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

誌名	東北農業試験場研究報告
ISSN	04957318
著者名	久馬,忠 滝沢,静雄 高橋,政義 菊池,武昭
発行元	[農林省東北農業試験場]
巻/号	60号
掲載ページ	p. 73-90
発行年月	1979年3月

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

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

久馬 忠・滝沢 静雄・高橋 政義・菊池 武昭

(昭和53年12月15日受理)

Effect of Dam's Milk Production on the Growth of Suckling Beef Calves on Pasture

Tadashi KYUMA, Shizuo TAKIZAWA, Masayoshi TAKAHASHI and Takeaki KIKUCHI

I 緒 言

わが国における肉用種の子牛生産は，周年舎飼体系による小規模経営が主流を占めているが，近年，肉用牛の生産振興と生産コストの低減をはかるため，山地帯の草資源を利用した冬期舎飼・夏期放牧体系（いわゆる夏山冬里方式）による子牛生産が指向されている。しかし，放牧を主体とした子牛生産においては，子牛の発育が周年舎飼の場合に比べて遅延し，子牛市場における評価も低いことが指摘されるなど，飼養管理面で検討を要する課題が多い。

子牛の発育状態が重要視されるのは，それが形態的・機能的な成長の基礎となり，将来における経済能力の発現と密接に関連するからであり[20,30,34,36,42]，さらに，近年の子牛市場における評価が，年々体重要因を重視する動向にあるため，子牛の発育改善に対する生産者の関心は，益々高まっている。

子牛の発育に関する研究は，既に各専門分野から数多くの報告がなされ，総説[9]されている。また，「肉用牛の日本飼養標準に関する研究」[23]の成果として，繁雌殖牛の飼養標準および子牛の発育と養分摂取量に関する研究があり，実用面に貴重な資料を提供している。ただし，従来の研究は，舎飼による子牛生産を主な対象としており，草地を利用した放牧による子牛生産を対象とする研究は，着手されて日が浅いこともあって比較的少なく，現在，国公立研究機関を中心に，実態調査・素材的研究・実証試験を通して成果が蓄積されつつある状況である[6,8,10,31,33,35]。

著者らは，放牧をとり入れた飼養体系による子牛生産に資するため，子牛の哺育管理技術に関する研究を進め，先に，哺乳期の発育と栄養摂取量の関係を動態的に解析して報告し[16]，その中で，子牛の発育に対して母牛の泌乳量がきわめて重要であることを指摘した。本試験では，放牧した母牛の泌乳性を分娩前後期の栄養水準・産歴との関連で調べるとともに，泌乳量と子牛の発育との関係について検討を行った。

本試験の実施にあたり，業務第2科職員の各位からは，供試牛の長期にわたる飼養管理と，その間の昼夜にわたる諸調査に多大な協力があり，このことを記して深く感謝の意を表する。

II 材料および方法

1 供試牛

本試験は，東北農試畜産部で飼養する黒毛和種の繁殖雌牛延べ92頭とその子牛を供試し，1972年から1977年にかけて実施した。供試牛の年度別における供試頭数・産歴・体重・子牛の性別頭数は第1表のとおりであった。

供試牛の体格・体型・資質は，いずれも，ほぼ中等度と評定され，また，自然交配として繁殖に供した種雄牛は，各年度とも当場で生産された雄牛である。各供試牛の繁殖供用開始は，すべて14～15カ月齢で交配し，初産を約24カ月齢に揃えた早期繁殖とした。なお，試験期間に獣医的な治療を要した異常例は，母子牛とも本試験の成績から除外した。

2 供試牛の飼養管理と試験区分

供試牛の基本的な飼養管理体系は，粗飼料を主体とし

第1表　供試牛の内訳

年度	母牛頭数		産次	母牛体重(kg)[1]		子牛頭数	
	経産	初産		経産	初産	雄	雌
1972	5	7	2.1±1.9	419±41	349±49	4	8
1973	14	1	2.8±1.8	420±46	342	8	7
1974	17	7	3.2±2.0	477±55	319±33	15	9
1976	19	2	4.0±1.8	454±57	277±34	9	12
1977	20	0	5.4±2.0	431±53		13	17
合計	75	17	3.6±2.1	444±54	327±42	49	43

注．1）母牛体重は分娩前14週時の体重（平均値±S．D）。

た飼養による季節繁殖を前提に，連年5月上旬から10月下旬までの6カ月間を放牧期，11月上旬から翌年4月下旬までの6カ月間を舎飼期とし，その間の7月を交配期，翌年4月を分娩期とする設定で，自然交配方式による子牛生産を繰り返し行った。

放牧期は，母子牛1組当り面積30～35aの人工草地（ラジノクローバ混播オーチャードグラス主体）に約20頭を一群として輪換方式の昼夜放牧とし，その間，鉱塩のほかは補助飼料を給与しなかった。ただし雄子牛の一部は，後述の試験区分に従って別飼給与を行った。

舎飼期は，スタンチョン牛舎に収容し，飼料にコーンサイレージ・乾牧草・濃厚飼料を用い，後述の試験区分に従って個別に飼養した。分娩時の管理は，殆んどが4月分娩のため，分娩前日から分娩後1週間を単房（面積16m²）で飼養し，その後は，放牧開始時まで開放牛舎で群飼養し，所定の調査を終えた5月上旬から放牧に移行させた。子牛の離乳は，生後180日齢を目標として，放牧期から舎飼期に移行する10月下旬から11月上旬にかけて行った。

試験区分は，分娩前後期の栄養水準が泌乳量および子牛の発育に及ぼす影響を検討するため，上述の基本的な飼養管理体系に基づいて，第2表に示すとおり母牛に6区と子牛に2区を設定した。すなわち，母牛については，妊娠末期13週間の栄養水準を日本飼養標準[23,24]に対する充足率でTDN・DCPともに100%・85%・70%の3区に設定し，さらに分娩後の8週間を日本飼養標準[24]に示された泌乳のための増飼給与と増飼無給与の2区に区分した計6区による比較を行った。ただし，本試験の実施途中に日本飼養標準[23]が改訂されたために，1972～1974年度の栄養水準の設定には，日本飼養標準「1970年版」[23]を用い，1976～1977年度には，日本飼養標準「1975年版」[24]を用いている。泌乳のための増飼給与量は，日乳量6.0kgに要する栄養量を日本飼養標準[24]により

第2表　試験区分別の供試頭数

年度	妊娠末期の栄養水準（%）			授乳期の増飼		子牛の別飼	
	100	85	70	給与	無給与	給与	無給与
1972	6	0	6	0	12	0	12
1973	7	0	8	0	15	0	15
1974	6	5	6	0	17	10	14
1976	7	6	6	19	0	10	11
1977	7	6	7	20	0	9	11
合計	33	17	33	39	44	29	63

算定し，これを維持量に加えて給与した。

雄子牛については，生後12週齢から離乳する26週齢までを別飼給与と別飼無給与の2区に分け，クリープフィディング（別飼）の効果を調べた。別飼給与方法は，放牧期に相当しているため，供試雄子牛を日中一時的に牛舎に収容し，トウモロコシ・米糠を主な配合原料とする濃厚飼料を体重比0.8%または1.2%の制限量として給与した。

3　調査方法

(1)　体重の測定

供試牛の栄養・発育状態を調べるため，母牛の体重は，年間を通して，毎週木曜日の午前に測定し，また，子牛の体重は，生時から1週齢までの日齢体重と，その後離乳する26週齢までの週齢時体重を測定した。

(2)　泌乳量の測定

母牛の泌乳性を調べるため，哺乳期の日乳量を分娩後1日目・1・2・3・4・8・12・16・20・24週目の計10期に測定した。日乳量は，子牛の日哺乳量に相当するとみなして，1日4回6時間ごとの自然哺乳による哺乳量を体重差法（calf nursing method）[4,14,19,32,39]によって測定し，4回の哺乳量を合計して日哺乳量（以下，日乳量とする）とした。なお，乳量調査に当っては，あ

らかじめ6時間前から母子牛を隔離して単房に収容し，自然哺乳の時間間隔を調整した。1・2・4・8・12・16・20・24週齢時に測定した日乳量の平均値は，平均日乳量（以下，平均日乳量とする）とし，また，哺乳期180日間の総乳量（以下，総乳量とする）は，平均日乳量を180日倍して求めた。

Ⅲ 結　　果

1 母牛の体重推移

分娩前14週時から分娩後24週時までの体重推移は，第3表のとおりであり，また，分娩前14週時の体重を指標とする相対的な体重推移は，第1図のとおりであった。

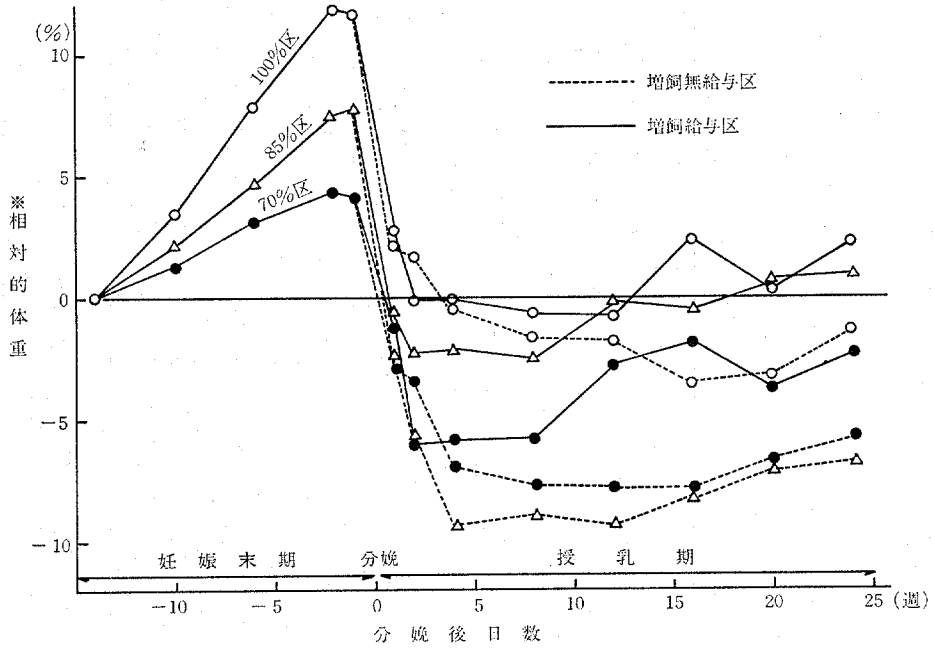
妊娠末期14週間の体重は，各区とも増加を示し，経産牛の増加量（増加率）は，100%区47kg（12%）・85%区35kg（8%）・70%区18kg（4%）で，栄養水準が低下するほど少なく，各区間にはいずれも有意差（P＜0.05）が認められた。初産牛の場合は，38kg（12%）であり，増加率は経産牛の100%区と同程度であった。

分娩前後1週間の体重減少量（減少率）は，経産牛の場合，100%区36kg（8.1%）・85%区39kg（8.7%）

第3表　母牛の体重変化（kg）

産歴	妊娠末期栄養水準（%）	授乳期増飼	頭数	分娩前 14週	分娩前 1週	分娩後 1週	分娩後 12週	分娩後 24週	妊娠末期増加量[1]	分娩前後1週間の減少量	授乳期の増減量[2]
経産	100	無給与	17	450	497	459	441	443	47 a)b)	38	−16
		給与	13	441	487	454	443	451	46	33	− 3
	85	無給与	5	470	504	460	426	439	34 a)	44	−21
		給与	12	437	472	437	435	439	35	37	+ 4
	70	無給与	17	430	447	426	397	410	17 a)b)	21	−16
		給与	14	452	470	434	440	442	18	36	+ 8
初産	100	無給与	17	326	364	333	327	350	38 a)	31	+17

注．1）分娩前14週間の母牛体重の増加量。
2）分娩後1週から24週時までの体重増減量。
3）a）とa）間にp＜0.05，b）とb）間にp＜0.01の有意差。



注．※）分娩前14週時の体重を基準とした相対的な体重

第1図　母牛体重の相対的推移

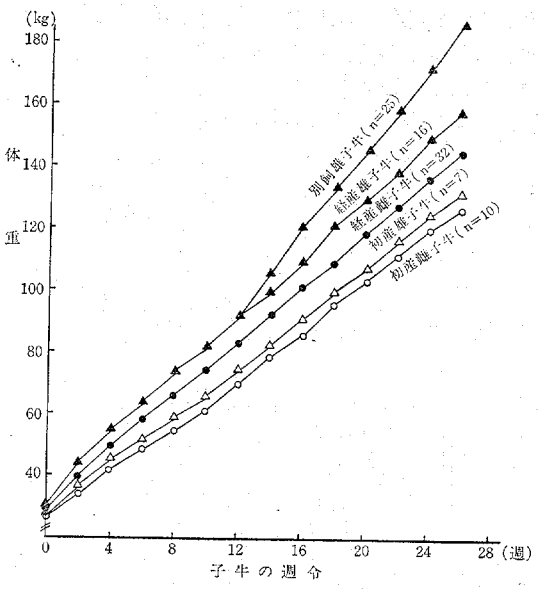
・70％区28kg（6.3％）で，各区間に有意差はないが，70％区の減少が若干少ない傾向にあった。初産牛の場合は31kg（9.5％）であった。

分娩後26週間，すなわち授乳期の体重は，各区とも前半期の減少を経過して，後半期に増加する傾向であった。その間の様相は，妊娠末期の栄養水準および授乳期の増飼給与有無によりそれぞれ異なった。すなわち，増飼無給与区の体重は，各区とも分娩後12週まで減少し，その後に増加する傾向を示したが，分娩前14週時の体重に対する減少量（減少率）は，100％区に比べ85％区・70％区が共に多く，離乳直前に相当する分娩後24週時の回復率（分娩前14週時の体重を100％とした場合）は，100％区99％・85％区93％・70％区94％であった。一方，増飼給与区の体重は，各区とも8週まで減少し，その後に増加を示し，分娩前14週時の体重に対する減少量（減少率）は，100％区・85％区に比べて70％区が多く，回復率は，100％区102％・85％区101％・70％区98％であった。分娩後の体重が増加しはじめる時期は，増飼無給与区の16週以降に比べ，増飼給与区の8週以降が明らかに早く，栄養水準100％区・85％区の増飼給与区は，約12週で分娩前14週時の体重に回復したが，その他の区は，いずれも授乳期（24週）中に体重を回復できなかった。すなわち，分娩後の増飼給与の有無は，授乳期における母牛の体重推移に影響し，回復時期と回復率に差を生じた。初産牛では，分娩後の増飼無給与の場合も，分娩後12週以前に分娩前14週時の体重を回復し，24週までの回復率は107％であった。

2　子牛の発育

哺乳期26週間の体重推移は，第2図のとおり，母牛の産歴（初産・経産），子牛の性別，別飼給与の有無によって，それぞれ異なる増加傾向を示した。すなわち，初産の子牛は，経産の子牛に比べて低く推移し，また，雄子牛は雌子牛に比べて高く推移し，さらに別飼給与の雄子牛は別飼無給与の雄子牛に比べて，哺乳期後半の体重増加が著しく高く推移した。

生後180日齢の離乳時体重は，経産の雄子牛157±18kg・雌子牛144±16kg・別飼雄子牛185±22kgであり，初産の雄子牛131±18kg・雌子牛127±14kgであった。



第2図　哺乳期における子牛の体重推移

哺乳期24週間を前期（0～8週齢）・中期（8～16週齢）・後期（16～24週齢）に分けた各期別の日増体量は，第4表に示した。哺乳全期の発育は，別飼雄子牛を除けば，ほぼ直線的に推移したが，経産の雄・雌子牛は，ともに前期より後期が若干低く，初産の雄・雌子牛は，ともに前期より後期が若干高くなる傾向を示した。別飼雄子牛は別飼給与を開始した12週齢以降の後期ほど高くなった。

哺乳全期の日増体量は，経産の雄子牛0.70kg・雌子牛0.64kg・別飼雄子牛0.85kgであり，初産の雄子牛0.57kg・雌子牛0.55kgであった。経産の場合は，雄子牛の日増体量が雌子牛より9.4％高く，別飼雄子牛は別飼しない雄子牛より21％高かった。

経産牛における子牛の生時体重は，第5表のとおり，全区の平均でみると雄子牛が30.5±3.2kg（n＝41）

第4表　哺乳期における子牛の日増体量（kg）

産歴	性	頭数	哺乳期 前期（0～8週齢）	哺乳期 中期（8～16週齢）	哺乳期 後期（16～24週齢）	全期
経産	雄	41	0.77	0.68	0.66	0.70
	（別飼給与雄子牛）		0.77	0.82	0.92	0.85
	雌	32	0.69	0.62	0.62	0.64
初産	雄	7	0.56	0.55	0.59	0.57
	雌	10	0.51	0.56	0.58	0.55

第5表　試験区分による子牛の生時体重と日増体量（kg）

区分	妊娠末期の栄養水準						全体	
	100%区		85%区		70%区			
	雄	雌	雄	雌	雄	雌	雄	雌
生時体重	30.8	28.7	31.6	29.7	30.1	27.3	30.5	28.7
日増体量[1)]								
増飼給与区	0.73	0.65	0.67	0.65	0.75[a)]	0.62	0.74	0.64
増飼無給与区	0.75	0.69[c)]	0.84	0.62	0.66[a)]	0.60[c)]	0.70	0.66
全体	0.74	0.68[b)]	0.70	0.64	0.71	0.61[b)]	0.72	0.65

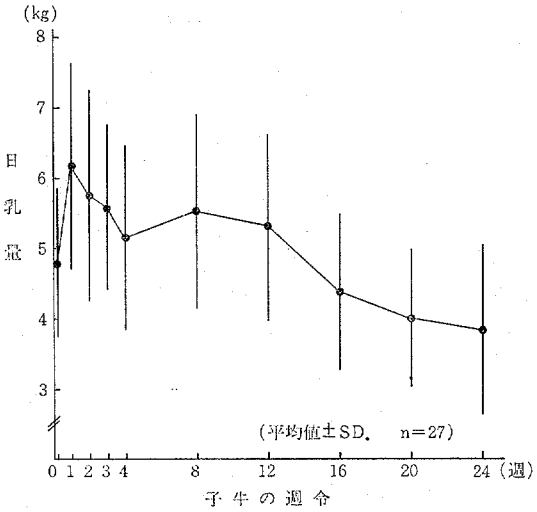
注．1）日増体量は生時から12週齢の日増体量。
2）a）とa），b）とb），c）とc）間に$p<0.05$の有意差。
3）いずれも経産牛の子牛。

雌子牛が28.7±2.8kg（n＝32）で，雄子牛が1.8kg大きかった。母牛の栄養水準別には雄子牛が100%区30.8kg・85%区31.6kg・70%区30.1kg，雌子牛が100%区28.7kg・85%区29.7kg・70%区27.3kgとなり，雌子牛の70%区は若干小さいが，雄・雌子牛いずれにも区間に有意差は認められなかった。

妊娠末期の栄養水準100%区・85%区・70%区における子牛の日増体量は，雄・雌子牛ともに100%区・85%区・70%区の順に低くなり，雌子牛の100%区0.68kgと70%区0.61kgには有意差（$p<0.05$）があった。また，授乳期の増飼給与有無による子牛の日増体量は，70%区で雄・雌子牛とも増飼給与区が増飼無給与区より高く，雄子牛に有意差（$p<0.05$）が認められ，100%区・85%区の場合にはむしろ逆の傾向にあった。

3　哺乳期における日乳量推移

哺乳期24週間における日乳量の一般的な推移は，産歴・妊娠末期の栄養水準をこみにした供試牛27頭についてみると，第3図および第6表のとおりであった。すなわち，分娩後1週目に哺乳期の最高日乳量に達し，その後24週にかけて減少推移を示したが，その間，2～4週に一過性の減少があり，8～12週にかけて若干回復し，比較的安定した推移を示すが，16週以降の減少が著しかった。各個体の日乳量推移は，ほぼ同様な泌乳曲線を示し，最高日乳量に達する時期は，全体に対する割合でみると，分娩後1週目63%・2週目26%・3週目4%・4週目以降7%で，1～2週が大部分の89%を占めた。週齢経過の日乳量は，最高日乳量を示す1週目が3.8～10.0kg・平均6.4kgで，離乳直前の24週目に2.2～6.0kg・平均3.8kgとなり，その間の日乳量は約40%の減少を示した。哺乳期24週までの泌乳量は，平均日乳量5.03±1.1kgであり，180日間の総乳量905±182



第3図　哺乳期における日乳量推移

第6表　哺乳期における日乳量と総乳量（kg）

区分	子牛の週齢								総乳量
	1	2	4	8	12	16	20	24	
日乳量	6.4	5.8	5.1	5.5	5.3	4.3	4.0	3.8	905
最高値	10.0	8.9	8.3	8.1	7.9	6.6	6.4	6.0	1268
最低値	3.8	3.2	2.9	2.8	2.8	2.7	2.6	2.2	610
変動係数(%)	23	26	25	25	26	26	25	31	22

kgであった。日乳量は哺乳期をとおして個体差が大きく，その変動係数は23～31%に達し，また総乳量の変動係数も22%と大きく，泌乳性は個体差の大きい形質であることが認められた。

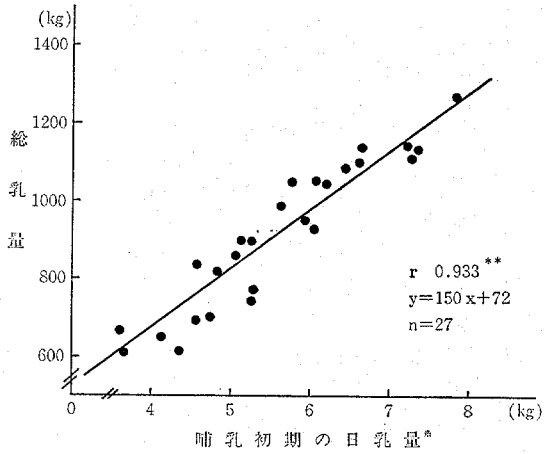
哺乳初期1～4週間の平均日乳量（1・2・4週の平均日乳量）と総乳量との関係は，第4図のとおりであり，両者間には0.93（p＜0.01）の極めて高い相関が認められ，回帰式 Y＝150X＋72（Yは総乳量kg，Xは哺乳初期の平均日乳量kg）が得られた。すなわち，哺乳期の総乳量は，哺乳初期の日乳量から高い精度で推定されることが示された。

4　母牛の産次と泌乳量・子牛の発育

母牛の産次を初産次（n＝8），2産次（n＝11頭）3産次以上（n＝8）の3区分に分けて，それぞれの日乳量推移を示すと，第5図のとおりであった。すなわち，初産次は，2産次・3産次以上より明らかに少ない日乳量で推移し，さらに2産次は，3産次以上より少ない日乳量で推移した。これらの産次間における日乳量の差は，哺乳期の後半よりも前半において大きかった。哺乳期の平均日乳量は，初産次4.0kg・2産次5.3kg・3産以上5.8kgであり，初産次と2産次以上とに有意差（p＜0.01）があったが，2産次と3産以上とには有意差がなかった。

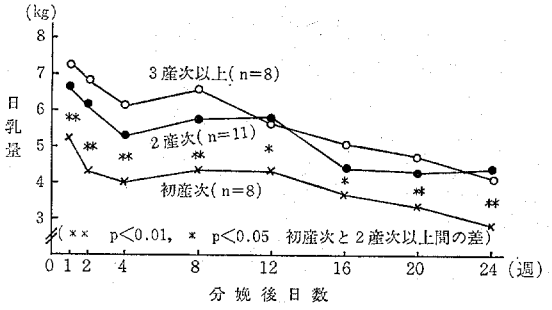
母牛の産次を初産次から7産次以上までの各産次に区分して分娩前14週時の体重・総乳量・子牛の日増体量（生時から12週齢の日増体量）を示すと，第7表のとおりであった。すなわち，母牛の体重は，初産次328kgから産次が進むに従って4産次460kgまで増加し，それ以降7産次まで比較的安定していた。同じく総乳量は，初産次796kgから産次が進むに従って6産次1,170kgまで段階的に増加するが，4産次から7産次までの差は小さかった。同じく子牛の日増体量は，初産次0.54kgから産次が進むに従って5産次0.76kgまで増加し，それ以降7産次までの差は少なかった。

このように母牛の体重・総乳量・子牛の日増体量は，いずれも初産次から4～5産次まで増加傾向にあり，それ以上の産次でほぼ安定していた。産次間の比較では，初産次と2産次とに，いずれも有意差（p＜0.01）が認められ，また母牛の体重は，2産次と3産次間（p＜0.01），3産次と4産次間（p＜0.05）にも有意差があった。



注．*)1．2．4週齢時の平均日乳量

第4図　哺乳初期の日乳量と総乳量の関係



第5図　産次別の日乳量推移

第7表　産次による母牛の体重・総乳量および子牛の日増体量（kg）

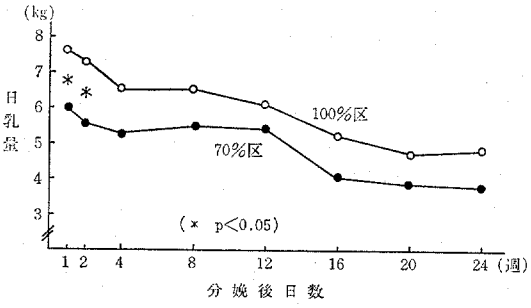
産　　次	1	2	3	4	5	6	7
頭　　数	17	21	14	11	10	10	10
母牛体重1)	328±30**	380±38**	418±36*	460±42	462±32	461±42	455±18
総乳量	796±150**	983±168	1039±170	1134±122	1159±123	1170±194	1148±158
子牛の日増体量2)	0.54±0.10**	0.64±0.10	0.67±0.07	0.70±0.11	0.76±0.13	0.75±0.10	0.73±0.05

注．1）母牛体重は分娩前13週時における体重（平均値±SD）。
2）日増体量は生時から12週齢までの日増体量（雄・雌こみ）。
3）産次間の差** p＜0.01，* p＜0.05有意。

5　分娩前後期の栄養と泌乳量の関係

妊娠末期の栄養水準 100%区・70%区で，増飼無給与の場合の日乳量推移は，第6図のとおりであった。すなわち，日乳量は授乳期を通して 100%区が70%区より高く推移し，特に分娩後4週までの日乳量には，両者に有意差（p＜0.05）があった。平均日乳量は，100区 6.0kg・70%区 4.9kgで，両区間に有意差（p＜0.01）が認められた。

妊娠末期の栄養水準別に，授乳期の増飼給与の有無による総乳量を比較すると，第8表のとおりであった。すなわち，栄養水準別に総乳量を比較すれば，100%区1,113kg・85%区1,107kg・70%区1,066kg であり，各区間に有意差はなかったが，増飼無給与区の場合には，100%区1,115kg・85%区1,032kg・70%区937kgであり70%区は100%区よりも 178kg 少なく（p＜0.01），また増飼給与の場合は，100%区1,111kg・85%区1,138kg・70%区1,204kg であり，100%区に比べて70%区がむしろ多い傾向にあった。増飼給与によって総乳量は，全体として，有意（P＜0.01）に多くなったが，栄養水準別の 100%区には，差はなく，85%区・70%区の場合に多くなり，特に70%区では，増飼無給与区937±156kgに



第6図　妊娠末期の栄養水準による日乳量推移

第8表　試験区分別の総乳量（kg）

妊娠末期 ＼ 授乳期	栄養水準（%） 100	85	70	全体
増飼給与	1111±194	1138±144	1204±187[b)]	1153±182[c)]
増飼無給与	1115±108[a)]	1032±198	937±156[a)b)]	1029±166[c)]
全体	1113±153	1107±169	1066±172	1093±174

注．a）とa），b）とb），c）とc）間の差p＜0.05有意。

第9表　日乳量と子牛の日増体量の関係

1）哺乳期別の日乳量と日増体量の相関・回帰係数　（n＝27）

区分	哺乳期 前期	中期	後期	全期
相関係数	0.88**	0.52**	0.30	0.80**
回帰係数 (a)[2)]	0.061	0.300	0.458	0.197
回帰係数 (b)[2)]	0.106	0.052	0.032	0.079
日乳量（kg）	5.5±1.1	5.0±1.0	4.1±0.9	5.0±1.0

2）各週齢時の日乳量と日増体量[1)]の相関・回帰係数　（n＝27）

区分	子牛の週令 1	2	4	8	12	16	20	24
相関係数	0.84**	0.88**	0.85**	0.80**	0.41*	0.41*	0.11	0.07
回帰係数 (a)[2)]	0.083	−0.234	0.008	0.017	0.011	0.090	—	—
回帰係数 (b)[2)]	0.107	0.153	0.103	0.105	0.102	0.107	—	—

注．1）日増体量は各週齢時前後1週間の1日当り増体量。
2）Y＝bx＋a（Yは日増体量kg，xは日乳量kg）。
3）相関係数の有意性 ** p＜0.01，* p＜0.05

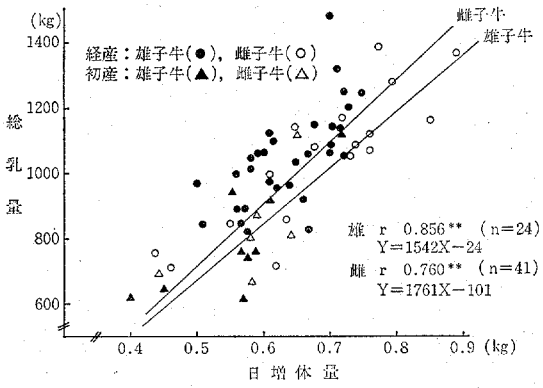
対して，増飼給与区1,204±187kgと267kg多く，有意な増加を示した（P<0.01）。

6　泌乳量と子牛の発育

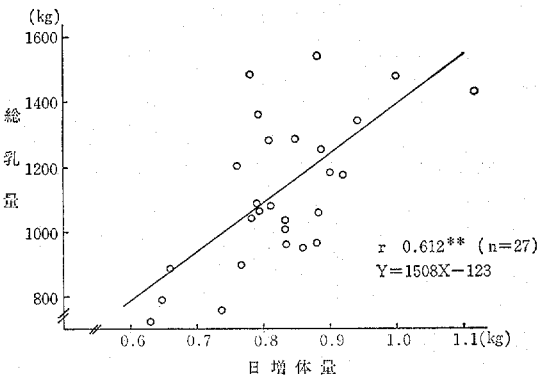
(1)　日乳量と子牛の日増体量

哺乳期の日乳量と子牛の日増体量との関係は，第9表1)・2)に示す相関が認められた。すなわち，哺乳期24週間を前期（0～8週齢）・中期（8～16週齢）・後期（16～24週齢）の3期に分けて，各期の平均日乳量と日増体量との関係をみると，前期0.88・中期0.52・後期0.30の相関があり，前期ほど高いが全期についてもなお0.80（p<0.01）の高い相関が認められ，その回帰式は，Y=0.079X+0.197（Yは日増体量kg，Xは日乳量kg）であった。

さらに，各週齢時の日乳量と各週齢時前後1週間の日増体との関係から，週齢経過に伴なう両者間の相関性の推移をみると，2週齢時の相関は0.88（p<0.01）と最も高く，それ以降も8週齢時まで高い相関を認めたが，



第7図　別飼無給与における子牛の日増体量と総乳量の関係



第8図　別飼給与における子牛の日増体量と総乳量の関係

12週以降になると両者の関係は低下し，20～24週齢時には相関が認められなかった。

子牛の日増体量に対する日乳量の寄与率は，前期77%・中期27%・後期9%であり，全期においても64%に達した。また，日乳量と日増体量間の回帰式から求めた増体1.0kgに要する日乳量は，1週齢時7.1kg・2週7.4kg・4週7.9kg・8週8.9kg・12週9.6kg・16週9.8・20週10.0kg・24週10.2kgで，週齢経過に伴って増加を示した。

(2)　総乳量と子牛の日増体量

1)　別飼無給与の場合

哺乳期の総乳量と子牛の日増体量との関係は，別飼無給与の雄・雌子牛別に，第7図に示した。すなわち，総乳量と日増体量の相関は，雄子牛0.86・雌子牛0.76で，ともに高い相関（p<0.01）が認められ，それぞれの回帰式は，雄子牛Y=1542X−24，雌子牛Y=1761X−101（Yは日増体量kg，Xは総乳量kg）であった。性別間の相関・回帰係数には有意差はなかったが，雌子牛が雄子牛と同程度の日増体量で発育するためには，50～110kgほど多くの総乳量を必要とした。

これとは別に，子牛の性別による総乳量は，雄子牛1,093±221kg（n=48）・雌子牛990±190kg（n=44）で，雄子牛が109kgほど多く，両者の総乳量には有意差（p<0.05）があった。

2)　別飼給与の場合

生後12週齢から離乳時まで別飼した雄子牛（n=27）の総乳量と日増体量の関係は，第8図のとおり，両者間に0.61の高い相関（p<0.01）が認められたが，別飼無給与の場合と比べて相関性は低く，日増体量に対する総乳量の寄与率は37%であった。また総乳量と日増体量間の回帰式は，Y=1508X−123（Yは日増体量kg，Xは総乳量kg）であり，別飼した場合は，総乳量が約150kg少なくても，別飼しない場合の雄子牛とほぼ同程度の日増体量で発育することが示された。

Ⅳ　考　　察

1　分娩前後期の母牛体重について

妊娠末期13週間の栄養水準を100%・85%・70%に設定して飼養し，その間の母牛体重の推移をみた結果は，栄養水準別に異なる増加量と増加率を示し，各区間に有意差がみられた。しかし，子牛の生時体重には，各区間に有意な差がなかった（第5表参照）ことから，このような娠妊末期における体重増加量の差は，妊娠末期の栄養水準を反映した母牛自体の体重変化を示していると解される。すなわち，胎児とその付属物は，妊娠末期に急

速な発育を示し，妊娠中の体重増加の大部分はこの時期に生じること[22]，また母牛の分娩時の体重減少は，胎児・羊水・尿水・胎盤などの合計重量に等しく，それは約48kgであることから[25]，妊娠末期の栄養水準別にみる母牛自体の体重は，100％区が維持，85％区が約13kgの減少，70％区が約30kgの減少であったと推察される。

これらの体重推移から判断して，日本飼養標準[23,24]から算定した給与水準に応じて，妊娠末期の体重が増減し，各区とも設定した栄養水準どおり，ほぼ適正に飼養されたとみなされる。

妊娠末期14週間のエネルギー給与量を日本飼養標準の120％と80％で比較した試験によると[27]，母牛の体重増加量は，120％区が有意に高かったが，子牛の生時体重には差がなく，妊娠末期の高栄養は，母牛自体の栄養蓄積を増す効果しかなかったことが示されている。これを本試験の結果と合せ考えると，妊娠末期の栄養水準が70％～120％の範囲では，高栄養・低栄養のいずれの場合も，子牛の生時体重には余り影響しないが，母牛自体の体重は高栄養では増加し，低栄養では減少することを示している。

分娩前後1週間の体重減少量は，44～21kgの範囲にあり各区間の差は有意ではなかったが，70％区の減少量は少ない傾向にあった。しかし減少率では，各区とも6～8％で大差はなく，また増飼給与の有無も判然としていなかった。この期間の体重変化は，分娩に伴う直接的な体重減少がその大部分を占めると思われるが，この時期の母牛体重の日間変動は大きく，確かなことは明らかではない。なお70％区のこの間における減少が少なかったことは，分娩後の給与水準が妊娠末期の給与水準よりも高かったことと，妊娠末期の低栄養により，分娩時までにかなりの体重減少があったことに原因すると思われる。

授乳期26週間における母牛体重の推移は，妊娠末期の栄養水準にかかわりなくいずれも8週までは減少傾向を示し，増飼無給与区は，さらに16週まで減少が継続している。体重が増加に転ずるのは，増飼給与区で12週，増飼無給与区で16週以降であった。授乳期に母牛体重が減少するのは，この期間の盛んな泌乳によって体内に蓄積した養分を利用するためで，一般的な傾向であり，分娩後の若干の体重減少は支障がないとされている[29]。しかし，分娩後の増飼無給与区では，体重が大きく減少し，回復も遅れ，また，後述するように泌乳量も低下する結果にあった。多くの試験結果は，分娩後に泌乳のための必要量あるいはこれより若干多く飼料を給与すると，分娩後の繁殖成績も改善されることが示されている[2,5,37,38]。増飼給与区の体重回復時期は，増飼無給与区に比べて早く，回復率も大きかったが，妊娠末期の70％区では，増飼給与の場合にも，離乳時までに分娩前14週時の体重を回復できず，妊娠末期の栄養水準が低くすぎたためとみられる。

本試験は，授乳期の大部分を通して放牧で飼養しているが，舎飼における試験成績[23]と比較しても，授乳期における母牛体重は，前半は減少，後半に回復推移をたどることで一致している。放牧で飼養する場合は，草地条件や管理方法による影響が大きいと想像されるが，本試験結果が示すように，放牧した授乳牛は，子牛の哺育と同時に，授乳期中もみずからの体重を回復し，また，連産性にも支障を生じないものとみなされる。

初産牛は，授乳期の増飼無給与の場合でも，分娩後の早い時期に体重が回復し，さらに授乳期末までに7％の体重増加が認められたが，これは，初産牛が，なお発育途上にあったことを示し，後述する泌乳量が少なかったことと関連して，かなりの栄養が発育のために向けられるものとみられる。

授乳中の母牛は，泌乳のために多くの栄養を必要とし，その必要量は，乳生産1kgに対してTDN 392g・DCP59gに相当するとされている[24]。また，後述するように，分娩後12週間程度まで泌乳量も多く，それが子牛の発育に大きく影響し，さらに繁殖成績にも関係することから，分娩後のこの期間は，飼養管理面で重要な時期である。従来から，一般に分娩前後期には，増飼として濃厚飼料を補給することが行われている。しかし，放牧や多頭群飼養では，個体管理は困難となり，分娩前後期が低栄養になる場合も生じやすい。特に，初産牛では，娠娩授乳と同時に，発育に対しても相当量の栄養を必要とすることから，その飼養管理に特別の注意を払う必要があり，分娩時期の設定とか競合の防止策が重要な管理となる。

2　子牛の発育について

(1)　子牛の発育経過

哺乳期における子牛の発育経過は，母牛の産歴，子牛の性，別飼の有無によって，それぞれ異なる推移を示している（第2図）が，哺乳初期および別飼雄子牛の哺乳期後半の高い日増体量を別にすれば，哺乳期を通して，ほぼ直線的な増体経過を示している。ただし，経産の雄・雌子牛は，哺乳期後半ほど若干増体が低下し，初産の雄・雌子牛は，哺乳期前半の増体が低く，また発育自体も著しく遅れた。舎飼で生産される子牛は，一般に別飼されることが多くなっており，吉田ら[41]の報告によれば，舎飼した子牛の増体経過は，3～7週時に最も低く

なり，前期0.74～0.80kg・中期0.73～0.84kg・後期0.83～0.97kgであったとしており，本報告の別飼雄子牛に相当する増体経過が示されている。

哺乳期における子牛の増体経過は，主に栄養摂取量の動態を反映していると考えられる。子牛の栄養摂取を動態的にみれば[16,31,41]，哺乳初期0～2週時は，母牛の泌乳量が多く，比較的順調な増体を示すが，3～8週時では，泌乳量の減少を補う粗飼料あるいは濃厚飼料からの栄養供給が不充分なために増体が低下傾向となり，12週時以降には，乳量減少に見合う粗飼料からの栄養供給があり，ほぼ一定の増体を維持し，別飼給与があれば，乳量減少を上回る栄養補給によって増体が向上するものと考えられる。

多くの試験成績をもとに，放牧を主体として生産された子牛の発育を比較すると，母牛の泌乳量，別飼の有無，草地の諸条件によって相違があるけれども，それらを総合すると，別飼無給与による子牛の日増体量は，自然草地で0.30～0.49kg，人工草地で0.54～0.65kgの範囲にあり，別飼給与の場合には，自然草地で0.54～0.88kg，人工草地で0.59～0.89kgの範囲とされている[40]。また，放牧を主体として生産される子牛の発育は，舎飼で生産される子牛の発育よりも遅れるとされ，全国産肉能力共進会の成果をもとに提示された発育基準[43]とは別に，福原ら[8]は，放牧子牛独自の発育基準を提示している。本試験で得られた子牛の発育を，上記の放牧子牛の発育基準[8]と対比すれば，経産の雄・雌子牛は，ほぼその平均値に近い発育であり，別飼雄子牛は，上限に近く，初産の雄・雌子牛は下限に近い発育値を示している。

放牧と主体として生産される子牛の発育経過を，舎飼の場合と比較すれば，前者の哺乳期後半における発育の遅れが著しいことが特徴であり，これは別飼給与との関連が大きいと考えられる。このほか，放牧子牛の発育が遅れる要因として，運動のための消費エネルギーが大きいこと，母牛の泌乳量が少ないこと，不良感作による発育阻害などが考えられる。母牛だけを放牧し，子牛を放牧地に出さない親子分離放牧によって子牛の増体が改善されることが示されている[40]。また，放牧子牛の発育の遅れは，体重に対して大きく現われ，骨格や諸器官の機能は，むしろ舎飼を上回り，離乳後の発育は順調で，肥育成績も優れるとする評価も報告されている[28]。

(2)　性別と子牛の発育

子牛の性別による発育の差は，哺乳期においても大きく，黒毛和種では雄が雌より生時体重で1.7～2.5kg，180日齢体重で18～21kg大きいとの報告が多く[3,17,18,26]，本報告では生時体重は1.8kg，180日齢体重は経産の子牛で13kg，初産の子牛で4kgであった。180日齢体重が既往報告の性差よりも小さかったのは，本報告の子牛が別飼されていないためと考えられ，別飼した場合は，性差が大きくなる傾向にあった。雄子牛の発育が雌子牛を上回るのは，後述するように雄子牛の哺乳量が，雌子牛より有意に多かったことと一致しており，また雄子牛の採食量が雌子牛よりも多く，飼料の利用性も高いことによると考えられる。

(3)　母牛の産次と子牛の発育

初産および経産別の子牛の発育推移は，第2図に，また，初産次から7産次まで各産次ごとの子牛の日増体量は，泌乳量と共に第7表に示した。初産子牛の発育は，経産子牛の発育より著しく遅れ，180日齢体重では雄子牛26kg，雌子牛17kgの差を生じている。さらに経産子牛の日増体量は，産次が進むとともに大きくなり，ほぼ4産次以上で安定している。これらの結果は，子牛の日増体重・180日齢体重が，母牛の産次が進むに従って増加し，5～7産次で最大になるとする報告[3,17,18,26]，とほぼ一致している。これは，後述するように，母牛の泌乳量が，母牛の産次とともに増加し，4～5産次において，それ以上の産次と差がなくなることと関連している。

(4)　母牛の栄養条件と子牛の発育

妊娠末期の栄養水準100%区・85%区・70%区における子牛の発育は，雄・雌子牛とも100%区より85%区・70%区の低栄養ほど劣っていたが，分娩後の母牛に増飼給与を行った結果，区間の差がなくなり，妊娠末期が低栄養であった場合ほど，増飼給与による子牛の発育改善が認められた。妊娠末期の高栄養水準は，分娩後の泌乳繁殖に対して有効ではないとされ[12]，さらに，分娩前後期を通して高栄養水準で飼養しても泌乳量（子牛の発育）には効果がないと報告されているが[1,2]，本試験の様に，妊娠末期がかなりの低栄養である場合は，授乳期における増飼給与が，子牛の日増体量や分娩後の母牛体重の回復に有効であったことを示している。また妊娠末期の栄養水準によって子牛の生時体重を生じなかったことから明らかなように，妊娠末期の栄養水準が子牛の発育に影響する過程は，分娩前の胎内発育よりも，分娩後の泌乳量を通して大きく影響すると考察される。

3　哺乳期における日乳量の推移

哺乳期の日乳量推移は，乳用種の場合と同様な泌乳曲線を示すともみられるが，乳用種では，最高日乳量に達するのが分娩後約1カ月と遅く，また，その後の乳量低下も緩やかで泌乳期間が長いのに対し，黒毛和種（肉用

種）では，最高日乳量に達するのは分娩後1～2週と早く，その後の乳量減少経過がやや急なことは，日乳量が少なく，泌乳期間が短いことと考え合せ，黒毛和種（肉用種）の特徴とみられる。このような哺乳期における日乳量推移の特徴は，黒毛和種についての石原ら[15]，吉田ら[41]の報告とほぼ一致している。

哺乳期における日乳量推移をさらに詳細にみると，本試験では，分娩後2～4週に，約17%に達する一過性の日乳量減少が認められたが，この原因として，この時期が舎飼期から放牧期に移行する期間に相当することから，飼養環境の急変が考えられる。また，この一過性減少を経過したあと，日乳量が回復し，4週から12週にかけて比較的安定したのは，放牧による生草飽食の効果ともみられ，乳用種の場合ほど詳細な検討はされていないが，Furr ら[11]はヘレフォード種について，冬期の舎飼から春先の放牧に移すと日乳量が増加することを認めている。これらの哺乳期における日乳量推移の特徴は，舎飼の場合には認められていないことから，放牧における日乳量推移の特徴とも考えられる。

日乳量は，1週時に10.0～3.8kg，24週時6.0～2.2kgの範囲にあり，哺乳期を通して，その変動係数は23～31%におよび，非常に個体差が大きいことを示し，その要因に母牛の産歴・栄養水準なども関係するが，それらを考慮してもなお泌乳能力には大きな個体差があるとみられる。これを，子牛の発育からみれば，泌乳性の優れた個体の選定が発育改善にとって重要であることを示唆している。

本試験による黒毛和種の総乳量は，初産・経産こみにして610～1,168kg，平均905kg，経産のみでは726～1,168kg・平均990kgであった。既往報告と比べると，石原ら[15]の1217kgより少なく，渕向[7]の1,033kg，吉田ら[41]の975kgとほぼ近似している。他品種の総乳量については，渕向[7]は日本短角種1,674kg，ヘレフォード種1,033kg，吉田ら[41]は褐毛和種971kgとし，また，Melton ら[19]は，シャロレー種806kg，アンガス種683kg，ヘレフォード種598kgとし，Gifford[13]，Neville[21]，Drewry ら[4]もほぼ同様な報告をしている。これらの総乳量は，飼養条件・調査方法が異なるため，一概に比較はできないが，おおよそ品種別には，日本短角種が優れ，次いで，黒毛和種・褐毛和種・シャロレー種が同程度でアンガス種，ヘレフォード種は若干劣るとみられる。

4　母牛の産次・栄養条件と泌乳量について

(1)　産次と泌乳量

第7表から明らかなように，総乳量は，産次が進むに従って6産次まで段階的に増加し，ほぼ4産次で安定している。これはまた，母牛の体重が，同じく4産次で成熟時体重に達したことと一致し，これらに伴って，子牛の日増体量も同じく5産次で最大になると考えられる。

産次による泌乳量の増加は，特に初産次と2産次間で著しく，両者の総乳量には有意差（$P<0.01$）があり，また日乳量は，哺乳期前半において特に差が大きい傾向にある。さらに，初産次と2産次間では，母牛体重・子牛の日増体量間にも有意差（$P<0.01$）が認められる。産次に伴う母牛体重・総乳量・子牛の日増体量の平行的な増加推移は，これら三者間の密接な関連性を示唆している。

母牛の産次と総乳量との関係について，Melton ら[19]の報告によると，初産次553kg・2～3産次667kg・4～9産次809kgであったとし，4産次以降の泌乳量が多かったことは，本試験の結果と一致している。また子牛の離乳時体重が5～7産次で最大となるとの報告[3,17,18,26]は，本試験結果ともほぼ一致し，泌乳量が産次に従って増加し，泌乳量の増加が，子牛の発育を大きくすることを示している。一方，黒毛和種の成熟時期（完熟時体重に達する時期）は，ほぼ36カ月齢であるとされるが，これに比べて本試験の場合は，かなりの遅れがあり，約4産次（56～60カ月齢）であった。この原因として，本試験における母牛の飼養管理体系が，粗飼料主体の飼養であったこと，また，繁殖供用が一般慣行より早く，交配が月齢14～15カ月・体重260kg・初産24カ月齢とする早期繁殖であったことなどが考えられる。また，母牛の発育の遅れは，泌乳量にも当然影響したとみられるが，産次と泌乳量との関係を比較できる報告がなく明らかではない。しかし子牛の日増体量の産次に伴う増加推移は既往報告と一致している。産次に伴う母牛体重や子牛の発育についての記録には，飼養条件の違いと共に，人為的な選抜・淘汰の影響も含まれ，産次と共に，この影響が大きくなることを考慮する必要がある。

(2)　分娩前後期の栄養条件と泌乳量

第6図は，妊娠末期の栄養水準100%区・70%区について，授乳期の増飼を与えない場合の日乳量推移を示している。この場合，妊娠末期の低栄養によって，著しい泌乳量の低下が明らかで，特に哺乳初期における両区間の日乳量の差が大きくなっている。さらに第8表には，妊娠末期の栄養水準100%区・85%区・70%区について，それぞれ授乳期の増飼給与有無別に総乳量を示したが，授乳期に増飼無給与の場合には，妊娠末期の栄養水準が低いほど総乳量が少なく，100%と70%区間に有意差（$P<0.05$）がある。しかし，授乳期に増飼給与した区の総乳量は，妊娠末期の栄養水準の区間に差はなく，

むしろ低栄養ほど多い傾向にあった。すなわち，授乳期に増飼給与が行われる場合は，妊娠末期の低栄養による泌乳量の低下を消去するが，増飼無給与の場合には，妊娠末期の栄養水準がそのまま泌乳量に影響するとみられる。分娩前後期の栄養条件が，母牛の泌乳量に影響し，それがさらに子牛の発育にまで影響することが，既述した第5表の結果にも示されている。

妊娠末期の栄養水準を高くした場合でも，分娩後の泌乳量を高める効果はないとされ[12]，本試験の結果と総合すると，妊娠末期の栄養水準は，分娩後が低栄養にならないかぎり，泌乳量に影響する程度は少ないとみられ，泌乳量を多くするには，分娩後の給与水準を高めることが，より効果的であることを示している。

5　泌乳量と子牛の発育との関係について

哺乳期の日乳量と子牛の日増体量とに極めて高い相関が認められ，特に両者の相関が哺乳期前半ほど高く，12週以降に低下するが，哺乳全期を通しても有意に高い（0.80，$P<0.01$）ことは，泌乳量が哺乳期の子牛の発育に密接な関連をしているためである。このように両者の相関が哺乳期前半ほど高いのは，哺乳初期ほど日乳量が多く，また子牛の全栄養摂取量に占める母乳からの栄養供給割合が高いからであり[16,41]，哺乳期前半における泌乳量の重要性が明らかである。

母牛の日乳量と子牛の日増体の関係について，吉田ら[41]は，前期0.60・中期0.30・後期0.08の相関を報告している。これらの値は，本試験の場合よりいずれも低い相関であるが，これは，本報告が，放牧による別飼無給与であったのに対して，吉田らの報告[41]が，舎飼による別飼給与を対象としていたためであろう。このように放牧体系において，明らかに泌乳量と子牛の日増体間の相関性が高いのは，放牧子牛の発育が，より強く母乳に依存していることを示し，放牧による子牛生産では，母牛の泌乳性が，舎飼の場合以上に重要視される必要があることを示唆している。大規模な放牧による子牛生産を主体とする諸外国においては，早くから肉用種の泌乳性と子牛の発育との関係が注目されており，Neville ら[21]は，8カ月齢体重に対する泌乳量の寄与率は66％であったとし，またDrewry ら[4]は，6カ月齢体重に対して60％の寄与率を報告している。Furr ら[11]は，別飼しない子牛の場合に，泌乳量と子牛の日増体量間には0.75～0.91の高い相関があることを示している。

各週齢時の日乳量と子牛の日増体量間の回帰式から，増体 1.0kg に要する日乳量は，1週齢 7.1kg・12週齢 9.6kg・24週齢10.2kgとなり，週齢に従って必要な日乳量が増加するのは，増体に対する母乳自体の効果が，週齢に伴って低下することを示し，これは，子牛の発育に伴う維持栄養量の増加，増体内容の質的変化，乳成分の変化などの要因によると考えられる。

各週齢時の日乳量と子牛の日増体量間の回帰式から，日乳量の摂取がない場合（すなわち，$X=0$ の時）を想定すると，8週齢までは増体が全く期待できないことになり，12週齢以降の増体も極めて僅かで，24週齢でも日増体量は 0.2kg に過ぎない。つまり，粗飼料だけで体重を維持できるのは，12週齢以降であって，それ以前の体重維持と増体には，母乳が不可欠の条件であることを示している。

第7図に示すとおり，総乳量と子牛の日増体量間の相関は，雄子牛が雌子牛より高い傾向にあり，雄子牛の増体は，雌子牛より強く母乳に依存するとみられ，また，雄子牛の哺乳量が，雌子牛よりも有意に多いことと関連するとみられる。子牛の発育を統計遺伝学的に解析した熊崎ら[18]によると，哺乳期における雄子牛の発育は，遺伝的な発育潜在能力よりも母体効果がより重要であるとし，このことは，本試験の結果とも共通するように思われる。さらに，雄子牛の日増体量が雌子牛よりも高く，雄子牛が雌子牛よりも少ない哺乳量で同程度の日増体量を示すことは，雌子牛に比べ雄子牛の採食量がより多く，また，飼料利用性がより高いためと考えられる。

別飼給与の有無別に総乳量と子牛の日増体量の関係を比較すると，別飼給与の相関係数（0.61）が，別飼無給与の相関係数（0.86）より低くなっている。これは，別飼による濃厚飼料の摂取によって日増体量が増加し，全栄養摂取量に占める母乳からの栄養供給割合が低下するためである。Furr ら[11]も，別飼給与の子牛について，本試験の結果と同様に相関係数の低下を認めている。別飼しない場合に，子牛の発育が泌乳量により強く規制されるのは，粗飼料の栄養価値が，母乳および濃厚飼料よりも劣ること，また粗飼料の採食には限度があって，乳量の不足に見合う粗飼料からの栄養供給が不十分なためと考察される。

渕向[7]は，日本短角種の泌乳量が多いために，子牛の発育改善に対する別飼効果が認められなかったことを報告し，また，吉田ら[41]は，子牛の哺乳量と濃厚飼料摂取量とに有意な負の相関を認めている。つまり，子牛の摂食本能が濃厚飼料よりも母乳をより優先することから，泌乳量の多い場合は，濃厚飼料の採食が消極的となり，泌乳量の少ない場合は，逆に積極的となって，別飼の効果が現われると考えられる。

6　子牛の発育に要する乳量について

子牛の離乳時体重をどの程度の目標とするのが妥当で

第10表　子牛の発育に要する総乳量の試算[1)]（kg）

日増体量（離乳時体重）[2)]	0.60 (138)	0.70 (156)	0.80 (174)	0.90 (192)	1.00 (210)	1.10 (228)
雄子牛	901	1,055	1,210	1,364	1,518	1,672
別飼雄子牛	782	933	1,082	1,233	1,385	1,536
雌子牛	956	1,132	1,308	1,484	1,660	1,836

注．1）総乳量は，いずれも本試験で得られた総乳量と日増体量との回帰式より試算した。
　　2）離乳時体重は，雄・雌子牛とも生時体重を30kgとして求めた。

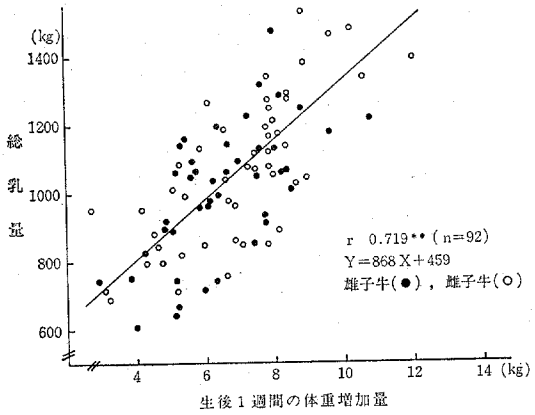
あるかは，一概に決められないが，近年の子牛生産動向は，体重・体格の発育が益々重視されている。1977年度における子牛の市場成績によると，出荷時体重は，260日齢で雄去勢子牛 252kg・雌子牛 234kg，これを180日齢体重に換算すると，雄去勢子牛 185kg・雌子牛172kgとなる。一方，放牧体系による子牛の標準的な発育では，180日齢で雄子牛170kg・雌子牛154kgとされ[8)]，前者より約20％下回っている。

本試験の結果に基づいて，放牧体系による子牛の発育と総乳量から得られた回帰式を用い，離乳時体重と総乳量との関係を示すと，第10表のとおりである。すなわち，放牧体系で生産する子牛に上記の標準的な発育を期待するためには，別飼無給与の場合に，雄子牛1,180kg・雌子牛 1,113kg，別飼給与の場合に，雄子牛1,050kgの総乳量が必要と推算される。さらに，舎飼体系の子牛と同程度の発育を期待するには，別飼無給与の雄子牛1,304kg・雌子牛1,288kg，別飼給与の雄子牛に 1,175kgの総乳量が必要と推算される。

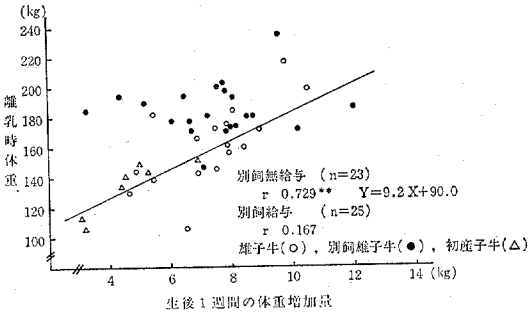
7　泌乳量の早期推定

母牛の泌乳能力は，子牛の哺育管理上から重視され，特に放牧体系による子牛生産では，泌乳能力の優れた母牛を選択する必要を指摘した。しかし，肉用種の場合は，泌乳能力を乳量として計量することは容易でないことから，一般には，乳器の形状，子牛の発育状態，子牛の哺乳行動などを総合観察して，間接的に泌乳量の多少を推測するにとどまっている。

肉用種の乳量を把握するには，現状のところ，前述の体重差法が精度も高く，比較的容易なことから，本報告では本法によって泌乳量を推定した。すなわち，泌乳量の測定は，哺乳期の週齢経過に従って10期にわたり，各期の日乳量を測定して，総乳量を求めた。しかし体重差を測定する方法は，子牛の体重が増加するに伴って多大な労力を必要とするため，必ずしも一般的でないことから，体重の測定が比較的容易な時期で，しかも哺乳量の多い4週齢までの日乳量によって総乳量の早期推定ができるかどうかを検討した。その結果は，第4図に示した



第9図　初期発育と総乳量の関係



第10図　初期発育と離乳時体重の関係

とおり，両者間に高い相関（0.93，$p<0.01$）があり，哺乳初期の日乳量から総乳量が高い精度で推定できることを示した。

生後1週間の体重増加量と総乳量との関係は，第9図のとおり，両者に0.72の有意（$p<0.01$）な相関があり，また，生後1週齢時の日増体量と日乳量間には0.84の有意（$p<0.01$）な相関が認められ（第9表），哺乳初期の子牛の増体から，母牛の泌乳性を逆に推定することも可能と思われる。同様にして，生後1週間の体重増加量と離乳時体重との関係は，第10図のとおり，別飼無給与の場合は0.73の有意（$p<0.01$）な相関があり，哺

乳初期における発育の重要性が示唆される。しかし，別飼給与の場合には，哺乳初期の発育と離乳時体重とに一定の関係が認められなかった。

子牛の生後1週間における増体量は，3～12kgと個体差が非常に大きく，このような哺乳初期の増体量を知ることは，母牛の泌乳性や子牛の発育を予知し，哺育管理の改善対策を考えるための重要な情報になるものと言える。

わが国では，従来から肉用種の泌乳能力は，あまり重要な経済形質とは看されていなかったが，大規模な放牧による子牛生産を背景とした米国では，繁殖基礎雌牛の選抜に泌乳能力が最重要視され，子牛の離乳時体重を泌乳能力の選抜基準として使っており，また，Wilham[36]は，肉用種における泌乳能力の改良が子牛の発育改善にとって最も効率的であることを強調している。本試験の結果から明らかにしたように，放牧による子牛生産においては，個体管理や別飼給与が困難であることから，泌乳能力の優れた母牛の選定が重要であり，長期的には，泌乳能力の改良が必要と思われる。

V　摘　　要

本試験は，草地利用による肉牛生産技術に資するため，冬期舎飼，夏期放牧による春子生産を設定し，母牛の泌乳性と子牛の発育との関係を検討した。すなわち，黒毛和種の母牛92頭とその子牛を供試し，1972年から1977年にわたり，妊娠末期の栄養水準を3区に，また授乳期の増飼有無別，及び子牛の別飼有無別に各2区を設定し，母牛の泌乳量推移と子牛の発育推移を解析し，以下の結果が得られた。

1．妊娠末期13週間の栄養水準を日本飼養標準に対して100%・85%・70%で飼養した結果，その間の体重は，100%区47kg・85%区35kg・70%区18kgの増加を示し，区間の増加量に有意差（$p<0.05$）があった。ただし，この増加量に胎児とその付属物の発育重量を見込むと，母牛の正味体重は，100%区維持・85%区13kg減・70%区30kg減とみなされた。授乳期26週間の体重推移は，前半が減少，後半が増加傾向を示し，授乳期の増飼無給与及び妊娠末期の低栄養ほど体重回復の時期が遅れた。

2．哺乳期における子牛の発育推移は，ほぼ直線的な増体経過を示したが，別飼給与の場合は，週齢経過と共に増体が大きくなった。

生時から離乳時までの日増体量は，経産の雄子牛0.70kg・雌子牛0.64kg・別飼雄子牛0.85kgであり，初産の雄子牛0.57kg・雌子牛0.55kgであった。

3．哺乳期の日乳量推移は，1週齢に哺乳期最高の6.4kgとなり，その後は離乳直前の3.8kgまで漸減した。哺乳期180日間の泌乳量は，平均日乳量5.03±1.01kg・総乳量905±182kgであった。

4．母牛の体重・総乳量・子牛の日増体量と産次との関係は，母牛体重が初産次から4産次にかけて増加し，総乳量は，同じく4産次にかけて増加し，また子牛の日増体量は，5産次にかけて増加した。初産次の母牛体重・総乳量・子牛の日増体量は，いずれも2産次より有意に低く，ほぼ4産次で安定する傾向にあった。

5．妊娠末期および授乳期の栄養水準を日本飼養標準より低い水準で飼養した場合は，総乳量と子牛の日増体量に影響し，特に授乳期の増飼無給与の場合は，泌乳量の低下があり，子牛の発育も遅れた。

6．日乳量と子牛の日増体量とには，哺乳期の前期0.88・中期0.52・後期0.30の相関があり，全期を通しても0.80（$p<0.01$）の高い有意な相関が認められ，特に哺乳期前半の泌乳量は，子牛の発育に大きく影響することを認めた。

7．総乳量と子牛の日増体量とには，雄子牛0.86・雌子牛0.76・別飼雄子牛0.61のそれぞれ有意な相関（$P<0.01$）があり，子牛の日増体に対する母乳の寄与率は，74～57%と高かったが，別飼給与の場合には37%に低下した。

8．分娩後4週までの日乳量と総乳量間には0.93，生後1週間の増体と総乳量間には0.72，同じく生後1週間の増体と離乳時体重間には0.73のそれぞれ高い相関（$p<0.01$）が認められ，哺乳初期の日乳量と子牛の増体から，総乳量ないし離乳時体重の予測が可能であることを認ため。

9．放牧体系で生産される子牛の発育改善には，母牛の泌乳性の向上と別飼給与が効果的であり，子牛の発育目標ごとに必要な総乳量を示した。

引　用　文　献

1）Arnett, D.W., G.L. Holland, and R. Totusek, 1971. Some effects of obesity in beef females. J, Anim, Sci. 33：1129-1136.

2）Bond, J. and J. N. Wiltbank. 1970. Effect of energy and protein of estrus, comception rate, growth and milk production of beef females. J. Anim. Sci. 30：438-444.

3）Brown, C. J. 1970. Influence of year and season of birth, sex, sire and age of dam on weights of beef calves at 60, 120, 180 and 240

days of age. J. Anim. Sci. 19：1062-1070.

4) Drewry, K.J., C.J. Brown, and R.S. Honea, 1959. Relationships among factors associated with mothering ability in beef cattle. J. Amim. Sci. 18：938-946.

5) Dunn, T.G., J.E., Ingalls, D.R. Zimmerman, and J.N. Wiltbank, 1969. Reproductive performance of 2-year-old Hereford and Angus heifers as influenced by Pre-and Post-calving energy intake. J. Anim. Sci. 29：719-726.

6) 渕向正四郎・平賀幸夫・小野寺勉・川村宏三・帷子剛資・平野保・蛇沼恒夫・戸田忠祐・漆原礼二・駒米勉・吉田宇八. 1974. 草地を主体とする肉用牛生産技術体系確立に関する研究. 岩手県農試研究報告 4：1-459

7) ――――――. 1977. 肉用牛としての日本短角種とその育成の実際(1), 畜研 31：745-749.

8) 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) 中国農試研報 B20：1-50.

9) ――――――. 1976. 和牛の発育について (総説). 日畜会報 47：561-569.

10) 福島県畜産試験場沼尻支場. 1975. 草地を主体とする肉用牛の集団生産実用化技術組立試験成績書(Ⅱ)：1-68.

11) Furr, R.D. and A.B. Nelson, 1964. Effect of level of supplemetal winter feed on calf weight and on milk production of fall-calving range beef cows. J. Anim, Sci. 23, 775-781.

12) Gardner, R.W. 1969. Interactions of energy levels offered to Holstein cows prepartum and postpartum. Ⅱ. Reproductive performance. J. Dairy. Sci. 52, 1985-1987.

13) Gifford, W. 1953. Records of performance for beef cattle in breeding herds, milk production : milk production of dams and growth of calves. Arkansass. Agric, Exp. Stn. Bu'l. 531 (cited by Drewry 1959).

14) Howes, J.R., J.F. Hentges, A.C. Warnick, and T.J. Cunha. 1958. Yield and composition of milk from Brahman and Hereford heifers fed two levels of protein, and the correlated calf growth. J. Anim. Sci. 17, 1222 (Abstr.).

15) 石原盛衛・鈴木俊二・林正夫・吉田正三郎. 1946. 和牛の泌乳及び乳利用に関する研究. 畜試彙報 45：63.

16) 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. 東北農試研究報告 52：145-159.

17) 熊崎一雄・松尾昭雄. 1968. 和牛子牛の生時体重および180日令体重に及ぼす環境要因の補正. 日畜会報 39：426-431.

18) ――――――・佐々木義之・山根道資. 1973. 黒毛和種の系統間交配による子牛の生時体重・離乳時前増体率および離乳時体重の比較. 日畜会報 44：489-495.

19) Melton, A.A., J.K. Riggs, L.A. Nelson, and T.C. Cartwright, 1967. Milk production, composition and calf gains of Angus, Charolais and Hereford. J. Anim. Sci. 26：804-809.

20) Morgan, J.H. 1972. Effect of plane of nutrition in early life on subsequent live-weight gain, carcass and muscle characteristics and eating quality of meat in cattle. J. Agric. Sci. 78：417-423.

21) Neville, W.E. 1962. Influence of dam's milk production and other factors on 120- and 240-day weight of Hereford calves. J. Anim. Sci. 21：315-320.

22) 西川義正(訳). 1970. 家畜・家禽繁殖学 159-174. 養賢堂. 東京.

23) 農林水産技術会議事務局編. 1970. 肉用牛の日本飼養標準に関する研究. 研究成果 42：165-170.

24) ――――――――. 1975. 日本飼養標準「肉用牛」(1975年版). 6―10. 中央畜産会. 東京.

25) ――――――――. 1978. 子牛の経済的育成技術の確立に関する研究. 研究成果 (印刷中).

26) 小畑太郎・福原利一・木原靖博. 1973. 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. 中国農試研報 B20：51-62.

27) 太田垣進・和田政夫・奏谷豊・村田敏夫・塚本章夫・溝口豊・嘉寿頼栄・黒田昭昌・志谷豊策・大滝保夫・恒松秀治・宮重俊一・寺田隆慶・八幡林芳・渡辺昭三. 1975. 和牛の分娩前後の飼料給与指標の確立に関する研究 (第1報). 日畜会報 46 (学会号).

28) 沢崎担・広瀬昶・菊池武昭・久馬忠・滝沢静雄・高橋政義・渕向正四郎・小野寺勉・斉藤精三郎・帷子剛資・吉田宇八. 1975. 山岳育成が肉牛の生産性におよぼす効果. Ⅲ. 肥育試験成績. 日畜会報 46：469-476.

29) Schake, L. M. and J. K. Riggs, 1972. Body weight changes of mature cows. J. Anim. Sci. 34 : 491-496.

30) Stuedmann, J. A., J. J. Gueenther, S. A. Ewing, R. D. Morrison, and G. V. Odell, 1968. Effect of nutritional level imposed from birth to eight months of age on subsequent growth and development patterns of full-fed beef calves. J. Anim. Sci. 27 : 234-241.

31) 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・近藤巌. 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. 中国農試研報 B23 : 23-52.

32) Totusek, R. D. and Arnet, 1965. Estimation of milk production in beef cows. J. Anim. Sci. 24 : 906 (Abstr.).

33) 上田信一・宇佐見登・大江哲郎・中丸輝彦・和田満・鷲見利隆・大野重. 1968. 肉用子牛生産経営における放牧方式の確立に関する研究. 岐阜県種畜場試験成績 10 : 38-56.

34) Wardrop, J. D. 1966. The effects of plane of nutrition in eary post natal life on the subsequent growth and development of cattle. Aust. J. Agric. Res. 17 : 375-385.

35) 渡辺昭三・西野武蔵・宮重俊一・寺田隆慶・余田康郎・小沢忍・加藤国雄. 1972. 野草地放牧における肉用母子牛牛群の行動管理と放牧適応に関する研究. 中国農試研報 B19 : 1-38.

36) Willham, R. J. 1972. Beef milk production for maximum efficiency. J. Anim. Sci. 34 : 864-869.

37) Wiltbank, J.N., W.W. Rowden, J.E. Ingalls, K. E. Gregory, and R. M. Koch, 1962. Effect of energy level on reproductive phenomena of mature Hereford cows. J. Anim. Sci. 21 : 219-225.

38) ――――・――――・――――・and D.R. Zimmerman, 1964. Post-parutum energy level on reproductive performance of Hereford cows restricted in energy intake prior to calving. J. Anim. Sci. 23 : 1049-1053.

39) Wistrand, G. C. and J. K. Riggs, 1966. Milk production of Santa Gertrudis cows as measured by calf nursing and machine milking methods. J. Anim. Sci. 25 : 263 (Abstr.).

40) 山根道資. 1977. 和牛の進歩. 93-94. 全国和牛登録協会. 京都.

41) 吉田正三郎・橋爪徳三・津田恵一郎・石川好男・上田信一・拝高欣弥・安田三郎. 1969. 肉用子牛の育成に関する研究. 畜研 23 : 1495-1497.

42) ――――・西村宏一・竹下潔・田中彰治. 1976. 肉用子牛の離乳時体重がその後の発育および産肉性に及ぼす影響. 東北農試研究速報 20 : 43-49.

43) 全国和牛登録協会編. 1972. 和牛登録必携（昭和47年改訂版）. 264. 工藤印刷. 京都.

Effect of Dam's Milk Production on the Growth of Suckling Beef Calves on Pasture

Tadashi KYUMA, Shizuo TAKIZAWA, Masayoshi TAKAHASHI and Takeaki KIKUCHI

Summary

As a part of the study of establishing feed and management for beef cows and calves on pasture, this study was conducted to investigate the milk production of beef cows and the relation of milk yield and calf gain under grazing condition.

Data on milk yield and calf gain were collected from 92 Japanese Black Breed cow-calf pairs maintained at the Tohoku National Agricultural Experimental Station for recent five years from 1972 to 1977.

In every year, all cows calved for 5 weeks from April 5 to May 10. After calving, the cow-calf pairs were grazed on fertilized pasture for 6 monthes from May to late-October except at times of estimating milk yield. Some of male calves were creep fed of 0.8% or 1.2% of their body weight at about 3 monthes of age. All calves were weaned at about 6 monthes of age on November 1. In housing period, cows were divided into the three groups based on feeding levels (designated as 100, 85 and 70 % group) during 3 monthes before calving and the two groups based on the supplemental feeding levels (designated as medium and low group) during 8 weeks after calving. Japanese Feeding Standard for beef cow was used for setting the basis for several different levels of nutrition. The feeds were composed of corn-silages, hay and mixed concentrates.

The milk yield of each cow was obtained 10 times from the first day to 24 weeks after birth by the calf nursing method.

Results obtained were summarized as follows.

1. The weight gain of the pregnant cows during 3 monthes before calving were 47, 35, and 18kg for 100, 85 and 70% groups, respectively. However, the differences of feeding levels during pre-calving had little effect on the birth weights of calves.

   After calving, the almost cows decreased their body weight continuously until about 8 weeks. The weight changes from 1 week to weaning were assosiated with supplemental feeding levels after calving.

2. The body weight gains of grazing calves were almost constant during the suckling period, while those of creep fed calves were gradually increased the body weight gains as the age progressed. The average of daily gain were 0.70 and 0.64 for male and female calves, and 0.85 for creep fed male calves.

3. The daily milk yield was maximum at first 1 week, thereafter decreased gradually until 24 weeks after calving. The daily milk yield at 1, 2, 4, 8, 12, 16, 20 and 24

weeks after calving were 6.4, 5.8, 5.1, 5.3, 4.3, 4.0 and 3.8kg, respectively. The average estimated milk yield for the 180-day period (total milk yield) was 905 ±182kg.

4. The milk yield and the calf gain were directly related to the calving number of the dams. The total milk yield reached a constant level by 4th calving and the calf gain reached a constant level by 5th calving. There were significant differences between the first and the 2nd calving in the total milk yield and the calf gain.

5. The feeding levels before calving somewhat influenced the total milk yield and calf gain, however, the supplemental feeding levels after calving appeared to be more importance. When the cows under low feeding levels during late-pregnancy retured to the medium feeding level after calving, both the milk yield and calf gain increased significantly.

6. The correlation between daily milk yield and daily calf gain were observed highly significant until 8 weeks and then declined as the lactation progressed. In early, middle and later stage of the suckling period, the correlation coefficients were 0.88, 0.52 and 0.30 respectively, and in overall suckling period was 0.80 ($P<0.01$).

7. The correlations between total milk yield and calf gain for the 180 day period were also highly significant, 0.86 for males and 0.76 for females. However, correlation for creep fed male calves was lower (0.61, $P<0.01$).

8. The average of daily milk yield during 4 weeks after birth was highly correlated with the total milk yield (0.93, $P<0.01$). The calf gain for one week after birth was also correlated with the weaning weight (0.73, $P<0.01$). Therefore, the total milk yield and the calf gain during suckling period were possible to estimate from the data of daily milk yield and calf gain within 4 weeks after birth.

9. Those result suggested that the improvment of dam's milk production and creep feeding for calf were effective to increase the calf gain under the grazing condition. According to the relation between calf gain and milk yield, the total milk yield which needed for each different daily gains of the calf under grazing condition were shown.