

原 著

遠心分離により血沈が生じた乳牛個体乳の血液濃度と 牛群成績の関連性について

猫本健司¹・安田楓花¹・土屋怜¹・菅原崇²・四宮紀之²・田村知久²

¹酪農学園大学 農食環境学群, 北海道江別市, 069-8501

²とから財団, 北海道帯広市, 080-2462

要 約 酪農現場では乳房内出血が原因と推定されるピンク色を呈する生乳（以下、血乳と呼称する）が搾乳されることがある。血液混入の検査は目視（色沢）の他、乳業会社によってはバルク乳の遠心分離により血液沈殿（以下、血沈と呼称する）の有無を判定する精密検査を実施している。しかし、いずれの方法も血液混入の有無しか判断できず定量できないことから、筆者らは「とから財団」が開発中の簡易型血液混入検査装置を用いて、現場で生じた血乳中の血液濃度を定量し、症状の推移や体細胞数などの牛群成績との関係を検討してきた。本研究では、個体乳を対象に遠心分離による血沈発生の有無と、血液混入量や牛群成績との関係について報告する。1酪農場（経産牛70～80頭）において、2年間に目視で確認された血乳は2個体であり、目視で確認できる限界濃度（0.01%）を上回る明らかな血乳が確認された。一方、同酪農場にて牛群検定の際に採取した個体乳（2020年9月の70個体乳と2021年9月の64個体乳）において、遠心分離により血沈が生じたのはそれぞれ6および5個体乳であり、血沈の発生割合は8.2%、血液濃度は0.0004～0.0060%の範囲であった。血沈検出と非検出個体における血液濃度の平均はそれぞれ 0.0022 ± 0.0015 , $0.0011 \pm 0.0008\%$ となり、5%水準で有意な差が認められた。しかしながら、血沈が生じた個体乳11検体のうち2検体の血液濃度は非検出個体乳の平均値（0.0011%）よりも低く、さらに、血沈非検出個体乳123検体のうち7検体は、検出個体乳の平均値（0.0022%）を上回り、溶血などの原因により血沈が生じていない可能性が示唆された。したがって、遠心分離による血乳検査は目視よりも検出精度が高いものの、不確実な方法であることが示唆される。このことから、本研究で用いた簡易型血液混入検査装置で血液濃度を定量できる意義は極めて高いと考えられた。

キーワード: 血乳、血液濃度、血沈、体細胞数、酪農場

受領日: 15.08.2023. 受理日: 11.10.2023.

日本畜産環境学会誌

緒 言

酪農現場では乳房内出血が原因と推定される血液が混入していることでピンク色を呈す

る生乳（以下、血乳と呼称する）が搾乳されることがある。血液が生乳に混入する要因として、①急激な乳房の膨張などによる血液の

遠心で血沈が生じた生乳の血液濃度

滲出といった生理的要因、②乳房を打撲したり蹴ったりする物理的要因、③乳房炎などの炎症性疾患による病的要因が考えられる[2, 7]。

現在行われている生乳への血液混入の検査方法には、目視（色沢）で判断する方法と高速遠心によるものがある。しかし、いずれの方法も血液の有無しか判断できず、定量できないことから、血乳の原因や症状の推移などを検討することが困難であった。そこで筆者らは、公益財団法人「とちかち財団」と共同研究を実施し、同財団が開発中の簡易型血液混入検査装置を用い、実際の現場で搾乳される生乳中の血液濃度の定量を試み、初乳や乳房の打撲および乳房炎により血乳が生じた個体における、生乳中の血液濃度や体細胞数などから症状の推移や生乳出荷の可否などを検討した[6]。

ピンク色を呈する明らかな血乳であれば一般的にミルカー装着前の前搾り時に発見できるため、バルク乳に混入する生乳出荷事故につながることは少ない。しかし、目視で確認できる下限の血液濃度は0.01%[3]とされ、その判定には熟練経験が必要である。その上、仮に10,000Lのバルク乳中の血液濃度が0.01%弱の場合、1.0L弱の血液が混入していることになり、少ない量とは言えない。また、ミルカー装着後の搾乳中に出血が生じた場合、作業者が発見するのは困難であり、血液がバルク乳に混入する可能性がある。そこで、乳業会社によっては、バルク乳の遠心分離により血液沈殿（以下、血沈と呼称する）の有無を判定する、目視で検出できないレベルの精密検査を実施している。しかし、血沈が生じた場合でも、どの程度の血液混入量であるかは明らかになっていない上、その原因を推定することは困難である。筆者らは血液混入検査装置を用い、目視で確認できる濃度よりはるかに低い、ごく微量で問題ないレベルの範囲であるが、産次数や体細胞数が高い個体乳中の血液濃度は高まる傾向があることを

報告した[5]。しかし、血沈発生の有無と血液混入量や乳成分との関係については明らかになっていない。

そこで本研究では、一酪農場において2年間、血乳の発生状況について調査を実施した上で、年1回すべての個体乳を採取し、遠心分離を実施して血沈発生の有無を確認するとともに、血液濃度と体細胞数などの牛群成績との関係を検討した。

材料および方法

1. 調査対象酪農場

北海道・道東地方のH農協に所属し、つなぎ飼いで式牛舎で放牧を行っている1酪農場を調査対象とし、概観を図1に示した。この酪農場の経産牛飼養頭数は70～80頭であった。

2. 調査対象個体乳

調査対象酪農場における牛群検定の際に採取した個体乳（2020年9月14日の70検体、2021年9月9日の64検体）を入手し、各測定に供した。

また同酪農場において、2020年1月～2021年12月までの2年間における血乳の発生状況を調査し、血乳が生じた場合は1週間程度、朝夕に個体乳を採取し、血液濃度や体細胞数



図1 調査対象酪農場の概要

遠心で血沈が生じた生乳の血液濃度

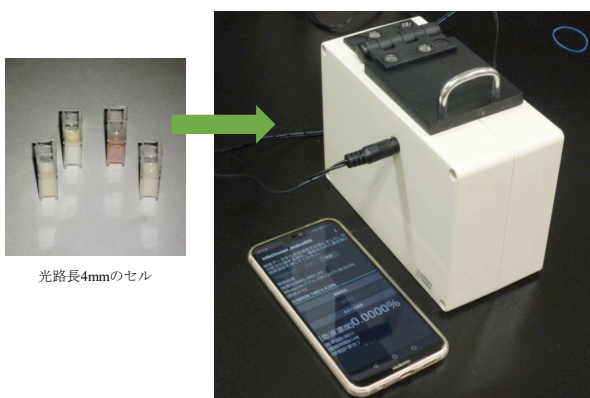
を測定した。

3. 血液濃度の測定方法

搾取した個体乳の血液濃度を、簡易型血液混入検査装置（図2）にて測定した。同装置の概要や操作方法は以前の報告と同様とした[6]。

4. 遠心分離による血液沈殿の検査

各個体乳を1.5ml容量の遠沈管に注入し、遠心機（日立工機株製CF15RX）にて10,000rpmで10分間の高速遠心を行い、血液などの沈殿の有無を調べた。



光路長4mmのセル

図2 簡易型血液濃度検査装置

遠心法では、目視では確認できない微量（0.01%未満）の血液混入を検出することができ、一部の乳業会社で精密検査として実施されている。

なお、高速遠心で確認された血沈の例を図3に示した。



高速遠心機



図3 高速遠心で確認された血沈の例

5. 体細胞数の測定

体細胞数については、牛群検定で農協から提供される数値を解析に用いた他、牛群検定以外の個体乳における体細胞数については、直接鏡検法であるブリード法[1]にて測定した。

結果

1. 血乳の発生状況

調査対象酪農場において、2020年1月～2021年12月までの2年間に目視で確認された血乳は2個体（①と②）であり、ともに分娩数日前に乳頭から突発的な出血がみられた。2個体における個体乳の体細胞数と血液濃度を表1に示した。

個体①では分娩日（2020年12月14日、4産）後の0.5日目と1.5日目の搾乳時に血液濃度が0.01%を上回る、目視で検出可能な血乳が確認された。個体②では分娩日（2021年5月3日、4産）後の0.5～2.5日の搾乳時に血液濃度が0.01%を上回る明らかな血乳が確認された。分娩直後の体細胞数は比較的低めな数値であったが、個体②では5日目以降に値の上昇が見られた。

なお、血乳における搾取乳の色調や血液沈殿（自然沈降）の例として、個体②のサンプルを図4に示した。

遠心で血沈が生じた生乳の血液濃度

表1 血乳発生個体乳の体細胞数と血液濃度

分娩後日数	個体①		個体②	
	体細胞数 (千個/ml)	血液濃度 (%)	体細胞数 (千個/ml)	血液濃度 (%)
0.5	17.1	0.0126	13.7	0.0808
1.0	21.7	0.0068	90.1	0.4540
1.5	18.2	0.0136	47.9	0.0384
2.0	13.7	0.0059	60.4	0.0212
2.5	6.8	0.0038	16.0	0.0192
3.0	5.7	0.0039	29.6	0.0048
3.5	10.3	0.0029	58.1	0.0058
4.0	8.0	0.0011	63.8	0.0028
4.5	4.6	0.0013	36.5	0.0030
5.0	6.8	0.0012	209.8	0.0016
5.5	3.4	0.0014	289.6	0.0006
6.0	6.8	0.0011	426.4	0.0016

2. 個体乳における血沈の発生と血液濃度や牛群データとの関係

(1) 血沈発生の割合

調査対象酪農場の牛群検定における全頭の個体乳サンプルを遠心した際に、血沈を検出した個体のデータを表2に示した。2020年9月の70個体乳と2021年9月の64個体乳において、血沈が生じたのはそれぞれ6および5個体乳であり、血沈の発生割合は8.2%であった。

(2) 血沈発生の有無と血液濃度との関係

表2の下方に、血沈検出11個体乳と、血沈非検出123個体乳における、牛群データの平均値を示した。血沈を検出した11個体乳におけ

る血液濃度は0.0004~0.0060%の範囲であり、いずれも目視(色調)で確認できる検出限界値(0.01%)以下であった(図5)。血沈検出と非検出個体における血液濃度の平均はそれぞれ 0.0022 ± 0.0015 , $0.0011 \pm 0.0008\%$ となり、5%水準で有意な差が認められた。

(3) 血沈発生の有無と牛群データとの関係

産次数や体細胞数が比較的高い個体乳中の血液濃度は高まる傾向がある(ただし、ごく微量で問題がないレベル)ことを以前報告したが[5]、今回実施した個体乳における血沈発生の有無と、産次数や分娩後日数および体細胞数との間には明らかな関連性は認められなかった。また、乳量や乳脂率などの乳成分については、血沈検出と非検出個体間に有意な差は認められなかった(表2)。

考察

過去の報告によると、血乳の確認によりバルク乳が廃棄された生乳出荷事故は、宮城県内の385戸において5年間に14件発生していた[4]。すなわち年間2~3件に過ぎず、血乳による生乳出荷事故の発生割合は少ないが、発生したら大きな損失を招くことになる。今回の対象酪農場でも血乳は年に1頭程度しか発見されず、目視で確認される血乳の事例は少なかった。

一方、対象酪農場における正常個体全頭を対象とした個体乳の遠心分離により、血沈が生じた割合は8.2%であった。もしこの割合が高まると、バルク乳でも血沈が生じる可能性が高ま

るため、目視で確認できる血乳の発生が少ない酪農場であっても、定期的な個体乳を検査する必要があると考えられた。

また、血沈が生じた個体乳に含まれる血液量は高めな傾向にあるものの、血沈非検出個体乳の血液濃度平均値

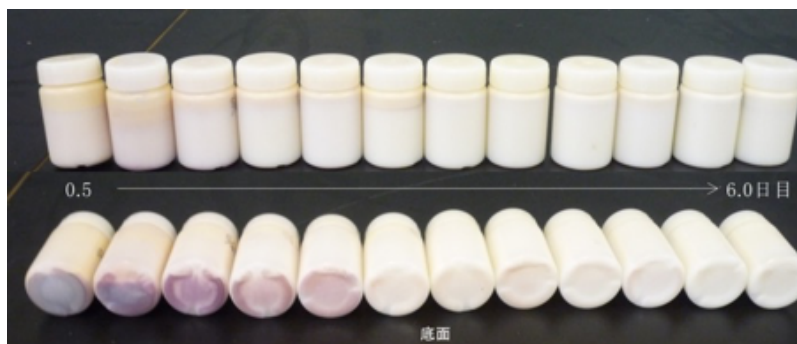


図4 個体②における搾取乳の色調や血液沈殿(自然沈降)の様子

遠心で血沈が生じた生乳の血液濃度

表2 遠心分離により血沈が生じた個体乳における牛群成績と各成分

検査日	耳標 番号	産次数	分娩後 日数	乳量 (kg/日)	乳脂率 (%)	無脂固 形分率 (%)	蛋白 質率 (%)	体細胞数 (千個/ml)	血液濃度 (%)
20/09/14	1282	6	152	26.1	3.90	8.35	3.09	59	0.0014
20/09/14	1299	5	464	24.7	3.59	8.81	3.62	230	0.0013
20/09/14	1345	4	285	21.2	4.00	9.02	3.97	74	0.0026
20/09/14	1535	3	75	31.7	3.22	8.07	3.14	1,400	0.0015
20/09/14	1733	1	375	15.2	4.41	9.69	4.39	170	0.0017
20/09/14	1734	2	345	27.5	3.61	8.28	2.83	13	0.0030
21/09/09	1345	5	341	21.2	4.00	9.02	3.97	74	0.0060
21/09/09	1482	3	753	14.5	4.25	8.23	3.49	130	0.0004
21/09/09	1620	4	391	32.1	4.20	8.72	3.19	17	0.0028
21/09/09	1789	2	652	28.4	3.94	8.53	3.06	14	0.0022
21/09/09	1861	1	315	19.6	4.35	9.23	3.73	73	0.0008
平均(血沈検出牛11頭)		3.3±1.7	300±210	24±6.0	4.0±0.36	8.7±0.49	3.5±0.48	76±49	0.0022±0.0015
平均(血沈非検出123頭)		2.7±1.6	280±180	23±7.2	4.2±0.70	8.9±0.41	3.6±0.43	107±55	0.0011±0.0008

** : P<0.01

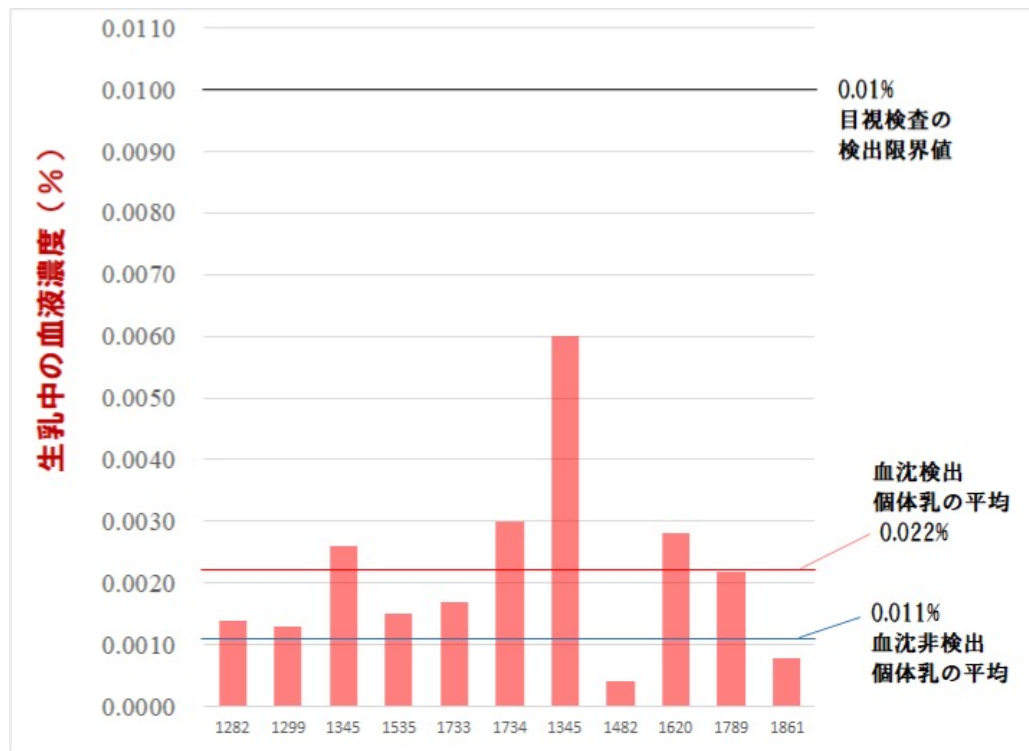


図5 血沈検出個体乳の血液濃度

遠心で血沈が生じた生乳の血液濃度

(0.0011%) よりも低い場合があった。さらに、血沈非検出個体乳 123 検体のうち 7 検体は、血沈検出個体乳の血液濃度平均値 (0.0022%) を上回る値 (0.0024~0.0048%) であった。これは血液が混入しても溶血などの原因により血沈が生じていない可能性が示唆される。したがって、遠心分離による血乳検査は目視 (色沢) よりも検出精度が高いものの、不確実な方法であることが示唆される。このことから、本研究で用いた簡易型血液混入検査装置を用いて定量する意義は極めて高いと考えられ、今後さらなるデータの充実が望まれる。

文 献

- [1] Breed, R.S. 1911. Centralb. F. Bakt. Part II 30:337-340.
- [2] ハードサポート株式会社. 2015. 血乳を考える. あしよろ・サポート通信. Vol. 4. 2015. 7.
- [3] 北海道酪農検定検査協会. 2015. 血乳検査に関する調査試験. 平成 27 年生乳検査事業成績書. 第 2 章. 調査試研 IX : 1-3
- [4] 菊池朋子ら. 2013. ホルスタイン種乳牛の宮城県における血乳症の発生状況と血乳中体細胞の観察. 産業動物臨床医誌 4(4) : 154-159
- [5] Nekomoto K., Komiya A., Sasajima Y., Yasuda F., Sugawara T., Shinomiya N. and Tamura T. 2021. Study of relationship between blood concentration in raw milk and milk quality and herd performance measures. Journal of Animal Production Environment Science No.21(1):46-53
- [6] Nekomoto K., Yoshida Y., Sasajima Y., Sugawara T., Shinomiya N. and Tamura T. 2020. Investigating the presence of blood in milk by using a simple device for quantitative determination of red blood cells. Journal of Animal Production Environment Science No.20(1):10-15
- [7] Saranya K. 2019. Management of Blood in Milk Condition in Postpartum Dairy Cow. International Journal of Current Microbiology and applied Sciences 8 (4): 2622-2623

Original Paper

Study of relationships between blood concentration in raw milk with blood sediment on centrifugation and herd performance measures in individual cows

Kenji Nekomoto¹ Fuka Yasuda¹, Rei Tsuchiya¹, Takashi Sugawara², Noriyuki Shinomiya²
and Tomohisa Tamura²

¹ College of Agriculture, Food and Environment Sciences, Rakuno Gakuen University, Bunkyodai,
Ebetsu, Hokkaido, 069-8501

² Tokachi-Foundation, Obihiro, Hokkaido, 069-8501

Some cows on dairy farms may produce raw milk with a pinkish tinge (hereinafter referred to as hemolactia), presumably due to bleeding within the udder. Blood contamination is detected by visual inspection, and in some dairy companies, bulk milk is centrifuged to check for blood sedimentation. However, neither method can quantitatively assess the degree of blood contamination. We have been using a simple measurement device, which is being developed by the Tokachi Foundation, to ascertain the relationship between hemolactia found at dairy farms and the herd performance measures (e.g., changes in symptoms and somatic cell counts). In this study, individual milk samples from all healthy cows on one dairy farm were centrifuged to examine how blood sediment and blood concentration affect herd performance measures such as somatic cell count. On a dairy farm with 70–80 multiparous cows, only 2 cases of hemolactia were detected by visual inspection (detection limit 0.01%) over a period of 2 years. However, when samples collected from individual cows on the same farm for herd performance measures were subjected to centrifugation, blood sedimentation was found in 6 of the 70 samples collected in September 2020 and in 5 of the 64 samples collected in September 2021. The occurrence rate of blood sedimentation was 8.2% and the blood concentration ranged from 0.0004% to 0.0060%. The mean blood concentration was $0.0022 \pm 0.0015\%$ in samples with blood sedimentation, and $0.0011 \pm 0.0008\%$ in those without blood sedimentation, and the difference was significant ($p < 0.05$). However, the blood concentration in 2 of the 11 samples with blood sedimentation was lower than the mean concentration (0.0011%) of samples without blood sedimentation. Furthermore, the blood concentration in 7 of the 123 samples without blood sedimentation was higher than the mean concentration (0.0022%) of samples with blood sedimentation, indicating that blood did not sediment, possibly due to hemolysis or other reasons in some samples. These results suggest that testing for

遠心で血沈が生じた生乳の血液濃度

hemolactia by centrifugation, although more accurate than visual inspection, is still an unreliable method. Therefore, we consider it highly significant that we were able to quantify blood concentrations with the simplified blood-contamination tester used in this study.

Key words: hemolactia, blood concentration, blood sediment, somatic cell, dairy farm

Corresponding: Kenji NEKOMOTO nekomoto@rakuno.ac.jp

Receipt of Ms: 15.08.2023. Accepted: 11.10.2023.
Journal of Animal Production Environment Science