

乳脂率と蛋白質率による 乳牛の健康管理

今回は、乳牛の健康状態を検定日の乳成分から読み解く方法を紹介しします。健康と乳成分と聞くと一見、何の関係もないように感じられるかもしれませんが、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。



相原 光夫
(社)家畜改良事業団
電子計算センター電算課

飼料から牛乳へ...

牛乳は複雑な代謝過程を経て、飼料からつくられています。図1に飼料成分と乳成分の関係を示しました。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ものです。ルーメン（第一胃）の異常などが、ど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。

(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ことは、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（デンプン、糖）の給与により、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。こうした健康なルーメン内ではpHは6.5程度に保たれ、酢酸菌が優位に立ちます（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、血液に乗って肝臓を経て、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。

(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

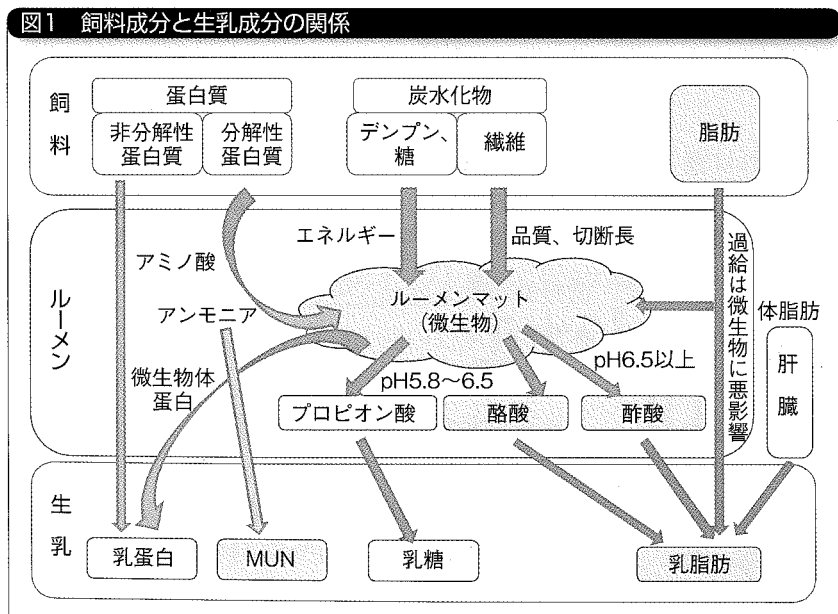
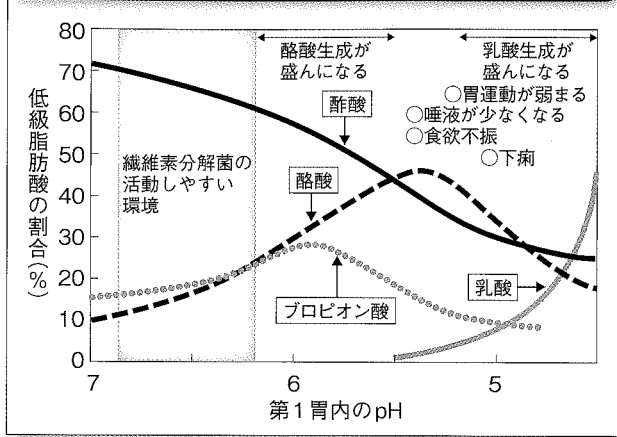


図2 ルーメン内のpHによるVFAの生成



れを効率良く微生物体蛋白につくり替えます。この微生物体蛋白は消化された後、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わけです。

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が高くなるとします。その原因は、アンモニアが多いからです。では、なぜアンモニアが高いかといえ、飼料中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（デンプン、糖）が不足し機能していないことなどがあげられます。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）不足または低品質粗飼料の給与、濃厚飼料を一度に多給したことによるルーメンアシドーシスなどが考えられます。

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、利用することができるわけです。

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です。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（各様式の帳票見本は当団ホームページ <http://liaj.lin.gr.jp/japanese/kentei/kentei.html> を参照）。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。

(2) 具体的な事例

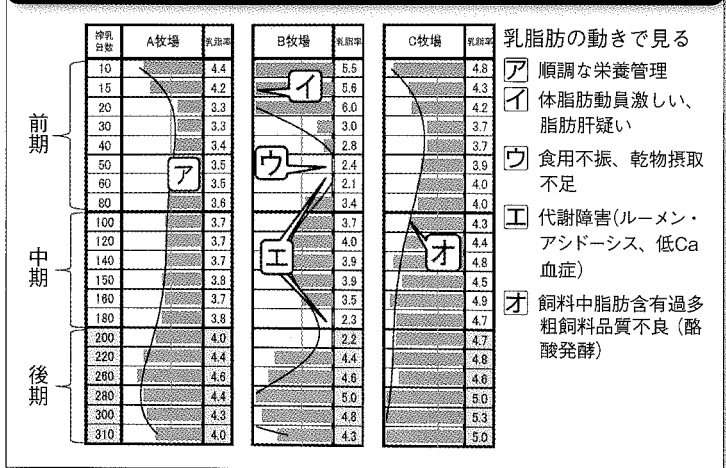
図4により、乳脂率に関する棒グラフの具体的な事例を紹介したいと思います。

ア 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、全頭をとお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%を超えることなく、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

図3 様式A) 個体検定日成績

牛コード	分	年	月	日	産次	性別	搾乳日数	乳量 (kg)				乳脂率 (%)			蛋白質率 (%)	
								今月		前月	前々月	今月		前月	前々月	
								1回	2回			3.5	3.0			
9245	211230	1	♂	18	16.8	18.0	34.8	42.0				4.21	3.16			
9247	211227	1	♀	21	14.0	19.0	33.0	38.8				5.08	2.62			
3385	211221	4	♀	27	18.2	19.6	37.8	32.6	乾乳	乾乳		4.18	2.98			
8077	211221	4	♀	27	17.0		39.0	33.6	乾乳	乾乳		4.07	3.15			
5435	211214	1	♂	34	12.4		28.4	30.4	初乳			4.18	3.06			
5291	211211	3	♀	37	22.0		48.0	39.9	32.2	乾乳	6.01	4.15	2.79		3.82	
8076	211117	4	♂	61	17.0		40.6	33.9	36.0	乾乳	3.81	3.30	2.81		2.90	
7920	211031	2	♀	78	18.0		41.0	36.7	41.6	37.0	3.63	3.65	3.06		2.88	
8072	211018	4	♂	91	6		13.0	11.1	30.0	29.4	3.69	4.35	3.06		2.92	
5429	210929	1	♀	110	11.0		26.2	29.6	30.4	33.2	3.48	3.47	2.99		2.96	
5287	210921	3	♀	110	11.0		26.2	29.6	30.4	33.2	3.48	3.47	2.99		2.96	
9244	210904	1	♀	110	11.0		26.2	29.6	30.4	33.2	3.48	3.47	2.99		2.96	
5430	210723	1	♀	178	14.0	21.0	35.0	42.5	23.4	25.0	3.78	3.63	3.07		3.20	
8061	210707	4	♀	194	14.8	19.0	33.8	37.9	30.4	35.6	3.49	3.37	3.13		3.08	
5431	210514	1	♀	248	11.4	16.0	27.4	35.5	29.6	23.0	3.62	3.48	3.37		3.26	
7903	210514	2	♀	248	12.0	14.0	26.0	33.2	21.0	23.4	4.70	5.01	3.67		3.55	

図4 乳脂率の見方





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、疾病等、何らかのトラブルが発生していると考えられます。様式Aは、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こしている可能性があります。原因は乾乳期に過肥にってしまった場合に加え、分娩前後の飼料給与で喰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。

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、牛が消瘦します。このことは、体についた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って肝臓にも運ばれ、中性脂肪化して沈着します。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、繁殖成績の悪化や栄養障害など実にさまざま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消瘦すれば、㊦のような乳脂率が5%を超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付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、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まったく機能しなくなる疾病です。ルーメンマットは粗飼料（繊維）からなりますので、濃厚飼料の多給、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）。ですから、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起こすようになり、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。すると、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、足が腫れて歩様に異常をきたすことも広く知られています。㊦・㊧のように乳脂率が異常に減少している牛がいる場合は、すぐに牛舎で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。

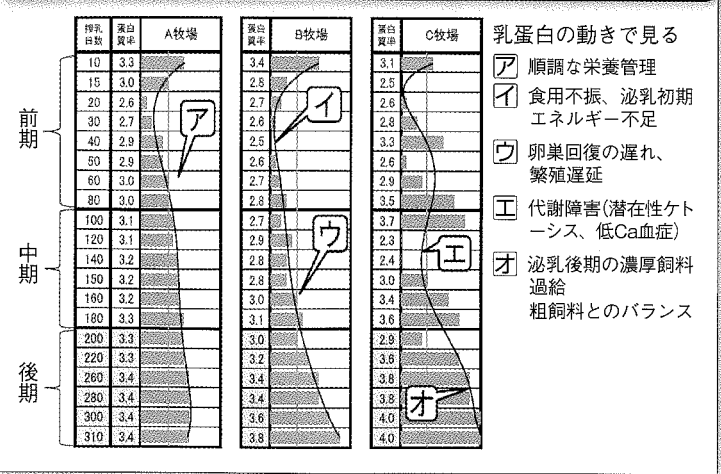
㊦ 乳脂率が高いこと自体は、牛乳の高付加価値という意味では喜ばしいことです。しかし、乳量が搾れていない状況下で乳脂率が高い場合は、飼養管理上の問題点を含んでいる場合がありますので、やはりチェックが必要です。飼料として考えられることは、まず飼料の脂肪含量が過多である場合です。図1に示すとおり脂肪含量の高い飼料は、直接的に乳脂率を向上させます。しかし、バイパス油脂のように特殊な加工がされているものを除き、脂肪という栄養素は反芻動物にとって欠点があります。ルーメンのカギを握る微生物（プロトゾア等）は、脂肪を利用することができないのです。すなわち、ルーメンマットでどんどん繁殖させて増えないといけな微生物を減少させてしまうわけです。このことは、諸々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でわかるように酪酸発酵はルーメン内のpHを下げたまま、本来の正常なルーメン環境を壊してしまいます。当然、さまざまな疾病の引き金となります。

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。こちらは図5で解説したいと思います。

図5 蛋白質率の見方



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。乳脂率と同様に全頭をとおして、このように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%以上で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の「乳脂肪率の見方」におけるイの高脂肪率と併発していることも多い事象です。

ウ 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。

エ このように、乳中の蛋白質率は飼料のエネルギー過多をよく反映します。そこで、この例のように泌乳前期の牛が全頭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。

オ 棒グラフの流れの中でデコボコしている場合で、かつ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」イ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、ケトーシスを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」ウで紹介した酪酸発酵したサイレージも、ケトーシス発症の要因となります。「乳脂肪率の見方」イ・ウともに、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（図3の9247号牛）は、すぐにその牛の状態を観察（削瘦、

狂騒など）する必要があります。

カ 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。カの場合では、蛋白質率が高いので、エネルギーは十分であるといえます。しかし、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可能性もあります。図4「乳脂肪率の見方」イで、乾乳期間中に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、乾乳にしてからボディ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ように管理することが望ましいとされています。検定成績表でカのような検定成績が出ている場合は、ボディコンディションの調整を再検討する必要があります。

最後に

今回は、乳成分のうち乳脂率と蛋白質率に的を絞って健康管理を解説しました。このような検定成績を利用する場合は、他にもSNFやMUN、P/F比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ます。

なお、本稿において乳脂率や蛋白質率のチェックの目安を記しました。こうしたチェック範囲は、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。したがって、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ください。

《つづく》