

カーフハッチ飼育におけるホルスタイン種子牛の発育と生理反応に及ぼす寒冷環境の影響

| | |
|-------|---|
| 誌名 | 北海道農業試験場研究報告 = Research bulletin of the Hokkaido National Agricultural Experiment Station |
| ISSN | 03675955 |
| 著者名 | 杉原,敏弘 木下,善之 武田,尚人 |
| 発行元 | 北海道農業試験場 |
| 巻/号 | 149号 |
| 掲載ページ | p. 1-15 |
| 発行年月 | 1988年1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



カーフハッチ飼育におけるホルスタイン種子牛の 発育と生理反応に及ぼす寒冷環境の影響

杉原 敏弘* 木下 善之** 武田 尚人***

はじめに

家畜の臨界温度は多くの変動要因を持ち、同一種の家畜でも様ではないが、代謝の高進が始まる限界を示す基準として有用である。乳牛の臨界温度は高泌乳牛で-30℃(YOUNG, 1981), 新生子牛で13℃(BLAXTER, 1962)とされている。新生子牛は成牛に比較して寒さに弱く、幼齢子牛が寒さのために発育不良となり、低体温を示し死亡したという報告(APPLEMAN, 1971)もあり、哺育期の子牛の管理には、寒さに対する対策として保温する必要があるとされてきた。このため従来の寒冷期における子牛の哺育法は、畜舎を密閉して保温するため、空気の汚染や高湿度を招き、子牛の下痢や肺炎を誘発する原因となるが多かった。

しかし、近年子牛を舎外の清浄な環境で隔離飼育する、いわゆるカーフハッチによる育成法が、子牛の損耗防止に有効であることが知られるようになった。この育成法において寒冷ストレスが子牛の発育にどのような影響を及ぼすのか、子牛は寒冷に対してどのように適応するのか、などは十分に解明されていない。また、子牛出生後の血液成分の変化については渡辺ら(1978)、佐々木ら(1971)、竹下ら(1969)、佐藤ら(1980)、上山(1979)など多くの報告があるが、心拍数、呼吸数などについての報告(梅津, 1972; 佐藤ら, 1980)は数少ない。

本報では、出生直後から舎外環境で飼育する、カーフハッチ方式による子牛の隔離哺育法を確立す

昭和62年2月4日受理

* 畜産部家畜第1研究室(現草地試験場草地計画部)

** 元畜産部家畜第1研究室

*** 畜産部家畜第1研究室(現農業生物資源研究所遺伝資源第一部)

るため、子牛出生後の生体反応や血液成分を、経時的に分析するとともに、寒冷環境が子牛の発育にどのような影響を及ぼすかについて検討した成績を報告する。

I 子牛の新生期における体温・心拍数・呼吸数に及ぼす飼育環境の影響

1. 材料及び方法

カーフハッチ方式による子牛の育成法を検討するため、1980年1月から1981年2月の間に、出生した当场産ホルスタイン種子牛16頭を用い(表1)、冬期及び夏期について、それぞれ舎外カーフハッチ区(以下舎外区と略す)を、舎内カーフストール区(以下舎内区と略す)に対比して試験を実施した。すなわち、冬期試験では1980年1月~3月に舎内区

表1 供試牛

| 区別 | 子牛No. | 生年月日 | 性 | 生時体重 | |
|----|-------|----------|----------|------|------|
| | | 年月日 | | kg | |
| 冬期 | 舎内区 | 55-2 | '80 1 23 | ♀ | 42.0 |
| | | 55-4 | '80 2 14 | ♂ | 40.0 |
| | | 55-7 | '80 3 13 | ♀ | 44.0 |
| | | 55-8 | '80 3 15 | ♂ | 44.0 |
| | 舎外区 | 56-1 | '81 1 24 | ♂ | 50.0 |
| | | 56-2 | '81 2 15 | ♂ | 50.0 |
| | | 56-3 | '81 2 18 | ♂ | 46.0 |
| | | 56-4 | '81 2 19 | ♂ | 58.0 |
| 夏期 | 舎内区 | 55-10 | '80 7 20 | ♂ | 54.0 |
| | | 55-12 | '80 8 12 | ♀ | 40.0 |
| | 舎外区 | 55-14 | '80 9 12 | ♂ | 47.0 |
| | | 55-16 | '80 9 20 | ♂ | 41.0 |
| 夏期 | 舎外区 | 55-9 | '80 7 17 | ♀ | 48.0 |
| | | 55-11 | '80 8 12 | ♂ | 55.5 |
| | | 55-13 | '80 9 1 | ♂ | 55.0 |
| | 55-15 | '80 9 15 | ♂ | 49.0 | |

について、81年1月～2月に舎外区の試験を行い、夏期試験では舎内、舎外区の試験を80年7月～9月の同時期に行い、それらの結果を比較検討した。

舎外区のカーフハッチは合板製のものをを用い、排水良好な場所に入りを東南に向けて設置した。舎内区のカーフストールは木製のものを哺育舎内に設置し、夏期はそのまま使用し、冬期にはストール全体をビニールで覆い赤外線ランプで保温した。子牛は出生後1時間以内に両試験区にけい留し、体温計を装着した。子牛出生後2時間以内に母牛の初乳を給与し、試験期間中の生後5日間は新鮮初乳4.5 l/日を朝、昼、夕の3回に分けて1.5 lずつ給与した。

試験期間中の環境温湿度の測定は、舎外区ではカーフハッチの後部から約1 mの部分の側壁から、サーミスタのセンサをカーフハッチ内に挿入して測定した。舎内区では夏期は哺育舎温湿度を測定し、冬期はビニールで覆ったストール内の、地上約1.5 mの位置にセンサをつるし、測定した。試験期間中の環境温湿度は表2に示すとおりである。体温は白金測温抵抗体による専用センサを用い、直腸の深部約10 cmの部位で、出生直後より連続5日間自記記録して、0.05℃まで読みとった。心拍数、呼吸数は聴診器で1日3回8:30、14:00、19:30の毎哺乳前に計測した。初乳成分は、脂肪、タンパク質、乳糖を赤外線ミルク分析計により、全固形分は

表2 環境温湿度

| 区 別 | 子牛No. | 気 温 | | 湿 度 | |
|-------|-----------|------------|------|-----------|---|
| | | MIN.~MAX. | 平均 | MIN.~MAX. | |
| | | ℃ | ℃ | ℃ | % |
| 冬 期 | 舎内区 55-2 | 4.8~10.8 | 6.9 | 80~90 | |
| | 舎内区 55-4 | 8.4~9.4 | 8.9 | 80~90 | |
| | 舎内区 55-7 | 8.3~9.4 | 8.9 | 80~90 | |
| | 舎内区 55-8 | 8.7~9.4 | 9.1 | 80~90 | |
| 期 舎外区 | 56-1 | -16.5~-5.5 | -9.1 | 45~80 | |
| | 56-2 | -16.0~ 2.0 | -5.9 | 42~80 | |
| | 56-3 | -16.0~-1.0 | -7.7 | 42~80 | |
| | 56-4 | -15.0~-1.0 | -7.9 | 45~80 | |
| 夏 期 | 舎内区 55-10 | 17.6~27.6 | 20.7 | 54~84 | |
| | 舎内区 55-12 | 17.7~27.0 | 20.3 | 52~78 | |
| | 舎内区 55-14 | 20.5~27.0 | 25.4 | 50~71 | |
| | 舎内区 55-16 | 17.5~27.5 | 19.1 | 50~77 | |
| 期 舎外区 | 55-9 | 13.5~32.0 | 20.5 | 46~84 | |
| | 55-11 | 14.2~32.7 | 25.0 | 50~96 | |
| | 55-13 | 15.2~29.6 | 21.3 | 56~86 | |
| | 55-15 | 12.6~29.5 | 20.8 | 44~79 | |

TMSチェッカーにより測定し、摂取エネルギー量は計算によって求めた。

2. 結 果

1) 摂取エネルギー量と増体量

生後120時間の摂取エネルギー量と増体量を表3に示した。1日当たりの摂取総エネルギー量は、3.0～3.8 Mcalで、体重50 kgの子牛の維持並びに成長のための要求量を、十分に満足させる量であった。

表3 摂取エネルギー量及び増体量

| 区 別 | 子牛No. | 摂取総エネルギー量 | | 増体量 |
|-------|-----------|-----------|-------|-----|
| | | Mcal/日 | kg/日 | |
| 冬 期 | 舎内区 55-2 | 3.8 | 0.64 | |
| | 舎内区 55-4 | 3.3 | 0.50 | |
| | 舎内区 55-7 | 3.6 | 0.54 | |
| | 舎内区 55-8 | 3.8 | 0.28 | |
| 期 舎外区 | 56-1 | 3.0 | -0.50 | |
| | 56-2 | 3.4 | 0.56 | |
| | 56-3 | 3.6 | 0.52 | |
| | 56-4 | 3.5 | 0.06 | |
| 夏 期 | 舎内区 55-10 | 3.7 | 0.36 | |
| | 舎内区 55-12 | 3.4 | 0.28 | |
| | 舎内区 55-14 | 3.6 | 0.14 | |
| | 舎内区 55-16 | 3.7 | 0.56 | |
| 期 舎外区 | 55-9 | 3.4 | 0.14 | |
| | 55-11 | 3.7 | 0.36 | |
| | 55-13 | 3.7 | 0.28 | |
| | 55-15 | 3.4 | 0.36 | |

1日当たりの増体量は冬期の舎外カーフハッチ区の2頭を除き、0.1～0.6 kgの間であった。2頭の子牛が増体を示さなかったことについては、生後5日間の新生期では一般にしばしばみられるので、これが寒冷の影響であるとは判定し難い。いずれの区においても子牛に健康上の異常は認められなかった。

2) 体 温

出生直後の子牛の体温は、冬期では39.25±0.44℃、夏期では39.73±0.79℃で、冬期に生まれた子牛の方が平均0.5℃低かった。子牛の体温の日内変動は生後24時間以内で大きく、24時間以降では小さくなった。出生後120時間の体温変動は、冬期の舎内区では4頭とも相似の体温変動を示した。すなわち出生直後の子牛の体温は、39.0～39.5℃から急速に下降して、6～9時間後に38.4

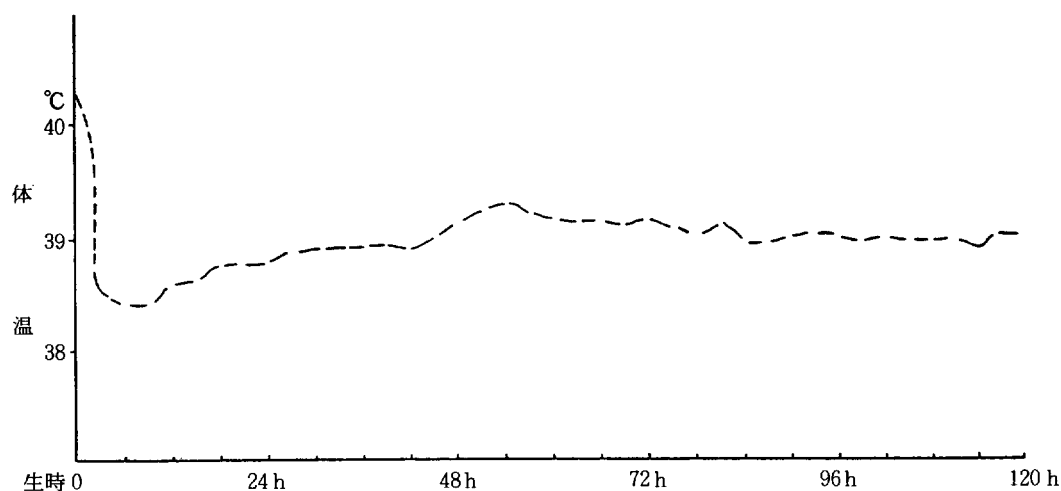


図1 冬期舎内区新生子牛の体温変動

表4 出生後24時間から120時間の体温

| 区 別 | 子牛No. | 平均 ℃ | 範 囲 | | 日 内 差 ℃ | |
|--------|-------------|---------|-------|-------------|------------|-----------|
| | | | ℃ | ℃ | | |
| 冬 期 | 舎 内 区 | 55- 2 | 38.88 | 38.30~39.40 | | 0.30~0.40 |
| | | 55- 4 | 38.84 | 38.40~39.40 | | 0.30~0.40 |
| | | 55- 7 | 38.92 | 38.60~39.40 | | 0.20~0.40 |
| | | 55- 8 | 39.05 | 38.75~39.50 | | 0.30~0.40 |
| | 舎 外 区 | 56- 1 | 39.85 | 39.30~40.30 | | 0.45~0.55 |
| | | 56- 2 | 39.66 | 39.20~40.00 | | 0.60~0.80 |
| | | 56- 3 | 38.79 | 38.55~39.15 | | 0.30~0.55 |
| | | 56- 4 | 39.91 | 39.00~40.80 | | 0.55~1.05 |
| 夏 期 | 舎 内 区 | 55-10 | 38.96 | 38.80~39.80 | | 0.40~1.00 |
| | | 55-12 | 38.82 | 38.40~39.30 | | 0.50~0.70 |
| | | 55-14 | 38.86 | 38.60~39.20 | | 0.45~0.55 |
| | | 55-16 | 39.01 | 38.80~39.20 | | 0.20~0.50 |
| | 舎 外 区 | 55- 9 | 38.78 | 38.60~39.20 | | 0.30~0.50 |
| | | 55-11 | 38.67 | 38.40~39.30 | | 0.35~0.80 |
| | | 55-13 | 38.32 | 38.00~39.20 | | 0.50~0.75 |
| | | 55-15 | 39.37 | 38.80~39.80 | | 0.30~1.00 |

~38.6℃と最低となり、その後徐々に上昇して48時間後にはほぼ一定となった。最も大きな体温下降を示した個体の記録を図1に示した。他の冬期舎外区と、夏期舎内、舎外区では全個体がこのような出生直後の体温降下を示すとは限らず、体温は一時低下または平行を示した。

生後24時間から120時間までの体温の変動は表4に示すとおりで、冬期舎外区が他区より平均値で0.6~0.7℃高かった。生後24時間以降における体温の日内変動は、各区とも夜半の午前0時前後で最

高となり、午前6~8時の哺乳前に最低値を示し、哺乳後に上昇する傾向がみられた。

3) 心拍数・呼吸数

出生直後より72時間までの心拍数・呼吸数の変動は表5に示すとおりである。心拍数は出生直後非常に高く120~190/分で、その後だいに減少し、出生後24時間では平均120/分、72時間までは112/分であった。子牛出生後の経時的な心拍数の変動は個体差が大きく、区間には差が認められなかった。

子牛の呼吸数は、冬期舎外区を除いて、出生直後

表5 心拍数及び呼吸数

| 区 別 | 子牛No. | 心拍数/分 | | | 呼吸数/分 | | | |
|-----|-------|-------|------|------|-------|------|------|----|
| | | 0 h | 24 h | 72 h | 0 h | 24 h | 72 h | |
| 冬 期 | 舎内区 | 55- 2 | 180 | 130 | 150 | 36 | 30 | 36 |
| | | 55- 4 | 120 | 100 | 90 | 38 | 32 | 34 |
| | | 55- 7 | 130 | 90 | 80 | 24 | 44 | 40 |
| | | 55- 8 | 120 | 100 | 90 | 40 | 36 | 60 |
| | 舎外区 | 56- 1 | 190 | 170 | 140 | 40 | 40 | 30 |
| | | 56- 2 | 190 | 140 | 120 | 38 | 30 | 32 |
| | | 56- 3 | 120 | 140 | 110 | 40 | 30 | 32 |
| | | 56- 4 | 120 | 120 | 120 | 40 | 36 | 30 |
| 夏 期 | 舎内区 | 55-10 | 150 | 100 | 100 | 40 | 40 | 50 |
| | | 55-12 | 130 | 120 | 90 | | | |
| | | 55-14 | 170 | 120 | 100 | 40 | 60 | 50 |
| | 舎外区 | 55- 9 | 150 | 110 | 120 | 30 | 60 | 60 |
| | | 55-11 | 170 | 120 | 130 | 30 | 50 | 50 |
| | | 55-13 | 140 | 120 | 120 | | | |
| | | 55-15 | 160 | 130 | 120 | | | |

より24時間後、72時間後の方が多く、冬期舎外区では逆に少なかった。

3. 考 察

出生直後の子牛の体温は、母牛の体温とはほぼ等しく、母牛胎内の深部体温は冬期でも夏期でも大差はないと考えられる。しかし、本試験では出生後数十分を経過した子牛の体温が、冬期に生まれた子牛よりも夏期に生まれた子牛の方が平均0.5℃高かったことは、出生時には体温調節機能が完全でなく、環境温度の影響を受けたためと考えられる。

子牛は38.5～39℃の恒温の母胎内から、出生と同時に直接外気温にさらされるので、体温維持のため相当のエネルギーが必要であり、それに対応する体温調節機能が働かなければならない。特に本試験の冬期舎外区では、出生後1時間以内に-10℃前後の寒冷環境におかれるので、低温による影響は非常に大きく、それに対応した産熱がなければ体温を正常に維持することができない。しかし出生後最も大きい体温変動を示した試験区は冬期舎内区であり、この区は生後24時間までの変動は1.2℃の範囲であった。しかし、この冬期舎内区の子牛の体温が、他の区よりも大きい変動を示した理由については明らかではなかった。

生後24時間以降の体温の日内変動は、いずれの

試験区でも1.05℃以内であった。佐藤ら(1980)は寒冷時に生まれた子牛でも、生後2時間以内の直腸温の変動はおおむね1℃の範囲としており、本試験の結果とはほぼ同様の数値を報告している。このように体温の恒常性が維持されていることは、出生時の一時的な体温変動を除けば、子牛は新生期において既に体温調節機能がかなり発達しているものと推察される。新生子牛は体内に熱生産効率の高い褐色脂肪組織を持ち、これが寒冷から体を守るために重要な働きをしていると考えられる。ALEXANDERら(1975)は新生子牛において体重のほぼ2%に達する褐色脂肪のあることを認めている。また、肝臓に貯蔵されたグリコーゲンは分解されてグルコースとなり、エネルギー源として利用される。新生子牛の肝臓は体重の2%もあり、成牛の1%に比べ体重に対する割合の大きいことから、子牛は筋肉の震えによる産熱のほかに、震えによらない産熱機構をも有し、寒冷に対してかなりの適応性があるものとみなされる。本試験において寒冷条件の最も厳しい冬期舎外区の子牛の体温が、出生後2日目以降で他区のものより0.6～0.7℃高かったことは、このような産熱機構が働いたことによるものであろう。

新生子の適温域の下限(臨界温度)は牛で13℃、羊で25～30℃、豚で31℃とされ(VERSTGEN, 1978)、寒さに対して正常体温が維持できる最低温度(限界温度)は羊で-5℃、豚で5℃と示され(津田, 1978)、家畜の種によって異なっている。新生子牛が正常体温を維持できる限界温度については明らかでないが、寒冷条件が厳しく、それに対応するためのエネルギー摂取量が不足すると、正常体温が維持できないことがある。このことについては、“Ⅲ 寒冷条件下における子牛の発育に及ぼす初期保温並びに哺育法の影響”で後述する。

出生直後の子牛の心拍数は、成牛に比べて非常に多い数値を示し、その後時間の経過とともに減少する。胎子期には出生時より更に多い心拍数を示すが、この時期には子牛自身の呼吸による酸素の供給がなく、母牛からの血液によって酸素が供給されている。出生と同時に子牛自身の呼吸による酸素の供給が始まるが、心臓機能による1回当たりの拍出量が増加するにつれ、心拍数が減少するであろうと思われる。

呼吸数については、成牛の標準値とされている18～28/分に比べ、出生直後で20～40/分とやや

多い数値を示した。新生子牛の胸腔内陰圧は小さく、胸郭の拡がり成牛に及ばないため、呼吸回数を多く必要とするのであろう。しかし、子牛の心拍数や呼吸数については、運動、採食、精神的緊張や人との接触などにより増減し、変動要因が多いため、舎外区・舎内区や、冬期と夏期などの飼育環境による差は、本試験では明らかでなかった。

II 子牛の発育に及ぼす寒冷環境の影響

1. 材料及び方法

カーフハッチによる子牛の育成法を検討するため、1980年1月～3月に当場で生産されたホルスタイン種子牛8頭を舎外区、舎内区に各4頭ずつ分けて(表6)、出生から42日齢まで試験を行った。Iの試験と同様に、舎外区は、舎外に設置したカーフハッチによる飼養とし、舎内区は、哺育舎内のカーフストールをビニールで覆い、赤外線ランプで保温して飼養した。ただし赤外線ランプによる保温は、3月下旬から気温が上昇したので4月は中止した。給与飼料は両区とも同じとし、生後5日間は新鮮初乳4.5 l/日を朝、昼、夕の3回に分けて1.5 lずつ給与した。生後6日目から代用乳600 gを、約7倍の温湯に溶かし1日2回に分けて定量給与した。人工乳と乾草は7日目から自由採食とした。

調査項目は次のとおりである。

環境温湿度は、サーミスタセンサを取り付けた自記録計により測定した。飼料摂取量は毎日の給与量と残食量を測定した。発育値は体重及び体格10

表6 供試子牛

| 区 | 子牛No. | 性 | 生年月日 | | | 生時体重 kg |
|-----|-------|---|------|---|----|------------|
| | | | 年 | 月 | 日 | |
| 舎外区 | 55-1 | ♂ | '80 | 1 | 11 | 43.5 |
| | 55-3 | ♂ | '80 | 1 | 23 | 45.5 |
| 舎内区 | 55-5 | ♂ | '80 | 3 | 2 | 56.0 |
| | 55-6 | ♀ | '80 | 3 | 9 | 52.0 |
| 舎外区 | 55-2 | ♀ | '80 | 1 | 23 | 42.0 |
| | 55-4 | ♂ | '80 | 2 | 14 | 40.0 |
| 舎内区 | 55-7 | ♀ | '80 | 3 | 13 | 44.0 |
| | 55-8 | ♂ | '80 | 3 | 15 | 44.0 |

部位について7日間ごとに測定した。血液成分は出生直後及び出生後3, 6, 12, 24, 48時間, 7, 14, 28, 42日目に採血し、赤・白血球数、ヘマトクリット値、ヘモグロビン量を自動血球計測器(東亜医用電子株式会社製CC-108)により測定し、血清の血糖、総タンパク、アルブミン、Ca、K、無機Pは、自動血液成分分析器(バイオダイナミックスーBMC, 米国・株式会社アムコ・ケムテックシステム)により測定した。

2. 結果

1) 環境温度

試験期間中の舎外区の気温は、-19.2～12.6℃の範囲で、舎内区は-1～16℃の範囲であった。これらの毎日の最高、最低気温を7日間平均してそれぞれ1点とし、図示したものが図2である。子牛

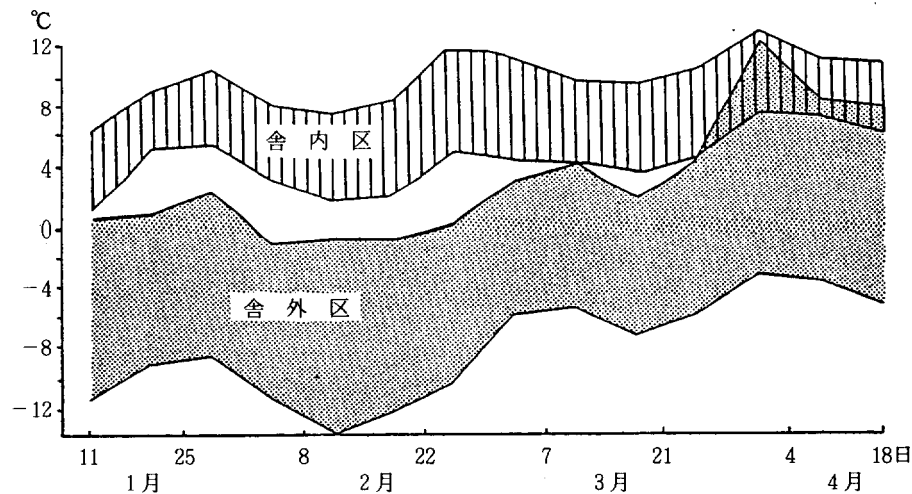


図2 試験期間中の気温

注: 最高, 最低とも7日間の平均温度を1点として図示した。

表7 体重及び日増体量

| 区 | 日 齢 (日) | 0 | 7 | 14 | 21 | 28 | 35 | 42 | 日増体量 |
|-----|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | | | | | | | | | kg/日 |
| 舎外区 | 平均体重 (kg) | 49.3 | 51.5 | 55.6 | 59.1 | 64.8 | 71.6 | 77.9 | 0.69 |
| | S.D. | 5.0 | 3.8 | 4.7 | 4.4 | 4.4 | 4.3 | 5.2 | |
| 舎内区 | 平均体重 (kg) | 42.5 | 46.0 | 47.9 | 52.4 | 55.4 | 59.8 | 65.9 | 0.54 |
| | S.D. | 1.7 | 1.6 | 0.7 | 1.6 | 0.7 | 1.8 | 3.3 | |

を収容しない舎外のカーフハッチ内気温は、外気温とほぼ等しい気温を示し、子牛を収容するとカーフハッチ内気温は外気温よりやや高くなった。晴天の日は気温の日較差が大きく、曇天、降雪の日は気温の変化が少なく、吹雪の日も比較的カーフハッチ内気温の変化は少なかった。3月下旬から気温が上昇し、この時期のカーフハッチ内最高気温は舎内気温より高く、保温ストール内気温に近い値を示した。試験期間中の保温ストール内気温は、舎内気温より5～10℃高く推移した。

2) 発育と飼料摂取量

供試子牛の出生時体重は、出生した順に両区に振り分けたため、舎外区が49.3kg、舎内区が42.5kg

表8 子牛体尺値の日齢に対する回帰係数

| 部 位 | | 舎 外 区 | 舎 内 区 |
|-----|-----|-------|-------|
| | | cm/日 | cm/日 |
| 体 高 | 十字部 | 0.20 | 0.21 |
| | 体 長 | 0.21 | 0.21 |
| 胸 幅 | 腰 角 | 0.30 | 0.24 |
| | 腕 幅 | 0.11 | -0.09 |
| 腕 幅 | 腕 幅 | 0.10 | 0.09 |
| | 腕 長 | 0.11 | 0.12 |
| 胸 深 | 胸 深 | 0.14 | 0.10 |
| | 胸 囲 | 0.38 | 0.35 |
| 胸 囲 | 胸 囲 | 0.02 | 0.01 |
| | 管 囲 | 0.07 | 0.09 |

であった。試験期間中の体重と日増体量の推移は表7に示すとおりである。日齢(X)に対する体各部位測定値(Y)の1次回帰係数は表8に示すとおりである。子牛の発育を判定する上で、主要な体格部位である体重、体高及び胸囲について、成長率(42日齢測定値/初測定値×100)で比較すると、舎外区では158、112、120、舎内区では155、112、119であり、両区に有意差はなかった。

飼料摂取量は表9に示すとおりである。生時から42日齢までの人工乳と乾草の平均摂取量は、舎外区では1頭当たり28kg、2.6kg、舎内区では16.5kg、2.6kgで、舎外区が舎内区に比べて人工乳を約1.7倍多く摂取した。摂取量を体重比で比較すると、舎外区が1.4倍多く摂取している。両区の飼料摂取量から、表10に示した養分量を用い、養分摂取量を算出し、日本飼養標準(農林水産技術会議事務局、1974)の雌牛育成に要する養分量と対比し

表10 給与飼料養分量 (原物中)

| 飼 料 | | DM | DCP | TDN |
|-------|--|------|------|-----|
| | | % | % | % |
| 初 乳 | | 15.6 | 7.7 | 20 |
| 代 用 乳 | | 90.0 | 23.0 | 90 |
| 人 工 乳 | | 89.0 | 16.0 | 75 |
| 乾 草 | | 87.0 | 6.4 | 62 |

表9 子牛の飼料摂取量

| 区 | 飼 料 | 摂 取 量 | | | | | | 総摂取量 |
|-----|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|------|
| | | 0-7日 | 8-14日 | 15-21日 | 22-28日 | 29-35日 | 36-42日 | |
| | | g/日・頭 | g/日・頭 | g/日・頭 | g/日・頭 | g/日・頭 | g/日・頭 | |
| 舎外区 | 代 用 乳 | 600 | 600 | 600 | 600 | 600 | 600 | 25.2 |
| | 人 工 乳 | 57 | 253 | 459 | 823 | 1025 | 1382 | 28.0 |
| | 乾 草 | | | 5 | 42 | 113 | 207 | 2.6 |
| 舎内区 | 代 用 乳 | 600 | 600 | 600 | 600 | 600 | 600 | 25.2 |
| | 人 工 乳 | 78 | 172 | 364 | 429 | 491 | 821 | 16.5 |
| | 乾 草 | | 3 | 40 | 77 | 95 | 157 | 2.6 |

表11 養分要求量に対する摂取比率

| 区 | 養分 | 0-7日 | 8-14日 | 15-21日 | 22-28日 | 29-35日 | 36-42日 | 0-42日 |
|----|-----|------|-------|--------|--------|--------|--------|-------|
| | | % | % | % | % | % | % | % |
| 舎外 | DCP | 118 | 105 | 120 | 148 | 160 | 151 | 134 |
| 舎外 | TDN | 90 | 74 | 83 | 99 | 102 | 94 | 91 |
| 舎内 | DCP | 201 | 147 | 124 | 126 | 126 | 129 | 122 |
| 舎内 | TDN | 124 | 91 | 95 | 90 | 90 | 83 | 90 |

表12 赤・白血球数,ヘマトクリット値,ヘモグロビン量

| 出生後 時間・ 日数 | 舎外区 4頭平均 | | | | 舎内区 4頭平均 | | | |
|------------------|-----------------------------|-----------------------------|---------|---------------|-----------------------------|-----------------------------|---------|---------------|
| | RBC 10 ⁴ /cmm | WBC 10 ² /cmm | Ht % | Hb g/100ml | RBC 10 ⁴ /cmm | WBC 10 ² /cmm | Ht % | Hb g/100ml |
| 0時間 | 819±86 | 99±32 | 40±4 | 11.8±2.2 | 894±64 | 93±9 | 47±4 | 12.7±1.3 |
| 3 | 781±56 | 114±25 | 38±2 | 10.9±2.1 | 848±78 | 118±25 | 45±6 | 12.8±1.0 |
| 6 | 746±89 | 97±14 | 37±5 | 10.6±2.0 | 833±138 | 112±22 | 43±4 | 12.1±1.7 |
| 12 | 702±61 | 87±19 | 34±3 | 10.3±2.0 | 790±79 | 104±22 | 43±3 | 11.8±1.6 |
| 24 | 731±110 | 82±19 | 33±5 | 9.8±1.9 | 809±102 | 96±24 | 40±4 | 12.2±1.3 |
| 48 | 707±121 | 79±15 | 31±4 | 10.0±2.1 | 899±48 | 84±15 | 44±5 | 12.1±1.2 |
| 7日 | 770±120 | 93±20 | 35±4 | 10.3±2.3 | 909±22 | 75±12 | 43±3 | 12.0±0.4 |
| 14 | 724±115 | 94±17 | 32±4 | 9.8±1.7 | 934±46 | 77±14 | 44±3 | 12.8±0.5 |
| 28 | 855±118 | 104±9 | 39±9 | 10.9±2.4 | 1057±49 | 97±27 | 46±4 | 12.4±0.8 |
| 42 | 1013±56 | 97±16 | 40±7 | 11.1±1.4 | 1073±52 | 85±13 | 41±3 | 12.0±1.2 |

注 RBC(赤血球数), WBC(白血球数), Ht(ヘマトクリット), Hb(ヘモグロビン)

て, その過不足を示すと表11のようになり, いずれもタンパク質では標準をかなり上回って摂取しているが, TDN摂取量は標準の約90%前後であった. 標準に対するTDN摂取比率では, 哺乳期前半の0~21日齢で舎外区が少なく, 22~42日齢では舎外区が多い数値を示した. 生時から42日齢までの1kg増体に要したTDN量は, 舎外区で1.77kg, 舎内区で1.69kgであった.

3) 血液成分

赤血球数, 白血球数, ヘマトクリット値, ヘモグロビン量の推移は, 表12に示すとおりである. 赤血球数は成牛の標準値と比較して出生時にかなり多く, 生後12時間まで時間の経過とともに減少した. 生後7~14日では増加に転じ, 出生時の赤血球数より多くなった. ヘマトクリット値, ヘモグロビン量も赤血球数とほぼ同様の变化を示したが, 生後28~42日でも出生直後の数値まで増加しなかった. 白血球数は, 出生時に成牛の標準値と比較して高い数値を示し, 生後3~12時間で更に高い数値となった. その後減少して8,000~11,000/cmmではほぼ一定の推移を示した.

3. 考 察

本試験における子牛は, 両区とも正常に発育し, 増体量の差は有意ではなかった. 自由採食させた人工乳と乾草の1頭当たり平均摂取量は, 舎外区で28.0kg, 2.6kg, 舎内区で16.5kg, 2.6kgで, 人工乳の摂取量は, 舎外区が舎内区の1.7倍であった. また, 人工乳の摂取量を体重当たりの摂取比率にしてみると, 0~20日齢で両区とも差はないが, 21日齢から舎外区が多くなり, 35~42日齢では舎外区は体重の1.85%, 舎内区は体重の1.34%の摂取比率であった. 0~42日間では, 舎外区が舎内区より体重比人工乳摂取量で1.4倍多く摂取していた. 0~42日間の日増体量も舎外区の方が大きいことから考えると, 本試験を実施した期間における寒冷条件下では, 適切な養分含量の飼料を不断給飼すれば, 子牛は寒冷条件下でのエネルギー消費のために, 必要とする量を超える飼料摂取量を示し, 寒冷条件が発育を促進させる効果をもつことを示した. 往々にして寒冷環境が発育を阻害するよういわれるのは, 極端な寒冷感作を除けば, 一般的に寒

冷そのものではなく、エネルギー消費量の増加に対応する適切な飼料の増給を行わない場合や、寒冷時における隙間風、敷料の湿潤、牛舎内の結露、空気の汚染など、管理の面に問題があるものと思われる。

血液成分については、出生時の赤血球、ヘマトクリット値、ヘモグロビン量などが、成牛の正常値の上限か、あるいは正常値の上限を超える高い数値を示していたが、出生後の時間経過に従って減少してゆく傾向が認められた。FURUGOURI(1981)は、出生後の子豚の赤血球数、ヘモグロビン量、ヘマトクリット値が初乳の吸飲を開始すると、いずれも急速に減少することを認め、これは循環血漿量の増加によるものであり、初乳成分が飲細胞現象(Pinocytosis)により、直接血中に吸収されて血液が希釈されるためと報告している。子牛についても子豚と同じ機序が、MIYATAら(1983)により報告されている。新生子牛が初乳を摂取すると血中へ水分を取り込み、血漿量が増加して相対的に赤血球数などが減少するものと考えられる。子牛の場合は豚と異なり、赤血球数やヘモグロビン量が出生時より減少したものの、生後48時間で赤血球数700～900万/cmm、ヘモグロビン量11.0g/100ml前後を示し、成牛の正常値の範囲内で、やや高い数値となっているため、子豚のような重度の貧血症状は起こさないものと考えられる。白血球数は、出生後3～

12時間で増加し、24～48時間では減少した。赤血球数などが出生直後に最も高い数値を示していたのに比べ、白血球数は出生後一時増加した後減少している。免疫の移行が胎内で行われず、初乳を摂取して初乳中の免疫グロブリンが吸収され初めて免疫抗体が獲得される子牛の場合、初乳が摂取されるまでの間、白血球数が増加し、免疫抗体が獲得されたのちに白血球数が減少するものと考えられる。この白血球数の出生直後の増減は、新生子牛の抗病性機構と何らかの関係があるのかも知れない。これら出生後の血液成分の経時的変化は、子牛の生理的变化によって特有の変動を示した。

III 寒冷条件下における子牛の発育に及ぼす 初期保温並びに哺育法の影響

1. 材料及び方法

カーフハッチによる子牛の育成法を検討するため、1982年(試験1)及び1982～83年(試験2)の冬期間において2回の試験を実施した。供試子牛並びに試験設計は表13に示した。両試験とも当場産ホルスタイン種新生子牛8頭を用い、生後直ちに舎外のカーフハッチに収容した区(無保温区)と、生後5日間保温した区(初期保温区)に4頭ずつ分けた。初期保温区は畜舎内にカーフハッチを置き、30℃にセットした電熱保温板の上に敷料を入れ、更に

表13 供試子牛

| 区分 | 処理 | 哺乳期間 | 子牛No. | 生年月日 | 性 | 生時体重 kg |
|-----|------|------|-------|-----------|---|------------|
| | | 日 | | 年 月 日 | | |
| 試験1 | 初保温区 | 28 | 57-1 | '82 1 11 | ♀ | 43 |
| | | 28 | 57-7 | '82 2 21 | ♂ | 44 |
| | | 42 | 57-3 | '82 1 22 | ♀ | 48 |
| | | 42 | 57-5 | '82 2 13 | ♀ | 54 |
| | 無保温区 | 28 | 57-2 | '82 1 20 | ♂ | 50 |
| | | 28 | 57-8 | '82 2 24 | ♂ | 51 |
| | | 42 | 57-4 | '82 1 29 | ♀ | 48 |
| | | 42 | 57-6 | '82 2 17 | ♀ | 54 |
| 試験2 | 初保温区 | 28 | 57-9 | '82 12 7 | ♂ | 51 |
| | | 28 | 58-1 | '83 1 2 | ♂ | 43 |
| | | 42 | 58-3 | '83 1 24 | ♂ | 44 |
| | | 42 | 58-4 | '83 2 3 | ♀ | 37 |
| | 無保温区 | 28 | 57-10 | '82 12 14 | ♀ | 33 |
| | | 28 | 58-2 | '83 1 13 | ♀ | 42 |
| | | 42 | 57-11 | '82 12 17 | ♂ | 42 |
| | | 42 | 57-12 | '82 12 24 | ♂ | 50 |

カーフハッチ内に赤外線ランプを入れて保温した。初期保温区の子牛も6日目からは舎外のカーフハッチに収容し、以後は無保温区と同様に70日齢まで飼育した。両区の子牛を更に2頭ずつ、28日齢離乳と42日齢離乳に分け、環境温度の変化と液状飼料の給与方法が、子牛の発育にどのような影響を及ぼすか、について試験を行った。子牛は出生後2時間以内に初乳を給与し、生後5日間は日量4.5 lの母乳を、朝、昼、夕の3回に分けて給与した。試験1では生後5日目から常乳を給与した。その給与方法は、28日齢離乳では、離乳を早めるため液状飼料の給与量を少なくして固型飼料の摂取をうながす、いわゆる早期離乳方式を採用し、液状飼料4 lを1日1回給与した。42日齢離乳では日量5 lを朝夕の2回に分けて給与した。人工乳は生後3日目から、乾草と水は21日目から自由摂取させ、飼料摂取量を毎日測定した。体重と体格測定は7日ごとに実施した。

試験2では試験1とほぼ同様の試験設計としたが、液状飼料は常乳に代替して発酵初乳を用い、また、血清の遊離脂肪酸(FFA)、コレステロール、トリグリセリドを測定するため、生後0時間、6時間、12時間、24時間、48時間、5日、6日、7日、14日、28日、49日、70日の計12回採血を行った。FFAはACS-ACOD法により、コレステロールとトリグリセリドは自動血液成分分析器(バイオダイナミックス-BMC, 米国・株式会社アム

コ、ケムテックシステム)により測定した。

2. 結 果

試験期間中の温度及び湿度は表14に示した。カーフハッチ内は外気温より0~5℃高かった。試験1の期間は、試験2の期間に比べてかなり低温となった。試験1の無保温区4頭と、初期保温区4頭が、出生後5日間にさらされた日平均気温は、-3℃、6℃で、約10℃の差があった。出生後7日間

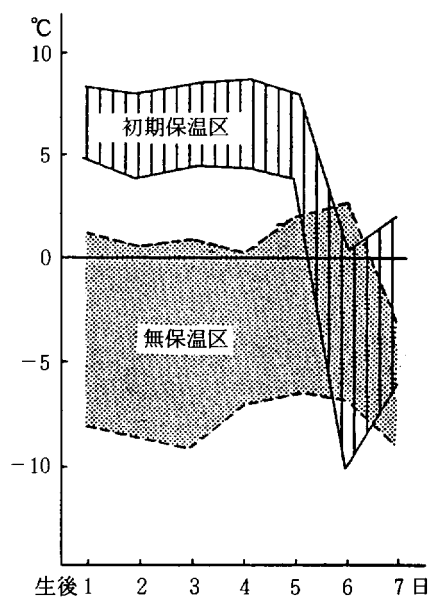


図3 生後7日間の環境温度

表14 カーフハッチ内外の温度及び湿度

| 区分 | 期 間 | 場 所 | 最高温度 ℃ | 最低温度 ℃ | 最高湿度 % | 最低湿度 % |
|-------------|----------------------------|------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 試 験 1 | 哺乳期間 | ハッチ内 | -5~5 | -20~-1 | | |
| | ('82年 1月11日~3月24日) | 屋 外 | -8~3 | -20~-3 | | |
| | | ハッチ内 | -5~20 | -20~10 | | |
| | 全試験期間 | 屋 外 | -8~18 | -20~10 | | |
| 試 験 2 | 哺乳期間 | ハッチ内 | -1~10 | -16~-7 | 75~95 | 30~50 |
| | ('82年 '83年 12月7日~3月16日) | 屋 外 | -5~4 | -17~-7 | 73~89 | 47~70 |
| | | ハッチ内 | -1~15 | -16~4 | 75~95 | 30~50 |
| | 全試験期間 | 屋 外 | -6~13 | -17~1 | 73~89 | 41~72 |

に両区の子牛がさらされた気温を図3に示した。

試験1における子牛の体重の推移を図4に、試験2における子牛の体重の推移を図5に示した。各区の人工乳摂取量を表15に示した。試験1では、初期保温区、無保温区の28日齢離乳子牛は、人工乳摂取量が少なく発育も不良であった。特に初期保温区28日齢離乳子牛は、2頭とも離乳後10日前後で体温が36℃台を示し、日常の行動も不活発となり、カーフハッチ内で横臥している時間が多く、離乳後14～20日後に起立不能となった。この2頭はその後畜舎内に収容し、哺乳と栄養剤の補給を行い、起立不能となってから30～40日後に起立できるよう

になり、その後他の子牛と同様に育成された。42日齢離乳子牛は、初期保温区、無保温区とも、離乳後の人工乳摂取量が急速に増加し良好な発育を示した。試験2では初期保温区、無保温区とも離乳後急速な人工乳摂取量の増加を示し、発育も良好であったが、初期保温区の42日齢離乳子牛は、試験2の中では人工乳摂取量が最も少なく、発育も劣る成績を示した。

血清中の脂質濃度は表16に示した。FFAはいずれの区でも出生後6時間で高く、保温区ではその後減少を示したが、無保温区では2日～6日まで高い値を示した。コレステロールは出生直後は低い値で

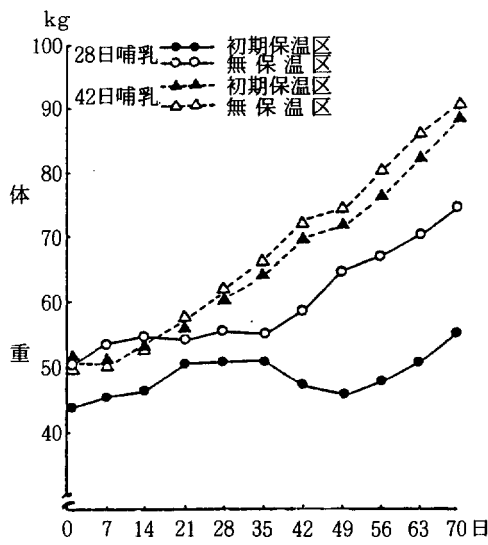


図4 体重の推移(試験1)

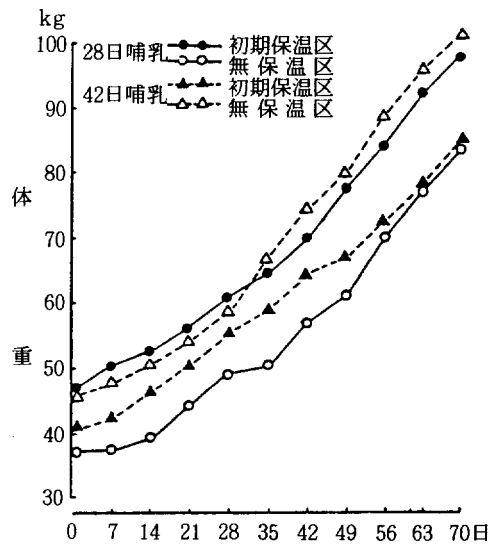


図5 体重の推移(試験2)

表15 人工乳摂取量

| 試験 | 区別 | 哺乳期間 | 日 齢 | | | | | | | | | | 総摂取量 |
|-----|-------|------|-------|-----|-----|-----|------|------|------|------|------|------|--------|
| | | | 0~7 | 14 | ~21 | ~28 | ~35 | ~42 | ~49 | ~56 | ~63 | ~70 | |
| | | | g/日・頭 | | | | | | | | | | |
| 試験1 | 初期保温区 | 28 | 17 | 102 | 316 | 307 | 475 | 448 | 274 | 517 | 652 | 1000 | 28,756 |
| | | 42 | 13 | 138 | 265 | 440 | 549 | 674 | 1189 | 1759 | 2069 | 2061 | 64,099 |
| | 無保温区 | 28 | 39 | 165 | 229 | 296 | 586 | 1054 | 1391 | 1697 | 1824 | 1743 | 63,168 |
| | | 42 | 17 | 198 | 353 | 386 | 444 | 865 | 1412 | 1879 | 2167 | 2171 | 69,244 |
| 試験2 | 初期保温区 | 28 | 50 | 215 | 377 | 600 | 1071 | 1471 | 1888 | 2261 | 2414 | 2364 | 89,000 |
| | | 42 | 23 | 207 | 407 | 538 | 680 | 812 | 1180 | 1801 | 1737 | 2081 | 66,297 |
| | 無保温区 | 28 | 28 | 225 | 318 | 550 | 802 | 1300 | 1678 | 2041 | 2378 | 2445 | 82,386 |
| | | 42 | 27 | 172 | 276 | 527 | 692 | 1065 | 1535 | 1950 | 2185 | 2332 | 75,355 |

表16 子牛出生後の血清中脂質濃度

| 出生後 日・時 | FFA(μ Eq/l) | | | | コレステロール(mg/100ml) | | | | トリグリセライド(mg/100ml) | | | |
|------------|------------------|---------------|---------------|---------------|-------------------|--------------|--------------|--------------|--------------------|--------------|-------------|-------------|
| | 保温区 | | 無保温区 | | 保温区 | | 無保温区 | | 保温区 | | 無保温区 | |
| | 28日 | 42日 | 28日 | 42日 | 28日 | 42日 | 28日 | 42日 | 28日 | 42日 | 28日 | 42日 |
| 0時間 | 198 \pm 112 | 193 \pm 87 | 201 \pm 82 | 466 \pm 184 | 40 \pm 5 | 42 \pm 7 | 56 \pm 4 | 52 \pm 5 | 37 \pm 11 | 37 \pm 14 | 34 \pm 10 | 35 \pm 15 |
| 6 | 551 \pm 161 | 486 \pm 132 | 601 \pm 248 | 578 \pm 234 | 42 \pm 7 | 48 \pm 0 | 56 \pm 11 | 58 \pm 8 | 59 \pm 14 | 65 \pm 3 | 77 \pm 2 | 74 \pm 11 |
| 12 | 289 \pm 156 | 260 \pm 120 | 444 \pm 120 | 563 \pm 296 | 45 \pm 10 | 34 \pm 6 | 48 \pm 4 | 51 \pm 4 | 59 \pm 5 | 60 \pm 9 | 81 \pm 38 | 76 \pm 13 |
| 24 | 188 \pm 69 | 240 \pm 126 | 203 \pm 88 | 330 \pm 110 | 43 \pm 9 | 44 \pm 0 | 48 \pm 7 | 49 \pm 5 | 76 \pm 30 | 74 \pm 13 | 97 \pm 5 | 76 \pm 6 |
| 48 | 121 \pm 23 | 273 \pm 183 | 539 \pm 186 | 279 \pm 8 | 56 \pm 18 | 55 \pm 6 | 59 \pm 3 | 62 \pm 7 | 99 \pm 5 | 98 \pm 36 | 83 \pm 8 | 80 \pm 1 |
| 5日 | 234 \pm 24 | 258 \pm 93 | 264 \pm 16 | 375 \pm 0 | 85 \pm 13 | 80 \pm 5 | 77 \pm 7 | 85 \pm 12 | 90 \pm 12 | 100 \pm 28 | 82 \pm 17 | 64 \pm 0 |
| 6 | 240 \pm 9 | 229 \pm 23 | 273 \pm 54 | 514 \pm 98 | 85 \pm 10 | 76 \pm 5 | 72 \pm 18 | 89 \pm 21 | 84 \pm 11 | 55 \pm 15 | 68 \pm 14 | 57 \pm 6 |
| 7 | 375 \pm 11 | 301 \pm 75 | 271 \pm 52 | 248 \pm 0 | 98 \pm 3 | 84 \pm 7 | 88 \pm 13 | 101 \pm 21 | 67 \pm 16 | 58 \pm 12 | 82 \pm 17 | 57 \pm 0 |
| 14 | 344 \pm 38 | 249 \pm 99 | 314 \pm 148 | 205 \pm 86 | 129 \pm 3 | 94 \pm 4 | 120 \pm 12 | 127 \pm 11 | 48 \pm 6 | 39 \pm 5 | 53 \pm 6 | 57 \pm 7 |
| 28 | 244 \pm 24 | 199 \pm 73 | 272 \pm 68 | 306 \pm 67 | 138 \pm 49 | 108 \pm 16 | 98 \pm 34 | 90 \pm 33 | 41 \pm 5 | 39 \pm 19 | 31 \pm 11 | 43 \pm 8 |
| 49 | 190 \pm 11 | 206 \pm 63 | 156 \pm 83 | 175 \pm 32 | 94 \pm 7 | 62 \pm 6 | 42 \pm 4 | 66 \pm 24 | 61 \pm 8 | 40 \pm 11 | 30 \pm 4 | 49 \pm 2 |
| 70 | 143 \pm 24 | 122 \pm 27 | 74 \pm 26 | 168 \pm 42 | 87 \pm 14 | 42 \pm 1 | 27 \pm 3 | 32 \pm 7 | 70 \pm 9 | 48 \pm 11 | 44 \pm 4 | 56 \pm 1 |

あったが、徐々に増加して14日前後まで上昇し、その後減少する傾向を示した。トリグリセライドは出生直後に低い値を示し、コレステロールより早く増加し始め、約48時間まで上昇傾向を示し、その後徐々に減少してゆくパターンを示した。

3. 考 察

伊藤(1980)は、動物の新生期の飼育条件が、その後の寒さに対する反応に大きな影響をもつことを認めている。本報では、試験1の28日齢離乳のうち、初期保温区では2頭とも離乳後約10日位から低体温となり、離乳後14～20日で起立不能となった。無保温区では発育は不良ではあったが、体温が低下するまでには至らなかった。このことから、カーフハッチ飼育の場合の、新生子牛の寒冷暴露は出生後早い方がよいと思われる。しかし、寒冷環境下での哺育期から離乳期にかけての子牛の発育に、影響を及ぼしている飼育環境は、寒冷暴露の時期よりも、養分要求量に対する養分摂取が十分に行われているかどうか最も大きい問題であろうと思われる。

牛は寒冷ストレスに際し、代謝の高進に伴って摂食量が増えることはよく知られている。しかし、28日齢前後の子牛では反芻機能が発達途上にあり、まだ主要なエネルギー源を液状飼料に求めている。至適環境下では、液状飼料制限による養分摂取量の不足を、固型飼料の摂取量を増加させることによっ

て代替することが可能であるが、極端な寒冷環境下では、産熱によるエネルギーの消費が大きく、固型飼料の摂取量もそれほど増えないことから、エネルギー収支がマイナスとなり、体温の低下や飼料摂取量が減退するという悪循環をまねくことが考えられる。APPLEMANら(1971)は、気温 -21°C ～ -7°C の気象条件で、哺乳中の子牛の人工乳摂取量が少なく、離乳後子牛の健康が悪化し、早いものでは離乳後8日目に死亡したと報告している。本報での試験1の子牛のなかにも、同様の症状を示した子牛がおり、試験期間中の最低気温が -20°C であったことなどから、APPLEMANらの試験とほぼ同じ程度の寒冷環境であったと思われる。このような気象条件下では、21日～28日齢での離乳は困難で、人工乳を不断給飼して、1日当たりの人工乳摂取量が $0.8\sim 1.0\text{kg}$ に到達するまで、哺乳を続けることが必要であると思われる。このような気象条件下での離乳日齢は、42日～49日齢が適当であろうと思われる。試験2では全子牛が順調な発育を示した。試験期間中の最低気温は $-16\sim -17^{\circ}\text{C}$ であったことから、このような気象条件では、28日齢で人工乳摂取量が $0.5\sim 0.6\text{kg}$ に到達すれば、離乳が可能であり発育停滞は起こさないものと考えられる。子牛の耐寒性に影響を与える気象条件は、最低気温だけではないが、カーフハッチ飼育の場合子牛の行動によって、雨、風、日照などの気象条件の影響を比較的緩和することができる、という干場ら(1980)、曾根

ら(1985)の報告から、気象条件の中では、気温の影響が最も大きいであろうと推察した。

以上のように、厳寒期におけるカーフハッチ飼育の場合、子牛に対する寒冷暴露は出生直後の早い方が望ましい。しかし、それよりも、哺乳期間と養分摂取量が重要であり、これが十分であれば寒冷環境下での飼育に十分耐えられるものと思われる。

要 約

I 子牛の新生期における体温・心拍数・呼吸数に及ぼす飼育環境の影響

冬期及び夏期に、ホルスタイン種子牛を舎外カーフハッチと、舎内カーフストールで出生直後から各区4頭飼育し、生後120時間までの体温、心拍数、呼吸数を対比して検討した。環境温湿度は、冬期舎内区5~10℃、80~90%、舎外区-16~2℃、45~80%、夏期舎内区17~28℃、50~84%、舎外区16~33℃、44~96%であった。

出生直後の子牛の体温は、冬期に生まれた子牛が夏期より平均0.5℃低かった。体温の日内変動は、24時間以降1.05℃以内におさまり、出生直後の一時的な変動を除けば、新生期においても体温調節機構がかなり発達していると推察された。生後24時間以降の体温は、冬期舎外カーフハッチ区が他区より0.6~0.7℃高かった。

子牛の心拍数・呼吸数については、環境の差異により違いは認められなかった。

II 子牛の発育に及ぼす寒冷環境の影響

冬期間に生まれたホルスタイン種子牛を出生直後より、舎外に設置したカーフハッチ(舎外区)と舎内の保温ストール(舎内区)で6週間飼育し、両区の発育、飼料摂取量及び血液性状を比較検討した。試験期間中の温湿度は、舎外区-19.2~12.6℃、45~80%、舎内区-1.0~16.0℃、80~90%であった。

TDN摂取量は舎外区が舎内区の約1.2倍、日増体量も舎外区0.68kg、舎内区0.56kgであり、本試験の条件下では、飼料給与が十分であればホルスタイン種子牛について、寒冷による初期発育の障害は認められなかった。

血液成分への寒冷の影響は認められなかった。

III 寒冷条件下における子牛の発育に及ぼす初期保温並びに哺育法の影響

冬期2回(試験1、試験2)それぞれ8頭のホルスタイン種新生子牛を、初期保温区と無保温区、28日齢離乳と42日齢離乳に分けて、カーフハッチで飼養し発育を検討した。

最低気温が-20℃まで下がった試験1では、28日齢離乳で初期保温区、無保温区とも発育が不良であった。特に初期保温区では2頭とも低体温を示し、離乳後2週目に起立不能となった。一方42日齢離乳では、両区とも正常な発育を示し、栄養供給の重要性が示唆された。試験2(最低気温-16~17℃)では全区とも正常な発育を示し、区間の差は認められなかった。

謝 辞

試験の計画にあたり有益な御助言をいただいた、元当場畜産部長大森昭一郎博士(前中国農試験場長)、本報告の取りまとめに当たり、御指導をいただいた前当場畜産部長針生程吉博士(現畜産試験場栄養部長)、前当場家畜第2研究室長故古郡浩博士(東京農工大学教授)、本報告の校閲をいただいた宍戸弘明畜産部長に厚く御礼申し上げる。また、分娩時の処置、及び新生子牛の哺育について御協力をいただいた当場業務第2科技術主任那須徳治技官に感謝する。

引用文献

- 1) ALEXANDER, G., J. W. BENNET and R. T. GEMMEL (1975): Brown adipose tissue in the newborn calf. *J. Physiol.*, **244**, 223-234.
- 2) APPLEMAN, R. D and E. G. OWEN (1971): Relationship of the environment, including nutrition, to calf health: A Review. *Transaction ASAE.*, **14**, 1083-1091.
- 3) BLAXTER, K. L. (1962): The energy metabolism of ruminants. Hutchinson Sci & Tech. London.
- 4) FURUGOURI, K. (1981): Iron absorption and its application to piglet anemia. *Pig News Inform.*, **2**.
- 5) 干場信司, 佐藤義和, 堂腰 純, 曾根章夫, 岡本全弘(1980): カーフハッチ(哺育箱)による子牛の育成管理. 1 カーフハッチの環境. 家畜の管理, **16**(1): 23-25.
- 6) 伊藤真次(1980): 適応のしくみ. 北海道大学図書刊行会. 札幌.

- 7) MIYATA, Y. K. FURUGOURI, K. SHIJIMAYA (1983):
Developmental changes in serum ferritin concentration of dairy calves. *J. Dairy Sci.*, **67**, 1256 - 1263.
- 8) 農林水産技術会議事務局(1978): 日本飼養標準・乳牛.
- 9) 佐々木康之, 竹下 潔(1971): 新生子牛の血中グルコース濃度におよぼすフルクトース 静脈内投与の影響. 日畜会報, **42**, 421 - 425.
- 10) 佐藤 博, 花坂昭吾, 今村照久(1980): 子牛の生後2時間以内の血漿遊離脂肪酸, グルコースフラクトース, 乳酸濃度の変化. 日畜会報, **51**, 766 - 771.
- 11) 曾根章夫, 岡本全弘, 干場信司, 八田忠雄, 森清一(1985): カーフハッチによる乳用子牛の育成技術に関する研究. 日畜北海道支部会報, **51**, 766 - 771.
- 12) 竹下 潔, 佐々木康之(1969): 新生ウシの動脈血フラクトースおよびグルコースの濃度変化. 日畜会報, **40**, 255 - 258.
- 13) 津田恒之(1978): 寒冷と家畜. 畜産大事典, 716. 養賢堂.
- 14) 上山英一(1979): 乳養期子牛のは乳後における血中成分の経時的変化 1 初生子牛の初乳および常乳給与後の変化. 北海道大学付属牧場研報, **9**, 14 - 22.
- 15) 梅津元昌(1972): 家畜の生理学, 34 - 57.
- 16) VERSTGEN M.W.A (1978): Energy requirements in relation to climatic and housing conditions. *Proceeding zodiac symposium adaptation. Wageningen.*
- 17) 渡辺昭三, 秋田富士, 武石昌敬, 常包 正(1978): 胎生発育および出生後の成長にともなう牛の血清 LDH アイソザイムの変遷について(英文). 日本獣医学雑誌, **40**(2), 93 - 95.
- 18) YOUNG, B. A (1981): Cold stress as it affects animal production. *J. Anim. Sci.*, **52**, 154 - 163.

[Res. Bull. Hokkaido Natl Agric.
Exp. Stn, 149, 1-15 (1988)]

Effects of Cold Environment on Growth and Physiological Responses of Holstein Calves reared in Calf Hatch

Toshihiro SUGIHARA, Yoshiyuki KINOSHITA and Hisato TAKEDA

summary

I . Effects of environment temperature on the rectal temperature, and heart and respiration rate of new-born calves.

Both summer and winter tests were conducted. Eight Holstein new-born calves were used in each experiment. Four were reared in calf stahls in a barn and four were reared in outdoor calf hatches for five days after birth.

In the winter test, the environmental temperature and humidity were 5~10°C and 80~90% in the barn stahls and -16~2°C and 45~80% in the outdoor calf hatches. In the summer test, they were 17~28°C and 50~84% in the barn stahls and 16~33°C and 44~96% in the outdoor calf hatches.

The rectal temperatures of the calves born in summer averaged 0.5°C higher than those of the calves born in winter. The diurnal variations of rectal temperature were within 1.05°C in all groups after twenty hours, although variation was considerably larger before this age. The rectal temperatures of calves born in winter and reared in outdoor calf hatches were 0.6~0.7°C higher than those of other groups.

No differences in heart rate and respiration rate have been found between winter- and summer-born calves and between those reared in outdoor calf hatches and barn stahls.

II . Effects of cold environment on the growth of calves.

Eight calves born in winter were divided in two

groups, four were reared in outdoor calf hatches and the other four in warm barn stahls from birth to 6-week-old.

The maximum and minimum daily environmental temperatures in the test period averaged 3.5°C and -7.8°C in outdoor calf hatches 10.6°C and 4.9°C in barn stahls.

The amount of TDN intake of calves reared in outdoor calf hatches was 1.2 times that of calves reared in barn stahls. There was no significant difference in daily gain between the two groups.

There were no differences in blood characteristics between rearing in outdoor calf hatches and in barn stahl.

III . Effects of cold or warming during new-born period and the weaning age on the growth of calves in cold environment.

In 1982 and 1983, eight Holstein calves born in winter were divided in two groups; weaning either at 4 or 6-week-old. Each group of calves was divided in two treatments; warming new-born period and no warming. Calves with warm new-born period were kept in indoor warmed calf hatches for five days after birth and then reared in outdoor calf hatches. Calves receiving no warming were reared in outdoor calf hatches soon after birth. All groups were reared until ten-week-old.

Daily maximum and minimum temperatures during test period were -8~20°C and -20~10°C. The minimum temperature of exp.1 reached -20°C, while that of exp.2 was -17°C. The temperature of warmed indoor calf hatches was

about 10°C higher than that of outdoor ones.

In exp.1, which was done under colder environments than exp.2, the growth of calves weaned at 4-week-old was poor in both treatments. In particular, calves warmed during new-born period were the worst. They had lower body temperature

after a week of weaning and decreased appetite. Calves weaned at six-week-old grew normally.

In exp.2 both groups of calves grew normally, and no differences in measured items have been found between the weaning ages or between warming treatments.
