



解説

新しい牛群検定成績表について(その14)

— 乳牛の健康管理について①— (乳脂肪率と蛋白質率)

電子計算センター 電算課長 相原光夫

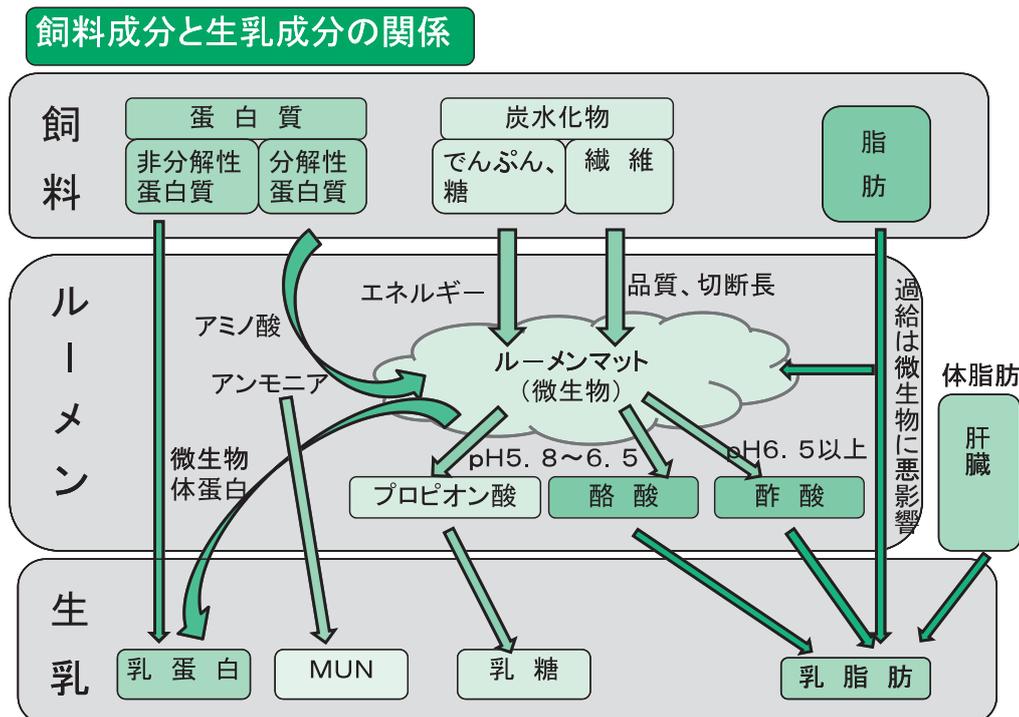
牛群検定の機能には、1) 飼養（健康）管理、2) 繁殖管理、3) 乳質・衛生管理、4) 遺伝的改良の4つの機能があります。今回は、飼養（健康）管理を、検定日の乳成分から読みとく方法を紹介します。健康と乳成分と聞くと一見なんの関係もないように感じられる方もいると思います。しかしよく考えてみてください。私たち人間の健康診断に血液検査は欠かせません。それは血液が体中を駆け巡っているのです。健康に問題があれば直ぐにその影響が血液に現れるからです。さて、牛乳を乳房で生成するための原料を運んでいるのは何だったのでしょうか？そうです血液です。1リットルの乳を生成するために400リットルの血液が乳房に流入する必要があるのはご存知だと思います。このように大量の血液により生成される牛乳の各乳成分値は血液検査ほどではありませんが、健康状態を垣間見ることができます。月に1回の牛群検定は、月に1回の健康診断に準ずるともいうことができます。

1 飼料から牛乳へ...

あたりまえかも知れませんが、牛乳は複雑な代謝過程を経て飼料から作られています。図1に飼料成分と乳成分の関係の図を示しました。この図は、反芻動物で

ある乳牛の消化や代謝の特異性を示し、乳牛の健康管理にとって重要な図です。ルーメン（第1胃）の異常などが、こういった経過で乳成分値に反映するか？その基本原理を示した図であるともいうことができます。

図 1

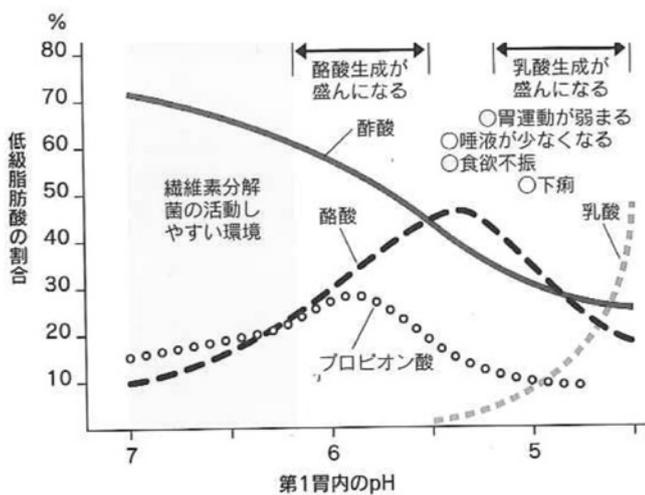


(1) 乳脂肪と乳糖の生成

反芻動物である乳牛にとって最も重要なのはしっかりしたルーメンマットを形成することです。そのためには、粗飼料（繊維）を十分に与えることが重要です。また、十分なルーメンマットが形成され微生物が活発に活躍するには、十分な濃厚飼料（でんぷん、糖）によりエネルギーを微生物が利用できるような環境を整える必要があります。こういった健康なルーメン内ではpHが6.5程度に保たれ酢酸菌が優位にたちます（図2）。そうすると、VFA（酢酸、プロピオン酸、酪酸等の低級脂肪酸の総称）の中の酢酸が主にルーメン内で作成され、血液に乗り肝臓を経て、牛乳本来の乳脂肪が生成されます。

また乳糖はVFAのうち主にプロピオン酸から生成されます。ルーメン内のpHが低い場合は、プロピオン酸の生成が盛んになり乳糖が増加します。このことはルーメン内の発酵異常を知る大きな手がかりとなります。

図2 ルーメン内の pH による VFA の生成



(2) 蛋白質とMUNの生成

ルーメンマットが十分に形成されたルーメンでは、微生物が飼料由来の蛋白質をアンモニアに分解し、これを効率よく微生物体蛋白に作り替えます。この微生物体蛋白は消化されたのち小腸からアミノ酸として吸収され血液に乗り乳房に運ばれます。乳腺で生乳中の乳蛋白質合成に利用されます。そして、余っ

たアンモニアは肝臓で尿素となり、これが生乳中に移行したものをMUNとして検出している訳です。

MUNもルーメン内の発酵状況を知る大きな手がかりになります。仮にMUNが高くなったとします。その原因は、アンモニアが多いからです。では、何故アンモニアが多いかと言えば、飼料の分解性蛋白質が多いか、アンモニアを利用してくれるルーメン微生物を増やす濃厚飼料（でんぷん、糖）が不足し機能していないからです。ルーメン微生物が機能しない原因として考えられるのは、粗飼料（繊維）不足または品質悪化や、濃厚飼料を一度に多給した結果起こるルーメンアシドーシスによることが考えられます。

このようにそれぞれ生成された乳成分により、ルーメンの発酵状況を知ることができ、ひいては給与飼料の診断として、利用することが出来るわけです。

2 乳脂肪率の棒グラフの見方

(1) 様式Aについて

図3は、新しい検定成績表の様式Aの個体検定日成績の見本になります。検定成績表については、様式A, B, Cの3通りがあることはこれまでも述べてきました。（様式A, B, Cの帳票見本は当団ホームページを参照 <http://liaj.lin.gr.jp/japanese/kentei/kentei.html>）そのうち、個体検定日成績を搾乳日数順に並べたものが様式Aになります。本稿においては様式Aにのみ表示されている乳脂率（および蛋白質率）の棒グラフを解説します。

なお、様式A以外の検定成績表をご利用いただいている方であっても、併せて繁殖台帳Webシステムをご利用いただくと、「検定成績の検討表」で同様のグラフをご確認いただけます。

(2) 具体的な事例

図4により、乳脂率に関する具体的な事例を紹介したいと思います。

図：順調な栄養管理を示しています。様式Aは搾乳日数順で牛が並んでいますので、全頭を通してこういったスムーズな棒グラフの流れを示します。泌乳初期

でも5%を越えることなく、泌乳ピーク期に若干乳脂率が下がっても、その後回復し3.5～4.0%程度を推移することが望ましいです。

全体のスムーズな流れがとりわけ重要です。デコボコしていたりする場合は、何らかの疾病等のトラブルが発生していると考えられます。様式Aは搾乳日数順で牛を並べていますので、このように**一目で牛群の状況を把握**することを可能としています。

㊦：分娩直後（太い実線の引かれる45日以前）の**5%以上の高乳脂率は脂肪肝**が疑われ肝機能障害を起している可能性があります。原因は乾乳期のボディークンディションを過肥にしてしまった場合に加え分娩前後の飼料給与で食い込みが悪いなどのエネルギー不足のときに多く発生します。図3の上から2行目9247号牛がこれに相当します。

図1のルーメンを中心とした飼料と乳成分の関係の中に、右端に小さく「肝臓」とあります。分娩直後は

食欲の減退などにより、エネルギー不足になることが多く、牛が削瘦します。つまり、体についての脂肪が消費されるということで、体脂肪動員と呼ばれています。体脂肪動員は、実際には血液中への遊離脂肪酸放出という形で行われます。この遊離脂肪酸が血液に乗り乳腺で乳脂肪として生成され、高乳脂率という現象となります。一方で、遊離脂肪酸は血液に乗り肝臓にも運ばれ、中性脂肪化し沈着します。これが脂肪肝で、肝機能障害を引き起こすことが知られています。肝機能障害は、繁殖性の悪化や栄養障害など実に様々な疾病の原因となります。乾乳中に過肥だった牛が分娩後に激しく削瘦すれば、㊦のような乳脂率が5%を越えるという状況が容易に出現し、このことが、脂肪肝による肝機能障害を引き起こすという危険な状態であることを示しています。

㊦㊦：乳脂率の減少という位置づけで一緒に説明します。乳脂率の減少は飼養管理面からみれば、食欲不振、

図3 様式A) 個体検定日成績

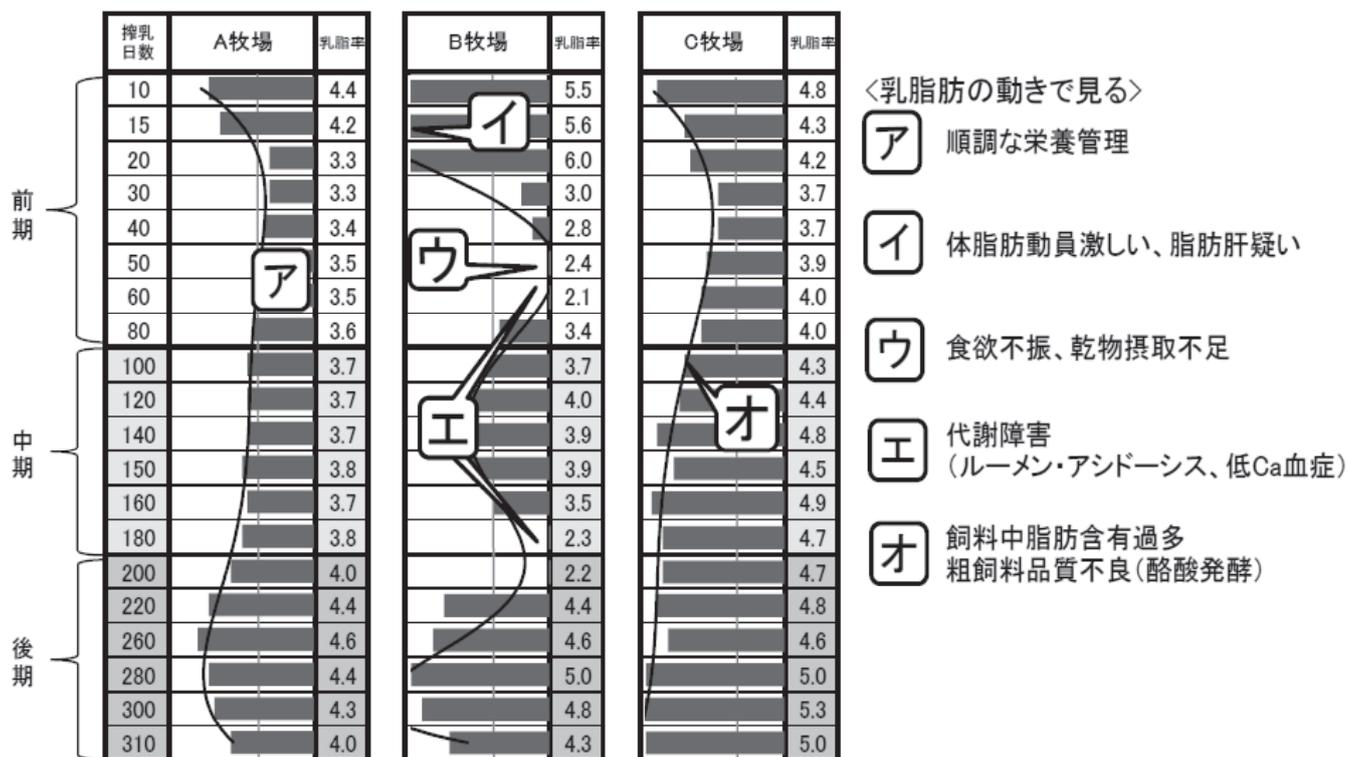
牛コード	分娩			搾乳又は乾乳日数	乳量 (kg)				乳脂率 (%)		蛋白質率 (%)			
	年月日	産次	産子性別		今月			標準乳量	前月	前々月	前月	今月		
					1回	2回	合計					3.5	3.0	
9245	211230	1	♂	3	18.0	18.0	34.8	42.0						
9247	211227	1	♀	3	14.0	19.0	33.0	38.8						
3385	211221	4	♀	3	18.2	19.6	37.8	32.6	乾乳	乾乳				
8077	211221	4	♀	3	17.0	22.0	39.0	33.6	乾乳	乾乳				
5435	211214	1	♂	1	12.4	16.0	28.4	30.4	初乳					
5291	211211	3	♀	1	22.0	26.0	48.0	39.9	32.2	乾乳	6.01	4.15	2.79	3.82
8076	211117	4	♂	1	17.6	23.0	40.6	33.9	36.0	乾乳	3.81	3.30	2.81	2.90
7920	211031	2	♂	1	18.0	23.0	41.0	36.7	41.6	37.0	3.63	3.65	3.06	2.88
8072	211018	4	♂	1	16.0	7.0	23.0	11.1	30.0	29.4	3.69	4.35	3.06	2.92
5429	210929	1	♀	1	11.2	15.0	26.2	29.6	30.4	33.2	3.48	3.47	2.99	2.96
5287	210921	3	♀	1	11.8	22.0	33.8	36.4	32.0	39.0	4.11	3.83	3.11	2.93
9244	210904	1	♀	1	11.2	14.4	25.6	30.7	27.4	36.4	3.60	3.48	3.06	2.96
5430	210723	1	♀	1	14.0	11.0	25.0	23.4	25.0	37.8	3.78	3.63	3.07	3.20
8061	210707	4	♂♀	5	14.8	19.0	33.8	30.9	30.4	35.6	3.49	3.37	3.13	3.08
5431	210514	1	♀	1	11.4	16.0	27.4	35.5	29.6	23.0	3.62	3.48	3.37	3.26
7903	210514	2	♀	1	12.0	14.0	26.0	33.2	21.0	23.4	4.70	5.01	3.67	3.55

乾物摂取量不足が原因です。フリーストールであれば喰い負けということもあり得ます。さらに、ルーメンアシドーシスなどの疾病が原因であることも多々あります。ルーメンアシドーシスは、図1に示したルーメンマットが全く機能しなくなる疾病です。ルーメンマットは粗飼料（センイ）からなりますので、濃厚飼料多給、粗飼料不足のときに多く発症します。ルーメンマットが機能しなければ、図1のとおり乳脂率は低下するわけです。また、濃厚飼料多給の場合、ルーメン内のpHは急激に低下します（図2）。ですのでルーメンアシドーシスの前兆としては、プロピオン酸の上昇による乳糖値の増加（牛群検定ではSNF値）という現象を伴うこともあります。pH値がさらに下がると、ルーメンは乳酸発酵をおこすようになり、また、微生物細胞壁からエンドトキシンという毒素を排出するようになります。そうしますと、この乳酸やエンドトキシンは血液に乗り肢蹄に蓄積することとなり、ルーメンアシドーシスの合併症として蹄葉炎を発症

し、足が腫れ歩様に異常をきたすことも広く知られています。㊦㊦のような乳脂率が異常に減少している牛がいる場合は、すぐに牛舎に行ってその牛の状態を観察（食欲、乳酸による甘酸っぱい臭い、歩様など）しなければなりません。

㊦：乳脂率が高いこと自体は、牛乳の高付加価値という意味では喜ばしいことです。しかし、搾乳量が少ない状況下で乳脂率が高い場合は飼養管理上の問題点を含んでいる場合がありますのでやはりチェックが必要です。飼料として考えられることは、まず飼料の脂肪含量が過多である場合です。図1に示すとおり脂肪含量の高い飼料は、直接的に乳脂率を向上させます。しかし、バイパス油脂のように特殊な加工がされているものを除き、脂肪という栄養素は反芻動物にとって欠点があります。ルーメンのカギを握る微生物（プロトゾア等）が、脂肪を利用することが出来ないのです。すなわち、ルーメンマットでどんどん繁殖

図4 乳脂率の見方



させて増えないといけない微生物を減少させてしまうわけです。このことは、もろもろの疾病の引き金となり得ることです。

また、よく知られている飼料上の問題として、酪酸発酵した低品質なサイレージの給与も乳脂率を引き上げることが知られています。図1に示すとおり酪酸も乳脂肪の原料となりますので、乳脂率を引き上げるわけです。しかし、図2でわかりますように酪酸発酵はルーメン発酵も酪酸発酵に傾けるためpHを下げてしまい、本来の正常なルーメン環境を壊してしまいます。当然、いろいろな疾病の引き金となります。

3 蛋白質率の棒グラフの見方

乳脂率と同様に図1様式Aの個体検定日成績の蛋白質率棒グラフを利用します。こちらも、図5で解説したいと思います。

ア：蛋白質率が若干泌乳前期に低めではありますが、ほぼ順調な栄養管理を示しています。様式Aは搾乳日数順で牛が並んでいますので、乳脂率と同様に全頭を通してこういったスムーズな棒グラフの流れを示すことが必要です。泌乳前期でも2.8%以上、泌乳中後期で3.0%以上の3.2～3.4%を保つことが必要です。

全体のスムーズな流れがとりわけ重要です。デコボコしていたりする場合は、何らかの疾病等のトラブルが発生していると考えられます。様式Aは搾乳日数順で牛を並べていますので、このように**一目で牛群の状況を把握**することを可能としています。

イ：分娩直後（太い実線の引かれる45日以前）の**2.8%以下の低蛋白質率は、分娩前後の食欲不振などからのエネルギー不足**になっていることを示します。図4乳脂肪率の見方イの高脂肪率と併発していることも多い事象です。

蛋白質率は図1に示したとおり直接飼料中の蛋白質が乳中の蛋白質に生成されるものもありますが、ルーメン内の発酵による微生物体蛋白質から生成されます。濃厚飼料など炭水化物によるエネルギー供給が不十分な場合、微生物のエサが不十分なわけですか

ら、当然、微生物の増殖が妨げられ、微生物体蛋白質が不足することになります。このようにエネルギー不足を蛋白質率から知ることができます。

蛋白質率の低下は、疾病等によることもあります。これは**ロ**に記します。

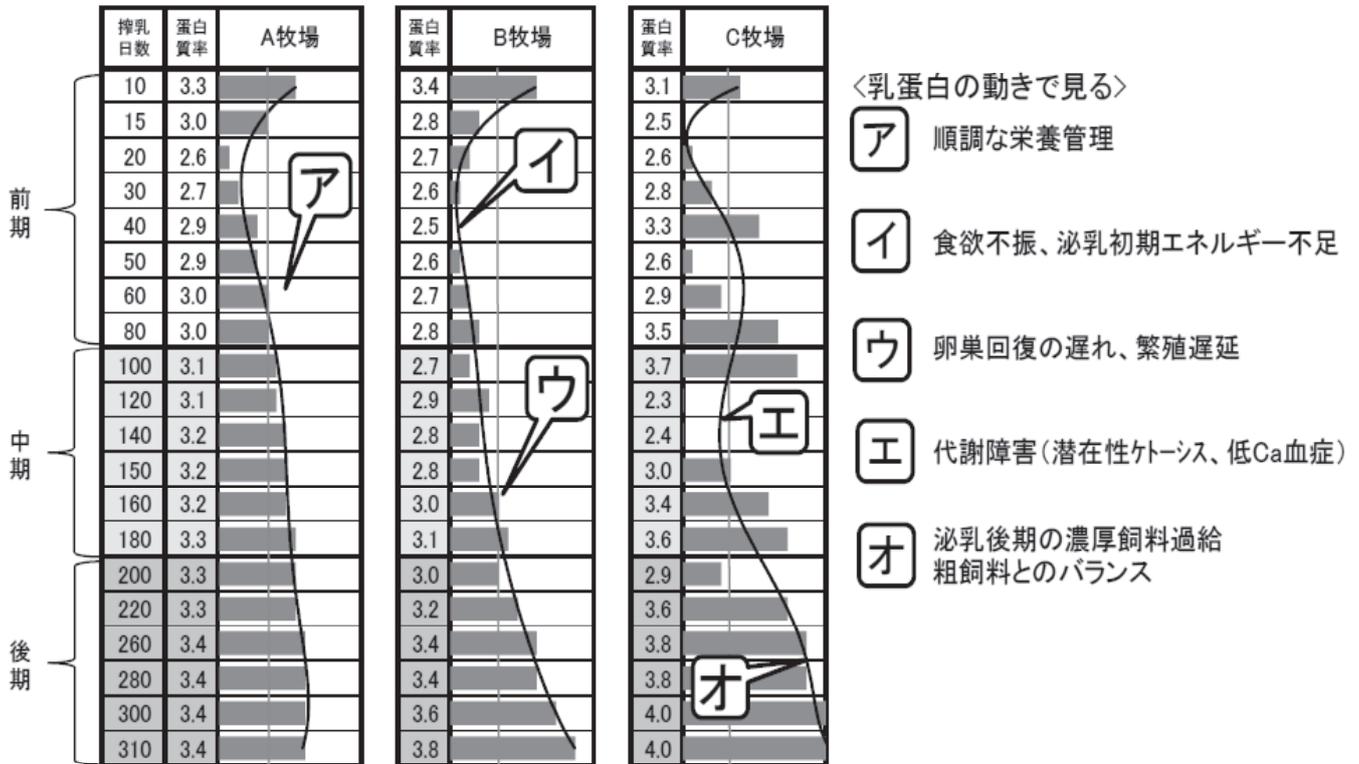
ロ：このように、乳中の蛋白質率は飼料のエネルギー過多を良く反映します。そこで、この例のような泌乳期の前半の牛が全部3.0%以下のような場合は、エネルギー不足により卵巣回復が遅れがちになり、繁殖成績が悪化することはよく知られています。

エ：棒グラフの流れの中でデコボコしている場合の極端に低い蛋白質率はケトーシスなどの疾病を伴っている事例が見受けられます。図4乳脂肪率の見方エで紹介した体脂肪動員において、肝機能障害が進行している場合にケトン体を発生させ発症することが知られています。また、同じく乳脂肪率の見方エで紹介した酪酸発酵したサイレージも、ケトーシスの要因となります。乳脂肪率の見方のエとも、高い乳脂肪率を示す事例でしたので、高乳脂肪率かつ低蛋白質率となっている牛を検定成績表で発見した場合は、すぐに牛舎に行って、その牛の状態を観察（削瘦、狂騒など）する必要があります。

オ：これまでの解説のとおり乳中の高蛋白質は飼料のエネルギー過多を反映します。

オの例では、蛋白質率が高いので、エネルギーは充分であると言えます。しかし、問題点があります。泌乳後期に入っているため、これらの牛が過肥になっているのではないかと考えられるところです。図4乳脂肪率の見方オで、乾乳期間中のボディーコンディションを過肥にしてはならないと記しましたが、実際の乳牛管理としては、乾乳してからボディーコンディションを整えるのは困難を伴います。泌乳後期に牛を仕上げる位で管理するのが望ましいとされています。検定成績表でオのような検定成績が出ている場合は、ボディーコンディションの調整を再検討する必要があります。

図5 蛋白質率の見方



4 最後に

今回は、乳成分のうち乳脂肪と蛋白質率にまとを絞って健康管理を解説しました。こういったような検定成績を利用する場合は、他にもSNFやMUN、P/Fを欠かすことができません。これらの利用方法については、また次の機会に解説したいと思います。

なお、本稿において乳脂肪率や蛋白質率のチェックの目安を記しました。こういったチェック範囲は都道府県の試験場等でも非常に詳細に研究されています。乳成分値は、気候や飼料基盤などの地域特性により変化することも知られております。従いまして、牛群検定の指導においては、各地域での試験場等での研究結果を優先して利用して下さい。

力試し！これであなたも牛群検定マスター！ No5

- 問1) VFAとは、酢酸、プロピオン酸、酪酸などのことです。プロピオン酸は乳糖に、酢酸と酪酸は牛乳中の〇〇に生成される。
①：乳脂肪 ②：蛋白質 ③：無脂固形分
- 問2) 分娩直後の検定で、乳脂肪率が5%を越えるような高い数値を示した場合、考えられる疾患は？
①：アシドーシス ②：蹄葉炎 ③：脂肪肝
- 問3) ルーメン中の微生物は下部消化管で送られ消化吸収され、牛乳中の〇〇に生成される。
①：乳脂肪 ②：蛋白質 ③：無脂固形分
- 問4) 乳脂肪率が高く、蛋白質率が極めて低い場合に、チェックすべき疾病は？
①：ケトシス ②：アシドーシス ③：蹄葉炎

①(7割)、②(8割)、③(2割)、④(1割)正解