

高泌乳牛の飼養管理技術及び高品質生乳生産技術の改善立

4. ビタミンE又はセレン投与による乳汁中体細胞数の減少効果

Effect of decrease on somata in lactic by vitaminE and serenium administering

井上 一之 武石 秀一 松岡 恭一 石田 睦夫

要 旨

乳腺組織の強化や免疫細胞の活性化（抗酸化作用）のあるビタミンE又はセレンの投与が、乳汁中体細胞数の減少効果について検討した。

- 1 血漿中ビタミンE濃度は、分娩前 30 日から下降しはじめ、分娩時には最低値となった。
- 2 血漿中ビタミンE濃度が分娩前後で有意に低かった乳用牛は、乳汁中体細胞数が多かった。また、分娩後低濃度で推移した牛は、乳房炎を発症した。
- 3 分娩前 21 日からビタミンE剤を投与すると、乳汁中体細胞数の減少傾向がみられた。
- 4 血漿中セレン濃度は、分娩前は欠乏値で推移した。
- 5 分娩前 21 日からセレン剤を投与すると、分娩後は欠乏値を示すことなく、乳汁中体細胞数の減少傾向がみられた。

キーワード：乳汁中体細胞、ビタミンE、セレン

背景及び目的

生乳中の体細胞数の増加は、酪農家にとって大きな問題であり、体細胞数の増加は乳量、乳質の低下、また、それに伴う乳廃棄、治療費など経済的損失が大きい。生乳の取引価格は乳汁中の脂肪率や体細胞数などの品質によって決定される。本県では平成 16 年からバルク中の乳汁中体細胞数が 30 万個/ml 以上からペナルティが課せられ、70 万個/ml 以上になれば、生乳 1 km 当たり 40 円の反則金と出荷禁止等の措置が取られるようになった。さらに、平成 18 年 1 月から厳罰化され、月 2 回の抜き取り検査において、酪農家のバルク乳中の体細胞数が 30 万個/ml 超えた場合、3 ~ 4 日後に再検査を実施し、その検査で 30 万個/ml 以下であれば出荷可能、30 万個/ml 以上であれば、さらに検査を継続し 30 万個/ml 以下になるまで出荷停止の措置がとられることから、その損失額はさらに大きくなる。また、乳汁中の体細胞数を減少させることは、酪農家の経済効果を高めるだけでなく、消費者へ「美味しい牛乳」を提供する観点から重要な要素である。このようなことから、乳腺組織の強化や免疫細胞

の活性化を図り、乳汁中の体細胞数を減少させる目的として、抗酸化作用や生体防御機能のあるビタミンE剤又はセレン剤を、分娩予定日の 21 日前から分娩後 60 日間投与し、血漿中ビタミンE濃度又はセレン濃度が乳汁中体細胞数の減少効果について検討した。

試験方法

ビタミンE剤又はセレン剤の投与効果を検証する目的で、初年度は、ビタミンE剤又はセレン剤を投与していない乳用牛の血漿中ビタミンE濃度とセレン濃度が乳汁中体細胞数に与える影響について調査した。次年度は、ビタミンE剤又はセレン剤の投与が、乳汁中体細胞数を減少させる効果について検討した。

また、農家の実態調査として、バルク乳中の体細胞数が常時 30 万個/ml 以上の牛群検定農家 1 戸において、個体乳汁中の体細胞数が 50 万個以上/ml と 10 万個以下/ml の牛各 5 頭について、血漿中ビタミンE濃度とセレン濃度の比較をした。

1. 供試牛

供試牛の調査条件について表 1、2 に示した。

表 1 ビタミン E 剤、セレン剤無投与牛

乳房炎発症の有無	品種	頭数	分娩月	産 歴
発症なし	ホ種	7	17.9 ~ 12	1 ~ 2
発症牛	ホ種	3	17.10 ~ 11	1 ~ 3

ホ種：ホルスタイン種 単位：頭、年月、産

表 2 ビタミン E 剤又はセレン剤投与牛

投薬剤名	品種	頭数	分娩月	産 歴
ビタミン E	ホ種	3	18.10 ~ 12	1 ~ 3
セレン	ホ種	3	18.9 ~ 12	1 ~ 3

ホ種：ホルスタイン種 単位：頭、年月、産

(1) ビタミン E 剤、セレン剤無投与牛

平成 17 年 9 月から 12 月にかけて分娩した、当场繋養牛ホルスタイン種 7 頭と、同時期に分娩し乳房炎を発症した牛 3 頭。

(2) ビタミン E 剤又はセレン剤投与牛

1) ビタミン E 剤投与牛

平成 18 年 10 月から 12 月にかけて分娩した当场繋養牛ホルスタイン種 3 頭。

2) セレン投与牛

平成 18 年 9 月から 12 月にかけて分娩した当场繋養牛ホルスタイン種 3 頭。

(3) 農家の実態調査

経産牛 40 頭

2. ビタミン E 剤又はセレン剤の投与

分娩前 21 日から分娩後 60 日までの 81 日間、TMR 飼料に添加し混和した。

(1) ビタミン E 剤

酢酸トコフェロールとして、1 日 1 頭当たり 20 g 投与

(2) セレン剤

セレン酵母として、体重 100 kg 当たり 0.3 mg 投与。

3. 材料

(1) 血漿中ビタミン E 濃度とセレン濃度の測定

1) ビタミン E 剤又はセレン剤無投与牛及び投与牛共に分娩前 21 日から分娩後 60 日の 81 日間、3 ~ 5 日間隔で、無投与牛では 7 頭 125 検体、投与牛では 6 頭 130 検体の血液を採取した。

2) 乳房炎罹患牛

臨床的に乳房炎と診断した乳用牛 3 頭について、乳房炎の発症から治癒するまでの間 75 検体の血液を採取した。

3) 県内酪農家

40 頭 40 検体を血液を採取した。

血液採取はヘパリンナトリウム入り真空採血管で行い、採取後は速やかに血漿を分離し凍結保存した。血漿中ビタミン E 濃度とセレン濃度の測定は、大分家畜保健衛生所へ依頼した。

(2) 乳汁中体細胞数の測定

乳汁中体細胞数の測定は、ビタミン E 又はセレンの無投与牛及び投与牛とも、分娩後 7 ~ 60 日間、3 ~ 5 日間隔で、定時の夕、朝の搾乳時に、前搾りを行った後、手搾りでサンプリング容器に約 100cc の乳汁を採取し 4 °C で保存後、大分県生乳検査協会へ検査依頼した。大分県生乳検査協会は、フォソマチック 5400 型で体細胞数を測定した。今回用いた乳汁中の体細胞数は夕と朝のそれぞれの体細胞数の平均値を乳汁中体細胞数として用いた。

結果

1. ビタミン E 剤又はセレン剤無投与牛

(1) 血漿中ビタミン E 濃度の推移

血漿中ビタミン E 濃度は、分娩 20 ~ 30 日前には約 $200 \pm 19.9 \mu\text{g} / \text{dl}$ であったが、分娩が近付くに従って徐々に低下し、分娩時には $100 \pm 20.6 \mu\text{g} / \text{dl}$ となった。特に分娩前 7 日間の血漿中ビタミン E 濃度は $114.9 \pm 36.8 \mu\text{g} / \text{dl}$ で、分娩後 7 日間の血漿中ビタミン E 濃度の $164.4 \pm 80.3 \mu\text{g} / \text{dl}$ より有意 ($p < 0.05$) に低かった。分娩後は徐々に上昇したが、分娩前 30 日と同レベルまで回復するには分娩後 60 日を要した (図 1)。

乳房炎を発症していない牛と乳房炎を発症した牛の、分娩後 7 日目から 60 日目までの血漿中ビタミン E 濃度と体細胞数について、図 2 に示した。乳房炎を発症していない牛の分娩後の血漿中ビタミン E 濃度は、約 100 から $350 \mu\text{g} / \text{dl}$ (平均 $169.3 \mu\text{g} / \text{dl}$) で、体細胞数の平均は 17.0 万個 / ml であった。一方、乳房炎を発症しているときは、 $100 \mu\text{g} / \text{dl}$ 以

下を示した。分娩後 3 日目で乳房炎を発症した牛の血漿中ビタミンE濃度は、分娩後 100 日まで 100 μg / dl 以下の低レベルで推移した。その中でも、体細胞数が 150 万個 / ml 以上に増加した時は、血漿中ビタミンE濃度が 50 μg / dl と低下し、血漿中ビタミンE濃度の欠乏値といわれている 70 μg / dl を下回っていた (図 3)。

(2) 血中セレン濃度の推移

分娩前 21 日から分娩時までの血漿中セレン濃度は、1 頭を除いて 6 頭が、血漿中セレン濃度の欠乏値といわれている 35ng / ml 以下の 27.3 \pm 7.4ng / ml で推移した。分娩後は徐々に回復し、分娩後 14 日で欠乏値である 35ng / ml を脱出し、60 日には平均で 60ng / ml まで上昇した (図 4)。

分娩後に乳房炎を発症した牛と発症しなかった牛の分娩前 21 日から分娩後 21 日の血中セレン濃度の推移は両者には有意な差は認められなかったものの、発症牛の方が欠乏値の 35ng / ml を脱出する期間が遅い傾向にあった (図 5)。

(3) 農家での調査結果

バルク乳中体細胞数が恒常的に 30 万個 / ml 以上の農家において、個体乳汁中体細胞数が 50 万個 / ml 以上の牛と、10 万個 / ml 以下の牛とでは、血漿中ビタミンE濃度及びセレン濃度に差は無かった (表 3)。

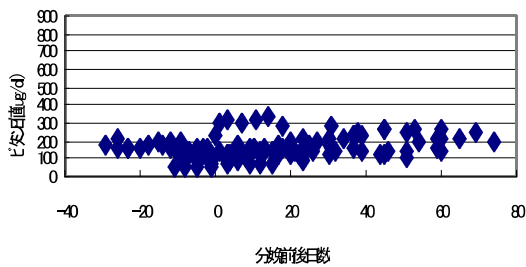


図 1 血漿中ビタミンE濃度の推移

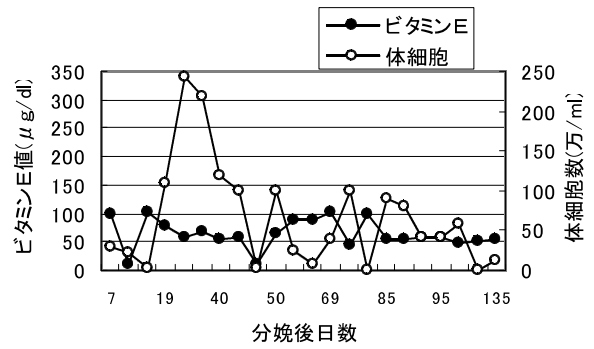


図 2 非乳房炎牛と乳房炎発症牛の血漿中ビタミンE値と体細胞数

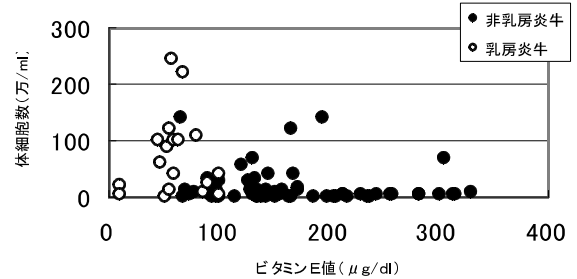


図 3 乳房炎発症牛の血漿中ビタミンE濃度と乳汁中体細胞数の推移

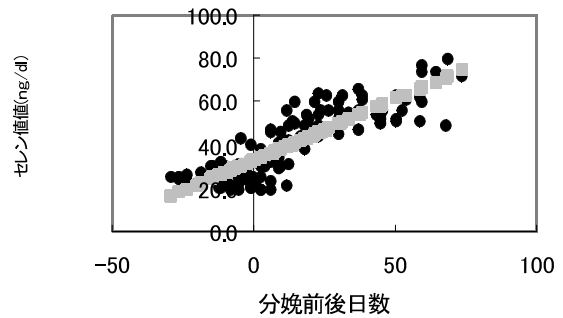


図 4 血中セレン濃度の推移

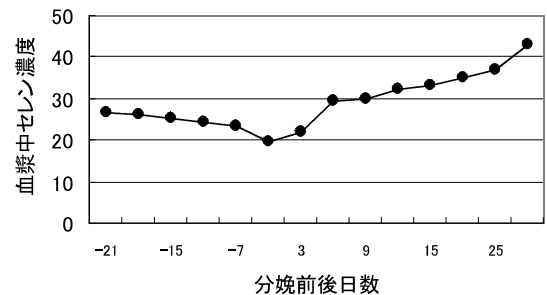


図 5 乳房炎発症牛の血漿中セレン濃度の推移

表 3 体細胞数別血漿中ビタミンE及びセレン濃度

体細胞数	血漿中ビタミンE濃度	血漿中セレン濃度
50 以上(n=5)	303.3 ± 95.3	51.9 ± 8.7
5 以上(n=5)	307.4 ± 53.8	571. ± 11.4

単位：万個/ml、 $\mu\text{g}/\text{dl}$ 、 ng/ml

2. ビタミンE剤投与牛

ビタミンE剤を投与した乳用牛は、分娩 21 日前から分娩時にかけて血漿中ビタミンE濃度は低下することなく約 200 ~ 400 $\mu\text{g}/\text{dl}$ 推移した。分娩後は一時的に低下するもののすぐに回復し、分娩後 60 日では 500 ~ 800 $\mu\text{g}/\text{dl}$ までに上昇した (図 6)。

血漿中ビタミンE濃度が乳汁中体細胞数に及ぼす影響をみると、血漿中ビタミンE濃度が 200 ~ 300 $\mu\text{g}/\text{dl}$ を示した牛の乳汁中体細胞数は、5 ~ 20 万個/ml で、個体によりやや体細胞数にバラツキが認められるものの、血漿中ビタミンE濃度が 400 $\mu\text{g}/\text{dl}$ 以上では、乳汁中体細胞数は約 10 万個/ml 以下であった (図 7)。

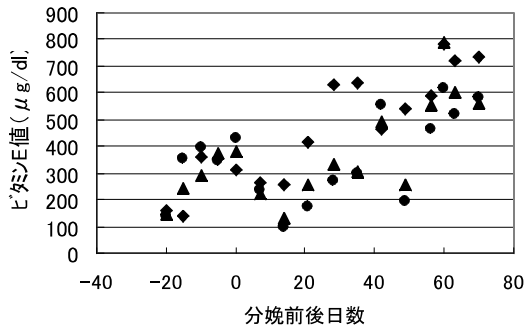


図 6 ビタミンE投与後の血漿中ビタミンE濃度の推移

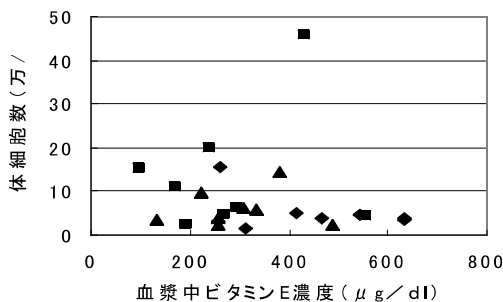


図 7 ビタミン剤投与後の血漿中ビタミンE濃度

と乳汁中体細胞数

3. セレン剤投与牛

セレン剤を投与した乳用牛は、分娩 21 日前から分娩時にかけて血漿中セレン濃度は 35 ng/ml 以下になることなく推移した (図 8)。特に分娩直後の血漿中セレン濃度は約 50 ng/ml もあり、乳用牛の殆どが欠乏値以下であったセレン剤無投与区のことを考えれば、セレン剤投与の効果が表れていた。血漿中セレン濃度が乳汁中体細胞数に与える影響をみると、血漿中セレン濃度が分娩直後から 50 ~ 100 ng/ml の濃度があれば、乳汁中体細胞数は 3 ~ 5 万個/ml と極めて低い体細胞数となった。特に血漿中セレン濃度が 100 ng/ml 近くになると、さらに乳汁中体細胞数の減少効果が認められた (図 9)。

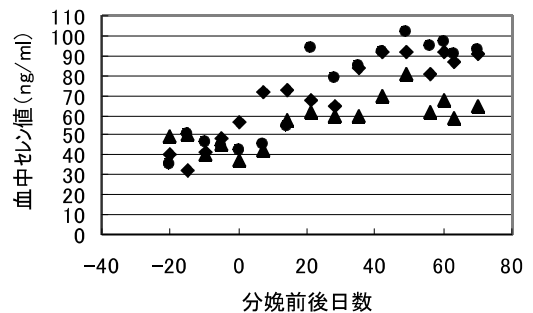


図 8 血漿中セレン濃度の推移

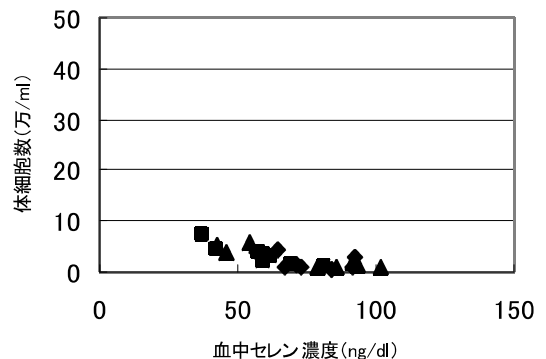


図 9 血漿中セレン濃度と乳汁中体細胞数

考察

乳汁中の体細胞数は、乳房炎の指標として最も一

一般的に用いられている。生乳中の体細胞を知ることは、乳房炎の有無やその程度を知る上で有力な情報となる。また、消費者は「安全・安心」なものを求めるようになっており、この意味あいからも体細胞数や細菌数といった衛生的な要素は、牛乳生産を行う上でより一層重要な要素となっている。

乳腺あるいは乳腺胞に細菌が侵入すると、細菌が乳腺上皮細胞を破壊する。また、生体防衛反応の一つとして白血球が侵出し、細菌を捕食する。その結果として、乳汁中に白血球や脱落した乳腺上皮細胞が増加し、これが体細胞数として測定される¹⁾。一般的にバルク乳中の体細胞数が 40 万個/ml であった場合、乳量損失率は 4% と言われている²⁾。また、大分県ではバルク乳中の体細胞数が 30 万個/ml 以上から出荷停止等のペナルティが課せられる。

ビタミン E は、白血球のなかでも特に単球、好中球、リンパ球などの機能の維持や活性化及び機能促進など生体防御機能の向上に貢献する¹⁾。

今回、分娩 21 日前から乳汁中の体細胞数が多い期間、また、乳房炎の発症率が高い分娩後 60 日の間、ビタミン E 剤又はセレン剤の投与が乳汁中の体細胞数を減少させることが可能であるかについて検討した。

ビタミン E 剤を投与しなければ、血漿中ビタミン E 濃度は分娩 21 日前から低下をしはじめ、分娩時には血漿中ビタミン E 濃度の欠乏値である、70 μg /dl 近くまで低下した。個体によっては欠乏値以下の血漿中ビタミン E 濃度を示す乳用牛もみられた。分娩後は除々にではあるが、血漿中ビタミン E 濃度は回復傾向に向かった。しかしながら、分娩時に欠乏値以下の血漿中ビタミン E 濃度を示した乳用牛は、分娩 21 日前のレベルである 100 μg /dl までに回復するには、約 21 日間要した。

乳房炎に罹患した牛の殆どが分娩後の血漿中ビタミン E 濃度が 70 μg /dl 以下の欠乏値を示した。特に分娩後早期に乳房炎を発症した牛の血漿中ビタミン E 濃度は約 100 μg /dl 以下の値で推移しており、その濃度は分娩後 130 日頃まで続いた。また、一時的に乳汁中体細胞数が 150 万個/ml を超えた時期の血漿中ビタミン E 濃度は 70 μg /dl 以下の濃度で

あった。

セレン剤を投与しなければ、血漿中セレン濃度は、分娩 21 日前から分娩後 14 日目まで欠乏値である 35ng/ml 以下の濃度で推移した。

ビタミン E 剤を投与した乳用牛は、分娩時に一時的に低下したものの、すぐに回復し分娩後 60 日で 500 ~ 800 μg /dl まで上昇した。血漿中ビタミン E 濃度が 200 μg /dl 以上維持されると乳汁中体細胞数は低減の傾向が伺われた。

セレン剤を投与した乳用牛は、分娩前 21 日から分娩時まで欠乏値の 35ng/ml を示さず、分娩後は約 50ng/ml で推移した。

バルク乳中の体細胞数が高い農家で、個体乳汁中の体細胞数が 50 万個/ml 以上の牛 5 頭と、10 万個/ml 以下の牛 5 頭について、血漿中ビタミン E 濃度とセレン濃度の比較を行った。ビタミン E 濃度では体細胞数が 50 万個/ml の牛で 303.3 μg /dl、10 万個/ml 以下の牛で 307.4 μg /dl と、両区には差はなかった。また、血漿中セレン濃度も血漿中ビタミン E 濃度と同様な結果であった。今回調査した農家は、バルク乳中の体細胞数が常に 30 万個/ml 以上あり、また、牛個体によっても体細胞数が 50 万個から 100 万個/ml 以上の体細胞数を排出している牛が存在していた。この様な農家は、バルク乳中の体細胞数を増加させる原因は一要因ではなく、搾乳手法や搾乳機器の不具合など種々な要因が考えられる。

バルク乳中の体細胞数が 20 ~ 30 万個/ml を中心に増減している農家で、少しでも牛の体調管理や飼養管理等で油断をすれば一気にバルク乳中の体細胞数が 30 万個/ml を超えてしまう農家においては、ビタミン E 剤又はセレン剤投与が有効な方法と考えられる。ビタミン E 剤では分娩予定日の 21 日前から分娩後 60 日間、1 日 1 頭当たり 20g を連日投与すると、乳汁中の体細胞数が多い期間の血漿中ビタミン E 濃度を 200 μg /dl に維持でき、乳汁中の体細胞数を減少させることが可能と考えられた。

また、セレン投与の場合もビタミン E 剤と同様に分娩予定日 21 日前からセレン酵母として 1 日 1 頭当たり 0.3mg/100 kg 連日投与すると、血漿中のセ

レン濃度が約 50ng / ml 以上で維持され、ビタミン E 剤投与と同様に、乳汁中の体細胞数を低減させることが可能と考えられた。

ビタミン E 剤は水溶性で過剰投与でもビタミン E は尿中に排泄されるため、ビタミン E 過剰症などの副作用は心配はない。一方、セレンの場合、過剰投与すれば消化器機能の減退等の報告³⁾がある。これらのことを考慮すると酪農家での使用は、安全性からみればビタミン E 剤の投与のほうが望ましい。

参考文献

- 1) 西田諦守. 見て分かる酪農ビタミン学 14・15・16. 17. Dairy Jpan
- 2) 2006. DAIRYMAN 臨時増刊号「時代はミルク」
- 3) 新編飼料ハンドブック (1998) 日本科学飼料協会 185