

黒毛和種子牛の人工哺育技術の検討

| | |
|-------|---------------|
| 誌名 | 鹿児島県畜産試験場研究報告 |
| ISSN | 0389357X |
| 巻/号 | 28 |
| 掲載ページ | p. 1-6 |
| 発行年月 | 1995年3月 |

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



黒毛和種子牛の人工哺育技術の検討

岡野良一・窪田 力・堤 知子・山口 浩・加治佐 修・川畑健次・横山喜世志

緒 言

本県は全国1位の黒毛和種の生産県で、生産から肥育、枝肉処理までの地域一貫生産を推進している。平成6年現在、肉用牛飼養頭数は32万8千6百頭であり¹⁾、国内の肉用牛供給基地としての役割をはたしている。

胚移植技術については昭和57年度から研究に着手し、現在では野外においても胚移植技術を活用して改良を進める機関・団体も数多く見られるようになっている。しかし、胚移植により生産された産子（特に双子）について、黒毛和種の哺育（人工哺育）・育成技術が確立されていないために、発育が悪く市場の評価がおもわしくない場合が多々みられる。

これまでの黒毛和種子牛の哺育は、自然哺乳が主体であり、人工哺育の取り組みはまだ浅く、哺乳量や離乳時期などの技術面においても確立されたものがないのが現状である。

今回、胚移植産子（双子）の哺育技術について、初乳の給与法、代用乳及び人工乳の給与法を中心として、検討を行ったので報告する。

試験1 初乳給与試験

材料及び方法

1. 試験場所 鹿児島県畜産試験場
2. 試験期間

平成5年6月1日～平成5年11月16日

表1に示した様に供試牛の産出日をそれぞれの試験開始日とし、その後12週間の哺育試験に供した。

3. 供試牛

供試牛は、表1に示した場内繋養黒毛和種、交雑種（ホルスタイン種×黒毛和種）及びホルスタイン種からの産子9頭を用いた。

4. 初乳の種類と給与量

表3に示すとおり、各区とも哺乳は分娩後、6時

間後の計2回とした。自然哺乳区は制限哺乳とし、凍結初乳区は1.5 l、IgG製剤区は1.0 lを1回量とした。

初乳中の免疫物質（免疫グロブリン：IgG）の濃度は図1で示すように分娩後1～2日の間に急速に減少し、新生子牛の小腸からの吸収率も急激に低下するため²⁾、分娩後1時間以内に確実に哺乳した。

凍結初乳区、IgG製剤区の初乳は、哺乳ビンで給与し、2回給与以後は、代用乳を哺乳ビンで12週齢まで給与した。

代用乳は、約42℃前後のお湯6に対し、代用乳1の割合で溶かし、哺乳ビンにより給与した。

5. 管理方法

自然哺乳区は、分娩後生時体重の測定を行った後、1時間以内に確実に哺乳を行った。6時間母牛と隔離した後に2度目の哺乳を行い、その後は自然哺乳とした。

凍結初乳及びIgG製剤区では、分娩後、すぐに母牛と離してカーフハッチに移動した。両区とも分娩

表1 供試牛の概要

| NO | 耳標 | 生年月日 及び 試験開始日 | 性 | 生時 体重 | 交 配 方 法 | 種雄牛 | 初 乳 の 種 類 |
|----|-----|---------------------|---|----------|------------|-----|-----------------|
| 1 | W19 | 93.06.01 | 雄 | 28.5 | AI | 神高福 | 自然 哺乳 |
| 2 | W20 | 93.06.17 | 雄 | 36.9 | AI | 〃 | |
| 8 | Y1 | 93.07.08 | 雌 | 22.5 | IVF | 神高福 | |
| 3 | W21 | 93.06.19 | 雌 | 31.5 | AI | 〃 | 凍結 初乳 |
| 6 | W27 | 93.07.22 | 雌 | 27.5 | NB | 誠 | |
| 9 | 和45 | 93.07.22 | 雌 | 32.2 | ER | 神高福 | |
| 4 | W23 | 93.06.23 | 雌 | 31.0 | AI | 宝政 | IgG 製剤 |
| 5 | W26 | 93.07.09 | 雄 | 30.6 | AI | 忠福 | |
| 7 | W28 | 93.08.22 | 雄 | 25.0 | ER | 忠福 | |

A I：人工授精 E R：回収胚移植
IVF：体外受精胚移植 N B：自然交配

表2 初乳の種類と給与量

| 初乳の種類 | 初乳給与量 | 哺育方法 |
|--------------------|-----------|---------------------------------|
| 自然哺乳区 (黒毛和種経産牛) | 自然哺乳 | 自然哺育 |
| 凍結初乳区 (乳用種経産牛) | 1.5 l / 回 | 人工哺育 代用乳250g×2回/日 離乳:12週齢 |
| IgG製剤区 | 1.0 l / 回 | 人工乳 1週より飽食 乾草 同上 水 同上 |

各区とも哺乳は分娩直後、6時間後の計2回 供試頭数3頭/区

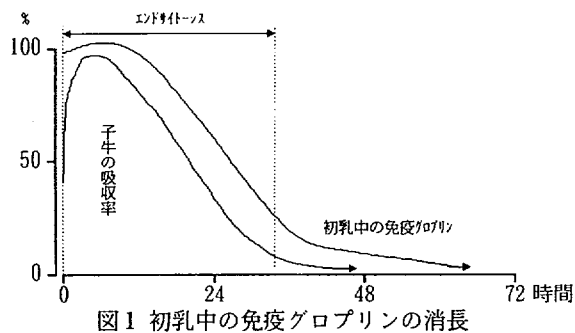


図1 初乳中の免疫グロブリンの消長

後1時間以内に哺乳ビンで哺乳し、6時間後に2回目の哺乳をした後は、代用乳に切り替えた。

6. 調査項目

- 1) 初乳性状: 各区の初乳中のIgG濃度を測定
- 2) 血液性状: 分娩直後、2, 4, 6, 12, 24時間、2, 3, 4, 5, 6, 7日目に採血しTP、IgG濃度を測定
- 3) 体重、体高: 1週毎に測定

結 果

1. 初乳中のIgG濃度

表4 IgG濃度の推移

(単位: mg/ml)

| | 分娩直後 | 2h後 | 6h後 | 12h後 | 24h後 | 2日目 | 3日目 | 4日目 | 5日目 | 6日目 | 7日目 |
|--------|------|------|------|------|-------|------|-------|-------|------|------|-------|
| 自然哺乳区 | 0 | 2.1 | 19.2 | 31.9 | 35.7 | 37.9 | 37.5 | 32.3 | 23.5 | 25.9 | 29.4 |
| | 0 | ±1.6 | ±3.0 | ±9.2 | ±12.2 | ±2.9 | ±10.7 | ±17.0 | ±7.6 | ±9.7 | ±19.6 |
| 凍結初乳区 | 0 | 0.6 | 7.9 | 17.0 | 15.1 | 14.4 | 14.3 | 14.5 | 13.2 | 12.8 | 12.2 |
| | 0 | ±0.3 | ±4.7 | ±5.6 | ±3.2 | ±3.7 | ±2.6 | ±1.6 | ±1.7 | ±2.1 | ±2.1 |
| IgG製剤区 | 0 | 1.5 | 4.9 | 6.2 | 8.4 | 6.0 | 5.3 | 5.7 | 5.7 | 4.7 | 5.5 |
| | 0 | ±1.0 | ±2.1 | ±1.8 | ±1.2 | ±1.8 | ±1.0 | ±1.5 | ±2.3 | ±1.3 | ±0.8 |

表5 TP濃度の推移

(単位: g/dl)

| NO | 分娩直後 | 2時間 | 6時間 | 12時 | 24時 | 2日目 | 3日目 | 4日目 | 5日目 | 6日目 | 7日目 |
|--------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 自然哺乳区 | 3.8 | 4.0 | 5.0 | 6.6 | 6.7 | 6.8 | 6.4 | 6.4 | 5.7 | 6.4 | 6.3 |
| | ±0.5 | ±0.2 | ±0.8 | ±0.2 | ±0.2 | ±0.4 | ±0.4 | ±0.4 | ±1.1 | ±0.3 | ±0.4 |
| 凍結初乳区 | 4.1 | 4.2 | 4.7 | 5.3 | 5.5 | 5.4 | 5.5 | 5.4 | 5.3 | 5.2 | 5.1 |
| | ±0.3 | ±0.5 | ±0.6 | ±0.6 | ±0.6 | ±0.7 | ±0.2 | ±0.3 | ±0.2 | ±0.3 | ±0.3 |
| IgG製剤区 | 4.2 | 4.2 | 4.2 | 4.3 | 4.4 | 4.3 | 4.5 | 5.2 | 4.7 | 4.6 | 4.4 |
| | ±0.4 | ±0.2 | ±0.2 | ±0.4 | ±0.3 | ±0.4 | ±0.4 | ±0.7 | ±0.5 | ±0.4 | ±0.3 |

平均値±標準偏差

各区の初乳中のIgG濃度を測定した結果、表3に示すとおり、黒毛和種経産牛の初乳中に約100mg/ml、乳用種凍結初乳中に約70mg/ml、IgG製剤中に約18mg/ml含まれていた。

表3 初乳中のIgG濃度

| 初乳の種類 | IgG濃度 |
|---------|-----------|
| 黒毛和種経産牛 | 約100mg/ml |
| 乳用種凍結初乳 | 約70mg/ml |
| IgG製剤 | 約18mg/ml |

2. 血液性状

1) 子牛の血液中IgG濃度の推移

子牛の血液中IgG濃度は、表4及び図2に示すとおり、自然哺乳区が最も高く(2日後、37.9mg/ml)、以下凍結初乳区(12時間後、17.0mg/ml)、IgG製剤区(24時間後、8.4mg/ml)の順となり、IgG製剤区は、自然哺乳区の1/3に留まった。これは、初乳中のIgG含量と給与量の絶対量からのものと考えられる。

2) 子牛のTP(血液中総タンパク量)濃度の推移

表5及び図3に示すとおりTP濃度は、生時においては低い値を示すが、初乳の摂取により急増することが解る。これは、血清タンパク質の主としてγグロブリンが増加するためである。この血液中TPの推移は、血液中IgG濃度の推移と一致しており高い相関(相関係数0.91)が認められている。³⁾

3. 体重及び体高の推移

2週間毎の体重及び体高の推移を表6、図4に示した。

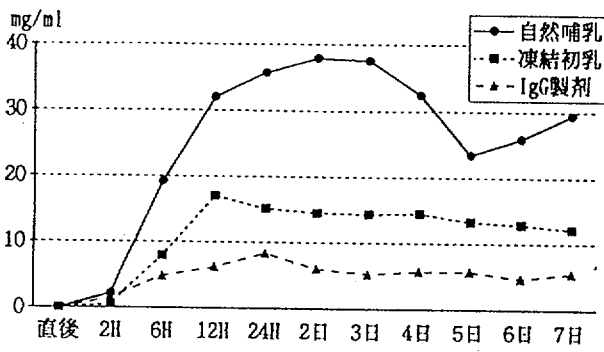


図2 子牛の血液中IgG濃度の推移

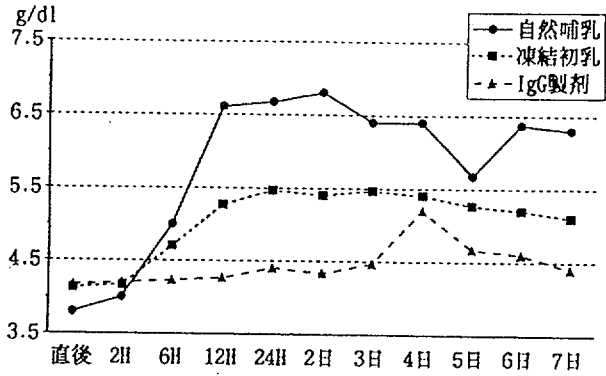


図3 子牛の血液中TPの推移

表6 体重及び体高の推移

| | | 生時体重 | 2週齢 | 4週齢 | 6週齢 | 8週齢 | 10週齢 | 12週齢 |
|--------|--------|-----------|-----------|-----------|----------|-----------|-----------|-----------|
| 体 重 | 自然哺乳区 | 29.3±10.2 | 40.7±10.4 | 52.1±10.5 | 63.4±4.0 | 74.7±2.5 | 93.0±3.5 | 111.3±9.5 |
| | 凍結初乳区 | 31.9±0.1 | 36.5±0.7 | 44.7±1.2 | 55.3±2.5 | 64.0±2.8 | 78.0±1.4 | 91.0±0 |
| | IgG製剤区 | 29.3±4.9 | 34.3±4.2 | 42.3±4.1 | 51.2±7.1 | 62.3±11.3 | 72.5±13.4 | 84.2±15.6 |
| 体 高 | 自然哺乳区 | 72.7±2.5 | 74.7±2.3 | 76.8±2.0 | 78.7±1.7 | 80.6±1.4 | 84.5±3.0 | 88.3±4.6 |
| | 凍結初乳区 | 68.9±1.3 | 72.9±2.1 | 75.3±0.4 | 78.8±0.6 | 81.9±1.3 | 84.6±0.3 | 86.9±1.3 |
| | IgG製剤区 | 68.9±1.1 | 71.1±1.8 | 73.6±2.7 | 76.3±0.9 | 79.7±0.6 | 83.7±1.3 | 86.2±1.1 |

平均値±標準偏差

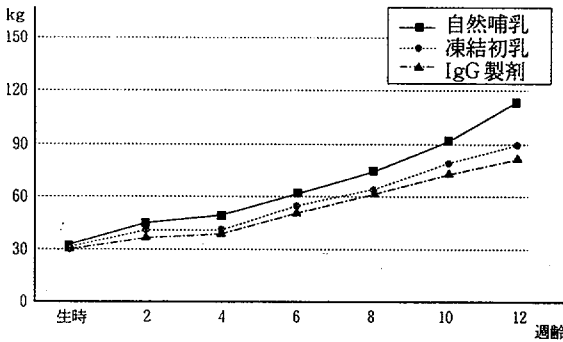


図4 体重の推移

発育は、自然哺乳区が良好で、人工哺育を行った凍結初乳区とIgG製剤区に差はみられなかった。これは、自然哺乳区と人工哺育をおこなった他の2区の栄養摂取量の違いが発育に影響を及ぼしていると考えられる。

4. 疾病の発生状況

凍結初乳区及びIgG製剤区のIgG濃度は低い値であったが、哺育期間中の疾病発生は見られず、疾病予防に必要な受動免疫を得ているものと思われる。

試験2 代用乳及び人工乳給与試験

材料及び方法

1. 試験場所 鹿児島県畜産試験場

2. 試験期間

平成3年8月2日～平成5年11月24日

表1に示した様に供試牛の産出日をそれぞれの試験開始日とし、その後12週間の哺育試験に供した。

3. 供試牛

供試牛は、表1に示した場内繋養黒毛和種及び交雑種からの人工授精産子及び胚移植産子14頭を用いた。

4. 試験区分及び給与飼料量

供試牛を分娩後3日間自然哺乳した後母牛から離し、表2に示した4区を設定した。

代用乳は、約42℃前後のお湯6に対し、代用乳1の割合で溶かし、哺乳ビンにより給与した。⁵⁾

5. 管理方法

分娩後3日間自然哺乳を行った後、母牛と離してカーフハッチに移動し、4日目より代用乳の給与試験を実施した。

哺乳時間は、朝9:00と夕16:00の2回とし、3回哺乳の場合、昼13:00に追加哺乳を行った。

人工乳給与は、おけまたは、人工乳給餌器を用いて1週より飽食とした。乾草は良質のものを用いて人工乳と同時期から飽食とした。水は、バケツを使用しているため、常時新鮮なものを摂取できるように注意した。

表1 供試牛の概要

| NO | 耳 標 | 生年月日 及 試験開始日 | 性 | 生時体重 | 交配方法 | 種雄牛 | 代 用 乳 | | 人工乳 給与法 |
|----|------|--------------------|---|------|------|-----|-------|----|------------|
| | | | | | | | 1 回量 | 回数 | |
| 1 | R23 | 91.08.02 | 雄 | 30.2 | IVF | 隼 忠 | 250g | 2回 | お け |
| 2 | R27 | 91.08.25 | 雄 | 21.5 | IVF | 〃 | | | |
| 3 | R42 | 91.12.28 | 雄 | 27.0 | IVF | 富 金 | | | |
| 4 | R43 | 91.12.28 | 雄 | 34.5 | IVF | 〃 | | | |
| 5 | R44 | 91.12.30 | 雄 | 27.0 | IVF | 〃 | | | |
| 6 | R100 | 93.07.08 | 雄 | 31.0 | IVF | 〃 | 250g | 2回 | 人工乳 給餌器 |
| 7 | W26 | 93.07.09 | 雄 | 32.0 | AI | 忠 福 | | | |
| 8 | W28 | 93.08.22 | 雄 | 25.0 | ER | 〃 | | | |
| 9 | R47 | 92.01.11 | 雄 | 23.0 | ER | 宝 勝 | 300g | 2回 | お け |
| 10 | R51 | 92.02.11 | 雄 | 25.0 | ER | 忠 福 | | | |
| 11 | R71 | 92.09.01 | 雄 | 32.0 | IVF | 〃 | 300g | 2回 | 人工乳 給餌器 |
| 12 | R73 | 92.09.06 | 雄 | 18.0 | ER | 神高福 | | | |

表2 代用乳の給与量, 給与回数および人工乳の給与法

| 区 分 | 試験 頭数 | 試験子牛 生時体重 | 代 用 乳 | | | | 人工乳 給与法 |
|--------|----------|--------------|-------|----|----|------|------------|
| | | | 1回量 | 回数 | 時間 | 1日量 | |
| I | 5頭 | 28.0kg | 250g | 2回 | 朝夕 | 500g | お け |
| II | 3頭 | 31.5kg | 250g | 2回 | 朝夕 | 500g | スタート |
| III | 2頭 | 24.0kg | 300g | 2回 | 朝夕 | 600g | お け |
| IV | 2頭 | 25.0kg | 300g | 2回 | 朝夕 | 600g | スタート |

スタート：バーデンスタート（人工乳給餌器）

6. 調査項目

(1) 体重, 体高：1週毎に測定

(2) 飼料摂取量

毎朝の飼料残食量を秤量し, 給与量との差から求めた。

(3) 疾病

疾病の中で, 特に子牛が発症しやすい下痢について行った。

結 果

1. 体重及び体高の推移

2週毎の体重及び体高を表3に示した。

12週齢での体重は, I区76.6kg, II区88.3kg, III区62.2kg, IV区88.5kg, であった。その間の増体は48.6kg, 59kg, 38.2kg, 63.5kg, 70.3kgであり, DGは0.57kg, 0.70kg, 0.45kg, 0.75kg, 0.83kgであった。V区の増体が良く, II区とIV区はほぼ同じであったがI区とIII区の増体が悪かった。

12週齢での体高は, I区79.7cm, II区86.2cm, III区77.5cm, IV区85.3cmで体重に比例した結果であった。

表3 体重及び体高の推移

| 体 重 kg | 区分 | 生 時 | 2週 | 4週 | 6週 | 8週 | 10週 | 12週 |
|--------------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|-----------|----------|
| | I | 28.0±4.8 | 29.7±5.3 | 34.2±5.3 | 43.1±5.6 | 52.3±7.2 | 66.4±7.6 | 76.6±9.6 |
| II | 29.3±3.1 | 34.0±2.4 | 42.2±2.5 | 53.3±4.7 | 64.3±6.9 | 75.0±7.8 | 88.3±9.6 | |
| III | 24.0±1 | 27.9±1.3 | 32.8±3.3 | 40.0±3.9 | 46.1±3.5 | 54.3±5.5 | 62.2±8.1 | |
| IV | 25 ±7 | 32.1±6.9 | 39.3±7.3 | 50.5±8.2 | 62.4±8.6 | 75.5±15.5 | 88.5±15.5 | |
| 体 高 cm | I | | 67.6±3.9 | 69.7±3.5 | 72.3±3.2 | 74.7±2.2 | 77.1±2.8 | 79.7±3.9 |
| | II | 68.9±0.9 | 71.5±2.1 | 73.6±2.1 | 76.5±1.1 | 79.3±0.5 | 83.7±1.1 | 86.2±0.9 |
| | III | | 64.1±2.1 | 66.2±2.8 | 68.3±3.5 | 71.3±3.3 | 74.4±3.0 | 77.5±2.7 |
| | IV | | 67.4±4.6 | 70.9±5.5 | 74.1±3.9 | 78.9±4.5 | 82.1±2.9 | 85.3±2.9 |

平均値±標準偏差

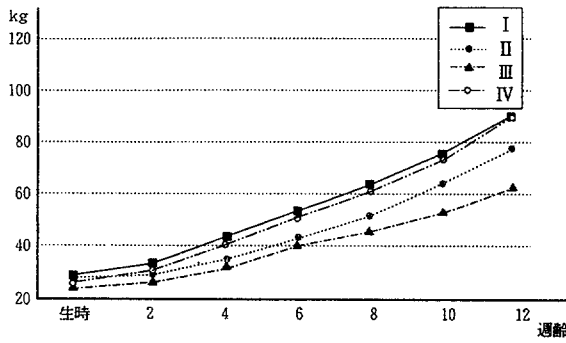


図1 体重の推移

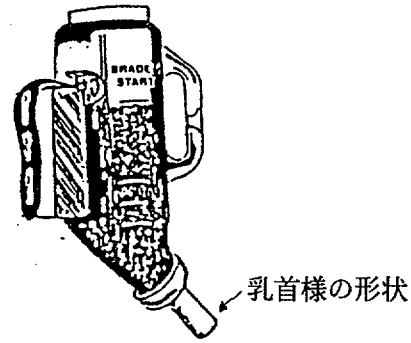


図2 人工乳給餌器

2. 飼料摂取量

12週齢までの人工乳、乾草の摂取量を表4に示した。人工乳では、I区49.76kg, II区93.98kg, III区30.92kg, IV区85.37kgであった。乾草はI~IV区とも4週までの摂取量は少なかったが、5週以降増加している。

人工乳給餌器を用いたII区, IV区は、おけを用いたI区, III区に比べ人工乳、乾草ともに摂取量が多かった。人工乳給餌器は図1に示すように透明なプラスチックのビンで特殊なニップルが付いており、これで子牛が乳首を吸うたびに人工乳を摂取できる。このことから、図3に示す様にこの器具を利用したII区, IV区は人工乳の食いつきがスムーズに行われ摂取量の増加が早まったと考えられる。

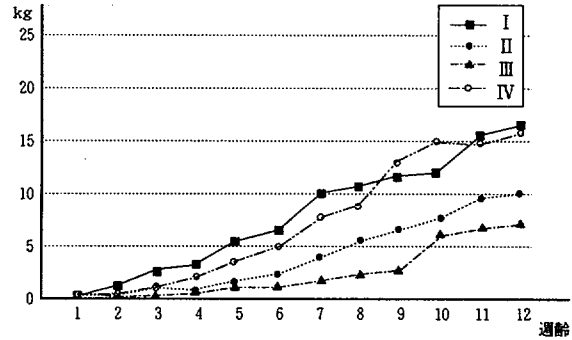


図3 人工乳摂取量の推移

いる⁴⁾。このことより、代用乳給与量が少ないII区が人工乳への食いつきも早く摂取量の増加も早いことから離乳時刻を早める可能性があることが示唆された。

3. 疾病発生状況

下痢の発生は、表5に示すとおり各区に散見されたが、4WのI区, 8WのII区, III区で中程度のもので、その他は軽度のものであった。

代用乳、人工乳からのTDN摂取量の推移を図4に示した。2Wから3Wまでは、II区の人工乳摂取量が高い値で推移しており、この期間のTDN摂取量に両区で差は見られなかった。8WでII区に下痢が発生したため、人工乳摂取量は同様な伸びを示さなかったが、11W~12WでのTDN摂取量は量区に差は見られなかった。

反芻動物の前胃の成長のほとんどは、固形飼料の第一胃内発酵が確立された後で生じると報告されて

表4

(単位: kg)

| | 区分 | 生時 | 2週 | 3週 | 4週 | 5週 | 6週 | 7週 | 8週 | 9週 | 10週 | 11週 | 12週 | 計 |
|-----|-----|----|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 人工乳 | I | | | 0.96 | 0.87 | 1.64 | 2.72 | 4.24 | 5.46 | 6.18 | 7.95 | 9.55 | 10.10 | 49.67 |
| | II | | 0.65 | 2.31 | 3.15 | 5.27 | 6.94 | 10.04 | 10.52 | 11.64 | 11.87 | 15.39 | 16.20 | 93.98 |
| | III | | | | 0.68 | 0.95 | 1.29 | 2.09 | 2.86 | 3.18 | 6.13 | 6.88 | 6.86 | 30.92 |
| | IV | | 0.45 | 0.91 | 1.80 | 3.31 | 5.10 | 7.17 | 8.89 | 12.89 | 14.85 | 14.60 | 15.40 | 85.37 |
| 乾草 | I | | | | 0.01 | 0.03 | 0.03 | 0.12 | 0.20 | 0.29 | 0.50 | 0.56 | 0.61 | 2.35 |
| | II | | | | 0.01 | 0.06 | 0.23 | 0.16 | 0.26 | 0.38 | 0.64 | 2.60 | 3.20 | 7.54 |
| | III | | | | 0.01 | 0.08 | 0.22 | 0.18 | 0.33 | 0.55 | 0.56 | 0.95 | 2.14 | 5.02 |
| | IV | | | 0.01 | 0.00 | 0.01 | 0.10 | 0.11 | 0.16 | 0.34 | 0.91 | 3.20 | 2.90 | 7.74 |

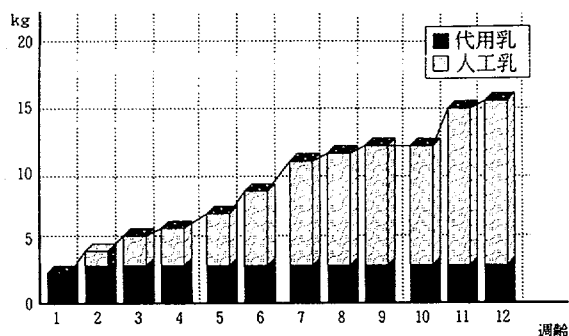


図4-1 代用乳, 人工乳からのTDN摂取量の推移 (Ⅱ区)

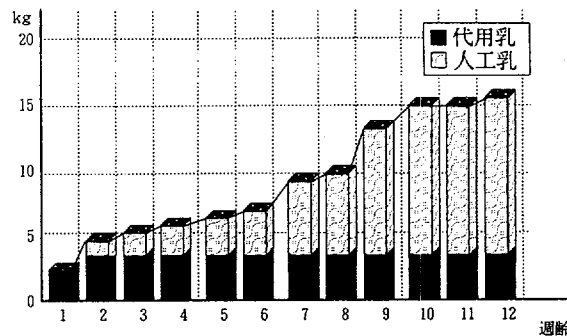


図4-2 代用乳, 人工乳からのTDN摂取量の推移 (Ⅳ区)

表5 下痢の発生状況 (治療回数)

| 区分 | 1W | 2W | 3W | 4W | 5W | 6W | 7W | 8W | 9W | 10W | 11W | 12W |
|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|
| I | 0 | 1 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Ⅱ | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| Ⅲ | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| Ⅳ | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

要 約

胚移植による双子子牛の人工哺育技術を検討するため1) 初乳給与試験, 2) 代用乳及び人工乳給与試験を実施し, 以下の結果を得た。

1. 初乳給与試験

1) 子牛の血液中IgG濃度は自然哺乳区が最も高く(2日後, 37.94mg/ml), 以下凍結初乳区(12時間後, 16.96mg/ml), IgG製剤区(24時間後, 8.36mg/ml)の順となり, IgG製剤区は, 自然哺乳区の1/3に留まった。これは, 初乳中のIgG含量と給与量の絶対量からのものと考えられる。

2) 凍結初乳区及びIgG製剤区のIgG濃度は低い値であったが, 哺育期間中の疾病発生は見られず, 疾病予防に必要な受動免疫を得ていると思われる。

従来, 初乳は生後3~7日間程度給与しているが, 凍結初乳またはIgG製剤を分娩後, 2回給与で済ませれば, 初乳給与の省力化を図れる。

3) 子牛の血液中IgG濃度とTP(血液中総タンパク量)の間には高い相関が認められる。

4) 分娩当日に初乳または凍結初乳あるいはIgG製剤を給与(分娩直後と6時間後の2回給

与)することで, 哺育期の下痢・肺炎の発生を予防する免疫を獲得することは可能であるが, 飼養環境や衛生面に十分留意する必要がある。

5) IgG製剤は利便性に優れ, 利用価値は高いがIgG濃度の値を上げるための検討が必要である。また, 牛用のものは一般には販売されていないため早急な開発, 販売が望まれる。

2. 代用乳及び人工乳給与試験

1) 代用乳の給与量250ml×2回給与と300ml×2回給与を比較すると250ml×2回給与の方が人工乳への摂取時期が早まり, 摂取量も多かった。

2) 人工乳の摂取を, おけと人工乳給餌器で比較すると人工乳給餌器の方が, 人工乳の食いつきがスムーズに行われ摂取量の増加が早まった。

3) 代用乳の250ml×2回給与で人工乳給餌器を利用した方が発育, 増体共に良好であった。

参考文献

- 1) 市町村別統計書(10)(平成6年度版)
- 2) 崎浦, 鈴木監修: 酪農大百科(280), デーリーマン, 1990
- 3) 久馬 忠ら: 東北農試研報(85)64, 77, 19814
- 4) 津田恒之監修: 新乳牛の科学(242)農文協, 1987
- 5) 吉留ら: 乳用牛の肉用素牛生産技術に関する試験。鹿児島県畜産試験場研究報告第25号(56)