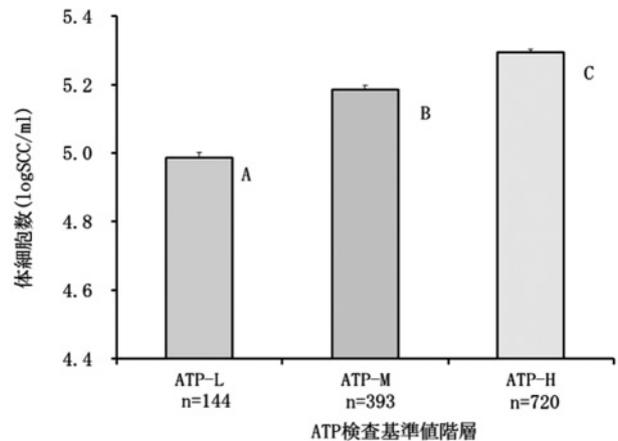


図9 ATP検査階層別のバルク乳質（体細胞数）
平均±SEM ABC：P<0.01

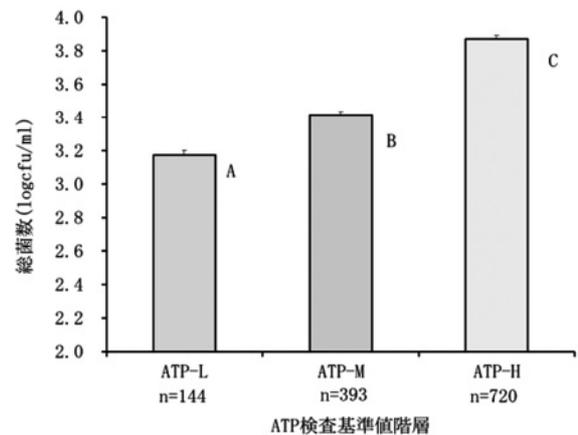


図10 ATP検査階層別のバルク乳質（総菌数）
平均±SEM ABC：P<0.01

乳中細菌数（平均±SEM；logcfu/ml）は、ATP-L群（3.2±0.02）、ATP-M群（3.4±0.02）、ATP-H群（3.9±0.02）の順に高くなり、3階層間に有意（P<0.01）な差がみられた（図-10）。

以上の結果より、ATP迅速検査法による乳頭壁清浄

表2 乳頭清拭法別試験結果

乳頭壁清拭法	ATP 検査値 (logRLU/本)	細菌数 (logcfu/本)
包み法 (n=60)	2.92±0.06a	1.20±0.14a
つまみ法 (n=60)	2.75±0.07	0.75±0.14b
ひねり法 (n=60)	2.74±0.06b	0.99±0.12

各清拭法間で ab : P<0.05

乳頭口清拭法	細菌数 (logcfu/本)
つまみ法 (n=60)	1.03±0.15
はさみ法 (n=60)	1.14±0.16
両手法 (n=60)	1.30±0.17

NS

平均、SEM を示す

*乳頭口は牛乳が付着するので ATP 迅速検査は実施していない

表3 乳頭清拭法の組み合わせ

単位：戸数

乳頭壁清拭法	乳頭口清拭法				合計
	つまみ法	はさみ法	両手法	清拭なし	
包み法		1			1
つまみ法	4	2	4	5	15
ひねり法	3	13	3	0	19
合計	7	16	7	5	35

度判定基準として、500 (RLU) 以下 (本研究使用機器の基準) を清浄とすることが妥当であると思われた。また、携帯型 ATP 測定機器と検査抽出試薬キット使用による ATP 検査法は、その迅速性、簡便性、現場適応性を生かして乳頭壁の衛生管理に用いることが可能であり、乳頭壁衛生管理の改善を繰り返すことにより、バルク乳質改善に貢献できると考えられた。

2) 異なる乳頭清拭法と乳頭清浄度の関係

「バルク乳の衛生的乳質に影響を与える搾乳作業重要管理点の検討」に関する研究では、搾乳立会時のビデオ撮影から乳頭壁と乳頭口の清拭法を分類解析し、乳頭壁清拭法では「ひねり法」を採用している酪農家のバルク乳質が最も優れていた。次の研究として、搾乳前の乳頭清浄度を高める上で最も優れた乳頭清拭方法を明らかにしたいと考えた。

帯広畜産大学畜産フィールド科学センターの搾乳牛延べ180頭(実施期間2012年1月～3月、60頭を3回実施)を供試し、乳頭清拭後の乳頭壁と乳頭口に対して細菌拭き取り検査(細菌検査)を実施し、更に乳頭壁に対して ATP 迅速検査を細菌検査と同じ乳頭で実施した。

さらに2011年2月～2012年8月の期間中、酪農家35戸

表4 乳頭清拭法別 ATP 検査野外試験結果

乳頭壁清拭法	ATP 検査値 (logRLU/本)
包み法 (n=1)	2.93
つまみ法 (n=15)	3.39±0.09B
ひねり法 (n=19)	2.97±0.08A

平均、SEM を示す

各清拭法間で AB : P<0.01

(府県11戸、北海道24戸)を調査対象とし、搾乳立会時に搾乳作業をビデオ撮影して乳頭壁と乳頭口清拭法を判別した。各酪農家8頭の各1乳頭に対して乳頭清拭直後に ATP 迅速検査を実施し、乳頭壁の各清拭法別に ATP 検査値を比較検討した。

乳頭壁および乳頭口清拭法別の ATP 迅速検査結果と細菌検査結果を表-2に示した。乳頭壁 ATP 検査値(logRLU±SEM)では、「ひねり法」(2.74±0.06)は「包み法」(2.92±0.06)よりも有意(P<0.05)に ATP 検査値が低かった。乳頭壁細菌数(logcfu/本±SEM)では、「つまみ法」(0.75±0.14)は「包み法」(1.20±0.14)に比較して有意(P<0.05)に低かった。乳頭口の細菌数では、3法間に有意な差はみられなかった。

調査酪農家35戸の乳頭壁と乳頭口清拭法の組み合わせを表-3に示した。乳頭口を「はさみ法」で清拭する酪農家の乳頭壁清拭法は、ひねり法(13戸)、つまみ法(2戸)、包み法(1戸)となり、殆どの酪農家がひねり法を採用していた。一方乳頭口「清拭なし」の酪農家(5戸)全ては、乳頭壁「つまみ法」を採用していた。

乳頭壁清拭法別のATP検査結果を表-4に示した。乳頭壁ATP検査値(logRLU±SEM)は、「ひねり法」(2.97±0.08)が「つまみ法」(3.39±0.09)よりも有意(P<0.01)に低かった。

搾乳時の乳頭清浄度を向上させるためには、乳頭壁は「ひねり法」を乳頭口は「はさみ法」を用いることが重要であることが明らかになった。

4. 一般酪農家におけるATP迅速検査を応用した搾乳衛生指導の成果

今までの研究結果を踏まえて酪農家の搾乳指導を行い、本当にバルク乳質が良くなるのかを、2戸の酪農家にて検証してみた。

2012年6月～2013年6月までの間の12ヶ月間、毎月1回搾乳立ち会いを行ないながら搾乳指導を実施した。指導内容は乳頭清拭時間を確保するために、ミルクングパーラー内での搾乳者の動き方を変更した。第一工程の搾乳前準備作業頭数を現状の4～6頭から2～3頭に変更し、搾乳作業工程の最初から最後まで1名の作業者の責任制とした。乳頭清拭法は、「ひねり法」と「はさみ法」を用い、乳頭清拭資材は事前に準備した1頭あたり2枚の湿った布タオルを用いて乳頭清拭を行った。清拭用タオルは月に1度はすべて更新し、使用后2槽式洗濯機を用いてすすぎを充分に行い、専用洗剤を用いて洗濯、すすぎ、脱水後保管して、次の搾乳時に使用した。

1) バルク乳質データの推移

酪農家Aのバルク乳中体細胞数は、指導前の254±36.2(平均千個/ml±SD, n=36)から、指導後は231±51.1(平均千個/ml±SD, n=36)と有意(P<0.05)に減少した。バルク乳中細菌数は、指導前は4.7±6.5(平均千cfu/ml±SD, n=36)であったものが、指導後は9.0±21.8(n=36)と上昇した(図-11)。

酪農家Bのバルク乳中体細胞数は、指導前の138±28.4(平均千個/ml±SD, n=36)から、指導後は113±16.1(平均千個/ml±SD, n=36)と有意(P<0.01)に減少した。バルク乳中細菌数は、指導前は1.1±0.4(平均千cfu/ml±SD, n=36)であったものが、指導後は1.1±0.4(平均千cfu/ml±SD, n=36)と変化はみら

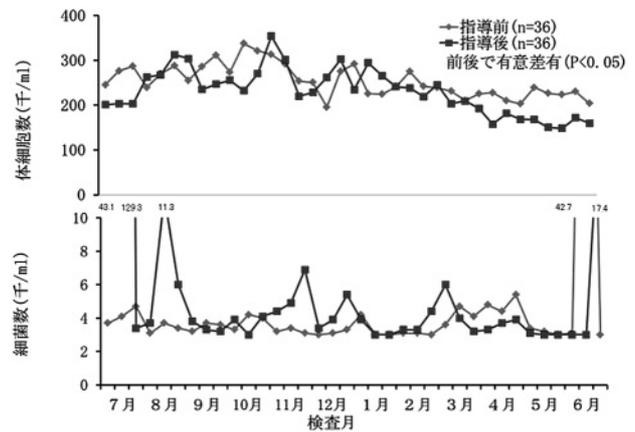


図11 乳頭清拭法改善前後のバルク乳質の変化(酪農家A)

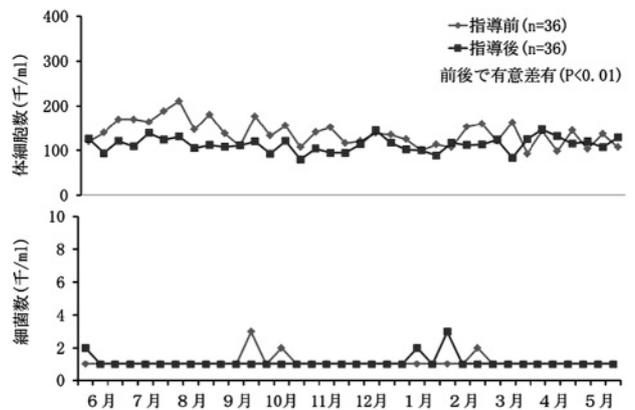


図12 乳頭清拭法改善前後のバルク乳質の変化(酪農家B)

れなかった(図-12)。

2) 牛群検定時の体細胞数データの推移

酪農家Aの牛群検定時のリニアスコアは、指導前は3.62±0.2(平均±SD, n=12)から指導後は3.48±0.3(平均±SD, n=12)と減少したが、有意な差はみられなかった。分娩後49日以内の経産牛のリニアスコアは、指導前3.94±0.74(平均±SD, n=12)であったが、指導後は4.51±1.0(平均±SD, n=12)に上昇した(図-13)。牛群検定時の体細胞数100万個/ml以上の検定頭数比率(%)は、指導前5.27±1.7(平均±SD, n=12)であったが、指導後は5.74±2.3(平均±SD, n=12)と上昇した(図-14)。

酪農家Bの牛群検定時のリニアスコアは、指導前の2.28±0.3(平均±SD, n=12)から、指導後は2.20±0.2(平均±SD, n=12)と減少したが有意な差はみられなかった。分娩後49日以内の経産牛のリニアスコアは、指導前2.36±0.43(平均±SD, n=12)であったが、指導後は2.32±0.50(平均±SD, n=12)となったが有意な差はみられなかった(図-13)。牛群検定時のSCC100万個/ml以上の検定頭数比率(%)は、指導前の2.73

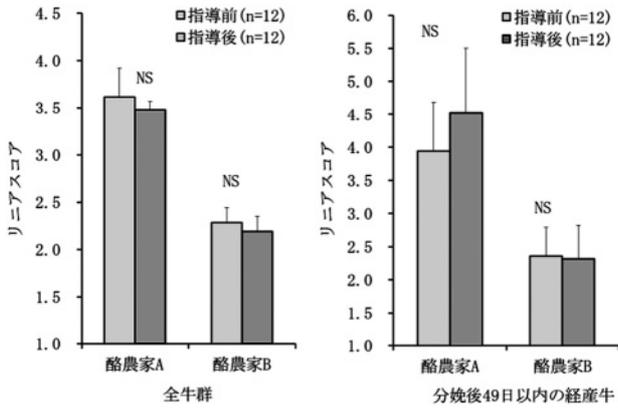


図13 牛群検定時のリニアスコアの比較

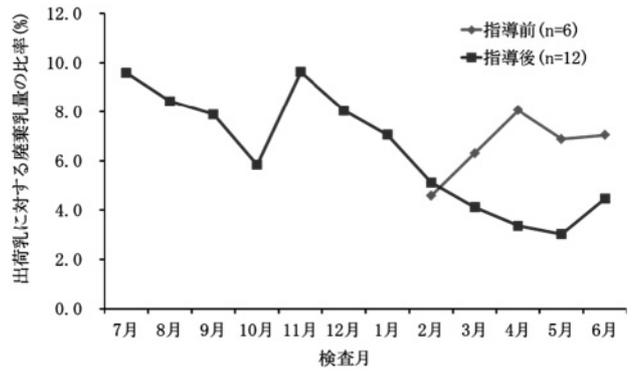


図15 月毎の出荷乳量に対する廃棄乳量の推移
酪農家 A

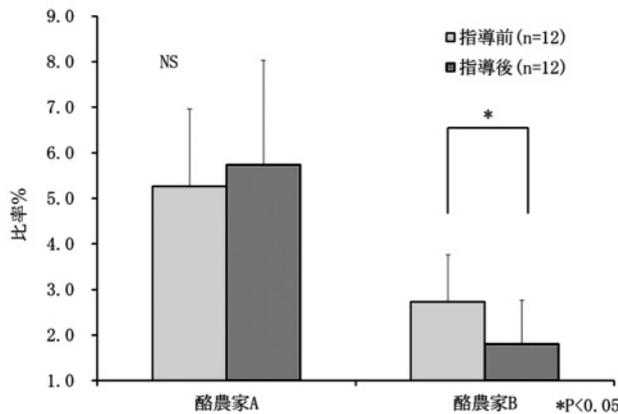


図14 牛群検定時体細胞数100万/ml以上の頭数比率

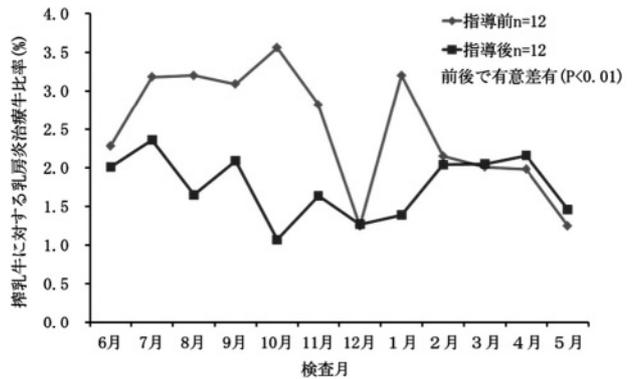


図16 月毎の搾乳牛中乳房炎治療頭数比率の推移
酪農家 B

±1.03 (平均±SD、n=12) から、指導後は1.81±0.96 (平均±SD、n=12) と有意 (P<0.05) に減少した (図-14)。

3) その他のデータ

酪農家 A では毎日の廃棄乳量を調査した。廃棄乳量データは全ての期間分そろっていないが、指導前後の同検査月間で比較すると指導後は減少をしていた(図-15)。

酪農家 B では毎日の乳房炎治療頭数を調査した。乳房炎治療頭数比率% (治療頭数/搾乳頭数) は、指導前の2.50±0.79 (平均±SD、n=12) から、指導後は1.78±0.41 (平均±SD、n=12) と有意 (P<0.01) に減少した (図-16)。

指導2酪農家のバルク乳中体細胞数は、指導前に比較して指導後は有意に減少した。しかし、その効果出現までの時間には違いがあった。酪農家 A では、バルク乳質改善までにおおよそ半年以上の時間を要していた。酪農家 A の指導前のバルク乳中体細胞数は30万/ml を超えることもあり概して高めに推移しており、搾乳牛群内に潜在性乳房炎牛が多いと推測された。一方指導前よりバルク乳中体細胞数が低かった酪農家 B では、直ちに

指導効果が現れ、さらなる体細胞数低下につながったと考えられる。

バルク乳中細菌数に関して、潜在性乳房炎が多い酪農家 A では、1年間を通じて時折細菌数が1万/ml を超えることもあり安定性に欠けていた。細菌数上昇の原因は潜在性乳房炎牛の存在や搾乳機器などの洗浄状態にも影響される。バルク乳細菌数がすでに十分に低いレベルの酪農家 B では、指導前後の変化はみられず1年間を通じてバルク乳細菌数は安定しており、バルク乳質がよい酪農家は常に安定した良質乳の生産を行っていた。

牛群検定体細胞数データの解析において、酪農家 A の指導前のリニアスコアは酪農家 B と比較すると高く、さらに体細胞数100万個/ml 以上の頭数比率も高くなっている。これらより酪農家 A では潜在性乳房炎牛を多く抱えており、搾乳作業改善によるバルク乳質向上には、長時間を要する結果となった推測される。これらより搾乳作業改善によるバルク乳質向上効果は、泌乳期間中の新規乳房炎発症の防御にはなり得るが、それだけではバルク乳質向上には不十分であると考えられる。小松ら^[19]は、乾乳後期牛の乳房炎検査と治療が泌乳期間中の乳房炎発生を減少させると報告しており、潜在性乳房炎牛の

乾乳期間中の乳房炎治療と治癒確認、乾乳期間中での新規乳房感染対策を合わせて行うことがより早いバルク乳質向上をもたらすものと思われる。乳房炎における乾乳期間と泌乳期間との関係を報告している Cook ら^[20]、Green ら^[21]、Pantoja ら^[22]によれば、泌乳初期の乳房炎発症は、乾乳期間中の栄養管理、牛舎管理、環境管理、前乳期の乳房炎の影響を受けていると述べている。酪農家 A と酪農家 B の分娩後49日以内の泌乳初期経産牛のリニアスコを比較してみたところ、酪農家 A では指導前よりも指導後のリニアスコが高くなっており、分娩後の泌乳初期牛の潜在性乳房炎が増えている事を示している。さらに体細胞数100万個/ml以上の牛の頭数比率も増えている。分娩後の乳牛は泌乳量が多く、バルク乳質に大きく影響を与える乳牛でもある。これらの乳牛の体細胞数が高くては、バルク乳中体細胞数は低下するよりはむしろ上昇する。バルク乳質を向上させようとするには、泌乳期間中の対策だけでなく乾乳期間中の乳房炎対策も同時に行わなければいけないことが強く示唆された。

1年間毎月定期的に ATP 検査を実施した酪農家 A と B では、ATP 検査を継続して実施したことで、ATP 検査値が低下しない原因を検討する機会に恵まれた。清拭用布タオルの種類、更新期間や更新方式の変更、洗濯方法の検討につながり、乳頭清浄度向上に関する要因を発見することができた。乳頭清浄度を数値化したことより、搾乳者個々の衛生意識の高まりは感じられたものの、乳頭清拭時間の制約や搾乳者個々の作業精度の違いにより、提唱した基準値を下回ることはできなかった。しかし、搾乳作業の意識改革にはつながり、結果としてバルク乳質向上へとつながったと思われる。

本研究の最終目標である廃棄乳量と乳房炎治療頭数削減に関する効果について、酪農家 A では効果発現までに長期間を要したものの、バルク乳中体細胞数が低下するにつれて廃棄乳量も低下した。これはクォーターミルカー搾りの頭数減少によるものである。酪農家 B では、乳房炎治療頭数比率は指導前後の比較において有意 ($P < 0.01$) に減少しており、特に夏期間の増加が防げたことが特徴でもある。指導前のバルク乳質が異なるためにバルク乳質改善効果発現までの時間は違うものの、最終目標である廃棄乳量と乳房炎治療頭数を減少させる結果となり、本研究の最終目標を達成することができた。

6. ま と め

バルク乳質を向上させるためには搾乳作業を精度高く

行い、それを維持することが重要である。搾乳作業工程に関する報告は数多くあるものの、搾乳作業精度に関する報告は見あたらず、搾乳作業精度の評価方法や判断基準も存在しない。そこで食品加工施設などで手指消毒や調理器具の清浄度評価に利用されている ATP 迅速検査法を応用して、搾乳作業精度を測定することによりバルク乳質の向上を図ることを目的として本研究を行った。

まず搾乳作業の重要管理点を明らかにする目的で、搾乳立会ビデオを解析した。その結果、搾乳作業重要管理点として乳頭壁清拭法の「ひねり法」とディッピングカバー率が重要であることが判った。

さらに搾乳前の乳頭清浄度を評価する事を目的として、ATP 迅速検査と細菌検査を清拭後の乳頭壁に同時に実施し解析した結果、乳頭壁の ATP 検査基準値を500RLU以下にすべきであると提案した。この基準値を用いて酪農家のバルク乳質を判定したところ、基準値以下の酪農家のバルク乳質は体細胞数10万個/ml以下、総菌数1,000 cfu/ml以下の最優秀乳質であることがわかり、十分に判断基準値として利用できることが明らかになった。

次に最も優れた乳頭清拭法を明らかにするために、乳頭清拭法別試験と酪農現場での ATP 迅速検査を実施した。その結果、乳頭壁清拭は「ひねり法」、乳頭口清拭は「はさみ法」が最も優れており、これらの清拭方法を採用している酪農家のバルク乳質は優秀であることが明らかになった。

ATP 迅速検査の評価基準とその有効性を確認するために1年間にわたり ATP 迅速検査を実施し、搾乳作業重要管理点を中心とした搾乳指導を2酪農家に応用した結果、搾乳指導を行った酪農家のバルク乳質は向上した。しかし、潜在性乳房炎が当初から多くバルク乳質が悪かった酪農家では、バルク乳質改善までに長期間を要した。搾乳指導と ATP 迅速検査による乳頭清浄度評価によるバルク乳質改善対策は、泌乳期間中の乳房炎の新規感染には効果が期待できるが、前乳期や乾乳期間の影響を受ける泌乳初期牛に対しては別の対策が必要であることが明らかになった。

本研究より推奨される重要管理点を含めた搾乳作業工程は、①前搾りを1乳頭5回以上行い、②プレディッピングは乳頭壁全面に薬液が付着するように確実に実施する。③乳頭清拭は湿った布タオルを1頭あたり2枚以上使用し、1乳頭当たり3回「ひねり法」で乳頭壁を清拭し、④乳頭口清拭を「はさみ法」で確実に行う。⑤乳頭清拭時間は1頭当たり最低20秒以上かける。⑥以上の搾乳作業工程を2分以内で行う。⑦搾乳終了後はポスト

ディッピングの薬液を乳頭壁全面に付着するように確実に
 に行うことが、バルク乳質を向上させる上で重要である。

本研究の結果に基づくこれら具体的な手法は、酪農現
 場における搾乳衛生指導に広く用いることが可能である。
 今後、システムの実践的な検証を広く国内外で進め、搾
 乳衛生管理法として普及させる活動が重要であると考え
 られる。

7. 引用文献

- [1] 伊藤武、ATP 迅速検査研究会監修：新しい衛生管
 理法、ATP 拭き取り検査、鶏卵肉情報センター、
 (2009)
- [2] 厚生労働省監修：食品衛生検査指針微生物編 2004、
 (2004)
- [3] 今井一洋、近江谷克裕編：バイオ・ケミルミネセン
 スハンドブック、丸善株式会社、(2006)
- [4] 門司佳夫：微生物迅速検出システムの適用とその精
 度に関する研究、*Journal of GMP and Validation in
 Japan*, 2,40-46 (2000)
- [5] 浅川篤、山庄司志朗、川崎晋、川本伸一：化学発光
 法による微生物迅速検査技術、*Japan Food Science*, 44,
 34-39 (2005)
- [6] Finger.R, Sischo.W.M : Bioluminescence as a tech-
 nique to evaluate udder preparation, *J Dairy Sci*, 84,
 818-823 (2001)
- [7] 諸橋京美、竹内奈生美、北里順、田中律子：特定給
 食施設における調理従事者等の手洗い方法の検討、北
 海道文教大学研究紀要、34、81-85、(2010)
- [8] Galton DM, Adkinson ARW, Thomas CV, Smith
 TW: Effects of premilking udder preparation on en-
 vironmental bacterial contamination of Milk, *J
 Dairy Sci*, 65, 1540-1543 (1982)
- [9] Galton DM, Petersson LG, Merrill WG, Bandler
 DK, Shuster DE : Effects of premilking udder prepa-
 ration on bacterial population, sediment and iodine
 residue in milk, *J Dairy Sci*, 67, 2580-2589 (1984)
- [10] Galton DM, Petersson LG, Merrill, WG : Effects
 of premilking udder preparation practices on bacte-
 rial counts in milk and on teats, *J Dairy Sci*, 69, 260-
 266 (1986)
- [11] Galton DM, Peterson LG, Merrill WG : Evalu-
 ation of udder preparations on intramammary infec-
 tions, *J Dairy Sci*, 71, 1417-1421 (1988)
- [12] Magnusson M, Christiansson A, Svensson B, Kol-
 strup C : Effect of different premilking manual teat-
 cleaning methods on bacterial spores in milk, *J
 Dairy Sci*, 89, 3866-3875 (2006)
- [13] Rasmussen MD, Galton DM, Petersson LG : Ef-
 fects of premilking teat preparation on spores of an-
 aerobes bacteria, and iodine residues in milk, *J
 Dairy Sci*, 4, 2472-2478 (1991)
- [14] Pankey JW : Premilking udder hygiene, *J Dairy
 Sci*, 72, 1308-1312 (1989)
- [15] 北海道根釧農業試験場：プレディッピングにおけ
 る薬液浸漬後の乳頭清拭法、普及奨励並びに指導参考
 事項、北海道立根釧試験場年報 2002、195-196(2002)
- [16] 河合一洋、黒沢重人：搾乳作業が体細胞数に及ぼ
 す影響、*家畜診療*、45、10、659-668 (1998)
- [17] 中川尚、古川寿郎、中島正夫：バルク乳生菌数に
 及ぼすプレディッピングおよび前搾りの影響、*家畜診
 療*、407、27-31 (1997)
- [18] National Mastitis Council : Recommended Milk-
 ing Procedures, *Proceedings of the 2000 National
 Mastitis Council Annual Meeting*, 123 (2000)
- [19] 小松智、澁谷亮平、今野幹雄、野崎敏浩、長谷川
 真一、海老名真一、板垣昌志、遠藤祥子、阿部省吾：
 牛の慢性乳房炎に対する乾乳期分娩前治療の応用、*家
 畜診療*、526、201-208 (2007)
- [20] Cook.N.B, Bennett.T.B, Emery.K.M, Nordlund.K.
 V : Monitoring nonlactating cow intramammary in-
 fection dynamics using DHI somatic cell count data,
J Dairy Sci, 85, 1119-1126 (2002)
- [21] Green.M.J, Bradley. A.J, Medley.G.F, Browne.W.
 J : Cow,farm,andherd management factors in the
 dry period associated with raised somatic cell counts
 in early lactation, *J Dairy Sci*, 91, 1403-1415 (2008)
- [22] Pantoja.J.C.F, Hulland.C,Ruegg.P.L, : Somatic
 cell count status across the dry period as a risk fac-
 tor for the development of clinical mastitis in the
 subsequent lactation, *J Dairy Sci*, 92, 139-148 (2009)