令和３年度　成績概要書

課題コード（研究区分）：　3101－344201　（経常（各部）研究）

１．研究課題名と成果の要約

１）研究成果名：牛群検定における乳中ケトン体情報の活用法

（研究課題名：牛群検定の乳中ケトン体情報を活用した飼養管理評価手法の開発）

２）キーワード：乳牛、周産期、牛群検定、乳中β-ヒドロキシ酪酸、ケトーシス

３）成果の要約：分娩後６週間に乳中高 BHB（β ヒドロキシ酪酸≧0.13mmol/L）の継発または乳量が全道平均 9,300kg 以上かつ高 BHB 牛割合 11%以上の農場はケトーシス発生を警戒する。対策は分娩前過肥等のリスク牛へ BHB 試験紙の毎週検査による早期摘発・治療と分娩直近の牛群移動、飼槽幅等の飼養管理の改善である。

２．研究機関名

１）代表機関・部・グループ・役職・担当者名：酪農試・酪農研究部・乳牛グループ・研究職員・窪友瑛

２）共同研究機関（協力機関）：畜試・畜産研究部・家畜衛生グループ（北酪検、十勝農協連）

３．研究期間：平成 30 年度～令和２年度　（2018～2020 年度）

４．研究概要

１）研究の背景

近年、全道において牛群検定※時に乳中ケトン体情報として乳中βヒドロキシ酪酸濃度（以下乳中 BHB 濃度）の測定体制が整備され、牛群における潜在性ケトーシスの疑い割合等の持続的な監視が可能となった。ケトーシスは分娩後の発生時期により原因が異なると考えられている。このため検定乳を利用して乳中 BHB 濃度の変動状況を調べることで、飼養管理上の問題点を明らかにし、改善策につなげることができると考えられる。

※牛群検定：月に１度検定員が酪農家の搾乳に立会し、搾乳牛の乳量、乳成分、繁殖状況、飼料などのデータを記録・分析し、農家の経営改善や乳牛改良に活用する制度。

２）研究の目的

牛群検定で提供される乳中ケトン体情報の活用法を提示する。

５．研究内容

１）乳中 BHB 濃度が個体および牛群成績に及ぼす影響の解析（H30～R2 年度）

・ねらい：乳中 BHB 濃度または牛群の高 BHB 牛割合が個体または牛群成績に及ぼす影響の解析。

・試験項目等：全道の検定成績（約 50 万分娩）、分娩後 60 日以内に実施された初回検定の乳成分値および検定乳量、305 日乳量、分娩後 60 日以内の乳用売却以外の除籍、分娩後の初回授精受胎等。

２）分娩後高 BHB 発生のリスク要因解析、発生予測および分娩後摘発方法の検討（H30～R2 年度）

・ねらい：高 BHB 発生の要因解析によるリスク牛の予測と BHB 試験紙を用いた高 BHB 牛摘発方法の検討。

・試験項目等：全道の検定成績（約 28 万件）、根室および十勝地域計 46 農場における乾乳牛（約３千頭）の状態（ボディーコンディションスコア（以下 BCS）等）および分娩後の周産期疾病の治療牛割合、酪農試験場におけるホルスタイン種乳牛（約 150 頭）について分娩後 1～8 週まで毎週 BHB 試験紙（サンケトペーパー、日本全薬）による乳中 BHB 測定および生化学分析による血中 BHB 測定。

３）分娩後の高 BHB 発生パターンによる周産期管理改善点の解明（H30～R2 年度）

・ねらい：高 BHB 発生パターン毎の解析による農場の周産期管理問題点の解明。

・試験項目等：上述した計 46 農場における分娩後 2～9 週の高 BHB 牛割合のクラスター解析、乾乳牛の状態、周産期管理の聞き取り調査、分娩後の周産期疾病の治療牛割合、牛群検定成績等。

６．研究成果

1)-(1)初回検定乳量と 305 日乳量は高 BHB 牛の方が多かった（初回検定乳量：28.6 vs. 28.3 kg、305 日乳量：9,372 vs. 8,913 kg、それぞれ高 BHB 牛 vs. 低 BHB 牛）。個体における分娩後 60 日以内の乳用売却を除く除籍割合は高 BHB 牛の方が高かった（オッズ比 1.23）。分娩後の初回授精受胎率は高 BHB 牛で低く（オッズ比 0.90）、空胎日数は９日延長していた。一方、牛群における除籍牛割合および空胎日数への高 BHB 牛割合の影響は不明確であった。経産牛１頭当り乳量が全道平均 9,300 kg 未満の農場では、高 BHB 牛割合の増加とともに乳量が増加したが、それ以上の農場では高 BHB 牛割合が 11%以上になると乳量が減少し、ケトーシスの影響が推察された。

2)-(1)分娩後の高 BHB 発生のリスク牛は、分娩前に過肥であることが特徴的であり、初産牛では初産分娩月齢 26 ケ月齢以上・分娩前 BCS3.50 以上、経産牛では分娩間隔 420 日以上・３産次以上・乾乳期 BCS3.50 以上・分娩前 100 日以内に実施された最終検定の BHB 濃度 0.05 mmol/L 以上を指標とする（１つでも当てはまればリスク牛）。

2)-(2)BHB 試験紙による週１回の検査で、一度でも高 BHB 牛（試験紙による閾値 ≧0.1 mmol/L）と認められた割合は 55.4%であったが、月１回の検査では 31.8%であった。このことより、牛群検定では半分程度見逃している可能性があるため、高 BHB 牛の早期摘発には、BHB 試験紙による週１回の検査が有効である。

3)-(1)高 BHB 牛割合が高い農場では分娩直近の牛群移動、乾乳牛１頭当りの飼槽幅が狭い、搾乳牛１頭当りの休息場所が少ない等の特徴が認められた。一方で、分娩介助のタイミングが比較的早い、分娩前後の Ca 製剤を投与している農場は高 BHB 牛割合が低いまたは低くなる傾向にあった（表１）。

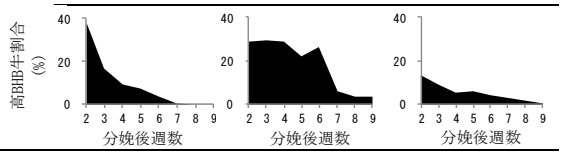
3)-(2)クラスター解析の結果、乾乳期過肥に起因すると考えられる過肥型（分娩後 2-3 週目に高 BHB 牛発生割合が高い）、乾乳期過肥と分娩後のエネルギー不足に起因すると考えられる複合型（分娩後６週目まで継続して発生割合が高い）および低発生型（分娩後一貫して発生割合が低い）の３パターンに分類できた。過肥型と複合型は、乾乳期の過肥牛割合と飼料摂取量不足割合が高いという特徴が見られた。さらに複合型は、分娩後の乳成分値異常牛割合が最も高く、周産期疾病の発生も多いことから、複合型の農場では特に改善が必要であると考えられた（表２）。以上の結果を用いて、周産期管理における乳中ケトン体情報の活用法を作成した（表３）。

＜具体的データ＞　表 1. 調査農場における周産期飼養管理と高 BHB 牛割合の関係

項目	係数[1]	標準偏差	P 値
分娩10日前に飼養環境を大きく変更する[2]	1.552	0.407	＜0.01
搾乳牛1頭当りの休息面積が13㎡以下または牛床が1.0床より少ない[3]	0.816	0.316	＜0.01
乳量、摂取量低下などの全身症状が出てから診療を依頼する[4]	0.675	0.214	＜0.01
乾乳牛の飼槽幅が70cm/頭よりも狭い[3]	0.580	0.211	＜0.01
分娩後の牛に一定期間低栄養濃度の餌を給与する[5]	0.341	0.239	0.15
乾乳牛1頭当りの休息面積が13㎡以下または牛床が1.0床より少ない[3]	-0.156	0.206	0.45
搾乳牛飼槽幅が70cm/頭よりも狭い[3]	-0.301	0.333	0.37
分娩前後の牛へ予防的にCa製剤を投与する	-0.404	0.221	0.07
足胞、鼻先が出た時点で介助を実施する[6]	-1.281	0.261	＜0.01

1）係数が正の場合、牛群の高BHB牛割合が増加。負の場合、高BHB割合が減少。
2）例：フリーストールからタイストール、乾乳牛飼養場所から離れた場所にある分娩場所への移動等。
3）飼養エリアの休息面積、牛床数または飼槽幅を調査期間中の当該エリアにおける最大飼養頭数で除した。
4）基準は”全身症状がなくても通常の様子と異なる場合には診療を依頼する”。
5）例：分娩後一定期間は搾乳牛飼料に乾草または乾乳牛用飼料を混ぜたエサを給与する。
6）基準は”自然分娩”

表 2. 分娩後の高 BHB 発生状況による牛群の分類



分類	項目	過肥型(n=12)	複合型(n=8)	低発生型(n=26)
乳成分異常	初回検定[1]時高BHB[2]牛割合（%）	15.3[a]	25.0[b]	7.8[c]
	分娩後50日以内乳脂肪率異常[3]牛割合（%）	12.9[a]	14.8[a]	8.6[b]
	分娩後100日以内乳蛋白率異常[4]牛割合（%）	14.6[a]	22.2[b]	13.1[a]
	分娩後50日以内PF[5]比異常牛割合（%）	28.8[a]	33.3[b]	19.7[c]
	初回検定時リニアスコア[6]異常牛割合（%）	10.7	9.8	9.2
牛の状態	乾乳期過肥[7]牛割合（%）	35.7[a]	41.7[b]	23.3[c]
	乾乳期摂取量不足[8]牛割合（%）	19.9[a]	19.8[a]	16.1[b]
	分娩後削痩[9]牛割合（%）	16.1[a]	22.1[bc]	22.2[c]
	分娩後摂取量不足牛割合（%）	54.4[a]	63.3[b]	40.2[c]
	分娩前後BCS0.75以上低下[10]牛割合（%）	51.0[a]	66.0[b]	45.1[c]
周産期疾病	分娩後[11]第四胃変位治療牛割合（%）	5.3[a]	4.7[ab]	3.0[b]
	分娩後ケトーシス治療牛割合（%）	3.5[a]	7.5[b]	4.2[a]
	分娩後産褥熱治療牛割合（%）	4.5	3.5	3.6
	分娩後胎盤停滞治療牛割合（%）	1.0	0.4	1.3
	分娩後乳熱治療牛割合（%）	5.8[a]	9.3[b]	4.4[a]
	分娩後乳房炎治療牛割合（%）	21.2	16.9	17.7

1）分娩後60日以内の初回検定
2）BHB≧0.13 mmol/L
3）乳脂肪率≧5.0%
4）乳蛋白質率≦2.8%
5）乳蛋白質率乳脂肪率の比≦0.7
6）5以上
7）ボディーコンディションスコア（BCS）≧3.75
8）ルーメンフィルスコア≦2
9）BCS≦2.50
10）調査期間中の分娩前BCSと分娩後最低BCSの差
11）分娩後60日以内
a, b, c：P<0.05

表 3. 周産期管理における牛群検定乳中ケトン体情報の活用法

① 分娩後の高BHB牛発生状況の把握

時期	分娩後9週間
把握方法	**【牛群の高BHB牛割合】** ・牛群検定情報の初回検定高BHB(%)を確認 **【高BHB牛の発生型】** ・牛群検定の個体帳票やデータ集計[1]（Web DLから取得）後グラフ化による発生型の確認
警戒すべき農場	**【牛群の高BHB牛割合】** ・経産牛1頭当り乳量が全道平均以上（≧9,300kg）かつ、初回検定高BHB(%)が≧11%の農場 **【高BHB牛の発生型】** ・特に複合型農場が要注意

② 高BHBになりやすいリスク牛の摘発と飼養管理上のリスク低減対策

時期	乾乳期および分娩時	分娩後
摘発方法	**【リスク牛の特徴[2]】** ・BCS[3] ≧3.50 ・分娩間隔 ≧420日以上 ・初産分娩月齢 ≧26ケ月齢 ・分娩産次 ≧3産 ・最終検定時BHB濃度[4] ≧0.05 mmol/L	**【BHB試験紙による摘発】** ・試験紙の閾値は≧ 0.1 mmol/L ・リスク牛に対し、1回/週実施
飼養管理上の対策	**【飼養環境】** ・乾乳エリアの飼槽幅/最大飼養頭数は≧70 cmを確保 **【飼養管理】** ・分娩前10日以内に飼養場所の大きな変更は避ける ・分娩前後の牛に予防的なカルシウム製剤の投与	**【飼養環境】** ・搾乳牛1頭に対し、人が整備した休息場所を13 ㎡以上または牛床を1床以上確保 **【飼養管理】** ・全身症状（乳量、摂取量の低下等）が無くても通常の様子と異なる場合には診療を依頼

1）過去1年間のデータを使用 2）1つでも当てはまればリスク牛と判断 3）ボディーコンディションスコア 4）分娩前100日以内に実施された前産次最終検定

７．成果の活用策

１）成果の活用面と留意点

(1) 生産者や支援組織が高 BHB 牛の発生状況を把握し、ケトーシス発生低減に活用する。
(2) 早期の分娩介助は、産道の開大が十分でない場合も考えられるため、本成績では推奨しない。
(3) ケトーシス発生予防には、表 3 に示した対策に加え、乾乳期に過肥にさせない対策が重要である。

２）残された問題とその対応　なし

８．研究成果の発表等　なし

用語解説 **ケトーシス**:生体内にケトン体が増加することで、活力および食欲低下、乳量減少、神経症状等を起こす疾病。ケトン体の１つとして BHB が知られており、牛群検定では乳中 BHB が≧0.13mmol/L の牛を高 BHB 牛と定義している。なお、この閾値は、上記の臨床症状を伴わない潜在性ケトーシスの診断基準として使用されることが多い。