

分娩前後の黒毛和種とホルスタイン種母子牛における乳並びに血清中レチノイド量とカロテノイド量の変動

吉田 豊*・古庄 律**・半澤 恵*・渡邊誠喜*

(平成 12 年 11 月 30 日受付/平成 13 年 4 月 19 日受理)

要約：分娩前後の黒毛和種およびホルスタイン種の母子牛間における乳並びに血清中レチノイド量とカロテノイド量の変動を明らかにするために、2つの試験を実施した。すなわち、試験1で分娩前後の黒毛和種6頭とそれらから生まれた子牛6頭の合計12頭を用いて、分娩直後から7ヵ月間の母子牛の血清中レチノールとβカロテン量を測定した。試験2では、黒毛母牛5頭とこれらから分娩された子牛5頭、並びにホルスタイン母牛5頭とこれらから分娩された子牛5頭の合計20頭を用いて、分娩前から分娩8~12週間の乳並びに血中のレチノイド量およびカロテノイド量の変動について精査した。その結果は以下のように要約される。

- (1) 出生直後の子牛血清中レチノール量は、母牛のそれに比較して少なく、1ヵ月後には、 $0.19\mu\text{g}/\text{ml}$ の低値を示し、母牛の $0.31\mu\text{g}/\text{ml}$ に対して約1/2量であった。
- (2) 子牛の血清中レチノール量は、出生3ヵ月以降急激に増加し、6ヵ月後には母牛のレチノール量と同等の値を示し、それ以降は顕著な変動を認めなかった。
- (3) 母乳中レチニールパルミテート量は、分娩直後から1週後にかけて顕著な増加を示し、それ以降は急激に減少し、極微量が検出されるか、あるいは測定限界以下であった。
- (4) 乳中レチノール量は、分娩後急激に減少し、極微量が測定限界以下であった。
- (5) αカロテンは黒毛母牛とホルスタイン母牛の血清中のみに認められた。
- (6) βカロテンは、分娩直後の初乳中に多く含まれ、それ以降は急激に減少した。また、サイレージ給与量が多く、βカロテン含有の高い配合飼料を給与したホルスタイン母牛の血清中に高い値のレチノール量とβカロテン量が認められた。

母牛の血中βカロテン量が分娩2週後から増加するのに対して、子牛血中のそれは極めて微量で推移する傾向が認められた。

キーワード：牛, ビタミンA, レチノール, βカロテン, 分娩

緒 言

ビタミンAは、生体の様々な生理機能に関与する不可欠な微量栄養素であることはよく知られている。また、βカロテンはビタミンAの前駆物質であり、生体内での活性物質としての働きが注目されている¹⁻⁴⁾。

牛におけるビタミンAやβカロテンは、疾病、繁殖障害並びに乳房炎の発生予防等に関与するのみならず、近年では、免疫力の増強や、一方ではビタミンA欠乏による脂肪交雑率の促進が報告されている⁵⁻⁷⁾。

一般的に、牛は粗飼料に含まれるβカロテンや配合飼料に添加されるビタミンAを摂取し、これらをレチニールエステルとして、肝臓の伊東細胞に蓄積し、必要に応じて

利用している。著者らは、黒毛和種の母子牛において、分娩直後から12ヵ月間、毎月の血中レチノールとβカロテン量の変動を調査し、特に分娩直後から分娩3ヵ月後の期間において、子牛の血中レチノール量とβカロテン量が、母牛のそれらと比較して著しく低値であることを明らかにした⁸⁾。

そこで本研究は、前回の調査で母子牛の血中レチノール、βカロテン量やそれらの増加の傾向に顕著な差を認めた分娩前後の期間に注目し、黒毛和種母子牛とホルスタイン種母子牛の分娩前から分娩後2, 3ヵ月間の血中、乳中の双方に含まれるレチノイドとカロテノイド量の変動を詳細に調査した。また、これらの結果から、胎子期における母体内での血液を介した、あるいは出生後の母乳や人工乳を

* 東京農業大学農学部畜産学科

** 東京農業大学短期大学部栄養学科

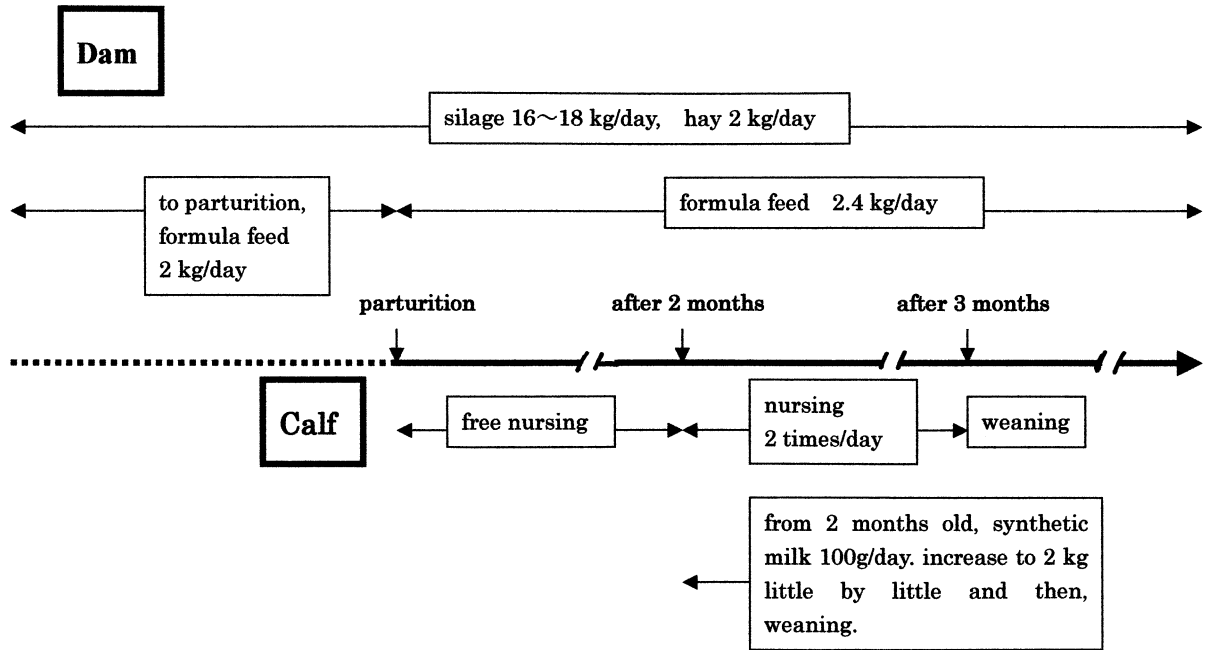


Fig. 1 Feeding form for Japanese Black dam and calf

介した母子間のレチノイドとカロテノイドの授受について追述した。

材料および方法

試験 1. 黒毛和種繁殖雌牛の分娩後と子牛の出生後の血清中レチノール量と β カロテン量の変動

本学富士畜産農場に飼養される、黒毛和種の繁殖雌牛（以下黒毛母牛）6頭とこれらから誕生した子牛（以下黒毛子牛）6頭の合計12頭を用いて、分娩後の母子血清に含まれるレチノール量と β カロテン量を測定し、これらの経時的変動を比較した。黒毛母牛の血液は、分娩直後、分娩後1ヵ月、3ヵ月、5ヵ月および7ヵ月の5回採集した。子牛の血液は、出生直後並びにそれ以降は母牛と同様の間隔で合計5回採集した。

試験 2. 黒毛母牛とホルスタイン種繁殖雌牛の分娩前後の乳中および血清中並びに子牛の出生後の血清中レチノイド量とカロテノイド量の変動

本学富士畜産農場に飼養される、黒毛母牛5頭とこれらから誕生した黒毛子牛5頭、並びにホルスタイン種繁殖雌牛（以下ホルスタイン母牛）5頭とこれらから誕生した子牛（以下ホルスタイン子牛）5頭の合計20頭を用いて、母牛の分娩前後の乳中および血清中、並びに出生直後からの子牛の血清中レチノイド量とカロテノイド量を測定し、母子間におけるこれらの授受について調べた。

供試母牛の乳および血液は、分娩予定日のおよそ2週間前、分娩直後および分娩後2週間隔で8週までの合計6回採集した。子牛の血液は、出生直後並びに出生以降2週間隔で12週まで合計7回採集した。試験1および2において、供試母牛はいずれも2~4産を経過したものである。給与飼料は、黒毛母牛にCP、DCPおよびTDNが16%以上、

13%以上および70%以上、ホルスタイン母牛は、16%以上、14%以上および70%以上の養分含量が保証された市販配合飼料と本場で生産されたリードキャナリーグラスを主とするサイレージ並びに乾草を与えた。

給与形態は黒毛母子牛については図1に、ホルスタイン母子牛については図2に示した。給与飼料中に含まれるレチノイド量並びにカロテノイド量は表1に示した。血清、乳汁並びに飼料中のレチノール、レチニールパルミテイト、 α カロテンおよび β カロテンの定量については、阿部ら⁹⁾、THOMPSONら¹⁰⁾の方法を参考にして実施した。

レチノイド量やカロテノイド量における統計学的処理はDuncanの多重範囲検定法¹¹⁾によって処理した。

結果および考察

I. 黒毛母子牛血中のレチノール量並びに β カロテン量の変動（試験1）

黒毛母子牛12頭の分娩直後から7ヵ月間の血清中レチノール並びに β カロテン量は、表2に示した。

分娩直後の母牛の血清中レチノール量は、 $0.28\mu\text{g}/\text{ml}$ を示し、以後顕著に増加し、分娩3ヵ月並びに5ヵ月後に、 $0.40\mu\text{g}/\text{ml}$ を示し、この値は分娩時のおよそ1.5倍量で、調査期間中の最高値を示した。7ヵ月後には減少し分娩直後、分娩1ヵ月後の値に近似した。しかしながら、子牛においては、出生時に母牛のそれより低い $0.21\mu\text{g}/\text{ml}$ であったが、1ヵ月後には更に減少し $0.19\mu\text{g}/\text{ml}$ を示した。出生2ヵ月後と3ヵ月後の比較では、母牛と同様に顕著な増加を示し、3ヵ月後と5ヵ月後には $0.32\mu\text{g}/\text{ml}$ で、出生時の値のおよそ1.5倍であった。また、7ヵ月後に母子間の値は近似なものとなった。

母牛の β カロテンは、分娩時の $0.54\mu\text{g}/\text{ml}$ から1ヵ月

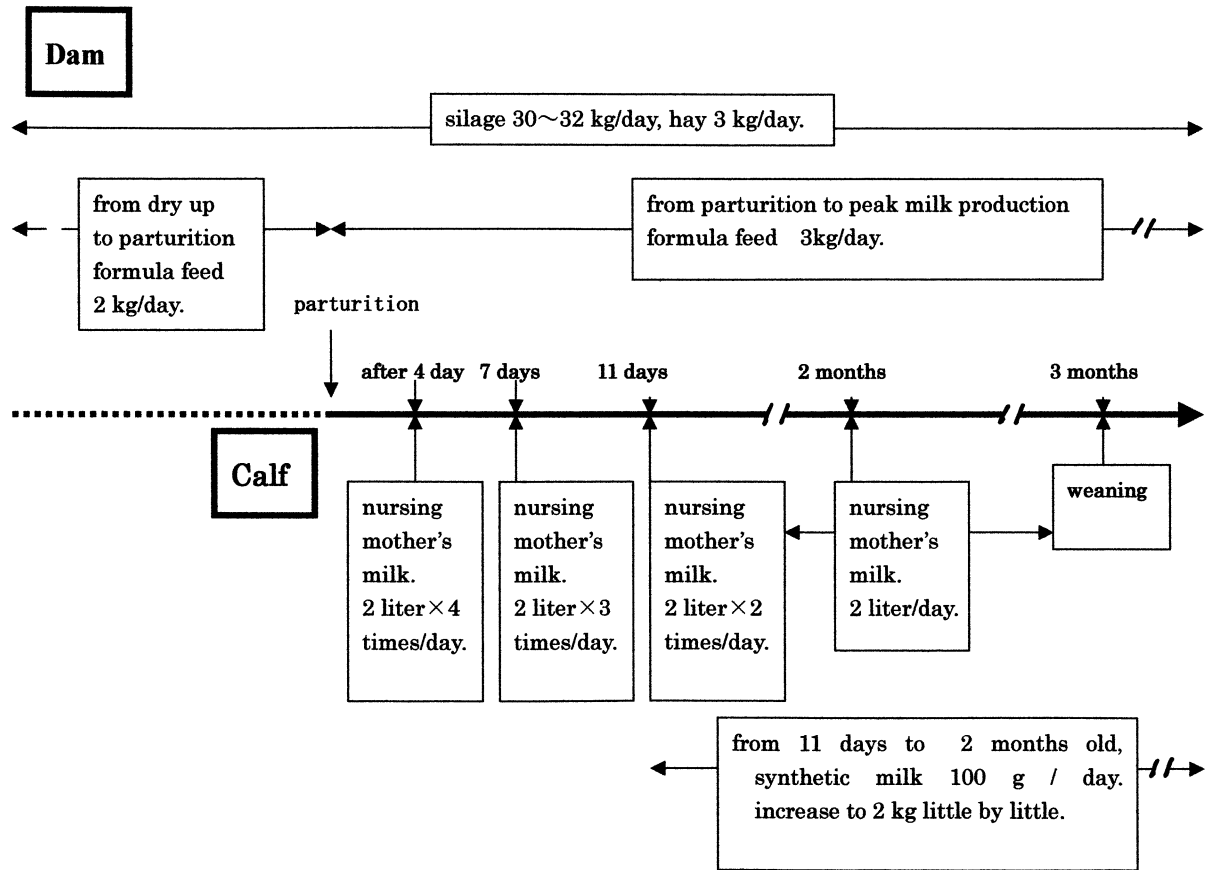


Fig. 2 Feeding form for Holstein dam and calf

Table 1 Content of retinoids and carotenoids in feed

kinds of feed	use of feed	retinoids and carotenoids			
		retinol	retinyl palmitate	acarotene	βcarotene
compound feed	Holstein dam	1.19	32.78	-	6.26
	Japanese Black dam	0.62	18.44	-	0.41
	Holstein and Japanese Black calf	-	8.25	-	0.01
silage (read canary grass)	Holstein and	-	-	0.028	23.48
hay (read canary grass)	Japanese Black dam	-	-	0.048	4.74

間におよそ 1.6 倍量に相当する $0.85 \mu\text{g}/\text{ml}$ となり、この間、顕著な増加を示した。

子牛の出生時の β カロテン値は、母牛のおよそ 1/10 量に相当する $0.05 \mu\text{g}/\text{ml}$ であったが、それ以降、成長に伴って増加し、出生 7 ヶ月後で母牛の値を超える $1.33 \mu\text{g}/\text{ml}$ に達した。すなわち、出生直後の子牛の血清中レチノール量および β カロテン量は、母牛のそれらと比較して、顕著に低い値を示し、生後 7 ヶ月程で母牛と同程度の値となることを認めた。この要因として、胎子期の母牛の血液から

の、また出生直後の母乳からのこれらの授受が不足しているか、あるいは出生後の子牛肝臓機能が不完全なことから、レチノール結合タンパク質 (RBP) やトランスサイレチン (TTR) 等のレチノール輸送を司るタンパク質生成が不十分であり、このことが原因で肝臓貯蔵のレチノールを血中に輸送することが出来ないのではないかと推察した。

そこで、試験 2. では、調査項目を増やすと共に測定間隔を短縮し、これらの変動をより詳細に把握することを目的とした。黒毛母牛およびホルスタイン母牛の分娩前後の乳

Table 2 Comparison between the mean concentrations of retinol and β carotene in sera after parturition of Japanese Black dam and calves

Japanese Black	No.	items	months after parturition						
			0	1	2	3	5	7	
			unit : $\mu\text{g/ml}$						
dam	6	retinol	0.28±0.02 a	0.31±0.02 a	0.35±0.02 ab	0.40±0.03 b	0.40±0.02 b	0.30±0.03 a	
		β carotene	0.54±0.14 a	0.85±0.09 b	1.20±0.17 c	0.69±0.30 a	0.87±0.43 b	1.00±0.32 bc	
calves	6	retinol	0.21±0.02 a	0.19±0.01 a	0.20±0.01 a	0.32±0.03 b	0.32±0.02 b	0.29±0.03 b	
		β carotene	0.05±0.01 a	0.14±0.03 b	0.44±0.10 d	0.30±0.06 c	0.50±0.11 d	1.33±0.13 e	

Note : Level of retinol and β carotene in sera show means±S.E. in this table, while those within the same line with different superscripts are significantly difference at the P<0.05 .

Table 3 Comparison among the mean concentrations of retinyl palmitate, retinol, α carotene and β carotene in milk before and after parturition of Japanese Blacks and Holsteins dam

breeds(dam)	No.	items	weeks before and after parturition					
			-2	0	2	4	6	8
			unit : $\mu\text{g/ml}$					
Japanese Blacks	5	retinyl palmitate	2.13±1.92	3.20±1.78	0.12±0.01	0	0.18±0.02	0.11±0.09
		retinol	0.0003	0	0.0001	0.0001	0	0
		α carotene	0	0	0	0	0	0
		β carotene	0.54±0.10	0.61±0.16	0.05±0.02	0.02±0.01	0.04±0.01	0.04±0.01
Holsteins	5	retinyl palmitate	0.64±0.30	2.04±0.30	0.17±0.01	0.24±0.06	0.15±0.01	0.35±0.11
		retinol	0.0001	0	0	0	0.0002	0
		α carotene	0	0	0	0	0	0
		β carotene	0.92±0.11	1.77±0.08	0.05±0.01	0.21±0.12	0.07±0.01	0.12±0.03

Note : Level of retinyl palmitate, retinol, α carotene and β carotene show means±S.E.. in this table, and means±S.E., and between means showed no significantly difference at the 5%

汁、血清、給与飼料中のレチノイド量とカロテノイド量、並びに両品種の母牛から生まれた子牛の分娩直後から12週間の哺乳量と血清中レチノイド量とカロテノイド量を測定した。なお、自由哺乳形態としたため、黒毛母牛の泌乳量と子牛の哺乳量は把握する事が出来なかった。

II. 分娩前後の黒毛母牛およびホルスタイン母牛の乳中レチノイド量、カロテノイド量の変動(試験2)

黒毛母牛並びにホルスタイン母牛の分娩前後における乳中レチノイド量、カロテノイド量の測定結果は表3に示した。黒毛母牛のレチニールパルミテイト量は、分娩2週前の2.13 $\mu\text{g/ml}$ から分娩時の3.20 $\mu\text{g/ml}$ に、およそ1.5倍量に、ホルスタイン母牛のそれは0.64 $\mu\text{g/ml}$ から2.04 $\mu\text{g/ml}$ に、およそ3倍量に増加した。しかしながら、両品種共に分娩2週以降でその量は急激に減少した。

レチノールは、分娩前から試験終了時にかけて、極微量が検出されたにすぎなかった。 α カロテンは両品種において検出されなかった。

β カロテンは、レチニールパルミテイトのそれと概ね類似する変動傾向を示した。すなわち、黒毛母牛は、分娩前に0.54 $\mu\text{g/ml}$ 、分娩時に僅かに増加し0.61 $\mu\text{g/ml}$ を示した。ホルスタイン母牛は、分娩前に0.92 $\mu\text{g/ml}$ 、分娩時に1.77 $\mu\text{g/ml}$ を示し、分娩前のおよそ2倍量に増加した。しかしながら、分娩後は、両品種の母牛とも、著しく減少し0.04 $\mu\text{g/ml}$ ~0.21 $\mu\text{g/ml}$ の低い値で推移した。

久米らは¹²⁾、乳牛の分娩後5日間の初乳中に含まれるビタミンAおよび β カロテン量を調査し、いずれも分娩直後に非常に高い値を示し、ビタミンA量は176 $\mu\text{g/dl}$ 、 β カロテン量は71 $\mu\text{g/dl}$ であったが、分娩1日後には急激に

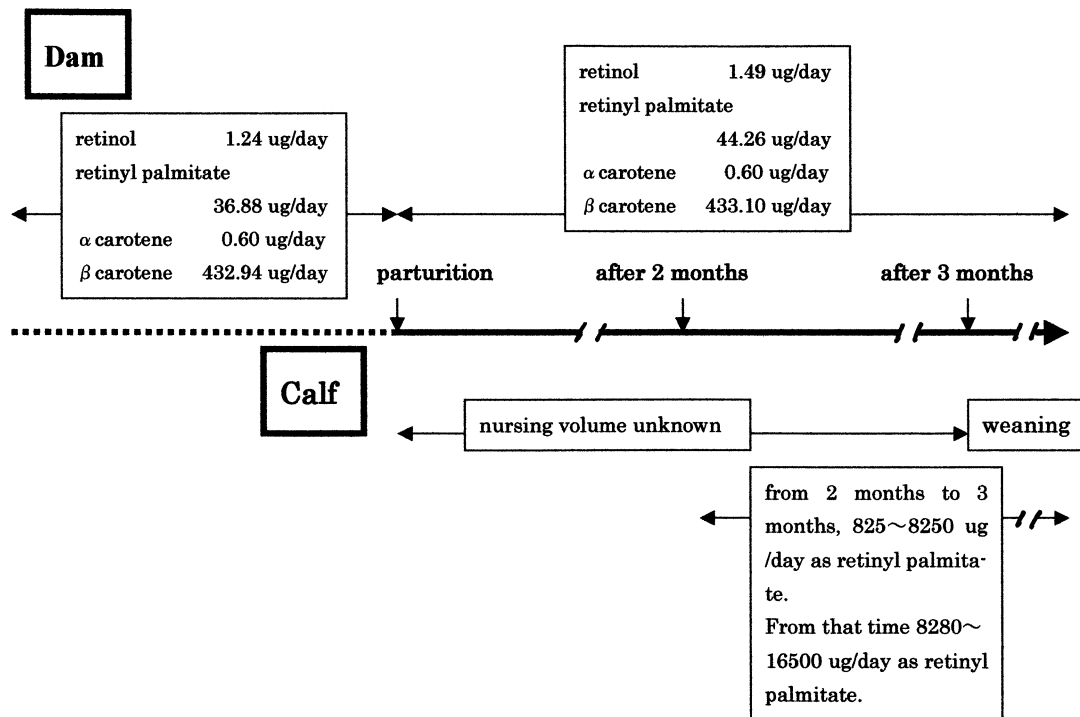


Fig. 3 Outline of retinoids and carotenoids ingestion of Japanese Black dam and calf

減少し、分娩4日後には、ビタミンAは $35\mu\text{g}/\text{dl}$ を、 β カロテンは $13\mu\text{g}/\text{dl}$ を示したと報告している。今回の調査では、レチノール量と β カロテン量の変動は品種によってやや異なるが、レチノール量は分娩2週前と分娩時において顕著に減少し、測定限界以下の極微量であることを認めた。また、 β カロテン量は分娩前から分娩に至る期間で増加する傾向を示し、分娩後は急激に減少することを明らかにした。

久米らの測定した乳中ビタミンA量と今回測定した乳中レチノール量とを比較すると、双方の値や傾向に共通な結果を認めることは出来なかった。一方、乳中レチニールパルミテート量は、分娩時に顕著な高値を示し、分娩以降は急激に減少した。この変動は、久米らの報告の乳中ビタミンAの消長とほぼ同様の傾向であった。これらの事由から、彼らの測定した乳中ビタミンAは、レチニールエステルのレチニールパルミテートであると推察される。

また、今回の調査において、黒毛母牛とホルスタイン母牛の乳中レチニールパルミテート量に差異が認められ、分娩2週前の黒毛母牛のその量はホルスタイン母牛のおよそ3.3倍、分娩直後にはおよそ1.3倍であった。そこで、これらの相違は、両品種母牛の泌乳形態や給与飼料の差異および分娩後の泌乳量等の要因が影響していると考えられる。そこで、給与飼料中のレチノイド量、カロテノイド量を測定し、これら摂取量の概要を図3、4に示した。

両品種母牛の分娩前後に摂取されたレチノイド量、カロテノイド量は、共にホルスタイン母牛の摂取量が多く、黒毛母牛の摂取量のおよそ2倍量となる値が示された。このことから、両品種母牛の乳中レチニールパルミテート量の相違は、摂取飼料よりも分娩前後の泌乳形態や泌乳量に影響

され易いことが推察された。

初乳中には、 γ グロブリン(IgAおよびIgG)が多量に含まれ、子牛の様々な外的感作に対抗しているが、ビタミンA前駆物質である β カロテンも、分娩前の乳中に増加の傾向を示すことは、新生子牛の生体防御機能上、有効に作用しているものと考察され、このことは興味ある結果であった。また、乳中の α カロテンは全く検出されなかった。

YOUNGNUMら¹³⁾も同様の事実を報告している。また彼らは牛乳中のカロテノイドには、 β カロテンとルテインの2種類があると報告しているが、今回の調査ではルテインについて測定していない。

III. 分娩前後の黒毛母牛およびホルスタイン母牛の血清中並びに出生後の子牛血清中のレチノイド、カロテノイド量の変動(試験2)

次いで、分娩前後の母牛並びに出生後の子牛血清中の各成分について調査し、その結果を表4に示した。レチニールパルミテートは、黒毛和種並びにホルスタイン種の母子牛血清中に認められなかった。

レチノール量の変動は、両品種母牛共に同様の傾向を示し、分娩2週前から分娩時にかけて減少し、分娩後は増加した。黒毛母牛は、分娩2週前に $0.42\mu\text{g}/\text{ml}$ であったが、分娩時には $0.27\mu\text{g}/\text{ml}$ に減少し、その後増加し、分娩8週間後には $0.40\mu\text{g}/\text{ml}$ を示した。ホルスタイン母牛は、分娩2週前に $0.35\mu\text{g}/\text{ml}$ 、分娩時には $0.28\mu\text{g}/\text{ml}$ を示し、分娩8週間後には $0.61\mu\text{g}/\text{ml}$ を示した。ホルスタイン母牛は分娩前の値が黒毛母牛より低いにもかかわらず、分娩時には黒毛母牛の値とほぼ同程度、さらに分娩8週間後にはおよそ1.5倍量となった。ホルスタイン母牛では、分娩後の配合飼料給与量が分娩前の1.5倍に増量されたことに伴い、摂取

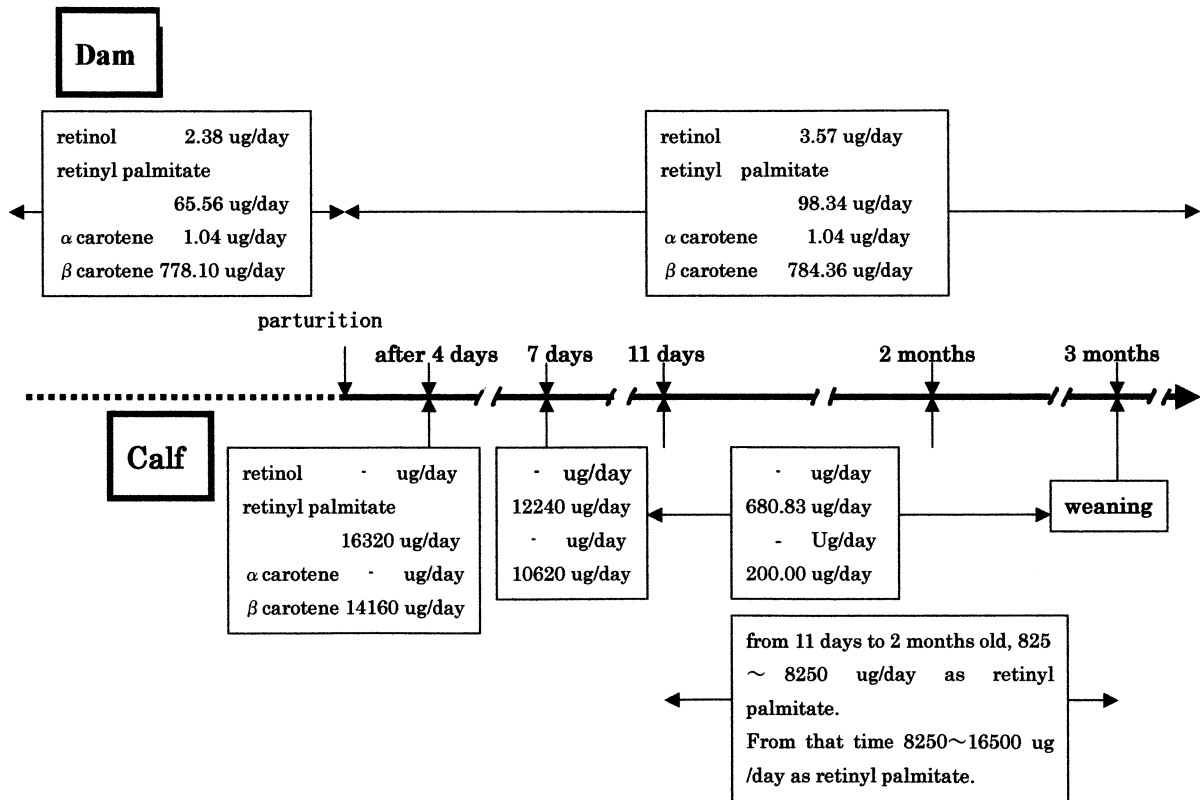


Fig. 4 Outline of retinoids and carotenoids ingestion of Holstein dam and calf

レチノイド量もおおよそ 1.5 倍量に増加した。また、黒毛母牛との比較では、レチノールは 2.4 倍量、レチニールパルミテートは 2.2 倍の摂取量となり、このことが、血清レチノール量の増加の要因になったと推察した。しかしながら、分娩前から分娩にかけて血清レチノール量が減少することについて、その要因を明らかにする事は出来なかった。

小林ら¹⁴⁾、乳牛の血漿中ビタミン A 量および β カロテン量について、経産牛では分娩 2 週前から分娩 1 日後まで減少し、6 日後には回復する傾向を示し、初産牛では、分娩 2 週前から分娩 6 日後まで減少したと報告している。経産牛を用いた今回の試験では、2 週間隔の測定のため、日単位での比較は出来ないが、彼らの報告とほぼ同様の傾向が認められた。

子牛のレチノール量は、黒毛子牛の出生直後で $0.12 \mu\text{g}/\text{ml}$ を示し、2 週後にはその 2 倍値を超える $0.27 \mu\text{g}/\text{ml}$ を、それ以降はほぼ同じ変動幅で推移し、12 週後には $0.26 \mu\text{g}/\text{ml}$ を示した。ホルスタイン子牛では、出生時に $0.21 \mu\text{g}/\text{ml}$ を示し、4 週後までの期間に僅かに増加し、その後は一時的に減少したが、10 週後から 12 週後にかけて顕著に増加し、12 週後には $0.37 \mu\text{g}/\text{ml}$ の高い値を示した。これらの結果から、子牛が、母乳から摂取できるレチノールは、極微量であり、むしろ、分娩直後の初乳に含まれるレチニールパルミテートや微量の β カロテンを代謝・利用する一方、胎子期に母牛から授受されたレチノールを利用しているであろうことが示唆された。

α カロテン量は、母牛の血清中のみ認められ、母乳並

びに子牛血清中には検出されなかった。黒毛母牛とホルスタイン母牛の血清中 α カロテン量の比較では、ホルスタイン母牛に若干高い値で推移する傾向を認めた。

β カロテン量は、黒毛母牛において、分娩 2 週前に $3.02 \mu\text{g}/\text{ml}$ を示したが、分娩時には $2.33 \mu\text{g}/\text{ml}$ に減少した。その後は増加し、分娩 6 週後には $3.67 \mu\text{g}/\text{ml}$ を示した。ホルスタイン母牛では、分娩 2 週前に $4.33 \mu\text{g}/\text{ml}$ を示し、分娩 2 週後まで減少し、 $3.37 \mu\text{g}/\text{ml}$ を示した。その後は顕著に増加し、分娩 6 週後には黒毛母牛のそれに比較して、およそ 2 倍量に相当する $7.99 \mu\text{g}/\text{ml}$ を示した。子牛血清中の β カロテン量は、分娩時から分娩 12 週後まで、極めて微量で推移した。

KAMIURA *et al.*¹⁵⁾ は、母牛の血中 β カロテン量が新生子牛の血中 β カロテン量に影響を与えたとし、特に、母牛の血清中 β カロテン量が $200 \mu\text{g}/\text{dl}$ 以下になると子牛の血清中のそれが極度に低くなると述べている。本研究において、母牛の血清中 β カロテン量はいずれも $200 \mu\text{g}/\text{dl}$ 以上を示していたにもかかわらず、子牛の血清中 β カロテン量が極めて低値であった。

松田ら¹⁶⁾ は、乳牛を用いた実験で、ルーメン液中の β カロテン含量が高い場合には血漿中のその含量も高いと報告し、小林ら¹²⁾ は、飼料サイレージ中の β カロテン溶出量は乾草と比較して有意に高いと述べている。更に、PARRISH¹⁷⁾ 並びに KAMIMURA¹⁵⁾ は、飼料中の β カロテン量は、その貯蔵期間の経過に伴い減少し、サイレージより乾草の減少割合が大きいと報告している。

今回の調査において、給与飼料中の β カロテン量は、サ

Table 4 Comparison among the mean concentrations of retinyl palmitate, retinol, α carotene and β carotene in sera, before and after parturition of Japanese Blacks and Holsteins

breeds	dam and calves	No.	items	weeks before and after parturition									unit : $\mu\text{g/ml}$
				-2	0	2	4	6	8	10	12		
Japanese Blacks	dam	5	retinyl palmitate	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			retinol	0.42 \pm 0.09	0.27 \pm 0.05	0.37 \pm 0.02	0.34 \pm 0.04	0.31 \pm 0.03	0.40 \pm 0.06	—	—	—	
			α carotene	0.04 \pm 0.01	0.03 \pm 0.01	0.03 \pm 0.01	0.04 \pm 0.01	0.04 \pm 0.01	0.02 \pm 0.19	—	—	—	
			β carotene	3.02 \pm 0.28 b	2.33 \pm 0.19 a	2.60 \pm 0.27 a	3.15 \pm 0.34 b	3.67 \pm 0.33 c	3.42 \pm 0.68 c	—	—	—	
Holsteins	calves	5	retinyl palmitate	—	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			retinol	—	0.12 \pm 0.02	0.27 \pm 0.04	0.17 \pm 0.07	0.26 \pm 0.05	0.18 \pm 0.03	0.26 \pm 0.02	25.80 \pm 0.02		
			α carotene	—	0	0	0	0	0	0	0	0	
			β carotene	—	0	0.28 \pm 0.05 b	0.12 \pm 0.04 a	0.51 \pm 0.14 c	0.28 \pm 0.04 b	0.16 \pm 0.03 a	0.23 \pm 0.04 b		
Japanese Blacks	dam	5	retinyl palmitate	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
			retinol	0.35 \pm 0.08 b	0.28 \pm 0.04 a	0.35 \pm 0.03 b	0.49 \pm 0.03 c	0.55 \pm 0.08 c	0.61 \pm 0.03 d	—	—		
			α carotene	0.04 \pm 0.01	0.05 \pm 0.01	0.04 \pm 0.01	0.05 \pm 0.01	0.07 \pm 0.01	0.07 \pm 0.01	—	—		
			β carotene	4.33 \pm 0.03 a	3.97 \pm 0.44 a	3.37 \pm 0.86 a	5.57 \pm 1.22 b	7.99 \pm 1.36 c	7.43 \pm 1.12 c	—	—		
Holsteins	calves	5	retinyl palmitate	—	0	0	0	0	0	0	0	0	
			retinol	—	0.21 \pm 0.06 ab	0.27 \pm 0.05 a	0.28 \pm 0.07 a	0.26 \pm 0.03 a	0.21 \pm 0.05 ab	0.17 \pm 0.04 b	0.37 \pm 0.18 c		
			α carotene	—	0	0	0	0	0	0	0		
			β carotene	—	0.14 \pm 0.13 a	0.56 \pm 0.12 c	0.43 \pm 0.11 b	0.69 \pm 0.24 d	0.42 \pm 0.04 b	0.17 \pm 0.03 a	0.45 \pm 2.47 b		

Note : Level of retinyl palmitate, retinol, α carotene and β carotene show means \pm S.E. in this table, and means \pm S.E. within the same line with different superscripts are significantly different $P<0.05$

イレージに $23.48 \mu\text{g}/\text{kg.DM}$, 乾草に $4.74 \mu\text{g}/\text{kg.DM}$, ホルスタイン母牛用配合飼料に $6.26 \text{ Mg}/\text{kg.DM}$, 黒毛母牛用配合飼料に $0.41 \mu\text{g}/\text{kg.DM}$ 含まれていた。また, 新鮮物量として, ホルスタイン母牛には, 黒毛母牛のおよそ 2 倍量に相当する $30 \text{ kg}/\text{日}$ のサイレージと 1.5 倍量の乾草が給与された。これらのことから, 多量のサイレージや配合飼料からの β カロテン摂取が, 母牛の血中レチノール, β カロテン量に影響を与える重要な因子であるものと考えた。

以上の結果から, 子牛は胎子期並びに新生子期に蓄えたレチノイドやカロテノイドを利用し, 母乳からの授受は極めて短期間で, 微量であることが明らかとなった。この事実から著者らは, 子牛の肝臓実質細胞に貯蔵されるレチノール量並びにこれを標的細胞へ輸送する担体であるレチノール結合蛋白質 (RBP) やトランスサイレチン (TTR) について精査する必要があると考えられた。

今後は, 子牛の肝臓に蓄積されているビタミン A 量の推移, 並びにレチノールの輸送担体である RBP の推移並びにこれと TTR との関連について検討したい。

謝辞: 本研究を進めるに当たり, 多大なるご配慮を頂いた百目鬼郁男元富士畜産農場長に深謝すると共に, 研究実施に当りご協力頂いた佐藤光夫講師を初めとする農場教職員に感謝申し上げます。

引用文献

- 1) CHEW, B.P., L.L. HOLLEN, J.K. HILLERS and M.L. HERLUGSON: Relationship between vitamin A and β -carotene in blood plasma and milk and mastitis in Holsteins., *J. Dairy Sci.*, **65**, 2111-2118, 1982.
- 2) CHEW, B.P.: Vitamin A and β -carotene on host defence., *J. Dairy Sci.*, **70**, 2732-2743, 1987.
- 3) CHEW, B.P.: Role of carotenoids in immune response., *J. Dairy Sci.*, **76**, 2804-2811, 1993.
- 4) JOHNSTON, L.A. and B.P. CEHW: Peripartum changes of plasma and milk vitamin A and β -carotene among dairy cows with or without mastitis., *J. Dairy Sci.*, **67**, 1832-1840, 1984.
- 5) FOLEY, J.A. and D.E. OTTERBY: Availability, storage, treatment, composition and feeding value of surplus colostrums. A review. *J. Dairy Sci.*, **61**, 1033-1060, 1978.
- 6) 岡 章生・山崎宗延・太田垣進: 黒毛和種肥育牛におけるビタミン A と脂肪交雑の関係, *家畜生化学研報*, **27**, 29-35, 1991.
- 7) 木村容子: 肉牛生産におけるビタミンの問題点: 獣医畜産新報, **44**, 8, 23-26, 1991.
- 8) 未発表
- 9) 阿部皓一・大前雅彦・阿部 靖・勝井五一郎: ビタミン, **53**, 385, 1979.
- 10) J.N. THOMPSON, G. HATINA, W.B. MAXWELL: High performance liquid chromatographic determination of vitamin A in margarine, milk, partially skimmed milk, and skimmed milk., *J. Assoc. Off. Anal. Chem.*, **63**(4), 894-898, 1980.
- 11) 柴田寛三, 1991, 新・生物統計学—応用推計学による量的及び質的動物実験データの基本的解析法—, 創文.
- 12) 久米新一・田辺 忍: 乳牛の初乳中ミネラル含量の分娩後 5 日間における変動, *日畜会報*, **63**, 8, 864-866, 1992.
- 13) KOH. YOUNGAM: Vitamin A and Carotenoids study in milk and serum, Health Sciences, Nursing, Dissertation Abstracts International, **46**, 8, 2630-B, 1986.
- 14) 小林直樹・久米新一・甘利雅弘: 暑夏における乳牛の分娩前後の β -カロテンおよびビタミン A 栄養に及ぼす産次の影響, *畜産試験場研究報告*, **56**, 19-25, 1996.
- 15) KAMIMURA, S., T. TSUKAMOTO, Y. MINEZAKI and M. TAKAHASHI: Effect of processing methods on beta-carotene contents in forages and supplementation of synthetic beta-carotene on cows., *Anim. Sci. Technol. (Jpn)* **62**, 893-848, 1991.
- 16) 松田隆一・久米新一・川島知之・西田武弘・栗原光規・柴田正貴・田辺 忍: 乳牛の分娩前後におけるルーメン液, 血漿および初乳中のビタミン A と β カロテン含量に及ぼす給与飼料の影響, *畜産試験場研究報告*, **56**, 13-17, 1996.
- 17) PARRISH, D.B., G.H. WISE, F.W. ATKESON and J.S. HUGHES: Properties of the colostrums of the dairy cow. III. Several factors affecting vitamin A and carotenoid content, *J. Dairy Sci.*, **32**, 209-221, 1949.

Fluctuation of Retinoids and Carotenoids Volume in Milk and Sera of *Japanese Black* and *Holstein* Dams and Calves Before and After the Parturition

By

Yutaka YOSHIDA*, Tadasu FURUSHO**, Kei HANZAWA* and Seiki WATANABE*

(Received November 30, 2000/Accepted April 19, 2001)

Summary : We carried out experiments to investigate the fluctuation of retinoid and carotenoid level in milk, sera and compound feed of *Japanese Black* and *Holstein* dams and calves of before and after the parturition. At the first experiment, we used *Japanese Black* dams (6 heads) and their calves (6 heads), and compared the change of retinol and β carotene level in their sera at parturition and up to 7 months after parturition.

The results showed retinol level ($0.21 \mu\text{g/ml}$) in sera of calves at birth were low than that ($0.28 \mu\text{g/ml}$) of dam.

Retinol level of one month old calves showed $0.19 \mu\text{g/ml}$. However, retinol level in sera of calves sharply increased 3 months after parturition, and that of calves showed similar level to dam's retinol level in sera.

At the second experiment, we used 5 dam and 5 calves of *Japanese Black* and the same number of *Holstein* to investigate the fluctuation of retinoid and carotenoid in sera and milk a before and after parturition.

The level of retinyl palmitate in milk sharply increased from parturition to 1 month after parturition, but then rapidly decreased, and the vestigial level were detected in analysis by HPLC (Shimazu Co., Ltd, LC-6A).

Retinol level in milk sharply decreased after parturition, and it was almost undetected or only in extremely small amounts in analysis by HPLC.

α carotene level showed only in sera of dam.

A lot of β carotene was contained in colostrums, but it rapidly decreased from that time.

The a results suggested that a large volume of retinoid and carotenoid were transferred from the dam's blood to the calves at the fetal stage and from the colostrums to the new born.

Key Words : cow, vitamin A, retinol, β carotene, parturition

* Department of zootechnical Science, Faculty of Agriculture, Tokyo University of Agriculture

** Department of Nutrition Junior College of Agriculture, Tokyo University of Agriculture