

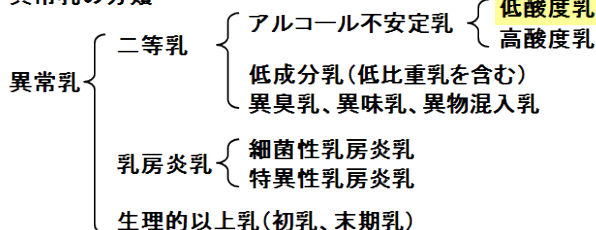
## 低酸度二等乳の原因と対策

### 1. まえがき

最近、低酸度二等乳が発生したという情報があります。二等乳は日本農林規格の検定に不合格の生乳で、アルコール不安定乳、低成分乳および異臭、異味、異物混入に大別されます（下図参照）。アルコール不安定乳は、生乳と 70%アルコールを 1：1 の割合で混合（アルコールテスト）した場合、凝固物の生じる乳をいいます。アルコールテストは古くから用いられている方法で、現在は全ての原料乳に用いられています。

牛乳の酸度はフェノールフタレインを指示薬として、0.1 規定の NaOH で中和滴定した値を滴定酸度（略して酸度）といい、新鮮乳の場合は普通 0.11～0.18%、酸度が 0.18%以上のものを高酸度乳、0.11%未満のものを低酸度乳と呼んでいます。

#### 異常乳の種類



### 2. アルコール不安定乳の原因

高酸度乳は、搾乳衛生や搾乳後の牛乳の冷却不備などから牛乳中に細菌が増殖し、乳糖が分解し、乳酸が作られることにより酸度が高くなり、蛋白と結合していたカルシウムが遊離、このため蛋白の変性が起こり、アルコールと混合されることにより脱水され凝固すると言われていています。

低酸度乳の場合は牛乳中の主要な乳蛋白であるカゼインの変性とカルシウムイオンやマグネシウムイオンのバランスの変化によって凝固が起こると考えられています。アルコールで凝固する乳の中には、正常乳期であり臨床的にも異常が認められず、酸度も正常範囲（0.11～0.18%）でありながら、アルコールと反応して凝固する乳もありますが、原因は不明です。

### 3. 低酸度二等乳の発生原因

低酸度二等乳発生の原因については数多くの報告がありますが、完全には解明されていません。

- 1) 直接的な原因：低酸度二等乳中のカゼインの Ca イオンと Mg イオンが増加し、それに伴いリン酸塩・クエン酸塩が減少しています。一方、低酸度二等乳を生産している乳牛の血清無機成分を調べると、全タンパク質（TP）、Ca、Mg が低く、P が高い傾向を認められています。乳腺細胞に物質を運ぶ毛細血管の透過性が変化していることが予想されます。
- 2) 季節的要因：乳牛の快適温度は 12～18℃、また適温度は 5～25℃といわれています。また、快適湿度は 40～60%、80%以下が許容域といわれています。この範囲を越えると体温が変化し、食欲や乳量の減退、抗病性の低下などが見られます。農家の実態調査でも年間を通じて発生しているものの、4～7月に発生率が高いこと等から梅雨時期から夏期の高温多湿時が重要な発生要因と考えられます。また春先の青草の時期については硝酸塩との関連が報告されています。9月頃発生する二等乳は夏を乗り越えてきたが、秋に入る季節の変わり目に体力が落ち（いわゆる秋落ち）で発生する場合があります。
- 3) 疾病併発：ルーメンアシドーシス、骨軟症、ケトーシス、胃腸障害、乳腺機能の異常（初期乳及び末期乳・潜在性乳房炎）、肝機能障害（脂肪肝・肝機能不全・肝蛭症）などが影響するといわれています。
- 4) ホルモン異常：発情期および妊娠後期に乳汁中のカルシウムイオンが増加しアルコール不安定乳となることがあります（ほかに pH の上昇、ナトリウム、塩素の増加、白血球の増加も見られます）。エストロゲン（卵胞ホルモン）には毛細血管の透過性を亢進させる作用があり、乳腺にも同様な作用をあたえ、陽性乳となることが知られています。副腎皮質ホルモンの中で、ナトリウムやカリウムの代謝に関与する無機質コルチコイドが起炎作用、炭水化物などの代謝に関与する糖質コルチコイドは消炎作用を持っていますが、これらの不均衡で乳

腺に起炎的に作用し陽性乳を分泌させることが知られています。また甲状腺ホルモンとの関係も知られ、これの投与により臨床的に陽性乳を分泌させられることも確認されています。泌乳末期になって出る二等乳は乳牛のホルモン変調により発生すると言われていています。

- 5) ストレス：寒冷、酷暑、あるいは急激な温度変化、多湿のほかに、低気圧、牛舎内の有害ガス、牛舎設備の不良、騒音などによる不快感、輸送なども問題となり、感受性の強い乳房はこれらのストレスによって異常となり、低酸度二等乳を生産すると考えられます。

#### 4. 飼料給与状態による影響

春先の青草の時期に生産される低酸度二等乳は、硝酸塩との関連が報告されています。低酸度二等乳の出やすい乳期は泌乳最盛期と乾乳前ですが、泌乳最盛期はホルモンバランスの乱れよりも、エネルギー不足による体力の消耗が原因とされています。このような牛は管理にあたって TDN および蛋白質の質、そして良質な粗飼料源を十分考慮した飼料給与をすることが大切です。妊娠末期の低酸度二等乳は乳牛のホルモン変調により発生すると言われており、この対策としてはリンカルの大量投与（1日2～300g）か、クエン酸カルシウムの注射、さらにはビタミンADE 剤の投与が効果的といわれています。

昭和30年代の古いデータで、現在の牛の能力や給与されている飼料の内容などは現在のものとはかなり異なっていると思われるが、野外調査および実験的発生試験が実施されています。

- 1) **野外試験結果**：野外調査ではアルコール不安定乳陽性の発生例と給与飼料の TDN、DCP の NRC 飼養標準要求量に対する充足率との関連を検討しています。この結果では、TDN、DCP の充足率が 90～120% とな

NRC 充足率		DCP			計
		120 以上	120～90	90 以下	
TDN	120 以上	39/122 (32.0)	3/16 (18.8)	1/6 (16.7)	43/144 (29.9)
	120～90	13/52 (25.0)	4/52 (7.7)	2/22 (13.6)	20/126 (15.9)
	90 以下	2/6 (33.3)	8/27 (29.6)	12/43 (27.9)	22/76 (29.0)
計		54/180 (30.0)	15/95 (15.8)	16/71 (22.5)	85/349 (24.3)

っている適正給与群の発生率が、7.7% と最も低く、TDN の充足率が低い群では軒並み発生率が高くなっています。また、高蛋白の区でも発生率が高く、給与飼料中の栄養バランスが悪くなると陽性率も高くなっています。

- 2) **実験的発生試験結果**：この試験では栄養バランスが不均衡な飼料を給与してその経過を追跡しています。その結果バランスの不均衡な飼料を給与開始後 1 ヶ月前後で陽性反応を示しました。その内容は、陽性反応を示した後、一度も回復することなく経過した例（低 CP・低 TDN 区）、一度陽転しただけですぐ陰性となり、その後試験終了まで陽転しなかった例（粗飼料多給区）、陽転と陰転を繰り返した例（ミネラルの不均衡を加えた区）と様々ですが、一度でも陽性反応が見られたものは陽性例としてカウントされています。この試験の結果、適正な CP、TDN が給与された場合には陽性例はなく（0/11）、低 TDN の区では高 CP、低 CP 両区で全ての牛に陽性反応が見られました（14/14）。また高 CP であっても TDN の供給が十分であれば陽性例は見られませんでした（0/6）。以上の調査から、アルコール反応陽性乳の発生に影響する給与飼料の要因は低 TDN、すなわちエネルギー不足が最も大きく、次いで高蛋白、すなわち濃厚飼料の多給が大きくなっています。蛋白源よりも TDN 源の過不足が陽性乳の誘因として大きいことを示唆していると述べられています。

#### 5. 低酸度二等乳の発生防止対策

低酸度二等乳の原因には前述したように環境、疾病、ホルモン、給与飼料などの影響などが挙げられますが、防止対策としてはこれらの原因の除去、すなわち飼養環境と飼養管理の改善に重点を置く必要があります。特に飼料給与と低酸度二等乳には密接な関係があり、影響の過不足あるいは不均衡が大きく影響しています。特に最近の乳牛は高能力になってきており、分娩直後には、強い負のエネルギーバランスになります。給与飼料の成分、特に粗飼料の成分を可能な限り正確に把握し、最新の飼養標準に沿った飼料給与を実施することが肝心です。そのほかバルククーラーの温度管理に注意することも必要です。また、疾病との関連も予測されますので、獣医師との相談も必要です。