

福島農総セ研報8 : 59-68(2016)

経産牛の分娩後乳房炎予察に関する研究

齋藤 美緒・山本 みどり¹・泉 巧²・丹治 敏夫・小田 康典

Development of a Screening Method Perinatal Bovine Mastitis

Mio SAITOH, Midori YAMAMOTO¹, Takumi IZUMI², Toshio TANJI, Yasunori ODA

Abstract

One of the most serious diseases for dairy farmers is bovine mastitis, with perinatal mastitis being the most frequent. Early diagnosis, enabling farmers to respond quickly, can significantly suppress losses. This report discusses methods we have developed to aid in detecting mastitis before calving. The first phase is to validate the technique of predicting postpartum mastitis by analysis of the state of antepartum milk. Secondly, we investigate whether or not the Brix value of antepartum milk solids can be useful in predicting postpartum mastitis. We found that it is possible to utilize in the test results of Somatic cell count (SCC) of the dairy herd to diagnose our predictions. By combining these findings, we have devised a new screening method for predicting bovine mastitis. We have verified the inspection accuracy of this method, and in doing so have obtained knowledge for the corresponding solution to the predicted bovine mastitis. The following is an overview of methods and results.

- (1) Look at the SCC of milk solids of the most recent dairy herd with improved test results. If the SCC is 35 thousand less per 1ml, the cow will probably not show evidence of mastitis in after delivery.
- (2) Take a sample of milk about 10 days before the calving. If the sample is rich and syrup-like, cattle will not be in mastitis after calving.
- (3) Measure the Brix-value of antepartum milk. With a Brix-value of 25% or more, or if the antepartum milk is rich and syrup-like with the Brix-value of 30% or more, the cow will not develop mastitis in postpartum.
- (4) If none of the above (1)-(3) are observed, it will be determine that the cattle might present with mastitis after calving.
- (5) Diagnostic yield of this test method is as follows: a sensitivity of 88% (95% confidence interval- 0.47-0.99), a specificity of 62% (95% confidence interval 0.41-0.79), an accuracy of 67% (95% confidence interval 0.49-0.82), a positive predictive value of 41% (95% confidence interval: 0.18-0.67), and a 94% negative predictive value (95% confidence interval: 0.71-0.99)

Key Words : Bovine mastitis, antepartum milk, Brix value, dairy herd improving tests irrigation, screening method for predicting bovine mastitis

キーワード: 乳房炎、分娩前乳汁、Brix値、牛群検定、牛乳房炎の分娩前予察技術

受理日 平成28年2月25日

¹県中家畜保健衛生所 ²福島県酪農業協同組合

緒言

乳房炎は出荷乳量の低下や治療経費、別搾乳、廃棄乳の処理など酪農家の収入減と負担増に直結し、大きな経済的損失をもたらす疾病である。Natzke⁶⁾は、乳房炎の感染は乾乳初期と周産期に起こりやすく、感染を防ぐために、乾乳期の治療やディッピングなど管理手段があることを報告した。乳房炎を分娩前に予察することは早期対応を可能にして、農家の損失を大きく減少させることができる。

搾乳牛の乳房炎診断は、乳腺に炎症が起こると上昇する乳汁中の体細胞数(SCC)と水素イオン濃度(pH)を評価する California Mastitis Test(CMT)⁹⁾が広く普及している。CMTの原理は、診断液に配合された特定濃度の高級脂肪酸が乳中の白血球を破壊して、遊離させた蛋白成分が診断液で沈殿あるいはゲル化するとき、乳中の脂肪球を取り込んでこの反応を見やすくさせる¹³⁾とともに、pH指示薬のBrom cresol purple(BCP)が加えられている²⁾。CMTの凝集陰性のときSCCは0~200×10³/ml、凝集±(trace)のとき150~500×10³/ml、凝集+(1+)のとき400~1,500×10³/ml、凝集++(2+)のとき800~5,000×10³/ml、凝集+++ (3+)のとき5,000×10³/ml以上である⁹⁾。我が国ではpH指示薬がBrom thymol blue(BTB)となっている農林水産省家畜衛生試験場北陸支場変法(CMT変法)が広く用いられている²⁾。CMT及びCMT変法は凝集と色調の程度で乳房炎の判定を行い、凝集が一で色調が±以下ならば乳房炎陰性、凝集と色調が+以上または凝集が++以上ならば乳房炎陽性、凝集が一で色調が+以上あるいは凝集が±で色調が±以下ならば7~10日後に再検査、凝集が±で色調が+以上あるいは凝集が+で色調が±以下ならば乳房炎の疑いと判定²⁾する。

近年は分娩前の牛についても、分娩前乳汁の性状分類とCMT変法による乳房炎検査を行うことで乳房炎の早期発見と治療が分娩後の臨床型乳房炎の発症予防に役立つ^{3), 5)}ことが明らかになってきた。

そこで、第1節では、はじめに分娩前乳汁の性状とCMT変法による乳房炎予察を検証した。次に、目視判定であった従前の分娩前乳汁検査に数値化判定の手法を追加して客観性を持たせることを目的に、初乳の免疫グロブリンの評価に利用されるBrix値^{7), 8), 11)}を利用した乳房炎予察法の可能性を検討した。

第2節では、分娩前乳汁検査よりさらに早い段階での乳房炎予察手法を開発するため、前泌乳期の乳房炎罹患歴および牛群検定の体細胞数成績と分娩前乳汁検査成績の関係性を調査し、分娩後の乳房炎予測が可能であるか検討した。そして、これらの検査技術を組み合わせた乳房炎予察のためのスクリーニング検査用のフローを作

成し、その精度を検証した。

第1節 分娩前乳汁による乳房炎予察技術とBrix値による数値判定の検討

1 試験方法

(1) 供試牛

当所で飼養したホルスタイン種のうち、平成20年10月~平成23年12月に2産目以降を分娩した経産牛および平成21年4月~平成23年12月の初産牛を供試した。なお、経産牛は分娩予定の約2ヶ月前に市販のセファゾリン(CEZ)製剤乾乳期用乳房炎軟膏(セファメジンDR、日本全薬工業株式会社)を注入し、ティートプロテクションシーラント(DRY-OFF、輸入元、オリオンウェストファリアサージ株式会社)で乳頭を保護して乾乳を開始した。

(2) 分娩前乳汁の性状等と分娩後乳房炎発症の関係

供試牛のうち平成20年10月~平成22年12月に分娩した経産牛(延べ44頭)および初産牛(17頭)について分娩前乳汁検査、分娩後24時間以内の初乳検査、分娩後21日目までの乳房炎発症を調査した。そして、乳汁検査成績と乳房炎発症の関係を解析した。

なお、分娩前乳汁検査は分娩予定の約10日前に各乳房から分娩前乳汁を衛生的に採取し、目視による性状分類(図1)と市販の診断液(PLテスト、日本全薬工業



図1 分娩前乳汁(左よりアメ状、水様、初乳様)

株式会社)を用いたCMT変法による乳房炎検査を実施した。初乳検査はCMT変法を行った。ここで、CMT変法による乳房炎検査は、本来、生乳について実施するものであり、再検査や疑いの中間的な判定もある。本試験において、分娩前乳汁や初乳の検査で中間的な判定となっても再検査や確認検査は困難であることから、「中間」判定として検査を終了した。分娩後の乳房炎判定は泌乳期乳房炎を疑う臨床症状⁴⁾を認めた場合にCMT変法で「乳房炎分房」であるか否かを判定し、乳房炎分房のある牛を「乳房炎牛」とした。

次に、供試牛のうち平成23年4月～12月に分娩した経産牛16頭と平成22年4月～平成23年12月に分娩した初産牛9頭について、分娩前乳汁検査成績と初乳からの菌検出の関係を調査した。なお、初乳は分娩後24時間以内の合乳をサンプルとして、採材後3時間以内に5%羊血液寒天培地上にサンプル50 μ lを塗布し、好気下37℃で培養を開始して最大48時間まで観察した。肉眼的に同一のコロニーが500CFU/ml以上発育したものを本試験における有意菌とした。

(3) 経産牛における分娩前乳汁Brix値と性状、

CMT変法検査、および分娩後乳房炎発症牛の関係

供試牛のうち平成22年9月～平成23年12月に分娩予定の経産牛36頭(143分房)について、(2)と同様の方法で分娩前乳汁を採取した。そして、分娩前乳汁検査として性状分類とCMT変法、およびBrix値の測定を行い、分娩前乳汁のBrix値と性状、およびCMT変法の判定との関係を解析した。なお、Brix値は市販のデジタル濃度計(ポケット液体濃度計PAL-BX/RI、株式会社アタゴ)を用い測定した。

次に、分娩前乳汁検査以降、分娩後21日目間に抗生物質注射薬の投薬歴のある1頭(4分房)および分娩前乳房炎治療で泌乳期用乳房炎軟膏のみを使用した6頭(6分房)を除いた133分房について、分娩後21日目までの乳房炎発症の有無を調査し、分娩前乳汁検査の成績(性状、CMT変法、Brix値)と分娩後乳房炎発症の関係を解析した。

2 試験結果及び考察

(1) 分娩前乳汁の性状およびCMT変法の判定と分娩後乳房炎発症の関係

経産牛は176分房(延べ44頭)のうち18分房(14頭)が乳房炎を発症(分房の発症率10.2%)した。平均発症率と比較して分娩前乳汁がアメ状でCMT変法が陰性判定のときは分娩後乳房炎の発症率が1.0%と低く、反対に、水様でCMT変法の判定が陽性のときは発症率が41.7%と高かった(表1)。また、初乳様でもCMT変法が陽性のときも分娩後の発症率が27.3%で高い傾向であった。

ここで、アメ状乳汁のCMT変法は通常の手法(皿回し法)で診断液と混合しないことがあり、一部でガラス棒を使用して攪拌をした。アメ状かつCMT変法の判定が中間となった6分房は、CMT変法における操作の不慎によるpHの変化や分娩前乳汁自体が凝集や色調に影響したかもしれない。また、この6分房は分娩後の乳房炎を発症していないことから、分娩前乳汁性状がアメ状のとき乳房炎の発症率は低いと考えることができた。

初産牛は67分房(17頭)のうち3分房(3頭)が乳房炎を発症(分房の発症率4.5%)し、分娩前の乳汁検査成績と分娩後の乳房炎発症率には関係を認めなかった(表1)ことから、分娩前乳汁検査による分娩後乳房炎予察は難しいと考えられた。

初乳は分娩前乳汁検査の成績にかかわらず、経産牛の176分房中175分房、初産牛の67分房全てがCMT変法で陰性判定となった(表2)。このことから、初乳のCMT変法は基本的に陰性判定となり検査意義は少ないと考えられた。

経産牛、初産牛ともに、分娩前乳汁検査で全分房の性状がアメ状であった牛は、初乳から有意菌は検出されなかった(表3)。初産牛は分娩前乳汁検査成績と乳房炎発

表1 分娩前乳汁の性状及びCMT変法の判定と分娩後乳房炎発症状況(分房別)

分娩前乳汁			経産牛 (延べ44頭)			初産牛 (17頭)		
性状	CMT変法		分房数	乳房炎分房	発症率	分房数	乳房炎分房	発症率
					%			
アメ状	陰	性	96	1	1.0 **	16	1	6.3 n. s.
	中	間	6	0	0.0 n. s.	3	0	0.0 n. s.
	陽	性	0	—	—	0	—	—
水様	陰	性	4	0	0.0 n. s.	2	0	0.0 n. s.
	中	間	15	3	20.0 n. s.	6	0	0.0 n. s.
	陽	性	24	10	41.7 **	10	1	10.0 n. s.
初乳様	陰	性	10	0	0.0 n. s.	16	0	0.0 n. s.
	中	間	10	1	10.0 n. s.	6	0	0.0 n. s.
	陽	性	11	3	27.3 n. s.	8	1	12.5 n. s.
分房数計、平均発症率 (Cont.)			176	18	10.2	67	3	4.5

(注) Fisherの正確検定、** p < 0.01

症の関係は不明確であったが、分娩前乳汁の性状がアメ状以外の分房を持つ牛は、初乳から有意菌が検出された。このことから分娩前乳汁でアメ状以外の分房があった牛は初乳が感染していたことを意味する。分娩前乳汁がアメ状ではないから感染乳となったのか、分娩前に感染していたからアメ状ではないのかは不明だが、全分房の分娩前乳汁がアメ状ならば、その牛の初乳は感染していないと推測できた。

以上の結果から、経産牛は分娩前乳汁の性状がアメ状ならば乳房炎になりにくく、性状が水様～初乳様の場合はCMT変法を実施^{脚注1}して陽性判定の場合は分娩後の乳房炎に注意を要する分房と判断することができ、板垣ら³⁾の指摘と同様の結果を得た。

(2) 経産牛における分娩前乳汁Brix値と性状、

CMT変法検査、および分娩後乳房炎発症牛の関係

分娩前乳汁の性状やCMT変法の判定とBrix値の関係をj知るために調査した143分房の分娩前乳汁のBrix値は8%～52%の範囲にあった。このうち、乳汁性状がアメ状であった68分房の分娩前乳汁Brix値は30%以上の範囲に偏在した(図2)。また、CMT変法の判定が陰性、中

表2 初乳(分房乳)のCMT変法による検査の判定

	CMT変法の判定		
	陰性	中間	陽性
経産牛	175	1	0
初産牛	67	0	0

間、陽性の順にBrix値の平均は38.1%、25.1%、16.2%と低下した(表4)。このことから、乳房炎になりにくい分娩前乳汁のBrix値は高く、乳房炎に注意を要する分娩前乳汁のBrix値は低くなる^{と推察できた}。

これを確かめるために、分娩前乳汁検査後の抗生剤投薬歴のある10分房を除く133分房の分娩前乳汁のBrix値をアメ状が偏在した30%からCMT変法の陽性判定平均を下回る15%までを5%間隔で階層に分けて分娩後乳房炎発症分房の割合を示した(図3)。分娩後に乳房炎を発症した12分房は分娩前乳汁のBrix値が25%未満の階層(44分房)に偏在し、25%以上の階層(89分房)で分娩後に乳房炎を発症した分房はなかった(図3)。そこで、分娩前乳汁のBrix値25%を境界値として、分娩後乳房炎の発症を比較したところ、境界値の25%以上ならば分娩後の乳房炎を発症しにくく、境界値未満では発症率は高かった(表5)。

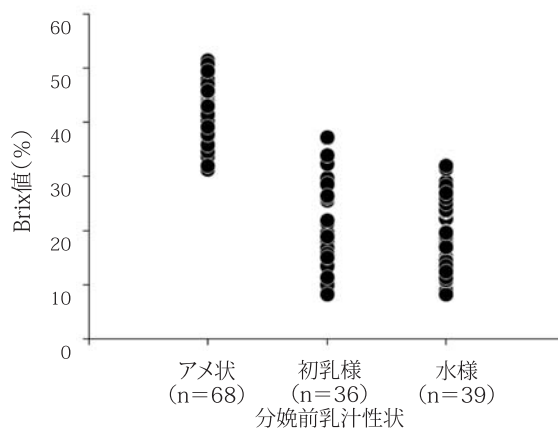


図2 分娩前乳汁の性状とBrix値(%)

表3 分娩前乳汁検査成績と初乳(合乳)の有意菌検出状況

	分娩前乳汁の性状及び CMT変法の判定	検出率		
		頭	頭	%
経産牛	全分房がアメ状	0	5	0.0 n. s.
	性状が水様～初乳様 かつ CMT変法で中間～陽性の分房がある	5	6	45.4
初産牛	全分房がアメ状	0	2	0.0*
	性状が水様～初乳様 かつ CMT変法で中間～陽性の分房がある	7	0	100.0

(注)Fisherの正確検定、*P<0.05

脚注1 酪農現場における分娩前乳汁の性状分類やCMT変法の判定は目視による主観的判定であるため、判定の迷いやバラツキ⁵⁾を生じやすい。

分娩前乳汁の性状とCMT変法の判定とBrix値25%境界値の上下、および分娩後の乳房炎発症の有無の関係を解析したところ、分娩前乳汁がアメ状性状であること、分娩前乳汁のCMT変法の判定が陰性であること、および分娩前乳汁のBrix値が25%以上であることは、分娩後に乳房炎を発症しないことと同様の範疇にあることが確認された(図4)。

以上の結果から、分娩前の乳汁Brix値^{脚注2}は乳汁性状やCMT変法と同様に分娩後の乳房炎を発症しない分房を予察する手段として利用できる。

第2節 牛群検定成績を利用した次期泌乳期の乳房炎予察の検討

1 試験方法

(1) 経産牛における分娩前乳汁Brix値と乾乳前の体細胞数(SCC)および乳房炎罹患歴の関係

当所で飼養したホルスタイン種のうち、平成23年1月～平成25年12月に2産目以降の分娩をした延べ30頭を供試牛として、前泌乳期の乳房炎罹患歴と分娩前乳汁Brix値を比較した。また、乾乳前の最後の牛群検定受

検から乾乳開始時の乾乳期用乳房炎軟膏を使用するまでの間に抗生物質の投薬をしていない25頭について乾乳前のSCCと分娩前乳汁Brix値を比較した。

なお、SCCは牛群検定の個体乳体細胞数成績を用いた。本試験において、乾乳前の最後に受検した牛群検定の個体乳SCC成績を「乾乳前SCC」、分娩後6週間以内に受検した牛群検定の個体乳SCC成績を「分娩後SCC」とした。また、分娩前乳汁Brix値は牛の分房ごとに測定し、全分房の中で最も低い値を示した分房乳のBrix値をその牛の分娩前乳汁の「最低Brix値」とした。前泌乳期の乳房炎既往歴は、当所の家畜診療簿の記録から確認した。

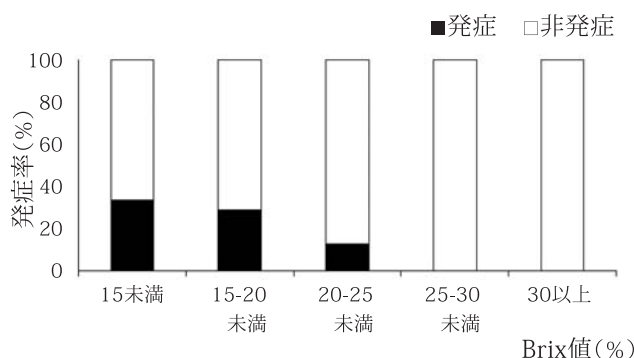


図3 分娩前乳汁のBrix値(%)と分娩後乳房炎発症率

表4 分娩前乳汁におけるCMT変法による乳房炎判定とBrix値(%)

	CMT変法による判定		
	陰性	中間	陽性
分房数	84	20	39
Brix値(%)	平均 38.1 ^A s d 7.9	25.1 ^B 8.6	16.2 ^C 6.5

(注1) 平均の多重比較は Tukey の方法で検定

(注2) 異符号間に有意差あり(P<0.01)

表5 分娩前乳汁のBrix値25%を境界値としたときの分娩後乳房炎発症

Brix値	分房数	分娩後乳房炎発症	
		分房数	発症率 %
25%未満	44	12	27.3 **
25%以上	89	0	0.0 **
計、平均 (Cont.)	133	12	9.0

(注) Fisherの正確検定、**P<0.01

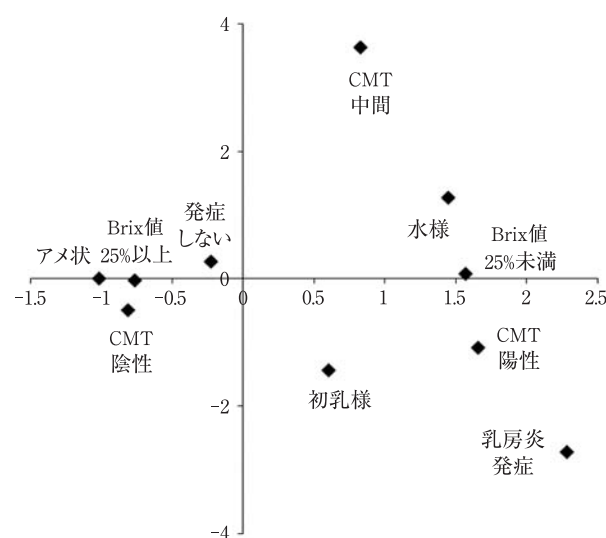


図4 分娩後乳房炎発症、分娩前乳汁性状、分娩前乳汁のCMT変法の判定、分娩前乳汁Brix値の数量化理論Ⅲ類による多変量解析結果

脚注2 分娩前乳汁検査での、性状分類、CMT変法、Brix値測定はいずれも有効な検査手法である。この中で、Brix値は数値による判定であり客観性に優れ、目視による中間的な判定の迷いやバラツキを解消することができる。また、酪農現場では分娩前乳汁は採取と同時に性状分類ができるので、アメ状性状ではないときにCMT変法やBrix値の測定を行えばよい。

(2) 牛群検定成績を利用した乳房炎(高SCC)牛予察の検討

「乾乳前SCC」と分娩前乳汁の「最低Brix値」の関係を認めたことから、牛群検定成績による分娩後乳房炎予察を検討した。

ア 供試牛

前述(1)の試験と同一の供試牛25頭、および福島県北地域の牛群検定受検酪農家5戸で飼養する、平成24年4月～平成25年8月に分娩した経産牛81頭の計106頭を供試した。なお、地域酪農家の飼養牛を供試した理由は第一に試験精度を高める目的であり、第二に当所特有の飼養環境により得られた結果ではなく県内酪農家で一般的に言えることであることを確認するためでもある。

ここで、当所飼養牛は全て分娩予定の60日前に乾乳を開始し、牛群検定を受検していることから、条件を整えるため、酪農家飼養牛については乾乳期間が1ヶ月以上あり、分娩前130日以内に前泌乳期の牛群検定を受検した牛に限定した。なお、酪農家飼養の供試牛は分娩前乳汁採取を実施していない。

イ 調査分析

供試牛の「乾乳前SCC」と「分娩後SCC」を比較した。なお、福島県生乳委託者委員会は乳質を良い順に、SCCが $200 \times 10^3/\text{ml}$ 未満、 $200 \sim 300 \times 10^3/\text{ml}$ 、 $300 \times 10^3/\text{ml}$ 以上に格付けしており、本研究でのSCCは福島県生乳委託者委員会による乳質の格付けに従い分類した。

(3) 経産牛における分娩前の乳房炎予察のためのスクリーニング検査のフローの作成と診断率

これまでに得られた結果を基に、乾乳前の牛群検定成績と分娩前乳汁検査(性状分類、Brix値)を組合せた、分娩前の乳房炎予察のためのスクリーニング検査のフロー(以下、予察フローとする。)を作成した。

次に、作成した予察フローを評価するために、当所飼養の経産牛で平成23年4月～平成26年3月に分娩し、乾乳前1ヶ月から分娩までに乾乳期用乳房炎軟膏を除く抗生物質投薬歴が無い牛34頭について、予察フローで「乳房炎注意」群と「乳房炎になりにくい」群に分別した。分娩後6週間までの乳房炎発症の有無を確認し、この予察フローの診断率(感度、特異度、正診率、陽性予測値、陰性予測値)を求めた。なお、分娩後の乳房炎判定は臨床症状⁴⁾を認めた、または分娩後SCCが $200 \times 10^3/\text{ml}$ 以上となった牛についてCMT変法を実施して判定した。

2 試験結果及び考察

(1) 経産牛における分娩前乳汁Brix値と乾乳前SCC及び乳房炎罹患歴の関係

前泌乳期の乳房炎既往歴の有無と分娩前乳汁の「最低Brix値」が乳房炎を発症しにくい25%の境界値との関連性は認めなかった(表6)。このことから、乳房炎既往歴を次の分娩後の乳房炎予察に利用することは難しいと判断した。

「乾乳前SCC」と分娩前乳汁のBrix値を調査したところ、分娩前乳汁の「最低Brix値」が25%以上であった牛7頭の「乾乳前SCC」は $35 \times 10^3/\text{ml}$ 以下に偏在した(図5)。このことから、「乾乳前SCC」は分娩後の乳房炎予察に利用できる可能性があると考えられた。そして、牛群検定受検農家であれば、検定データを見るだけで「乾乳前SCC」がわかるため費用や労働負担の一切かからない有望な手法である。

(2) 牛群検定成績を利用した乳房炎(高SCC)牛予察の検討

「分娩後SCC」が福島県生乳委託者委員会による格付けで最も悪いとされる、 $300 \times 10^3/\text{ml}$ 以上の牛は、「乾

表6 乳房炎既往歴と分娩前乳汁Brix値

分娩前乳汁のBrix値	乳房炎既往歴		
	あり	なし	
全乳房25%以上	3	4	n.s.
25%未満の乳房あり	15	8	

(注) Fisher の正確検定

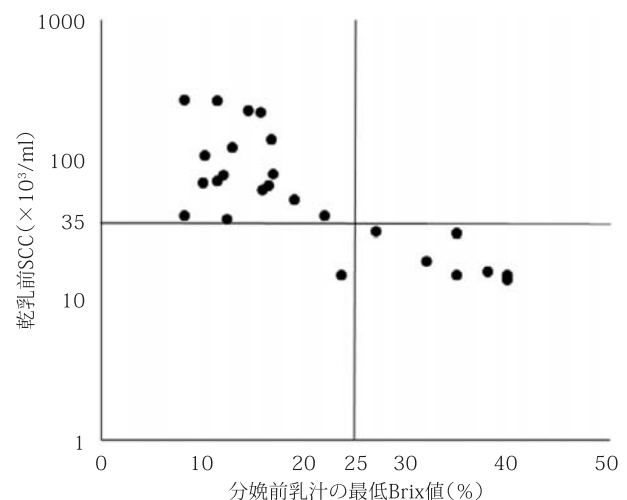


図5 乾乳前SCCと分娩前乳汁の「最低Brix値」

乳前SCC」が $35 \times 10^3/\text{ml}$ 以上であった(図6)。

そこで、「乾乳前SCC」を福島県生乳委託者委員会による格付けに $35 \times 10^3/\text{ml}$ 以下の階層を加えて段階別に検討した。「分娩後SCC」が $300 \times 10^3/\text{ml}$ 以上の牛の割合は、「乾乳前SCC」が $35 \times 10^3/\text{ml}$ 以下のとき0.0%、 $35 \sim 200 \times 10^3/\text{ml}$ では6.8%、 $200 \sim 300 \times 10^3/\text{ml}$ は40.0%、 $300 \times 10^3/\text{ml}$ 以上は38.5%であり、 $200 \times 10^3/\text{ml}$ を境に有意に増加した(図7)。牛群検定データから得られた「乾乳前SCC」は、乾乳前や乾乳期の乳房炎対応の必要性を判断する¹⁾のみではなく、分娩後に乳房炎(高SCC)牛になる可能性の高い牛を検出する手段として利用できる。

ここまでの結果から、「分娩前乳汁の「最低Brix値」が25%未満で分娩後に乳房炎を発症しやすい牛になる”あるいは「分娩後SCC」が $300 \times 10^3/\text{ml}$ 以上になる”ことに対する危険性を「乾乳前SCC」で評価する場合の境界値として $35 \times 10^3/\text{ml}$ と $200 \times 10^3/\text{ml}$ を考えることができる。

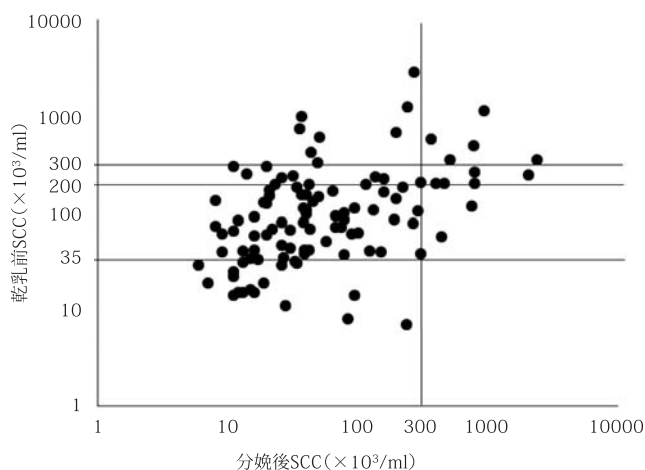
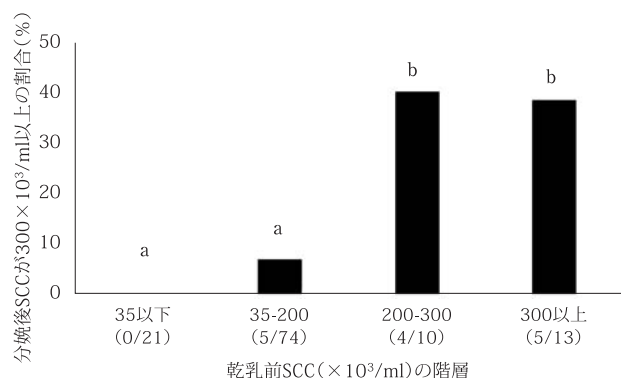


図6 乾乳前SCCと分娩後SCC



(注1) SCCの単位は $10^3/\text{ml}$
 (注2) ()内は出現頭数/階層の頭数
 (注3) 異符号間に有意差あり(Fisherの正確検定、 $P < 0.05$)

図7 乾乳前SCC階層別の分娩後SCCが $300 \times 10^3/\text{ml}$ 以上牛の占める割合

この2つの境界値に対する「分娩後SCC」(表7)を基に診断率を求めたところ、「乾乳前SCC」から「分娩後SCC」 $300 \times 10^3/\text{ml}$ 以上となる危険性を予測するにあたり、境界値を $35 \times 10^3/\text{ml}$ とした場合は感度(「分娩後SCC」 $300 \times 10^3/\text{ml}$ 以上の牛が境界値以上であった割合)が突出して高く、一方、境界値を $200 \times 10^3/\text{ml}$ としたときは、特異度(境界値未満の牛が「分娩後SCC」 $300 \times 10^3/\text{ml}$ 以上にならなかった割合)と正診率(正しく予測できた割合)が高かった(表8)。

「乾乳前SCC」を乳房炎予察に利用する目的は、より低コストかつ省力的な方法で、より早期に分娩後乳房炎になりにくい牛を振り分けることで、乾乳後期(分娩予定10日前)の分娩前乳汁検査の実施頭数を削減して一層の省力化を図ることにある。よって、「乾乳前SCC」では、より感度の高い $35 \times 10^3/\text{ml}$ を境界値として採用し、「分娩後SCC」が高くなりにくいと予測できない牛は、二次検査として分娩前乳汁検査を実施する。

(3) 分娩前乳汁採取が「分娩後SCC」に及ぼす影響

本法における懸念は、各分房の分娩前乳汁を採取して検査で健康な分房と乳房炎に注意すべき分房を分けるため、健康な分房からの乳汁採取が悪影響を及ぼすのではないかとということであろう。乾乳期の乳頭口を塞いでいるケラチン層は細菌の乳房内への侵入を防いでいる¹²⁾ため分娩前の採乳が乳房炎の誘因となること

表7 分娩前乳汁SCCの境界値と「分娩後SCC」

SCC境界値 ($\times 10^3/\text{ml}$)	分娩後SCC ($\times 10^3/\text{ml}$)	分娩後SCC ($\times 10^3/\text{ml}$)	
		300未満	300以上
35	境界値未満	21	71
	境界値以上	0	14
200	境界値未満	77	15
	境界値以上	5	9

表8 「乾乳前SCC」の境界値による「分娩後SCC」が $300 \times 10^3/\text{ml}$ 以上になる危険性を予測した場合の診断率

SCC境界値 ($\times 10^3/\text{ml}$)	診断率 (95%信頼区間)	%	
		%	%
35	感度	100	(77 以上)
	特異度	20	(15 ~ 33)
	正診率	30	(24 ~ 43)
200	感度	64	(35 ~ 87)
	特異度	84	(75 ~ 91)
	正診率	81	(72 ~ 88)

(注) 信頼区間はベータ分布より求めた

が憂慮される。しかし、分娩前乳汁の採取が「分娩後SCC」の影響に関する報告はない。

そこで、(2)の試験供試牛が「所内飼養供試牛は分娩前乳汁採取を実施し、農家飼養供試牛は分娩前乳汁採取を実施していない」ことを利用して、所内飼養牛を採取区、農家飼養牛を不採取区として、乾乳前と分娩後のSCCを比較し、採取区と不採取区の結果を比べることで分娩前乳汁採取による「分娩後SCC」への影響を確認した。

なお、乾乳前の乳房炎に起因する影響を避ける目的で、「乾乳前SCC」は福島県生乳委託者委員会によるSCCの格付けで最も良い 200×10^3 /ml未満に限定し、所内飼養牛19頭(採取区)と農家飼養牛62頭(対照区)のデータを供試した。さらに「乾乳前SCC」を全分房に問題がないとして分娩前乳汁検査を実施しない 35×10^3 /ml以下と、乾乳前SCCから分娩前乳汁検査を実施する 35×10^3 /ml超 200×10^3 /ml未満に分けて分析した。

採取区、対照区とも、乾乳前SCCと分娩後SCCで差を認めなかった(表9)。このことから、乾乳前SCCが 200×10^3 /ml以下の牛では、分娩前乳汁採取によって分娩後SCCが上昇するとは言えず、分娩前乳汁の採取時に搾乳と同程度の衛生的な配慮(乳頭口の清布と搾乳後のディッピング)をすることで対処できると考えられた。

表9 乾乳前SCCが 200×10^3 /ml以下の牛における分娩前乳汁採取と分娩後SCC

乾乳前SCCの区分		35以下	35超200未満
採取区	頭数	9	10
	分娩後SCC	17 ± 9 n.s.	96 ± 81 n.s.
	乾乳前SCC	18 ± 7	81 ± 35
不採取区	頭数	12	50
	分娩後SCC	48 ± 65 n.s.	103 ± 53 n.s.
	乾乳前SCC	24 ± 10	100 ± 164

(注1) SCCの単位は $\times 10^3$ /ml

(注2) Studentのt検定

表10 分娩前の乳房炎予察のためのスクリーニング検査の項目ごとの判定結果

分娩前の乳房炎予察のためのスクリーニング検査のフローの検査項目		n	判定	
			はい (乳房炎になりにくい)	いいえ (乳房炎に注意)
牛群検定	乾乳前SCC 35×10^3 /ml以下	34	11	23
分娩前乳汁	性状がアメ状	23	4	19
	Brix値25%以上	19	2	17

(4)経産牛における予察フローの作成

乾乳前の牛群検定成績と分娩前乳汁検査(性状分類、Brix値)を組合せて、分娩前の予察フローを作成した(図8)。判定は「乾乳前SCC」が 35×10^3 /ml以下か超か、分娩前乳汁検査の乳汁性状はアメ状であるか否か、Brix値は25%以上か未満かの3項目で作成した。

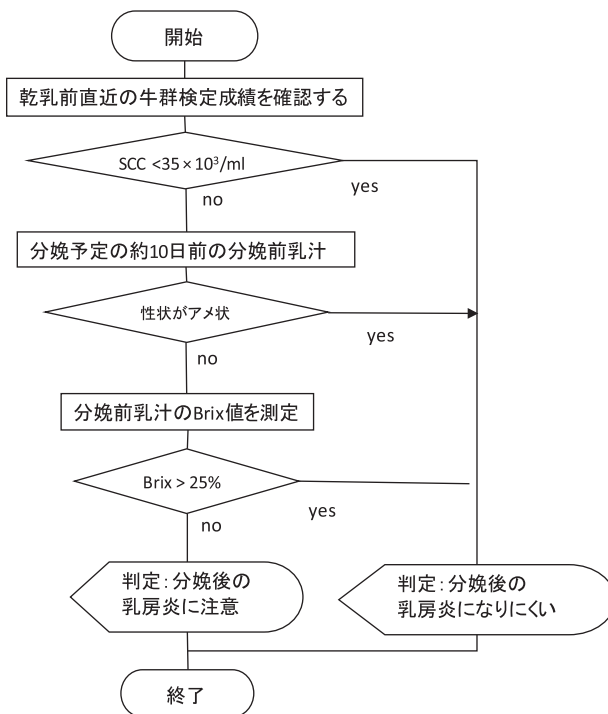


図8 分娩前の乳房炎予察のためのスクリーニング検査のフロー

(5)分娩前の予察フローの診断率

分娩前の予察フローに従い、供試牛34頭を「乳房炎に注意」と「乳房炎になりにくい」に分別したところ、「乾乳前SCC」で11頭、分娩前乳汁の性状で4頭、Brix値で2頭の計17頭が「乳房炎になりにくい」、残り17頭が「乳房炎に注意」と判定された(表10)。

判定別に分娩後SCCを調査したところ、「分娩後SCC」が $300 \times 10^3/\text{ml}$ 以上の牛は分娩前に「乳房炎に注意」となった群に偏在した(表11)。さらに、判定別に分娩後の乳房炎発症の有無を調査したところ、「乳房炎になりにくい」と判定された17頭のうち16頭は乳房炎を発症せず、「乳房炎に注意」と判定された17頭のうち7頭が乳房炎を発症した(表12)。

なお、「乳房炎になりにくい」と判定されたにも関わらず乳房炎を発症した1頭は、分娩後5日目の乳汁検査で正常乳を確認しており、また、分娩後SCCも $300 \times 10^3/\text{ml}$ 未満であったことから分娩後の新規感染であったと推察した。

以上の結果から、作成した分娩前の予察フローによる予察の診断率を求めたところ、分娩後に乳房炎になった牛を「乳房炎に注意」判定していた割合を示す感度は88%(95%信頼区間47%~99%)、分娩後に乳房炎にならなかった牛を「乳房炎になりにくい」判定していた割合を示す特異度は62%(95%信頼区間41%~79%)、正しく判定できた割合を示す正診率は67%

表11 予察フローによる判定と分娩後SCC

分娩後SCC ($\times 10^3/\text{ml}$)	分娩前の乳房炎予察のための スクリーニング検査の判定	
	乳房炎になりにくい	乳房炎に注意
300未満	17	10
300以上	0	7

表12 予察フローによる判定と分娩後乳房炎発生状況

分娩後 6週間まで	分娩前の乳房炎予察のための スクリーニング検査の判定	
	乳房炎になりにくい	乳房炎に注意
乳房炎ではない	16	10
乳房炎を発症	1	7

表13 予察フローの診断率

	診断率 (95%信頼区間)		
	%		%
感度	88	(47 ~ 99)	
特異度	62	(41 ~ 79)	
正診率	67	(49 ~ 82)	
陽性予測値	41	(18 ~ 67)	
陰性予測値	94	(71 ~ 99)	

(注)信頼区間はベータ分布より求めた

(95%信頼区間49%~82%)、「乳房炎に注意」と判定された牛が実際に乳房炎牛となった割合を示す陽性予測値は41%(95%信頼区間18%~67%)、「乳房炎になりにくい」と判定された牛が実際に乳房炎にならなかった割合を示す陰性予測値は94%(95%信頼区間71%~99%)であった(表13)。

本試験の乳房炎予察技術から作成した分娩前の乳房炎予察のためのスクリーニング検査のフローは感度と陰性予測率が高く、分娩後に乳房炎になる牛を見逃さないことが特徴である。

ここで、牛(個体)単位での陽性予測値は41%であるが、そもそも、この分娩前の乳房炎予察のためのスクリーニング検査のフローは最終的に「なりやすい」分房を判別しており、「なりやすい」分房を持つ個体を「なりやすい」牛としている。第1節の表1で経産牛の分娩後乳房炎の分房別の発症率は10.2%であった。当所飼養牛の分房別の分娩後乳房炎発症率が常に10.2%であると仮定すると、ほとんどの乳房炎発症牛は1分房の発症であり、複数分房が発症することは稀である。事実、予察フローで「乳房炎になりにやすい」と判定された牛の41%(陽性予測値)で発症した。このことから、乳房炎発症牛の多くは全4分房のうち1分房が発症しているのと思われ、分房単位の予察ができることは分房ごとの対応策を講じる上で有利である。これに続く、治療のための検査(乳汁の細菌学的検査)コスト¹⁰⁾や労働負担を考慮すると、分娩前の乳房炎予察のためのスクリーニング検査のフローは利用できると判断した。

摘要

分娩前乳汁の性状、CMT変法による乳房炎検査、及びBrix値と分娩後乳房炎発症、「分娩後SCC」の関係を解析した。前泌乳期の乳房炎罹患歴及び「乾乳前SCC」について、分娩前乳汁Brix値との関係を解析した。「分娩前SCC」と「分娩後SCC」の関係を解析した。これらの結果に基づき、経産牛における分娩前の予察フローを作成し、予察の判定と分娩後乳房炎発生状況から診断率を求めた。

- (1) 経産牛では分娩前乳汁の性状と分娩後の乳房炎の発症状況を調査した結果、分娩前乳汁の性状がアメ状のとき、その他の性状(水様~初乳様)と比較して分娩後の乳房炎は発症しなかった。
- (2) 経産牛の分娩前乳汁Brix値と分娩後の乳房炎発症状況を調査した結果、分娩前乳汁のBrix値が25%以上のとき、分娩後の乳房炎を発症しなかった。

- (3) 分娩前の乳汁性状とBrix値の関係を解析した結果、分娩前乳汁の性状がアメ状のとき、Brix値は25%以上であった。
- (4) 前泌乳期の乳房炎既往歴と分娩前乳汁の「最低Brix値」が25%以上となった割合を比較したところ、既往歴の有無で差を認めなかった。
- (5) 牛群検定の「分娩後SCC」が $300 \times 10^3/\text{ml}$ になる割合を調査したところ、「乾乳前SCC」が $300 \times 10^3/\text{ml}$ 未満は、「分娩後SCC」が $300 \times 10^3/\text{ml}$ 以上になる割合が高かった。しかし、分娩後SCCが $300 \times 10^3/\text{ml}$ 以上になる割合が5%未満であったのは乾乳前SCCが $35 \times 10^3/\text{ml}$ 以下の階層だけであった。
- (6) 以上の解析結果を基に検査項目を時系列に並べて予察フローを作成した。この予察フローは、はじめに乾乳前の牛群検定の体細胞数成績で境界値を $35 \times 10^3/\text{ml}$ として分別、SCCが $36 \times 10^3/\text{ml}$ 以上の場合、分娩前乳汁の性状を判別し、アメ状性状以外のときはBrix値を測定し25%未満のものを乳房炎「要注意」牛(分房)と判定する。
- (7) 作成した予察フローを使用して乳房炎に「なりにくい」と「要注意」に判別した牛の分娩後乳房炎状況を調査し、分娩後乳房炎予察技術の診断率を求めた結果、感度88%、特異度62%、正診率67%、陽性予測値41%、陰性予測値94%であった。
- 6) Natzke,R.P. 1981.Elements of mastitis control. J. Dairy Sci. 64:1431-1442.
- 7) 齋藤清美・奥友正範・藤澤牧人・西川裕夫. 2007. ホルスタイン種乳牛における初乳中免疫グロブリンG濃度の簡易推定法.岩獣会報.33(4):145-147.
- 8) S.M.Deelen, T.L.Ollivett, D.MHaines, K.E.Leslie. 2014. Evaluation of a Brix refractometer to estimate serum immunoglobulin G concentration in neonatal daily calves. J. Dairy Sci. 97:3838-3844.
- 9) O.M.Radostis, C.C.Gay, D.C.Blood, K.W.Hinchcliff. Veterinary Medicine 9th edition.2000. W.B.Saunders Company Ltd:603-632.
- 10) 高橋茂隆・小野耕一・笹田裕司・真鍋圭哲. 正確で迅速な乳房炎検査法の検討. www.pref.kagawa.jp/chikusan/eisei/H19/H19-10.pdf.(2015年11月20日現在)
- 11) 武井直樹・海老原克伸・小林孝至・名倉義男・藤田優.2005. 山羊初乳のBrix値とIgG値の相関性について. 日本家畜管理学会誌・応用動物行動学会誌41(3):171-173.
- 12) 鳥居伸一郎. 2005. 酪農と肉牛生産の現場におけるペプチドミネラルの活用. 牧草と園芸. 53(2):15-20.
- 13) 渡辺昭三・篠田翼・淵向正四郎・佐藤匡美・林英夫. 1965.乳房炎の簡易診断法の利用について.東北農業研究7:205-207.

謝辞

本試験の論文作成にあたり福島県北地域飼養乳牛の情報収集にご協力していただいた福島県酪農業協同組合の県北支所の皆様、飼養乳牛の情報を提供いただいた酪農家の皆様に深謝いたします。また、本試験の遂行と供試牛の飼養管理にあたり御助力いただいた酪農科の皆様に感謝します。

引用文献

- 1) 相原光男.牛群検定クイックチェック.2015. 全国酪農協会:42-43.
- 2) 原茂.ミルカーと乳房炎.1978.全国乳質改善協会:279-288.
- 3) 板垣昌史・貝健三・小峰優美子.2005.牛乾乳期乳房炎の実態とその対策.日本家畜臨床学会誌28(2):67.
- 4) 家畜共済の診療指針(II).1994.全国農業共済協会:167-170.
- 5) 森永史昭・和田卓也・加藤信正.2012. 分娩前乳汁の性状を活用した乳房炎対策. 福井県畜産試験場研究報告(25):6-13.