

第2章. 日本短角種および交雑種を利用した放牧による双子の哺育育成

集治善博*, 豊田吉隆**, 谷地 仁***

(*新潟大学, **二戸地方振興局, ***岩手県種山牧野事務所)

目 次

- I. 緒 言
- II. 日本短角種の泌乳量
- III. 黒毛和種および日本短角種の自然哺乳行動と発育の関連
- IV. 子牛の母乳以外からの摂取行動と栄養面からの評価
- V. 双子子牛の発育とそのための栄養管理
- VI. 日本短角種における双子分娩ならびに哺育育成の実態調査
- VII. 総合考察
- VIII. 要 約
- IX. 謝 辞
- X. 文 献
- XI. Summary

I. 緒 言

近年、我が国では牛の胚移植・誘起多胎等の人工妊娠技術を利用した双子生産が進められ、すでに実用化の段階にある。これらの技術を用いた子牛生産により、肥育素牛の増頭とその低コスト生産が期待されている。さらに、双子生産には、胚の分割や核移植などバイオテクノロジーと組み合わせて、牛の育種改良の手法としての意味も含まれている。

乳牛から胚移植により黒毛和種の子牛を生産する試みが多くなされている。この中では黒毛和種子牛の人工哺育技術の(乳用子牛と比較して)困難さが指摘されている。また、仮に肉用子牛独自の人工哺育技術が確立されても、それ

が現行の乳用子牛における技術より煩雑なものであれば、飼養管理面での省力化やコスト低減にはつながらないであろう。

双子子牛生産とその哺育育成の低コスト化をはかるには、鈴木¹⁾が想定したように、放牧体系を取り入れることが重要となると言える。すなわち、双子子牛をつけた母子牛群の放牧体系である。

岩手県では、北上山地を中心に日本短角種の放牧が行なわれてきた。当场では、従来より、同品種が放牧適性にすぐれること、他肉用品種に比較して泌乳量が多いことを示してきた。また、西村²⁾は、肉用牛品種の総合能力比較を試み、国内品種の中では日本短角種がもっともすぐれているとしている。さらに、日本短角種は他肉用品種に比較して自然双子の発生率が高いとされている。これらのことより、日本短角種は双子子牛の放牧育成に用いる素材として最も適した品種であると言える。

一方、元来肥育素牛増頭のために生産されてきた交雑種(黒毛和種×ホルスタイン種)の繁殖牛としての性能が注目されている。近年、同品種が発育能力、放牧地での採食能力、繁殖能力、泌乳能力にすぐれる^{3,4)}ことが示され、さらに検討が進んでいる。また、三谷⁵⁾および中西と佐藤⁶⁾は、交雑種繁殖牛を用いた従来の乳牛・肉牛といった枠を取り払った新しい養牛システムを提言している。

そこで、日本短角種および交雑種を母牛として用い、放牧により双子を哺育育成することを想定し、その技術体系を確立するために一連の

研究を実施した。主な研究内容は次のとおりである。

1. 日本短角種の泌乳量
2. 黒毛和種および日本短角種の自然哺乳行動と発育の関連
3. 子牛の母乳以外からの摂食行動と栄養面からの評価
双子子牛の発育とそのため栄養管理
4. 日本短角種における双子分娩ならびに哺育育成の実態調査

以下にその結果について報告する。

なお、本研究は、特定農産物緊急技術開発事業「放牧による肥育素牛の低コスト育成技術の開発」の一環として実施したものである。

II. 日本短角種の泌乳量

1. はじめに

肉用子牛の発育には、母牛の泌乳量が大きく影響することが知られている。特に、哺育初期から前期にあたる2～3ヵ月齢までは、両者の間に高い相関があるとする報告⁷⁻¹²⁾が多い。そこで、泌乳量を測定して、母牛としての性能を調査するという試みが多く行なわれてきた。その中で、日本短角種の泌乳量^{8,12-16)}が他肉用品種に比較して多い^{8,12-16)}ことが示されている。黒毛和種の180日間の泌乳量は800～1,000kg^{7,9,12,14,17-19)}であり、それに対して日本短角種では1,500～2,000kg^{8,12,14,15)}とされている。日本短角種は黒毛和種の約2倍の泌乳能力を有する¹²⁾ことになり、単純に考えると日本短角種は黒毛和種の双子を哺育する能力をもつことになる。また、泌乳量には個体差が大きい^{7,13,19,20)}とされ、今後はその個体別の検討も必要となると思われる。このように、日本短角種を用いて双子の哺育育成を実施するにあたっては、その泌乳量を把握することが必要となる。

ここでは、日本短角種の泌乳量について、子牛の体重差法と搾乳による方法の両面から検討し、さらに母牛の泌乳量と子牛の発育の関係について考察した。

2. 材料および方法

1) 体重差法による泌乳量

日本短角種の1放牧シーズンにおける泌乳量を子牛の体重差法により測定した。牛舎内または放牧地において、哺乳前後の子牛の体重を測定し、その差を子牛の吸乳量すなわち母牛の泌乳量とみなした(体重差法)。これを1日4回実施した。4回の合計量を算出し1日あたりの泌乳量とした。哺乳間隔は、6時間(24÷4)とした。哺乳から次の哺乳までの時間は、母子を分離し哺乳できないようにした。調査は同一群として放牧した7頭について一斉に実施した。供試母牛は、すべて日本短角種の経産牛で子牛はすべて同品種の純粋種・単子であった。得られたデータは、Woodの泌乳曲線の式にあてはめ、180日間の推定泌乳量を算出した。なお飼養管理は舎飼期間には濃厚飼料を2kg/日/頭、粗飼料は飽食(自由採食)、放牧期間中は補助飼料の給与は実施しなかった。

2) 機械搾乳による泌乳量

日本短角種の泌乳量の機械搾乳による測定を試みた。岩手畜試外山分場で分娩した日本短角種2頭を同場乳牛部に移動し、1日2回の機械搾乳を実施した。飼養管理は同部の乳用牛(ホルスタイン種)に準じて行なった。実施時期は分娩後それぞれ2、3日から約1ヵ月間であった。期間中は、毎回の乳量を測定し、そのうち3日間(計6回)については、牛乳のサンプリングを実施し、乳脂率・乳タンパク率、SNF率および体細胞数を測定した。

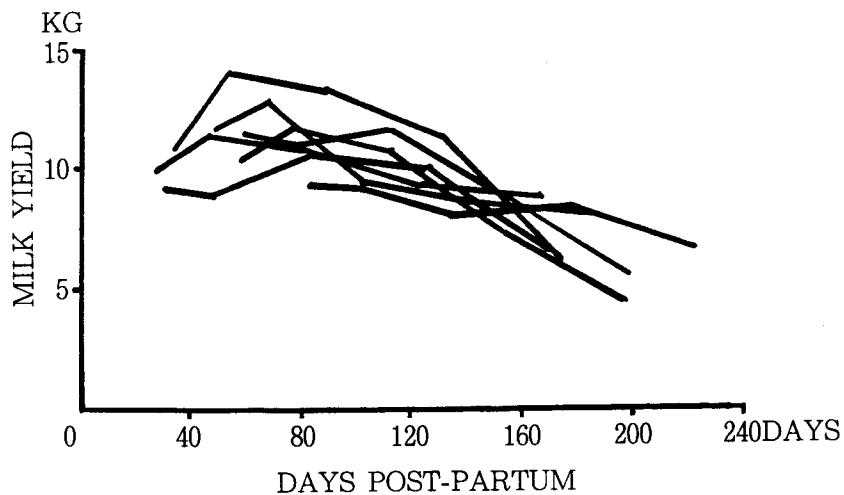


図1 日本短角種の泌乳量

3. 結果および考察

1) 体重差法による泌乳量

日本短角種の泌乳量と分娩後日数（子牛の日齢）の関係を図1に示した。泌乳量のピークは60日齢ごろにみられ、従来の報告¹⁴⁾に比較して遅い傾向が認められた。この結果は、泌乳初期の舎飼期間よりも、前期から中期（分娩後約2ヵ月）の放牧期間に最高乳量となることを示している。このことは、日本短角種の放牧適性すなわち放牧地において特に高い泌乳能力を発揮することを意味するのかも知れない。しかし逆に舎飼期間の栄養管理の適性化により泌乳量の増大がはかられ、結果として子牛のさらなる発育向上が期待できるとも考えられ、今後の課題となると思われた。

体重差法による日本短角種の180日間推定泌乳量は7頭の平均で1,672kgで、従来の報告^{8,12,14,15)}とほぼ同程度であった。また、その変動係数(CV)は8.3%と小さかった。

これは泌乳量に個体差が大きいという黒毛和種での知見と異なる結果であった。これらは、調査母牛の産次が3～5産でそろっており、ほとんどの個体が半きょうだい（父牛が同じ）の関係にあったことにより、泌乳能力に個体差が少なかったことが原因となったものと考えられた。

また、180日間の推定泌乳量と子牛のDGの相関（単相関係数）は-0.109、順位相関（Spearmanの順位相関係数）は0.142といずれも小さい値となった（表1）。

表1 日本短角種の180日間総泌乳量と子牛の発育の関連

	泌乳量 (kg)	子牛のDG (kg)*	
N51	1,527.9	0.851	
N67	1,455.6	0.818	
N64	1,598.6	1.073	
N63	1,855.5	0.914	
N62	1,748.0	0.901	
N60	1,563.4	0.886	*性補正済みDG
N63	1,954.6	0.804	r = -0.109
			r s = 0.142

一般に、黒毛和種では泌乳量と子牛の発育の間に高い相関がみられるとされ、母牛の泌乳量から子牛の発育を推定する式^{9,14,21)}が示されている。逆に、子牛の増体量から母牛の泌乳量を推定する表²²⁾も提示されている。今回の結果は、日本短角種と黒毛和種では、母牛の泌乳量と子牛の発育の関連に品種間差が存在することを示唆している。すなわち、「全般的に泌乳量の少ない黒毛和種においては、母牛の泌乳量が子牛の発育にダイレクトに影響するのに対して、泌乳量が多い日本短角種ではその影響が小さい」という仮説が成り立つ。DREWRYら²³⁾は泌乳量の多い母牛に育てられた子牛の発育は良好であるが、単位増体量あたりに必要な乳量はむしろ多くなるとしている。このことは、黒毛和種と日本短角種の泌乳量と子牛の発育の関係を説明するものとして興味深い。前述のように、日本短角種の泌乳量は黒毛和種の約2倍であるが、両品種の子牛の放牧地での標準的な発育(DG)は、それぞれ0.9kg, 0.7kgであり泌乳量に比べるとその差は小さい。すなわち、単純に考えれば黒毛和種子牛のほうが母乳を効率よく発育に使っていることなる。肉用牛の乳成分に関する知見は少ないが、子牛の増体に関しては、乳成分の違いよりも乳量の差の影響が大きい²⁴⁾とされている。以上のことから、子牛の発育と母牛の泌乳量の関係については、栄養

生理的な面からも今後さらに検討する必要があると思われた。

2) 機械搾乳による泌乳量

機械搾乳による分娩後3日から約1ヵ月間の1日あたりの泌乳量は、2～4kg, これをWoodの泌乳曲線にあてはめると2頭それぞれ180日間で251kg, 56kgと計算された(表2)。

体重差法に比較すると搾乳による方法では泌乳量が少なくなるとする報告¹²⁾もみられるがこの結果は予想を大きく下回るものであった。調査期間中にビートパルプ等濃厚飼料を増量したが全く効果はみられなかった。この原因は、1日2回の搾乳を実施し続けたとは言え、子牛を分離してしまった供試牛が、泌乳を中止してしまったと考えるのが妥当であろう。さらに、本来日本短角種が、1日に5～6回の哺乳を行なう(後述)ことを考えると方法的にも問題があったと思われた。

日本短角種乳の成分分析結果では、乳脂率、乳タンパク率、SNF率すべて、ホルスタイン種の飲用乳より若干高い数値が得られた。一般に、肉用品種の乳は、ホルスタイン種に比較して、量的には少なく成分は高いとされている。今回の結果でも、日本短角種の乳は、ホルスタイン種よりも成分的にすぐれていることが示された。また、体細胞数は1ml中10万以下と少なかった(表2)。

表2 機械搾乳による日本短角種の泌乳量と乳成分

	180日間総乳量	最大日乳量	乳脂率	乳タンパク率	SNF率	体細胞数(千個)
K7	250.95	4.3	3.72	3.91	9.83	39.1
K19	55.86	2.3	4.74	3.56	8.31	79.2

180日総乳量・最大日乳量はkg, 乳脂率・乳タンパク率・SNF率は%を示す

4. 摘 要

日本短角種の泌乳量を、子牛の体重差法と機械搾乳による方法を用い測定した。

子牛の体重差法による日本短角種の180日間推定乳量は、1,672kgであった。分娩から60日ごろにそのピークがみられたのが特徴的であった。これは放牧期間中にあたる時期であった。

母牛の泌乳量と子牛の発育との相関関係は認められなかった。これは、泌乳量の多い日本短角種の特性であると考察した。

機械搾乳による日本短角種の泌乳量は体重差法に比較して極めて少なかった。一方、乳脂肪・乳タンパク率・SNF率は、ホルスタイン種に比べ若干高く、体細胞数はかなり少なかった。

Ⅲ. 黒毛和種および日本短角種の自然哺乳行動と発育の関連

1. はじめに

これまで泌乳量を測定して母牛としての性能を検討する試みが多く行われてきた。乳牛のような搾乳作業は、肉牛では容易ではない。そこで、哺乳前後の子牛の体重を1日3～6回程度測定し、その差を母牛の泌乳量とする（体重差法）方式が一般的¹⁴⁾に用いられている。前項では、この方法を用いて日本短角種の泌乳量の測定し、その結果を示した。この場合、哺乳間隔は、1日3回の測定で8時間、1日6回の測定では4時間の等間隔となる。

一方、子牛の自発的な哺乳行動については、いくつかの検討がなされているが、その見解は様々である。例えば、1日のうちに、哺乳の時間帯にピークがある^{9,16,25,26)}とするもの、ピークは見られない²⁷⁾とするもののがみられる。また、1日あたりの哺乳回数や哺乳間隔についても子牛の日齢による回数の変動^{9,16,25,28)}や

品種間差^{16,25)}が指摘されている。もし、哺乳行動に時間的パターンがあり、回数や間隔に品種間差・個体差があるとすれば、肉牛において一般的に行なわれている哺乳量の調査法には大きな問題点があることになる。

そこで、今回は黒毛和種および日本短角種の自発的な哺乳行動の観察を実施し、肉牛における哺乳の実態を把握することを目的に24時間の行動調査を行なった。また、哺乳行動が、子牛の吸乳量に影響をおよぼし、結果的に子牛の発育を決定づけているという図式を想定し、哺乳行動と子牛の発育の関連について若干の検討を行なった。

2. 材料および方法

岩手畜試外山分場の繁殖牛舎において、0から3ヵ月齢の哺乳子牛とその母牛を観察した。30頭から40頭を一群とし、ルーズバーン牛舎で飼養した。毎朝8時30分ごろ濃厚飼料を1頭あたり2kg、デントコーンサイレージを約10kg給与し、粗飼料（牧乾草と牧草サイレージ）は自由採食とした。

黒毛和種および日本短角種の哺乳行動の観察を24時間単位で3回実施した。5分ごとに牛舎を一周し、哺乳中の母子牛の番号をチェックした。

1) 実施年月日

第1回	1992年7月4日～5日
第2回	1993年5月22日～23日
第3回	1993年6月19日～20日

2) 供試頭数

	黒毛和種	日本短角種
第1回	7	10
第2回	9	13
第3回	7	14
計	23	37

なお、供試牛には双子は含まれていない

3) 調査項目

5分ごとの哺乳行動の記録から次の点について算出した。

- (1) 1日あたりの哺乳回数 (回)
- (2) 1回の哺乳時間 (分)
- (3) 1日あたりの総哺乳時間 (分)
- (4) 哺乳間隔 (時間: 哺乳開始から次の哺乳開始までの時間)

4) 供試牛に関するデータ (すべて平均値)

	黒毛和種	日本短角種
母牛の年齢 (才)	4.2	4.8
母牛の産次 (産)	2.5	3.1
子牛の日齢 (日)	50.6	36.3
子牛のDG (kg) *	0.48	0.63

*観察月日が含まれる1ヵ月間のDG

結果は3回の観察をプールして分析した

3. 結果および考察

黒毛和種および日本短角種それぞれの哺乳回

数、1回あたりの哺乳時間、哺乳間隔、総哺乳時間を表3に示した。

すべての項目において黒毛和種と日本短角種には、品種間差はみられなかった (t検定)。1日あたりの哺乳回数は子牛の月齢にともない減少するという報告^{9,16,25)}が多い。今回の供試子牛は、先に示したように、黒毛和種が日本短角種より約2週間日齢が進んでいる。これらのことから、子牛の日齢が同じであれば、黒毛和種の哺乳回数が日本短角種より多くなる可能性があり、さらに詳細な分析が必要である。

また、すべての項目における変動係数 (CV) は20~30%にもおよび、哺乳行動は同一品種内であってもかなり大きい変動幅を示すことが明確になった (表3)。

個体別に検討した結果、哺乳間隔の最小値と最大値がそれぞれ、日内で1.3, 11.5時間におよぶ例がみられた。また、哺乳間隔が統計的に等しくない個体も9例 (60例中) みられた (χ^2 検定)。

表3 黒毛和種と日本短角種の哺乳行動

	黒毛和種			日本短角種		
	平均	S. D	変動係数 (%)	平均	S. D	変動係数 (%)
哺乳回数 (回)	5.35	1.49	27.8	5.73	1.61	28.1
哺乳時間 (分)	9.36	3.00	32.1	9.70	3.20	32.3
哺乳間隔 (時間)	5.03	1.79	35.6	4.47	1.18	26.4
総哺乳時間 (分)	52.2	25.4	48.7	57.3	26.4	46.1

次に、品種の区別をせずに、各哺乳行動の関連について検討した (表4)。その結果、哺乳回数と哺乳間隔の間には、負の高い相関 ($r=0.838; P<0.001$) が見られた。これに対して、1回あたりの哺乳時間と哺乳間隔には相関が見られなかった ($r=-0.227; NS$)。

今回の観察は、母牛の乳房を子牛がくわえて

いることが確認された個体を哺乳中として記録した。すなわち、この1回あたりの哺乳時間は必ずしも真の吸乳時間を示しているとは言えない。つまり、個体によっては泌乳が終了した後も吸乳し続けた可能性がある。このことが、1回あたりの哺乳時間と哺乳回数や哺乳間隔の間に関連がみられなかった原因になったとも考え

られる。

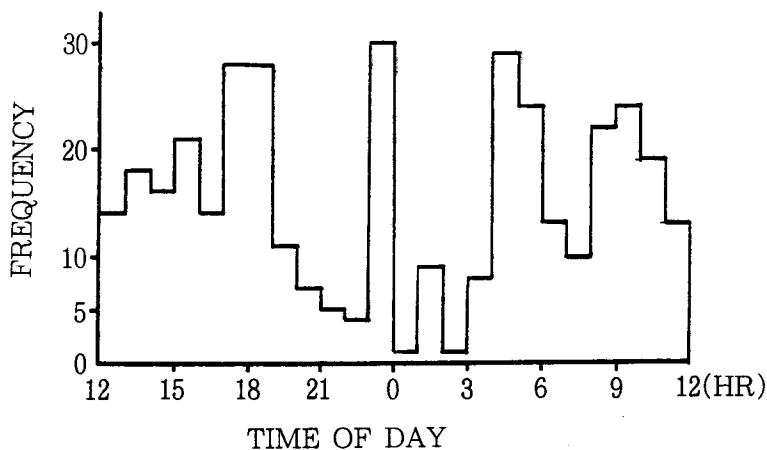
表4 哺乳行動の各性質間の相関行列

	哺乳間隔	哺乳時間	哺乳回数	総哺乳時間
哺乳間隔	1	-0.227	-0.838	-0.511
哺乳時間	—	1	0.196	0.728
哺乳回数	—	—	1	0.567
総哺乳時間	—	—	—	1

哺乳行動の時間帯別発生頻度を図2に示した。それによると、4～6時の時間帯と17～19時の時間帯にピークが見られた。また、23時台に集中した哺乳行動がみられた。19～23時、0～4時の夜間には哺乳が少なかった。6～17時までの時間帯には、コンスタントな哺乳行動が見られた。この結果は、夜間の哺乳行動が少ないとする報告²⁵⁾と一致していた。

本調査は牛舎で行なったものであり、放牧地における行動のような日周リズムは明確ではな

いが、母牛の深夜の横臥休息や8～9時の飼料給与が哺乳行動に影響をおよぼしている可能性はあると思われる。一方、久馬ら⁹⁾は放牧と舎飼において哺乳行動はほぼ同様であるとしている。さらに、23時台の哺乳の集中は、豚で知られるような哺乳行動の同期化が存在する可能性^{16, 25)}を示し興味深い。このように、哺乳行動には、日内で特定のパターンが存在することが明確になった。



3回の測定合計値

図2 自然哺乳行動の日内分布

宮腰ら¹⁶⁾は、泌乳量の測定において、哺乳間隔や回数を限定した場合と自然哺乳で測定した場合では、違った結果を生じる可能性があるとしている。また、寺田ら¹⁴⁾は、体重差法に

より泌乳量を推定する場合には、週齢別測定回数¹⁹⁾を採用するべきであると指摘している。これらの指摘と本研究での結果を考えると、現在実施されている一般的な肉牛の泌乳量の測定

方法は、哺乳子牛が本質的にもっている時間的パターンや哺乳間隔の変動といった自然な哺乳行動を無視しているという意味で、非常に大きな問題点が存在すると考えた。

島田ら²⁹⁾は、哺乳行動と泌乳量の関連について検討し、1日あたりの泌乳量と哺乳回数、総哺乳時間の間にそれぞれ負の相関があったとしている。また、Dayら³⁰⁾も泌乳量1kgの増加に対して哺乳回数が1日あたり0.002回減少するとしている。このように、哺乳行動は母牛の泌乳能力と相互に関連し²⁸⁾、泌乳量が子牛の発育に大きく影響しているという観点から、哺乳行動と子牛の発育の関連について検討した。哺乳回数、1回あたりの哺乳時間、哺乳間隔、総哺乳時間を説明変数とし、DGの間の重相関

係数を求めた。その結果、重相関係数(R)は、黒毛和種・日本短角種でそれぞれ0.614・0.333となった(表5)。この結果は、黒毛和種では日本短角種に比較して、哺乳行動が発育におよぼす影響が大きいことを意味している。逆に、黒毛和種の母牛の泌乳量と子牛の発育は、哺乳行動から類推することが可能であるとも言える。これらのことは、泌乳量が少ないとされる黒毛和種の特徴であると考えられた。

前項では、日本短角種の泌乳量と子牛の発育の関連について検討し、同品種では両者の関連が小さいことを示した。ここでは、黒毛和種と日本短角種の哺乳行動を調査し、哺乳行動と子牛の発育の関連が黒毛和種において大きいことを示した。これらの結果から、従来から指摘さ

表5 哺乳行動の各性質と子牛の発育の関係式

黒毛和種	$Y=634.2-99.9X_1+100.5X_2+80.9X_3-19.7X_4$	$R=0.61417$
日本短角種	$Y=823.2+68.8X_1-70.3X_2-70.4X_3+10.4X_4$	$R=0.33284$

Y:子牛のDG(g) X_1 :哺乳間隔(時間) X_2 :1回あたり哺乳時間(分)

X_3 :哺乳回数(回) X_4 :総哺乳時間(分)

れている母牛の泌乳量と子牛の発育の関連は、黒毛和種においてより重要であると思われた。

哺乳行動、泌乳量と子牛の発育の関連について述べてきたが、前述のように母牛の泌乳量測定方法には問題点が多く、これらについては、さらに検討を加える必要があると言える。さらに、本研究では母牛の泌乳量と呼ぶこととしたが、この用語については、乳量・泌乳量・哺乳量・吸乳量・授乳量などが混在し、その定義や使用法も各研究者によってまちまちである。こ

のようなところにも、この分野に関する研究に未完成な部分があることを指摘しておく。

4. 摘 要

黒毛和種と日本短角種を一群とした牛舎において哺乳行動調査を実施した。それにより、哺乳行動の品種間差や個体差、哺乳行動の時間的パターンの有無、さらに哺乳行動と子牛の発育の関連について検討した。

黒毛和種と日本短角種では哺乳行動の品種間

差は認められなかった。

1日あたりの哺乳回数、1回あたりの哺乳時間、哺乳間隔、総哺乳時間の変動係数はそれぞれ20~30%に達した。

日内の哺乳行動には、特定のパターンが存在することが示された。また、哺乳間隔の変動幅は同一個体内でも極めて大きいことが明らかになった。

これらの結果から、従来の肉牛の泌乳量測定法は子牛の自然な哺乳行動を無視しているという点で問題があると指摘した。

黒毛和種では、日本短角種に比較して哺乳行動と子牛の発育の関連が大きいことが明らかになった。これは、泌乳量が少ないとされる黒毛和種の特徴であると考察した。

IV. 子牛の母乳以外からの摂食行動と栄養面からの評価

1. はじめに

前項までにおいては、黒毛和種および日本短角種の泌乳量や哺乳行動を調査し、主に子牛の発育との関連性について述べてきた。哺乳子牛の栄養を考える場合、母乳からの摂取はきわめて重要であるが、一方でそれ以外からの摂取がある。補助飼料としての人工乳や放牧地での牧草の採食がこれにあたる。実際、哺乳子牛では生後1週間もすると、濃厚飼料や草類を口に含むのが観察される。久馬ら⁹⁾は放牧条件下で、原沢ら³¹⁾は人工哺育下でそれぞれ1週齢の子牛に人工乳の採食がみられたとしている。

一方、母乳からのみで子牛の栄養が充足できるのは、生後1ヵ月まで^{13,19,32)}とされている。このように、哺乳子牛の栄養管理を考えると、母乳からの摂取が最も重要ではあるが、それ以外からの栄養摂取を把握することが必要となるであろう。さらに、双子の放牧育成を考えると

き、母牛の泌乳量が単子の場合の2倍になるとは考えられず、母乳以外からの栄養摂取の重要性がより大きくなると言える。

人工哺乳の条件下では、離乳(代用乳)により、固型飼料の摂食量が増加し^{33,34)}、それとともに反芻胃の発達が進められる³⁵⁾。自然哺乳子牛においても同様の傾向があるとする報告³⁶⁾がみられる。さらに樋口ら³⁷⁾は、代用乳の給与量を抑制すると人工乳・乾草とも採食量が増加するとしている。しかし、これらのことを逆に考えると、母牛の泌乳量が多い場合には、子牛の人工乳や草類の摂取ならびにその消化能力の発達が抑制されることになる。このことは、放牧地での子牛の発育を考えた場合には、負の影響をおよぼすと考えられる。

そこで、ここでは双子を含めた哺乳子牛の摂取行動と摂取量を人工乳と草類(舎飼期では乾草、放牧期では生草)の両面から検討した。また濃厚飼料・粗飼料を問わず乾物摂取量と深い関連があるとされる反芻時間について調査した。

2. 材料および方法

1) 舎飼期における哺乳子牛の摂食および反芻時間

生後から2月齢までの子牛を牛舎内で日中12時間(6~18時)観察し、人工乳および牧草の採食時間を1分単位で調査した。供試頭数は双子3組6頭、単子1頭の計7頭で、観察は分娩房(単房)およびルーズバーン牛舎(群飼)で実施した。各子牛について舎飼期間中1~3回の観察を実施し、人工乳・牧草については13例、反芻では9例の結果を得た。

期間中、哺乳子牛は人工乳・牧草を自由に摂取できるようにした。

なお、今回は採食量の正確な測定は困難であ

り、採食時間の調査のみ実施した。同時に反芻時間についても1分単位で調査した。

2) 放牧期における哺乳子牛の牧草の摂取量
双子1組(黒毛和種・異性・母牛はF1)を含む哺乳子牛7頭について、牧草の摂取量を調査した。放牧期間中に8回の調査を実施した。

4~20時までの16時間の日中行動を1分単位で調査し、全牧草採食時間を求めた。その前後の日中に子牛を追跡しながら模擬採食を行ない5分または10分あたりの採食量を測定した。子牛が牧草を採食する様子を追跡し、食いちぎり回数や1回あたりの摂取量を模倣して刈り取り(模擬採食)を実施し、その重量を測定する方法である。また、両者を積算することにより日中16時間の採食量(生草重:以下同様)を算出した。

供試牛と観察月日を以下に示す。

(1) 供試子牛

子牛の品種	子牛日齢*	母牛の品種
黒毛和種	83	交雑種(B×D)双子
黒毛和種	83	交雑種(B×D)双子
黒毛和種	69	交雑種(B×D)
交雑種(B×N)	28	日本短角種
交雑種(B×N)	26	日本短角種
黒毛和種	74	黒毛和種
黒毛和種	75	黒毛和種

*入牧時日齢

(2) 放牧期間

1992年6月2日~1992年11月1日

(3) 観察実施月日

1992年6月16日, 6月29日, 7月15日, 8月2日, 8月16日, 8月31日, 10月14日及び10月28日(8回のべ128時間)

3. 結果および考察

1) 舎飼期における哺乳子牛の摂食および反芻時間

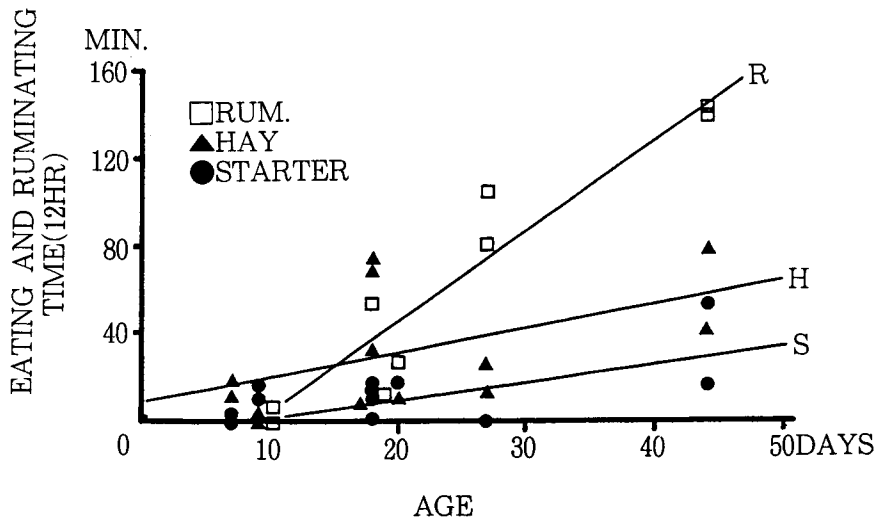
舎飼期間の人工乳および牧乾草の摂取時間、さらに反芻時間と日齢との関係を、図3に示した。人工乳・乾草ともに日齢の経過にしたがって摂取行動時間が直線的に長くなる傾向が示された。

12時間あたりの人工乳摂取量(Y:分)と子牛の日齢(X)との間には、 $Y = 0.83X - 6.9$ ($r=0.680$)の式が成立した。このように、摂取時間が日齢とともに長くなれば、必然的に摂食量も増加していると予想される。また、子牛の場合日齢の経過とともに消化器官の発達や消化能力の向上が進み摂食量は大幅に増加すると考えられる。寺田ら²⁷⁾は日齢の経過と1g摂取するために要する時間の間に負の関係を示している。また、森田と西埜³⁸⁾およびKertzら³⁹⁾の人工哺育での報告によると、人工乳の摂取量は日齢の経過とともに指数関数的に増加している。これらのことから、哺乳子牛の人工乳採食量は、今回明らかになった摂取時間の増加と、単位時間あたりの採食量(採食速度)の増加の両面により指数関数的に増加するものと考えられる。

また、牧乾草の摂取時間(Y:分)も、日齢(X)の経過にともない増加し両者の間には、 $Y = 1.20X + 4.92$ ($r=0.536$)の関係式が成立した。

ここでは、人工乳よりも牧乾草の摂取時間が長いことが注目される。今回給与した牧乾草は、母牛群に給与したものと同じものであり、幼齢の子牛にとっては食べづらく、単位時間あたりの摂取量は人工乳より少なかったと思われる。

人工哺乳の条件下では、哺乳レベル(代用乳)と子牛の人工乳の摂取量の間にも負の関係がある^{33, 34)}ことが知られている。このことが、自然哺乳により育成される子牛にもあてはまる⁴⁰⁾可能性がある。もしそうであるとするなら、泌乳量が多い母牛に育てられた子牛では、人工



日中12時間の観察による

図3 哺乳子牛における人工乳、乾草の採食時間と反芻時間の変化

乳や牧草の摂取量は抑制されることになる。
本研究では、泌乳量の測定は実施していない

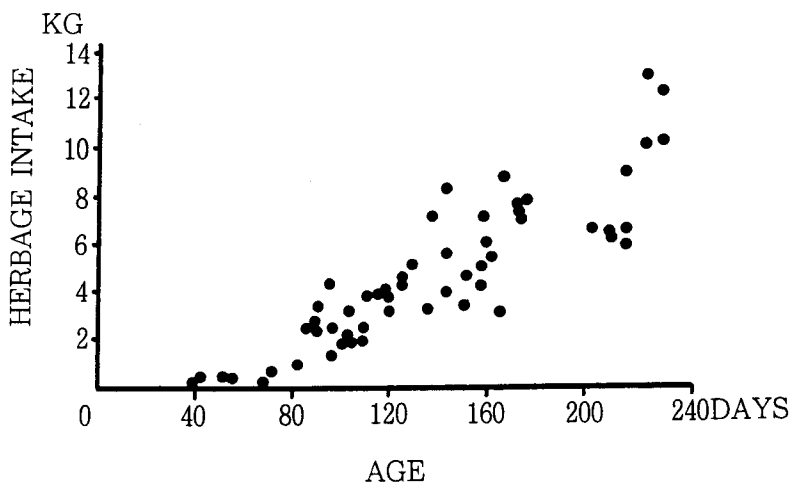
め両者の関係を導き出すことはできなかった。

表6 哺乳子牛の牧草採食量 (16時間あたり)

	6月16日	8月16日	10月28日
平均採食量(g)	1,592	3,563	9,865
範囲(最小~最大)	(147~3,431)	(1,773~5,046)	(7,047~12,816)

しかし、この時期(0~2ヵ月齢)の子牛は、
母乳からの栄養摂取割合が高く、人工乳および
乾草の摂取は栄養摂取面から評価するよりも、

その後の別飼料(人工乳)や牧草の摂取を
スムーズにするための期間と想定するべきであ
ると思われる。



日中16時間の観察による

図4 哺乳子牛の牧草採食量

表7 日齢, 採食量, 単位体重あたり採食量, 栄養度充足率の相関行列

	日 齢	採 食 量	体重1 kgあたり 採 食 量	T D N充足率
日 齢 (日)	1	0.884	0.742	0.796
採食量	—	1	0.923	0.960
体重1 kgあたり採食量	—	—	1	0.993
T D N充足率 (%)	—	—	—	1

今回の結果から, 哺乳子牛の人工乳・牧乾草の摂取量は日齢依存的事であることが明確になった。もしそうなら, 母乳からの栄養摂取水準とそれ以外からの栄養摂取水準の経時的变化は無関係であることになる。すなわち, 泌乳水準が低い母牛に育てられる子牛に, 個別別に人工乳や牧乾草の給与量の増量をはかっても發育の向上には必ずしも結びつかないことになる。この

ことが, 哺乳子牛の發育が母牛の泌乳量に大きく影響される原因となっていると思われた。

12時間あたりの反芻時間は, 摂食時間と同様に, 日齢の経過にともない増加した。反芻時間(Y:分)と日齢(X)の間には, $Y=4.21X-38.5$ ($r=0.957$) の関係式が成立した(図3)。日齢と反芻時間との相関係数は, 人工乳・牧乾草の摂食時間との係数より高かった。

表8 摂取牧草からのT D N充足率 (%)

	6月16日	8月16日	10月28日
平均充足率 (%)	11.8	21.9	48.1
範囲(最小~最大)	(1.6~27.0)	(12.3~32.2)	(36.2~61.8)

2) 放牧期における哺乳子牛の牧草摂取量
哺乳子牛の牧草摂取量(16時間あたり)を表6に示した。子牛の牧草採食量は, 7頭の平均値で, 入牧直後では1,592g, 下牧時(離乳時)は9,865gとなった。これらの結果は日中16時間のものであり, 24時間の量とすることはできない。しかし, 一般に放牧牛では夜間はあまり採食せず横臥休息する時間が多い。このことから, 今回の日中16時間の採食量が, ほぼ24時間の採食量を示すと考えてよいだろう。また, 仮に夜間にも牧草を採食したとするなら実験子牛はこの結果以上の牧草量を摂取していることになる。

牧草摂取量と日齢の関係を図4に示した。その結果, 牧草摂取量は日齢の経過にともない増加する傾向が示された。さらに, 両者の間には $Y^{1/2}=0.421X+6.07$ (Y:採食量g, X:日齢)の推定式が成立し, 高い相関がみられた($r=0.898$; $P<0.001$)。

牧草摂取量と子牛の日齢, 体重, 体重1 kgあたりの摂取量およびT D N充足率の相関行列を, 表7示した。体重, 1 kgあたりの摂取量, さらにT D N充足率と日齢の間にも高い相関がみられた。

Boggsら⁴¹⁾は, 春生まれのヘレフォード種の子牛を用い同様の傾向を示している。さらに,

久馬ら⁹⁾も牧草摂取量と日齢の間に相関を示し両者の間に2次式をあてはめている。しかし、この式では0日齢の子牛が、マイナス325gの牧草(DM)の摂取することになり、そのまま適用するには無理があると思われる。そこで、本研究では、1次式や2次式よりも、より現実的である指数式をあてはめた。

本研究に用いた母牛群には泌乳量が高いとされるF₁(B×D)と日本短角種、逆に少ないとされる黒毛和種が混在しているが、母牛の泌乳水準と子牛の牧草摂取量には関連がみられなかった。このことから、前述のように哺乳子牛の牧草摂取量は日齢の経過に依存し、母乳の摂取量にはあまり影響されないと考察できる。

島田ら⁴²⁾は、母牛の泌乳量の少ない子牛の採食時間が長かったとし、本研究と異なる結果を報告している。ただし、その傾向は90日齢まで続き、180日齢では両者の関係が逆になったたとしている。このことは、少なくとも90日齢以降では、泌乳量と発育の関係が弱くなることを示唆している。本研究では、供試子牛の入牧時の平均日齢は62.5日であり、すでに母乳からの栄養充足率が低下する時期にあたる。このことから、子牛は母牛の泌乳量とほとんど無関係に牧草を摂取していたものと考えられる。

哺乳子牛の牧草の消化能力についての知見は少ない。しかし、子牛の牧草の粗繊維の消化能力は、固型飼料の摂取量に大きく影響されるとされている³²⁾。また、久馬ら⁹⁾は哺乳子牛における牧草の消化率の測定を実施し、98日齢で成牛のレベルに達したと報告している。本研究に用いた子牛は、入牧時の平均日齢が62.5日であり、牧草の消化能力はすでに成牛と同程度に達していると想定した。それにより、牧草摂取量とその消化率から栄養充足率を計算した。

なお、ここではDGは、黒毛和種の放牧子牛

の発育値⁴³⁾を参考にし、0.7kgに設定した(表8)。

その結果、牧草からのTDN充足率は、7頭の平均で、入牧時が11.8%、下牧時では48.1%と計算された。また、下牧時には60%を上回る個体もみられた。この結果は、以前の報告(20~30%)⁴⁴⁾より高くなっている。これは、前報が6~18時の12時間での結果であり、採食時間のピークとなる日の出と日没の時間帯が含まれていないことが原因であると考えられる。

また、その意味では24時間の観察を実施するのが理想であることになり、さらに検討する必要がある。逆に言えば、離乳期においても牧草のみからの栄養充足率が、約50%であるとするとは明白である。スヴェチン⁴⁵⁾は、子牛が放牧地で全必要栄養量を満たせるのは9~10ヵ月齢に達してからであるとしている。このことが、従来から指摘されている育成牛の低増体の原因となっている可能性があり興味深い。

これまでの結果から、子牛の発育と栄養摂取の関連について考察してみる。0~1ヵ月齢の哺乳初期子牛の発育は、その栄養摂取割合のほとんどを母乳に依存しており、泌乳量水準が、発育におよぼす影響がきわめて大きくなる。そのため両者の間に特に大きな相関関係が見いだせる。一方、それ以降では、子牛の母乳以外の栄養摂取の量が日齢の経過とともに上昇し、発育に必要な母乳摂取への依存度が徐々に低下する。しかし、この母乳以外の栄養摂取水準は、哺乳子牛の生後の日齢に依存的であり、母牛の泌乳水準には、ほとんど影響されない。すなわち、人工乳や牧草の摂取水準は同一の飼養管理条件の下では基本的には一定であり個体差は少ないと考えられる。一方、母牛の泌乳水準は品種や個体によって大きな差があると

考えられる。これらのことから同一飼養条件下での哺乳子牛の発育を決定づける最大要因は、母牛の泌乳水準であることに変わりはないということになる。

本研究では、哺乳子牛の人工乳（舎飼期間）と牧草（放牧期間）の摂取量について検討し、両者とも日齢の経過にともなって増加することを明らかにした。しかし、放牧期間には子牛に別飼料（人工乳）を給与しなかった。放牧条件下にある哺乳子牛の別飼料の摂取量についてはいくつかの検討がなされているが、そのときの牧草摂取量については明確になっていない。仮に、両者に負の関係があるとすると、放牧地での別飼料により、子牛の牧草摂取能力が抑制されることになる。今後は、このような観点からも哺乳子牛の栄養摂取について検討する必要があると思われる。

4. 摘 要

哺乳子牛における母乳以外からの栄養摂取について、舎飼期の人工乳・牧草、および放牧期の牧草の両面から検討した。

哺乳子牛の人工乳および牧草の摂取時間はともに日齢の経過とともに増加した。

また、反芻時間も日齢の経過にともない増加した。

放牧期間における哺乳子牛の牧草摂取は、人工乳と同様の傾向を示した。その結果、入牧時と下牧時（離乳時）の日中16時間あたりの牧草摂取量は、それぞれ1,592 g、9,865 gであった。

また、牧草摂取量(Y: g)と日齢(X)の間には、 $Y^{1/2} = 0.421X + 6.07$ ($r = 0.898$) の関係式が成立した。

さらに、それによるTDN充足率は、それぞれ11.8%、48.1%と算出された。

V. 双子子牛の発育とその栄養管理

1. はじめに

これまでにおいては、放牧による双子子牛の哺育育成技術確立のための基礎となる母牛の泌乳量、子牛の母乳以外からの栄養摂取について検討してきた。

牛の人工妊娠技術の急速な発展にともない、今や農家レベルでの双子生産が可能になっている。それら双子作出のための手法については、おびただしい数の研究機関において、多数の研究課題が実施されている。しかし、作出された双子の哺育育成技術についての研究課題は、わずか数カ所で実施されているに過ぎない。また仮に双子生産技術が確立され双子分娩数が増加しても、肉牛農家では、双子のうちの片方は早期離乳して人工哺乳することになるだろう。

現在、酪農家においてはETにより黒毛和種の産子を得て、それを人工哺乳する例が増加している。それらの見解によると、黒毛和種子牛の人工哺育育成は乳用子牛（ホルスタイン種）よりも困難であり⁴⁶⁾、そのための独自の哺育メニュー^{37,46~48)}が検討されている。しかし、これらの技術は、乳用子牛の哺育に比較して、1日あたり哺乳量が多い・哺乳期間が長い・哺乳量を体重あたりまたはメタボリックボディサイズあたりなど細かく設定しており、複雑かつ煩雑なものになっている。一方、内田ら⁴⁹⁾は黒毛和種子牛に乳用子牛と同様の哺育技術が適用できる可能性を示している。このように、現時点では肉用子牛の人工哺育技術は確立されているとは言えない。これらの技術体系が整備されない限り、養牛農家で肉用子牛を人工哺育する意義は小さいと言える。

このことは、双子生産にもあてはまると考える。双子の受胎率および分娩数が技術的に向上しても、その哺育育成方法についての検討はほ

とどなされておらず、現状は片手落ちの研究体系であると言わざるを得ない。

本研究は、双子子牛をあくまでも、放牧により哺育育成することを前提として、その技術確立をねらって実施したものである。そのことにより、肥育素牛の増頭とその低コスト生産という意味での双子生産技術体系が完成するものとする。

本項では、放牧地での双子子牛の発育について検討し、さらにこれと合わせて前項までに示した哺乳子牛の栄養摂取の面から、放牧による双子の哺育育成の可能性について考察した。

2. 材料および方法

1) 双子子牛の発育とその評価

平成2年度から4年度にかけて岩手畜試外山分場で生産された双子子牛の体重データを分析した。供試双子はつぎのとおり。

双子No.	品種・性別	母の品種	飼養管理
1	B, B, ♂, ♂	F ₁	放牧
2	N, N ♂, ♂	N	放牧
3	N, N ♀, ♀	N	放牧
4	N♂, B♀ (里子)	N	放牧
5	B, B ♂, ♀	F ₁	放牧
6	N, N ♂, ♀	N	舎飼
7	B, B ♂, ♀	N	舎飼

- ・すべて双子を母牛につけたまま哺育育成
- ・秋生まれのため放牧しなかった
- ・死産、育成途中の死亡、離乳例を除く
- ・B, Nはそれぞれ黒毛和種、日本短角種

本研究に用いた双子は、当場で実施された、受精卵移植や誘起多胎の研究課題の中で生産されたものがほとんどで、自然双子はまれであった。このため、母牛は日本短角種とF₁(B×D),

双子子牛は黒毛和種または日本短角種であり、特定品種について実施したのではなくまた母子の品種が異なる場合が多かった。さらに、供試双子頭数も充分とは言えなかった。

また、人工妊娠技術によるものが主であり、当時慣行の放牧体系(夏山冬里, マキ牛繁殖: 春生まれ, 秋離乳)にそぐわない秋生まれの産子も含まれている。

なお、黒毛和種の発育標準は、放牧子牛の発育実態にはそぐわない。そこで、本研究での黒毛和種子牛の発育は、福原ら⁴³⁾による放牧子牛の発育標準値を参考に検討した。また、日本短角種については同品種の発育標準値⁵⁰⁾を用いた。

2) 双子子牛の哺育育成のための栄養管理

前項までに示してきた、母牛の泌乳量、子牛の母乳以外からの栄養摂取量、さらに子牛の発育を総合的に考察して、双子子牛の放牧育成における栄養管理のモデル化を試みた。

3. 結果および考察

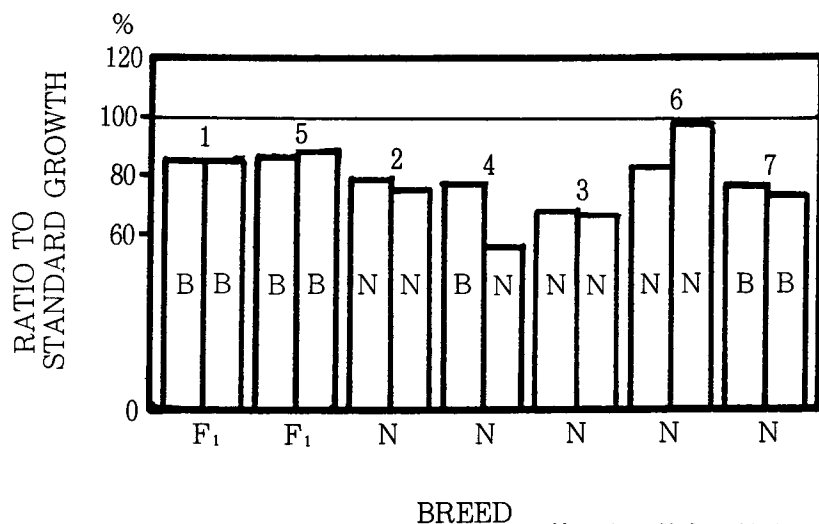
1) 双子子牛の発育とその評価

各双子の生時から離乳時までの発育を母牛や子牛の品種さらに性による補正を行わず生データをを用いて比較した。DGの範囲は0.526kgから0.895kgにおよび変動幅が非常に大きかった。母牛の品種ごとにまとめると、日本短角種では0.526~0.895kg, F₁では0.634~0.685kgの範囲にあった。また、子牛の品種ごとにまとめると黒毛和種では0.526~0.685kg, 日本短角種では0.567~0.895kgの範囲にあった。全体的に母牛の品種の違いによる変動が、子牛の品種の違いによるものより大きい傾向がみられた。

各双子子牛の発育を比較するために、品種および性別の発育標準値に対する到達割合を図5に示した。日本短角種に比較してF₁を母牛と

する双子の達成割合が高かった。また、日本短角種では、その達成度合の個体差が大きい傾向にあった。F₁を母牛とする黒毛和種の双子は放牧地での発育の標準値の80%以上の発育を示した。これらのことから、母牛にF₁を用いることにより、補助飼料なしの体系においても黒

毛和種双子の放牧育成は可能であると考えられた。一方、日本短角種を母牛とした場合は、双子間で発育の変動幅が非常に大きく、全体的にはF₁に比較しておとる結果となった。これらの傾向は、泉名⁵¹⁾の報告と同様であった。

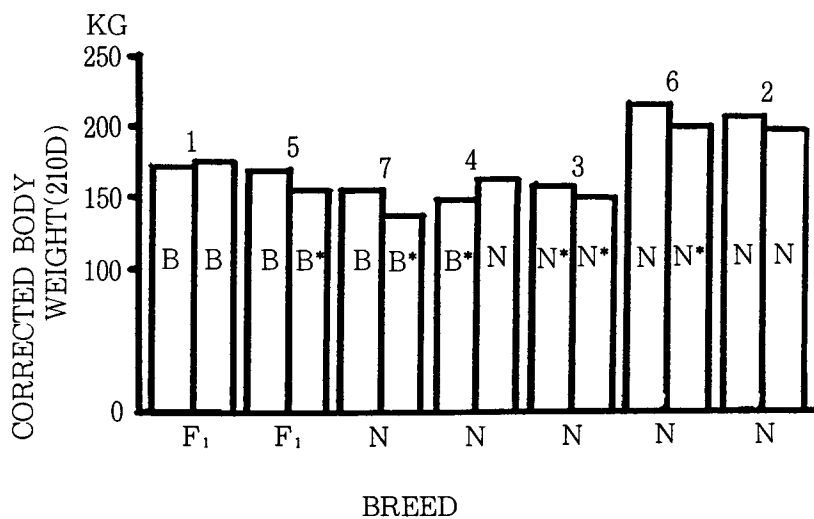


棒の上の数字は双子No.を示す

図5 各双子子牛の発育標準値に対する到達割合

子牛の発育の遺伝的能力は品種によってほぼ固定されていると思われるが、母牛の泌乳量は同一品種であっても大きな個体差があるとされている。これらが原因となって、今回のような子牛のDGの変動幅があらわれると言える。そ

の意味で、双子子牛の哺育育成に用いる母牛の選定にあたっては、品種の特性として泌乳量の多いものを選定するのは当然であるが、さらに泌乳量による個体レベルでの選抜が重要になると言える。

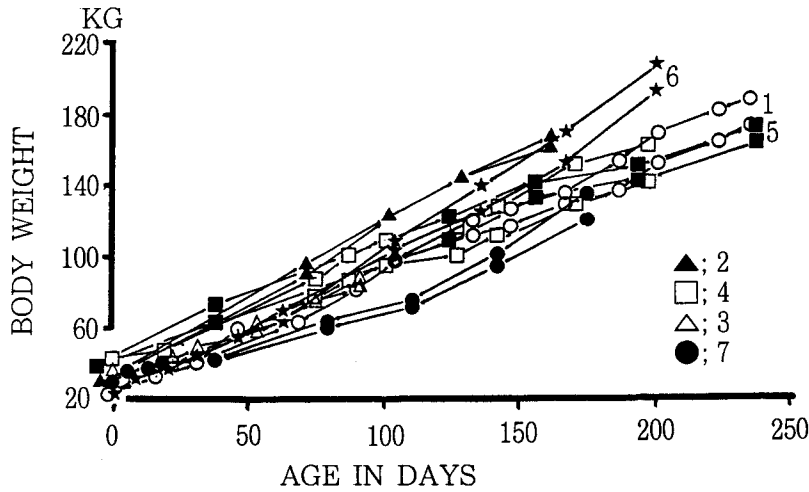


*はメス子牛、棒の上の数字は双子No.を示す

図6 各双子子牛の210日齢補正体重

双子子牛組内の発育について図6に示した。子牛の生時から離乳時までのDGから210日齢補正体重を算出した。ここでは、品種および性による補正はしていない。その結果、双子組間のDGの変動幅が大きいのにに対して、双子組内(2頭の子牛)のDGの差がきわめて少ないこ

とが注目された。これは、双子子牛の哺乳行動の同時性が非常に高く⁴⁴⁾、結果的に吸乳量が同程度となり発育が均一化することによって考えられた。また、このことから、母牛の泌乳量の多少が双子両方の発育に影響をおよぼし、双子のうち一方が母乳を独占し発育に差が生じる



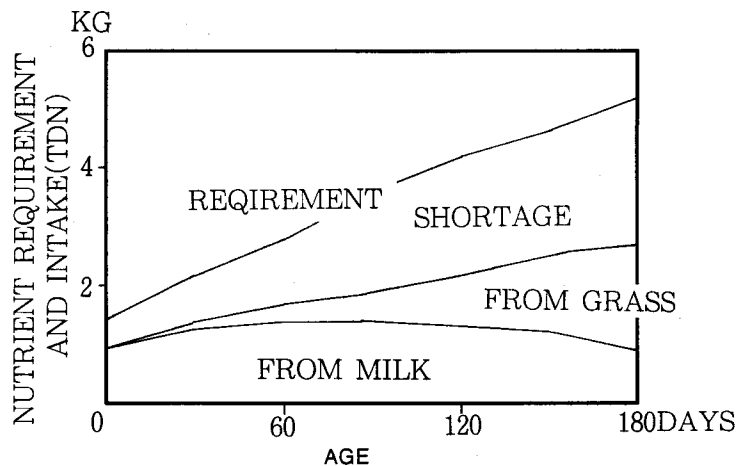
数字は双子No.を、同一シンボルは各双子を示す

図7 各双子子牛の増体曲線

ということはないと考えられた。

双子子牛の生時から離乳時までの増体と日齢との関係を図7に示した(実測値)。その結果発育曲線は、母牛によって傾きに違いがみられるが、個々の双子では精度の高い一次の直線で

示されることが明らかとなった。すなわち、放牧育成における離乳までの双子の発育は、哺乳初期の増体量からかなり正確に予想できるということになる。逆に言えば、生時から哺乳初期(たとえば生後1ヵ月齢)までの増体量をもと



双子1組(2頭分)を示した

図8 双子子牛哺育育成のための栄養必要量と摂取量のモデル図

に、離乳期を判定することができる。つまり、哺乳初期の双子の発育が順調ならそのまま母牛につけて放牧育成、思わしくなければ1子を早期離乳すれば良いわけである。

2) 双子子牛の哺育育成のモデル化

これまでに実施してきた、母牛の泌乳量・子牛の母乳以外からの栄養摂取量・双子子牛の発育様相を総合的に考察して、双子子牛の放牧育成のための栄養管理のモデル化を試みた。

前提条件は以下のようにした。

- (1) 母牛は日本短角種、夏山冬里方式で牧草地に放牧するものとする
 - (2) 子牛の品種は黒毛和種、メスの同性双子とする
 - (3) 子牛の発育目標はDGで0.7kgとする
 - (4) 子牛は、3月上旬生まれ、5月下旬から10月下旬まで放牧し、10月下旬（8ヵ月齢）に下牧、同時に離乳するものとする
 - (5) 母牛の泌乳量は本研究の結果に基づくものとする
 - (6) 子牛の人工乳、牧草の摂取量は本研究の結果に基づくものとする
 - (7) 放牧期間中、母牛には補助飼料無給与、子牛は人工乳を自由摂取できるものとする
- 以上のような条件を設定し、双子（2頭）の発育に必要な養分量と母乳、牧草からの各摂取養分量（TDN量）を図8に示した。その結果双子の標準的な発育のためには、かなりの養分量が不足することが明らかになった。舎飼期間における子牛の栄養不足量はTDNに換算して33kg、同じく放牧期間は222kgと算出された。すなわち、双子子牛は母乳と牧草の摂取に加えて離乳時期には、1日1頭あたり1.2kgのTDN量を摂取しなければならないことになる。しかしながら、笹村ら⁵²⁾はこの時期の子牛は放牧地で2kg/日の人工乳（黒毛和種・母子放

牧・クリープフィーディングの実験）を摂取するとしており、これをあてはめると不足分のTDN量の充足は可能である。

このような、栄養必要量のモデル化は、黒毛和種についての例^{9,19)}、新渡戸ら⁸⁾による日本短角種の例が示されているが、双子についての検討はこれまでにはみられない。

もし、この不足量をすべて市販の人工乳で補うとすると、舎飼・放牧期間にそれぞれ43kg・292kg全期間では335kgが必要となると算出された。また、人工乳1kgあたりの単価を80円とすると、全期間での飼料代は26,800円となる。これらの試算結果は、量的にも金額的にもかなり大きく感じられる。しかし、繁殖牛1頭あたりで2頭の子牛生産が可能であり、子牛の売却価格を考慮すれば、肥育素牛の増頭とその低コスト生産という目標が達成されると言える。

西田ら⁵³⁾は、F₁では単子に比べて双子哺育で母牛の泌乳量が多くなるとしており、このことが日本短角種にもみられる可能性はある。また、子牛の牧草からのTDN充足率は、本研究では、離乳期（180日齢）で約50%であったのに対し、久馬ら⁹⁾は約100日齢で50%に達するとしており、草地管理技術の向上によりその割合は改善できるものと思われる。それらにより不足する栄養量を減少させることは可能と考える。

放牧子牛の発育とその要因については、これまでに多くの検討がなされてきた。放牧体系による子牛の哺育育成を考える場合、春（2～3月）分娩・夏期放牧のいわゆる夏山冬里方式が想定される。放牧体系では春生まれの子牛が秋生まれ（舎飼）と同様の発育を示す⁵⁴⁾（北海道：ヘレフォード種、アンガス種）とする報告がみられる。一方、黒毛和種では、熊崎と松尾⁵⁵⁾秋・冬生まれの子牛の離乳時体重が春・夏ま

れの子牛よりすぐれたとし、小畑ら⁵⁶⁾は逆の結果を示している。両者はともに中国農試における結果を用いているが、前者と後者の報告に約15年の間隔があり、その間に放牧環境の変化があったと想像される。さらに福原⁵⁷⁾は、子牛の離乳時体重は生時体重に比較して遺伝率が低いとしており、この「環境」の最大要因として、母牛の泌乳量が挙げられると考えられる。

子牛の発育には母牛の年齢や体重が影響するとされる。母牛の年齢および産次がそれぞれ6~10才、5~7産のときに子牛の発育が最高となるが、それらは母牛の泌乳量によるものである⁵⁷⁾と説明されている。また、体重の重い母牛の産子の離乳時体重が大きい^{57,58)}とされ、これにも母牛の泌乳量の影響が考えられる。これらのことから、放牧による双子生産を考える場合、子育て能力 (mothering ability)^{15,23)}を十分に考慮した母牛の選定とその簡易な方法の確立が望まれる。

黒毛和種の放牧では、子牛の発育不良とそれにともない市場評価が低いことが問題点^{56,59)}とされている。その解決策として、放牧地における子牛の別飼い (以下: クリープフィーディング) 技術が提唱され、その有効性が実証されている。本研究では放牧地での子牛のクリープフィーディングは実施しなかった。その結果、日本短角種を母牛とした場合には、双子子牛が発育標準値 (単子) を達成するのは困難でありこれを栄養摂取面から検討し、不足量を提示した。しかし、前述のように、不足分の栄養量は人工乳から摂取することが十分可能であると考えられた。これらのことから、子牛のクリープフィーディングを併用することにより、日本短角種を母牛として用いた双子の哺育育成は可能であると思われる。

肉用牛の放牧においては、哺乳が母牛の繁殖

面に悪影響を与えるという観点からの報告^{28,60~63)}がみられ、哺乳回数の制限^{60~62)}や子牛の早期離乳⁶³⁾と母牛の繁殖面の関係が検討されている。それらの結果をみると、哺乳回数や哺乳量の制限は、卵巣や子宮の機能回復を促進するが、受胎までに要する日数や受胎率は自然哺乳の場合と差がなかったとするものが多い。また、ReevesとGaskins⁶¹⁾は、哺乳回数の制限がかえって子牛の発育面に逆効果をおよぼしたとしている。

一方、日本短角種では、従来より母子放牧・マキ牛繁殖方式で一年一産が達成されている。このことを考えると、日本短角種を母牛とした場合には、哺乳回数の制限や子牛の早期離乳は子牛の発育・母牛の繁殖の両面に必ずしも良い影響を与えないと思われる。これらのことから、日本短角種の放牧にクリープフィーディングを併用することにより、双子の哺育育成を実施することを提唱したい。

牛の双子生産に関しては、双子の作出についての検討がほとんどであり、その哺育育成についての研究課題は少ない。哺育育成についても人工哺乳の形態をとるとすると必ずしも肥育素牛生産の低コスト化にはつながらない。今回のように、双子を母牛につけたまま放牧することを前提とし、哺育育成について検討する試みは母牛にF₁を用いたものが数例みられるに過ぎない。本研究では、日本短角種を母牛として用いた場合でも子牛のクリープフィーディングとの併用により双子の放牧育成が可能であることを示した。

今後は、双子子牛の哺育育成、特に放牧育成技術についての検討が進展して、はじめて双子生産の意義が明確になることを指摘したい。

4. 摘 要

双子子牛の発育の特徴とその哺育育成のため

の栄養管理について検討した。

双子子牛の発育は、母牛の品種または個体によって大きく変動した。

F₁を母牛に用いることにより、双子の発育は単子の目標値をほぼ達成することが明らかになった。

母牛に日本短角種を用いた場合には、双子の発育の変動幅が大きく、その選定においては、個体レベルでの検討の必要があると考察した。

双子組内の発育は、その差がきわめて小さく発育は斉一化していた。

双子子牛の離乳期までの発育は、哺乳初期における増体から推定できることを示した。これにより、子牛の離乳時期の判定ができると考察した。

双子子牛の標準的発育のための必要栄養量のモデル化を試みた。その結果、離乳期までに不足となる全TDN量は255kgと計算された。この不足量は、人工乳の摂取によって補えると考察した。

これらの結果より、双子の放牧育成は可能であると考えた。

VI. 日本短角種における双子分娩ならびに哺育育成の実態

1. はじめに

小野寺⁶⁴⁾は、日本短角種の双子率は2.7%、黒毛和種は0.6%（昭和63～平成元年、青森県内での市場調査）であったとしている。同じく、沢田ら⁶⁵⁾は2.4%（昭和58～62年、岩手県盛岡地区）と報告している。

さらに、両者は、それらを利用した日本短角種の双子系統作出の可能性についても指摘している。

もし、双子分娩率が他の肉用品種より高ければ、前章までに示した泌乳能力や子育て能力を

考慮して、双子育成に用いる母牛として日本短角種は理想的な品種と言える。さらに、これらのことと人工妊娠技術の併用により、双子牛群の作出の実現性が高くなると言える。

今回、岩手県玉山村管内の農家で飼養されている日本短角種の双子分娩の実態を、過去12年間の放牧名簿をデータベース化し、それを分析することによって明らかにした。また、双子分娩がみられた農家に庭先において、双子の哺育方法、母牛の繁殖面での問題、さらに双子についての意見等について聞き取り調査を実施した。

2. 材料および方法

1) 放牧名簿を利用した双子分娩実態の分析

岩手県玉山村内のH放牧場ならびにK放牧場の放牧名簿をデータベースとした。両牧場の1982年から1993年までの12年間、のべ5,830例について調査した。これをもとに、双子分娩率、双子の性別・生時体重、双子分娩牛の年齢・産次・分娩間隔、双子分娩に及ぼす母牛の遺伝的影響についてデータの分析を行なった。

なお、両牧場は日本短角種のみ放牧、放牧期間は、5月下旬から10月まで（夏山冬里）、マキ牛繁殖（一部人工授精）の形態をとっていた。

2) 農家での双子の哺育育成についての調査

岩手県玉山村H放牧場の預託農家のうち、平成2年に双子分娩がみられた農家で聞き取り調査を実施した。調査は、8戸・双子10組について行なった。双子の哺育育成、飼料給与、母牛の繁殖面での問題点、双子分娩についての考え方について聞き取りを行なった。また、それらの放牧名簿および子牛の市場上場名簿から、双子の発育や市場評価について若干の検討を加えた。

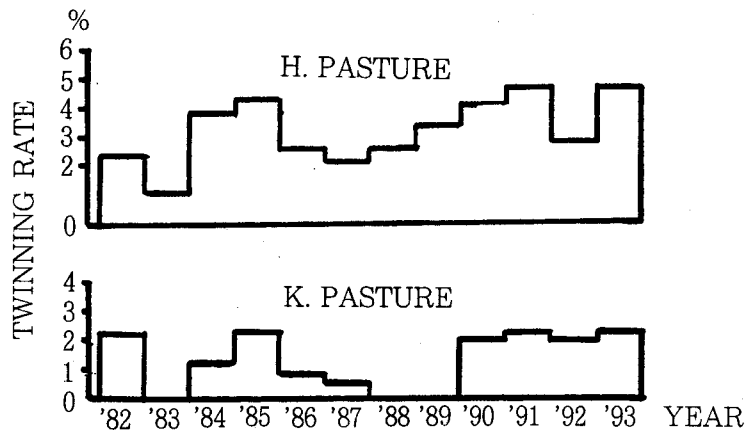
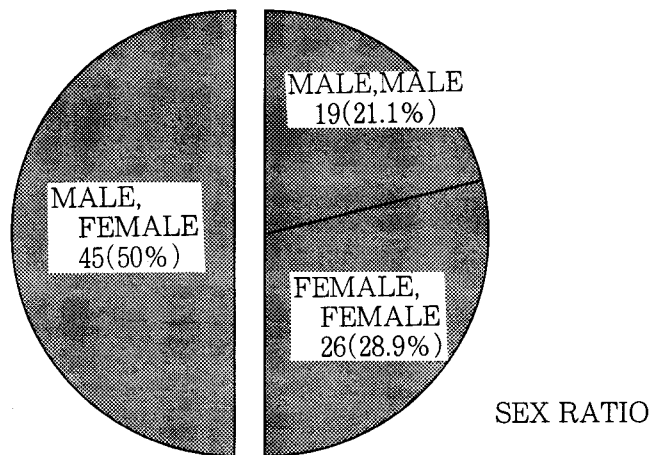


図9 H, K両牧場における双子率 (1982~1993)



数値は例数、カッコ内は%を示す

図10 双子の性別割合

3. 結果および考察

1) 放牧名簿を利用した双子分娩実態の分析
1982年から1993年までの12年間の双子率 (双子組数/分娩頭数)を図9に示した。双子率は12年間の平均でH牧場が3.26%, K牧場が1.31%, 両牧場全体の平均は2.09%となった。HとKの両牧場間に大きな双子率の差がみられたことが注目された。H牧場での双子率は、他の報告^{64,65)}と比較しても高い比率を示していた。

また、両牧場の双子率は、ともにここ数年で若干上昇する傾向が見られた。

本研究は、両牧場の放牧名簿に記載された事

項のみからデータを得ている。したがって、分娩時の双子の死産は、双子率のなかに含まれるが、双子妊娠牛のなかに、妊娠初期に流産した例もあると思われるが、それらの正確なデータは入手困難であった。このため、ここで示した双子率はあくまで双子分娩率であり、実際の双子受胎率はさらに高かったものと考えられた。次に、双子の性別の分類結果を図10に示す。双子の性別を、♂♂の同性、♀♀の同性、♂♀の異性に分類すると、それぞれ 22.1, 28.9, 50%となった。この比率は、理論的には1:1:2であるから、今回の結果は♀♀の同性双子がや

や多いという結果となった。

双子の生時体重の平均値を雌雄に分け、さらに同性・異性に分類して表9に示した。双子牛の性別の生時体重は、♂が29.1kg, ♀が27.0kgであった。これらの値は、小野寺の報告⁶⁴⁾よりも雌雄とも2~3kg小さく、日本短角種の発育標準の下限值⁵⁰⁾とほぼ同様であり、従来から指摘されている双子牛の小ささを示すものであった。子牛の生時体重には母牛の大きさが影響するとされ、泉名⁶⁶⁾は、黒毛和種受精卵移植産子の生時体重は、受卵牛がホルスタイン種の場合のほうが、日本短角種の場合よりやや

大きかったとしている。

これらのことから、双子分娩のための母牛の選定にあたっては、大型の品種、さらに大型の個体を選定すべきであると考えられる。

また、生時体重を同性双子の♂, 同性双子の♀, 異性双子の♂, ♀に分類すると、それぞれ30.2, 28.3, 27.9および25.4kgとなった。すなわち、雌雄とも同性双子の場合の生時体重が、異性双子のそれより重いという結果になった。このような報告は他にはみあたらず、その原因について考察することはできないが、胎内の生理的メカニズムの点からも興味深い。(表9)

表9 双子の性別生時体重 (kg)

オス	メス	オスの同性	異性のオス	異性のメス	メスの同性
29.1(53)	27.0(51)	30.1(28) ^a	27.9(25) ^b	25.4(23) ^a	28.3(28) ^b

カッコ内は例数 a,b間にそれぞれ有意差あり

双子を分娩した母牛の平均年齢と平均産次はそれぞれ7.5才, 5.8産であり、初産の個体の比率が少なく、年齢・産次と牛群全体では高い傾向がうかがえた。

双子分娩牛の前年の分娩月日と後年の分娩月日から、分娩間隔を計算し表10に示した。その結果、前年の分娩から双子分娩までの間隔は、362日、双子分娩から後年の分娩までの間隔は381日となった。両牧場は自然交配(マキ牛繁殖)方式をとっているから、標準の分娩間隔は365日と考えてよいであろう。今回の結果では双子分娩までの間隔は標準より約2週間短く、逆に双子分娩から次の分娩までの間隔は標準より約2週間長かった。これらは、従来報告されてきた双子の場合の妊娠期間が短いこと^{53,67)}双子分娩牛の繁殖機能回復は遅延するという両面を立証することになった。MorrisとDay⁶⁸⁾は受胎までに要する日数が増加にともない排卵数が多

表10 双子分娩牛の分娩間隔

前年分娩から	352日
双子分娩	381日
後年分娩まで	

前後の年の双子分娩例を含む

くなるとしている。このことから、双子分娩牛については、繁殖機能のみならず排卵数など双子分娩そのものの生理的メカニズムからの検討が今後必要になると考える。

一方、双子分娩前後の日数は、それぞれ352日と381日であったが、両者を平均すると(352日+381日)÷2=365日と計算され、結果的には、標準である365日の分娩間隔(一年一産)

が達成されていることになる。双子分娩牛は、前後の年と合わせて3年間に4頭以上の子牛を生産することになる。結論としては、養牛農家では、双子分娩の繁殖面におよぼす悪影響は顕在化していないと良いと思われる。

近年、人工妊娠技術による双子生産の増加に

表11-1 双子分娩回数

回数	頭数 (%)
1回	70 (84.3)
2回	11 (13.3)
3回	2 (2.4)
合計	83 (100)
のべ	96例

一方、分娩後に雄牛と同居させることにより空胎期間が短縮されたとする報告⁷¹⁾や、人工授精よりマキ牛のほうが初産月齢が早く、分娩間隔も短かったとする報告⁷²⁾がみられる。これらのことは、メスの動物の繁殖能力を促進するオスの効果 (male effect)^{73,74)}との関連から興味もたれるところである。また、これらが証明されるなら、マキ牛繁殖により生産される日本短角種では、male effectによるメス牛の繁殖成績の向上が、管理する人間側が意識することなしに達成されてきたことになる。このことは、当然双子分娩牛にもあてはまると考える。すなわち、双子分娩牛の繁殖機能は、マキ牛繁殖により促進されると考えられる。

双子分娩牛の母牛および娘牛の産歴から、双子分娩におよぼす母牛側の遺伝的影響について検討した。その結果、双子分娩を記録した全93頭のうち13頭 (13.5%) 2回以上双子を分娩していた。また、双子分娩率を農家別に比較すると、双子分娩が突出して多い農家が数件みられた。そのなかには、3代にわたり、しかもそれ

ともない、双子分娩牛の繁殖面での問題が指摘され、その栄養管理による改善による研究⁶⁹⁾も行なわれている。また、乳牛においては双子分娩は空胎期間の延長・治療費・子牛価格の不安定さ等から経済的ではないとの指摘⁷⁰⁾がある。

表11-2 特に双子分娩の多い家系の例

	名号 (生年)	双子分娩年
祖母	はるにしき (1977)	1986, 1987, 1990
母	しげのはる (1983)	1990, 1991
娘	きよはる (1989)	1992, 1993
1982~1993年までの調査による		

ぞれのメス牛が複数回の双子分娩を示した例が発見できた (表11)。このように、双子分娩におよぼす母牛側の影響は大きく、またそれらは遺伝的な影響を強く受けていると考えられた。

一連の育種学的研究のなかで、Gregoryら⁷⁵⁾は、双子分娩率におよぼす環境の影響は小さいと報告し、Echternkampら⁷⁶⁾は同一家系や個体の排卵成績を用いた双子率向上の可能性を示している。これらのことから、同性メス子牛の保留率を高めることにより、双子の分娩率の高い系統の作出は可能であると考えられた。

マキ牛に供した種雄牛の産子数と双子組数から、父牛側の影響を調査したが、双子率の違いは小かった。しかし、前述の観点から、双子率の高い母牛から生まれたオス子牛や、双子として生まれたオス子牛を種雄牛として用いることにより、双子率の高い基礎牛群を作出する可能性は大きいと考えられる。

2) 農家での双子の哺育育成についての調査
調査した双子10組20頭のうち、異常産 (逆子: 死産)、奇形 (四肢発育不全: 育成中に廃用)

がそれぞれ1頭ずつみられたが、残り18頭は正常に発育した。

すべての農家は、双子のうちの1子を母牛につけ母子で放牧、残り1子は、母牛の入牧直前(約2ヶ月齢)に離乳し人工哺育していた。

双子分娩牛には、舎飼期間に配合飼料・フスマ等を多めに給与したという農家が多かった。

双子分娩牛の難産・胎盤停滞・発情遅延等の問題点はほとんど聞かれなかった。聞き取り調査した双子分娩牛10頭のうち8頭が翌年に分娩し、さらにそのうち2頭は双子であった。双子分娩牛の連産性には問題はみられず、双子を連産する確率も高かった。残り2頭は不明(売却されたものと思われる)であった。

双子を両方母牛につけて放牧することについて意見を聞いたところ、母牛の健康を心配する意見が多かったが、「乳が良いヤツなら(泌乳

量の多い母牛なら)」とする人もいた。

その他、農家の意見で目だったものを次に示す。

- ・「すべての牛が双子を生めばよいのに」
- ・「異性双子の♀を保留しようとしたが獣医にとめられ(フリーマーチン)ガッカリした」
- ・「双子のうち片方を牛舎におき人工哺育するのは問題だと思う(双子放牧が理想)」

さらに、聞き取り調査を実施し市場に上場された双子8組について、母牛とともに放牧された子牛(放牧区)、人工哺育された子牛(舎飼区それぞれの上場時の市場成績を比較した。その結果、上場時体重、生時から上場までのDG、市場価格すべてにおいて舎飼区が放牧区を若干上回っていた。しかし、体重1kgあたりの単価は、放牧区の子牛の方がやや高かった。

表12 双子の発育成績と市場成績

	放 牧 区				舎 飼 区			
	生時体重	上場時体重	通算DC	kg 単 価	生時体重	上場時体重	通算DC	kg 単 価
	35.2	235.4	0.882	544	32.0	285	1.115	607
	32.0	295.0	1.154	610	34.0	310	1.211	523
	34.0	279.0	1.084	584	34.0	305	1.199	551
	31.9	264.0	1.075	477	30.8	282.7	1.116	594
	27.5	273.9	0.996	621	33.0	302.5	1.057	631
	28.0	289.0	1.115	574	28.0	308	1.197	627
	28.6	277.2	1.100	487	27.0	265	1.035	645
	35.2	313.5	1.027	1,340	33.0	375.1	1.262	962
平均値	31.6	278.4	1.050	655	31.5	304.2	1.158	643

生時体重・上場時体重・通算DGはkg, kg単価は円を示す

体重は性補正済み

4. 摘 要

日本短角種の双子の母牛としての適性を、農家での双子の実態調査から検討した。

日本短角種の自然双子率は、2～3%であった。

双子の生時体重は単子に比較すると小さかつ

た。また、同性双子に比較して、異性双子の場合の生時体重が特に小さかった。

双子分娩率は農家による差が大きく、双子の連産、さらに、特に双子率の高い家系（母娘）がみられた。

これらのことから、自然双子の分娩は、遺伝的影響を強く受けていると考えられ、双子牛群の系統造成が期待できると思われた。

農家では、双子の1子を母牛につけて放牧、1子は早期離乳し人工哺乳していた。

双子分娩牛の繁殖面での問題点は、農家レベルではみられなかった。

VII. 総合考察

人工妊娠技術を応用した牛の双子生産技術に関連して、双子の哺育育成技術の確立のために一連の研究を実施した。ここでは、乳用牛や一部の肉用牛にみられる子牛の人工哺乳や早期離乳といった技術体系は、肥育素牛の増頭とその低コスト生産という双子生産本来の目的に合致しないと考え、放牧による哺育育成の可能性について検討した。

本研究の実施期間中には、受精卵移植ならびに誘起多胎に関する試験研究が並行して実施されたが、実験計画法に基づく検討を行なうためには十分な双子産子数が得られなかった。そこで、単子の母子牛群または少数の双子を含む母子牛群を用いて、いくつかの観点から実験を行なった。また、当场が含まれ日本短角種の生産地帯である岩手県玉山村管内の農家における自然双子について、調査を実施した。

日本短角種の180日間推定泌乳量は1,672kgと算出された（すべて単子）。この数値は、従来からの報告とほぼ同様の結果であり、黒毛和種で示されている800~1000kgの約2倍となった。

すなわち、理論上では日本短角種を母牛に用いることにより、黒毛和種双子の標準的発育が期待できることになる。また、母牛にF₁（黒毛和種×ホルスタイン種）を用いた場合、双子分娩牛の泌乳量が単子分娩牛に比較して多くなるとする報告もみられ、日本短角種の双子分娩牛においてもさらに多くの泌乳量が示される可能性があると考えた。

子牛の発育に最も大きな影響をおよぼす要因は、母牛の泌乳量であることが知られている。特に、放牧管理や別飼（クリープフィーディング）なしの体系では母牛の泌乳量が子牛の発育を規制する⁷⁷⁾とされている。本研究は、まさにそのような飼養管理方式を採用した。しかし、日本短角種の単子牛群においては、母牛の泌乳量と子牛の発育の間に明確な相関関係はみられなかった。このことは、日本短角種では単位乳量（たとえば1kg）あたりの子牛の増体量が、黒毛和種に比較して小さいことを示すのではないかと考察した。すなわち、日本短角種の場合、子牛1頭の哺育の必要な量以上の泌乳能力を有し、母牛の泌乳量と子牛の発育の関係が黒毛和種ほど密接ではないと考えた。さらに、このことは、日本短角種が黒毛和種の約2倍の泌乳量を有するにもかかわらず、それぞれの放牧地での発育が約0.9kg・0.7kgであり、泌乳量ほどの差はみられないという事実を説明するものと考えた。以上より、両品種の子牛に母乳からの増体効率の違いが存在する可能性も示唆され、これらのことについてさらに検討する必要があると思われた。

黒毛和種と日本短角種の哺乳行動には、明確な品種間差は認められなかった。哺乳行動は、母牛の泌乳量と相互に密接な関係があると思われたが、個体間で変動幅が非常に大きかった。一方、哺乳行動が発育におよぼす影響を両品種

で比較したところ、黒毛和種で高い相関がみられた。このことは、黒毛和種では日本短角種に比較して、哺乳行動が発育に対してより重要な要因となっていることを示唆している。

黒毛和種と日本短角種それぞれ純粋種の双子を日本短角種の母牛につけた場合、日本短角種の双子では発育標準値を大きく下回る例がみられ、双子の両子牛がDGで0.9kgを期待するのは無理であると思われた。

これに対して、黒毛和種の双子では、標準値(DG:0.7kg)に近い発育を示す可能性が認められた。前述のように、黒毛和種子牛では、母乳による増体効果が日本短角種より高い可能性があること、発育標準値そのものが日本短角種子牛より小さいことから、本研究では日本短角種母牛に黒毛和種双子をつけて放牧育成するという体系をモデルケースとした。

子牛の離乳時体重に対しては、泌乳量とともに、母牛の年齢、産次、さらに大きさ(体重)が影響することが示されている。しかし、これらの要因は泌乳量との関連で説明されることが多い。すなわち、双子の放牧育成に用いる母牛は、母牛個々の泌乳能力が分からない場合には年齢・産次・体重等を考慮して選定するべきであると言える。

子牛の母乳以外からの栄養摂取は、母牛の泌乳量とともに子牛の発育に影響すると考えた。そこで、哺乳子牛の人工乳および牧草の摂取量を調査した。その結果、人工乳・牧草の摂取量は、ともに日齢の経過に大きく影響されることを示した。双子や黒毛和種の子牛では、日本短角種やF₁を母牛とする子牛に比較して、母乳の量が少なく、母乳以外からの摂取が多くなると考えたが、両者の牧草摂取量に差は認められなかった。乳牛の人工哺育では、代用乳の給与水準を抑制することで人工乳や草類の採食量を

増加させるという飼養方式が定着している。しかし、これは主に子牛の反芻胃の発達を目的としたものであり、増体重視の肉用種子牛には必ずしも当てはまらない。

Broesderら⁷⁸⁾は乳牛の人工哺乳において、アルファルファ乾草の給与により、人工乳の代替ができるが、人工乳+乾草の摂取量は変化しなかったとしている。子牛の母乳以外からの乾物摂取能力は反芻胃の大きさと関連で捉える必要があり、人工乳と草類の合計摂取能力は、日齢とともに増加するものと考えられる。このことは、母乳以外からの栄養摂取量とそれによる充足率には個体差は少ないことを示唆している。逆に、母牛の泌乳量には大きな品種間差や個体差がみられる。その結果として、母乳からの摂取栄養量が、子牛の発育水準の制限因子となっていると考えた。

近年、特に黒毛和種において、放牧地での自然哺乳による哺育育成は、母牛の繁殖面に悪影響をおよぼすとの観点から、哺乳時間や回数を制限した放牧や早期離乳による人工哺育に関する研究が多くなされている。また、居在家⁶³⁾は、双子の哺乳は母牛の負担増加と子牛の発育不良の両面から問題であるとしている。本研究では、マキ牛繁殖の体系(公共牧場)においては、双子分娩牛の繁殖面での問題は顕在化していないことを示した。従来から、日本短角種は夏山冬里の放牧・マキ牛繁殖の条件下で一年一産が達成されており、調査した双子分娩牛についても同様であった。これらの体系は、牛が本質的にもっている自然環境に対する生理的適応に最も合致した飼養形態であると考えられる。

哺乳回数の制限により、母牛の分娩後の発情回帰が促進されるとする報告は多い。しかし、GrruthersとHafs⁷⁹⁾は乳牛を用いた実験を行ない、子牛による哺乳は初回排卵までの日数を増

加させるが、搾乳作業の回数を1日2回から4回にしても差はみられなかったとしている。このように、分娩後の母牛の繁殖機能の回復に対して「泌乳すること自体」が負の要因となっているとは結論できないと思われる。

双子生産においては、分娩時の胎盤停滞や発情回帰の遅延等の問題点が指摘されている。そこで、双子分娩のみられた農家（日本短角種）で聞き取り調査を実施したが、それらの問題点を指摘する意見はほとんど聞かれなかった。磯貝ら⁸⁰⁾は、ホルスタイン種における自然双子について調査し、双子分娩の際の死産や胎盤停滞の発生には、妊娠末期の栄養状態が影響することを示唆している。このように、双子分娩牛における繁殖上の問題は、飼養管理技術の向上によりある程度解消することが可能であると考えられる。

黒毛和種子牛の放牧体系では、濃厚飼料の別飼（クリープフィーディング）の効果が示されている。しかし、本研究では放牧期間には濃厚飼料の給与は全く実施しなかった。その結果母牛にF₁を用いた場合には、黒毛和種双子はほぼ標準的発育を示したが、日本短角種では個体間差が非常に大きかったが総じて双子は標準的発育値には達しなかった。クリープフィーディングの効果は品種によって異なり、黒毛和種のほうが日本短角種よりも大きく、その原因は両品種の泌乳量の違いにある⁷⁷⁾と説明される。双子哺育の場合も、本来1頭分の母乳を2頭で分け合うことになり、1頭あたりの泌乳量は、単子より少なくなると考えられる。このことから、特に、日本短角種を母牛とした場合には、双子の放牧育成にあたってはクリープフィーディングの導入を検討すべきである。

また、日本短角種を母牛とし、黒毛和種双子子牛を放牧地で哺育育成するために必要な栄養

量について検討した結果、母牛の泌乳量と子牛の牧草摂取量だけでは、十分な発育は期待できないことが明確になった。しかし、人工乳の摂取（クリープフィーディング）により計算上不足分の栄養量は十分補えることを示した。一方「子牛の人工乳（濃厚飼料）＋草類の摂取量＝日齢により一定」という法則が成り立っているとすれば、クリープフィーディングによって双子子牛の人工乳の摂取量は促進されるが、そのために牧草の摂取量が抑制されることになる。このような観点から、哺乳子牛の別飼い飼料と牧草の摂取量の検討がなされたことはなく今後の課題となると思われる。

さらに、Martinら⁸¹⁾はクリープフィーディングにより哺育育成された子牛を繁殖牛として用いた場合、自然哺乳で育成した母牛と比較して、子牛生産性が悪かったとしている（アングス種）。これについては、濃厚飼料による発育促進が乳腺の発達を抑制し、結果的に泌乳量の低下につながるという乳牛での見解が、肉牛にも適合する可能性からも興味深い。

双子の哺育育成上の大きな問題点として、生時体重の小ささが挙げられる。本研究における日本短角種の自然双子の生時体重は、発育標準の下限值とほぼ同程度であった。生時体重は、その後の発育に影響するとされ、今後は双子生産現場でも問題となると思われる。また、一般に、肉用品種の生時体重は乳用種（ホルスタイン種）に比較して小さく、このことが肉用子牛の人工哺乳の困難さの原因となるとも言われている。内田ら^{49,82)}は、黒毛和種子牛の人工哺育は乳用種と同様に実施できるとしながらも、双子で生時体重の小さい個体では特に増体が悪かったとしている。双子分娩牛の繁殖機能の回復に対して、飼料増量の効果が認められている⁶⁹⁾。この妊娠末期の飼料の増量は子牛の胎内

での発育に対しても促進効果が期待できる。すなわち、双子分娩牛に十分な飼料給与を実施することにより、双子子牛の生時体重の問題は改善することができると思われる。

現在の双子生産技術の一連の研究テーマの中では、双子の早期妊娠診断に関するものは多くみられるが、末期の双胎妊娠診断についての研究はほとんど進展していない。最近大田ら⁸³⁾は、血液性状による末期の双子の妊娠診断の可能性を示している。しかし、これも血液の採取とその分析という技術が必要であり、農家段階での簡易法とは成り得ないと思われる。今後は花田⁸⁴⁾が指摘しているように、特に妊娠後期から末期の多胎診断法の開発が望まれると言える。これらの研究が進展してはじめて、双子分娩予定牛の栄養管理に関する研究が活かされ、さらに本研究のような双子の哺育育成に関する研究課題の重要性が認識されることを強調したい。

VIII. 要 約

受精卵移植等により得られた双子産子を、日本短角種、交雑種(B×D)を母牛として用い、放牧育成するための技術確立をめざして一連の研究を行なった。得られた結果の概略は次のように要約される。

1. 日本短角種の体重差法による泌乳量は、180日間で1,672kgと算出された。供試母牛の産次がそろっていたこと、半きょうだいの関係にある個体が多いなどの理由により、泌乳量の個体差は小さかった。

1日あたり泌乳量のピークは、分娩後約60日の放牧期間中にみられた。

母牛の泌乳量と子牛の発育の間には、明確な関連がみられなかった。これは、黒毛和種に比

較し、同品種では乳量と発育の関連が明確でないことによると考察した。

2. 黒毛和種と日本短角種の哺乳行動には、品種間差は認められなかった。

日本短角種に比較して、黒毛和種では哺乳行動と子牛の発育との関係が大きかった。このことから、両品種の泌乳量とそれによる子牛の栄養充足との関連について考察した。

1日あたりの哺乳回数や哺乳間隔は、変動幅が非常に大きかった。また、哺乳行動の日内分布に特定のパターンがみとめられた。これらのことから従来の肉用牛の泌乳量測定方法の問題点を指摘した。

3. 哺乳子牛の母乳以外からの栄養摂取量ならびに栄養充足率は、日齢の経過に依存することが示された。また、これらは母牛の泌乳能力とは無関係であると考えられた。これらのことから、子牛の発育と栄養摂取量の関係について論じた。

4. 母牛に交雑種を用いることによって、黒毛和種双子の放牧条件下での標準的発育は達成されるものと思われた。一方、母牛に日本短角種を用いた場合には、双子子牛は標準発育に達するのは困難であると思われた。

上記の結果から、日本短角種を母牛として用いた場合、双子子牛が標準的発育のための栄養摂取についてのモデルを作成した。その結果、母乳のみでは栄養摂取が不足し、必要な人工乳の量は335kgと算出された。このことから、母牛の日本短角種を用い、双子の放牧育成を実施する場合には、クリープフィーディングを併用することが必要になると考えた。

5. 日本短角種飼養農家では、双子の1子を人工哺育していた。自然双子の発生率は2～3%、生時体重は小さめで、特に異性双子でその傾向が顕著であった。双子率が非常に高い母

牛の系統がみられ、遺伝的影響が大きいと考察した。双子分娩による繁殖障害、連産性等の問題は農家では認められなかった。

IX. 引用文献

- 1) 鈴木達行. 1984. 受精卵移植技術による牛の双児づくりとその実用化. 畜産コンサルタント 237:26-30.
- 2) 西村博. 1983. 肉用牛品種間の総合的能力比較. 畜産コンサルタント 218:54-58.
- 3) 大橋勝彦, 小松正之, 小原正照, 別府哲郎, 高野英二, 植月晴昭, 平田慎一郎. 1991. F₁およびF₁X牛の発育及び肥育成績について. 日本の肉牛 24(2):13-20.
- 4) 中西雄二, 佐藤匡美. 1989. 交雑種(黒毛和種×ホルスタイン種)雌牛の放牧条件下における子牛生産性. 草地試研報 41:53-63.
- 5) 三谷克之輔. 1985. 一代雑種雌牛によるコマーシャル素牛生産—交雑種利用の効率的肉牛生産システム(2)—. 畜産の研究 39(1):201-208.
- 6) 中西雄二, 佐藤匡美. 1989. F₁雌牛の放牧利用による肥育素牛生産(1)自給飼料を基盤とする肉用牛の低コスト生産技術(4). 畜産の研究 43(3):25-28.
- 7) 久馬忠, 滝沢静雄, 高橋政義, 菊池武昭. 1979. 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.
- 8) 新渡戸友次, 谷地仁, 谷藤隆志, 瀧向正四郎, 道又敬司, 帷子剛資, 平野保, 桜田奎一. 1981. 山地における肉用牛の集団育成技術. 岩手畜試研報 10:38-62.
- 9) 久馬忠, 菊池武昭, 高橋政義, 滝沢静雄. 1976. 黒毛和種自然哺乳子牛の摂食生態と栄養摂取量. 東北農試研報 52:145-159.
- 10) 大石孝雄, 居在家義昭, 島田和宏, 岡野彰. 1986. 肉用種繁殖雌牛の初, 2産の産子の60日齢までの増体量に影響を及ぼす要因. 中国農試報B 29:1-8.
- 11) MELTON, A. A., RIGGS, J. K., NELSON, L. A. and T. C. CHARTERIGHT. 1967. Milk production, composition and calf gains of Angus, Charolais and Hereford cows. J. Anim. Sci. 26:804-809.
- 12) 岩手県畜産試験場. 1974. 草地を主体とする肉用牛生産技術体系確立に関する実証試験. 岩手畜試研報 4:166-168.
- 13) 農林水産技術会議. 1987. 日本飼養標準肉用牛. pp50-55. 中央畜産会. 東京.
- 14) 寺田隆慶, 吉田正三郎, 小野寺勉. 1979. 肉用牛の授乳量に及ぼす2, 3の要因の検討ならびに授乳量の推定法について. 中国農試報B 24:23-36.
- 15) 西村博. 1983. 肉用牛の泌乳能力と子育て能力. 畜産コンサルタント 223:59-61.
- 16) 宮腰裕, 植田祐介, 味元雅弘, 千秋達道, 畔柳正. 1987. 肉用種子牛の哺乳生態について. 北里大学八雲牧場報告 10:31-38.
- 17) 高橋政義, 菊池武昭, 滝沢静雄, 久馬忠. 1979. 黒毛和種における春季分娩牛の発情回帰について. 東北農試研報 60:63-72.
- 18) 磯井進. 1992. 和子牛育成のポイント. 畜産コンサルタント 327:28-33.
- 19) 農林水産技術会議. 1970. 肉用牛の日本飼養標準に関する研究 研究成果 42:67-92.
- 20) GASKINS, C. T. and D. C. ANDERSON. 1980. Comparison of lactation curves in Angus-Hereford, Jersey-Angus and Simmental-Anguscows. J. Anim. Sci. 50:

- 829-832.
- 21) 島田和宏, 居在家義昭, 鈴木修, 小杉山基昭. 1989. 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. 中国農研報 5 : 21-34.
- 22) 農文協編. 1985. 畜産全書 肉牛. p314. 農文協. 東京.
- 23) DREWRY, K. J., BROWN, C. J. and R. S. H ONEA. 1959. Relationships among factors associated with mothering ability in beef cattle. J. Anim. Sci. 18 : 938-946.
- 24) CHENETTE, C. G. and R. R. FRAHM. 1981. Yield and composition of milk from varioustwo-breed cross cows. J. Anim. Sci. 52 : 483-492.
- 25) 島田和宏, 居在家義昭, 鈴木修, 小杉山基昭. 1989. 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.
- 26) 坂爪暁子, 白井三夫, 広田秀憲. 1993. 肉用繁殖牛群における放牧哺乳子牛の社会性の発達過程. 新大農研報 45 : 43-51.
- 27) 寺田隆慶, 渡辺昭三, 宮重俊一, 八幡林芳, 小原輝久, 三浦昇, 小野沢勝正, 近藤巖. 1977. 放牧地における肉用自然哺乳子牛の行動生態からみた別飼方法の検討. 中国農試報B 23 : 23-52.
- 28) 居在家義昭, 島田和宏, 岡野彰, 鈴木修, 小杉山基昭, 大石孝雄. 1989. 肉用牛における分娩後の繁殖機能に及ぼす哺乳の影響に関する研究. 中国農研報 4 : 29-102.
- 29) 島田和宏, 居在家義昭, 鈴木修, 小杉山基昭. 1989. 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.
- 30) DAY, M. L., IMAKAWA, K., CLUTTER, A .C., WO-LFE, P. L., ZALESKY, D. D., NIE LSEN, M. K. and J. E. KINDER. 1987. Suckling behavior of calves with dams varying in milk production. 1987. J. Anim. Sci. 65 : 1207-1212.
- 31) 原沢育代, 樋口克治, 斉藤友喜, 中島信明, 苫米地達生. 1990. 受精卵移植により生産された黒毛和種子牛の人工哺育育成技術の確立(第II報) - 黒毛和種子牛の離乳前後における反芻行動と生理的变化 -. 群馬農業研究C畜産 7 : 21-28.
- 32) 津田恒之 監修, 柴田章夫 編. 1987. 新乳牛の科学. pp239-256. 農文協. 東京.
- 33) 樋口克治, 原沢育代, 苫米地達夫, 砂川政広, 木暮君三郎, 角田龍司. 1991. 受精卵移植により生産された黒毛和種子牛の人工哺育育成技術の確立(第III報) - 代用乳の給与期間の違いがその後の発育に及ぼす影響 -. 群馬農業研究C畜産 8 : 7-15.
- 34) 宮重俊一, 加藤国雄, 小原輝久, 八幡林芳. 1983. 早期離乳子牛の反芻胃並びに小腸以下の下部消化管における乾物, 粗蛋白質及び粗でんぷんの消化能力について. 中国農試B 27 : 19-28.
- 35) 大森昭一郎, 亀岡暄一, 浜田龍夫, 川鍋麻夫, 小林剛. 1968. 早期離乳子牛の消化管重量に対する給与飼料の影響. 畜試研報 18 : 61-67.
- 36) KYUMA, T., KIKUCHI, T., TAKAHASHI, M. and S. TAKIZAWA. 1980. Flow of digesta passing through the Duodenum in the naturally suckled calves. Jpn. J. Zootech. Sci. 51 : 229-232.
- 37) 樋口克治, 原沢育代, 苫米地達夫, 砂川政広, 木暮君三郎, 斉藤始, 沢喜美男. 1990. 受精卵移植により生産された黒毛和種子牛

- の人工哺育育成技術の確立(第I報) - 代用乳の給与量の違いがその後の発育に及ぼす影響 - 群馬農業研究C畜産 7:13-20.
- 38) 森田茂, 西埜進. 1986. 哺乳子牛における代用乳溶液摂取速度と人工乳摂取量の生後日齢に伴う変化. J.Coll.Dairying (酪農大研報) 11:411-417.
- 39) KERTZ, A.F., REUTZEL, L.F. and J.H. MAH-ONEY. 1984. Ad libitum water intake calves and its relationship to calf starter intake, weight gain, feces score, and season. J.Dairy Sci. 64:2964-2969.
- 40) HUBER, J.T., SILVA, A.G., CAMPOS, O.F. and C.M. MATHIEU. 1984. Influence of feeding different amounts of milk on performance, health, and absorption capability of baby calves. J.Dairy Sci. 67:2957-2963.
- 41) BOGGS, D.L., SMITH, E.F., SCHALLES, R.R., BRENT, B.E., CORAH, L.R. and R.J. PRUITT. 1980. Effect of milking and forage intake on calf performance. J. Anim. Sci. 51:550-553.
- 42) 島田和宏, 居在家義昭, 鈴木修, 小杉山基昭. 1989. 黒毛和種における母・子牛の採食, 佇立, 横臥, 吸乳時間に及ぼす母牛の乳量の影響. 日畜会報 60:981-986.
- 43) 福原利一, 小畑太郎, 木原靖博. 1973. 放牧子牛の発育に関する研究(第1報) 発育曲線の推定および正常発育の範囲について. 中国農試報B 20:1-50.
- 44) 集治善博, 谷地仁. 1992. 双子子牛の行動的特徴と哺育育成. 平成3年度岩手県獣医畜産業績発表会講演要旨.
- 45) スヴェチン著 亀井健三訳. 1969. 家畜の個体発育. pp286-290. たたら書房. 米子.
- 46) 松本啓一. 1992. 和牛子牛の哺育, 育成方法について. 牧草と園芸 40:15-17.
- 47) 松本啓一. 1991. 乳用種雌牛から誕生させた和牛子牛の人工哺育法について. 牧草と園芸 39:10-12.
- 48) 石川俊彰, 吉成寿生, 野村英明, 戸田士郎, 吉岡弘隆. 1988. 和牛初生子牛の人工哺育育成技術. 畜産の研究 42:54-58.
- 49) 内田江一郎, 鈴木正, 古畑良二. 1989. 和牛子牛の早期離乳体系確立試験(その1). 全農飼料畜産研究所研報 18:161-172.
- 50) 日本短角種登録協会. 1991. 日本短角種飼養技術マニュアル. pp205-206.
- 51) 泉名勝己. 1987. ETによる牛の双子生産と哺育・育成(下). 畜産コンサルタント 270:52-57.
- 52) 笹村正, 山田和明, 新渡戸友次, 谷地仁, 及川稔郎, 菅原休也, 蛇沼恒夫. 1987. 山地放牧飼養体系における黒毛和種哺乳子牛の発育促進. 岩手畜試研報 15:1-8.
- 53) 西田茂, 鈴木英作, 柳楠. 1993. 放牧による交雑種繁殖牛の双子生産と哺乳行動, 哺乳量. 日畜東北支部会報 43:63(講演要旨).
- 54) 西村博. 1984. 肉用牛の春分娩子牛と秋分娩子牛の発育比較. 畜産コンサルタント 239:66-67.
- 55) 熊崎一雄, 松尾昭雄. 1967. 肉用子牛の生時体重及び離乳時体重に及ぼす遺伝と環境の要因. 佐賀大農彙報 24:61-71.
- 56) 小畑太郎, 福原利一, 塩谷康生. 1982. 夏山冬里方式における放牧子牛の増体及び放牧成雌牛の体重変化に及ぼす各種要因の影響. 中国農試報B 26:9-17.
- 57) 福原利一. 1976. 和牛の発育について. 日畜会報 47:561-569.

- 58) 小畑太郎, 福原利一. 1982. 黒毛和種子牛の離乳時の大きさに及ぼす年次, 性, 産次, 管理法及び母牛体重の影響について. 中国農研報B 26:1-8.
- 59) 加藤正信. 1987. 和牛の放牧とその問題点. 畜産の研究 42:695-702.
- 60) 鈴木修, 佐藤匡美. 1981. 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及ぼす影響. 草地試研報 20:145-153.
- 61) REEVES, J.J. and C.T.GASKINS. 1981. Effect on once-a-day nursing on rebreding efficiency of beef cows. J. Anim. Sci. 53:889-891.
- 62) NEVILLE Jr, W.E. and W.C.McCORMICK. 1981. Performance of early-and normal weaned beef calves and their dams. J. Anim. Sci. 52:715-724.
- 63) 居在家義昭, 島田和宏, 岡野彰, 大石孝雄. 1985. 黒毛和種における代用乳給与子牛の発育について. 中国農試報B 28:23-33.
- 64) 小野寺邦男. 1990. 日本短角種における双子生産の可能性. 短角種研究会報 16:27-29.
- 65) 澤田実, 新田秀雄, 小笠原義明, 大窪聡, 小松繁樹, 茂木善治, 豊田吉隆. 1988. 日本短角種の双子生産能力の活用. 日畜東北支部会報38:65(講演要旨).
- 66) 泉名勝己. 1987. ETによる牛の双子生産と哺育・育成(上). 畜産コンサルタント 269:62-65.
- 67) 菅徹行, 岩本智美, 中川明. 1991. 双胎妊娠したホルスタイン雌牛の乳生産量と血漿中プロジェステロン値について. 日畜会報 62:459-464.
- 68) MORRIS, C.A. and A.M.DAY. 1991. Environmental effects on ovulation rate in four spring-calving dairy cattle herds with above-average twin caving rate. NZ.J. Agri. Res. 34:401-406.
- 69) 米内美晴. 1993. 双子分娩母牛の発情回帰促進技術. 日本の肉牛. 145:25-32.
- 70) BEEREPOOT, G.M.M., DYKHUIZEN, A.A., NIELEN, M. and Y.H.SHUKKEN, Y.H. 1991. The economics of naturally occurring twinning in dairy cattle. J. Dairy Sci. 75:1044-1051.
- 71) ZALESKY, D.D., DAY, M.L., GARCIA-WINDER, M., IMAKAWA, K., KITOK, R.J., D'OCCHIO, M.J. and J.E.KINDER. 1984. Influence of exposure to bulls on resumption of estrus cycles following parturition in beef cows. J. Anim. Sci. 59:1135-1139.
- 72) 柳田宏一, 内村利美, 中西喜彦. 1988. 周年放牧肉用牛の分娩間隔に及ぼす人工授精とまき牛の影響. 鹿大農学術報告 38:177-181.
- 73) CHENOWETH, P.J.. 1982. Sexual behavior of the bull: A review. J. Dairy Sci. 66:173-179.
- 74) 佐藤衆介, 本田祐介, 小松庄二郎, 園田立信. 1990. 発情回帰前の雌牛に対する雄牛の行動的関与. 日畜会報 61:487-492.
- 75) GREGORY, K.E., ECHTERNKAMP, S.E., DICKERSON, G.E., CUNDIFF, L.V., KOC H, R.M. and L.D. VANVLECK. 1990. Twinning in cattle: . Foundation animals and genetic and environmental effect on twinning rate. J. Anim. Sci. 68:1867-1876.
- 76) ECHTERNKAMP, S.E., GREGORY, K.E., DICKERSON, G.E., CUNDIFF, L.V., KOC

- H, R. M. and L. D. VANVLECK. 1990. Twinning in cattle : Genetic and environmental effect on ovulation rate in puberal heifers and postpartum cows and the effects of ovulation rate on embryonic survival. *J. Anim. Sci.* 68 : 1877-1888.
- 77) 農文協編. 1985. 畜産全書 肉牛. pp45-47. 農文協. 東京.
- 78) BROESDER, J. T., JUDKINS, M. B., KRYSL, L. J., GUNTER, S. A. and R. K. BARTON. 1990. Thirty or sixty percent milk replacer reduction for calves : Effect on alfalfa hay intake and digestibility, digestive kinetics and ruminal fermentation. *J. Anim. Sci.* 68 : 2974-2985.
- 79) CARRUTHERS, T. D. and H. D. HAFS. 1980. Suckling and four-times daily milking : Influence on ovulation, estrus and serum luteinizing hormone, glucocorticoids and prolactin in postpartum Holsteins. *J. Anim. Sci.* 50 : 919-925.
- 80) 磯貝保, 有馬真紀子, 白井達夫. 1993. ホルスタイン種における双子生産の死産, 胎盤停滞および泌乳への影響. 日畜東北支部会報 42 : 78-83.
- 81) MARTIN, T. G., LEMENAGER, R. P., SRINIVASAN, G. and R. ALENDA. 1981. Creep feed as a factor influencing performance of cows and calves. *J. Anim. Sci.* 53 : 33-39.
- 82) 内田江一郎, 鈴木正, 古畑良二. 1989. 和牛子牛の早期離乳体系確立試験 (その3). 全農飼料畜産研究所研報 18 : 184-194.
- 83) 大田均, 加治佐修, 窪田力, 堤知子, 横山喜世志, 谷本保幸, 後藤和文, 中西喜彦. 1993. 高蛋白飼料給与における子牛の生時
- 体重と妊娠末期双胎診断について. 第87回日畜学会講演要旨. p299.
- 84) 花田章. 1991. 家畜の胚移植と関連新技術. 研究ジャーナル 14(8) : 28-33.

Studies on the pasture rearing of twin calves with Japanese-
Shorthorn and crossbred (Japanese-Black × Holstein) cows.

Yoshihiro SHUJI*, Yoshitaka TOYODA**, and Hitoshi YACHI***

(*Niigata University, **Iwate Prefectural Office, Ninohe substation,

***Iwate Prefectural, Taneyama Grassland Office)

Summary

Five experiments were conducted to establish the technique of pasture rearing of twin calves with Japanese-Shorthorn and cross-bred cows.

The results obtained were as follows.

1. Milk yield were estimated for seven Japanese-Shorthorn cows by the weigh suckleweigh technique. Average estimated milk yield was 1,672kg/cow in 180 days. Correlations between milk yields and calves daily gain (DG) were not significant in this study.

2. In order to determine the relations between suckling behavior and growth of calves, 23 Japanese-Black and 37 Japanese-Shorthorn cows were observed for 24hr. The differences of suckling behavior between both breed was not distinct. Meanwhile, the multiple correlation coefficients of DG of calves on suckling behavior traits were 0.614 and 0.333 for Japanese-Black and Japanese-Shorthorn, respectively.

3. Suckling calves were observed to study the changes of calf starter and grass intake. The calf starter eating time increased with days of age. The trends in grass intake was similar to calf starter. The estimated regression equation of grass intake (Y;FW:g) on days of age (X) was: $Y^{1/2} = 0.421X + 6.07$.

4. The DG from birth to weaning of Japanese-Black twin calves was accomplished nearly 0.7kg reared by crossbred cows. It is suggested that the pasture rearing of twin calves is possible with crossbred cows without creep feeding.

5. Mean natural twinning rate in Japanese-Shorthorn was 3.3% and 1.3% in two common pastures, respectively. It did not matter that the postpartum rebeeding performance of twinning cows as long as they were in the pasture mating system.