

乳牛の潜在性ケトosisの早期診断手法の開発

野口宗彦、三好勇紀¹⁾、久利生正邦²⁾、磯見亮介³⁾

1)現 県北家畜保健衛生所、2)令和2年3月退職、3)令和5年3月退職

要 約

検定データで提供される乳中の β ヒドロキシ酪酸 (BHBA) 値を活用して、潜在性ケトosisの早期診断手法を開発するとともに、他の疾病との関連性についても分析を行った。

1) 牛群検定成績の収集分析

ケトosisの発生率が高いといわれている搾乳日数14日以下と14から42日の両データが得られた930頭について、乳成分との関連について検討したところ、BHBA値以外の乳成分データの内、乳脂率及びP/F比に着目する必要があると考えられた。このことから発生率の高かった7月から9月の発生牛及び未発生牛について、BHBA値と乳脂率、P/F比との関連及び経時変化について検討した。その結果、乳脂率とP/F比の経時変化で、発生1か月前の数値に有意差が認められる個体の発生リスクが高いことが示唆され、1か月前に乳中BHBA値が0.05mmol/l、P/F比が0.9以上を示す個体は、潜在性ケトosisの発生リスクが高いと考えられた。

2) 分娩前から泌乳初期におけるBHBA等の測定分析

当センターにおける暑熱期の分娩牛についてポータブル血中濃度測定器を用い分娩予定日前7日、分娩後5日、10日、20日の4回採血し測定した。その結果多くの個体が未発生であったことから、データ採取の個体数を増やしたが、発生牛における分娩前後のBHBA値の変化に一定の傾向は認められなかった。しかしながら、比較的高い血中BHBA値を示した個体については、分娩後5日、10日に高い数値を示す傾向にあり、分娩後5日、10日は潜在性ケトosis発生のリスクが高いことが推察された。

目 的

昨今の農場で問題とされる潜在性ケトosisは明らかな臨床症状を伴わず血中ケトン体濃度が上昇するもので、生乳生産が日量1.2kg減少、分娩後30日以内の廃用リスクが3倍に増加、第4胃変位のリスクが2.6倍に増加等経済的損失の重大性が指摘されている¹⁾。

ケトosisの診断は主に血中の β -ヒドロキシ酪酸 (BHBA)濃度で行われるが²⁾、近年簡易的測定技術も開発されており、牛群検定データとして乳中のBHBA値の提供されている³⁾。

本試験では、検定データで提供される乳中のBHBA値を活用して、現場指導員や生産者自身で利用可能な潜在性ケトosisの早期診断手法を開発するとともに、他の疾病との関連性についても分析を行う。

材料及び方法

試験1

(1) 牛群検定データの収集と分析

県内で令和2(2020)年の牛群検定時に測定された4月から12月までのBHBA値の内、搾乳1回目での検定成

績と関連づけることができたデータについて、乾乳期の栄養状態が引き金となり発生しやすい搾乳日数14日以下、泌乳に伴うエネルギー要求量増加に応じた飼料摂取が満たされず発生する15日から60日、食餌性ケトosisの指標の61日以上3期に分け0.13mmol/lを基準値²⁾として、潜在性ケトosisの発生状況を調査した。

また、発生率が高いといわれている搾乳日数14日以下と14から42日の両データが得られた930頭について、乳成分との関連について検討した。

(2) 血中BHBA値の個体ごとの経時変動データの把握と分析

当センターにおける令和2(2020)年8、9月分娩牛11頭について分娩予定日前7日、分娩後5日、10日、20日、40日の5回、11:30から13:30の間に採血し、ポータブル血中濃度測定器(フリースタイルプレジジョンネオアボットジャパン株式会社 以下略)を用いてBHBAの血中濃度測定し、1.2mmol/l⁴⁾を基準値として潜在性ケトosisの発生状況を調査した。

試験 2

(1) 牛群検定データの乳成分データの収集と分析

牛群検定データで提供される乳中ケトン体データから、試験 1 と同様に 0.13mmol/l を基準値²⁾として潜在性ケトosis発生牛に分類し、令和 3 (2021) 年 4~10 月の月ごとに個体発生率を比較した。また、各月の発生牛のうち発生前 3 か月間を追跡可能な個体を各月 10 頭抽出し、ケトン体、脂肪率、蛋白率、乳脂比の経時変化について比較検討を行った。

(2) 血中 BHBA 値の個体ごとの経時的変動データの把握と分析

当センターにおいて前年度と調査時期を変えて、令和 3 (2021) 年 11、12 月分娩牛 7 頭について分娩予定日前 7 日、分娩後 5 日、10 日、20 日、40 日の 5 回、11:30 から 13:30 の間に採血し、ポータブル血中濃度測定器を用いて BHBA の血中濃度測定し、1.2mmol/l⁴⁾を基準値として発生状況を調査した。

試験 3

(1) 県内牛群検定データの収集と分析

牛群検定データで提供される全ての検定組合員の乳中ケトン体データから、試験 1、2 と同様に 0.13mmol/l 以上を基準値²⁾として潜在性ケトosis発生牛に分類し、令和 4 (2022) 年 4~10 月の月ごとに個体発生率を比較した。また、発生率の高まる傾向にある令和 4 (2022) 年 7、8、9 月期に対象を絞って、試験 2 では各月の発生牛のみの比較検討であったが、本試験では未発生牛のデータも収集して、発生前 3 か月間を追跡可能な個体を各月 20 頭抽出し、ケトン体、乳脂率、蛋白率、P/F 比の経時変化について発生牛と未発生牛の間で比較検討を行った。

(2) 血中 BHBA の個体ごとの経時的変動データの把握と分析

当センターにおける令和 4 (2022) 年 7、8、9 月分娩牛 12 頭についてポータブル血中濃度測定器を用い分娩予定日前 7 日、分娩後 5 日、10 日、20 日の 4 回、11:30 から 13:30 の間に採血し、ポータブル血中濃度測定器を用いて BHBA の血中濃度を測定し、1.2mmol/l を基準値として発生状況を調査した。なお試験 2 の

試験 4

(1) 県内牛群検定データの収集と分析

牛群検定データで提供される全ての検定組合員の乳中ケトン体データから、0.13mmol/L 以上を潜在性ケトosis

ス発生牛に分類し、7~9 月の月ごとの発生牛及び未発生牛のうち発生前 3 か月間を追跡可能な個体を各月全頭抽出し、ケトン体、乳脂率、蛋白率、P/F 比の経時変化について比較検討を行った。

(2) 血中 BHBA 値の個体ごとの経時的変動データの把握と分析

当センターにおける 7、8、9、10 月分娩牛 30 頭についてポータブル血中濃度測定器を用い分娩予定日前 7 日、分娩後 5 日、10 日、20 日の 4 回、11:30 から 13:30 の間に採血し測定した。

結果及び考察

試験 1

(1) 牛群検定データ分析結果

ア 分析した 9 か月の延べ発生率は、14 日以下は農場発生率 12.9%、個体発生率 7.4%、15 から 60 日は農場発生率 15.0%、個体発生率 3.1%、61 日以上は農場発生率 18.6%、個体発生率 1.0%であった(表 1)。

イ 発生農場の発生月の発生率は、14 日以下 43.1%、15 から 60 日 14.6%、61 日以上 3.4%であった(表 2)。

ウ 搾乳日数 14 日以下で潜在性ケトosisとなり 15 日以降回復しなかった牛と回復した牛では、14 日以下の乳脂率に差が認められた。また、14 日以下で BHBA 0.13 mmol 未満の牛の内 15 から 42 日で潜在性ケトosisになった牛は、14 日以下の BHBA が発症しない牛より高かった(表 3)ことから、乾乳期の調査分析も今後は必要になることも考えられた。

(2) 血中 BHBA 値の個体ごとの経時的変動データの把握と分析

血液における基準値(1.2mmol/l)を超えたのは 1 頭 1 回(分娩後 20 日 2.7mmol/l)であった(図 1)。

本調査ではセンターにおける潜在性ケトosisの発生が少なく、早期診断手法開発のための十分なデータが得られなかったため、分娩前後での潜在性ケトosis発生の予測に結びつくような血中 BHBA 値の動きは把握できなかったことから、調査時期や調査牛の選択の際に発生リスクを考慮する必要があると考えられた。

表1 潜在性ケトosis発生状況

搾乳日数	農場				個体		
	検査(実)	検査(延)	発生(延)	発生率	検査(延)	発生(延)	発生率
14 日以下	188 戸	868 戸	112 戸	12.9%	1,643 頭	121 頭	7.4%
15～60 日	189 戸	1,555 戸	234 戸	15.0%	9,464 頭	289 頭	3.1%
60 日以上	189 戸	1649 戸	306 戸	18.6%	65,443 頭	622 頭	1.0%

表2 発生農場の状況

搾乳日数	発生農場数(実)	検査		発生		発生月	
		回数(延)	頭数(延)	回数(延)	頭数(延)	検査頭数(延)	発生率
14 日以下	80 戸	486 回	1,024 頭	112 回	121 頭	281 頭	43.1%
15～60 日	122 戸	1,040 回	6,857 頭	234 回	289 頭	1,981 頭	14.6%
60 日以上	123 戸	1,013 回	43,203 頭	306 回	622 頭	18,043 頭	3.4%

表3 搾乳日数 14 日以下と 15～42 日までの各乳成分データの比較

BHBAの推移		頭数	14日以下							15から42日						
14日以下	15～42日		FAT	PRT	P/F比	SNF	MUN	BHBA		FAT	PRT	P/F比	SNF	MUN	BHBA	
0.13以上	0.13以上	4	6.75A 0.33	3.77 0.26	0.6 0.1	9.00 0.29	6.6 2.2	0.23 0.08		5.11B 0.31	2.89 0.09	0.6C 0.1	8.23 0.23	5.5 2.9	0.20D 0.07	
0.13以上	0.13未満	64	5.79A 1.44	3.50 0.35	0.6 0.2	8.69 0.45	8.8 3.2	0.20 0.17		3.95B 0.95	2.85 0.23	0.8C 0.3	8.33 0.35	8.1 3.1	0.03D 0.03	
0.13未満	0.13以上	14	5.05 1.36	3.63 0.63	0.8 0.3	8.74 0.48	7.4 4.3	0.06a 0.04		4.82b 1.33	2.90 0.21	0.6c 0.2	8.21d 0.40	6.9e 1.8	0.26f 0.33	
0.13未満	0.13未満	848	4.60 1.07	3.54 0.41	0.8 0.2	8.91 0.46	8.1 3.0	0.03a 0.03		3.75b 0.83	2.99 0.29	0.8c 0.2	8.52d 0.38	8.9e 2.8	0.01f 0.02	

FAT:乳脂率(%), PRT:乳蛋白質率(%), SNF:無脂固形分率(%), MUN:乳中尿素窒素(mg/dl)

BHBA:βヒドロキシ酪酸(mmol/l)

上段:平均値、下段:標準偏差

同符号間で有意差あり

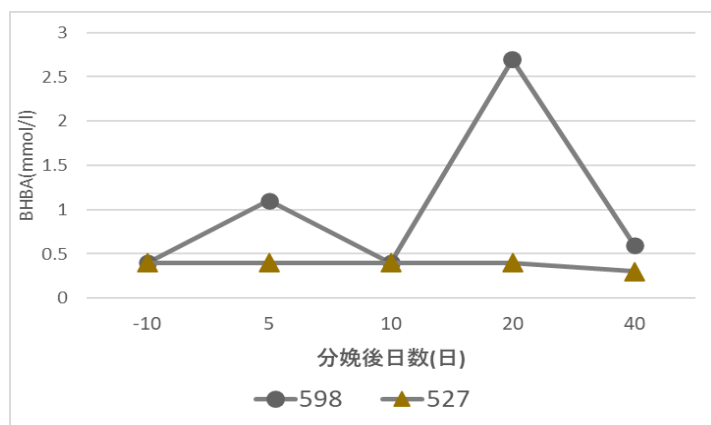


図1 発生牛(牛番号598)と無発生牛(牛番号527)の分娩前後の血中BHBA値の推移

試験2

(1) 牛群検定データ分析結果

ア 分析した7か月の発生率は、4月は1.6%、5月は1.2%、6月は1.4%、7月は3.0%、8月は2.9%、9月は1.2%、10月は1.6%であり、7、8月の暑熱期に高くなる傾向にあった(表4)。このことから潜在性ケトosisのリスク評価を行う際には、発生率の高まる暑熱期前後を中心に行っていく必要があると考えられた。

イ 発生牛の乳脂率は3か月前のデータから高い傾向で推移する傾向と、乳脂率が4.5%以下で発生している場合には、P/F比が栄養過多を示す0.9以上で推移している傾向が見られた(表5)。このため、検定データで注目すべきポイントは、乳脂率とP/F比の両方を見ることが重要であり、両者の推移パターンとデー

タの組み合わせによって発生リスクを予測する手法を検討する必要があると考えられた。

(2) 血中BHBA値の個体ごとの経時的変動データの把握と分析

血液における基準値(1.2mmol/l)を超えたのは1頭1回(分娩後5日1.3mmol/l)であった(図2)。この結果から、検定データ上からも発生リスクの少ない寒冷期には、発生個体を捉えることは難しかったが、発生にまで至らなかった個体の血中BHBA値を見た場合でも、分娩後5日から10日にかけての数値の上昇が顕著な個体も見られることから、この時期の分娩牛については過去の検定データを見ながら状態に注意する必要があると考えられた。

表4 潜在性ケトosis発生状況

検定 実施月	個体		
	検定頭数(延)	発生頭数(延)	発生率
4月	21,390 頭	331 頭	1.6%
5月	20,922 頭	245 頭	1.2%
6月	65,443 頭	622 頭	1.0%
7月	20,051 頭	596 頭	3.0%
8月	21,272 頭	626 頭	2.9%
9月	20,266 頭	251 頭	1.2%
10月	20,230 頭	313 頭	1.6%

表5 発生から3か月前までの乳分析値の推移

検定実施月		発生3か月前	発生2か月前	発生1か月前	発生月
4月	BHBA平均値	0.30	0.14	0.13	0.69
	脂肪率平均値	4.80	4.12	4.58	3.86
	P/F比平均値	1.06	1.11	0.88	1.20
5月	BHBA平均値	0.02	0.02	0.01	0.41
	脂肪率平均値	4.09	4.16	4.02	5.37
	P/F比平均値	0.92	0.89	0.92	0.88
6月	BHBA平均値	0.08	0.09	0.07	0.50
	脂肪率平均値	3.97	4.18	4.00	4.97
	P/F比平均値	0.85	0.79	0.82	0.73
7月	BHBA平均値	0.01	0.05	0.29	1.53
	脂肪率平均値	3.89	3.94	3.42	4.01
	P/F比平均値	0.84	0.84	0.98	0.86
8月	BHBA平均値	0.02	0.06	0.21	1.47
	脂肪率平均値	3.57	3.77	3.82	4.04
	P/F比平均値	0.97	0.83	0.83	0.81
9月	BHBA平均値	0.03	0.04	0.16	0.65
	脂肪率平均値	3.95	4.18	4.33	7.00
	P/F比平均値	0.87	0.89	0.84	0.78
10月	BHBA平均値	0.11	0.04	0.20	0.53
	脂肪率平均値	3.92	3.67	3.83	5.86
	P/F比平均値	0.89	0.95	0.91	0.79
BHBA : mmol/l 脂肪率 : %					

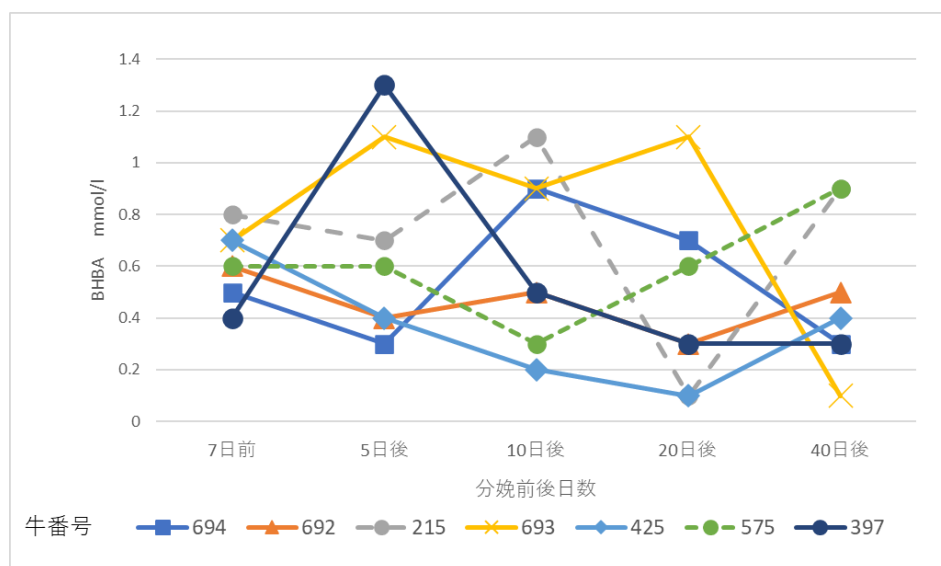


図2 分娩前後の血中BHBA 値の推移

試験3

(1) 牛群検定データ分析結果

ア 分析した7か月の発生率は、4月は1.4%、5月は1.7%、6月は1.4%、7月は2.8%、8月は2.5%、9月は2.3%、10月は1.2%であり、前年度と同じ7、8月の暑熱期に加え9月も高くなる傾向にあり暑熱の影響の長期化が推察された(表6)。このため、各検定牛の個体データの分析については7、8、9月の3か月間を対象とすることが適切であると考えられた。

イ 発生牛の1か月前のデータで7月発生牛では未発生牛に対しP/F比の値が有意に高く($P < 0.01$)、8月発生牛では乳脂肪率、P/F比の値が共に有意に高い結果となった($P < 0.01$)。3か月、2か月前では発生月ごとの有意な差は得られなかった(表7)。これらの結果から発生リスクの高い個体は、1か月前の牛群検定の乳質データを見ることで、絞り込むことが可能であることが示唆された。しかしながら、サンプル数は追跡可能な20頭としたことから、実際の発生個体に対するサンプルの抽出数が、検定月によってはばらつきが大きくなったしまった可能性も考えられ、追跡可能な全頭に分析範囲を拡大して検討する必要が考えられた。

(2) 血中BHBA 値の個体ごとの経時的変動データの把握と分析

血液における基準値(1.3mmol/l)を超えたのは7月分娩の2頭及び9月分娩の1頭で、いずれも2回(分娩後5日及び10日)であった。このことから、例数は少ないが試験2の結果と同様に、分娩5日後及び10日後の血中BHBA濃度が高い数値を示していることから、個体の乳中BHBA濃度との関連性についてより多くのサンプルで検討する必要があると考えられた(図3、4、5)。

表6 潜在性ケトosis発生状況

検定 実施月	個体		
	検定頭数(延)	発生頭数(延)	発生率
4月	21,261頭	297頭	1.4%
5月	20,828頭	357頭	1.7%
6月	20,320頭	622頭	1.4%
7月	20,251頭	559頭	2.8%
8月	19,777頭	487頭	2.5%
9月	20,170頭	467頭	2.3%
10月	19,986頭	242頭	1.2%

表7 発生から3か月前までの乳分析値の推移

検定実施月			発生3か月前	発生2か月前	発生1か月前	発生月
7月	BHBA平均値	発生牛	0.02	0.01	0.70	1.34
		未発生牛	0.00	0.00	0.00	0.00
	脂肪率平均値	発生牛	4.39	4.19	4.34 [*]	4.87
		未発生牛	3.75	3.63	2.75	2.58
	P/F比平均値	発生牛	0.80	0.80	1.17 [*]	1.26
		未発生牛	0.84	0.87	0.81	0.88
8月	BHBA平均値	発生牛	0.02	0.02	0.29	1.01
		未発生牛	0.00	0.00	0.00	0.00
	脂肪率平均値	発生牛	4.15	4.39	4.27 [*]	4.87
		未発生牛	4.10	4.15	3.60	4.14
	P/F比平均値	発生牛	0.84	0.80	0.83	0.91
		未発生牛	0.84	0.82	0.92	0.82
9月	BHBA平均値	発生牛	0.03	0.03	0.07	0.80
		未発生牛	0.00	0.00	0.00	0.00
	脂肪率平均値	発生牛	4.00	3.85	3.93	4.36
		未発生牛	3.89	3.67	3.92	4.21
	P/F比平均値	発生牛	0.90	0.91	0.64	0.92
		未発生牛	0.82	0.89	0.84	0.82

BHBA：mmol/l 脂肪率：％

*：P<0.01

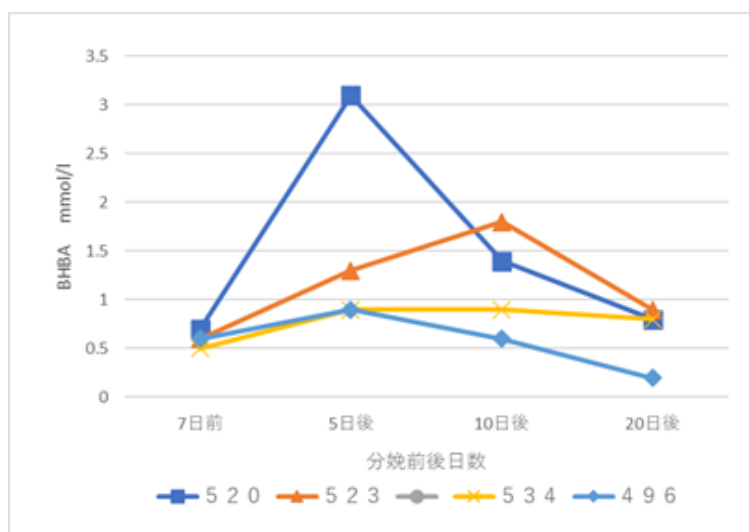


図3 7月分娩牛の血中BHBA濃度の推移

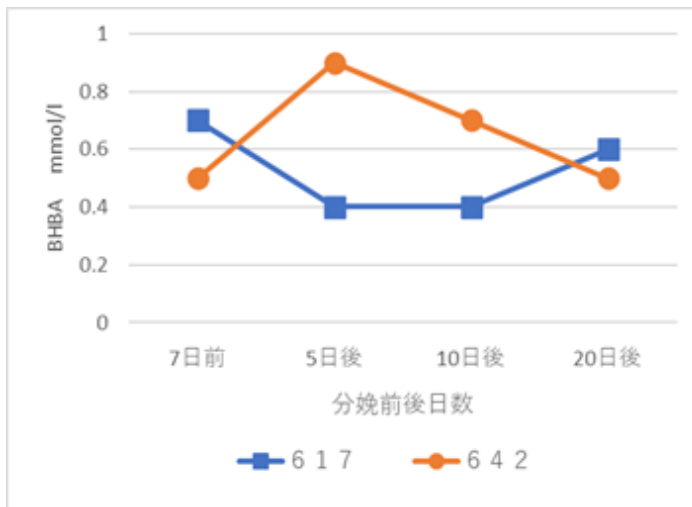


図4 8月分娩牛の血中BHBA濃度の推移

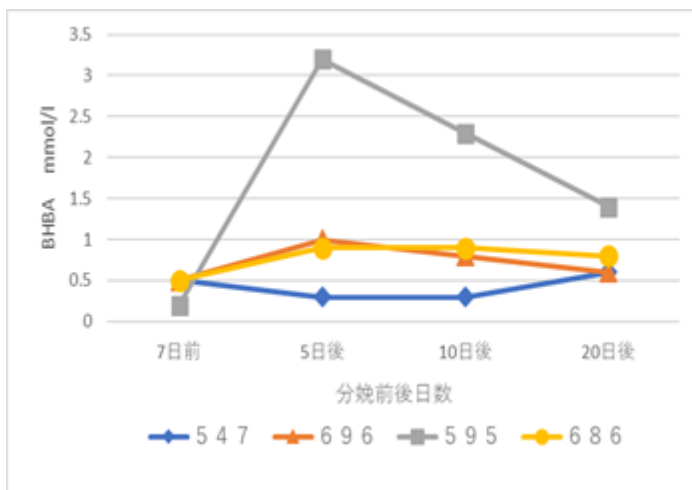


図5 9月分娩牛の血中BHBA濃度の推移

試験4

(1) 牛群検定データ分析結果

発生牛で発生前3か月間を追跡可能な全ての個体と発生個体と重複しない同じ期間を追跡可能な未発生牛で比較検討した結果では、7月発生牛では未発生牛との間にBHBA平均値、脂肪率平均値、P/F比平均値ともに有意な差は見られなかったが、8月発生牛では発生2か月前及び1か月前のBHBA平均値及び3か月前のP/F比平均値が共に有意に高い結果となった($P < 0.01$)。また、9月発生牛では発生1か月前、2か月前、3か月前のBHBA値も有意に高くなった(表8)。以上のことから1か月前に乳中BHBA値が 0.05mmol/l 、P/F比が0.9以上を示す個体は、

潜在性ケトosisの発生リスクが高いと考えられ、このような個体を多く抱えている場合には牛群の状態を実際に把握する必要性が考えられた。

(2) 血中BHBA値の個体ごとの経時的変動データの把握と分析

調査個体数を30頭に増やして検討を行ったが、いずれの調査牛も発生がなかったため明確な結論は得られなかった。なお比較的高い血中BHBA値を示した個体については、やはり分娩後5日、10日に高い数値を示す傾向にあり(図6)、分娩後5日、10日は潜在性ケトosis発生のリスクが高いことが推察された。

表8 発生から3か月前までの乳分析値の推移（追跡可能全個体）

検定実施月			発生3か月前	発生2か月前	発生1か月前	n
7月	BHBA平均値	発生牛	0.00	0.02	0.03	115
		未発生牛	0.00	0.00	0.01	115
	脂肪率平均値	発生牛	3.84	3.92	3.92	115
		未発生牛	4.07	4.06	3.96	115
	P/F比平均値	発生牛	0.91	0.90	0.92	115
		未発生牛	0.87	0.88	0.91	115
8月	BHBA平均値	発生牛	0.03	0.05*	0.05*	192
		未発生牛	0.01	0.02	0.02	192
	脂肪率平均値	発生牛	3.78	5.89	3.81	192
		未発生牛	3.92	3.88	3.91	192
	P/F比平均値	発生牛	0.92*	0.92	0.93	192
		未発生牛	0.86	0.89	0.89	192
9月	BHBA平均値	発生牛	0.06*	0.05*	0.06*	86
		未発生牛	0.02	0.02	0.02	86
	脂肪率平均値	発生牛	3.98	3.87	4.11	86
		未発生牛	3.91	3.97	4.06	86
	P/F比平均値	発生牛	0.93	0.94	0.89	86
		未発生牛	0.91	0.89	0.87	86

BHBA：mmol/l 脂肪率：%

*：P<0.01

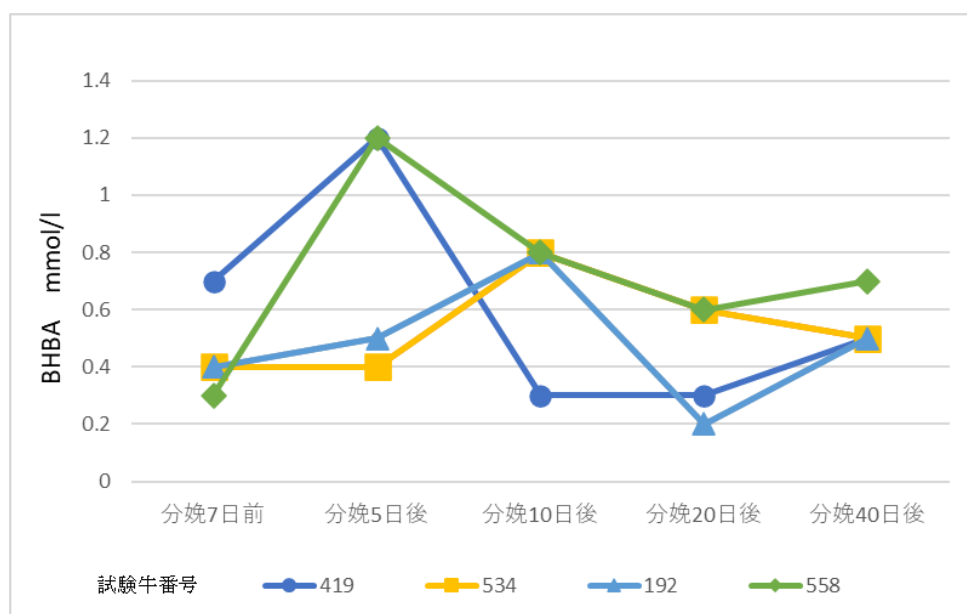


図6 8～10月分娩牛で血中BHBA値の高かった個体の値の推移

総合考察

本試験の取組は、牛群検定データの乳成分値としてケトosisの指標となる、BHBA 値が提供されることを受け、飼養牛群中のケトosis発症牛の摘発のみならず、昨今問題となっている潜在性ケトosis発生牛の摘発と、発生予測にまで応用するための分析アプローチを検討したものである。それにより、BHBA 値自体の重要性だけでなく他の乳成分値、特に乳脂率とP/F比に注目することが重要であることが明らかになった。特にP/F比については直接データとしては提供されないため、指導機関によるデータ加工が必要となる。本試験で活用した牛群検定データは、当センターにおいてエクセルデータに加工して指導機関や生産者に直接提供することが可能である(図7)。本試験では、1か月前に発生牛の乳中のBHBA 値、乳脂率、P/F比に特徴的な動きがあることまでは掴めたが、明確なモデルの構築までには至らなかった。しかしながら、データシートの分析結果から得られた指標となる数値としてBHBA 値0.05mmol/l、乳脂率5.0%、P/F比0.9以上を目安に絞り込み、実際の個体の状況を照らし合わせて確認することで牛群のリスク管理に結びつけることは可能である。また、データシートは農場ごとに並び替えることで、潜在性ケトosisの発生牛を多く抱えている農場の抽出も可能であることから、そうした農場を調査することで実際に成績が伸び悩んでいたりする場合や、逆に全く問題なく飼

養管理ができている場合など、現場におけるより実践的な対応への指針作りに役立てるような活用方法も考えられる。なお現状の提供検定データには、P/F比の値は含まれていないことは前述したとおりであるが、ケトosisに関連したデータとしての重要性を考慮するといずれ提供データに組み入れられることも考えられ、データの分析がより簡易になることも期待できる。

潜在性ケトosisにはプロピレングリコールの投与が一般的に認知されているほか、塩酸ベタイン製剤の有効性が示唆されるなど⁵⁾治療技術の開発も進んでいるが、効果的な予防対策を講じることで治療を未然に防ぐことが経営上は有効であり、そのために検定データの活用方法を本試験の取組によって示せたのではないかと考える。

近年の研究ではケトosis発症前の乳牛が示す伏臥頻度との関連性からケトosisの発症リスク予測可能性を示唆する報告もあり⁶⁾、こうした新たな知見と検定データの分析を組み合わせることで、より精度の高い予測に結びつけられる可能性も考えられる。

今後の取組としては、本試験での検定データ分析を通して得られたデータ加工の手法についてより整理するとともに、わかりやすい形で関係指導機関に情報提供していくことが考えられる。そうした取組を通じて牛群検定データがより有効に生産現場で活用されることを期待したい。

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S
1	MILK ANNI	FAIRMO	DOM	DND	EXPL	FAT	PHI	ENF	ECO	MUN	EBE	FAA	DENO	DENO	MX	MKZ	PREP	PREP	Column
2	20230802	3203073	563	135569472	1	3.67	3.42	873	24	16.1	0.01	1.27	1	28.7	1.28	36.7	1.16	33.3	
3	20230802	3203073	617	1372616508	1	3.67	3.38	834	71	11	0	1.74	0.94	27	1.03	29.5	1.41	40.4	
4	20230802	3203073	634	1370474538	1	2.72	3.32	834	25	11.2	0	1.95	0.75	29	0.88	34.1	0.96	37.2	
5	20230802	3203073	639	1361093115	1	2.24	2.42	753	48	12.3	0	2.74	0.48	22.6	0.67	31.5	1.01	47.5	
6	20230802	3203073	644	1361096881	1	2.68	2.94	932	126	9.8	0	1.91	0.76	29.9	0.93	36.5	0.87	34.2	
7	20230802	3203073	648	1354555736	1	3.37	2.83	794	9	11.6	0.01	2.18	0.94	29.4	1.16	36.2	1.02	31.9	
8	20230802	3203073	649	1354555705	1	3.15	3.01	851	30	12.7	0.02	2.13	0.91	30.4	1.06	35.4	0.94	31.4	
9	20230802	3203073	677	1361095926	1	3.26	3.18	844	222	11.6	0.02	1.69	0.79	25.5	0.95	30.7	1.29	41.7	
10	20230802	3203073	678	1361596027	1	2.98	2.86	837	10	11.9	0	1.98	0.61	21.6	0.82	29	1.36	46	
11	20230802	3203073	679	1361596041	1	2.61	3.38	85	2265	72	0	2.74	0.72	29	0.96	38.7	0.8	32.3	
12	20230802	3203073	684	1361095940	1	2.55	3.08	803	395	13.6	0.01	1.33	0.62	25.6	0.94	38.8	0.88	36.3	
13	20230802	3203073	686	1361596218	1	3.55	3.57	888	844	13.5	0	1.9	0.98	29.1	1.22	36.2	1.1	32.6	
14	20230802	3203073	688	1361596263	1	2.8	2.77	813	11	11.4	0	2.63	0.7	26.3	0.89	31.2	1.08	40.6	
15	20230802	3203073	692	1361596188	1	3.45	2.76	842	161	11	0.02	1.41	0.6	18.3	0.89	27.2	1.69	51.6	
16	20230802	3203073	693	1361596140	1	3.69	2.89	816	357	10.6	0.01	1.65	0.92	26.2	1.28	36.5	1.21	34.5	
17	20230802	3203073	695	1363496387	1	3.98	3.86	929	67	13.5	0	1.26	1.13	29.9	1.31	34.7	1.29	34.1	
18	20230802	3203073	696	1363496394	1	4.19	3.47	906	110	72	0.02	1.42	1.01	25.4	1.33	33.4	1.52	38.2	
19	20230802	3203073	699	1363496585	1	4.04	3.38	905	35	14.7	0.03	1.74	0.96	25	1.14	29.7	1.61	42	
20	20230802	3203073	700	1363496561	1	2.44	2.78	822	48	9.2	0	3.12	0.56	24.2	0.71	30.6	1.05	45.3	
21	20230802	3203073	703	1363496837	1	4.54	3.48	89	51	11	0.04	2.45	1.11	25.7	1.54	35.7	1.46	33.9	
22	20230802	3203073	705	1557096861	1	4.14	3.83	892	900	7.5	0.03	1.36	0.89	22.6	1.2	30.5	1.79	45.5	
23	20230802	3203073	706	1557096904	1	3.48	3.7	911	39	11.1	0	2.01	0.93	28.1	1.12	33.9	1.19	36	
24	20230802	3203073	707	1363496738	1	3.72	3.62	909	104	13.9	0	1.76	1.06	30	1.26	35.7	1.14	32.3	
25	20230802	3203073	710	1557096898	1	5.81	4.2	921	231	6.3	0.22	1.76	1	18.1	1.48	26.8	2.79	50.6	
26	20230802	3203073	715	1557096935	1	3.63	2.92	843	13	9.6	0.02	1.95	0.63	19.3	0.92	26.7	1.78	51.6	
27	20230802	3203073	717	1572997194	1	2.87	3.33	898	33	12.1	0	2.32	0.81	29.7	0.86	31.5	1.01	37	
28	20230802	3203073	721	1572997231	1	2.66	3.62	901	110	13.3	0	2.43	0.74	29.3	0.9	35.6	0.9	35.6	
29	20230802	3203073	723	1581697368	1	2.28	2.45	761	61	13.7	0	3.01	0.62	28.6	0.71	32.8	0.86	39.7	

図7 エクセルファイルに変換した乳成分検定データ

参考文献

- 1) 及川伸 (2015)、日本獣医学会誌、68: 33-42
- 2) 及川伸 (2013)、産業動物臨床医学雑誌 118-124
- 3) 相原光夫 (2020) LIAJ News No.183 8-11
- 4) McArt JAA, Nydam DV, Oetzel GR: Epidemiology of subclinical influences on bovine health, J Daily Sci, Abstract (2012)
- 5) 加藤ら (2017)、産業動物臨床医誌 8 (1) 7-14
- 6) 高橋ら (2022)、日本畜産学会報 93 (3) 225-232