

# 乳牛の分娩前後栄養管理技術の確立

## (1) 乾乳末期におけるグルタミン酸発酵副産物のイオンバランス調整剤給与が乳牛に及ぼす影響

島袋宏俊 玉城政信 知念雅昭

### I 要 約

乳熱を防止する目的で、ホルスタイン種雌牛6頭を用いて、乾乳末期におけるイオンバランス調整剤給与が乳牛に及ぼす影響について検討した。

試験区には乾乳牛用飼料にグルタミン酸発酵副産物のイオンバランス調整剤を乾物当たり7.4%を添加し、飼料中の陽イオン・陰イオン差 (DCAD ; Dietary Cation-Anion Difference) を $-20.8\text{mEq/kg}$ に調整し、対照区にはイオンバランス調整剤を添加せずに、DCADを $246.4\text{mEq/kg}$ に調整した。

分娩前3週から分娩直前までイオンバランス調整した各区の飼料を給与し、分娩後は両区同一のものを給与した結果、以下のとおりであった。

1. 分娩前の乾物摂取量は試験区が対照区より低く、TDNが不足したが、分娩後の乾物摂取量は対照区より多く摂取した。
2. 体重は分娩前では対照区が試験区より多く増加し、分娩後では対照区が試験区より多く減少した。
3. 乳脂肪率は対照区が試験区より高かった。
4. 分娩前の尿pHは試験区が対照区より低く、平均は5.9であった。
5. 分娩後のGOTおよび $\gamma$ -GTPは対照区が試験区より高かった。
6. 総ケトン体は分娩後1週で両区とも高く、対照区は分娩後2週も高かった。
7. 対照区に乳熱および胎盤停滞がみられ、試験区にはみられなかった。

これらのことから、イオンバランス調整剤を利用することにより、乳熱を防止することが示唆された。しかし、今後はイオンバランス調整剤添加による飼料摂取量低下対策の検討が必要である。

### II 結 言

近年、乳牛は改良により高能力化し、乳生産性が向上している。しかし、泌乳量増加にともない乳熱、起立不能症、胎盤停滞、脂肪肝およびケトン症等の疾病いわゆる周産期病の発生が増加し、分娩前後における飼養管理技術の向上が重要な課題となっている。

沖縄県における乳牛の死産事故は、運動器病、消化器病、産後の疾患、泌乳器病および循環器病の順に多発しており、全体の13.4%が産後の疾患である<sup>1)</sup>。また、疾病により屠殺された乳牛のうち、30.1%が周産期病である<sup>2)</sup>。

周産期におけるほとんどの代謝病は泌乳開始後の2週間以内に発生し<sup>3)</sup>、それにとまなう乳生産性の低下、治療費の出費もしくは廃用など経済的損失は大きい。周産期病の一因である低カルシウム血症の発症機序は、分娩前の乳汁への急激なカルシウム分泌によって血漿カルシウムが低下し、消化管からのカルシウム吸収の減少によるもので<sup>4)</sup>、低カルシウム血症は乳熱あるいは筋肉障害を引き起こす<sup>5)</sup>。したがって、低カルシウム血症を可能な限り防止することは酪農を営むうえで有益である。

最近のアメリカの研究によると、乳熱対策として乾乳末期の飼料中のカルシウムとリンの比率およびカルシウムの給与量をコントロールする従来の方法<sup>6)</sup>よりも、飼料中のイオン濃度を考慮した陽イオン・陰イオン差 (DCAD ; Dietary Cation-Anion Difference) 調整する方法が乳熱の発症に深く関与するといわれており<sup>7)</sup>、DCAD調整の研究<sup>3, 4, 7~17)</sup>が進められ、飼料中のイオンバランス調整が乳熱防止に有効とされてきている。

しかしながら、県内の酪農においては、通常用いられている飼料でのイオンバランス調整技術の確立がなされておらず、その確立が望まれている。

そこで、乳熱を防止する目的で、乾乳末期におけるイオンバランス調整飼料給与が乳牛に及ぼす影響について検討した。

### Ⅲ 材料および方法

#### 1. 試験期間

試験期間は1999年11月から2001年1月までとし、分娩前3週から分娩後4週までとした。なお、分娩直後を0週とした。

#### 2. 試験区分および供試牛

試験区分および供試牛の概要を表1に示した。供試牛は当场で飼養している6頭のホルスタイン種乳牛を用いた。供試牛は1999年11月26日から2000年12月28日までに分娩したものをを用いた。平均産次数は $3.0 \pm 1.6$ 産、平均体重は $744 \pm 68$ kgであった。試験区分は試験区3頭ならびに対照区3頭とし、イオンバランス調整剤添加飼料を給与したものを試験区とし、無添加飼料を給与したものを対照区とした。

表1 試験区分および供試牛の概要 (kg)

| 区 分   | 調整剤 | 牛No. | 産次数 | 分娩年月日        | 体 重 |
|-------|-----|------|-----|--------------|-----|
| 試験区   | 添加  | D36  | 4   | 1999. 11. 26 | 774 |
|       |     | E 2  | 初   | 1999. 11. 25 | 594 |
|       |     | F71  | 3   | 2000. 8. 2   | 788 |
| ----- |     |      |     |              |     |
| 対照区   | 無添加 | D26  | 6   | 2000. 9. 18  | 790 |
|       |     | E 1  | 2   | 2000. 10. 13 | 765 |
|       |     | 102  | 2   | 2000. 12. 28 | 752 |

#### 3. 供試飼料および飼料給与方法

分娩前に給与した供試飼料の飼料配合割合を表2に、飼料成分を表3に示した。

供試飼料として試験区および対照区にチモシー乾草、配合飼料、増産ふすまおよび魚粉を用い、試験区に圧ペンとうもろこしおよび表4に示すグルタミン酸発酵副産物のイオンバランス調整剤を用い、対照区に加熱大豆を用い、乾物率89.0%のTMRを調整した。DCADは以下の式<sup>7)</sup>を用い、試験区で $-20.8$  mEq/kg、対照区で $246.4$  mEq/kgに調整した。

$$\text{DCAD (mEq/kg DM)} = \{(\text{Na}\% \text{DM} \times 435) + (\text{K}\% \text{DM} \times 256)\} - \{(\text{Cl}\% \text{DM} \times 282) + (\text{S}\% \text{DM} \times 624)\}$$

飼料給与方法は、分娩前の供試飼料を分娩前3週から分娩直前まで飽食させ、分娩後は当场で給与している泌乳前期の同一飼料を両区に飽食させた。

表2 配合割合 (%DM)

| 区 分        | 試験区  | 対照区  |
|------------|------|------|
| チモシー乾草     | 45.9 | 50.5 |
| 配合飼料       | 35.4 | 35.6 |
| 増産ふすま      | 7.1  | 2.8  |
| 魚 粉        | 1.4  | 4.0  |
| 圧ペンとうもろこし  | 1.4  | —    |
| イオンバランス調整剤 | 7.4  | —    |
| 加熱大豆       | —    | 5.7  |
| ビタミン・ミネラル  | 1.4  | 1.4  |

表3 飼料成分 (%DM, mEq/kg)

| 区 分  | 試験区   | 対照区   |
|------|-------|-------|
| TDN  | 64.9  | 65.0  |
| CP   | 15.0  | 15.0  |
| NDF  | 40.3  | 39.5  |
| ADF  | 21.4  | 23.5  |
| Na   | 0.15  | 0.05  |
| K    | 1.21  | 1.26  |
| Cl   | 0.74  | 0.06  |
| S    | 0.30  | 0.13  |
| Ca   | 0.59  | 0.76  |
| P    | 0.44  | 0.47  |
| DCAD | -20.8 | 246.4 |

表4 グルタミン酸発酵副産物のイオンバランス調整剤の成分 (%DM, mEq/kg)

| TDN  | CP   | NDF  | ADF | Na   | K    | Cl   | S    | Ca   | P    | DCAD    |
|------|------|------|-----|------|------|------|------|------|------|---------|
| 77.1 | 50.2 | 30.8 | 0.0 | 1.50 | 1.51 | 8.80 | 2.44 | 0.18 | 1.17 | -2965.1 |

#### 4. 調査項目

##### 1) 飼料摂取量

飼料摂取量は、分娩予定日前4週から分娩後4週まで残飼量を毎日測定し、給与量との差を1日当たりの飼料摂取量とし、7日間の平均をその週の1日当たり飼料摂取量とした。

##### 2) 体重

体重は分娩予定日前4週から分娩後4週まで13時に毎週測定した。

また、個体ごとの分娩前後の体重増減をみるために、以下の方法により分娩前後の体重比を求めた。分娩前は、分娩前3週の体重を分娩前基礎体重とし、分娩前1週までの体重を分娩前基礎体重で除して求めたものを分娩前の体重比とした。また、分娩後は、分娩後0週の体重を分娩後基礎体重とし、分娩後4週までの体重を分娩後基礎体重で除して求めたものを分娩後の体重比とした。

##### 3) 泌乳成績

搾乳は朝・夕の1日2回とし、乳量はミルクメーターを用い測定した。日乳量は朝・夕を合計したものとし、7日間の平均をその週の日乳量とした。乳質はミルコスキャン#104を用いて、乳脂率、乳タンパク質率および乳糖率を測定し、7日間の平均をその週の乳質とした。

##### 4) 尿pH

採尿は尿道カテーテルを用い、分娩予定日前4週から分娩後4週まで毎週13時30分から実施した。採尿後直ちにpHメーター (HANNA pH HI8114) を用いて尿pHを測定し、その週の尿pHとした。

##### 5) 血液性状

採血は分娩予定日前4週から分娩後4週まで毎週13時30分から実施し、尾静脈より採血した。血清分離後凍結保存した後、GOT、 $\gamma$ -GPTおよび総ケトン体について検査した。

##### 6) 周産期病の有無

乳熱、胎盤停滞およびその他の周産期病について分娩直後から分娩後4週まで観察した。乳熱は臨床症状を呈し、血漿カルシウム濃度が5mg/dl以下のものとした。胎盤停滞は分娩後12時間以上経過しても胎盤が排出されないもの<sup>5)</sup>とした。

## IV 結果

### 1. 飼料摂取量

乾物摂取量を表5に、TDN摂取量を表6に、TDN充足率を表7に示した。

分娩前の乾物摂取量は試験区が対照区より少なく、特に分娩前2週および3週で有意な差が認められ、分娩前3週から1週までの平均は、試験区が10.2kg/日で、対照区の14.0kg/日より少なかった。また、TDN摂取量およびTDN充足率についても同様な傾向が認められ、TDN充足率は試験区において分娩前2週で96.5%、分娩前1週で86.4%とTDNが不足した。

また、分娩後の飼料摂取量は分娩後2週まで試験区が対照区より多く摂取したが、分娩後3週から対照区が試験区より多く摂取した。分娩後1週から4週までの平均は、試験区が15.7kg/日で、対照区の15.5kg/日より多かった。また、TDN摂取量およびTDN充足率についても同様な傾向が認められた。

**表5 乾物摂取量 (kg/日)**

| 週   | 試験区                   | 対照区                   |
|-----|-----------------------|-----------------------|
| 分娩前 |                       |                       |
| 3   | 11.1±0.9 <sup>a</sup> | 14.9±0.4 <sup>b</sup> |
| 2   | 10.3±1.7 <sup>a</sup> | 14.7±0.7 <sup>b</sup> |
| 1   | 9.3±3.7 <sup>a</sup>  | 13.1±0.2 <sup>b</sup> |
| 平均  | 10.2±2.1 <sup>a</sup> | 14.0±0.3 <sup>b</sup> |
| 分娩後 |                       |                       |
| 1   | 13.7±4.6              | 9.2±4.1               |
| 2   | 15.5±4.7              | 14.7±0.9              |
| 3   | 16.1±4.4              | 18.2±2.4              |
| 4   | 17.3±5.2              | 19.9±0.9              |
| 平均  | 15.7±4.7              | 15.5±1.3              |

注) 異符号間に1%水準の有意差あり

**表6 TDN摂取量 (kg/日)**

| 週   | 試験区                  | 対照区                  |
|-----|----------------------|----------------------|
| 分娩前 |                      |                      |
| 3   | 7.2±0.6 <sup>a</sup> | 9.7±0.3 <sup>b</sup> |
| 2   | 6.7±1.1 <sup>a</sup> | 9.1±0.4 <sup>b</sup> |
| 1   | 6.0±2.4 <sup>a</sup> | 8.5±0.2 <sup>b</sup> |
| 平均  | 6.6±1.4 <sup>a</sup> | 9.1±0.2 <sup>b</sup> |
| 分娩後 |                      |                      |
| 1   | 10.6±3.5             | 7.1±3.2              |
| 2   | 11.9±3.6             | 11.3±0.7             |
| 3   | 12.4±3.4             | 14.1±1.8             |
| 4   | 13.3±4.0             | 15.3±0.7             |
| 平均  | 12.1±3.5             | 11.9±1.0             |

注) 異符号間に1%水準の有意差あり

**表7 TDN充足率 (%)**

| 週   | 試験区                     | 対照区                     |
|-----|-------------------------|-------------------------|
| 分娩前 |                         |                         |
| 3   | 103.6±12.3 <sup>a</sup> | 129.4±14.4 <sup>b</sup> |
| 2   | 96.5±19.6               | 121.3±17.9              |
| 1   | 86.4±38.2               | 111.7±12.4              |
| 平均  | 95.5±23.3               | 120.8±14.6              |
| 分娩後 |                         |                         |
| 1   | 66.0±15.8               | 46.9±27.9               |
| 2   | 69.0±12.8               | 65.8±13.1               |
| 3   | 72.9±16.3               | 78.0±7.1                |
| 4   | 76.6±16.4               | 78.6±16.8               |
| 平均  | 72.8±14.7               | 74.1±8.9                |

注) 異符号間に5%水準の有意差あり

## 2. 体重

分娩前3週の体重は試験区で719±88kg, 対照区で769±16kgで, 分娩後0週の体重は試験区で677±84kg, 対照区で689±22kgであった。

分娩前後の体重比を図1に示した。

分娩前では試験区は分娩前2週で99.9%に減少した後, 分娩前1週で102.1%に増加した。対照区は分娩前2週で101.4%, 分娩前1週で103.2%に増加した。

分娩後では試験区は分娩後1週で95.4%に減少し, 分娩後2週以降の体重増減は大きく変動しなかった。対照区は分娩後2週以降に急激に減少し, 分娩後3週で91.7%と0週より8.3%減少した。

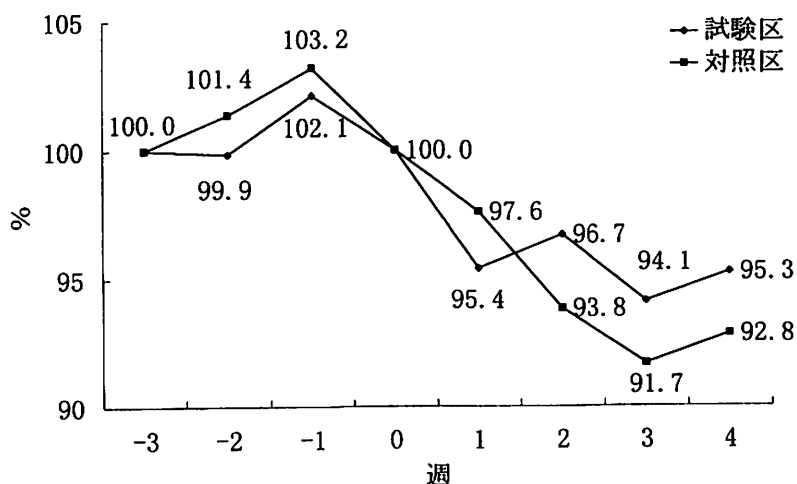


図1 体重比

### 3. 泌乳成績

#### 1) 乳量

乳量を表8に示した。乳量は分娩後1週および4週では試験区と対照区に有意な差は認められないが、分娩後2週で試験区が32.4kg/日と対照区の28.5kg/日より多かった。また、分娩後3週でも同様に試験区が対照区より4.3kg/日多く、有意な差が認められた。

表8 乳量 (kg/日)

| 週 | 試験区                   | 対照区                   |
|---|-----------------------|-----------------------|
| 1 | 19.9±8.3              | 19.1±6.3              |
| 2 | 32.4±2.5 <sup>a</sup> | 28.5±1.5 <sup>b</sup> |
| 3 | 36.5±0.5 <sup>a</sup> | 32.2±2.3 <sup>b</sup> |
| 4 | 35.9±1.5              | 38.3±3.5              |

注) 異符号間に1%水準の有意差あり

#### 2) 乳質

乳脂率を表9に、乳タンパク質率を表10に、乳糖率を表11にそれぞれ示した。

乳脂率は対照区が試験区より高く、特に分娩後3週で対照区が4.48%と試験区の2.92%より高く、有意な差が認められた。また、乳タンパク質率および乳糖率も同様な傾向が認められた。

表9 乳脂率 (%)

| 週 | 試験区                    | 対照区                    |
|---|------------------------|------------------------|
| 1 | 6.34±1.87 <sup>a</sup> | 8.36±1.55 <sup>b</sup> |
| 2 | 4.06±1.00 <sup>a</sup> | 5.15±0.55 <sup>b</sup> |
| 3 | 2.92±0.32 <sup>a</sup> | 4.48±0.61 <sup>b</sup> |
| 4 | 3.18±0.57 <sup>a</sup> | 4.21±0.28 <sup>b</sup> |

注) 大文字の異符号間に1%水準、  
小文字の異符号間に5%水準  
の有意差あり

表10 乳タンパク質率 (%)

| 週 | 試験区                    | 対照区                    |
|---|------------------------|------------------------|
| 1 | 6.64±2.99              | 5.17±1.86              |
| 2 | 3.16±0.33              | 3.29±0.14              |
| 3 | 2.74±0.14 <sup>a</sup> | 2.95±0.06 <sup>b</sup> |
| 4 | 2.96±0.70              | 2.93±0.07              |

注) 異符号間に1%水準の有意差あり

表11 乳糖率 (%)

| 週 | 試験区                    | 対照区                    |
|---|------------------------|------------------------|
| 1 | 3.52±0.36              | 3.60±0.27              |
| 2 | 4.25±0.27              | 4.43±0.16              |
| 3 | 4.46±0.03 <sup>a</sup> | 4.63±0.06 <sup>b</sup> |
| 4 | 4.48±0.04 <sup>a</sup> | 4.64±0.06 <sup>b</sup> |

注) 異符号間に1%水準の有意差あり

### 4. 尿pH

分娩前および分娩後の尿pHを表12および表13に示した。

分娩前の平均は試験区が5.9で対照区の8.1より低く、有意な差が認められた。分娩後の平均は試験区が8.1で対照区の8.0とほとんど差はなかった。

表12 分娩前の尿pH

| 週  | 試験区                  | 対照区                  |
|----|----------------------|----------------------|
| 3  | 6.1±0.2 <sup>A</sup> | 8.2±0.1 <sup>B</sup> |
| 2  | 5.6±0.2 <sup>A</sup> | 8.2±0.2 <sup>B</sup> |
| 1  | 6.1±0.5 <sup>A</sup> | 8.1±0.2 <sup>B</sup> |
| 平均 | 5.9±0.3 <sup>A</sup> | 8.1±0.1 <sup>B</sup> |

表13 分娩後の尿pH

| 週  | 試験区     | 対照区     |
|----|---------|---------|
| 1  | 8.1±0.0 | 8.0±0.1 |
| 2  | 8.2±0.0 | 8.1±0.0 |
| 3  | 8.1±0.1 | 8.0±0.0 |
| 4  | 8.0±0.1 | 8.0±0.1 |
| 平均 | 8.1±0.1 | 8.0±0.1 |

注) 異符号間に1%水準の有意差あり

5. 血液性状

GOTを表14に、γ-GTPを表15に、総ケトン体を表16にそれぞれ示した。

泌乳初期のGOT、γ-GPTおよび総ケトン体の正常値はそれぞれ24~41U/l、15~25U/lおよび960.6 μmol/lである<sup>6)</sup>。

GOTは分娩前では差はみられず、分娩後の平均は対照区が123.3U/lで、試験区の56.8U/lより高かった。γ-GTPは分娩前では対照区が17.9U/lで、試験区の16.2U/lより高く、分娩後もGOTと同様に対照区が529.9U/lで、試験区の19.9U/lより高かった。

総ケトン体は両区において分娩後1週で高かった。特に対照区は1893.0 μmol/lと正常値よりも高く、分娩後2週も964.3 μmol/lと正常値よりも高かった。

表14 GOT (U/l)

| 週   | 試験区       | 対照区         |
|-----|-----------|-------------|
| 分娩前 |           |             |
| 3   | 50.7±11.4 | 51.0±1.0    |
| 2   | 50.3±11.3 | 50.5±0.5    |
| 1   | 53.0±8.5  | 53.3±0.5    |
| 平均  | 51.3±1.5  | 51.6±1.5    |
| 分娩後 |           |             |
| 1   | 82.0±23.7 | 203.3±120.4 |
| 2   | 62.3±7.0  | 134.7±57.2  |
| 3   | 52.3±5.6  | 83.5±19.5   |
| 4   | 55.7±5.9  | 71.5±5.5    |
| 平均  | 56.8±5.1  | 123.3±60.0  |

表15 γ-GTP (U/l)

| 週   | 試験区                   | 対照区                   |
|-----|-----------------------|-----------------------|
| 分娩前 |                       |                       |
| 3   | 16.0±2.9              | 18.0±2.0              |
| 2   | 16.7±3.3              | 19.0±3.0              |
| 1   | 16.0±4.2              | 16.7±4.6              |
| 平均  | 16.2±0.4 <sup>A</sup> | 17.9±1.2 <sup>B</sup> |
| 分娩後 |                       |                       |
| 1   | 19.7±5.3              | 789.7±585.7           |
| 2   | 20.7±5.6              | 609.7±800.2           |
| 3   | 20.0±5.4              | 961.5±441.5           |
| 4   | 19.3±4.6              | 18.5±2.5              |
| 平均  | 19.9±0.6              | 529.9±476.5           |

注) 異符号間に5%水準の有意差あり

表16 総ケトン体 (μmol/l)

| 週   | 試験区         | 対照区           |
|-----|-------------|---------------|
| 分娩前 |             |               |
| 3   | 674.0±82.0  | 617.5±42.5    |
| 2   | 557.3±83.0  | 478.5±54.5    |
| 1   | 497.3±79.8  | 537.7±109.1   |
| 平均  | 576.0±90.0  | 544.6±69.8    |
| 分娩後 |             |               |
| 1   | 905.3±15.8  | 1893.0±1491.6 |
| 2   | 458.0±31.8  | 964.3±593.7   |
| 3   | 559.3±117.0 | 450.0±34.0    |
| 4   | 524.7±101.1 | 495.5±43.5    |
| 平均  | 736.8±226.4 | 950.7±669.8   |

6. 周産期病発生の有無

対照区の供試牛D26が分娩後2日目から乳熱の臨床症状を呈し、血漿カルシウム濃度は2.7mg/dlであったため、カルシウム剤投与の治療を行なった。試験区には乳熱はみられなかった。

対照区の乳熱を発症した供試牛D26に胎盤停滞がみられた。しかし、子牛の生時体重は36.0kgで過体重ではなかった。試験区では胎盤停滞はみられず、分娩後4時間以内に胎盤を排出した。

分娩前2~1週から試験区の供試牛E2およびF71に乳房浮腫がみられ、分娩後1週までには消失した。対照区にはみられなかった。

## V 考 察

イオンバランス調整剤を添加した飼料を給与すると、分娩前の乾物摂取量は試験区が対照区より低く、TDNが不足したが、分娩後の乾物摂取量は対照区より多く摂取した。特に分娩後の周産期病が発生しやすい分娩後2週までの時期に多く摂取した。体重も飼料摂取と同様の傾向が認められ、分娩前では対照区が試験区より多く増加し、分娩後では対照区が試験区より多く減少した。その結果、乳量は試験区が対照区より多く生産し、また、体脂肪動員により乳脂肪率は対照区が試験区より高くなった。血液性状では分娩後のGOTおよび $\gamma$ -GTPは対照区が試験区より高く脂肪肝による肝機能障害の疑いが示唆された。また、総ケトン体は分娩後1週で両区とも高く、特に対照区が正常値よりも高く、分娩後2週も正常値よりも高くなった。このため、肝機能障害による影響と低カルシウム血症による影響の両方が考えられ、続発性ケトosisの疑いが示唆された。周産期病の発生有無の観察では、対照区に乳熱および胎盤停滞がみられ、試験区にはみられなかった。

これらのことから、乾乳牛用飼料にグルタミン酸発酵副産物のイオンバランス調整剤を乾物当たり7.4%添加し、イオンバランス調整することにより、乳熱を防止することが示唆された。

しかし、イオンバランス調整剤添加による飼料摂取量の低下がみられた。グルタミン酸発酵副産物は塩化カルシウム等の他のイオンバランス調整剤より嗜好性は良いが、無添加に比べると飼料の嗜好性は悪くなる。今回はDCADを $-20.8\text{mEq/kg}$ にTMR調整するため、乾物当たり7.4%添加したことが、飼料の嗜好性を悪くし、飼料摂取量の低下を招いた可能性がある。試験区の分娩前の乾物摂取量は10.2kgで、グルタミン酸発酵副産物のイオンバランス調整剤を754.8g摂取したことになる。今後は嗜好性および給与量について検討する必要がある。このイオンバランス調整剤添加飼料を給与すると、尿pHが3日目ごろから低下し始めた。その結果、試験区の平均は5.9になり、イオンバランス調整剤添加飼料を給与後間もない分娩前3週には5.6となった。したがって、乳牛は恒常性を保持するためイオンバランス調整剤の摂取を制限した結果か、あるいはイオンバランス調整剤の嗜好性が悪いか給与量が多すぎたために、飼料摂取量が低下したと推察された。

現在、硫酸マグネシウム、塩化マグネシウム、塩化アンモニウムおよび塩化カルシウム等のさまざまなイオンバランス調整剤を用いた研究<sup>1)~2)</sup>がなされており、DCADはさまざまである。今後、イオンバランス調整剤の選択組み合わせ、給与量および給与期間について検討する必要がある。

## 謝 辞

本研究を行なうにあたり、調査にご協力いただきました沖縄県酪農農業協同組合・香村直氏に感謝申し上げます。

## VI 引 用 文 献

- 1) 沖縄県農林水産部糖業農産課, 2000, 沖縄の農業共済, 28-29
- 2) 沖縄県中央食肉衛生検査所・沖縄県北部食肉衛生検査所, 1999, 事業概要, 25-26
- 3) Goff J P and Horst R L, 1997, Physiological Changes at Parturition and Their Relationship to Metabolic Disorders, *Journal of Dairy Science*, 80(7), 1260-1268
- 4) Horst R L・Goff J P・Reinhardt T A, 1994, Calcium and Vitamin D Metabolism in the Dairy Cow, *Journal of Dairy Science*, 77(7), 1936-1951
- 5) 安田純夫・村上大蔵, 1989, 新版 獣医内科学, 481-564, 文永堂出版

- 6) 星修三・山内亮, 1992, 改訂新版 家畜臨床繁殖学, 336-340, 朝倉書店
- 7) Oetzel Garrett R, 1991, Meta-Analysis of Nutritional Risk Factors for Milk Fever in Dairy Cattle, *Journal of Dairy Science*, 74(11), 3900-3912
- 8) Romo G A・Kellems R O・Powell K・Wallentine M V, 1991, Some Blood Minerals and Hormones in Cows Fed Variable Mineral Levels and Ionic Balance, *Journal of Dairy Science*, 74(9), 3068-3077
- 9) Goff J P・Horst R L・Mueller F J・Miller J K・Kiess G A・Dowlen H H, 1991, Addition of Chloride to a Prepartal Diet High in Cations Increases 1,25-Dihydroxyvitamin D Response to Hypocalcemia Preventing Milk Fever, *Journal of Dairy Science*, 74(11), 3863-3871
- 10) Goff J P・Reinhardt T A・Horst R L, 1991, Enzymes and Factors Controlling Vitamin D Metabolism and Action in Normal and Milk Fever Cows, *Journal of Dairy Science*, 74(11), 4022-4032
- 11) Hodnett Dean W・Jorgensen Neal A・Deluca Hector F, 1992,  $1\alpha$ -Hydroxyvitamin D<sub>3</sub> Plus 25-Hydroxyvitamin D<sub>3</sub> Reduces Parturient Paresis in Dairy Cows Fed High Dietary Calcium, *Journal of Dairy Science*, 75(2), 485-491
- 12) Block Elliot, 1994, Manipulation of Dietary Cation-Anion Difference on Nutritionally Related Production Diseases, Productivity, and Metabolic Responses of Dairy Cows, *Journal of Dairy Science*, 77(5), 1437-1450
- 13) Wang C and Beede D K, 1992, Effects of Diet Magnesium on Acid-Base Status and Calcium Metabolism of Dry Cow Fed Acidogenic Salts, *Journal of Dairy Science*, 75(3), 829-836
- 14) Goff J P and Horst R L, 1994, Calcium Salts for Treating Hypocalcemia: Carrier Effects, Acid-Base Balance, and Oral Versus Rectal Administration, *Journal of Dairy Science*, 77(5), 1451-1456
- 15) Goff J P・Reinhardt T A・Horst R L, 1995, Milk Fever and Dietary Cation-Anion Balance Effects on Concentration of Vitamin D Receptor in Tissue of Periparturient Dairy Cows, *Journal of Dairy Science*, 78(11), 2388-2394
- 16) Goff J P and Horst R L, 1997, Effects of the Addition of Potassium or Sodium, but Not Calcium, to Prepartum Rations on Milk Fever in Dairy Cows, *Journal of Dairy Science*, 80(1), 176-186
- 17) Horst R L・Goff J P・Reinhardt T A・Buxton D R, 1997, Strategies for Preventing Milk Fever in Dairy Cattle, *Journal of Dairy Science*, 80(7), 1269-1280
- 18) 児島浩貴・野中最子・A. Purnomoadai・田鎖直澄・樋口浩二・渡辺直人・鎌田八郎・M. Islam・永西修・寺田文典, 2000, カリウム摂取水準の違いが分娩前後の乳牛の主要ミネラルの動態に及ぼす影響, 鹿児島畜試研報, 33, 38-43
- 19) 田中哲也・柄本康・村田定信, 2000, ホルスタイン分娩牛の乳熱防止のための陰イオン添加物の利用 (第1報), 宮崎畜試研報, 13, 45-50
- 20) 大崎浩司・山下大司・大坪裕子, 2000, 乳牛の生涯生産性向上のための飼料給与技術の検討(1) ビタミン・ミネラル給与技術, 佐賀畜試験研究成績書, 36, 27-30
- 21) 佐藤清孝・嵯峨久光, 2000, イオンバランス調整剤添加給与試験 (第2報) - 乾乳期における給与飼料のイオンバランスが分娩後の産乳性に与える影響 -, 秋田畜試研報, 15, 14-17