

## 周年放牧における黒毛和種哺乳牛の血液性状 に及ぼす冬季低栄養の影響

中西喜彦\*・柳田宏一・小川清彦\*

(1985年9月30日受理)

### Effect of Underfeeding in Winter Season on Blood Constituents of Nursing Japanese Black Cattle in Year Long Grazing

Yoshihiko NAKANISHI, Kōichi YANAGITA and Kiyohiko OGAWA

#### 緒 言

草地畜産の重要性が種々の立場から検討され、1960年頃から原野を開拓して放牧牛を飼育する事業が各地で開始された。鹿児島大学農学部附属農場入来牧場（以下鹿大入来牧場と省略）も1968年に設立されて以来、放牧牛の飼育に取り組んでいる。しかし、現在では放牧から撤退した牧場も多い。その原因の一つに放牧牛の繁殖成績が良くないことが挙げられる。中西<sup>8)</sup>は鹿児島県下8カ所の肉用牛繁殖育成センターの導入牛571頭（放牧牛）と各繁殖センター所在地の周辺農家所有牛を1地域から約200頭（舎飼牛）ずつ、8地域から合計1,482頭について調査した。その結果、初産月齢は放牧牛34.9カ月に対して、舎飼牛30.0カ月、分娩間隔は放牧牛の15.4カ月に対して舎飼牛の14.6カ月といずれも放牧牛の方が長かった。

小川<sup>10)</sup>は放牧牛の繁殖成績と栄養状態を調査して、入来町町営牧場や鹿大入来牧場では、特に、秋季分娩牛で著しく分娩間隔が長くなる例が見られ、冬季に栄養状態が悪化していたことを報告している。一方、柳田<sup>17)</sup>は鹿大入来牧場において延べ98頭の繁殖牛を分娩季節別に分類し、受胎から分娩および哺乳期間中の体重変化を調査した。これによると、妊娠末期でさえも、冬季になると体重が低下していた。

いずれにしても、放牧牛は妊娠期や泌乳期の各時期で必要養分量が異なっており、冬季の飼料不足が各時期ごとの母体のエネルギー要求量に応じて、その生理状態に微妙に影響を及ぼしている。例えば、秋季分娩牛は泌乳後期に冬季を迎えるため体重減少が著しく、また、冬季分娩牛では泌乳初期に著しい体重減少を示している<sup>18)</sup>。このように冬季に飼料給与量が不足すると、母牛の体成分が乳汁として子牛に移行し、母体の著しい衰弱を来し、発情が長期間再来せず分娩間隔が長くなり大きな問題となっている。しかしながら、放牧牛は捕獲などに時間が掛かるため、日常の詳細な観察が困難であり、その実態はよくわかっていない。

本研究は、周年放牧牛における冬季低栄養の実態と繁殖成績との関係を明らかにするため、冬季哺乳牛の生理状態について、離乳牛と比較しながら冬季を中心とした血液性状の変動を検討したものである。

謝辞

本研究を行うにあたり種々ご協力頂いた、紙屋 茂技官、池田博文技官および内村利美技官に心から感謝の意を表す。

\* 家畜繁殖学教室 (Laboratory of Animal Reproduction)

## 材料と方法

鹿大入来牧場は薩摩郡入来町の標高 500 ~ 540 m の地点に位置し、全面積は 146 ha (畑地 10.0 ha, 改良草地 45.0 ha, 自然草地 73.7 ha, 樹林地 3.0 ha およびその他 4.3 ha) である。

材料には、鹿大入来牧場で放牧飼養中の黒毛和種のうちで夏季および秋季の分娩牛を用いた。哺乳牛群は 1 ~ 3 ヶ月齢の子のいる牛 7 頭と離乳牛群は 4 ~ 5 ヶ月齢の子のいる牛 9 頭である。1978 年 12 月に前者はそのまま子牛を付け、後者はただちに離乳した。毎月 1 回各月の第 1 週に、追い込み牛舎に集め、翌年の 7 月まで 8 ヶ月間にわたって体重測定および採血を行った。

牛群は 12 月から 3 月中旬まで避難林と飲水場のある自然草地に放牧し、枯れ草やススキの芯あるいは木の葉などを採食させるとともに、乾草、サイレージおよび稲ワラなどを与えた。3 月下旬から 7 月までは、ススキを中心とした自然草地および樹林地へ放牧した。その間、巡視により毎日 1 回発情のチェックを行った。

体重は牛舎内の牛衡器で測定し、採血は二重シュウ酸塩添加および無添加のテルモ製真空採血管を用いて頸静脈より行った。

血液性状は赤血球系の変動をヘマトクリット値とヘモグロビン濃度で観察した。ヘマトクリット値はマイクロヘマトクリット管 (7.5×1.45 mm) に防凝固血液を取り、12,000 rpm で 15 分間遠沈し、所定の目盛板で体積値を読み取った。ヘモグロビン濃度はシアンメトヘモグロビン法により臨床試薬ヘモキット N (日本商事 K.K.) を用いて算出した。

血清蛋白質の変動は、総血清蛋白濃度 (g/dl) および血清蛋白質を分画して観察した。血清蛋白濃度は、日立血清蛋白計で測定した。血清蛋白の分画は、セルローズアセテート膜電気泳動法により行った。泳動膜はセパラックス (富士写真フィルム K.K.) を 1.2×6.0 cm の長さにし、血清 1  $\mu$ l を塗布して、1 cm 当り 0.8 mA, 40 分の通電を行った。緩衝液はペロナールペロナールソーダ, pH 8.6 を用いた。染色はポンソー 3 R で行い、1% 酢酸溶液で脱色した。脱色後、各バンドごとに細切して試験管に入れ 0.01 N 水酸化ナトリウム溶液で分画抽出した。抽出液は日立 101 型分光光度計を用い 490 nm でアルブミンと  $\alpha$ -,  $\beta$ - および  $\gamma$ -グロブリンの各バンドごとの濃度を測定した。

血清カルシウムは OCPC 法キット (和光純薬) を用い、また、血清無機リンは Phosphor B-Test Wako キット (和光純薬) を用いて測定した。これらはいずれも前述の分光光度計で比色定量した。ナトリウムおよびカリウムは炎光法で測定し、マグネシウムは原子吸光法で測定した。測定機器には日立 170-30 型原子吸光/炎光光度計を使用した。

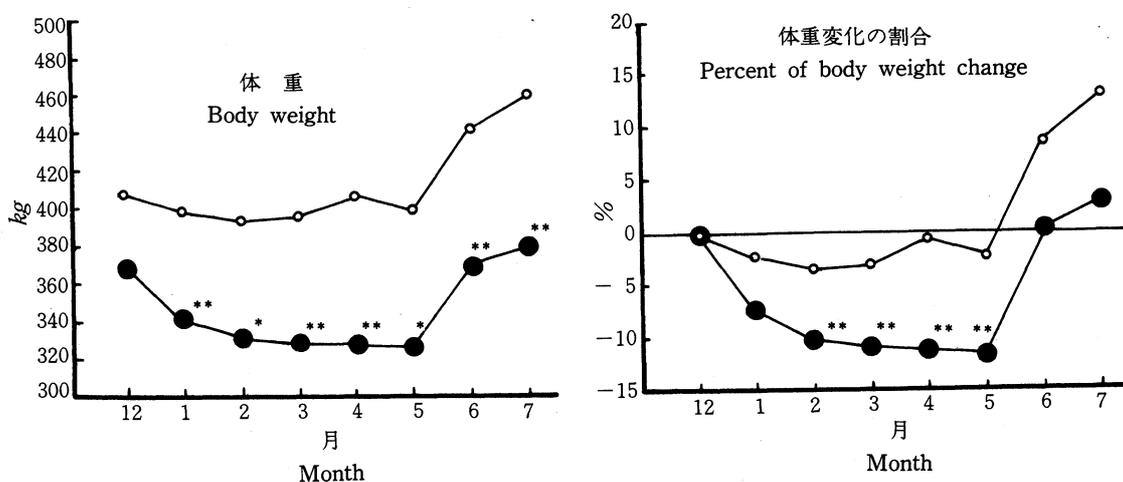
血糖の分析は Glucose Test Wako キット (和光純薬) を用い、また、総コレステロールは Cholesterol B-Test Wako キット (和光純薬) を用い比色定量した。

同一月における哺乳牛群と離乳牛群の比較は *t* 検定で、同一牛群における月別変動のそれは一元配置分散分析によって行った。

## 結果と考察

### 1 体重の変化および繁殖状況について

12月から翌年の7月までの体重変化を哺乳牛と離乳牛群で比較すると、第1図のとおりである。これによると、体重は両群とも12月から3月にかけて減少するが、離乳牛は4月に若干増体を始めるのに対して、哺乳牛群は5月になっても増体せず、6月になってようやく12月の状態に回復した。離乳牛群は既に9頭中6頭が妊娠しており、舎飼牛であれば当然増体するはずであるが、やはり体重は減少している。鹿大入来牧場では子牛を6ヵ月齢以上母牛に付けたままにしておく例が多かったため、その際は本研究の哺乳牛群と同様かあるいはそれ以上の体重減少を来たしていた。本研究では4ヵ月齢以上の子牛を離乳することにより母牛の負担はかなり軽減された。すなわち哺乳牛が12月の体重に対して11.3%もの減少を示すのに対して離乳牛では3.2%程度の減少ですんでいる。



第1図 哺乳牛および離乳牛における体重および体重割合の変化

Fig. 1. Changes in body weight and percent of body weight change in nursing and non-nursing cows.

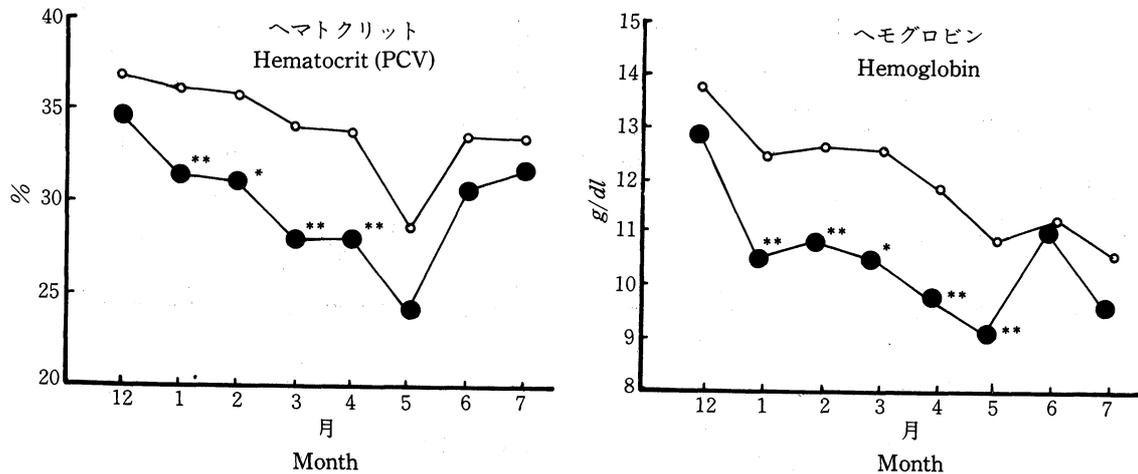
●— 哺乳牛 (n=7)                      ○— 離乳牛 (n=9)  
 Nursing cows                              Non-nursing cows  
 同一月内における両牛群の間での有意差の有無。  
 Significant differences between cow groups in the same month.  
 \*\*P<0.01, \*P<0.05

一方、繁殖状況について見ると、離乳牛群では実験開始時に9頭中6頭が受胎し、その後3月までに残りも受胎したのに対して、哺乳牛群では2頭は既に12月までに妊娠していたが残りの5頭は6月から7月にかけて受胎した。すなわち、哺乳牛群では体重が12月の水準に戻るのと同時に受胎している。いずれにしても早期に受胎出来なかった個体は7ヵ月から9ヵ月の空胎期間があり、放牧牛における冬季間の哺乳牛の栄養管理は大変重要な問題であることがうかがわれる。

## 2 血液性状の変動について

### 1) 赤血球系の変動

ヘマトクリット値およびヘモグロビン濃度の変動についてみると、両牛群とも12月から5月にかけて有意に減少した(第2図)。しかし、離乳牛群ではいずれも30~35%と正常値の範囲にあり、栄養障害の問題よりも、一般に体水分の調節のため冬季より夏季にヘマトクリット値が低下する傾向にあることから季節の影響ではないかと考えられる。一方、哺乳牛群では、ヘマトクリット値で1月から4月まで、ヘモグロビン濃度で5月まで、離乳牛群との間に差が認められた。これは明らかに哺乳牛群の方が貧血状態になっていることを示唆している。放牧牛の場合、ダニやピロプラズマ病との関連でヘマトクリット値やヘモグロビン濃度の変動が考えられる。しかし、これらの母牛は幼時から放牧飼育されているため、ピロプラズマ病に対して免疫性があり、夏季にはこのような低下は認められていない<sup>11)</sup>。従って、体重が回復する6月になると両者の差がなくなっていることは、冬季の同じ放牧条件でも、哺乳牛は離乳牛と比べてさらに低栄養状態にあることがうかがえる。



第2図 哺乳牛および離乳牛のヘマトクリット値およびヘモグロビン濃度の変化

Fig. 2. Changes of hematocrit (PCV) and hemoglobin concentrations in nursing and non-nursing cows.

●— 哺乳牛 (n=7)      ○— 離乳牛 (n=9)  
Nursing cows      Non-nursing cows

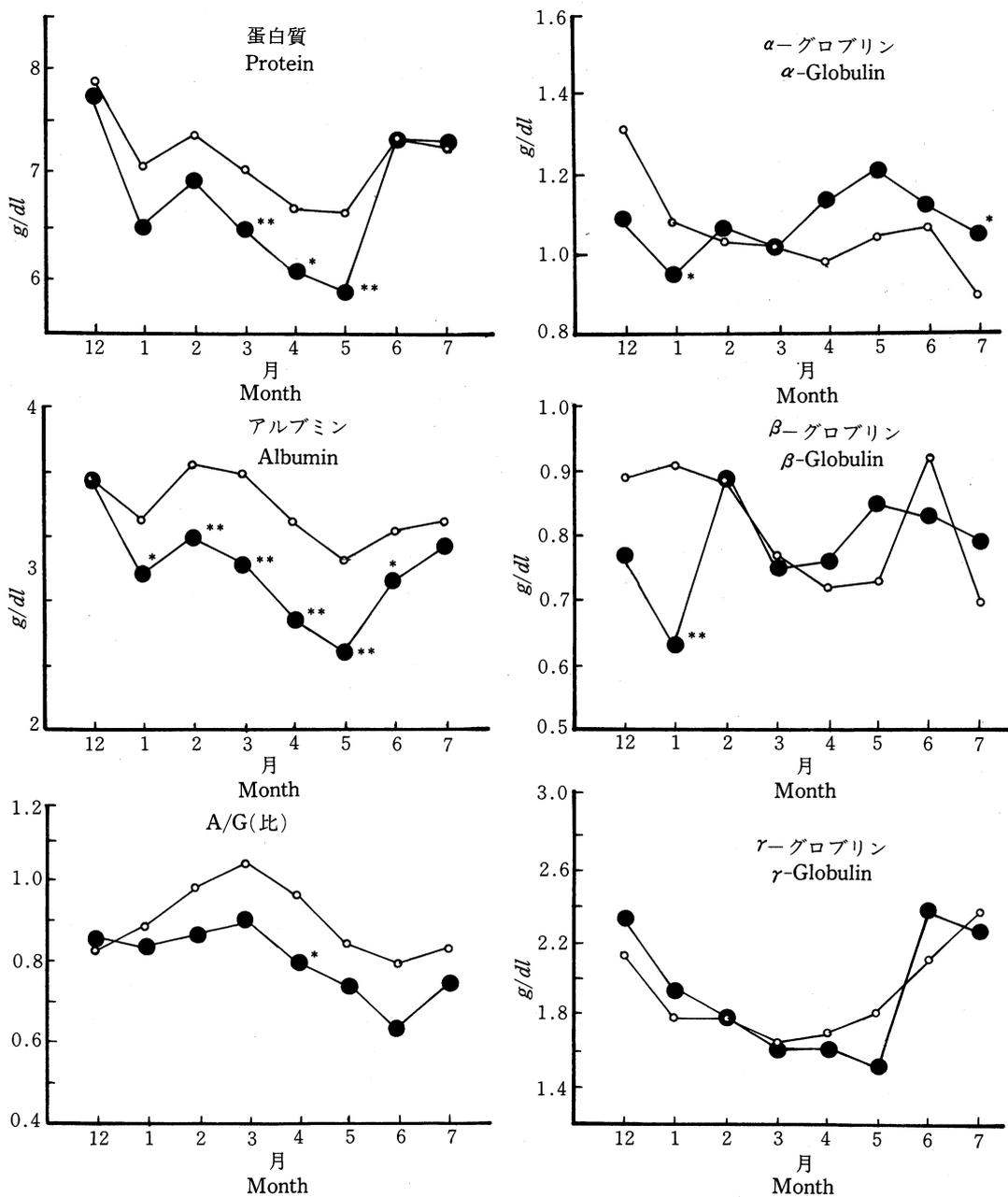
同一月内における両牛群間での有意差の有無。

Significant differences between cow groups in the same month.

\*\*P<0.01, \*P<0.05

### 2) 血清蛋白質, アルブミン (A), グロブリン (G) および A/G 比の変化

血清蛋白質濃度をみると第3図のとおりである。前述した赤血球系の変動と同様に1月から5月にかけて両牛群とも値が有意に低下した。さらに、同じ月で哺乳牛群と離乳牛群の値を比べると、この間哺乳牛群の値が有意に低下していた。これを詳しく検討するため血清蛋白質の分画結果で見ると、血清アルブミンにおいてのみ両牛群間で濃度差を認めたがグロブリンでは顕著な差を認めなかった。一方、 $\alpha$ -グロブリン濃度や $\beta$ -グロブリン濃度では月別変動が認められなかった。これをA/G比で見ると、哺乳牛群のアルブミンの減少を反映して、明らかに離乳牛群が高い値で推移した。



第3図 哺乳牛および離乳牛の血清蛋白質，アルブミン，グロブリンおよびA/G比の変化  
 Fig. 3. Changes of serum protein, albumin, globulin and A (albumin)/G (globulin) in nursing and non-nursing cows.

●— 哺乳牛 (n=7)      ○— 離乳牛 (n=9)  
 Nursing cows      Non-nursing cows

同一月内における両牛群間での有意差の有無。

Significant differences between cow groups in the same month.

\*\* P<0.01, \* P<0.05

従って、離乳牛と比べた場合、哺乳牛の血清蛋白質濃度における低下は、ほとんどアルブミンの減少によるところが大きいものと考えられる。γ-グロブリン濃度は、両牛群間でほとんど差はなかったが、両群とも3月から4月でより有意に低下しており、アルブミンと同様にγ-グロブリンにおいても体重のもっとも低下するこの時期には低値を示すことが明らかになった。

### 3) 血清中グルコースおよび総コレステロールの変動

代謝物質である血糖や総コレステロール値をみると、第4図のとおりである。血糖では両牛群に差がなく、また、月別変動も認められなかった。総コレステロールも牛群間では差がなかったが、月別では変動が幾分認められ、どちらかと言えば総コレステロールは冬に高く、夏季に低くなっている。

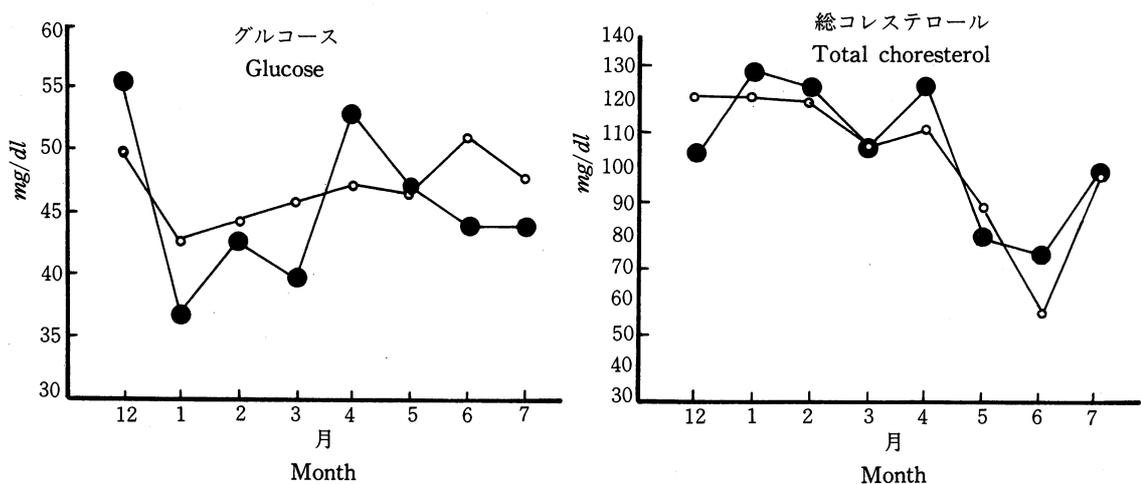
### 4) 血清中無機質の変動

血清中の無機リン、カルシウム、マグネシウム、ナトリウムおよびカリウム含量の変動を示すと第5図のとおりである。まず、無機リンについてみると、月間では有意な変動が認められ、両牛群とも3月にかなり低下していたが、牛群間においては差が認められなかった。

カルシウムでは、離乳牛群が8ヵ月間ほとんど変動が認められなかったのに対して哺乳牛群では3月と4月に有意な低下を示している。

血清中マグネシウム含量は両牛群とも月別変動が認められなかった。しかし、村上<sup>6)</sup>正常牛のマグネシウム含量は1.8~3.0 mg/dlであり、1 mg/dl以下のときは低マグネシウム血症と診断してよいと述べている。低マグネシウム血症はグラステタニー症の特徴であり、本研究でもかなりの低値で推移しており1 mg/dlを切る月もみられる。従って、ここに得られたような値ではグラステタニー症が何時発症しても不思議ではないように思われた。つまりマグネシウム摂取不足と考えられることから、季節と関係なく、土壌改良や直接給与するなどマグネシウムの供給体制を確立することが大切である。

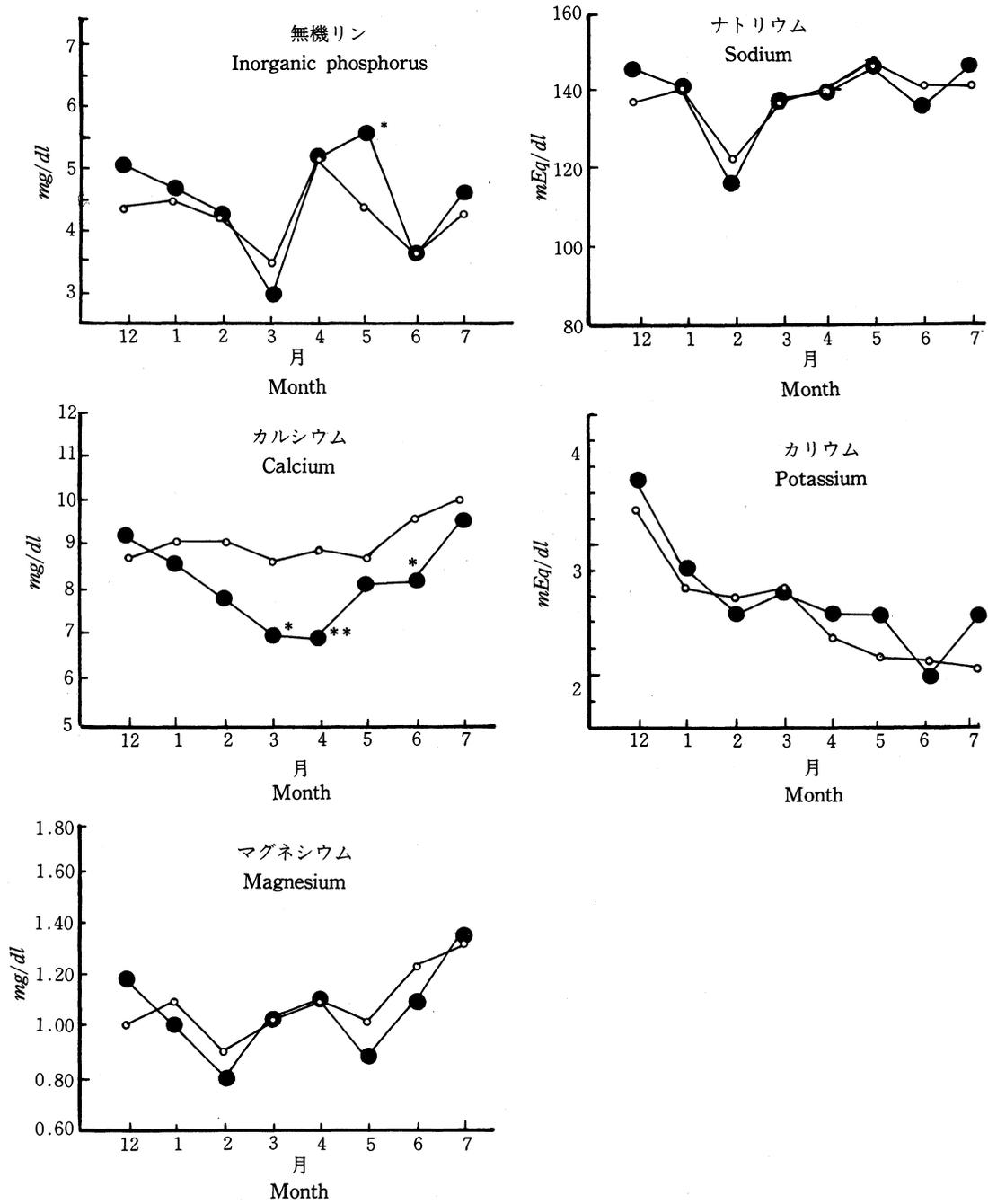
ナトリウム含量については、両牛群とも2月に低下しているが他の月ではほとんど変動がなく、また、牛群間でも差がなかった。



第4図 哺乳牛および離乳牛における血清グルコースおよび総コレステロールの変化。

Fig. 4. Changes of serum glucose and total cholestrol in nursing and non-nursing cows.

●— 哺乳牛 (n=7)      ○— 離乳牛 (n=9)  
Nursing cows      Non-nursing cows



第5図 哺乳牛および離乳牛の血清中無機質の変化

Fig. 5. Changes of mineral of serum constituents in nursing and non-nursing cows.

●— 哺乳牛 (n=7)      ○— 離乳牛 (n=9)  
 Nursing cows                      Non-nursing cows

同一月内における両牛群間での有意差。

Significant differences between cow groups in the same month.

\*\* P<0.01, \*P<0.05

カリウムもグラスタニー症との関連があると言われているが<sup>6)</sup>、その値も12月から7月にかけて徐々に低下する傾向を示した。

鹿児島県下では約6,500ヘクタールの草地が造成され、多くの牧場が開設された。そのうち肉用牛繁殖育成センターは12カ所であったが<sup>12-14)</sup>、現在では4カ所だけとなり他は廃止されている。その原因については、筆者らの調査によると、冬季の飼料不足による繁殖成績の不振が大きかった<sup>8,10-14)</sup>。さらに、これらのうち3牧場の妊娠牛や泌乳牛について、栄養状態のもっとも低下する3月初旬に体重を調査すると、喜界町営牧場のように冬季でも青草が残る牧場以外は穎娃町や東町町営牧場のように体重が300 kgから340 kgしかなく、妊娠牛も泌乳牛もほとんど体重は同じであった<sup>9)</sup>。これは本研究での哺乳牛群の体重にほぼ相当するものと考えられ、血液性状のうち低下した測定項目も同様な傾向にあった。入来牧場の離乳牛群も、もし子牛をそのまま母牛と一緒にしておけば、既に分娩季節別の体重変動で明らかとなっており<sup>17,18)</sup>、哺乳牛と同じ水準まで低下するものと考えられる。

現在の鹿大入来牧場は土壌改良、牧草収穫や調製技術の進歩で冬季の牛の状態は大幅に改善されている。しかし、本研究でのこれらの牛群の越冬状態は、現在鹿児島県下の代表的肉用牛繁殖育成センターの冬季に見られる貯蔵飼料不足条件に近い状態で飼養されていたものとほぼ同じ状況のものと考えられる。従って、鹿児島県下で放牧多頭飼育している牧場で越冬する場合は、冬季の飼料不足により、この程度の栄養状態まで低下する場合も少なくないものと考えられる。

Hansen (1985) は牛の繁殖に対する季節の影響は複雑であり、その主要なものとして、栄養、泌乳量および哺乳を通じての影響を挙げている<sup>3)</sup>。特に、季節と分娩間隔の関係については、多くの研究が行われているが、分娩間隔が長くなる原因の一つとして、分娩後の発情再開が遅れることが指摘され<sup>1,3-5)</sup>、これに関連して、Hansen<sup>3)</sup>は冬季分娩牛および春季分娩牛と夏季分娩牛および秋季分娩牛との間における初回発情までの期間の差は離乳牛よりも哺乳牛の方で大きかったとも報告している。

柳田ら<sup>18)</sup>は自然草地放牧牛で分娩季節別に乳量を測定し、冬季でも最初の3ヵ月間は他の季節と比べてあまり乳量は変わらないが、母体重は分娩後3ヵ月までは、1日に0.87 kgも減少し、後期哺乳牛で0.59 kg、離乳牛や空胎牛で0.39 kgの減少であると報告している。これらのことから明らかのように、秋季分娩牛や冬季分娩牛は冬季の飼料不足と哺乳が重なると著しい体力の消耗を来たし発情再来が遅れるわけである。ヘモグロビン濃度、ヘマトクリット値、蛋白質濃度およびアルブミン濃度において、冬季を中心にして哺乳牛で明らかな低下がみられたことは、血液性状におけるこれらの測定項目は明らかな低栄養状態を示唆している。

また、免疫などとの関係が深く、抗体の主成分である $\gamma$ -グロブリンは、両群とも3月を中心に濃度が低下していた。一方、Rowlandら<sup>16)</sup>は繁殖能力と血液性状、すなわち、ヘマトクリット値、アルブミン濃度およびカリウム含量は逆相関の関係にあり、 $\gamma$ -グロブリン濃度は直接授精回数と関係していたと述べており、本研究での結果とかなりの一致点がみられる。しかし、一定の栄養状態の中では各測定項目はあまり栄養状態や繁殖能力の指標にならないとの報告もある<sup>2,15)</sup>。

放牧牛の栄養状態と血液性状との関係を論じる場合、本研究の哺乳牛で低下したこれらの測定項目はかなり厳しい環境条件下での成績であり、生体維持に際しての限界値と考えられ、放牧牛の栄養状態を知るための有益な指標になるものと考えられる。

放牧牛のグラスタニー症発生例で、比較的詳細に観察した際の血液臨床所見について、マグネシウム含量の明らかな低下以外は、総蛋白質量、A/G比およびカルシウム含量では大きな変化を認め

