

フリーストールと母牛分離方式に  
基づく和牛繁殖雌牛および子牛の  
省力的飼養管理システムの開発

桑 田 幸 人

# 目 次

緒 言 .....	1
第1章 黒毛和種雌牛の飼養管理におけるフリーストール牛舎の規格および牛の馴致 .....	2
第1節 実験材料および方法 .....	2
第2節 実 験 成 績 .....	2
第3節 考 察 .....	8
第4節 小 括 .....	8
第2章 フリーストール方式における黒毛和種雌牛の飼養管理の有用性 .....	10
第1節 実験材料および方法 .....	10
第2節 実 験 成 績 .....	12
第3節 考 察 .....	14
第4節 小 括 .....	15
第3章 フリーストール方式における哺乳柵を利用した母子分離による子牛の哺育・育成技術の確立 .....	16
第1節 実験材料および方法 .....	16
第2節 実 験 成 績 .....	18
第3節 考 察 .....	27
第4節 小 括 .....	28
第4章 フリーストール方式における繁殖雌牛の産歴が子牛の発育および母牛の繁殖性に及ぼす影響 .....	29
第1節 実験材料および方法 .....	29
第2節 実 験 成 績 .....	30
第3節 考 察 .....	37
第4節 小 括 .....	38
第5章 総 括 .....	39
第6章 結 論 .....	42
謝 辞 .....	44
引 用 文 献 .....	45
英 文 抄 録 .....	47

## 緒 言

和牛繁殖農家の経営は牛肉の輸入自由化等の影響を受け子牛の価格が下落したため非常に逼迫し、その後低迷を続け、肉用牛の生産構造の弱体化が進行している状況にある。そのため、遺伝的に優れた市場価値の高い牛を改良増殖していくと同時に、生産コストの低減、労働力削減を目的とした飼養管理技術の開発が急がれている。

とりわけ、黒毛和種の生産は役用牛時代の有畜農業を主目的とした生産方式から脱却することなく、1～2頭規模のいわゆる小規模の繁殖農家が大半を占め、その飼養管理技術のうち、特に生産費の低減対策に関する技術改善の立ち遅れが乳牛の飼養管理技術と比較しても歴然としている。

鳥取県をはじめとした中国地域は旧来から黒毛和種の生産基地として優良黒毛和種を供給してきたが、今後とも地域資源としての生産を核とした中山間地農業の活性化が期待されているところである。

しかしながら、和牛肉の国際競争力を強化するためには、牛肉の生産費の約60%をしめる肥育素牛の価格の高騰が問題となっている。それ故、供給している繁殖農家における子牛生産費のうち、労働費が54%に達している事実を考えると、この労働費を大幅に低減できる生産システムの速やかな構築が極めて重要な課題となる。

現在の繁殖農家における繁殖雌牛の飼育形態は、単房牛舎での個体管理を重視した飼養管理が主体となっており、子牛の哺育・育成も同一の単房牛舎で管理されているのが現状である。このため、必要以上の管理労働力を要し、生産費をたかくしている原因となっている。このような背景を踏まえて、繁殖雌牛の新たな子牛生産の方法を解決し、追求することが望まれている。

そこで、本研究は第1に和牛繁殖雌牛の群管理における合理的飼養管理方法を追究するため、和牛繁殖雌牛の飼養管理のためのフリーストール方式について基礎的検討を行った。第2に子牛の適切な哺育方法を明らかにするため、哺乳柵を利用した母子分離による哺育・育成および早期離乳についての追究した。第3に繁殖雌牛の産歴別による哺乳が子牛への影響および母牛の繁殖性に及ぼす影響について究明した。このように本研究は子牛生産を合理化する新たな繁殖雌牛の飼養管理および子牛の哺育・育成のシステム化を構築するための基礎的データを得ることを目的とした。

## 第1章 黒毛和種雌牛の飼養管理におけるフリーストール牛舎の規格 および牛の馴致

本章ではストールの仕切柵を可動式とし、ストール間の幅を牛の発育に応じてストール幅を自由に変え、牛床に牛が入り易くし、正確に牛床内に横臥できる規格を設定する試験を行った。また、同牛舎における牛の馴致方法についても併せて検討した。

### 第1節 実験材料および方法

#### 1. フリーストール牛舎におけるストールの規格

牛の発育に応じてストール幅を自由に変え、牛が牛床に入り易く、かつ、正確に横臥できる規格を設定するため1) 牛の体格（体重）とネックレールの位置、2) 牛の体格（体重）と牛床の長さ、3) 牛の体格（体重）とストール幅、4) 牛の体格（体重）とストール幅・牛床の長さの関係について検討した。

供試雌牛は、各区とも同様の発育状態の15頭で、牛床内に横臥するよう馴致した雌牛を供試した。

試験の方法は、牛の発育に応じてネックレールの位置、ストール幅、牛床の長さを変え、それぞれの規格に対して牛群が慣れる14日目の横臥状況を検討した。

#### 2. フリーストール牛舎における牛の馴致方法

雌牛はフリーストール牛舎に入舎させ、そのまま放置すると、大半は牛床に横臥する。その結果、牛は糞尿で汚染され不衛生となる。そこで、牛を牛床に横臥させるための馴致について検討した。

供試雌牛は放水区15頭、無放水区15頭で1～8週間の各週単位で雌牛のストール内入舎状況を比較検討した。

馴致の方法として、次の1)～4)を実施した。

##### 1) 通路への放水

馴致開始日から1日3回（1回の放水時間は約20分間）、1週間連続して牛の通路に放水した。特に牛床付近に敷料のオガクズが落ちるため、その付近へ重点的に放水した。

##### 2) 強制起立

通路に横臥している牛は飼養管理者が気付き次第、牛舎内に入ってすべて起立させた。強制起立は開始日から1週間実施し、牛には通路で寝れば起こされることを学習させた。

##### 3) 除糞作業

牛通路へ放水し、3週間は除糞作業を実施しなかった。3週間除糞しないと牛床の高さ（20cm）まで糞が溜まり悪臭を放つが、牛が通路に横臥するのを嫌がるようになるまで除糞を実施しなかった。

##### 4) 牛床への敷料追加

通路に糞を溜め人為的に悪条件を作ったのとは逆に、牛床には十分な敷料を常に保ち、牛が横臥するのに最良の環境とした。

### 第2節 実験成績

#### 1. 牛の体格とストールの規格の関係について

乳牛飼育に普及している従来型のフリーストール牛舎のストールは、固定式であり、牛の体格とストールの規格が合わない場合が多い。また、これらに関する報告は、小泉ら [11]、中島ら [15] が報告している。

すなわち、乳牛でのストールの規格は搾乳牛の体格に合わせてあり、ストールの幅が120cmに固定されているため、体格の小さい和牛には幅が広すぎ（写真-1）、ストール内で牛が回転し、頭部を通路側に向けるといった行動をとり、牛が正しく横臥しない現象が見られた。また、牛床に排糞（写真-2）、排尿をしたり、ストール内に横臥せずストール外に横臥するようになる。そこで、ストールの仕切柵を可動式としてストール間の幅を牛の発育に応じて自由に変え、牛が牛床に入り易く、また、正確に牛床内に横臥できる規格を検討するため、1) 牛の体格（体重）とネッ

クレールの位置、2) 牛の体格（体重）と牛床の長さ、3) 牛の体格（体重）とストールの幅、4) 牛の体格（体重）とストール幅・牛床の長さの関係について検討した結果は、

1) 牛の体格（体重）とネックレールの位置

ストール内において牛が横臥・休息、起立をする際、適切な長さに牛床の長さを調整するには、ネックレールの位置を図-1に示すとおり設置し、可動式とすることで、はじめて牛体の発育に応じた最適な位置を検討することができる。そのためには、ストール内で牛の横臥・休息時、起立時の動態を把握する必要がある。牛の横臥・休息時、起立時の動態は図-2に示すとおりであった。

牛が横臥・休息する時は地面に鼻をつけ、臭いを嗅ぐようなしぐさで座る場所を求め、まず、前肢の一方をやや浮かせて背を曲げ両前肢を曲げて膝をつき、次いで、膝を深く折り前軀をその上に下しながら後軀を地面に下す。

牛が立ちあがる時は前肢を折って揃え、体の重心を前方へ移しながら後肢を立ちあげ、前肢は膝立ちになり最後に前肢も立ちあがる。稀に体重をやや後に移して前肢を立ちあげ、次いで、体重を前に移しながら後肢も立ちあげる起き方をする牛もあった。

従って、ネックレールの壁からの位置については、体重250～300kg・体高100～120cmの牛では壁から30cmが最適であった。次いで、体重300～400kg・体高112～120cmの牛ではネックレールの位置は壁から30cmであった。また、体重400～500kg・体高120～127cmの牛ではネックレールの位置は壁から20cmであった。

体重500kg以上・体高127cm以上の牛でもネックレールの位置は体重400～500kg・体高120～127cmの牛と同様、壁から20cmが最適であった。

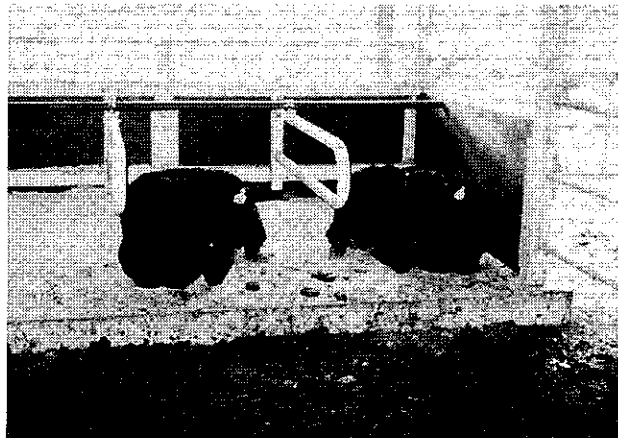
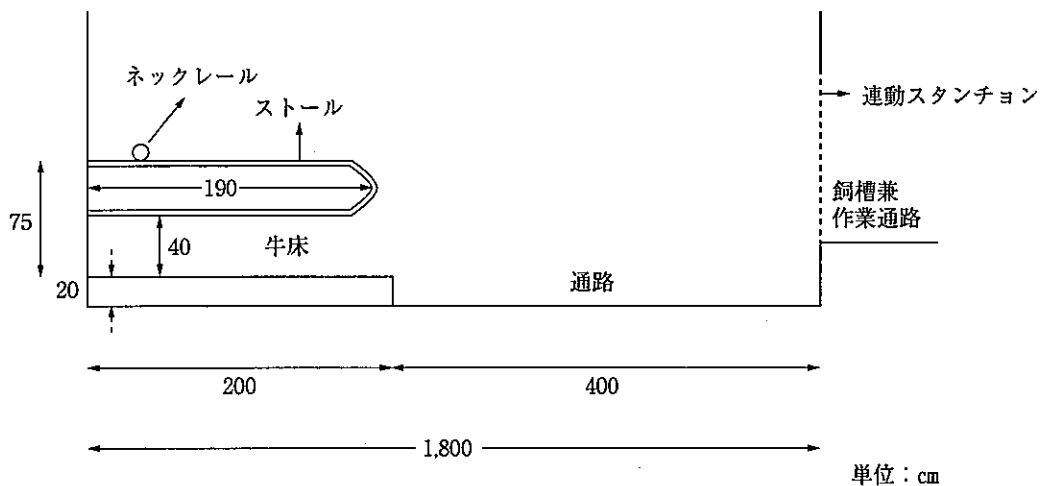


写真-1 牛床内で反対向き（回転後通路側）雌牛の横臥状態



単位：cm

図-1 ネックレールの位置

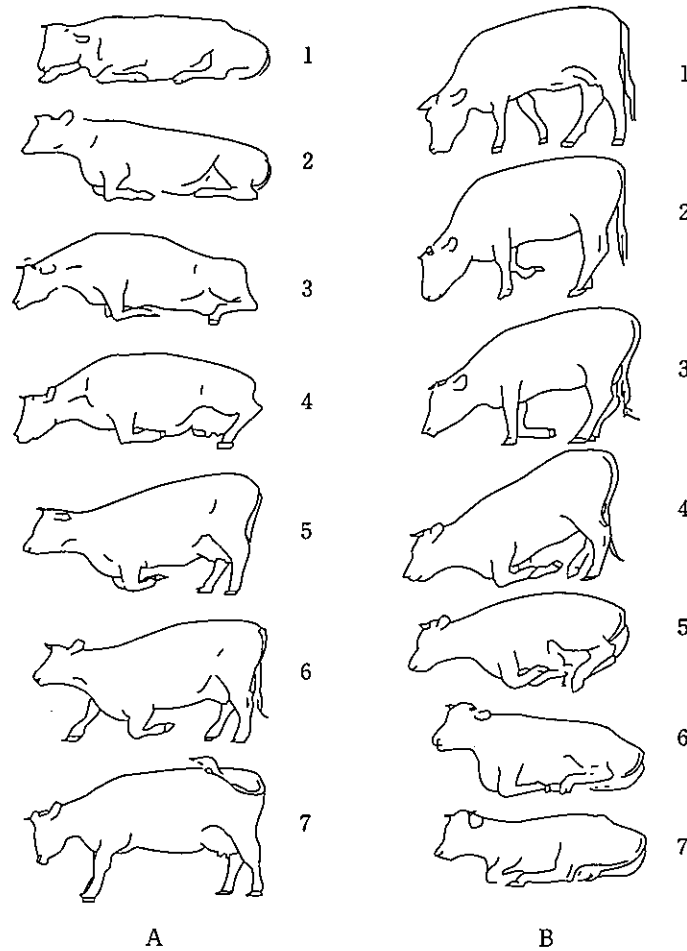


図-2 牛の起立・横臥時の動態 (A:起立 B:横臥・休息)

2) 牛の体格(体重)と牛床の長さ

牛の体格(体重)と適切な牛床の長さを検討した結果を表-1に示してある。

雌和牛がストール内に入って、横臥している状態で、通路側へ尻部を向け牛床へは排糞、排尿せず、通路へ正しく排糞、排尿できる位置に横臥している状態を「正常」と表現することにした。次いで、牛が牛床内に入っているが、牛床内に排糞、排尿を行う位置に横臥している状態を「牛床内」と表現した。また、ストールの幅に関係なく通路内に横臥している状態を「通路」と表現した。

250~300kg群の雌和牛は牛床の長さ160cmでは「正常」状態が5/15頭「牛床内」状態は0/15頭、「通路」状態

表-1 牛の体格(体重)と牛床の長さの関係

牛の 状態	160cm			170			180			190			200		
	正 常	牛 床 内	通 路	正 常	牛 床 内	通 路	正 常	牛 床 内	通 路	正 常	牛 床 内	通 路	正 常	牛 床 内	通 路
体 重	頭														
kg															
250~300	5	0	10	14	1	0	6	5	4	3	8	4	1	12	2
301~400	4	0	11	13	1	1	9	4	2	5	7	3	3	10	2
401~500	1	0	14	5	0	10	14	0	1	10	3	2	3	11	2
500~600	0	0	15	3	0	12	13	0	2	11	3	1	4	5	6

※正 常：ストール間に頭部から入り、通路へ排糞・排尿できる位置に横臥する

牛床内：ストール間に頭部から入り、牛床奥へ入り、牛床内へ排糞・排尿できる位置に横臥する

通 路：ストール間に入らないで通路に横臥する

n = 15、枠内の数字は頭数

は10/15頭であった。牛床の長さ170cmでは、「正常」は14/15頭、「牛床内」1/15頭「通路」0/15頭と1頭を除いて「正常」に横臥した。牛床の長さ180cmでは、「正常」は6/15頭と頭数は減り、反面、「牛床内」頭数は5/15頭、「通路」頭数は4/15頭と増えた。牛床の長さ190cmでは、「正常」が3/15頭とさらに減り、反面、「牛床内」は8/15頭、「通路」は4/15頭と牛床の長さ180cmよりも増加し、また、牛床の長さ200cmでは、「正常」は1/15頭とさらに減り、反面、「牛床内」12/15頭、「通路」2/15頭とさらに増加した。

一方、301~400kg群では、牛床の長さ160cmでは、「正常」は4/15頭、「牛床内」0/15頭、「通路」は10/15頭と「正常」は少なかった。牛床の長さ170cmでは、「正常」は13/15頭、「牛床内」1/15頭、「通路」0/15頭と「正常」に横臥している牛が多かった。牛床の長さ180cmでは、「正常」9/15頭、「牛床内」4/15頭、「通路」は2/15頭と牛床の長さ170cmの頭数より「正常」が減り、反面、「牛床内」、「通路」の頭数が多くなった。牛床の長さ190cmでは、「正常」は5/15頭、「牛床内」7/15頭、「通路」3/15頭と「正常」が減り、「牛床内」、「通路」の頭数が増えた。

401~500kg群においては、牛床の長さ160cmでは、「正常」は1/15頭、「牛床内」0/15頭、「通路」は14/15頭と「正常」は少なかった。牛床の長さ170cmでは「正常」は5/15頭、「牛床内」0/15頭、「通路」10/15頭と160cmの牛床の長さと同様、「正常」状態が少なく「通路」へ横臥している牛が多かった。牛床の長さ180cmでは、「正常」14/15頭、「牛床内」0/15頭、「通路」は1/15頭とほとんどの牛が「正常」で、反面、「牛床内」、「通路」の頭数が激減した。牛床の長さ190cmでは「正常」は10/15頭、「牛床内」3/15頭、「通路」2/15頭と「正常」が減り、「牛床内」、「通路」の頭数が増加した。牛床の長さ200cmでは、「正常」3/15頭、「牛床内」11/15頭、「通路」は2/15頭とさらに「正常」が減り、反面、「牛床内」、「通路」の頭数が増えた。

501~600kg群においては、牛床の長さ160cmでは、「正常」は0/15頭、「牛床内」0/15頭、「通路」は15/15頭と正常状態の牛は全く認められなくなった。170cmの牛床の長さでは、「正常」は3/15頭、「牛床内」0/15頭、「通路」12/15頭と160cmの牛床の長さと同様に「正常」が少なく、「通路」へ横臥している牛が多かった。180cmの牛床の長さでは、「正常」13/15頭、「牛床内」0/15頭、「通路」は2/15頭とほとんどの牛が「正常」で、反面、「牛床内」、「通路」の頭数が2頭と激減した。190cmの牛床の長さでは、「正常」は11/15頭、「牛床内」3/15頭、「通路」1/15頭と「正常」が減り、「牛床内」、「通路」の頭数が増えた。200cmの牛床の長さでは、「正常」4/15頭、「牛床内」5/15頭、「通路」は6/15頭とさらに「正常」が減り、反面、「牛床内」、「通路」の頭数が増加した。以上のことから、250~400kgの体重の雌和牛は牛床の長さが170cm、401~600kgの雌和牛では180cmが最適であることを証明した。また、牛床の長さが最適な長さより短い場合、牛は牛床内に入らなくなり、通路に横臥する傾向が強くなることを確認し、牛床の長さが最適な長さより長くなると、牛床内に入っても牛床の奥へ入り過ぎ排糞、(写真-2) 排尿による牛床の汚れおよび牛体の汚れが多くなることを立証した。



写真-2 牛床内での排糞による汚染

### 3) 牛の体格(体重)とストール幅の関係

牛の体格(体重)とストール幅の関係を表-2に示してある。各ストール幅での牛の状態を「正面向き」(正しく頭部から牛床内に入って横臥している状態)、「反面向き」(牛床内には頭部から入り、牛床内で回転し、通路側へ向きを変え横臥している状態)、「ストール外」(牛床内へは入らず通路内の牛糞、尿の上へ横臥している状態)の3通りに区分した。

体重250~300kg群の雌和牛においては、ストール幅80cmで「正面向き」14/15頭、「反面向き」0/15頭、「ストール外」1/15頭であった。また、90cm幅では「正面向き」10/15頭、「反面向き」3/15頭、「ストール外」2/15頭であった。さらに、100cm幅になると「正面向き」4/15頭「反面向き」7/15頭、「ストール外」4/15頭であった。一方110cmのストール幅では、「正面向き」1/15頭、「反面向き」8/15頭、「ストール外」6/15頭であった。このように体重250~300kgの雌和牛はストール幅80cmのとき、最も「正面向き」の状態が多かった。しかし、ストール幅が大きくなるにしたがって牛床内に頭部から入っても牛床内で回転する傾向が認められた。とくに、100~110cmの幅では「正面向き」の頭数が激減し、「反面向き」および「ストール外」での横臥の状態が多くなった。

表-2 牛の体格(体重)とストール幅の関係

体重 (kg)	80			90			100			110		
	定位置	反対向き	ストール外	定位置	反対向き	ストール外	定位置	反対向き	ストール外	定位置	反対向き	ストール外
250~300	14	0	1	10	3	2	4	7	4	1	8	8
301~400	5	0	10	13	0	2	5	6	4	1	8	6
401~500	0	0	15	6	0	9	14	0	1	8	4	3
501~600	0	0	15	1	0	14	6	0	9	4	0	1

n = 15、枠内の数字は頭数

定位置：ストール間に頭部から入って横臥する状態

反対向き：ストール間に頭部から入って、中で回転して頭部を通路側に向けて横臥する状態

ストール外：ストール間に入らず通路に横臥する状態

次いで、301~400kg群の雌和牛においては、ストール幅80cmでは、「正面向き」5/15頭、「反対向き」0/15頭、「ストール外」10/15頭であり、ストール幅80cmでは狭く、牛床内に入るのを忌避する傾向であった。90cm幅では、「正面向き」13/15頭、「反対向き」0/15頭、「ストール外」2/15頭であった。100cm幅では、「正面向き」5/15頭、「反対向き」6/15頭、「ストール外」4/15頭と「正面向き」が減り、「反対向き」が増加した。また、110cmのストール幅では、「正面向き」1/15頭、「反対向き」8/15頭、「ストール外」6/15頭と「正面向き」に横臥している牛が激減しているのに対し「反対向き」および「ストール外」が増加した。このように、301~400kgの雌和牛では90cmのストール幅のとき、「正面向き」状態が最も多かった。

一方、401~500kg群の雌和牛においては、80cmのストール幅では、ストール幅が狭く、全頭牛床内に入ることができず、すべて「ストール外」での横臥であった。ストール90cm幅では、「正面向き」が6/15頭に増え、「ストール外」が9/15頭と増加したが、「反対向き」は0/15頭となり、90cmのストール幅では401~500kgの雌和牛には狭いことがうかがわれた。ストール幅100cmでは、「正面向き」が14/15頭とほぼ全頭がストール内に入り横臥し、「反対向き」は0/15頭、「ストール外」1/15頭であった。それ故、この体重の雌和牛においては、100cm幅は他のストール幅に比べ適切な幅であったことがうかがわれた。110cmのストール幅では、「正面向き」が8/15頭とストール幅100cmの「正面向き」14/15頭に比べ頭数は減少した。さらに、「反対向き」が4/15頭みられ、牛床内で牛が回転して横臥することを示していた。さらに、「ストール外」が3/15頭と増えストール幅が広いことに起因して自由に「反対向き」になったり、「ストール外」に横臥することが判明した。

501~600kg群の雌和牛においては、80cmのストール幅は、「正面向き」0/15頭、「反対向き」0/15頭、「ストール外」15/15頭で全頭ストール外に横臥していた。90cm幅のストールでは、「正面向き」1/15頭、「反対向き」0/15頭、「ストール外」14/15頭であり、80cm幅のストールとほぼ同様な成績が得られた。100cmのストール幅では、「正面向き」6/15頭、「反対向き」0/15頭、「ストール外」9/15頭であり、ストール幅を90cm幅より10cm広げたことにより、「正面向き」が1/15頭から6/15頭に増加した。110cmのストール幅にすると「正面向き」14/15頭、「反対向き」0/15頭、「ストール外」1/15頭と「正面向き」姿勢をとる牛がほとんどであった。

以上のことから、雌和牛が「正面向き」にストール内に位置し、横臥するストール幅は、250~300kgの体重では80cm幅、301~400kgの体重では90cm幅、401~500kgでは100cm幅、501~600kgでは110cm幅が最適であることを立証した。また、ストール幅を最適幅より狭くすれば、「牛床内」に入ることができず、「ストール外」に横臥することも証明された。さらに、ストール幅を最適幅より広くすることにより、牛は「牛床内」で回転し、写真-1のように「通路」側に向き横臥することを証明した。また、「ストール外」横臥の牛も多くなり、雌和牛の横臥場所は分散されることが明らかとなった。

#### 4) 牛の体格(体重・体高) ストール幅・牛床の長さ

牛が容易に横臥でき、通路側へは向くことなく正常に「通路」へ排糞、排尿を行わせるストール幅および牛床の長さの規格は表-3に示すとおりに整理できる。すなわち、体重250~300kg・体高100~112cmの牛ではストール幅80cm・牛床の長さ170cm、体重301~400kg・体高112~120cmの牛ではストール幅90cm・牛床の長さ170cm、体重401~500kg・体高120~127cmの牛ではストール幅110cm・牛床の長さ180cmおよび体重501~600kg・体高127cm以上の牛ではストール幅110cm・牛床の長さ180cmが最適であった。



表-3 牛の体格(体重・体高)と最適なストール幅および牛床の長さ

体重(kg) 体高(cm)	250~300 105~112	301~400 113~120	401~500 121~127	501~600 127~135
ストール幅・牛床の長さ				
ストール幅 (cm)	80	90	100	110
牛床の長さ (cm)	170	170	180	180

## 2. フリーストール牛舎における牛の馴致方法

馴致開始日から1日3回(1回の放水時間は約20分間)、1週間連続して牛の通路に放水した。とくに、牛床の敷料のオガズが落ちる付近を重点的に放水し、通路に水が常時貯留している状態(写真-3)を3週間維持した。貯留した水が少なくなった時は、その都度放水した。また、通路は3週間後除糞し、その後は放水をせず、敷料も追加・交換しないで10日間隔で除糞した。放水による通路内横臥忌避馴致の結果は、表-4に示してある。

フリーストール牛舎における牛のストール内への馴致のため、除糞作業は3週間放置するとともに通路へ放水するが、その間の貯留水、排糞、排尿による通路の汚染状況は大変泥しょう化している。そのため、通路の糞尿泥にはおがくずを1:1の割合で混合し、固形化して堆肥舎へ堆積できやすくし処理をすることにした。3週間の放置期間を過ぎれば、通路へは平常の状態(通路へは敷料はしない)で10日間隔で除糞作業を行った。

また、フリーストール牛舎の牛床への敷料追加補給は、通路に糞を溜め人為的に悪条件を作ったのとは逆に、牛床には十分な敷料を常に保ち、牛が横臥するのに最適の環境とするため、試験期間中の1・7・21日目に行った。

通路貯水区では、1週間は12/15頭、2週間は13/15頭、3週間は13/15頭、4週間で15/15頭が通路内横臥を避け、4週以降は試験期間中(8週目まで)、15頭全頭がストール内に入った。写真-4)通路非貯水区では、1週間は2/15頭、2週間は5/15頭、3週間は6/15頭、4週間は6/15頭、5~8週間は6頭と、4週目以降においては通路貯水区の約1/3ではあるが通路貯水区と同様ストール内に入る頭数は固定化した。

以上のことから、馴致開始後1週目の通路貯水区は12/15頭(80%)、通路非貯水区2/15頭(13.3%)であり、有意( $P < 0.05$ )にストール内への馴致が行えたといえる。また、4週目以降は15/15頭(100%)の牛がストール内へ入るようになり、馴致は確実に成功したといえる。一方、通路非貯水区(無放水区)は1週間に2/15頭と(13.3%)であったものが、4週目では6/15頭(40%)増加したものの、試験期間中、依然として60%もの牛が通路へ横臥しており、両者間には明らかに有意な( $P < 0.05$ )差がみられ、このことから馴致を行う必要性を示唆した。

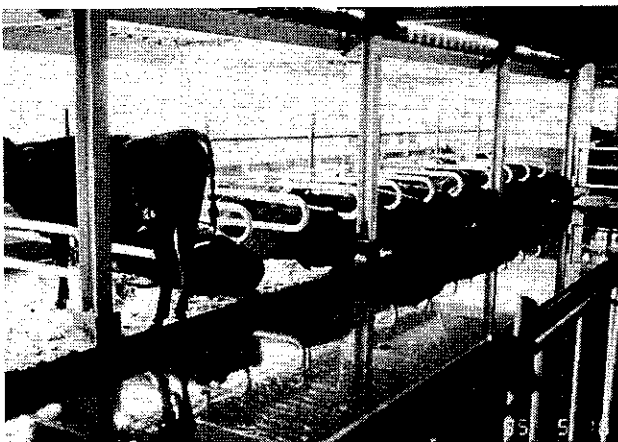


写真-3 馴致のための通路への水の貯留状況

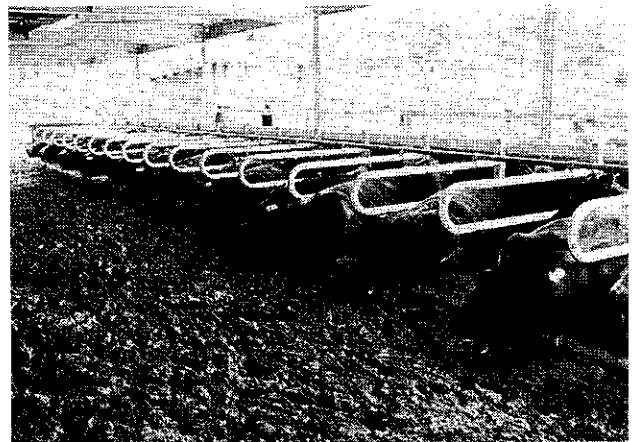


写真-4 ストール内への横臥中の雌牛群

表-4 放水処置による通路内横臥忌避馴致頭数

処置 \ 処置後(週)	1	2	3	4	5	6	7	8
通路貯水区 (馴致区)	12/15	13/15	13/15	15/15	15/15	15/15	15/15	15/15
通路非貯水区 (対照区)	2/15	5/15	6/15	6/15	6/15	6/15	6/15	6/15

牛床内横臥頭数/供試頭数 各群15頭

### 第3節 考 察

#### 1. 牛の体格とストール規格の関係について

1) 牛の行動について Kammer ら [10]、黒崎ら [50] が報告しているがネックレールの位置については牛がストール内において休息、横臥、起立をする際に牛体の発育に応じて牛床の長さを調整する可動式とし最適な位置を検討した。

ネックレールの最適な位置は：

牛の発育値で体重が250~300kgで体高が100~112cmの牛では、ネックレールの位置は壁から30cmが最適であった。次いで体重が300~400kgで体高112~120cmの牛は、ネックレールの位置は壁から30cmであった。次いで体重が400~500kgで体高が120~127cmの牛では、ネックレールの位置は壁から20cmであった。次いで体重が500kg以上で体高が127cm以上の牛では、ネックレールの位置は壁から20cmが最適であった。

2) 牛の体格と牛床の長さの関係では250~400kgの体重の雌牛は牛床の長さが170cm、401~600kgの雌牛は180cmが最適であることを確認した。また、最適な長さより短い場合は、牛は牛床内に入らなくなり、通路に横臥する傾向が強くなる傾向が示された。さらに、最適な長さより長くすると、牛床内に入っても牛床の奥へ入り過ぎ排糞、排尿による牛床の汚れおよび牛体の汚れが多かった。

3) 牛の体格とストール幅の関係では牛の発育値で体重が250~300kgで体高が100~112cmの牛では、ストール幅は80cmが最適であった。次いで体重が300~400kgで体高112~120cmの牛では、ストール幅は90cmであった。次いで体重が400~500kgで体高が120~127cmの牛では、ストール幅は100cmであった。次いで体重が500kg以上で体高が127cm以上の牛では、ストール幅は110cmが最適であった。

また、最適幅よりストール幅を狭くすれば牛床内に入ることができず、ストール外に横臥することが解った。さらに、最適幅よりストール幅を広くすることにより牛群の横臥場所は分散され、牛は牛床内で回転し通路側に向き、横臥することが解った。また、ストール外での横臥の牛が多くなること解った。

#### 2. フリーストール牛舎における牛の馴致方法

ストール内への馴致は、馴致開始後1週間でその効果は現れ無放水区と比較してその差は明らかで、放水区は1週間で12/15頭と80%がストール内に入るようになり、4週間は15/15頭と100%の牛がストール内へ入るようになり、4週間以降はその頭数に変化は見られず全頭がストール内へ入っていた。一方、無放水区は、牛群の中で牛同士の警戒心、また、ストール内の狭い空間に対する警戒心の強さにより頭部を入れて臭いをかいだり、前肢をストール間の牛床に入れ前軀のみを入れ頭を床面に落とし臭いをかいている様子がかがわれ、1週間は2/15頭(13.1%)とストール内へは入らなかった。その後、ストール内に入る牛は頭数は増えたが4週間で6/15頭と(40%)にとどまり、その後もストール内に入る牛の頭数は少なく、60%の牛が通路へ横臥しており、馴致区と非馴致区との両者間には明らかな差がみられ、馴致の必要性が証明された。

### 第4節 小 括

#### 1. 牛の体格とストール規格の関係、牛のストール内での休息馴致方法および休息位置

1) 雌和牛が容易に横臥でき、通路側へ向くことなく、正しく通路へ排糞・排尿を行わせるためのストール規格を明らかにした。その規格は、体高100~112cm・体重250~300kgでストール幅80cm・牛床の長さ170cm、体高113~120cm・体重301~400kgでストール幅90cm・牛床の長さ170cm、体高121~127cm・体重401~500kgでストール幅100cm・牛床の長さ180cm、体高127cm以上・体重501~600kgでストール幅110cm・牛床の長さ180cmが最適であった。このため、

ストールを可動式にし、牛の発育に応じてストールの幅と長さを調節することの重要性が明らかとなった。

- 2) ストール内への休息馴致方法および休息位置について検討した結果、放水による馴致区は馴致開始後30日を経過しても15頭中7頭がストール内に休息したに過ぎなかった。その後の観察でも馴致区は全頭馴致できなかったが無馴致区は約半数がストール内休息をしなかった。このことからストール内への休息馴致の必要性が証明された。

## 第2章 フリーストール方式における黒毛和種雌牛の飼養管理の有用性

本章では、和牛の飼養管理方式で従来から主流となっている単房牛舎方式およびフリーバーン牛舎方式の飼養管理に比べ、第一章で規格を決定したフリーストール方式による飼養管理がいかに合理的な飼養管理方法であるかを証明するため、単房牛舎方式およびフリーバーン牛舎方式を対照区として比較検討した。

### 第1節 実験材料及び方法

#### 1. 供試牛

試験には、単房牛舎群、フリーバーン牛舎群およびフリーストール牛舎群の3群を設け、フリーストール群には黒毛和種雌牛45頭を15頭ずつ3つのフリーストール牛舎に割付した。供試和牛はいずれもせり市場から購入したもので、購入日にそれぞれの牛舎に入舎させた。

対照群の単房牛舎群およびフリーバーン牛舎群にはいずれもフリーストール群同様黒毛和種雌牛15頭ずつ割付け比較検討した。対照とした単房牛舎群およびフリーバーン牛舎群はいずれも従来から行われている飼養管理法である。

#### 2. 試験期間

試験期間は入舎後、牛の環境への馴致期間および管理者の各管理方法による牛への熟知期間を含む180日間とした。

#### 3. 牛舎の構造

##### 1) 単房牛舎

単房牛舎の構造は図-3に示すとおりである。

すなわち、従来から鳥取県畜産試験場で使用されている木造牛舎（鳥取県内の繁殖農家も同様である）であり、面積 $12\text{m}^2$ （ $4\text{m} \times 3\text{m}$ ）の単房である。飼槽は各牛房別に設置され、また、連動スタンションを利用していないため牛の採食は自由である。除糞は各牛房が独立しているため、主に人力による作業で行っている。

##### 2) フリーバーン牛舎

図-4および写真-5には従来から筆者の所属する鳥取県畜産試験場で使用しているフリーバーン牛舎の構造および外観を示してある。

この牛舎は面積 $132\text{m}^2$ （ $11\text{m} \times 12\text{m}$ ）であり、パドックの飼槽側の3mは屋根付とし、被験牛15頭を群飼している。

牛はパドック内を自由に行動することができ、牛の好む場所で休息している。飼槽は通路より50cmの高さに連続して設置している。なお、パドックはコンクリート製である。

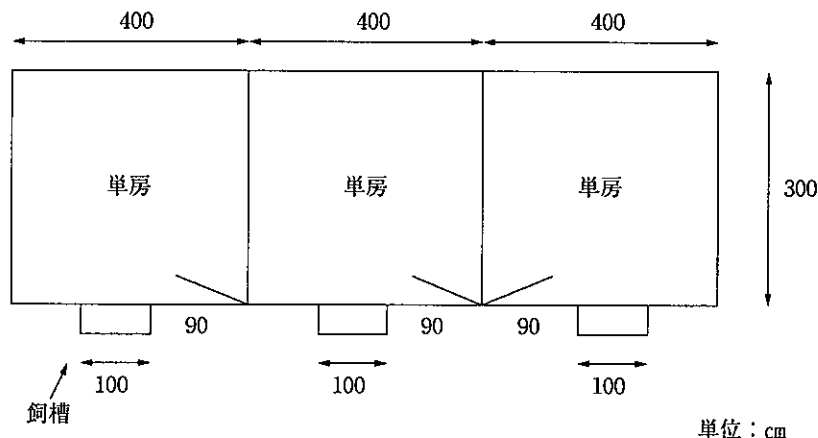


図-3 単房牛舎の構造（平面図）

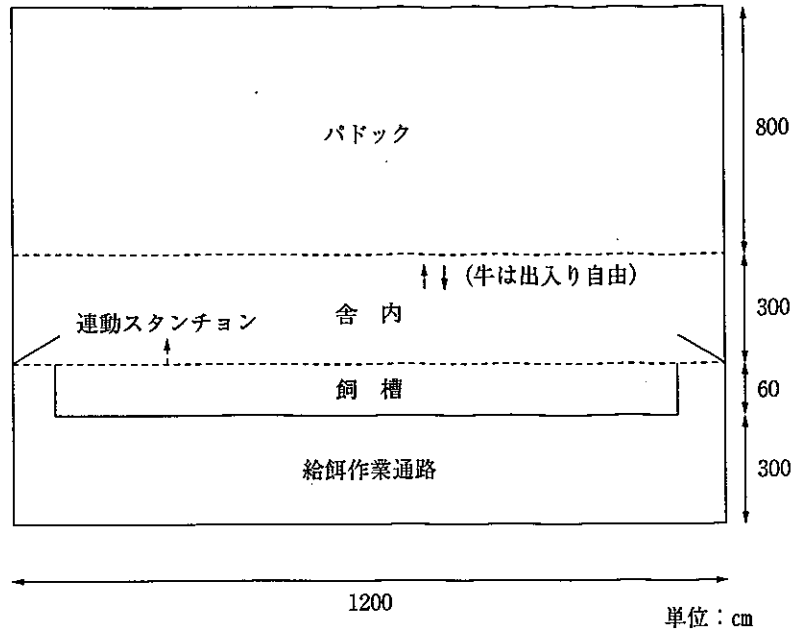


図-4 フリーバーン牛舎の構造 (平面図)

採食は連動スタンションを使用することで、個体ごとの飼料給与量を調整することができる。

なお、牛床の敷料にはオガクズを用いた。

3) フリーストール牛舎

第1章の試験成績からフリーストール牛舎の構造およびフリーストール牛舎の規格を決定した。(図-5)

すなわち、フリーストール牛舎は牛床、牛の通路および飼槽兼通路に分かれており、1群15頭規模のフリーストール牛舎の面積は、牛床36㎡ (2m×18m)、牛の通路72㎡ (4m×18m)、飼槽兼通路54㎡ (3m×18m)である。牛床の奥行は2m、牛の通路より20cm高く設置している。

また、牛床とストールの長さの差が大きいと、牛が牛床内を自由に移動してしまうことからストールの長さを1.9mとしてある。

ストールおよびネックレールは可動式とし、牛の発育に合わせて牛床の幅および長さを調整できるようにした。ストールはボルト、ナットで固定しているが不安定なため、写真-6に示すとおり工専用クランプでネックレールと連結させて固定を強化している。

採食は連動スタンションを使用することで、フリーバーン牛舎と同様、個体ごとの飼料給与量を調整することが

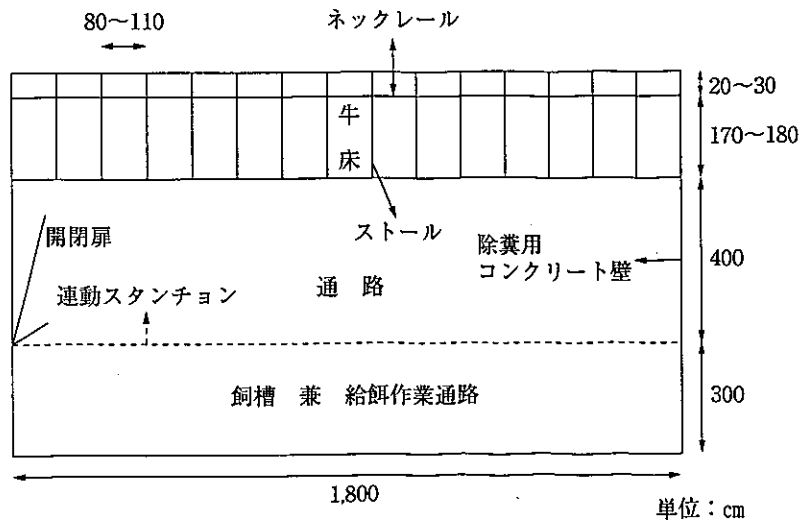


図-5 フリーストール牛舎の構造 (平面図)

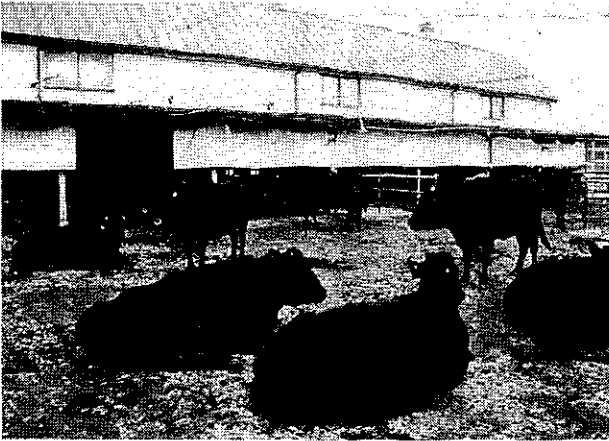


写真-5 フリーバーン牛舎

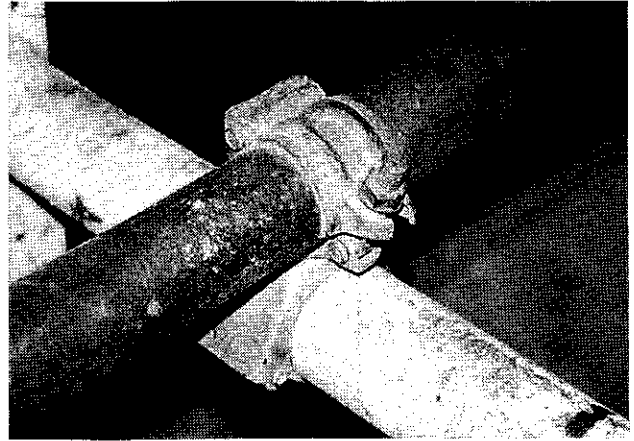


写真-6 クランプによる固定

できる。

なお、牛床の敷料はフリーバーン牛舎と同じようにオガクズを用いた。

#### 4. 試験方法

##### 1) 単房牛舎群、フリーバーン牛舎群およびフリーストール牛舎群における被験牛の行動様式

単房牛舎、フリーバーン牛舎およびフリーストール牛舎において、採食形態、活動形態（採食および休息形態でない行動形態を呼ぶ）および休息形態の3行動形態について、1日（24時間）の行動様式を比較観察した。供試牛は単房牛舎群15頭、フリーバーン牛舎群15頭およびフリーストール牛舎群15頭とした。なお、フリーストール牛舎群ではストール内牛床での休息（横臥）位置についても併せて検討した。

##### 2) 単房牛舎群、フリーバーン牛舎群およびフリーストール牛舎群における被験牛の発情発現の発見

繁殖牛飼育において、大石ら [20]、塩谷ら [29]、和田ら [48] が報告しているが、発情発現の確認は極めて重要な課題である。そこで、3飼育法における発情の発見の難度を比較するため、①外陰部の腫脹・発赤の有無、②発情粘液の有無、③咆哮の有無、④挙動不審の有無、⑤乗駕許容の有無の5項目について観察した。この5観察項目のうち、4項目以上発情時に確認できた牛を<発見しやすい（5点）>、2～3項目確認できたものを<普通（3点）>、1項目以下のものを<発見しにくい（1点）>としてスコア化し、比較した。

##### 3) 単房牛舎方式、フリーバーン牛舎方式およびフリーストール牛舎方式における労働時間の比較

単房牛舎方式、フリーバーン牛舎方式およびフリーストール牛舎方式において、各施設における1日の労働時間を使用管理の全体時間、飼料給与時間、除糞時間に分けて5日間測定し、15頭規模に換算して1日当たりの平均労働時間を比較検討した。

## 第2節 実験成績

### 1. 単房牛舎群、フリーバーン牛舎群およびフリーストール牛舎群における試験牛の行動様式

#### 1) 行動様式

単房牛舎群、フリーバーン牛舎群およびフリーストール牛舎群の繁殖雌牛各15頭の24時間行動様式を採食形態、活動形態および休息形態の3形態に分けて比較検討した。

行動様式（表-5）は、単房牛舎群では採食形態を示す時間は6時間/日、活動形態を示す時間は6時間/日、休息形態を示す時間は12時間/日であり、休息形態をとる時間が平均値で1日のうち約50%を占め、単房牛舎群での牛の行動は休息が主体で運動を伴った行動の少ないことが明らかとなった。また、フリーバーン牛舎群の牛では、採食形態は4時間/日、活動形態は6時間/日、休息形態は14時間/日であり、休息形態を示す平均時間は1日の52%を占め、単房牛舎群の牛と同様、フリーバーン牛舎群の牛もその行動様式は休息形態が主体であることが明らかとなった。

一方、フリーストール牛舎群では、採食形態は4時間/日、活動形態は10時間/日、休息形態は10時間/日と、単房牛舎群およびフリーバーン牛舎群の牛とは異なり、活動形態を示す時間帯が多く1日のうちの約40%を占めた（単房牛舎群約25%、フリーバーン牛舎群約24%）。このように、フリーストール牛舎では、他の飼養管理方式に

表-5 飼養方式の違いによる1日の行動様式

群	行動様式 時間	採食形態 平均値 ± SD	行動形態 注1) 平均値 ± SD	休息形態 平均値 ± SD
	単房牛舎群		5.8 ± 1.3	6.0 ± 1.2a
フリーバーン牛舎群		4.0 ± 1.3	5.7 ± 1.5a	14.3 ± 2.7b
フリーストール牛舎群		4.2 ± 1.1	9.7 ± 1.1b	10.2 ± 0.9a

注1) 1日の行動様式のうち、採食形態でも、休息形態でもない行動様式を活動形態とした。

※ 各群：n=15

SD：標準偏差

表中の肩文字の違いは群間で有意差を示す (a, b : p<0.05)

表-6 雌牛の発情発現の発見

群	スコア	平均値 ± SD
	単房牛舎群	1.7 ± 1.4a
フリーバーン牛舎群	3.6 ± 1.3b	
フリーストール牛舎群	3.5 ± 1.5b	

※ 各群：n=15

SD：標準偏差

発情期に外陰部腫脹発赤、発情粘液、咆哮、挙動不審および乗駕許容の5項目の内発見できた項目の数が4項目以上を5点、2-3項目を3点、1項目以下を1点とした。

比べ、より活動形態をとることを明らかにした。

なお、フリーストール牛舎の牛床を南側、中央および北側と大きく3区分して、牛の休息位置を個体ごとに20日間観察したところ、個体による休息位置の固定化はいずれの個体も20日間のうち13日以上同じ場所に休息していた。このことから、フリーストール牛舎での牛の休息位置は個体ごとにある程度の位置決めがなされているといえる。

なお、隣同志の牛が常に同じであった牛も数頭認められた。

## 2. 単房牛舎群、フリーバーン牛舎群およびフリーストール牛舎群における被験牛の発情発現の発見

発情発現の発見の成績を表-6に示してある。

単房牛舎群での発情発現の発見は「発見しにくい」62.5%「普通」25%、「発見しやすい」12.5%であり単房牛舎の発情発見の平均スコアは1.7±1.4であり、発情の発見は難しい傾向にあった。また、フリーバーン牛舎群では、「発見しにくい」15.0%、「普通」15%、「発見しやすい」70.0%であり、また、平均スコアは3.6±1.3であり、フリーバーン牛舎群の発情発現の発見は発見しやすい傾向であった。

一方、フリーストール牛舎群では「発見しにくい」15.0%、「普通」15.0%、「発見しやすい」70.0%であり、また、平均スコアは3.5±1.5であり、フリーストール牛舎群の発情発現の発見は、フリーバーン牛舎群と同様、単房牛舎群に比べ発情発現の発見が容易であることを明らかにした。

## 3. 単房牛舎方式、フリーバーン牛舎方式およびフリーストール牛舎方式における労働時間の比較

図-6には単房牛舎群、フリーバーン牛舎群およびフリーストール牛舎群における1日の労働時間を飼養管理全体の時間、飼料給与時間、糞尿処理時間の3項目について、15頭規模に換算して比較した結果を示してある。

単房牛舎群では1日当たりの飼料給与時間として平均55分、糞尿処理時間として平均105分、飼養管理全体の時間として平均240分費やしている。これに対し、フリーバーン牛舎群では飼料給与時間には平均25分、糞尿処理には平均40分、飼養管理全体の時間として平均105分費やし、フリーストール牛舎群では飼料給与時間として平均20分、糞尿処理時間として平均15分、飼養管理全体の時間として平均75分費やしている。

このように、フリーストール牛舎群での労働時間はフリーバーン牛舎群との間に有意の差 (P=0.05) はないものの労働時間は少なくなっており、また、単房牛舎群と比較すると有意 (P<0.05) に労働時間は短くなっている。

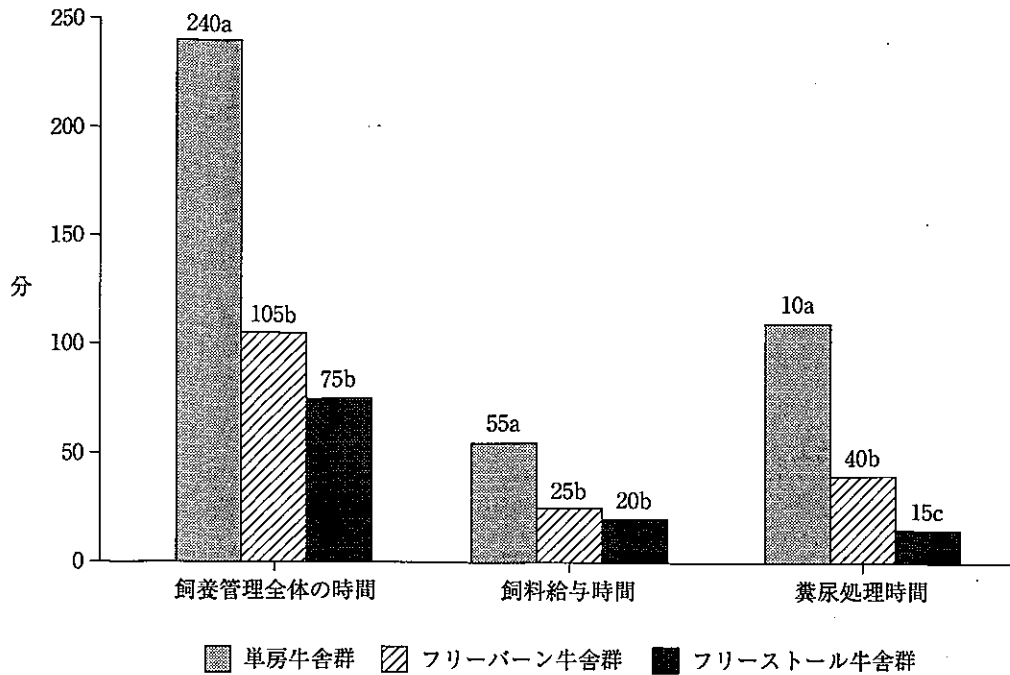


図-6 15頭規模に換算した1日の労働時間の比較

### 第3節 考 察

和牛子牛の合理的生産性を追求するため、繁殖雌牛の効率的な新たな飼養管理システムを構築し、これに連動できる子牛生産と新しい哺育方法について検討した。すなわち、牛の休息位置、牛の行動、繁殖性、飼養管理のための労働時間について比較検討をした結果、休息するストール位置は、全頭の牛が固定化されず毎日異なったストールで休息していた。また、ストール全体を大きく3区分にして見てみた場合、それぞれの区分ごとに分かれる傾向にあった。

牛の行動様式においては、とくに活動形態に差が認められ、フリーストール方式の群の牛が単房牛舎群およびフリーバーン牛舎群の牛より活動形態をとるものが多かった。

繁殖性については、フリーストール牛舎群およびフリーバーン牛舎群の牛では単房牛舎群の牛に比べ、いずれも、発情発現が発見し易く、舎内の乗駕行動のよりの確な発見が可能であった。

フリーストール牛舎群での飼料給与時間が単房牛舎群に比べ少ないのは、単房牛舎では飼槽が独立して各牛房ごとに設置されているため、残餌の処理や飼料の運搬などに多くの時間を費やしたためである。

また、フリーストール牛舎群がフリーバーン牛舎群に比べて若干飼料給与時間が少ないのは、フリーバーン牛舎の飼槽が通路から50cm高い所に設置されているために、牛が飼槽外に落とした餌を作業者が入れてやらなければならないためであった（フリーストール牛舎での飼料給与は通路で行うため、牛が押して、寄せた餌をほうきで軽く掃くだけでよかった）。

一方、除糞作業時間については、単房牛舎群では105分、フリーバーン牛舎群では40分となっているのに対し、フリーストール牛舎群は15分と極めて短時間に糞尿を処理できた。これは、単房牛舎は各牛房が独立しているため、機械を使用した効率的な除糞が行えず、スコップ、フォーク、一輪車などを用いた人力で行っていることによる。また、フリーバーン牛舎では、除糞用機械が使用できるが、飼養頭数の割に除糞範囲が広いため、フリーストール牛舎の除糞作業時間よりも長くなっている。これはフリーストール牛舎では牛床と排便場所（通路）とが区別されている（写真-7）



写真-7 フリーストール牛舎の牛床と排便場所（通路）



ので、小さなスペースで多くの牛が飼育でき、また、効率的な除糞作業が可能となっている。さらに、敷料の交換についても、フリーストール牛舎ではその頻度が少なく済み、交換に必要な作業時間が短縮されたと同時に、敷料経費の削減にもつながっている。

このように、1日の飼養管理全体に費やす時間は、単房牛舎およびフリーバーン牛舎のそれぞれ240分および105分に比較して、フリーストール牛舎では75分で済み、同牛舎は同じ仕事量を少ない労働時間（単房牛舎の31%、フリーバーン牛舎の71%）でより効率的に行えることを立証した。

#### 第4節 小 括

単房牛舎、フリーバーン牛舎の3方式における牛の行動、繁殖性および飼養管理のための労働時間の比較

- 1) 3方式の牛舎における24時間中の牛の行動パターン、すなわち採食形、活動形、休息形の3形態のそれぞれ占める割合は3方式間で差があり、特に、フリーストール牛舎では他の方式より行動形をとる時間が多かった。
- 2) フリーバーン牛舎およびフリーストール牛舎は単房牛舎に比べていずれも発情の発見が容易で、乗駕行動によりの確な発見が可能であった。
- 3) 飼養管理のための労働時間として飼料給与時間、糞尿処理時間および飼養管理全体の作業時間数（15頭規模に換算）について比較検討した結果、1日の労働時間は単房牛舎では平均240分、フリーバーン牛舎では平均75分と短かった。このように、フリーストール牛舎では同じ仕事量を少ない作業時間で効率的に行えることを明らかにした。

### 第3章 フリーストール方式における哺乳柵を利用した母子分離による子牛の哺育・育成技術の確立

一般に和牛繁殖農家では、分娩後の子牛哺乳方法を母子同居型で行っており、子牛セリ市場出荷時（6ヶ月齢）が事実上の離乳時期となっている。

生後6ヶ月齢前後の子牛の健康状態は易感染性であり、パストレラ肺炎で代表される呼吸器病や、サルモネラ菌症、コクシジウム症などの下痢疾患が起きやすい。この時期に子牛は離乳による環境変化とセリ市場に出される環境の急変による二重のストレスを一気に受けることになり、子牛へのダメージは大きく臨床上常に問題となっている。

また、離乳の遅れた6ヶ月齢牛は人に慣れにくく、扱いにくいという欠点の使用管理上指摘されている。加えて、哺乳時の母牛への吸乳刺激は性腺刺激ホルモンの分泌を抑制し、分娩後の繁殖機能の回復を遅らせる（1、2、3）。このように、長期間の自然哺乳母子同居型による繁殖雌牛の発情回帰の遅れは、一年一産を目標とした繁殖性向上の立場からも、その改善方法が重要な課題となっている。それ故、離乳時期の検討、離乳前後の飼養管理方法など、全体的な哺乳方法の再検討と確立が期待されている。

そこで、フリーストール方式における哺乳法および離乳時期を科学的に検討し、確立するため、母子を柵（以降哺乳柵と称す）により分離し、朝夕2回だけ柵越えさせる制限哺乳を行い、1）子牛の摂取乳量2）子牛の飼料摂取量3）子牛の発育について母子同居型哺育と比較した。

#### 第1節 実験材料及び方法

##### 1. 試験区の設定

試験区は図-7に示すとおり、哺乳柵による母子分離2ヶ月哺乳（試験1区）区、哺乳柵による母子分離3ヶ月哺乳（試験2区）区および母子同居3ヶ月哺乳（対照3区）区を設けた。

母子分離の試験1区および2区では分娩後1週間は母子同居とし、2週目からいずれも柵越制限哺乳とした。

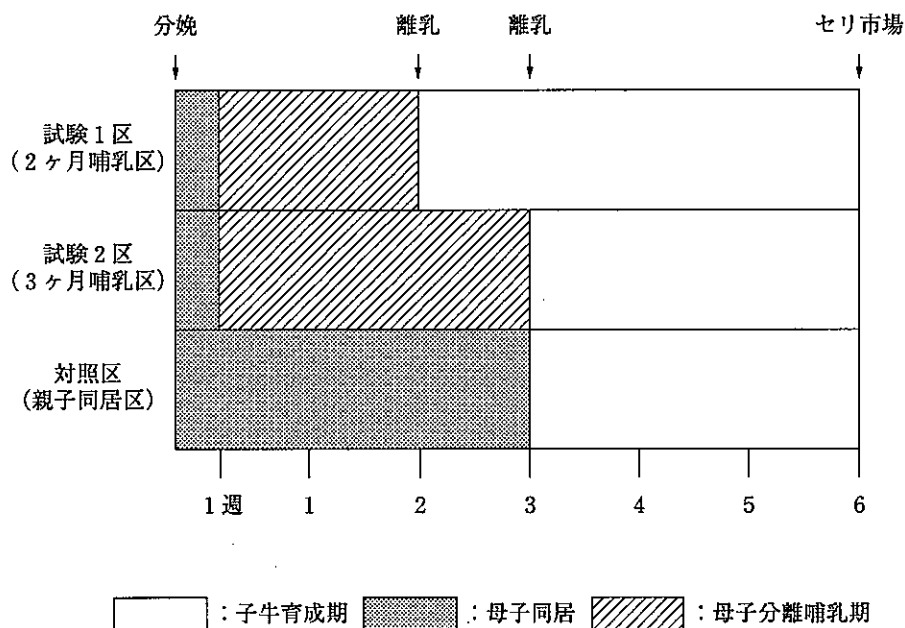


図-7 哺乳柵を利用した制限哺乳試験方法

##### 2. 試験期間

1日齢～180日齢

3. 供 試 牛

対照区を含む各試験区とも母牛6頭にそれぞれ1頭ずつの子牛を割付けた計18頭（いずれも単子）を供試牛とした。なお、各試験区の子牛はいずれも雄3頭、雌3頭となるよう割付けた。

4. 哺 乳 方 法

子牛への授乳は母牛の濃厚飼料給与時に哺乳柵による朝・夕2回の制限哺乳を行った。すなわち、午前8時30分から8時45分までの15分間と午後4時から4時15分までの15分間とした。

母牛の濃厚飼料の給与量は授乳期間中は分娩前（2kg）の2倍量（4kg）とし、離乳前2週間はその半量（分娩前の量2kg）、離乳後2週間は無給与、離乳2週以降は1kgとした。粗飼料は鳥取県畜産試験場内産のイタリアン乾草を試験期間をとおして6.0kg給与した。子牛の人工乳の摂取、粗飼料の摂食は飽食とした。

なお、飼料の成分は表-7に示すとおりで、人工乳は生後3ヶ月で給与を停止し、次のステップとして3ヶ月以降は濃厚飼料に切り換えた。粗飼料の給与はそのまま飽食とした。

表-7 制限哺乳中の給与飼料成分

		DCP (%)	TDN (%)
濃厚飼料	繁殖雌牛用	13.0	66.0
	子牛用（3カ月未満）	16.5	78.0
	子牛用（3カ月以上）	15.0	75.0
粗飼料	イタリアン乾草	3.7	46.3

5. 牛舎の構造

図-8は哺乳柵を取り付けた牛舎の構造を示したものである。

母牛の濃厚飼料摂取中に子牛へ授乳させるため、母牛を哺乳柵内（図-8中A位置）へ誘導させた。

子牛房は哺乳柵を中心に両側に配置し、単子哺乳の場合は左右どちらか一方に、双子哺乳の場合は左右に1頭ずつ子牛を収容できるよう配慮しているが、実験にはいずれも単子哺乳を対象として行った。

母牛と子牛を分離する哺乳柵の仕切棒はクランプを利用しており、子牛の発育に応じて上下可動式とし、子牛への授乳が容易に行えるようにした。写真-8は子牛の授乳の様子である。なお、子牛の敷料はオガクズを利用し、子牛房の前には子牛用の飼槽と飲水用バケツを設置した。

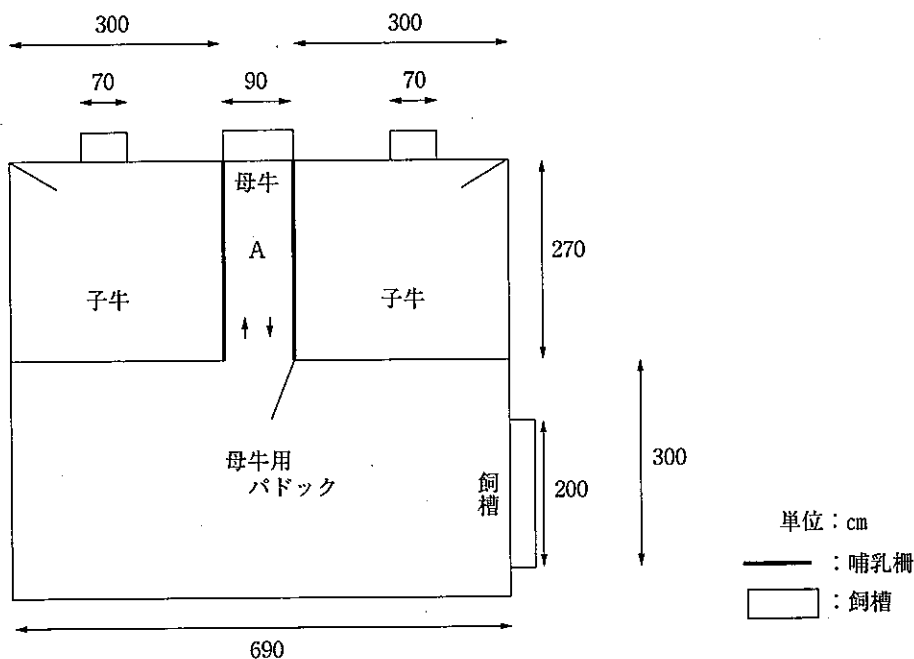


図-8 哺乳柵を取り付けた牛舎の構造

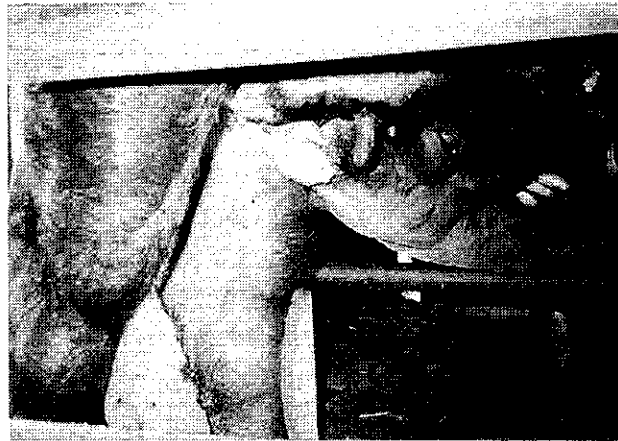


写真-8 子牛の柵越し授乳状況

## 6. 実験観察項目

## 1) 子牛の摂取乳量

子牛の摂取乳量は毎日（朝・夕2回の授乳時）、授乳前後の子牛の体重を測定し、その差によって求めた。3区母子同居区については哺育形態から測定できなかった。

## 2) 子牛の飼料摂取量

人工乳と粗飼料について毎日残飼を秤量し、摂取量を求めた。

3区母子同居区についてはその哺育形態から測定できなかった。

## 3) 子牛発育状況

体重は毎日測定し、体高は1週齢および1週齢以降4週ごとに測定した。

## 7. 統計学的解析

各群の平均値の差の検定は先ず分散の検定を行い、分散が等しい場合には Tukey の多重比較検定、分散に有意差がある場合には Fisher の最小有意差法 (Fisher's least significant difference: LSD) を用いて行った。

## 第2節 実験成績

## 1. 子牛の母乳摂取量

子牛の1日平均母乳摂取量は表-8-1に示すとおりである。

母乳摂取量は、各区雄子牛3頭、各区雌子牛3頭の朝・夕それぞれの母乳摂取量を測定し、一日摂取乳量を各週齢ごとに示した。雄子牛の8週齢では1区は $6.7 \pm 0.3$ kg、2区は $6.8 \pm 0.4$ kg、雌子牛の8週齢では1区は $5.3 \pm 0.3$ kgで、2区は $5.4 \pm 0.3$ kgであり、雌子牛より雄子牛が若干多い摂取量であった。

なお、朝・夕別の母乳摂取量を表-8-2に示してある。雄子牛の8週齢では朝 $5.3 \pm 0.1$ kg、夕 $1.5 \pm 0.2$ kgで雌子牛は1区は朝 $3.7 \pm 0.1$ kg、夕 $1.7 \pm 0.2$ kg、であり雌雄子牛ともに朝の授乳量が夕方の約2倍量多かった。

表-8-1 各週齢における子牛の1日平均母乳摂取量

性別	週齢 試験区	摂取量 (kg/day) 平均値±SD										
		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
雄	1	$5.1 \pm 0.8$	$6.0 \pm 0.1$	$6.0 \pm 0.3$	$6.2 \pm 0.3$	$7.6 \pm 0.7$	$7.3 \pm 0.8$	$6.7 \pm 0.3$				
	2	$5.0 \pm 0.7$	$5.9 \pm 0.1$	$6.1 \pm 0.4$	$6.1 \pm 0.4$	$7.5 \pm 0.5$	$7.2 \pm 0.7$	$6.8 \pm 0.4$	$6.7 \pm 0.5$	$6.5 \pm 0.3$	$5.9 \pm 0.5$	$5.0 \pm 0.6$
雌	1	$4.6 \pm 0.5$	$5.6 \pm 0.2$	$5.7 \pm 0.5$	$5.4 \pm 0.4$	$4.9 \pm 0.6$	$5.0 \pm 0.5$	$5.3 \pm 0.3$				
	2	$4.7 \pm 0.4$	$5.7 \pm 0.2$	$5.7 \pm 0.5$	$5.4 \pm 0.4$	$4.9 \pm 0.6$	$4.9 \pm 0.5$	$5.4 \pm 0.3$	$5.5 \pm 0.4$	$4.8 \pm 0.5$	$4.8 \pm 0.5$	$4.3 \pm 0.1$

※ SD: 標準偏差  
1区: 母子分離2ヶ月哺乳  
2区: 母子分離3ヶ月哺乳

表-8-2 子牛の朝および夕方の母乳摂取量

雄				雌			
母乳摂取量 (kg/day)	朝	夕	計	母乳摂取量 (kg/day)	朝	夕	計
	平均値±SD	平均値±SD	平均値±SD		平均値±SD	平均値±SD	平均値±SD
週				週			
1				1			
2	3.3±0.4	1.7±0.3	5.0±0.7	2	3.2±0.3	1.5±0.2	4.7±0.5
3	3.7±0.2	2.3±0.2	6.0±0.1	3	4.2±0.2	1.5±0.1	5.7±0.2
4	4.3±0.1	1.7±0.2	6.0±0.4	4	3.5±0.4	2.2±0.2	5.7±0.5
5	4.3±0.1	1.8±0.8	6.1±0.3	5	3.7±0.2	1.7±0.2	5.4±0.4
6	5.0±0.4	2.5±0.3	7.5±0.6	6	3.2±0.4	1.7±0.2	4.9±0.6
7	5.1±0.4	2.1±0.3	7.2±0.7	7	3.5±0.2	1.5±0.4	5.0±0.5
8	5.3±0.1	1.5±0.2	6.8±0.4	8	3.7±0.1	1.7±0.2	5.4±0.3
9	5.2±0.2	1.5±0.2	6.7±0.5	9	3.8±0.2	1.7±0.2	5.5±0.4
10	5.0±0.2	1.5±0.1	6.5±0.3	10	3.3±0.2	1.5±0.3	4.8±0.5
11	4.7±0.3	1.2±0.2	5.9±0.5	11	3.8±0.2	1.0±0.3	4.8±0.5
12	3.8±0.4	1.2±0.2	5.0±0.6	12	3.3±0.1	1.0±0.2	4.3±0.1
平均	4.5±0.3	1.7±0.2	6.2±0.4	平均	3.6±0.2	1.5±0.2	5.1±0.4

SD: 標準偏差  
n = 3

2. 飼料摂取量

1) 子牛の人工乳摂取量

子牛の人工乳摂取量を表-9および図-9に示してある。

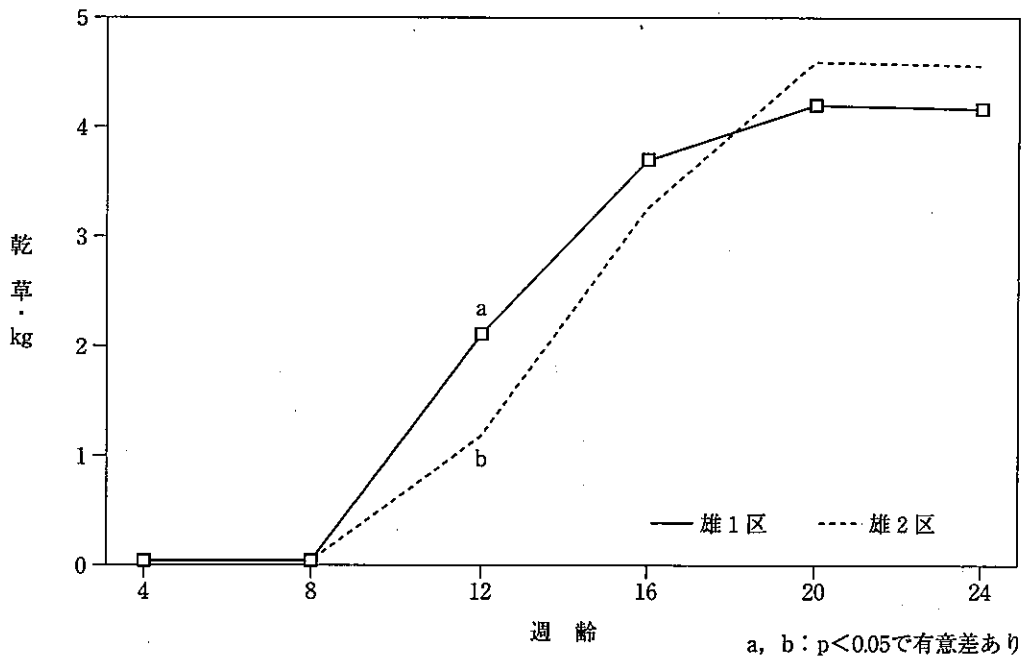
各区の24週齢までの人工乳摂取量の変化を平均値および標準偏差で示した。雄子牛の人工乳摂取量は4週齢で1区は0.05±0kg/日、2区は0.05±0.01kg/日、8週齢では1区は0.05±0.01kg/日、2区は0.05±0.01kg/日と4週齢に比べ1区、2区とも変わりなく、12週齢では1区は2.1±0.08kg/日、2区は1.2±0.37kg/日となり、両区間に有意な(P<0.05)差が認められた。16週齢では1区は3.7±0.08kg/日、2区3.2±0.28kg/日であった。また、20週齢では1区は4.2±0.16kg/日、2区は4.6±0.33kg/日、24週齢では1区は4.2±0.16kg/日、2区は4.6±0.43kg/日であった。なお、20週齢および24週齢においては1区より2区で子牛の人工乳摂取量が多い傾向にあったが、統計学的には有意差(P=0.05)は認められなかった。

雌子牛の人工乳摂取量は4週齢で1区は0.05±0.01kg/日、2区は0.05±0.01kg/日、8週齢では1区は0.05±0.01kg/日、2区は0.05±0.01kg/日であり、8週齢までは1区はおよび2区間で摂取量に変化は認められなかった。12週齢になると1区は2.2±0.16kg/日、2区は1.4±0.14kg/日で両区間に有意差(P<0.05)が認められた。

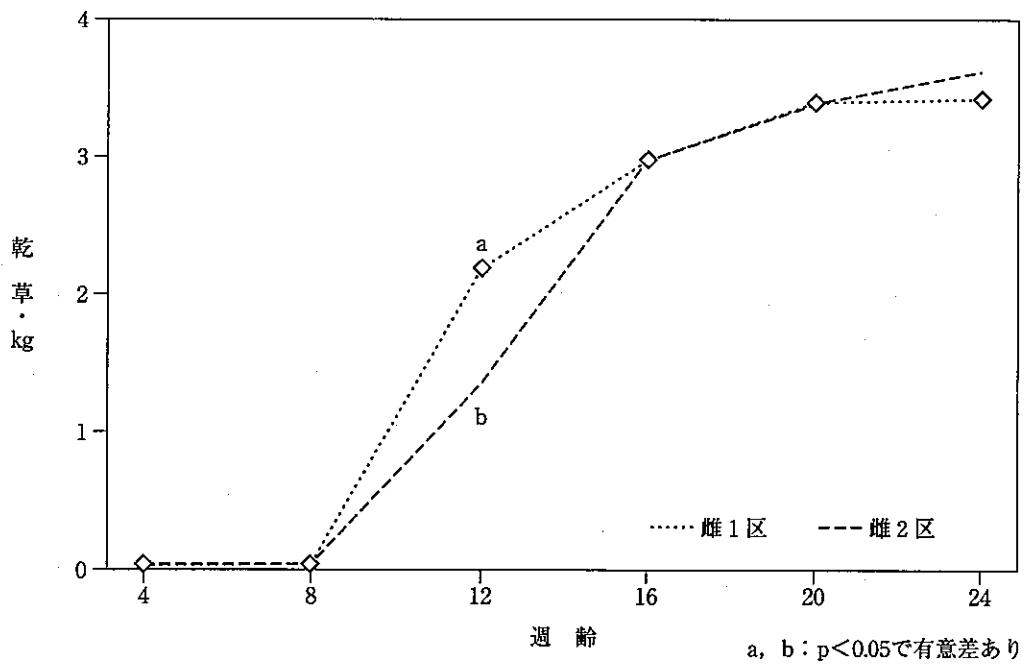
表-9 子牛の人工乳摂取量

性別	週齢 試験区	摂取量 (kg/day) 平均値±SD					
		4	8	12	16	20	24
雄	1	0.05±0	0.05±0.01	2.1±0.08 a	3.7±0.08	4.2±0.16	4.2±0.16
	2	0.05±0.01	0.05±0.01	1.2±0.37 b	3.2±0.28	4.6±0.33	4.6±0.43
雌	1	0.05±0.01	0.05±0.01	2.2±0.16 a	3±0.59	3.4±0.16	3.4±0.16
	2	0.05±0.01	0.05±0.01	1.4±0.14 b	3±0.28	3.4±0.16	3.6±0.16

n = 3  
SD: 標準偏差  
肩文字の違いは区間で有意差を示す (a, b : p<0.05)



雄子牛の1日平均乾草摂取量



雌子牛の1日平均乾草摂取量

図-9 子牛の人工乳摂取量

16週齢では1区は3.0±0.59kg/日、2区は3.0±0.28kg/日、20週齢では1区は3.4±0.16kg/日、2区は3.4±0.16kg/日、24週齢では1区は3.4±0.16kg/日、2区は3.6±0.16kg/日であった。24週齢では、2区は1区に比べ摂取量の多い傾向を示したが、統計学的には有意差 (P=0.05) は認められなかった。

2) 子牛の粗飼料摂取量

子牛の粗飼料摂取量を表-10および図-10に示すとおりである。

雄子牛では4週齢の平均粗飼料摂取量は1区で0.1±0kg/日、2区で0.1±0kg/日、8週齢では1区0.42±0.05kg/日、2区0.42±0.04kg/日、12週齢では1区0.98±0.22kg/日、2区0.72±0.07kg/日、16週齢では1区1.2±0.08kg/日、2区1.15±0.11kg/日、20週齢では1区は1.45±0.15kg/日、2区は1.4±0.16kg/日、24週齢では1区は1.75±0.07kg/日、2区は1.72±0.09kg/日であった。両区間における各週齢での摂取量に有意差 (p=0.05) が認められなかった。

一方、雌子牛でも4週齢の1区は0.1±0kg/日、2区は0.1±0kg/日、8週齢の1区は0.27±0.06kg/日、2区0.29±0.07kg/日、12週齢の1区は0.8±0.11kg/日、2区は0.7±0.08kg/日、16週齢の1区は1.05±0.04kg/日、2区は1.0±0.16kg/日、20週齢の1区は1.32±0.13kg/日、2区は1.3±0.14kg/日、24週齢の1区は1.55±0.04kg/日、2区1.63±0.13kg/日であり、雄子牛同様、両区間の間には粗飼料の摂取量に有意な (P=0.05) 差が認められなかった。

表-10 子牛の粗飼料摂取量

性別	週齢 試験区	摂取量 (kg/day) 平均値±SD					
		4	8	12	16	20	24
雄	1	0.1±0	0.42±0.05	0.98±0.22	1.2±0.08	1.45±0.15	1.75±0.07
	2	0.1±0	0.42±0.04	0.72±0.07	1.15±0.11	1.4±0.16	1.72±0.09
雌	1	0.1±0	0.27±0.06	0.8±0.11	1.05±0.04	1.32±0.13	1.55±0.04
	2	0.1±0	0.29±0.07	0.7±0.08	1±0.16	1.3±0.14	1.63±0.13

n = 3  
SD: 標準偏差

3. 発育状況

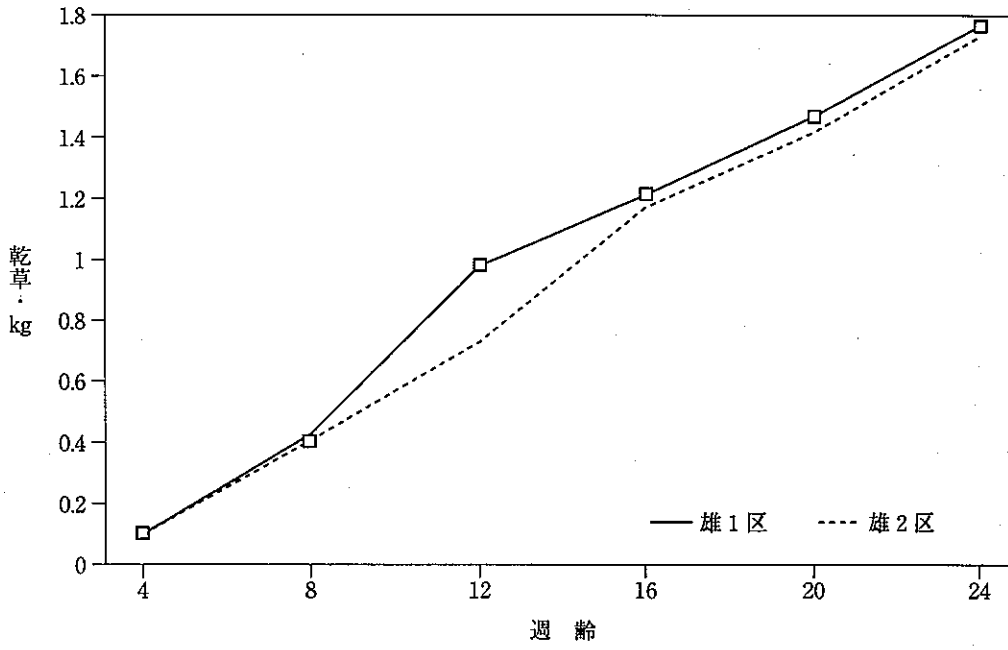
1) 子牛の体重

子牛の体重の変化は表-11および図-11に示したとおりである。

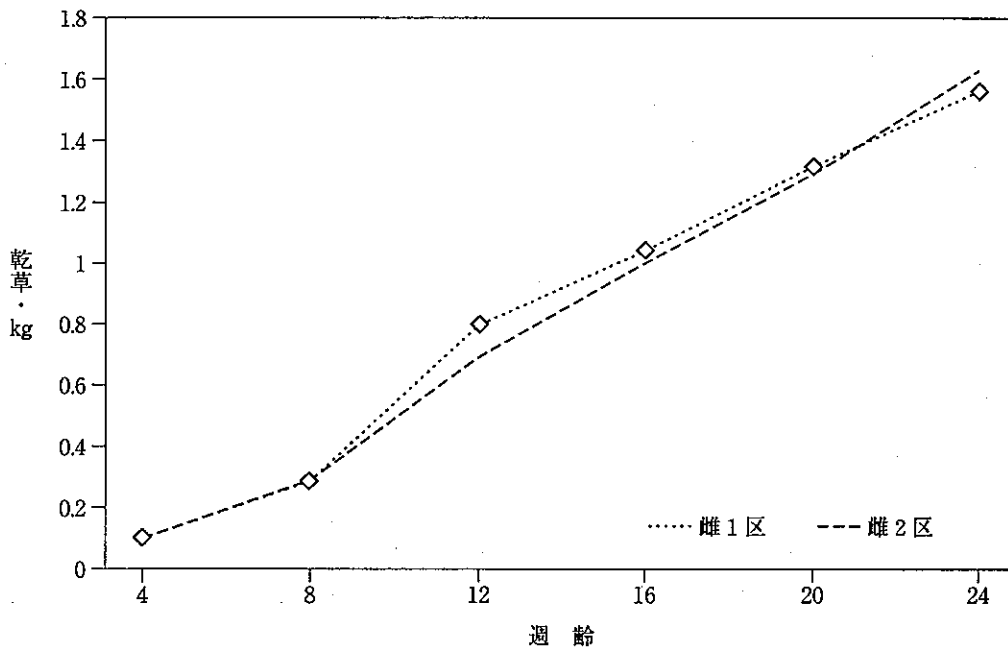
表-11 子牛の体重の変化

性別	週齢 試験区	体重 (kg) 平均値±SD						
		1	4	8	12	16	20	24
雄	1	40±2.9	59.1±1.4	85.7±2.3	113.5±1.5	152.5±4.1 a	195.5±4.5 a	231.1±4.1 a
	2	31.4±1.2	49.8±1.8	72.1±1.4	101±2	142.2±4.3 a	179.2±6.5 b	210.7±4.5 b
	3	38.5±1.1	57.6±3.1	79.9±2.2	104.8±3.7	127.5±1.6 b	150.8±5 c	176.8±3.9 c
	標準	38.6	59.2	89.8	119.8	149.7	179.6	209.6
雌	1	34.5±2.7	50.4±2.2	74.5±1.6	99.6±4.1	127±4.1	153.7±2.2	178.6±4.5 a
	2	32±3.7	48.6±2.5	72.6±1.6	96.2±3.3	125.8±1.7	151.6±4.9	176±2.5ab
	3	36±2.2	52.4±1.6	79.1±1.6	101.6±1.3	125.1±2.2	146±5.4	167.6±2.5 b
	標準	34	48.6	70.2	91.3	112.4	133.5	154.6

n = 3  
SD: 標準偏差  
1区: 母乳柵を利用した母子分離2ヶ月哺乳  
2区: 母乳柵を利用した母子分離3ヶ月哺乳  
3区: 母子同居3ヶ月哺乳  
肩文字の違いは区間で有意差を示す (a, b, c: p≤0.05)  
標準: 雄 (日本飼養標準・種雄牛)、雌 (日本飼養標準・雌牛)



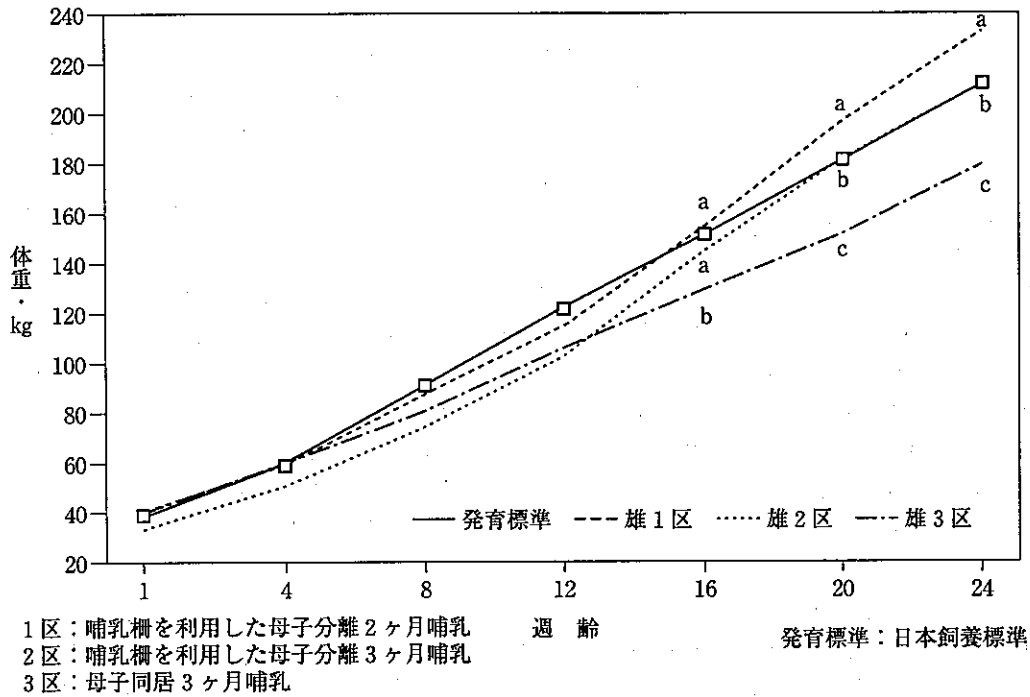
雄子牛の1日平均乾草摂取量



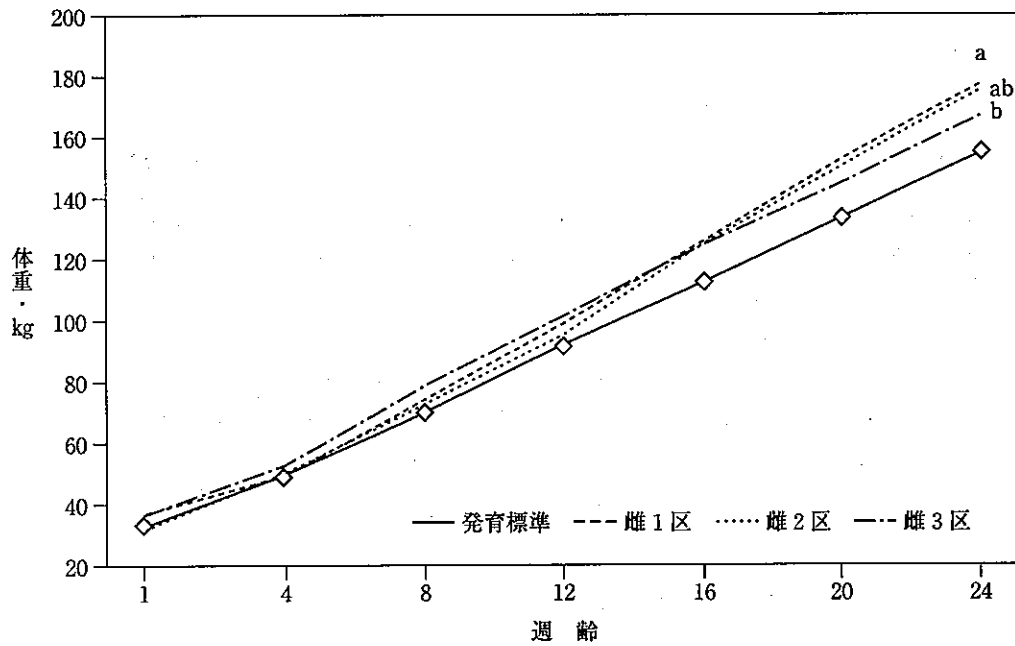
雌子牛の1日平均乾草摂取量

図10—子牛の粗飼料摂取量





雄子牛の体重の変化



雌子牛の体重の変化

図-11 子牛の体重の変化

日本飼養標準の種雄牛の発育標準値（12週齢の標準値119.8kg）と比較すると、1区113.5±1.5kg、2区101±2.0kg、3区104.8±3.7kgであり、各試験区とも劣っていた。しかし、16週齢になると標準値149.7kgに対し1区は152.5±4.1kg、2区は142.2±4.3kg、3区は127.5±1.6kgであり、1区が標準値を若干上回り、2区および3区では下回っていた。試験区間で比較すると3区が1区および2区に対して有意な（ $P < 0.05$ ）差に低い値を示した。20週齢では標準値179.6kgに対し1区は195.5±4.5kg、2区は179.2±6.5kg、3区150.8±5kgで1区および2区は標準値を上回った。区間比較では各区間に有意差（ $P < 0.05$ ）が認められた。24週齢では1区は231.1±4.1kg、2区は210.7±4.5kg、3区は176.8±3.9kgであり1区、2区が標準値（209.6kg）を上回った。各区間にはいずれも有意差（ $P < 0.05$ ）が認められた。一方、雌子牛においては日本飼養標準（雌牛の発育標準値）と比較すると、4週齢の標準値48.6kgを1区、2区、3区とも上回った。8週齢では70.2kgの標準値に対し、1区は74.5±1.6kg、2区は72.6±1.6kg、3区79.1±1.6kgであり、各試験区とも標準値を上回っていた。12週齢でも標準値91.3kgに対し1区は99.6±4.1kg、2区は96.2±3.3kg、3区は101.6±1.3kgであり各試験区とも上回っていた。16週齢でも標準値112.4kgに対し、1区は127±4.1kg、2区は125.8±1.7kg、3区は125.1±2.2kgであり各試験区とも上回った。20週齢では標準値133.5kgに対し1区は153.7±2.2kg、2区は151.6±4.9kg、3区は146±5.4kgであり各試験区とも子牛の体重は上回っていた。また、24週齢でも標準値154.6kgに対し、1区は178.6±4.5kg、2区は176±2.5kg、3区は167.6±2.5kgと標準値を上回りさらに1区は3区よりも有意に（ $P < 0.05$ ）良好な発育を示した。

## 2) 子牛の1日当り増体量（Daily Gain: DG）の推移

子牛の1日当りの増体重（DG）を表-12および図-12に示してある。雄子牛では試験1区および試験2区とも対照区に比べ12週齢までは、DGに有意（ $P < 0.05$ ）な差が認められなかったが、12週齢～16週齢および16週齢～20週齢では、対照区と比較し、DGは有意（ $P < 0.05$ ）に大きな値を示した。

一方、雌子牛では、試験期間を通じて試験1区および2区とも対照区に比べ増体重の大きい傾向を示すものの有意差（ $P < 0.05$ ）は認められなかった。

表-12 子牛の1日当り増体重

性別	週齢 試験区	DG (kg/day)			x ± SD		
		1～4	4～8	8～12	12～16	16～20	20～24
雄	1	0.96±0.07	0.95±0.05	0.99±0.05	1.39±0.15a	1.54±0.14a	1.27±0.15
	2	0.92±0.02	0.8 ±0.02	1.03±0.02	1.47±0.08a	1.32±0.08a	1.13±0.1
	3	0.96±0.1	0.8 ±0.12	0.89±0.12	0.81±0.78b	0.83±0.12b	0.93±0.09
	標準	1.03	1.09	1.07	1.07	1.07	1.07
雌	1	0.8 ±0.07	0.86±0.04	0.9 ±0.08	0.98±0	0.95±0.14	0.89±0.16
	2	0.83±0.05	0.86±0.04	0.84±0.06	1.06±0.03	0.92±0.12	0.87±0.08
	3	0.82±0.04	0.95±0	0.8 ±0.02	0.84±0.03	0.75±0.11	0.77±0.09
	標準	0.73	0.77	0.75	0.75	0.75	0.75

各区：n = 3

SD：平均値±標準偏差

肩文字の違いは区間で有意差を示す（a, b :  $p < 0.05$ ）

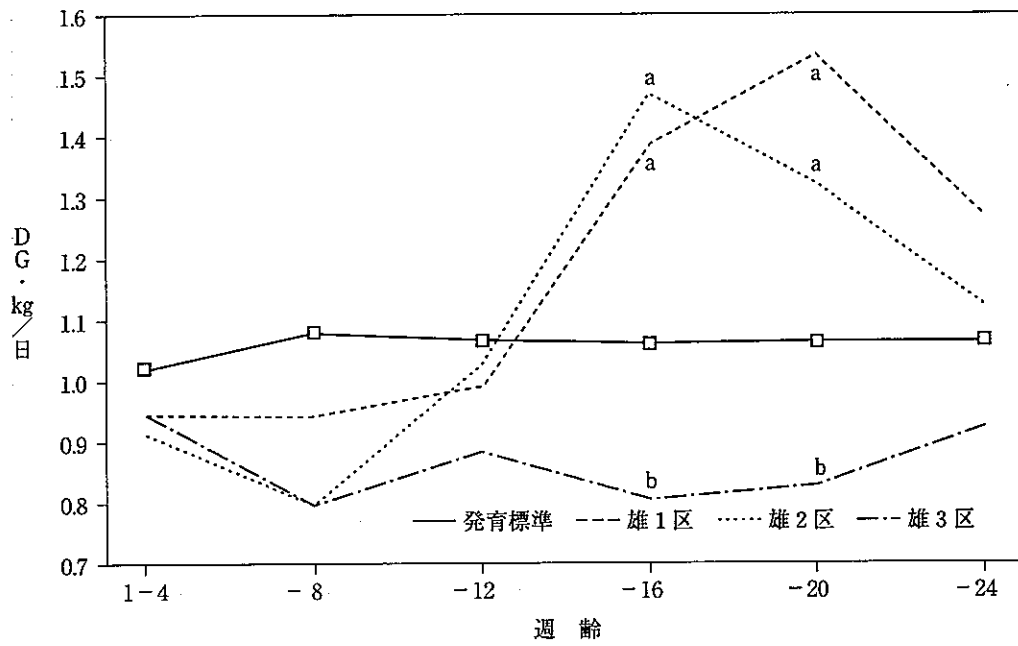
## 3) 子牛の体高

子牛の体高の変化を表-13および図-13に示してある。

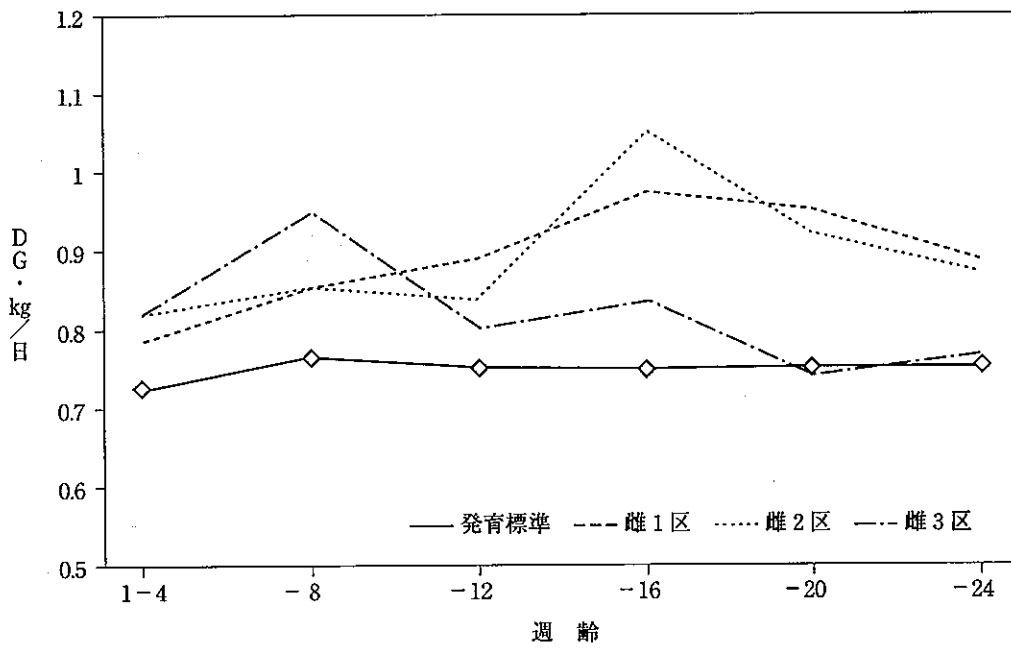
各試験区間の雄子牛 および 雌子牛とも 対照区との間には 有意（ $P = 0.05$ ）な差は認められなかった。

雄子牛の発育は日本飼養標準（発育標準値）と比較すると、1区の発育は良く24週齢では標準値の104.6cmを上回り105.1±2.0cmであった。2区および3区は標準値より低く2区は99.7±0.9cm、3区は101.3±1.5cmであった。

雌子牛の発育は日本飼養標準（発育標準値）と比較すると、1週齢では各区とも標準値を上回っていた。また、12週齢では標準値85.0cmに対し、1区は85.6±0.8cm、2区は84.6±1.1cm、3区は87.6±0.9cmと発育は良好であった。

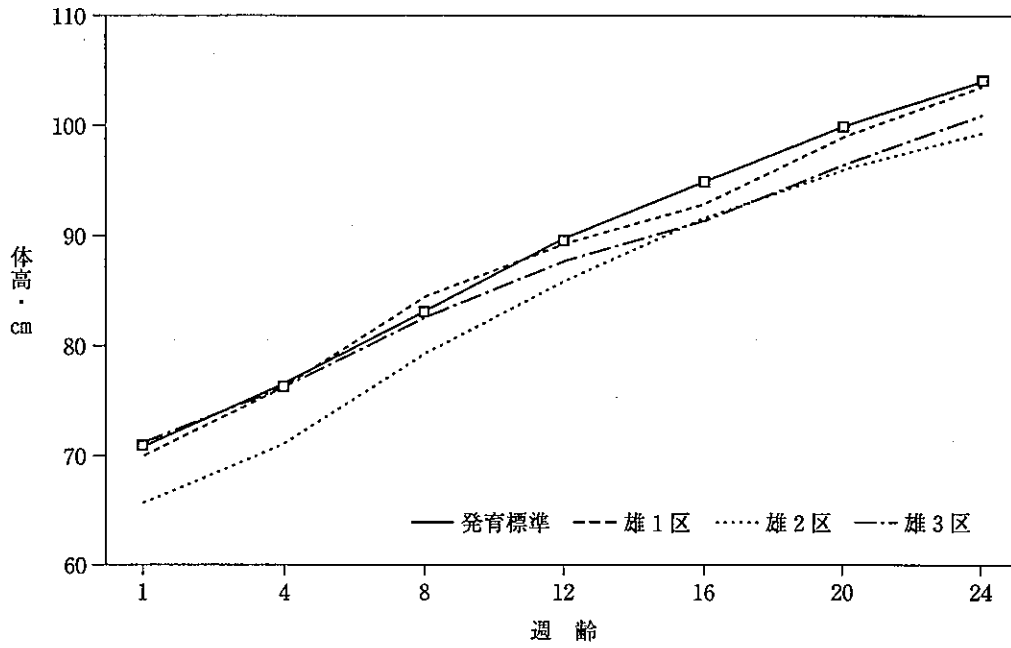


雄子牛のDGの変化

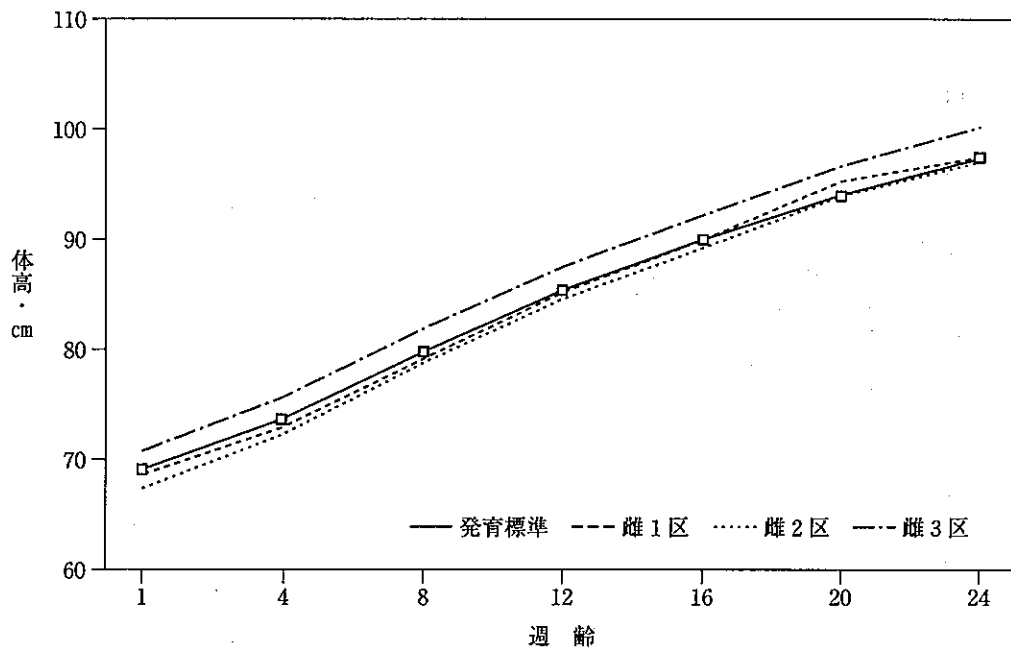


雌子牛のDGの変化

図-12 子牛の1日当り増体重



雄子牛の体高の変化



雌子牛の体高の変化

図-13 子牛の体高の変化

表-13 子牛の体高の変化

性別	週齢 試験区	体高 (cm)						平均値±SD	
		1	4	8	12	16	20	24	
雄	1	70.1±2	76.7±2.4	84.5±1.8	89.2±2	93±2.2	99.3±2.4	105.1±2	
	2	65.4±0.4	70.9±1.2	79.1±1.7	85.7±0.7	91.7±1.3	96.5±1.5	99.7±0.9	
	3	71.5±0.4	76.1±0.4	82.5±0.4	87.7±0.9	91.7±0.9	96.7±0.9	101.3±1.5	
	標準	71.2	76.4	83.4	89.6	95.1	100.1	104.6	
雌	1	68.3±0.5	72.6±0.8	79.1±1.1	85.6±0.8	91.4±1.1	95±1.6	98.1±0.7	
	2	67±0.8	71.9±0.4	78.7±0.2	84.6±1.1	90.3±0.9	94.4±1.2	97.9±0.6	
	3	70.4±0.4	75.4±0.8	81.7±0.4	87.6±0.9	92.5±0.8	97±1.1	100.5±0.9	
	標準	69	73.7	80	85	90.3	94.5	98.2	

各区：n = 3

SD：標準偏差

肩文字の違いは区間で有意差を示す (a, b, c : p &lt; 0.05)

### 第3節 考 察

左右を子牛房とするため、中心に哺乳柵を取り付けた牛舎構造にした理由は、母牛を入れ換えることで、母子2セットの飼育を可能とした。この場合、親子の子牛でない方の柵側をコンパネで閉鎖して、母牛以外の授乳を不可能とした。その結果、異なった母牛からの授乳による子牛の下痢の発生を防ぐことができること。また、母牛の哺乳期間中のスタンディングによる発情の発見を容易にするため母牛の2頭の群飼とした。

1. 各試験区の子牛の摂取乳量は日量で雄が平均 $6.2 \pm 0.4$ kg、雌が平均 $5.1 \pm 0.4$ kgであり、雌より雄が若干多い傾向系にあった。これは、雄子牛が雌子牛よりも生時体重が大きく、摂取乳量が多かったものと考えられる。また、摂取乳量の多いことが、その後の良好な発育につながっていると推察された。
2. 人工乳の摂取量においては、8週齢までは、試験1区（母子分離2ヶ月哺乳）および試験2区（母子分離3ヶ月哺乳）とも対照区に比べ、雄子牛および雌子牛とも差は認められなかった。また、雌雄間の差も認められなかった。しかし、12週齢になると雄子牛の試験1区では $2.1 \pm 0.08$ kg/日、試験2区では $1.2 \pm 0.37$ kg/日、雌子牛試験1区では、 $2.2 \pm 0.16$ kg/日、試験2区では $1.4 \pm 0.14$ kg/日であり、雄子牛および雌子牛とも12週齢では両区に有意差（ $P < 0.05$ ）が認められた。20週齢以降は、雄子牛の摂取量（1区 $4.2 \pm 0.16$ kg/日、2区 $4.6 \pm 0.33$ kg/日）、雌子牛の摂取量（1区 $3.4 \pm 0.16$ kg/日、2区 $3.4 \pm 0.16$ kg/日とも有意な差（ $P = 0.05$ ）は見られなかった。

#### 3. 子牛の粗飼料摂取

子牛の粗飼料摂取量は、生後1週齢頃から開始し、摂取量が増加し始めるのは試験1区および試験2区とも雄子牛は7週齢、雌子牛は8週齢を過ぎてからであり、それ以降は急速に増加した。粗飼料の摂取量では雌雄子牛とも人工乳の摂取量と異なり、試験区間に差が認められなかった。このことは、哺乳期間中の粗飼料の摂取意義は子牛の発育に必要な飼料成分の補給意義より、粗飼料の胃内における物理的条件の方が優先されるのではないかと思われる。

#### 4. 子牛の発育状況

- 1) 雄子牛の体重は試験1区（母子分離2ヶ月哺乳）、試験2区（母子分離3ヶ月哺乳）および試験3区（対照区）とも12週齢までは日本飼養標準値119.8kgに対し（試験1区 $113.5 \pm 1.5$ kg、試験2区 $101.07 \pm 2.0$ kg、3区 $104.8 \pm 3.7$ kg）劣っていたが、16週齢になると試験1区は、 $152.5 \pm 4.1$ kgと標準値149.7kgを上回り、20週齢では標準値179.6kgに対し、1区は $195.5 \pm 4.5$ kg、2区は $179.2 \pm 6.5$ kgと標準値を上回っていた。しかし、3区（対照区）は $150.8 \pm 5$ kgとやや発育が劣っていた。24週齢では標準値209.6kgに対し、試験1区は $231.1 \pm 4.1$ kg、試験2区 $210.7 \pm 4.5$ kgと発育は良好であった。また、3区（対照区）では $176.8 \pm 3.9$ kgとやや劣っていた。したがって、母子同居による自然哺育よりも母子分離による哺育の方が発育に対し意義のあることが立証された。

一方、雌子牛では試験1区、試験2区および試験3区（対照区）とも1週齢では、日本飼養標準の雌牛発育標

準値28.0kgに対し、試験1区は $34.5 \pm 2.7$ kg、試験2区は $32.0 \pm 3.7$ kg、試験3区（対照区） $36.0 \pm 2.2$ kgと各区とも発育良好で24週齢までの期間中標準値を下回るものはみられなかった。

24週齢で試験1区と試験3区（対照区）の間に有意差（ $P < 0.05$ ）が認められ、また、試験2区においても有意差は認められないものの対照区に比べ大きな体重を示していた。このように、母子同居の哺育、育成では子牛の発育は母子分離哺育・育成に比較して、その発育が劣ることが立証された。

#### 2) 子牛の1日増体量（Daily gain: DG）の推移

雄子牛のDGは12週齢までは、試験1区および試験2区とも、試験3区（対照区）に比べ有意な差は認められなかった。しかし、12週齢～16週齢および16週齢～20週齢において対照区と比べ、両試験区のDGは有意（ $P < 0.05$ ）に大きな値を示しており、極めて良い発育状態が得られたといえる。これは試験1区および試験2区とも早い時期から哺乳柵で母子を分離することにより、哺乳中から離乳に対する準備が徐々にできていたため、子牛にストレスを与えることなくスムーズに離乳が行われたことを示唆している。また、両試験区では母子を分離しているために子牛房の敷料の汚れが少なく、常に清潔であり、哺乳期に多発する下痢症などの疾患に罹患しなかったことに起因している。このように哺乳柵の利用が子牛の発育に好影響を与えていることを証明した。

#### 3) 子牛の体高

子牛の体高においては各試験区の雌雄とも対照区と比較して有意な差は認められなかった。このことは哺乳柵を用いるか否かの、哺乳の違いは子牛の体高には影響しないことが判明した。

### 第4節 小 括

黒毛和種子牛の早期離乳と母子分離が子牛の発育に好影響を与えているか否かを母子同居哺育と比較検討した。

- 1) 哺乳柵を設けることにより母子分離が容易となり、かつ早期離乳を行うことができた。
- 2) 母子分離により子牛の敷料が長期間清潔で、その結果、子牛の易感染性を克服でき下痢症などの対策が容易であった。
- 3) 子牛の発育は哺乳柵を利用した哺乳制限哺育をすることで発育が良好であった。とくに、離乳後の良好な発育が母子同居牛よりも顕著に認められた。

## 第4章 フリーストール方式における繁殖雌牛の産歴が子牛の発育および母牛の繁殖性に及ぼす影響

現在、広く慣行されている母子同居（母牛依存型）の飼育形態では人に慣れない牛にしてしまうばかりか、決して衛生的とはいえない環境下に離乳時の6ヶ月齢まで置かれている。このことが、子牛の易感染性を誘発し、下痢などの発症を多発させている。それ故、離乳時期の遅延が国内や鳥取県の和牛の子牛価格の低迷の原因の一つとして問題となっている。

すなわち、子牛の取引において、体重および体高が子牛の将来性（発育）の判断にされているが同時に、子牛の新しい環境への適応性および飼い易さと言った点も重視されようになってきた。したがって、先に述べた問題は価格など直接的な損益に大きく関係している。

また、哺乳期間が長くなればなるほど母牛の分娩後の繁殖機能の回復が遅れることになり、母子同居型の自然哺育では1年1産の連産維持が難しくなっている。これらに関する報告は、大石ら [21]、大久保ら [22]、岡野ら [23] 島田ら [30]、[31]、[32]、[33]、野田ら [17] [18]、鈴木ら [51]、山本ら [55]、吉田ら [56]、井上ら [52] 守屋ら [53]、西田ら [54] がしている。

本章では第2章および第3章でフリーストール方式による飼育管理は、これまでの母子同居方式の飼育管理に比べより優れていることを証明したが、前述の問題をさらに踏み込んで究明するために、肉用牛の繁殖効率の影響する飼養管理に関する報告は、高橋ら [42]、田崎ら [44]、塚本ら [46]、吉田ら [49] が報告しているが、母牛の産歴別による子牛の摂取乳量、人工乳摂取量、発育および母牛の繁殖性について検討した。

### 第1節 実験材料及び方法

#### 1. 試験区の設定

産歴別による各試験は、図-14に示すとおりである。

試験期間は24週齢までとし、試験期間中の子牛の摂取乳量、人工乳摂取量、発育および母牛の発情回帰を検討した。

各試験区の供試牛は黒毛和種親子16組を用い、子牛の雌および雄各2頭ずつを産歴ごと（初産・2産・3産・4産以上）に4組割付けた。なお、分娩後1週間はいずれも母子同居とし、2週齢からは哺乳柵を利用した哺乳制限哺育を開始し、離乳は12週齢で行った。

#### 2. 哺乳方法

哺乳方法と母子牛への飼料給与方法は第3章第1節4の哺乳方法に示す同じ方法で行った。

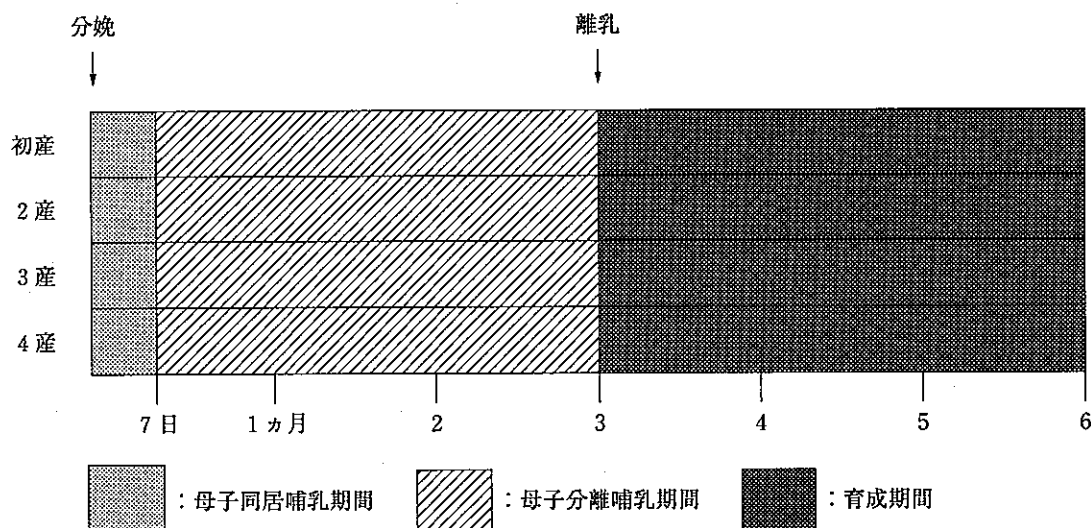


図-14 繁殖雌牛産歴別哺乳による子牛発育試験

母牛への濃厚飼料給与法として、授乳期間中は分娩前2kgの2倍量4kgとし、離乳2週間前を分娩前の量に戻し、離乳後2週間は無給与、2週以降は1kgとした。粗飼料（チモシー乾草）は試験期間を通じて一律6.0kgとし、子牛への飼料給与は人工乳および粗飼料とも飽食摂取させた。

### 3. 観察項目

観察項目は産歴ごとに子牛の摂取乳量、人工乳摂取量、発育および母牛の繁殖性について検討した。

#### 1) 子牛の摂取乳量

子牛の摂取乳量は授乳前と授乳後の体重差から求め、哺乳期間は12週齢（3ヶ月齢）までとした。

#### 2) 子牛の人工乳摂取量

人工乳摂取量は飽食として随時追加し、その追加量から求めた。給与および測定期間は12週齢（3ヶ月齢）までとした。

#### 3) 子牛の発育

子牛の発育は体重の増加と1日当たりの増体量から評価した。なお、体重は朝の哺乳前に測定した。

#### 4) 母牛の繁殖性

母牛の繁殖性は発情回帰と受胎日数から評価し、発情の確認はスタンディング行為から判断した。

なお、人工授精は分娩後30日以前の場合、受胎率は低いとの田辺ら [44] の報告もあることから、初回発情が30日以前の場合は人工授精を行わなかった。

### 4. 統計学的解析

各群の平均値の差の検定は先ず分散の検定を行い、分散が等しい場合には Tukey の多重比較検定、分散に有意差 ( $P < 0.05$ ) がある場合には Fisher の最小有意差法 (Fisher's least significant difference: LSD) を用いて行った。

## 第2節 実験成績

### 1. 子牛の摂取乳量

哺乳期間中の雄子牛の摂取乳量の推移は表-14および図-15に、また、雌子牛の摂取乳量の推移を表-15および図-16に示してある。各区の雌雄とも、発育に伴い漸次微増し生後6週齢でピークとなるが、それ以降は徐々に下降した。ピーク時（6週齢）の平均値は、雄子牛で初産区および2産区が6.4kg/日、3産区が6.7kg/日、4産区は6.6kg/日であった。雌子牛では初産区および2産区が6.2kg/日、3産区6.7kg/日、4産区6.3kg/日であった。

6週齢を境に子牛1日の摂取乳量は減少するが、とくに母牛の産歴が4産以上（4区）の子牛の摂取乳量は他の経産牛の子牛（雌雄とも）に比べ低い傾向をしめしていた。

### 2. 人工乳摂取量

雄子牛の人工乳摂取量の推移を表-16および図-17に、また、雌子牛の人工乳摂取量の推移表-17および図-18に

表-14 雄子牛の母乳摂取量

産 歴	週 齢 子牛番号	摂 取 量 (kg/day)										
		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
初 産	1	5.2	6.0	6.2	6.2	6.6	6.4	6.4	6.2	6.4	6.2	5.6
	2	5.0	5.3	5.9	5.8	6.2	6.2	6.3	6.5	6.1	6.1	5.4
	平 均	5.1	5.7	6.1	6.0	6.4	6.3	6.4	6.4	6.3	6.2	5.5
2 産	1	5.4	5.8	6.2	6.2	6.4	6.4	6.4	6.4	6.4	6.2	6.0
	2	5.1	5.6	5.9	5.8	6.3	6.0	6.3	6.0	6.0	5.7	5.3
	平 均	5.3	5.7	6.1	6.0	6.4	6.2	6.4	6.2	6.2	6.0	5.7
3 産	1	5.5	6.0	6.4	6.4	6.6	6.4	6.4	6.4	6.4	6.0	5.6
	2	5.1	5.7	5.9	5.9	6.7	6.3	6.1	6.2	5.9	6.2	5.7
	平 均	5.3	5.9	6.2	6.2	6.7	6.4	6.3	6.3	6.2	6.1	5.7
4 産以上	1	5.4	6.0	6.4	6.4	6.5	6.4	6.2	6.2	6.0	5.8	5.4
	2	5.3	5.9	6.4	6.1	6.6	6.1	5.8	5.7	5.6	5.6	5.3
	平 均	5.4	6.0	6.4	6.3	6.6	6.3	6.0	6.0	5.8	5.7	5.4



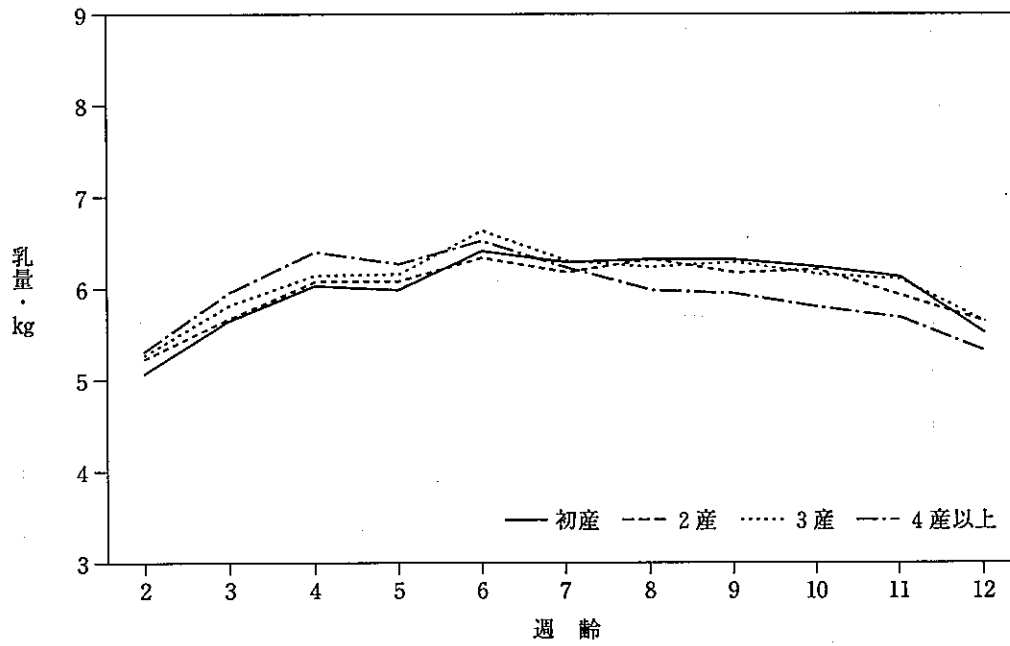


図-15 雄子牛の母乳摂取量

表-15 雌子牛の母乳摂取量

産 歴	週 齢 子牛番号	摂 取 量 (kg/day)										
		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
初 産	1	5.2	5.4	5.8	5.8	6.2	6.2	6.0	6.0	6.0	6.8	5.6
	2	4.6	5.3	5.6	5.7	6.1	6.0	5.8	5.7	5.6	4.5	5.2
	平 均	4.9	5.4	5.7	5.8	6.2	6.1	5.9	5.9	5.8	5.7	5.4
2 産	1	5.0	5.6	5.8	6.0	6.4	6.4	6.2	6.2	6.2	6.0	5.6
	2	4.6	5.6	5.6	5.9	6.0	5.9	5.9	5.9	5.9	5.7	5.4
	平 均	4.8	5.6	5.7	6.0	6.2	6.2	6.1	6.1	6.1	5.9	5.5
3 産	1	5.4	6.0	6.0	6.2	6.6	6.6	6.2	6.2	6.2	6.2	5.6
	2	5.0	5.6	5.8	6.0	6.2	5.9	6.0	5.9	5.9	5.6	5.3
	平 均	5.2	5.8	5.9	6.1	6.4	6.3	6.1	6.1	6.1	5.9	5.5
4産以上	1	5.6	6.0	6.0	6.2	6.2	6.2	6.0	6.0	5.8	5.8	5.4
	2	5.3	5.8	0.9	5.9	6.3	5.8	5.5	5.6	5.0	5.4	5.1
	平 均	5.5	5.9	3.5	6.1	6.3	6.0	5.8	5.8	5.4	5.6	5.3

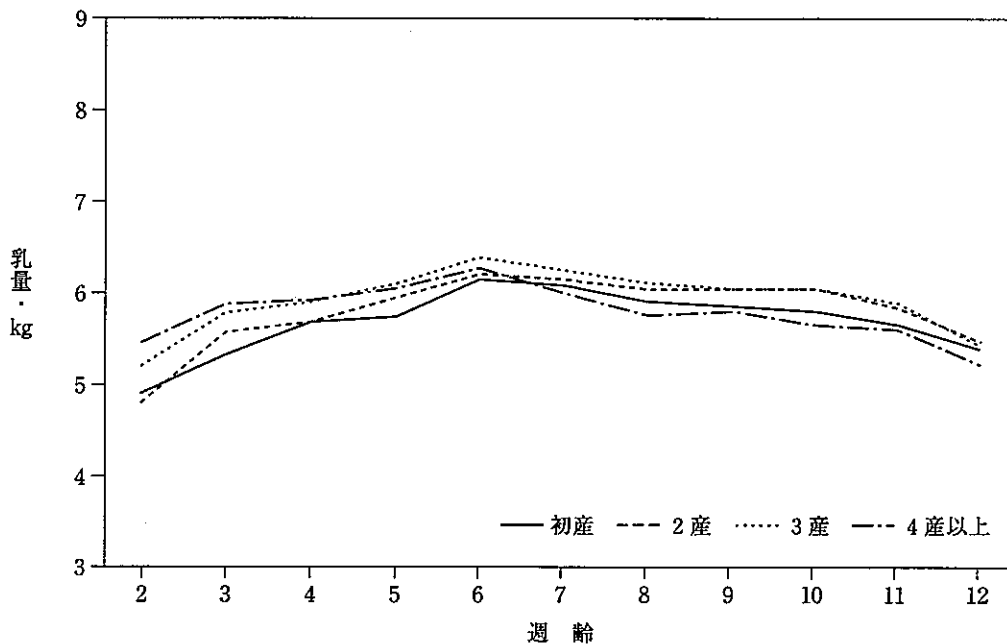


図-16 雌子牛の母乳摂取量

表-16 雄子牛の人工乳摂取量

産 歴	週 齢 子牛番号	摂 取 量 (kg/day)					
		7	8	9	10	11	12
初 産	1	0	0.10	0.40	0.60	0.80	2.00
	2	0	0.11	0.20	0.34	0.69	1.62
	平 均	0	0.11	0.30	0.47	0.75	1.81
2 産	1	0.05	0.30	0.40	0.54	0.80	1.40
	2	0.07	0.13	0.20	0.40	0.69	0.94
	平 均	0.06	0.22	0.30	0.47	0.75	1.17
3 産	1	0	0.30	0.40	0.50	1.00	1.50
	2	0	0.23	0.20	0.35	0.79	1.39
	平 均	0	0.27	0.30	0.43	0.90	1.45
4 産以上	1	0	0.08	0.16	0.46	0.60	1.15
	2	0	0.05	0.14	0.39	0.51	0.85
	平 均	0	0.07	0.15	0.43	0.56	1.00

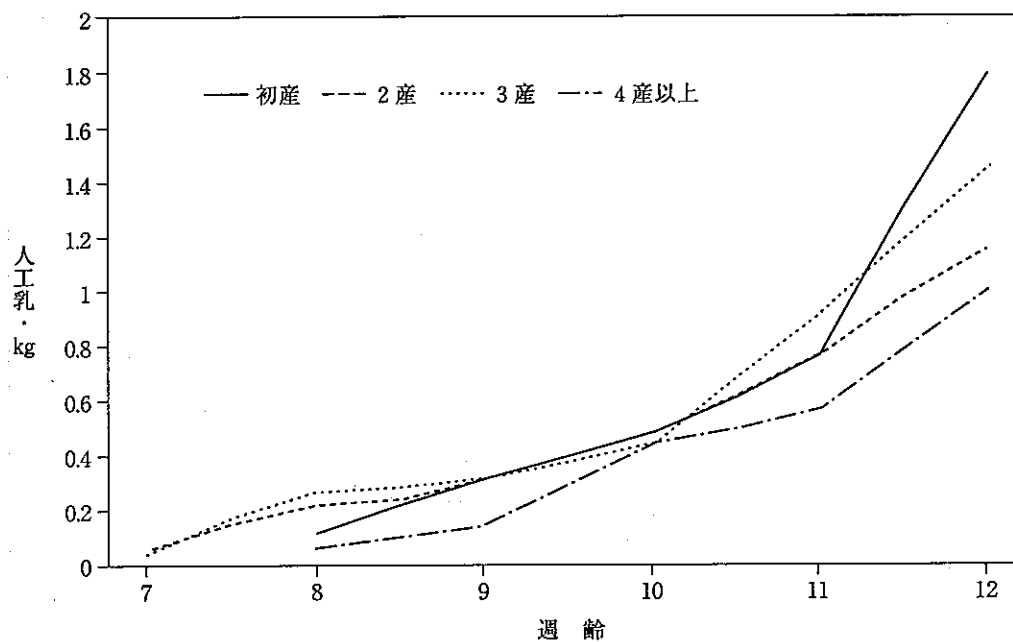


図-17 雄子牛の人工乳摂取量

表-17 雌子牛の人工乳摂取量

産 歴	週 齢 子牛番号	摂 取 量 (kg/day)					
		7	8	9	10	11	12
初 産	1	0	0.18	0.25	0.30	0.60	1.04
	2	0	0.16	0.18	0.21	0.51	0.96
	平 均	0	0.17	0.22	0.26	0.56	1.00
2 産	1	0	0.08	0.16	0.35	0.50	1.02
	2	0	0.05	0.10	0.33	0.39	0.98
	平 均	0	0.07	0.13	0.34	0.45	1.00
3 産	1	0.08	0.22	0.30	0.50	0.80	1.30
	2	0.12	0.21	0.25	0.47	0.77	1.25
	平 均	0.1	0.22	0.28	0.49	0.79	1.28
4 産以上	1	0	0	0.20	0.30	0.36	0.80
	2	0	0	0.18	0.21	0.32	0.60
	平 均	0	0	0.19	0.26	0.34	0.70

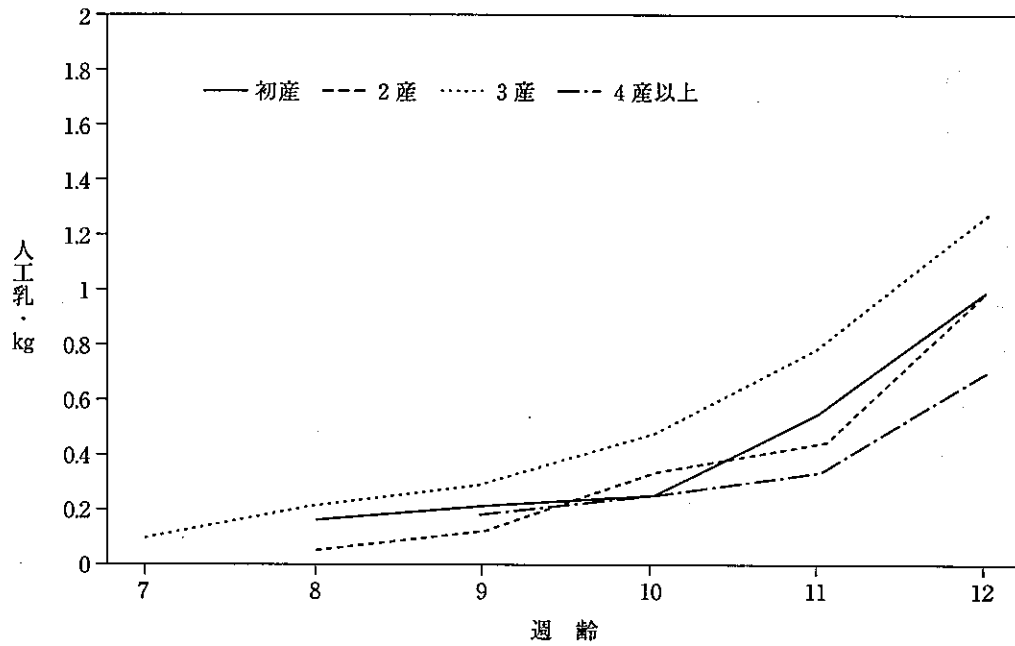


図-18 雌子牛の人工乳摂取量

示してある。

人工乳を摂取し始める時期は雄子牛では、初産区と4産以上区が2産（7週齢）および3産区（7週齢）と比較して1週齢（8週齢）遅い摂取の開始であった。また、雌子牛では人工乳摂取時期が初産区および2産区の8週齢および3産区の7週齢に比べ4産以上区では9週齢とさらに遅い摂取の開始であった。

### 3. 発 育

#### 1) 子牛の1日当たり増体量 (Daily gain: DG) の推移

母牛の産歴別による雄子牛のDGの推移について表-18および図-19に、また、雌子牛のDGの推移について表-19および図-20に示してある。

雄子牛のDGの推移は、母牛が4産以上の産歴を有する場合、初産、2産および3産の産歴を有する母牛の子牛に比べ有意差 (P=0.05) はないものの低い平均値であった。一方、雌子牛の場合は、4産歴以上の母牛の子牛の1日当たり増体量は他の群の子牛に比べてとくに低いことはなかった。

表-18 雄子牛の1日当たり増体重

産 歴	週 齢 子牛番号	D G (kg/day)					
		1~4	4~8	8~12	12~16	16~20	20~24
初 産	1	1.24	0.97	1.09	1.26	1.21	1.14
	2	1.28	0.94	0.92	1.16	1.21	0.99
	平 均	1.26	0.96	1.01	1.21	1.21	1.07
2 産	1	1.33	1.00	0.90	1.14	1.36	1.04
	2	1.18	1.01	0.75	1.29	1.17	0.96
	平 均	1.26	1.01	0.83	1.21	1.26	1.00
3 産	1	1.05	0.93	1.00	1.18	1.35	1.19
	2	1.43	0.84	1.01	1.08	1.10	1.25
	平 均	1.24	0.89	1.01	1.13	1.23	1.22
4産以上	1	1.22	0.87	0.79	1.14	1.21	0.93
	2	1.14	0.96	0.76	1.08	0.99	1.07
	平 均	1.18	0.91	0.78	1.11	1.10	1.00

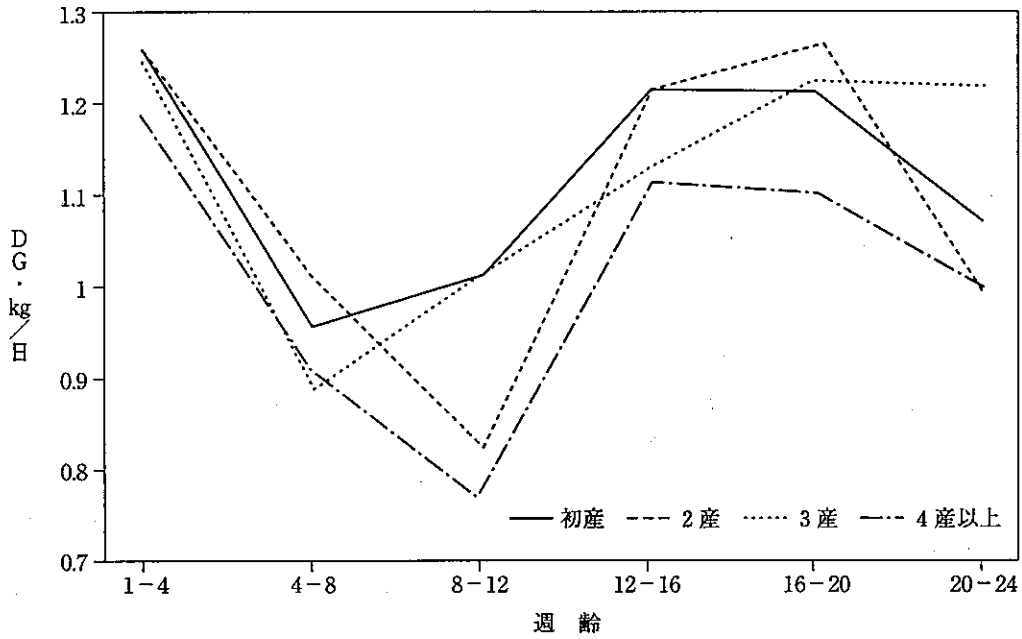


図-19 雄子牛の1日当り増体重

表-19 雌子牛の1日当り増体重

産歴	週齢 子牛番号	DG (kg/day)					
		1~4	4~8	8~12	12~16	16~20	20~24
初産	1	0.91	0.82	0.67	1.01	1.07	0.79
	2	1.11	0.77	0.64	0.95	0.84	0.94
	平均	1.01	0.80	0.66	0.98	0.96	0.86
2産	1	1.20	0.92	0.68	1.05	1.06	0.99
	2	1.06	0.98	0.72	0.76	0.96	0.96
	平均	1.13	0.95	0.70	0.91	1.01	0.98
3産	1	1.29	0.93	1.08	1.24	1.02	0.85
	2	1.20	0.97	1.01	1.06	0.84	0.83
	平均	1.24	0.95	1.04	1.15	0.93	0.84
4産以上	1	1.03	0.90	0.79	0.96	1.04	0.89
	2	1.10	0.76	0.82	0.90	0.96	0.78
	平均	1.07	0.83	0.80	0.93	1.00	0.84

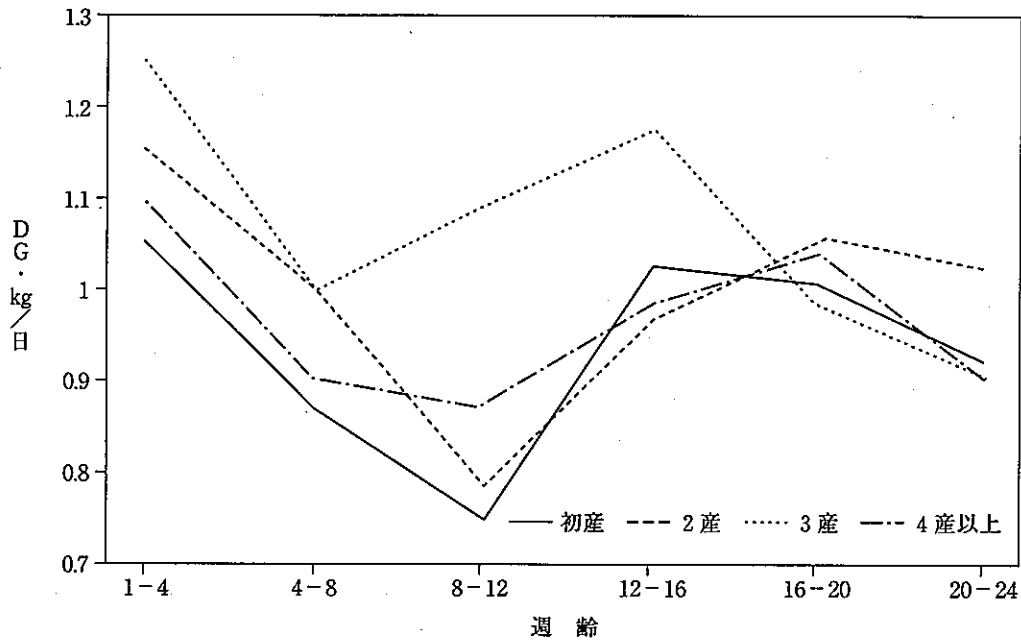


図-20 雌子牛の1日当り増体重

表-20 産歴別子牛の發育

雄 (kg)

週 齢	初 産	2 産	3 産	4 産以上
	平均値±SD	平均値±SD	平均値±SD	平均値±SD
生 時	31.0±1.6	32.5±1.8	34.5±1.5	32.5±1.7
1	39.3±1.7	43.0±1.0	38.5±5.5	36.5±1.5
4	65.7±1.3	69.4±2.6	64.5±1.5	61.3±1.7
8	92.5±1.5	97.6±2.4	89.3±2.7	86.9±1.2
12	120.6±4.4	120.7±4.3	117.5±2.5	108.6±1.4
16	154.6±5.4	154.7±2.3	149.1±3.9	139.7±2.3
20	188.5±5.5	190.0±5.0	183.4±6.6	170.5±5.5
24	218.4±7.6	218.0±6.0	217.5±6.5	198.5±3.5

SD：標準偏差

n = 3

雌 (kg)

週 齢	初 産	2 産	3 産	4 産以上
	平均値±SD	平均値±SD	平均値±SD	平均値±SD
生 時	29.0±1.6	30.0±1.5	31.5±1.5	27.0±1.8
1	35.9±4.1	38.4±1.6	41.7±1.3	33.4±2.6
4	57.2±2.8	62.1±2.9	67.8±2.2	55.8±2.2
8	79.5±3.5	88.7±2.3	94.4±1.6	79.2±3.8
12	97.9 a ±3.1	108.3ab±1.7	123.6 b ±2.4	101.6 a ±3.4
16	125.3 a ±4.7	133.7ab±5.3	155.8 b ±5.2	127.6ab±4.4
20	152.1±7.9	162.1±6.9	181.8±7.2	155.6±5.4
24	176.2±5.8	189.5±7.0	205.3±7.7	179.0±7.0

a, b : 肩文字の違いは有意差を示す (p < 0.05)

## 2) 産歴別子牛の発育

産歴別の生時体重およびその後の子牛の体重（発育）の変動値を表-20に示してある。雄子牛の生時体重は、母牛が初産の場合31.0kg、母牛が2産の場合32.5kg、母牛が3産の場合34.5kg、母牛が4産の場合32.5kgであった。雌子牛の生時体重は、初産母牛の子牛では29.0kg、2産母牛の子牛では30.0kgおよび3産母牛の子牛では31.5kgであったのに対し、4産以上の母牛の子牛では27.0kgと小さい体重であった。

また、セリ市場に出す6ヶ月齢での雄子牛の体重を比較すると初産母牛の子牛が218.4kg、2産母牛の子牛は218.0kg、3産母牛の子牛は217.5kg、4産以上の母牛の子牛は198.5kgであった。また、雌子牛の6ヶ月齢の体重比較では初産母牛の子牛が176.2kg、2産母牛の子牛は189.5kg、3産母牛の子牛は205.3kg、4産母牛の子牛は179.0kgであり、4産以上産歴を持つ母牛から産まれた雌子牛は、雄子牛の場合と同様に2産歴および3産歴以下の産歴母牛から産まれた子牛と比べ発育が劣っていた。

このように雄および雌子牛とも4産以上の産歴を持つ母牛から産まれた子牛は生時体重およびセリ市場に出す6ヶ月齢体重のいずれも3産歴以下の母牛から産まれた子牛と比べて発育が劣っていたといえる。

## 4. 母牛の繁殖性

産歴別の母牛の繁殖性は表-21に示してある。哺乳期間中の母牛の分娩後の初回発情までの日数、受胎に要した日数および人工授精回数を産歴別に比較検討した。

初回発情までの日数は初産母牛では30.2±5.51日、2産母牛では30.5±4.83日、3産母牛では30.5±5.34日および4産以上の母牛では32.6±6.28日であった。4産以上の母牛は初産、2産および3産母牛と比べて統計学的に有意差（ $P=0.05$ ）はないものの初回発情は遅れる傾向がみられた。

受胎日数については、初産母牛では61.8±8.4日、2産母牛では62.3±8.43日、3産母牛では62.6±7.3日および4産以上の母牛では71.3±5.48日であり、4産以上の母牛において受胎日数が有意差（ $P=0.05$ ）はないものの遅れる傾向がみられた。

人工授精回数は初産母牛では1.82±0.18回、2産母牛では1.83±0.71回、3産母牛では1.84±0.56回および4産以上の母牛では2.82±0.54回であり、4産以上の母牛において有意差（ $P=0.05$ ）はないものの人工授精回数の多い傾向がみられた。

表-21 産歴別の母牛の繁殖性

区 項目	1 産 歴	2 産 歴	3 産 歴	4 産歴以上
	平均±SD	平均±SD	平均±SD	平均±SD
初回発情日数	30.2 5.51	30.5 4.83	30.5 5.34	32.6 6.28
受 胎 日 数	61.8 8.24	62.3 8.43	62.6 7.31	71.3 5.48
人工授精回数	1.82 0.18	1.83 0.71	1.84 0.56	2.82 0.54

n = 16

## 第3節 考 察

フリーストール方式における繁殖雌牛の産歴別哺乳が子牛発育への影響および母牛の繁殖性への影響について検討した。その結果、母牛の産歴に関係なく子牛の摂取乳量は雄および雌子牛とも生後6週齢でピークを示している。その後、人工乳の摂取量増加に伴って摂取乳量は減少する。これらの現象は、母牛の分娩後の泌乳量減少に伴うものであり、子牛の離乳時期は8週齢から12週齢にあるといえる。

1. 母牛の産歴が4産以上の子牛の摂取乳量は6週齢を境に急激に減少してくる。このことは産歴が4産以上の牛になると、その泌乳最盛期間が3産歴以下の牛に比較して短かく、しかも泌乳量の減少速度も速い傾向にあることを示すものである。
2. 母牛が4産以上の産歴を有する子牛の人工乳摂取量は6週齢ないし7週齢から他の区と比べ少ない傾向がみられる。また、人工乳の摂取開始時期も3産歴以下の子牛に比べ1週齢遅く、摂取量も少ない。このことから子牛は母牛からの摂取乳量の低下による栄養の代替えとして人工乳を摂取し始めるとは考えられず、むしろ母乳の摂取乳量の多い子牛の方が消化機能の発達が早く、人工乳の摂取は早い時期から行われると推察される。
3. 子牛の1日当たり増体重（DG）においては12週齢、つまり離乳前のDGがいずれも低下している。これは離乳に

備え母牛の濃厚飼料の給与量を減らした影響で授乳量が低下したことと、離乳のストレスなどが、子牛の発育に影響を与えたためだと推察される。離乳時期には人工乳摂取量が徐々に増加してゆくが、それが増体にはつなげていない。しかし、離乳後の DG は飛躍的に向上し、人工乳を積極的に摂取し始める。このことが、その後の増体に大きく影響していることは明らかである。

また、母牛の産歴を問わず生時体重の大きな子牛ほど24週齢の体重も大きい傾向にあった。

さらに、4産以上の産歴を有する母牛の子牛は、雌子牛の場合生時体重も小さく、また、セリ市場に出す24週齢においても3産以下の産歴母牛の子牛に比べ発育が劣る傾向にあった。

4. フリーストール方式により哺乳の制限された産歴別母牛の繁殖性の特色を明らかにした。すなわち、初回発情までの日数は4産以上の産歴を持つ母牛が3産歴以下の母牛よりも日数を必要とした。また、受胎日数においても4産以上の産歴母牛が3産以下の母牛に比べ多くの日数を要した。さらに、人工授精回数においても4産以上の産歴を持つ母牛の人工授精回数が多い傾向を示していた。しかし、このことは4産以上の産歴母牛が3産歴以下の母牛に比べ発情が不明瞭であったことから飼育管理者が発情を見落とした可能性も含まれる。また、哺乳中であったために無発情排卵が起こっていたことも考えられる。

一般に産歴の若い牛、特に初産牛では発情回帰や受胎が遅れる傾向にあるが早期離乳することで、2産牛および3産牛との間に発情回帰や受胎に差がみられなかった。このことから、哺乳柵を利用した制限哺乳は発情回帰の促進効果があったことを示唆するものである。

このように、4産歴以上の牛の繁殖性は3産歴以下の牛に比べ、その成績は劣るものと考えられる。また、フリーストール方式による哺乳制限哺育、すなわち、早期離乳効果は初産牛の繁殖性の低さを改善させる飼育法であることも示唆した。

#### 第4節 小 括

フリーストール方式飼育における繁殖雌牛の産歴が子牛の発育および母牛の繁殖性に対する影響について検討した。

1. 発育の良好な牛は、生時体重も大きくかつ母乳摂取量、人工乳摂取量が多い傾向にあった。
2. 4産以上の産歴母牛は泌乳最盛期間が短く、その後の泌乳量の減少も早い傾向にあった。
3. 母牛の繁殖性は4産以上の産歴を持つ牛では低下する傾向にあった。
4. 母牛が4産以上の産歴を有する子牛の発育が、それ以下の産歴の子牛に比べて若干劣っていたが、これは子牛の生時体重には差がほとんど認められなかったことから、産歴を経ると産まれる子牛が小さいというのではなく、母牛の授乳量が低下したために発育不良が起こったものと推察される。

このように、哺育期間中の授乳量が発育に大きく影響していることが判明した。離乳直後の発育低下を最小限にするためにも、子牛の養分要求量、最適な哺乳量をより明確にし、離乳後の発育の回復を促すために粗飼料・人工乳の採食量を増加させてゆく必要がある。

5. 哺乳柵利用により早期に離乳を行うことで、母牛は本来の体調、健康状態の回復が速まり、発情回帰や受胎などの繁殖性が母子同居飼育方式に比べ向上する。また、2組の母子を群飼することで、発情の発現を見落とす危険も回避でき、哺乳柵を利用した制限哺育は1年1産の連産維持のために有効な方法であることを立証した。



## 第5章 総 括

最近、1991年の牛肉の輸入自由化以来、国内の枝肉価格の下落に伴い、子牛価格はその後低迷を続け、肉用牛の生産構造の弱体化が進行している。とりわけ、黒毛和種の生産は役用牛時代の有畜農業を主目的とした生産方式から脱却することなく、1～2頭の小規模生産が大半を占め、しかも、生産費の低減対策に関する技術改善の立ち遅れが顕著であり、乳牛のそれと比較しても歴然としている。

一方、鳥取県をはじめとした中国地域は旧来から黒毛和種の生産基地として優良な黒毛和種を供給してきた。それ故、今後も地域資源としての生産を核とした中山間地農業の活性化が期待されている。しかしながら肥育素牛価格が高いため（牛肉生産費の約60%）、牛肉の国際競争力の強化の支障となっている。したがって、牛肉生産においては肥育素牛価格の低減化を図ることが重要である。肥育素牛価格が高い理由のひとつに、繁殖農家における子牛生産費のうち、労働費が54%に達していることがあげられる。そこで、筆者はこの労働費を大幅に低減できる生産システムを構築することが極めて重要な課題と考え、新たな繁殖牛の飼養管理、子牛の哺乳育成のシステム化への基礎的研究を行った。

筆者は繁殖牛および子牛の合理的哺乳育成のシステム化にはフリーストール方式が適しているのではないかと考えた。本研究の目的は、繁殖牛群管理の合理的飼養管理法として、フリーストール方式による繁殖牛の飼養管理を基礎的に研究するため、第1章として、フリーストール牛舎の規格および牛の馴致方法を検討した。第2章として、フリーストール方式における雌和牛の飼養管理における有用性について究明した。第3章として、子牛の哺乳方法として哺乳柵を利用した母子分離による哺乳、育成、早期離乳について追究した。第4章に第2章および第3章で明らかとなった哺乳制限哺育の方法により、繁殖牛の産歴別による哺乳が子牛への影響および母牛の繁殖性への影響について追究した。このような本研究は子牛生産の合理化を可能にするための新たな繁殖牛の飼養管理の構築および子牛哺育育成のシステム化に向けて基礎的かつ重要な研究である。

フリーストール方式の飼養管理技術については乳牛における小泉ら[11]、中島ら[15]の報告があるが、和牛のフリーストール方式による繁殖牛の飼養管理についての報告は全く見られない。また、乳牛のフリーストールの構造をそのまま応用できない問題も残されている。そこで、筆者は和牛のフリーストール方式による雌和牛の飼養管理に関し、その基礎的研究から有用性を立証した。

### I. フリーストール方式による雌和牛の飼養管理技術の開発

繁殖雌牛の新たな飼養管理システムについて検討した。

#### 1. 牛の体格とストール規格の関係、牛のストール内での休息馴致方法および休息位置

1) 雌和牛が容易に横臥でき、通路側へ向くことなく、正しく通路へ排糞・排尿を行わせるためのストール規格を明らかにした。その規格は体高100-112cm・体重250-300kgでストール幅80cm・牛床の長さ170cm、体高113-120cm・体重301-400kgでストール幅90cm・牛床の長さ170cm、体高121-127cm・体重401-500kgでストール幅100cm・牛床の長さ180cm、体高127cm以上・体重501-600kgでストール幅110cm・牛床の長さ180cmが最適であった。このため、ストールを可動式にし、牛の発育に応じてストールの幅と長さを調節することの重要性が明らかとなった。

2) ストール内への休息馴致方法および休息位置について検討した結果、放水による馴致区は馴致開始後30日を経過しても15頭中7頭がストール内に休息したに過ぎなかった。その後の観察でも馴致区は全頭馴致できなかったが無馴致区は約半数がストール内休息をしなかった。このことからストール内への休息馴致の必要性が証明された。

#### 2. 単房牛舎、フリーバーン牛舎の3方式における牛の行動、繁殖性および飼養管理のための労働時間の比較

1) 3方式の牛舎における24時間中の牛の行動パターン、すなわち採食形活動形、休息形の3形態のそれぞれ占める割合は3方式間で差があり、特に、フリーストール牛舎では他の方式より行動形をとる時間後多かった。

2) フリーバーン牛舎およびフリーストール牛舎は単房牛舎に比べていずれも発情の発見が容易で、乗駕行動により的確な発見が可能であった。

3) 飼養管理のための労働時間として飼料給与時間、糞尿処理時間および飼養管理全体の作業時間数（15頭規模に換算）について比較検討した結果1日の労働時間は単房牛舎では平均240分、フリーバーン牛舎では平均75分と短かった。このように、フリーストール牛舎では同じ仕事量を少ない作業時間で効率的に行えることを明らかにした。

## II. 哺乳柵を利用した母子分離による子牛の哺育・育成技術の確立

哺乳・育成については、鈴木ら [41]、Fiss, and Wilton [1]、福原ら [2]、居在家ら [3]、[4]、[5]、[6]、[7]、桜井ら [27] が報告している。

母子同居飼育による離乳時期の遅れが感染症発症時期と重なる問題が指摘されていることから、早期に母子分離を行う哺育方法および哺乳期間の検討、ならびに制限哺乳の有用性について追究した。

### 1. 子牛の母乳摂取量および人工乳摂取量

1) 哺乳柵を設けることにより、母子分離および早期離乳が容易になった。

また、哺乳柵の利用により、母子同居では測定できなかった子牛の母乳摂取量および飼料（人工乳および粗飼料）摂取量が計測でき、子牛の発育に関して客観的評価が行えるようになった。

2) 哺乳柵を利用した朝夕2回、毎回15分間の制限哺乳により育成した子牛の12週齢間での母乳摂取量は、日量で雄が平均6.2kg、雌が平均5.1kgであり、雌より雄が若干多い傾向にあった。また、雌・雄とも夕方よりも朝の摂取量が多く、夕方の2倍強の摂取量であった。

3) 人工乳の摂取量は制限哺乳により育成した子牛では雌・雄とも55日齢まで平均0.05kg/日であったものが、75日齢（180日齢3.4-4.6kg/日）以降は日齢とともに急速に増加した（180日齢3.4-4.6kg/日）。

4) 制限哺乳により育成した子牛は粗飼料（イタリアン乾草）を生後10日目頃（0.1kg/日以下）から摂取し始め、本格的な摂取は50日齢（0.12-0.23kg/日）を過ぎてからであり、それ以降は急速に増加した（180日齢1.63-1.85kg/日）。この傾向は人工乳の摂取状況とほぼ同じであった。

### 2. 子牛の発育状況および母牛の発情回帰

1) 制限哺乳により育成した子牛の発育は雌・雄とも90日齢（101-119kg）まで親子同居子牛（対照区：106-110kg）と比べ差は認められなかったが、120日齢以降は対照区（180日令：雌117kg、雄188kg）にくらべ有意（ $P < 0.05$ ）に良好な発育（180日齢：雌186-189kg、雄223-244kg）を示した。

2) 子牛の1日当たり増体量（DG）は、制限哺乳により育成した子牛では離乳時期に当たる90-150日齢において親子同居子牛（対照区：雄0.78-0.85kg/日）に比べ雄子牛で有意（ $P < 0.05$ ）に増大（1.22-1.58kg/日）した。

3) 哺乳柵利用による母子分離は母牛の発情回帰を早め、初回発情日数の平均は分娩後30日（対照区33日）で、受胎日数は61-62日（対照区72日）、受胎までの人工授精回数は1.8-1.9回（対照区2.5回）で、母牛の繁殖成績はより良好な傾向にあった。

これは、子牛を制限哺乳により育成することで母牛を群飼でき、その結果スタンディング行為による発情の発見が容易となり、的確に人工授精が実施できたことが繁殖成績向上の主要な原因と考えられた。

## III. 繁殖雌牛の産歴が子牛の発育および母牛の繁殖性におよぼす影響

フリーストール方式による飼養管理は、母牛の繁殖性および産子の発育において、従来の単房方式およびフリーバーン方式に比べて優れていることが明らかにされたが、本章では新方式の利点を生かして母牛の産歴数が子牛の発育および母牛の繁殖性におよぼす影響を検討した。制限哺育の母牛の影響についての報告は鈴木ら [39] [40] の報告の早期離乳、制限哺育による分娩後の受胎促進の報告があるが、繁殖雌牛の産歴別による哺乳が子牛への影響および母牛の繁殖性におよぼす影響の報告は見あたらない。筆者はこの点につき解明をした。

1) 子牛の母乳摂取量はいずれの産歴においても6週齢がピーク、その後徐々に減少する。4産歴以上の母牛から産まれた子牛の母乳摂取量は、他と比較して雄子牛で少ない傾向を示していたが、母牛の産歴の違いによる差としては、特に検出されなかった。

2) 人工乳摂取量は4産歴以上の母牛の子牛（人工乳摂取量：雌0.2-0.7、雄0.1-1.0kg/日）ではそれ以下の子牛（人工乳摂取量：雌0.1-1.3、雄0.1-1.8kg/日）に比べ少ない傾向を示していた。

3) 4産歴以上の母牛の子牛の体重は3産歴以下の母牛の子牛に比べ、6ヶ月齢の時点で小さい傾向を示し、（4産歴以上：雌179、雄199kg、3産歴以下：雌176-205、雄218kg）、母乳摂取量や人工乳摂取量の減少傾向のよる影響とも考えられたが、1日増体量には差がなく、総合的に判断して特に強調できる差ではなかった。

4) 母牛の繁殖成績は4産歴以上（初回発情日数33日、受胎日数77日、人工授精回数2.8回）では3産歴以下（初回発情日数30-31日、受胎日数62-63日、人工授精回数1.8回）に比べ明らかに低下する傾向を示した。

このように、子牛の母乳および人工乳摂取量ならびに増体には母牛の産歴別による大きな差は見られなかったが、4産歴以上の母牛において繁殖成績では悪化する傾向がみられた。

以上のことから、本研究は哺乳柵利用による早期離乳を行うことで、母牛は本来の健康状態の回復が早まり、発情回帰や受胎などの繁殖性が母子同居に比べ向上することを立証した。また、フリーストール牛舎で複数の親子を群飼いすることにより、発情の発現を見落とす危険性も回避でき、哺乳柵を利用した制限哺乳による育成技術は1年1産の連産維持のために有効な方法であることを明らかにした。

現在、舎飼いによる繁殖雌和牛の飼養管理は母子同居を前提とする単房飼育方式が主流をなし、そのことが子牛生産のコスト高騰を招く原因ともなっている。牛の飼養管理技術としてフリーストールや哺乳柵を利用した母子別飼いは個々には目新しいとはいえないが、それらを一貫したシステムとして和牛の繁殖に適応したところに、本研究の特色がある。このように、本システムの確立は、舎飼いによる繁殖雌和牛の飼養管理および子牛の哺育・育成技術を向上させることにより、和牛肉生産の合理化に貢献するものと考えられる。

## 第 6 章 結 論

和牛の子牛生産の合理的生産の可能性追求のため、新たな繁殖雌牛の飼養管理システムによる子牛生産とこれに連動できる新しい哺乳。育成方法について究明した。

1. 牛の体格とストール規格の関係、牛のストール内での休息馴致方法および休息位置、牛の行動、母牛の繁殖性、飼養管理の労働時間の検討した結果、ストールを可動式にし、牛の発育に対応してストールの幅を調節することの重要性を指摘した。

また、牛が容易に横臥でき、通路側へ向くことなく、常に通路へ排糞・排尿を行わせる規格を明らかにした。すなわち、体高100～112cm・体重250～300kgでストール幅80cm・牛床の長さ170cm、体高112～120cm・体重301～400kgでストール幅90cm・牛床の長さ170cm、体高120～127cm・体重401～500kgでストール幅110cm・牛床の長さ180cm、体高127cm以上・体重501～600kgでストール幅110cm・牛床の長さ180cmが最適である。

ストール内への休息馴致は通路放水法により2週間で全頭ストール内に休息させることができ、休息馴致方法を確立した。

その後の観察では馴致区は全頭馴致できたが、無馴致区は変化は無かった。このことから馴致の必要性が示唆された。

フリーストール方式飼育はフリーバーン方式飼育や単房方式飼育に比べて24時間中、より行動形態をとる時間が多かった。

2. 哺乳柵を利用した母子分離による子牛の制限哺育を行った結果、哺乳柵を設けることにより、母子分離は容易となり、かつ、早期離乳が可能になった。子牛の発育は哺乳柵を利用した哺乳制限哺育において、母子同居哺育よりも哺乳期、離乳後とも良く、とくに離乳後の発育は顕著に良好であった。

- 1) 子牛の摂取乳量は、哺育の方法の違いに関係なく日量で雄が雌より若干多い傾向にあった。

また、いずれの哺育法でも雄雌ともに夕方よりも朝の摂取乳量が多く、夕方の約2倍量の摂取乳量であった。

人工乳の摂取は哺乳方法の違いに関係なく、積極的な摂取が雄雌とも8週齢頃から始まり、それ以降は急速に摂取量が増加した。また、子牛の粗飼料摂取は1週齢頃から開始し、本格的な摂取は7週齢を過ぎてからであり、それ以降は粗飼料摂取量が急速に増加した。この傾向は人工乳の摂取量と同様であった。

- 2) 子牛の発育状況

哺乳制限哺育および母子同居哺育の子牛雄および雌はいずれも12週齢まではとくに発育の差は認められなかったが、12週齢を過ぎると哺乳制限哺育の子牛が母子同居哺育の子牛に比べ明らかに発育が良好であった。

子牛の1日当たりの増体量は、母子同居哺育の子牛が哺乳制限哺育の子牛に比べ、哺乳制限哺育子牛の離乳時期に当たる12週齢頃に低下した。

- 3) 哺乳制限哺育では母子分離をしたことにより、母牛の発情回帰が早まり、初回発情日数は平均値で分娩後30日、受胎日数は平均値で61日、人工授精回数は平均値で1.8回であった。これは群飼の効果と考えられる。

3. 繁殖雌牛の産歴別による哺乳が子牛への影響および母牛の繁殖性におよぼす影響について検討した結果、子牛の摂取乳量はいずれの産歴においても6週齢がピークとなり、その後徐々に減少するが、とくに4産以上の産歴をもつ母牛の泌乳最盛期間は3産歴以下の母牛のそれと比べて短く、また、泌乳量の下降速度も速い傾向にあった。

産歴別母牛の子牛における人工乳摂取量は、摂取乳量の少ない4産以上の産歴を持つ母牛の子牛が、人工乳摂取量も少ない傾向にあった。さらに、母牛の産歴が4産以上の子牛の発育は3産歴以下の母牛の子牛と比較して若干劣っていた。一方、母牛の繁殖性は4産以上の産歴を有する母牛で低下する傾向にあった。

このように、母牛が4産以上の産歴を有する子牛の発育は、3産以下の産歴の子牛に比べて劣っていた原因として、子牛の生時体重に差は認められなかったことから、また、4産以上の産歴をもつ母牛の泌乳量最盛期間が短く、泌乳量下降速度も早かったことから、母牛の授乳量が低下したために起こったものと推察される。

このことは哺育期間中の授乳量が発育に大きく影響することを示唆するものである。それ故、離乳直後の発育低下を最小限にするためには、子牛の養分要求量および最適な哺乳量をより明確にし、離乳後の発育の回復を促すことが重要であり、そのためにも粗飼料や人工乳の採食量を増加させてゆく必要がある。また、哺乳柵を利用した哺乳制限

哺育を行うことで、早期に離乳を可能とし、母牛は本来の体調、健康状態の回復が速まり、発情回帰や受胎などの繁殖性が母子同居に比べ向上するものと考えられる。

以上のことから、現在、飼養管理の主流は単房牛舎（母子同居）による子牛生産技術が定着しているが、このことが子牛生産コストの高騰を招いていることを考慮すると、今後は筆者が明らかにしたフリーストール方式による繁殖雌牛の牛群管理と哺乳柵を利用した子牛の哺乳および育成を連動させ新たな繁殖雌牛の飼養管理システムが日本の和牛繁殖界に大きく貢献するものと考えられる。

## 謝 辞

終わりにのぞみ、本研究に対して多くの有益なご指導、御教示をいただいた麻布大学獣医学部薬理学教室教授、赤堀文昭博士、同内科学第三教室教授、松浦健二博士、同栄養学教室、阿部又信博士に対し謹んで心からの感謝を捧げる。

なお、本研究に際し鳥取県畜産試験場長 福田 豊氏、本研究のスタッフとしてデータ整理、牛の飼養管理に御協力をいただいた鳥取県畜産試験場繁殖科長栗原昭広氏・田中 巧研究員および鳥取県立農業大学校 妻由 道明主幹の諸氏に心から謝意を表す。

## 引用文献

- 1) Fiss, C. F. and Wilton J. W. : Effect of breeding system, cow weight and milk yeild on reproductive performance in beef cattle, J. Anim. Sci. 67 : 1714-1721, 1989.
- 2) 福原利一・小畑太郎・木原靖博：放牧子牛の発育に関する研究（第1報）発育曲線の推定及び正常発育の範囲について。中国農試報 B20 : 1-50, 1973.
- 3) 居在家義昭・岡野彰・大石孝雄：肉用牛における分娩後の子宮修復に及ぼす哺乳の影響。中国農試報 B29 : 17-23, 1986.
- 4) 居在家義昭・岡野彰・塩谷健生・大石孝雄：夏山冬里方式における肉用牛繁殖雌牛の分娩後の発情回帰と受胎率について。中国農試報 B27-18, 1983.
- 5) 居在家義昭・岡野彰・島田和宏・大石孝雄：肉用牛における分娩後の子宮修復に及ぼす哺乳の影響。中国農試報 B29 : 17-23, 1983.
- 6) 居在家義昭・鈴木修・島田和宏・大石孝雄・小杉山基昭：肉用牛における分娩後における初回排卵までの日数に及ぼす産次、体重、哺乳量、哺乳刺激の影響。家畜繁殖誌 34 : 209-217, 1988.
- 7) 石原盛衛・藤本和正・一坪浩・吉田正三郎：和牛の泌乳および乳利用に関する研究。畜市研報 45 : 1-63, 1946.
- 8) 井上儀一・鈴木一郎：ウシの泌乳量と受胎成績。家畜繁殖誌 27 : 31-35, 1981.
- 9) 岩崎和雄：黒毛和種牛の妊娠時におけるエネルギー代謝とエネルギー利用効率。畜試研報 45 : 25-92, 1986.
- 10) Kammer, P. & U. Schitzer, in Die Beurteilung von Liegeboxen 1-92 KTBL. Darmstadt, 1975.
- 11) 小泉長治・高島聖二・鈴木和美・曾根一幸・畠山耕五：フリーストール牛舎における乳牛に行動。千葉県畜産センター研報 17, 63-71, 1933.
- 12) 久馬忠・菊池武昭・高橋政義・滝沢静雄：黒毛和種自然哺乳子牛の採食生態と栄養摂取量。東北農試研報 52 : 145-159, 1976.
- 13) 久馬忠・滝沢静雄・高橋政義・菊池武昭：草地における肉用牛の泌乳性と哺乳子牛の発育に関する研究。東北農試研報 60 : 73-90, 1979.
- 14) 熊崎一雄・佐々木義之・山根道資，黒毛和種の系統間交配による子牛の生時体重。日畜会報 44 : 489-495,
- 15) 中島信明・石田豊・苫米地達生・萩原桂治郎・根岸豊：大規模経営における群管理技術の体系化試験（第1報），フリーストール牛舎の機能調査。：群馬農業研究 7, 1-12, 1990.
- 16) 農林水産技術会議事務局編：日本飼養標準（肉用牛）、pp. 29-132。中央畜産会、東京、1987.
- 17) 野田昌伸・蓬萊英造・秋田勉・道後泰治・稲次励治・小山靖造：繁殖・哺育成績の向上に必要な肉用雌牛の育成技術－育成期の発育の差が初産及び2産時の繁殖泌乳及び産子の発育に及ぼす影響－。兵庫農技センター研報 24 : 13-20, 1988
- 18) 野田昌伸・蓬萊英造・秋田勉・道後泰治・稲次励治・小山靖造：繁殖・哺育成績の向上に必要な肉用雌牛の育成技術－育成期の発育の差が初産及び2産時の繁殖泌乳及び産子の発育に及ぼす影響－。兵庫農技センター研報 25 : 5-20, 1989.
- 19) 農林水産技術会議事務局編：日本飼養標準・肉用牛（1987年度版）、PP. 51-53。中央畜産会、東京、1987.
- 20) 大石孝雄・島田和宏・岡野彰・居在家義昭：黒毛和種の繁殖形質に関する遺伝学的考察（第1報）。妊娠期間・分娩間隔・授精回数について。中国農試報 B27 : 1-8, 1983
- 21) 大石孝雄・島田和宏・西川健太郎：黒毛和種の繁殖形質に関する遺伝学的考察（第2報）妊娠期間及び胎児期の発育の種雄牛間差異について。中国農試報 B28 : 1-12, 1985.
- 22) 大久保忠旦・石原盛衛1957. 和牛における泌乳能力の簡易検定法。中国農研 8 : 52-53, 1957.
- 23) 岡野彰・島田和宏・居在家義昭・大石孝雄：黒毛和種雌牛の生涯的な繁殖能力。日畜会報 55 : 458-464, 1984.
- 24) 小畑太郎・福原利一：肉用子牛の哺育期の発育に及ぼす子牛の出生年次と母牛の産次の影響ならびに発育形質のリピータビリティ。中国農試報 B20 : 51-60, 1977.
- 25) 小畑太郎・福原利一・木原靖博：放牧子牛の発育に関する研究（第2報）発育に及ぼす環境要因の補正について。中国農試報 B20 : 51-62, 1973.
- 26) 小畑太郎・福原利一・塩谷康生・岡野彰：和牛子牛の哺乳量と哺育初期増体量。近畿中国農研 57 : 71-73, 1979.

- 27) 桜井和己・伊藤和彦：黒毛和種子牛の早期離乳育成技術。畜産の研究 49(3)：391-397, 1995.
- 28) 佐々木義之：黒毛和種における離乳前の発育形質の遺伝性。日畜会報 51：852-859, 1980.
- 29) 塩谷康生・岡野彰・小畑太郎・福原利一：群飼育における黒毛和種雌牛の発情発見と発情行動。中国農試報 B24：1-11, 1973.
- 30) 島田和宏・居在家義昭・岡野彰・大石孝雄：放牧地における黒毛和種繁殖牛の分娩後の繁殖性に及ぼす年次, 季節, 産次, 産子の性, 乳量の影響。日畜会報 57：1038-1040, 1986.
- 31) 島田和宏・居在家義昭・鈴木修・岡野彰・竹之内直樹・大島一修・大石孝雄・小杉山基昭・高橋政義。黒毛和種繁殖雌牛の産乳・哺育に関する研究。中国農試報 12：57-123, 1933.
- 32) 島田和宏・居在家義昭・鈴木修・小杉山基昭：放牧子牛の発育に対する出生年次, 季節, 母牛の産次, 子牛の性の影響。近畿中国農研 72：39-41, 1986.
- 33) 島田和宏・居在家義昭・鈴木修・小杉山基昭：黒毛和種における累積乳量, 繁殖性, 子牛の発育に対する母牛体重の変化の影響。中国農研 5：21-34, 1989.
- 34) 島田和宏・居在家義昭・鈴木修・小杉山基昭：肉用牛の吸乳行動に及ぼす品種, 子牛日齢, 性, 産次, 季節の影響。日畜会報 60：908-915, 1989.
- 35) 島田和宏・居在家義昭・鈴木修・小杉山基昭：肉用牛における母牛の乳量と子牛の吸乳行動の関係。日畜会報 60：1071-1075, 1989.
- 36) 島田和宏・居在家義昭・鈴木修・小杉山基昭：黒毛和種における母・子牛の採食, 横臥, 吸乳時間に及ぼす乳量の変化。日畜会報 60：981-986, 1989.
- 37) 島田和宏・居在家義昭・鈴木修・竹ノ内直樹・高橋政義：肉用牛における子牛分離時間が体重作法による乳量推定値に及ぼす影響。近畿中国農研 79：50-53, 1990.
- 38) 島田和宏・居在家義昭・鈴木修・横田正司・小杉山基昭・岡野彰・大石孝雄：黒毛和種と無角和種の泌乳の比較。近畿中国農研 74：47-50, 1987.
- 39) 鈴木修・佐藤国美：肉牛における哺乳回数制限が子牛の発育及び母牛の分娩後の繁殖機能に及ぼす影響。草地研報告 20：125-152, 1981.
- 40) 鈴木修・佐藤国美：肉牛における短時間の制限哺乳が母牛の繁殖機能と子牛の発育に及ぼす影響。日畜会報 56：384-390, 1985.
- 41) 鈴木省三・中島三博・中村芳隆：乳用種子牛の生後24時間の自然吸乳行動。日畜会報 56：778-781, 1979.
- 42) 高橋政義：肉用牛の繁殖効率に影響する飼養管理上の要因について。家畜人工受精 159：1-13, 1993.
- 43) 樽垣繁光：子牛の哺乳と育成技術(2)。畜産の研究 36：862-870, 1982.
- 44) 田崎道弘：肉用牛繁殖経営の生産性向上のために。家畜人工受精 165：14-20, 1994.
- 45) 畜産技術協会：第家畜生産におけるゆとり創出技術, pp. 89-96。畜産技術協会、東京、1944.
- 46) 塚本章夫・中村行雄・小田頼政・谷本昭直・辻誠之・白石太郎・森大二：肉用牛の制限哺乳による肉用繁殖牛の分娩後の受胎促進法。畜産の研究 49：391-398, 1991.
- 47) 上坂章次・大島正雄：和牛の乳利用に関する研究。第3報 和牛乳に依る新産児育児試験。農業及園芸 21：11-12, 1946.
- 48) 和田康彦・佐々木義之・向井文雄・松本豊：非線形発育モデルの当てはめによる黒毛和種雌牛の体重の発育様相の把握。日畜会報 54：46-51, 1983.
- 49) 吉田正三郎：哺乳子牛と授乳中の雌牛の飼養。農林水産技術会議事務局研究成果。42：67-92, 1970.
- 50) 黒崎順二：家畜行動学の概観。日畜会報 56：185-192, 1985.
- 51) 鈴木修・佐藤国美：肉牛における哺乳回数制限が子牛の発育および母牛の分娩後の繁殖機能におよぼす影響。草地研報告 20：145-152, 1981.
- 52) 井上義一・鈴木一郎：ウシの泌乳量と受胎成績。家畜繁殖誌 27：31-45, 1983.
- 53) 守屋和幸・福原利一・原田弘：子牛のせり市出荷時日齢体重による母牛の子育て能力の評価。日畜会報 60：548-553, 1989.
- 54) 西田孝雄：和牛全般とくに中国地方を中心とする黒毛和種の改良過程。羽部義孝編, 肉用種和牛全講, 養賢堂, 49-61, 1983.
- 55) 山本禎紀：畜産領域における環境生理学。日畜会報 47：687-697, 1976.
- 56) 吉田正三郎：哺乳子牛と授乳中の雌牛の飼養。農林水産技術会議事務局研究成果 42：67-92, 1970.



Development of a labor-saving system for feeding management of Japanese Black cows and their calves based on free-stall and separate feeding methods.

At present, the management of Japanese Black cow breeding farms is influenced by the liberalization of beef import conditions which demonstrates a deterioration in the structure of production. Improvements in a feeding management system and breeding strategy are required to counteract the rising cost of high quality beef, which has a high market value. International competition warrants the establishment of a production system which considerably decreases calf production costs, specifically, by lowering labor costs.

Thus, the purpose of this study was, first, to develop a group feeding management technique as a efficient house feeding method for Japanese Black cows using a free-stall system. Secondly, to establish an early weaning method using a suckling fence, which separates calves from their dams without impairing suckling. Moreover, the effects of parity of dams on growth in offsprings and fertility of dams were also studied utilizing advantages of the established free-stall and weaning systems based on the purposes described. Therefore, the main purpose of this study was to obtain basic data prior to establishing a new labor-saving feeding management system.

#### I. Development of a feeding management system for Japanese Black cows using the free-stall method.

A new feeding management system was investigated using breeding cows.

##### 1. Relationship between the body frame of cows and the standard stall size, acclimation method for stall-resting, and location of resting.

a) Stall size standards were designed to allow Japanese Black cows to lie down comfortably and to defecate and urinate properly into an alley without facing it. In our study, the most appropriate standards (width and length of the stall) were as follows:

80 cm and 170 cm for a cow with 100 to 112 cm body height (BH) and 250 to 300 kg body weight (BW); 90 cm and 170 cm for a cow with 113 to 120 cm BH and 301 to 400 kg BW; 100 cm and 180 cm for a cow with 121 to 127 cm BH and 401 to 500 kg BW; 110 cm and 180 cm for a cow with above 127 cm BH and 401 to 500 kg BW. These results indicated that an adjustment of the stalls width and length to account for the growth of each animal is important.

b) The acclimation method for stall-resting and the location of resting were evaluated. Two weeks after starting the acclimation by spraying water, all cows rested in the acclimation area of the stall. Thirty days after starting the study, only 7 of 15 cows chose to rest in the non-acclimation area of the stall. Further observations showed that all had become adjusted to the acclimation area, but about half of them were not familiar with the non-acclimation area. Thus, it was proved that acclimation for stall-resting is essential.

##### 2. Comparisons between behavior and fertility in cows and labor working time for feeding management among three feeding systems: single pens, free-barns, and free-stall barns.

a) Differences were observed in time spent participating in three behavior patterns (food intake phase, exercise phase and resting phase) during a 24 hour period, among three feeding systems. Most importantly, the portion of the exercise phase in free-stall style was longer than that of the other feeding systems.

b) Detection of estrus in free-stall barns and free-barns was easier than that of single pens based on more accurate observations of mounting heat behavior.

c) Using 15 animals, the time spent feeding and disposing of urine and feces, were compared and evaluated as working time for feeding management. It showed that daily working time took 240 min in single pens, 105 min in free-barns, and only 75 min in free-stall barns, when compared to the other feeding system. Thus, it showed that the same tasks could be carried out more efficiently in free-stall barns in less time.

#### II. Establishment of a method for suckling and growing based on separation of cows and calves using suckling fences

A suckling method for early weaning, suckling period, and the efficacy under restricted-suckling were studied. Problems had been identified that dam and offspring nursing period at the same pen tends to prolong the weaning period, which coincided with the onset of infection of offspring.

##### 1. Intake of breast milk and artificial milk (starter) in calves

a) Separation of calves from their dams using suckling fences facilitated earlier weaning. In addition, it became possible to measure breast milk and feed intake (starter and roughage) using suckling fences, and to estimate growth in calves objectively, which had not been possible if cow and calf stay at the same pen.

b) The mean daily breast milk intake in calves kept on restricted suckling (twice a day morning and evening, 15 min each time),

was 6.2 kg for males and 5.1 kg for females using suckling fences before the age of 12 weeks. The intake tended to be slightly higher for males than females. The intake was twice as high as in the morning than in the evening regarding both sexes.

- c) The mean starter intake of calves kept on restricted suckling was 0.05 kg/day before 55 days of age. After 75 days of age the intake was 0.8 to 1.6 kg/day, and increased considerably with 180 days of age (3.4 to 4.6 kg/day).
- d) The rearing calves with restricted suckling began to ingest roughage (Italian Ryegrass hay) approximately 10 days after birth and were fed this mainly after 50 days of age (0.12 to 0.23 kg/day). This was followed by a rapid increase of feed intake at 180 days of age (1.63 to 1.85 kg/day). The pattern was very similar to that of the starter intake.

## 2. Growth conditions of calves and return of estrus in dams.

- a) There was no difference in growth of males and females between the restricted-suckled calves (101 to 119 kg) and the calves with their dams (control group: 106 to 110 kg) before the age of 90 days. Growth rate of calves with restricted suckling at 180 days (186 to 189 kg for females and 223 to 224 kg for males) was significantly ( $P \leq 0.05$ ) higher than that of the control group at 180 days (177 kg for females and 188 kg for males) after the age of 120 days.
- b) The daily gain (DG) in the male rearing calves with restricted suckling increased (1.22 to 1.58 kg/day) significantly more ( $\leq 0.05$ ) than that of the rearing calves with dams (control group: 0.78 to 0.85 kg/day for males) between 90 and 150 days of age, which corresponded to time of weaning.
- c) Separation of calves and cows using suckling fences increased a recurrence of earlier estrus. The mean days to first estrus was 30 days (control group: 33 days), the days open was 61 to 62 days (control group: 72 days), and the number of artificial inseminations was 1.8 to 1.9 days (control group: 2.5 days). These results showed a better heat return in dams when separated from their calves. The major reason for the improvement of breeding results was that group feeding in dams (due to the rearing calves with restricted suckling) allowed easier observation of standing heat behavior, and thus, the dams were artificially inseminated at the right stage of estrus.

## III. The effect of parity breeding cows on growth of calves and fertility of dams.

It was shown that the management system based on the free-stall type was superior to conventional single pen and free-barn types in terms of fertility of dams and growth of calves. In this section, the effects of parity of dams on growth of calves and fertility of dams were examined.

- 1) Breast milk intake in calves, delivered from dams with any parity, reached a peak at 6 weeks of age, and then slowly decreased. Dams with a parity of 4 or higher tended to shorten the most abundant lactation period and accelerate the declining rate of lactation compared to dams with parity of less than 4.
- 2) Calves delivered from dams with a parity of 4 or higher had no significant difference regarding breast milk and starter intakes after 8 weeks of age compared to those delivered from dams with a parity less than 4. Calves from dams with parity of 4 or higher had a breast milk intake of 5.2 to 5.8 for females and 5.3 to 6.0 kg/day for males and an starter intake of 0.2 to .7 for females and 0.1 to 1.0 kg/day for males. Calves delivered from dams with a parity less than 4 had a breast milk intake of 5.4 to 6.1 kg/day for females and 5.5 to 6.3 kg/day for males and an starter intake of 0.1 to 1.3 kg/day for females and .1 to 1.8 kg/day for males.
- 3) There was no difference in birth weight of growth at the age of 6 months between calves delivered from dams with parity 4 or higher and calves delivered from dams with parity less than 4. Birth weights were 27 to 32 kg for females and 31 to 35 kg for males. There was no significant difference ( $p=0.05$ ) in growth at the age of 6 months between those with a parity 4 or higher (179 for female and 199 kg for male) and a parity less than 4 (176 to 205 for female and 218 kg for male).
- 4) Fertility of dams with parity 4 or higher tended to be lower than those with a parity of less than 4. Dams with a parity of 4 or more had an interval to first estrus of 33 days, the days open was 71 days, and the number of artificial inseminations was 2.8. Those with parity less than 4 had an interval to first estrus of 30 to 31 days, the days open was 62 to 63 days, and the number of artificial inseminations was 1.8.

Thus, there was no difference between breast milk and starter intakes, and body weight gain for either offspring, the parity of their dams. However, the breeding results tended to be less successful in breeding cows with parity 4 or higher.

These results indicated that early weaning using suckling fences helped the dams to recover their health condition more quickly and thereby improve fertility, including the return of estrus and pregnancy compared to the management system under which dam and calf stay together at the same pen. It was also demonstrated that group feeding involving multiple dam-offspring pairs in free-stall barns made heat detection easier, and that the restricted-fed rearing system using a suckling fence was effective in

maintaining consecutive pregnancies and annual calving.

So far, the single pen rearing method (based on the system which dams and calves stay together at the same pen), has become the most common feeding management method for raising Japanese Black cows in pen housing, causing higher calf production costs. Free-stall and cow-calf separation feeding, using suckling fences, are not new feeding management techniques. However, the unique aspects of this study are the adaptation of these techniques to the breeding of Japanese Black cows as an integrated system. Thus, by establishing this new, improved system of feeding management for Japanese Black cows and introducing methods for suckling and rearing with animal housing, contributions can be made to improve the efficiency of the production of Japanese Black beef.

end