

高泌乳牛飼養管理技術試験

— 電解水の給与が摂取ミネラルの吸収率に及ぼす影響 —

渡辺 裕恭・立川 進・片山 正敏^{*1}

要 約

周産期の栄養管理技術のうち、ミネラルバランスの維持に関する新しい技術の確立を目指して、電解水のうち強アルカリ性イオン水（強アルカリ水）及び強酸性イオン水（強酸水）の給与が乳牛の生理・生産反応のうちミネラル類（マグネシウム（Mg）、カルシウム（Ca）、カリウム（K））の吸収性に及ぼす影響について検討するため、泌乳牛3頭を用いてミネラル出納試験を実施した。その結果、次のような知見が得られた。1) 強アルカリ水及び強酸水を給与することで、水道水の給与に比べ、飲水量が有意に低下したものの、飼料摂取量には影響を及ぼさなかった。2) 強酸水を給与により、給与飼料中の乾物消化率が低下する傾向が見られた。3) 強アルカリ水の給与により、摂取ミネラル類（マグネシウム（Mg）、カルシウム（Ca）、カリウム（K））のうち、特にCaの吸収率が高まった。4) 強アルカリ水の給与により、摂取したCaの分配割合（糞・尿・蓄積）のうち、蓄積への分配割合が高まった。

目 的

我々は、これまで既報¹⁰⁾において、弱アルカリ性イオン水（弱アルカリ水）給与が乳牛の飼料消化性・乳生産性に及ぼす影響について検討してきた。そして、弱アルカリ水を給与することで、摂取ミネラル類のうち、Mg及びCaの吸収割合が高まるという知見を得た。

電解水は、電解質の添加等、電気分解の方法により、をすることで、陽イオン化されたミネラルを集積したアルカリ性イオン水と陰イオン化されたミネラルを集積した強酸水と強アルカリ水とが生成される。

そこで、本試験では、強アルカリ水および強酸水の給与が給与飼料のミネラル類の吸収率に及ぼす影響について検討した。

材料および方法

試験は、平成15年3月から平成15年4月までの6週間実施した。

供試牛は、当所で泌乳検定中のホルスタイン種雌牛3頭を用いて実施した。

試験は、強酸水の給与区、強アルカリ水の給与区、水道水の給与区の3処理区を設け、ラテン方格法により各々の処理区に供試牛3頭を順次割り当てた。また、試験期間を1期14日間とし、最後の5日間を消化試験用ケージにけい養し、全ふん尿を回収してミネラル類の出納試験を実施した⁵⁾。

供試飼料は、市販配合飼料、スーダン乾草、アルファルファ乾草を用い、原物で1:1の割合で分離給与した。また、ミネラル剤、ビタミン剤も添加した。給与飼料の構成と化学成分については、表1に示したとおりである²⁾。

表1 供試飼料（分離給与）の構成と化学成分

飼 料	混合割合 (%DM)
市販配合飼料	49.2
スーダン乾草	20.5
アルファルファ乾草	28.8
ビタミン剤・ミネラル剤	1.5

*1：現 廃棄物対策課

飼 料	混合割合 (%DM)
C F (%DM)	21.5
C P (%DM)	15.0
E E (%DM)	7.9
C A (%DM)	8.1
Mg (%DM)	0.18
Ca (%DM)	0.94
K (%DM)	1.50

Mg, Ca, K はビタミン剤およびミネラル剤を含む

供試した飲水のうち、電解水（強散水及び強アルカリ水）は、塩化カルシウム濃度が12%になるよう添加調整した水道水から電解水生成装置（アイテック AT-3000 型, アイケン工業株式会社製）を用いて生成した。また対照区として、水道水を用いた。各々の飲水のミネラル（Mg, Ca, K）等の成分については、表2に示したとおりである。

表2 飲水中のミネラル類の含量

項目	強酸水	強アルカリ水	水道水
pH	2.85	11.26	6.85
ミネラル含量 (ppm)			
Mg	3.6	1.2	6.6
Ca	168.0	169.0	22.0
K	2.0	7.6	2.8

調査項目および方法は次のとおりとした。

飼料摂取量、飲水量、排糞量、排尿量、胃液性状 (pH)、乳量、乳質とし、本試験期間の5日間のデータを分析^{5, 7, 8)}に供した。

摂取飼料中、糞中、尿中及び乳汁中のミネラル類の含量の定量は、硝酸-過塩素酸で湿式灰化後、原子吸光光度法により測定した。

なお、得られたデータの統計処理による比較検討については、SAS (Statistical Analysis System) の GLM プロシージャにより処理した^{7, 8)}。

結 果

(1) 飼料の採食性

乾物摂取量、飲水量、胃液 pH 及び乾物消化率について、表3に示した。

試験期間中は、強酸水区、強アルカリ水区および水道水区のいずれの区ともに乾物摂取量は同程度であった。飲水量は、強酸水区および強アルカリ水区（電解水）を給与した区が水道水を給与した区を大きく下回った。胃液 pH については、乾物摂取量と同様に電解水の給与による影響はみられなかった。乾物消化率は、強アルカリ水区が最も高く、強酸水区が最も低くなった。

表3 電解水の給与が採食性に及ぼす影響

項目	強酸水	強アルカリ水	水道水
乾物摂取量 (kg/day)	22.7	23.0	24.2
飲水量 (kg/day)	69.1 ^b	72.5 ^b	120.1 ^a
胃液 (pH)	6.78	6.92	7.07
乾物消化率 (%)	62.6 ^b	67.7 ^a	67.1 ^{ab}

異符号間に有意差あり (P < 0.01)

(2) ミネラル類 (Mg, Ca, K) の吸収性

飼料および飲水から摂取した Mg, Ca および K、並びに糞中の Mg, Ca および K から求めた Mg, Ca および K の吸収率について表4に示した。

摂取したミネラル類のうち、Mg および Ca の吸収率については、強アルカリ水を給与した区で高くなる傾向がみられた。一方、K の吸収率については、いずれの給与区ともに80%を上回り、電解水の給与によるミネラル類の吸収への影響はみられず、いずれの結果も既報と同様のものであった。

表4 摂取ミネラル類の吸収率

項目	強酸水	強アルカリ水	水道水区
Mg (%)	30.0 ^b	38.4 ^a	33.5 ^{ab}
Ca (%)	57.5 ^b	74.0 ^a	58.3 ^b
K (%)	82.0	82.8	82.2

異符号間に有意差あり (P < 0.01)

(3) 摂取ミネラル類の出納成績

次に、摂取したミネラル類の分配割合をもとめた。なお、蓄積への分配割合については、摂取したミネラル類から、糞中、尿中、乳汁中のミネラル類の含量を差し引いてもとめた。

Caの出納成績のうち、強アルカリ水を給与した区その他の区に比べ、糞への配分割合が有意に低くなった結果、蓄積に配分されるCaが有意に高くなった(表5)。

表5 Caの出納成績

項目	強酸水	強アルカリ水	水道水区
糞 (%)	42.5 ^a	20.6 ^b	41.7 ^a
尿 (%)	10.0	0.8	10.0
乳汁 (%)	2.6 ^a	1.6 ^b	2.6 ^a
蓄積 (%)	53.9 ^b	71.6 ^a	54.7 ^b

異符号間に有意差あり (P < 0.01)

Mgの出納成績では、強アルカリ水を給与した区その他の区に比べ、糞への配分割合が低くなる傾向がみられたものの、体内に一旦取り込まれたMgの配分には、いずれの区間にも差がみられなかった(表6)。

表6 Mgの出納成績

項目	強酸水	強アルカリ水	水道水区
糞 (%)	70.0 ^a	61.6 ^b	66.4 ^{ab}
尿 (%)	15.1	18.2	16.5
乳汁 (%)	2.2	1.6	2.2
蓄積 (%)	12.7	18.1	14.9

異符号間に有意差あり (P < 0.01)

Kの出納成績では、いずれの区の吸収率が82%程度であったことから、糞への配分割合にも差がみられず、また、体内に一旦取り込まれたKの配分についても差がみられなかった(表7)。

表7 Kの出納成績

項目	強酸水	強アルカリ水	水道水区
糞 (%)	18.1	17.2	17.8
尿 (%)	18.7	20.3	20.0
乳汁 (%)	3.8	3.7	3.9
蓄積 (%)	59.5	58.8	58.3

異符号間に有意差あり (P < 0.01)

(4) 生乳の生産性

試験期間中の生乳の生産性について、表8に示した。乳量、乳成分(乳脂肪、乳蛋白、乳糖、無脂固形、全固形)については、いずれの区間にも差がみられなかったものの、飲水量が有意に低下した電解水の給与区において、乳汁中の体細胞数が増加する傾向がみられた。

表8 生乳の生産性

項目	強酸水	強アルカリ水	水道水
乳量 (kg)	13.8	14.0	15.7
乳成分			
脂肪 (g)	695.8	701.7	798.8
蛋白 (g)	547.5	564.2	658.8
乳糖 (g)	606.7	615.8	716.3
無脂固形 (kg)	1.29	1.33	1.53
全固形 (kg)	1.99	2.02	2.33
体細胞 (万/ml)	23.6	23.6	12.2

考 察

本試験では、電解水のうち、強アルカリ水および強酸水を給与した場合の摂取ミネラルの吸収率について検討したが、既報で実施した弱アルカリ水を給与した場合と同様に、強アルカリ水を給与してもCaおよびMgの吸収率が高まった。

水は、電気分解することで水分子の結合が細分化されることから、理論的に浸透圧が低下すると言われている。一般に溶質は、浸透圧の低い方から浸透圧の高い方へと移動することから、消化管内が強アルカリ水の給与により、浸透圧が低下し

ミネラルが吸収されやすい環境が形成されたものと考えられた。

本試験では、粗蛋白質等の栄養消化率については検討していないものの、乾物消化率に有意な差が見られなかったことから、既報¹⁰⁾と同様に栄養消化率については大きな影響はなかったものと推察される。しかしながら、鈴木ら⁹⁾は、アルカリ水を給与するマウスの飼養試験において、脂肪代謝効率が向上する可能性を示唆し、後藤ら^{3,4)}は、メンヨウを用いた消化試験で微生物体N産生量が高まり、稲ワラの乾物消化率が増加したと報告している。これらのことから、アルカリ水の給与によって、摂取したいずれの栄養素の消化率にも影響を及ぼす可能性があるものと考えられる。

摂取ミネラルの出納については、本試験では、泌乳牛を用い、乳汁への移行についても検討したが、吸収されたCaは、既報¹⁰⁾と同様に蓄積に回る結果となり、乳汁中への移行に影響を及ぼすことはなかった。張ら¹⁾は、アルカリ水を給与するラットの飼養試験において、骨中のCa濃度が有意に上昇したと報告しており、本試験でも同様の結果が得られた。このことから、アルカリ水を給与することで分娩直後に見られる低Ca血症の予防にも効果があるものと推察される。Kの吸収率については、ほとんど9割以上が吸収されるとされ⁶⁾、既報¹⁰⁾と同様にアルカリ水を給与しても吸収率が高まることはなかった。また、強酸水を給与しても吸収率が高まることはなかった。

本試験に用いた水道水のpHが6.85であったのに対し、強酸水は2.85と著しく低く、また強アルカリ水は11.26と著しく高かった。我々は、飲水によって第一胃内溶液のpHに影響があるものと予測したが、飲水行動が抑制され、飲水量が水道水の半分程度になるなど有意に低下した。このことから、供試牛は飲水量を少なくすることで、第一胃内の恒常性を維持したものと推察される。飲水行動の抑制によるストレスから、乳生産量に大きな影響は見られなかったものの、乳汁中の体

細胞数が増加する傾向が見られている。

よって、電解水のうち、アルカリ水の給与は、生成の際に添加する塩化物の量を少なくしたり、強酸水と強アルカリ水を混合する等、pHを著しく下げないような方法により、飲水行動を抑制させることなく摂取ミネラルの吸収率を高めることのできる有効な方法であると考えられる。

電解水の給与によって期待される効果について、電解水の生成装置のランニングコストは、30頭規模の経営体では、強酸水と弱アルカリ水を混合して給与する方法では、水道代を含め1頭1日あたり37.6円と試算される。

生乳生産への収益分岐点としては、平成11年度の家畜共済統計から第四胃変位、乳熱、ダウン症候群、ケトーシスといういわゆる周産期病の発生により19.5%が治療を受け、2.1%が死廃している。これら損失を換算すると1頭1日あたり46.8円、加えて、乳房炎の発生について、我々が実施してきた電解水を給与した試験において、対照となる水道水を給与した場合の乳房炎の発生率(6.3%)を参考に損失を換算すると1頭1日あたり35.0円となる。周産期病と乳房炎による損失は81.8円となり、電解水の給与でこれら疾病の発生が解消されれば、1頭1日あたり44.2円の収益増が見込まれる。

文 献

- 1) 張震華・木村美恵子・糸川嘉則. 水機能シンポジウム
- 2) 自給飼料品質評価研究会編. 粗飼料の品質評価ガイドブック. 日本草地協会. 1992.
- 3) 後藤愛・原安夫・新谷浩介・一戸俊義・藤原勉. 関西畜産学会報. 151; 18. 2002.
- 4) 後藤愛・新谷浩介・一戸俊義・藤原勉. 日本畜産学会第101回大会. 講演要旨; 43. 2003.
- 5) 森本宏. 動物栄養試験法. 養賢堂. 1971.
- 6) NRC 乳牛飼養標準. 2001年 第7版: 120-124. 2002.

- 7) SAS: SAS/STAT ユーザーズガイド. 6.04 版. SAS 出版社. 東京. 1996. 水機能シンポジウム
- 8) SAS: SAS/ETS ソフトウェアユーザーズガイド. SAS 出版社. 東京. 1996. 10) 渡辺裕恭・吉田雅規・後藤充宏・片山正敏. 徳島県立農林水産総合技術センター畜産研究所研究報告. 第2号: 18-22. 2002.
- 9) 鈴木雅美・鈴木正彦・仁科正実・富永信子.