

妊娠牛におけるビタミンA投与が新生子牛にもたらす効果の解明

氏家優子、二瓶直浩¹⁾、岡本優¹⁾、永井友香理、阿久津充²⁾、星一美

1) 現 畜産振興課、2) 現 河内農業振興事務所

要 約

胎子期や哺乳期の栄養状態はその後の代謝・生理基盤に大きく影響を与えることから、肥育の早期化や効率化には、胎子期～育成期にかけての発育性を向上させる必要があると考えられる。そこで、免疫力向上や発育向上の効果が期待されるビタミンA(VA)を分娩前の黒毛和種雌牛に投与し、産子に与える影響について検討した。

試験Ⅰとして、筋肉内注射によるVA投与を分娩予定60日前に100万IU、7日前に25万IU行う試験区a、分娩予定60、45、30、15、7日前に各回25万IU 行う試験区b、VAを投与しない対照区の3区に分け、血液成分値及び新生子牛の発育値を調査した。その結果、各項目において有意な差は認められず、VAによる効果は確認できなかった。

試験Ⅱとして、経口によるVA投与を分娩予定60、45、30、15、7日前に各回25万IU 行う試験区、VAを投与しない対照区の2区に分け、血液成分値、哺乳～育成期子牛の発育値、子牛の診療情報などを調査した。その結果、血液成分値及び哺乳期子牛の発育値において有意な差は認められなかったが、子牛の育成期において、試験区の方が治療回数が少なく、体重が重い傾向がみられた。

試験Ⅰ、Ⅱに共通して、VAの投与の有無に関わらず、母牛と子牛の血中VA濃度の間に正の相関がみられた。

これらの結果から、妊娠牛の血中VA濃度をVA投与によりコントロールすることで、子牛の血中VA濃度を調整できること、そして子牛の発育向上に効果がある可能性が示唆された。

目 的

胎子期や哺乳期の栄養状態はその後の成長・代謝・生理基盤に大きく影響を与えることから、肥育の早期化や効率化には子牛の初期発育を向上させ、胎子期～育成期にかけての発育能の発達につなげる必要があると考えられる。

ビタミン A(VA)は新生子期における免疫担当細胞の分化、白血球の増殖に重要な栄養素であることから、免疫力向上の効果が期待され、VA 利用は死産事故率低減の技術として有効と考えられる。また、近年、アンガス種において、VA 投与は肉用子牛の筋肉量増加を伴った発育向上が生じるとの報告^{1, 2)}があり、黒毛和種子牛においても、VA 投与により筋肉量の増加による発育向上が期待される。

そこで、本試験研究では、黒毛和種妊娠牛に VA を投与し、その投与時期、投与方法の違いも含めて、産子に与える影響を明らかにすることで、VA を活用した飼養管理技術の確立に資することを目的とした。

試験Ⅰ 筋肉内注射による VA 投与と投与時期の検討

材料及び方法

1 供試牛及び試験区分

供試牛は、当センターで飼養する黒毛和種繁殖雌牛(妊娠牛)13頭及びその産子13頭とした。試験区分(図1)は筋肉内注射によりVA投与をした【試験区】とVA投与をしない【対照区】(妊娠牛4頭及びその産子4頭)に分け、さらに試験区は、分娩予定60日前からのVA投与時期により2区分にし、【試験区a】は分娩予定60日前に100万IU、7日前に25万IUのVAを投与した(妊娠牛4頭及びその産子4頭)。【試験区b】は分娩予定60、45、30、15、7日前に25万IUのVAを投与した(妊娠牛5頭及びその産子5頭)。【対照区】はVAの投与をせずに試験区と同一の飼料による採食からのみのVA摂取とした。どの試験区分においてもVA投与以外の飼養管理は当センターの方法に準じた管理を行った。妊娠牛は分娩予定30日前を目安に群飼育の放牧地から個別の分娩房へ移動した。また、調査期間は、令和3年2月～6月とした。

		分娩						
調査日		60日前	(45)	30	15	7	1	7日後
試験区a (4組)	母	100万IU					25	
	子							体測 体測
試験区b (5組)	母	25万IU	25	25	25	25		
	子							体測 体測
対照区 (4組)	母	VA投与なし						
	子							体測 体測

図1 試験区分(VA投与量と調査日)

2 調査項目

血液成分値(血中尿素窒素(BUN)、総コレステロール(T-Cho)、グルタミン酸オキサロ酢酸トランスアミラーゼ(GOT)、アルブミン、総タンパク質(TP)、グルコース、グロブリン、血中ビタミンA濃度)は妊娠牛と分娩日またはその翌日の母子のものを調査した。供試牛の頸静脈からヘパリン加真空採血管を用いて採血し、直ちに3,000rpm、4℃下で10分間遠心し、血漿を測定まで-30℃で保存した。一般成分値(血中ビタミンA濃度以外)は臨床化学分析装置(富士ドライケム NX700、FUJIFILM 製)、により分析した。血中ビタミンA濃度は、高速液体クロマトグラフ(L-2200、HITACHI 製)の測定値から算出した。また、新生子牛の生時または生後1日齢の体測値(体重、体高、胸囲、腹囲)の測定を行った。

3 統計解析

統計処理は分散分析を行った後、Tukey 法を用いて検定を行った。

結果及び考察

子牛の体測値について試験区間で有意な差はみられなかった。このことから、妊娠牛に合計125万IUのVAを投与しても、新生子牛の発育への影響はみられなかったと考えられた(表1)。

表1 子牛の生時または生後1日齢の体測値

	試験a	試験b	対照
体重 (kg)	32.4 ± 2.4	34.3 ± 2.5	32.1 ± 2.3
体高 (cm)	72.6 ± 2.2	71.0 ± 0.8	71.9 ± 0.6
胸囲 (cm)	74.5 ± 1.8	72.0 ± 1.1	73.3 ± 0.9
腹囲 (cm)	74.8 ± 1.4	73.0 ± 1.2	75.3 ± 0.3
平均±標準誤差			

血液成分値について、表2に示した。生後7日齢子牛の血中T-Cho濃度に試験区間での有意な差がみられた(P<0.05)。

表2 血液成分値

	分娩前後 (日)	試験a		試験b		対照	
		子牛	母牛	子牛	母牛	子牛	母牛
BUN (mg/dL)	-60	-	6.7	-	7.4	-	8.0
	-30	-	4.9	-	5.6	-	6.1
	-7	-	5.7	-	7.1	-	6.1
	1	7.0	6.9	5.3	8.9	5.4	8.7
	7	18.6	7.0	12.0	7.6	15.3	6.6
T-Cho (mg/dL)	-60	-	95.0	-	116.0	-	124.0
	-30	-	90.3	-	108.2	-	124.0
	-7	-	102.7	-	113.6	-	111.5
	1	41.5	99.0	29.0	102.5	34.0	100.5
	7	73.3 ^a	95.5	89 ^{ab}	91.3	117.3 ^b	92.3
GOT (U/L)	-60	-	54.8	-	52.4	-	52.5
	-30	-	58.0	-	51.0	-	49.5
	-7	-	59.3	-	55.6	-	57.5
	1	60.5	72.0	74.0	67.3	83.0	71.8
	7	36.8	66.8	42.5	60.0	56.3	63.0
TP (g/dL)	-60	-	6.7	-	6.7	-	6.9
	-30	-	6.3	-	6.5	-	6.8
	-7	-	6.9	-	6.9	-	6.6
	1	5.3	7.3	5.3	7.3	5.8	7.0
	7	5.6	7.8	5.6	7.4	6.1	6.7
アルブミン (g/dL)	-60	-	3.3	-	3.1	-	3.3
	-30	-	3.1	-	3.0	-	3.2
	-7	-	3.1	-	3.2	-	3.2
	1	2.3	3.3	2.2	3.4	2.2	3.3
	7	2.6	3.4	2.6	3.3	2.6	3.1
グロブリン (g/dL)	-60	-	3.3	-	3.6	-	3.7
	-30	-	3.3	-	3.5	-	3.6
	-7	-	3.7	-	3.7	-	3.5
	1	3.1	4.0	3.1	4.0	3.6	3.7
	7	3.0	4.4	3.5	4.0	3.5	3.6
グルコース (mg/dL)	-60	-	63.5	-	64.0	-	62.8
	-30	-	58.5	-	62.6	-	64.8
	-7	-	63.7	-	68.2	-	66.5
	1	109.3	71.8	100.3	74.5	116.8	59.0
	7	111.0	67.3	119.5	72.0	120.3	65.5
VA (IU/dL)	-30	-	102.4	-	109.5	-	102.4
	-7	-	95.4	-	115.4	-	122.7
	1	38.6	70.2	35.2	77.1	30.5	67.9
	7	66.6	100.3	74.7	107.1	81.4	96.9

異符号間でP<0.05

栄養状態の指標となる血中T-Cho濃度と血中VA濃度は正の相関がみられた(R=0.814、P<0.01、図2)ことから、子牛の血中VA濃度には授乳量が影響していることが考えられた。その他の項目について、差はみられなかった。

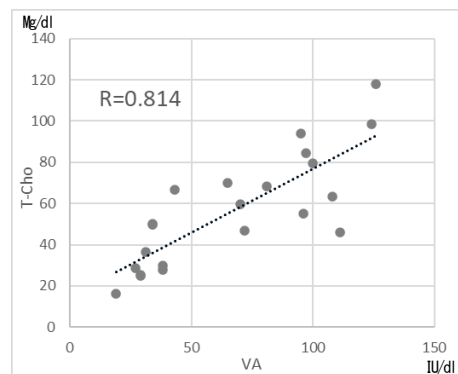


図2 血中T-Cho濃度と血中VA濃度の相関

母牛と子牛の血中 VA 濃度は、試験区間で有意な差がみられなかった。母子ともに個体差が大きかったため、VA 投与の違いがみられなかったと考えられた。

母牛の血中 VA 濃度は分娩後 1 日時点で低下し、VA 投与の有無に関わらず、7 日後には回復傾向にあった。分娩前に VA を投与していると、投与していないときに比べて低下が抑えられる傾向にあった。これは、白井らの報告³⁾にある、分娩当日に母牛の血漿中(ビタミン C)VC 濃度が一時的に低下することや、分娩予定日 7 日前から VC を給与すると、この低下が抑制されたことと共通していた。

一方で、母牛と子牛の血中 VA 濃度の間には正の相関がみられた($R=0.536$, $P<0.01$, 図 3)ことから、母牛の血中 VA 濃度をコントロールすることで子牛の血中 VA 濃度も調整できる可能性が示唆された。

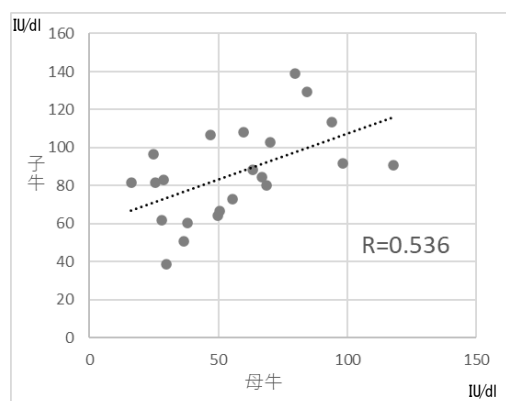


図 3 母牛と子牛の血中 VA 濃度の相関

当試験では、新生子牛の発育に、VA 投与の有無、投与時期による差がみられなかったが、母牛の血中 VA 濃度をコントロールすることで子牛の血中 VA 濃度も調整できる可能性が示唆されたため、生産現場において取り組みやすい、経口投与において、同様の結果が得られるか試験した。

試験Ⅱ 経口による VA 投与の検討

材料及び方法

1 供試牛及び試験区分

供試牛は、当センターで飼養する黒毛和種繁殖雌牛(妊娠牛)11 頭及びその産子 11 頭とした。試験区分は VA を経口投与した【試験区】(妊娠牛 6 頭及びその産子 6 頭)と VA 投与をしない【対照区】(妊娠牛 5 頭及びその産子 5 頭)に分けた。【試験区】では分娩予定 60、45、30、15、7 日前に 25 万 IU (合計 125 万 IU) の VA を経口投与し、【対照区】では VA の投与をせずに試験区と同

一の飼料による採食からのみの VA 摂取とした。どちらの試験区分においても VA 投与以外の飼養管理は当センターの方法に準じた管理を行った。妊娠牛は分娩予定 30 日前を目安に群飼育の放牧地から個別の分娩房へ移動した。分娩後 30 日で分娩房から繁殖牛の群に移動、母子での群飼育とし、子牛は生後 90 日齢程度まで自然哺乳した後、母牛から分離、離乳し、出荷日齢(300 日齢程度)まで子牛のみの群で飼育した。

調査期間は、令和 4 年 9 月～令和 5 年 4 月とした。

2 調査項目

血液成分値(血中尿素窒素(BUN)、総コレステロール(T-Cho)、グルタミン酸オキサロ酢酸トランスアミラーゼ(GOT)、アルブミン、総タンパク質(TP)、グルコース、グロブリン、血中ビタミン A 濃度)は妊娠牛と分娩後 1、15、30 日の母子のものを調査した。採血方法や一般成分値(血中ビタミン A 濃度以外)の分析方法は試験Ⅰと同様に行った。血中ビタミン A 濃度は、簡易測定装置(A-クイック、藤原製作所製)により分析した。なお、簡易測定装置について、事前に、高速液体クロマトグラフから得られる測定値と相違がないことを確認した。

新生子牛の生後 1、15、30 日齢の体測値(体重、体高、胸囲、腹囲)と 30 日齢～出荷前(270 日齢程度)までは毎月 1 回程度の体重測定データを収集し、子牛の疾病情報も記録した。

また、初乳中の免疫グロブリン(IgG)濃度と高い相関のある⁴⁾Brix 値の測定も行った。分娩後半日以内のうちに採取した初乳を用い、Brix 糖度計(PAL-初乳、アタゴ製)を使用して測定した。Brix 値は、20%を基準(20%以上：良好、15～20%：不良に近い、10～15%：不良)とし、数値が大きいほど IgG 濃度も高いと判断した。

3 統計解析

統計処理は F 検定を行った後、平均間の差の検定に t 検定を行った。

結果及び考察

新生子牛の体測値について、生後 1 日齢の体重は試験区の方が軽い傾向にあった。これは、試験区の方が分娩予定日前に分娩する牛が多かった(平均：試験区-4 日、対照区+1 日)ことが関係していると考えられた(表 3)。

表3 子牛の生後1~30日齢の体測値

	日齢	試験		対照	
体重 (kg)	1	34.7	± 2.0	36.3	± 2.6
	15	49.7	± 1.9	51.5	± 3.4
	30	59.8	± 2.5	63.7	± 3.3
体高 (cm)	1	72.4	± 2.3	72.4	± 1.5
	15	76.7	± 1.3	76.0	± 1.3
	30	80.3	± 3.8	80.3	± 1.2
胸囲 (cm)	1	76.0	± 1.8	75.7	± 2.3
	15	85.3	± 1.2	86.2	± 1.9
	30	90.3	± 1.2	93.0	± 1.0
腹囲 (cm)	1	76.0	± 2.3	75.0	± 2.2
	15	87.5	± 1.8	89.8	± 2.3
	30	94.8	± 1.3	98.4	± 1.4

平均±標準誤差

血液成分において、栄養状態の指標となる BUN、T-Cho、GOT の値やその他の項目について、母子ともに試験区間で差はみられなかった。また、母牛と子牛の血中 VA 濃度についても、試験区間で差がみられなかった(表 4)。これは、母子ともに個体差が大きかったためと考えられた。

一方で、母牛の血中 VA 濃度が高いと子牛の血中 VA 濃度も高い傾向がみられた($R=0.230$ 、 $P<0.01$ 、図 4) ことから、母牛の血中 VA 濃度を調節することで子牛の血中 VA 濃度も調節できる可能性が示唆された。

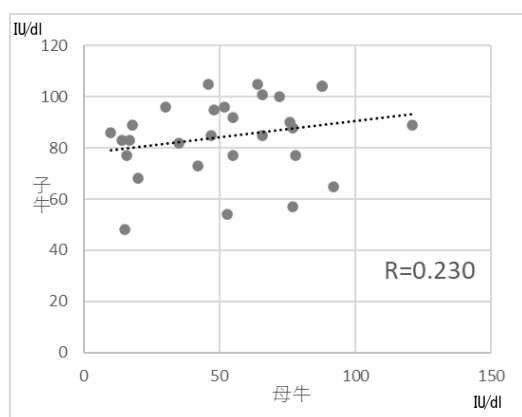


図4 母牛と子牛の血中 VA 濃度の相関

表4 血液成分値

	分娩前後 (日)	試験		対照	
		子牛	母牛	子牛	母牛
BUN (mg/dL)	-60	-	7.1	-	7.3
	-30	-	9.2	-	8.4
	-7	-	7.4	-	8.8
	1	9.5	9.1	9.1	11.2
	15	9.8	7.9	13.2	8.1
	30	7.5	7.6	10.2	9.1
T-Cho (mg/dL)	-60	-	122.8	-	127.6
	-30	-	126.2	-	134.0
	-7	-	135.0	-	143.4
	1	33.3	110.7	27.2	135.0
	15	114.3	128.3	96.4	140.8
	30	107.7	134.2	73.8	149.6
GOT (U/L)	-60	-	62.8	-	60.6
	-30	-	59.7	-	55.6
	-7	-	67.0	-	59.8
	1	72.7	71.3	64.6	61.5
	15	39.3	66.8	41.8	66.0
	30	47.5	67.0	36.8	56.8
TP (g/dL)	-60	-	7.3	-	7.6
	-30	-	6.6	-	7.3
	-7	-	7.3	-	7.6
	1	5.9	5.2	7.2	7.8
	15	6.2	6.2	7.8	8.1
	30	6.0	5.9	7.6	7.6
アルブミン (g/dL)	-60	-	3.2	-	3.3
	-30	-	3.2	-	3.3
	-7	-	3.3	-	3.3
	1	2.3	3.2	2.4	3.4
	15	3.1	3.5	3.0	3.6
	30	3.1	3.4	3.2	3.4
グロブリン (g/dL)	-60	-	4.1	-	4.3
	-30	-	4.0	-	4.1
	-7	-	4.0	-	4.3
	1	3.7	2.8	4.0	4.4
	15	3.1	3.2	4.4	4.5
	30	2.9	2.7	4.2	4.2
グルコース (mg/dL)	-60	-	60.8	-	60.0
	-30	-	58.3	-	59.0
	-7	-	60.3	-	58.6
	1	79.7	73.0	69.5	83.0
	15	122.0	113.0	59.3	61.8
	30	113.3	116.2	61.0	57.4
VA (IU/dL)	1	60.3	92.3	21.3	75.5
	15	48.7	83.3	60.8	86.7
	30	37.0	78.3	53.0	91.3

子牛の出荷までの体重について、有意差はないものの、150 日齢前後から試験区の方が高い値で推移した(図 5)。子牛出荷時(約 270 日齢)において、DG1.0 以上の個体数は、試験区が 5 頭中 4 頭、対照区は 5 頭中 2 頭と試験区の方が発育の良い傾向にあり、出荷前 1 ヶ月間の日増体は試験区の方が大きかった(表 5)。このことから、分娩前の妊娠牛に VA を投与することは、その産子の育成期における発育向上を図れる可能性が示唆された。

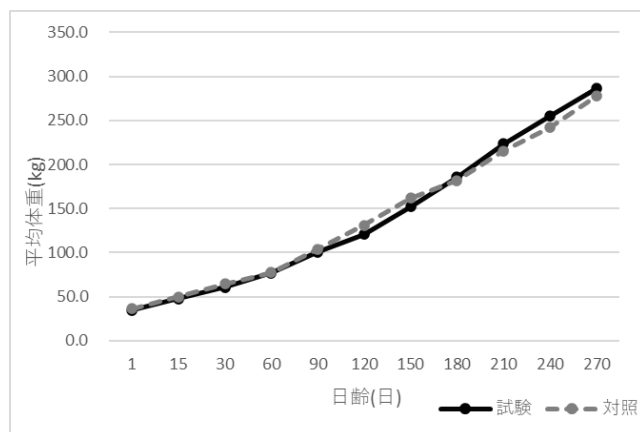


図 5 子牛出荷までの体重推移

表 5 子牛出荷までの体重推移と出荷前 1 か月間の DG

日齢	1	15	30	60	90	120	150	180	210	240	270	出荷前 平均DG
試験	34.7	47.9	60.5	77.0	100.9	120.5	151.9	185.5	223.6	255.0	286.2	1.2
対照	36.3	50.0	64.2	77.6	103.9	130.9	161.9	181.7	215.3	241.8	277.6	1.0

子牛育成期の疾病情報について、薬剤使用回数とその他治療も含めた治療回数は、有意差はないものの、コクシジウム病対策以外の項目において試験区の方が少ない傾向にあった。このことから、VA 投与によって病状悪化や長期化を軽減できる可能性が示唆された。

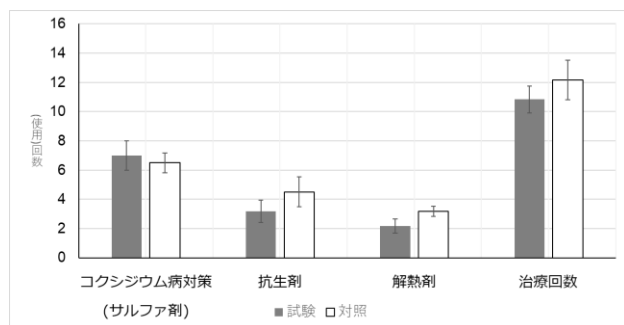


図 6 子牛育成期の治療回数

初乳中の Brix 値について、試験区間で有意な差はみられなかった(表 6)が、母牛の産次数との間に正の相関がみられた($R=0.644$, $P<0.01$, 図 7)。これは、初乳中の IgG 濃度が経産牛と比べて低い⁵⁾とされる初産の牛が試験区と対照区ともに 2 頭ずついたため、Brix 値にも影響があったと考えられた。一方で、分娩後 1 日の母子それぞれの血中 VA 濃度との相関や分娩後 1 日の子牛体重との相関はみられなかったことから、VA 投与による Brix 値への影響は低いと考えられた。

表 6 初乳 Brix 値と産次数、血中 VA 濃度、子牛体重

試験区	初乳Brix値(%)	産次数(回)	血中VA濃度(IU/dL)		子牛体重(kg)
			母牛	子牛	
1	17.5	3	105	46	29.9
2	20.3	2	83	14	33.8
3	18.9	0	89	121	37.0
4	27.3	1	85	47	28.0
5	19.4	0	61	85	33.3
6	22.9	4	57	77	45.9
平均	21.1	1.7	80.0	65.0	34.7

対照区	初乳Brix値(%)	産次数(回)	血中VA濃度(IU/dL)		子牛体重(kg)
			母牛	子牛	
1	30.9	6	83	17	39.7
2	24.6	5	82	35	32.6
3	14.8	0	48	15	30.7
4	23.7	2	89	18	45.0
5	20.6	0	73	42	33.7
平均	22.9	2.6	75.0	25.4	36.3

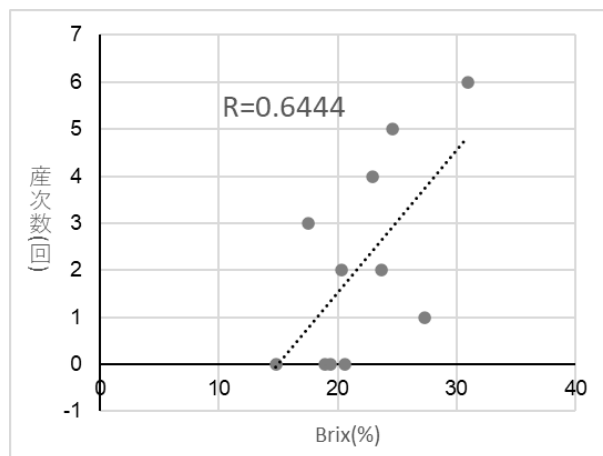


図 7 初乳 Brix 値と母牛の産次数の相関

総 括

本研究では、黒毛和種妊娠牛に(ビタミンA)VAを投与し、投与時期、投与方法の違いが新生子牛に与える影響の検討を行った。

試験 I では、筋肉内注射による投与と投与時期について試験を行った。血液成分値や新生子牛の体測値について、試験区間での有意な差はみられなかったこと

から、投与方法を変えた試験Ⅱを行うこととした。

試験Ⅱでは、経口投与によるVA投与での試験を行った。血液成分値や新生子牛の体測値について、試験区間での有意な差はみられなかったものの、育成期の治療回数は試験区の方が少なく、180日齢以降の体重は試験区の方が重い傾向がみられた。低栄養水準の妊娠牛にβカロテン(ビタミンA前駆体)製剤を添加給与すると、添加していないものと比べて、生まれた子牛の血清中IgG濃度は有意に高く、哺乳期の治療回数が少ない傾向にあり、発育向上にもつながったとの報告⁶⁾があることから、試験ⅡでのVA投与は育成期の免疫力向上や

発育向上に効果があったことが示唆された。

試験Ⅰ、Ⅱに共通して、VAの投与の有無、投与方法に関わらず、母牛と子牛の血中VA濃度の間に正の相関がみられたことから、妊娠牛の血中VA濃度をコントロールすることにより、子牛の血中VA濃度を調整できることが示唆された。

これらのことから、妊娠牛に低栄養水準の飼料給与を行う場合や、血中VA濃度が低下しやすい個体にVAを投与することにより、子牛の発育向上が期待できると考えられた。

参考文献

- 1) 大成(2013). 肉牛飼育におけるビタミンAの諸問題(1). 畜産の研究. 67 巻, 8 号, p827-833.
- 2) Harris C. L., Wang B., Deavila J. M. et al. *J Anim Sci Bio-technol*, 2018, 9, 55.
- 3) 白井幸路, 堀井美那, 阿久津友紀子, 蓼沼亜矢子, 川田智弘, 松井徹. 周産期におけるビタミンC製剤の補給が黒毛和種母牛および子牛に及ぼす影響. 栃木県畜産酪農研究センター研究報告 2, 2013, p40-44.
- 4) 家畜感染症学会. 新しい子牛の科学. 東京, 株式会社緑書房. 2021, p103-107.
- 5) 安松谷恵子, 笠井浩司, 山中健吾, 坂瀬充洋, 西野治, 赤池勝, 万所幸喜, 久米新一. 出生後の黒毛和種新生子牛への免疫グロブリンGと免疫グロブリンAの移行. 日本畜産学会報. 2013, 84, 3, p389-393.
- 6) 佐賀県畜産試験場. 黒毛和種繁殖雌牛の妊娠末期の適切な飼育管理技術. 令和元年度 業務年報. 2020, p10-11.