黒毛和種下痢症子牛の血清脂質および 膵臓性血清酵素に関する検討

岡田啓司* 高橋千賀子¹⁾ 渥美孝雄¹⁾
菊地 薫²⁾ 小島佳岳²⁾ 南館君夫¹⁾

岩手大学農学部附属家畜病院、宮城県農業共済組合連合会家畜診療研修所¹⁾、

同築館家畜診療所²⁾

要 旨 出生後1日ないし14週齢の黒毛和種における下痢症子牛31頭（これらのうち白痢を呈したものの18頭、下痢10頭、出血性下痢3頭）の血清脂質および膵臓性血清酵素の病態生化学的变化について、血清トリグリセライド（TG）濃度を基にして比較検討した。TG濃度の低い白痢子牛（6頭）では、総コレステロール（TC）、遊離脂肪酸（FFA）等の脂質成分の多くと、アルブミンおよびグルコース（Glu）が低値を示し、低エネルギーで体力の消耗していることが示唆された。TG濃度の高い白痢子牛（6頭）では、対照としての健康子牛（74頭）の血液成分とほとんど差が認められず、脂質の吸収が過剰になっていることが示唆された。TGの低い下痢子牛（6頭）では、他の脂質成分も低値を示し、腸管の吸収能が低下しているものと考えられた。TGの高い下痢子牛（4頭）では、他の脂質成分が低値を、FFAおよびAmyが高値を示した。このうち、TGが著しく高かった1頭は発育不良を呈した。出血性下痢の3頭では、共通してTGが高値を示し、1頭は斃死し、他の2頭は発育不良を呈した。このうち経過を連続的に観察した発育不良の1頭でTG等の脂質成分のほかに、Amy、Lip活性値が高値を示し、急性膵炎が疑われた。以上の知見から、白痢や出血性下痢を含む子牛の下痢症では、TGおよびGlu濃度の低下とFFA濃度の上昇が認められ、エネルギーが消耗している子牛と、TG濃度が高値を示し、脂質の代謝異常が認められた子牛に分けることができた。後者にはAmyおよびLip活性値が高値を示し、急性膵炎が関与した症例が含まれ、予後の悪い傾向が認められた。——キーワード：黒毛和種、子牛、下痢、脂質、急性膵炎

.....東北家畜臨床研誌 15(1): 15-21, 1992

ABSTRACT Changes of Serum Lipid Concentration and Pancreatic Enzyme Activity on the Diarrhea Calves of Japanese Black Cattle. Keiji Okada*, C. Takahashi¹⁾, T. Atsumi¹⁾, K. Kikuchi²⁾, Y. Ojima²⁾ and K. Minamidate¹⁾ (Veterinary Teaching Hospital, University of Iwate, Miyagi Veterinary Clinical Training Center¹⁾, Tsukidate Veterinary Clinic²⁾)

The clinico-biochemical examinations, especially analyses of serum lipid components were performed on the 18 white scoured calves, 10 diarrhea calves, 3 bleeding diarrhea calves of Japanese Black Cattle 0 to 14 weeks of age. The values obtained were compared with those from the 74 healthy calves of the same age range. In the group of white scoured calves, the value of TG was closely related to the other hemological values. Namely, in the 6 calves with a low level of TG, the values of the other lipid components and glucose showed lower levels than the healthy calves. In addition, in the remaining 6 calves with a high level of TG, the values of other blood components were similar to the healthy calves. In the 6 cases of diarrhea with a low level of TG, other lipid components levels were similar to the group of white scour with a low TG. On the other hand, in the remaining 4 cases having diarrhea with a high level of TG, the values of FFA, amylase and lipase were higher, and other lipid components lower. In all bleeding diarrhea calves, the value of TG was higher. One of them died, and other 2 calves did not mature. It was noticed in one of the not fully grown calves that the values of amylase and lipase were higher, and other enzymes showed abnormal levels. From the results obtained, this calf was diagnosed as having acute pancreatitis. — **Key Words**: Japanese Black Cattle, calf, diarrhea, lipids components, acute pancreatitis.

..... Tohoku J. Vet. Clin. 15(1): 15-21, 1992

黒毛和種における子牛の下痢症は、発生率の高さ^{1), 23)}、
発育への悪影響および死の転帰をとる場合の多いこと¹¹⁾
等から、その予防と治療には、繁殖牛飼養農家や臨床獣

医師の間で高い関心が寄せられている。黒毛和種子牛は、
同一環境下で飼養された他品種の子牛に比べて下痢発症
率が著しく高く¹⁷⁾、黒毛和種の下痢に関する多くの総説

Accepted 30 March 1992 / Received 24 February 1992

* Correspondence to: Veterinary Teaching Hospital, Faculty of Agriculture University of Iwate, Morioka, Iwate 020 (〒020 岩手県盛岡市上田 3-18-8)

本報告では、黒毛和種における子牛の下痢症の病態を明らかにする目的で、下痢症子牛の血清脂質成分および膵臓性血清酵素について検討した。

表2. 白痢、下痢および健康な黒毛和種子牛の血液検査成績

			白 痢 子 牛			下 痢 子 牛		健 康 子 牛
			L T G群	M T G群	H T G群	L T G群	H T G群	
供 試 牛 の 年 齢 (週 齢)			6.1±4.0	4.8±3.7	6.0±4.9	10.2±5.5	4.8±2.5	6.7±3.5
供 試 頭 数			6	6	6	6	4	74
血液一般検査	Ht	(%)	28±7	34±6	23±5	29±10	31±7	31±7
	Hb	(g/dl)	12±2	12±2	10±2	12±3	14±4	13±8
	RBC	(×10 ⁴ /mm ³)	760±180	860±140	600±140	540±400	790±170	820±190
	WBC	(/mm ³)	7170±2770	8600±3110	8700±1640	6980±3420	7400±1710	8090±1840
血 清 脂 質	TG	(mg/dl)	21±6**	44±9	77±10**	17±9**	71±23**	45±16
	FFA	(μEq/ℓ)	295±156*	156±55	233±66	308±156*	348±85*	195±100
	PL	(mg/dl)	82±24**	114±14	155±51	109±43	91±57	147±50
	TC	(mg/dl)	65±27**	85±9**	98±25	85±24**	89±47*	123±35
	FC	(mg/dl)	10±4**	14±7	23±12	16±8	18±28	22±11
	HDL C	(mg/dl)	45±16	53±12	74±19	55±11	44±26	60±17
血 清 蛋 白 質	Alb	(g/dl)	3.06±0.57	2.99±0.39	2.85±0.44	3.20±0.30	3.12±0.20	3.20±0.41
	α-gI	(g/dl)	0.99±0.26	1.20±0.17	1.13±0.22	0.99±0.12	1.35±0.51	0.97±0.16
	β-gI	(g/dl)	0.86±0.19	1.02±0.24	0.85±0.14*	0.84±0.16	1.29±0.13*	0.99±0.20
	γ-gI	(g/dl)	0.42±0.15	0.82±0.37	0.40±0.13	0.50±0.22	0.75±0.19	0.64±0.31
血清酵素活性	AST(GOT)	(U/ℓ)	58±27	67±73	56±45	75±71	82±80	52±22
	γGTP	(U/ℓ)	20±9	32±21	56±97	25±16	34±14	37±94
	ALP	(U/ℓ)	667±361	667±167	751±167	695±445	973±250	806±306
	Amy	(U/ℓ)	40±15	49±14	50±14	52±5	84±78**	47±10
	Lip	(U/ℓ)	6±3	7±4	6±3	15±6*	22±26	6±4
総ビリルビン	Bil	(mg/dl)	0.2±0.1	0.2±0.2	0.6±0.3	0.2±0.2	0.4±0.1	0.3±0.1
尿 素 窒 素	BUN	(mg/dl)	14±8*	12±5	12±7	24±26**	9±2	9±3
クレアチニン	Cre	(mg/dl)	1.2±0.3	1.2±0.3	1.3±0.3	1.4±0.4	1.1±0.1	1.2±0.2
グルコース	Glu	(mg/dl)	92±11**	116±13	110±13	96±25*	102±6**	121±23

健康子牛に対する有意性：*；p<0.05、**；p<0.01

成 績

1. 白痢子牛の血液検査成績

白痢の18頭をTGの濃度により3群に分類したものと、健康子牛74頭の血液検査結果の平均値および標準偏差は表2に示した。MTG群の6頭では、総コレステロール(TC)が低値を示した他は、健康子牛と差が認められなかった。LTG群の6頭では、リン脂質(PL)、TC、遊離コレステロール(FC)の脂質成分とグルコース(Glu)が低値を示し、遊離脂肪酸(FFA)および尿素窒素(BUN)が高値を示した。HTG群の6頭は、健康牛と差が認められなかった。これらの白痢子牛は、全頭、利胆剤および抗生物質を主とした治療で1週間以内に治癒した。

2. 下痢子牛の血液検査成績

下痢の10頭をTGの濃度により2群に分類したものの血液検査結果の平均値と標準偏差は表2に示した。LTG群の6頭では、TCおよびGluが低値、FFA、BUN、アルカリ性フォスファターゼ(ALP)およびLip

が高値を示した。HTG群の4頭では、TCおよびGluが低値を、FFAおよびアミラーゼ(Amy)が高値を示し、Lipは個体差が大きかった。これら10頭の下痢症子牛のうち、TGが105mg/dlの最高値を示した1頭は発育不良に陥ったが、他の9頭は止瀉剤および整腸剤を主とした治療で1週間以内に治癒した。

3. 出血性下痢子牛の血液検査成績

初診時に出血性下痢を示した3頭の血液検査結果を表3に示した。症例Aは、第2病日から裏急後重および偽膜の排出を継続し、下痢が止まらず第13病日に斃死した。初診時の血液検査では、TGおよびGluが高値を示し、TC、アルブミン(Alb)が低値を示した。症例Bは、糞便検査でコクシジウム症と診断され、サルファ剤を主とした治療により腸出血は停止したが、軟便ないし下痢便の状態が長期にわたって継続し、発育不良に陥った。初診時の血液検査では、TG、FFA、BUN、クレアチニン(Cre)およびLipが高値を示し、PL、TC、FC、HDLコレステロール(HDL C)、Albおよび

表3. 出血性下痢子牛の血液検査成績

症 例			A	B	C		
週 齢			4	7	9	9	10
病 日			1	1	3	6	10
血液一般検査	Ht	(%)	ND	28	28	26	27
	Hb	(g/dl)	ND	14	14	12	11
	RBC	($\times 10^4/\text{mm}^3$)	ND	808	767	731	719
	WBC	($/\text{mm}^3$)	ND	9300	9100	12100	11800
血清脂質	TG	(mg/dl)	118	92	454	36	68
	FFA	($\mu\text{Eq}/\ell$)	205	433	551	205	433
	PL	(mg/dl)	136	80	197	132	ND
	TC	(mg/dl)	71	59	135	90	101
	FC	(mg/dl)	21	8	41	21	ND
	HDL C	(mg/dl)	63	33	67	41	ND
血清蛋白質	Alb	(g/dl)	2.37	2.23	3.47	2.87	3.21
	$\alpha\text{-gl}$	(g/dl)	1.33	1.03	1.60	1.36	1.28
	$\beta\text{-gl}$	(g/dl)	0.98	0.77	0.71	0.63	0.71
	$\gamma\text{-gl}$	(g/dl)	0.40	0.26	0.20	0.22	0.37
血清酵素活性	AST (GOT)	(U/ ℓ)	37	41	334	50	161
	γ GTP	(U/ ℓ)	20	9	18	29	31
	ALP	(U/ ℓ)	417	222	417	334	ND
	Amy	(U/ ℓ)	45	53	171	110	139
	Lip	(U/ ℓ)	4	13	19	4	19
	Bil	(mg/dl)	0.3	0.3	0.6	0.4	0.5
総ビリルビン	Bil	(mg/dl)	13	21	40	25	12
尿素窒素	Cre	(mg/dl)	1.0	1.9	1.3	0.6	0.9
クレアチニン	Glu	(mg/dl)	183	100	77	95	92

ND: 測定せず

Gluが低値を示した。
症例Cは、10週齢の雌で、4日前から下痢をしているとの稟告で初診し、出血性下痢便が認められ、糞便検査によりコクシジウム症と診断され、サルファ剤を主とした治療により、腸出血は第3病日に停止した。しかし、その後長期にわたって下痢ないし軟便を繰り返したので、第3病日以降連続して採血を行い、その検査結果の一部を表3および図1に示した。第3病日の血清は乳濁し、血清脂質ではTG、FFA、PL、FC、血清蛋白質では α グロブリン($\alpha\text{-gl}$)、血清酵素活性値ではアスパラギン酸アミノトランスフェラーゼ (AST)、Amy、Lip、総ビリルビン (Bil)、BUN等が各々高値を示した。Fredricksonのリポタンパク分類では5型高リポタンパク血症に分類された。

この子牛は、第6病日にはAmy、Lip活性値をはじめ、TG、FFA、PL、FC、 $\alpha\text{-gl}$ 、GOT、Bil、BUN等も、ほぼ正常値に回復した。しかし、第7病日からは再びLip、Amy活性値が増加し、それに伴って他の検査項目もまた異常値を示した。第9病日には尿糖が陽性となったので、第10病日に糖負荷試験を行ったところ、血糖の半減時間は40分であった。この子牛には、保存療法を2週間続けたが泥状便を持続したので治療を中止した。1年後、この子牛の便性状は若干改善されていたが、発育はやや不良であった。症例Cの母牛、両親が共通の弟牛、および発症時期に同居していた哺乳子牛の血液検査結果を表4に示した。これらの牛は、いずれも臨床的には健康であり、過肥は認められず、血液検査成績にも一定の傾向はなかった。

図1. 症例Cの主な血液成分の経日変化

表4. 子牛Cの血縁牛および同居子牛の血液検査成績

年 齢			Cの母 ¹⁾	Cの弟 ²⁾	Cの同居子牛 ¹⁾	
			4 歳	5 週齢	12週齢	15週齢
血 清 脂 質	TG	(mg/dl)	20	29	43	52
	FFA	(μEq/l)	106	161	ND	ND
	PL	(mg/dl)	164	139	ND	ND
	TC	(mg/dl)	131	142	126	162
	FC	(mg/dl)	23	31	ND	ND
	HDL C	(mg/dl)	90	78	ND	ND
血 清 蛋 白 質	Alb	(g/dl)	3.11	3.12	2.34	3.04
	α-gl	(g/dl)	1.12	0.95	1.35	1.08
	β-gl	(g/dl)	0.78	0.87	1.13	0.81
	γ-gl	(g/dl)	1.77	0.44	0.96	0.66
血清酵素活性	AST(GOT)	(U/l)	55	53	51	49
	γGTP	(U/l)	37	22	12	16
	ALP	(U/l)	61	973	ND	ND
	Amy	(U/l)	109	63	ND	ND
	Lip	(U/l)	6	6	3	3
総ビリルビン	Bil	(mg/dl)	0.4	0.2	14	13
尿 素 窒 素	BUN	(mg/dl)	14	14	14	14
クレアチニン	Cre	(mg/dl)	1.3	1.2	ND	1.6
グルコース	Glu	(mg/dl)	55	117	76	91

ND: 測定せず

1) C牛の第4病日に採血

2) C牛の発症10カ月後に採血

考 察

血清TGは、腸から吸収された脂質の運搬体であるカイロミクロン(CM)やそれが肝臓で代謝された超低密度リポタンパク(VLDL)の主な構成脂質であり^{2, 14, 19)}、腸管からの脂質吸収の指標ともなる。TG濃度が健康牛と同レベルであった6頭の白痢子牛では、TCが低値を示したが、これは週齢が健康群に比べて低いため²²⁾の生理的な相違と思われる。LTG群の6頭ではFFAを除く全脂質成分が低値の傾向を示した。特に、TGおよびGluが低値を示していることから、哺乳量の低下あるいは腸粘膜の異常による、腸管からの脂質および糖の吸収の著しい低下のあることが示唆された。HTG群の6頭では、TGの著しい高値を示したほかは、各脂質成分とも健康子牛と近似した値を示したが、これは腸からの脂質吸収が他群の子牛よりも多いことによると考えられた。また、Glu値が正常であることから腸管の吸収能は正常であると考えられたので、この高いTG値は母乳の過剰供給による脂質の吸収過剰によるものであり、

便は消化吸収能力を越えた乳汁の摂取により、脂肪含量の高い未消化乳汁が排出され白痢様を呈したものである。

よって、臨床的には単純な白痢であっても、脂質代謝からみれば単一の病態ではないと思われ、その治療に際しては、病態生化学的にもいくつかに分類して対処する必要があると考えられた。

いっぽう下痢子牛においては、便の色調が正常であることから脂肪の消化は正常と考えられ、LTG群の6頭ではTCおよびGluが低値を示し、腸管の吸収能の低下による下痢と考えられた。HTG

群の4頭では、TGおよびGluの値が正常であることから、腸管からの脂質および糖の吸収能は正常と考えられた。TGが高値を示したのは、FFAを除く他の脂質成分が正常ないし低値であったことから、CMやVLDLの異化の低下¹⁸⁾が考えられた。その原因としては一部症例でLipが高値を示したことから、血中インシュリン濃度の低下によるリポタンパクリパーゼ活性の低下等、膵臓疾患との関連^{8, 18)}も考えられた。また、AmyおよびLipの標準偏差が大きい原因は、一時的に異常な高値を示した個体が各々1頭ずつあったためであるが、それらの個体は第2病日以降は異常が認められず、その原因は不明であった。

出血性下痢子牛では3頭ともTGが高値を示した。症例Bは下痢のHTG群と同様の血液所見であったが、低タンパク血症を呈しており、腸管粘膜の損傷によるタンパク漏出の著しいことが示唆された。症例AはTGの高値とTCの低値から、CM、VLDLおよび中密度リポタンパク(LDL)の異化の低下¹⁸⁾の可能性が示唆さ

れた。Gluの高値は、裏急後重など重度の臨床所見を示したことから、ストレスによるものと思われた。ALPは若齢牛ほど高値を示す^{22, 24)}にもかかわらず、A、Bとも低値を示した。ALPは小腸粘膜にも高い特異活性を示す^{8, 25)}ので、小腸粘膜の脱落による活性の低下が考えられた。

症例Cの第3病日の乳濁血清は5型高リポタンパク血症であったので、CMおよびVLDLによるもの^{3, 8, 14)}と診断された。5型高リポタンパク血症の原因は、ヒトでは糖尿病、膵炎、甲状腺機能低下、家族性疾患などが挙げられている^{8, 14)}。このうち甲状腺機能低下は高コレステロール血症を伴う^{14, 20)}が、本症のTCは正常であり、また触診上も甲状腺の異常は認められなかった。家族性高脂質血症は、母牛および1年後に生まれた父母が同一の弟牛の脂質成分が正常であったことから否定的であった。また同一時刻に採血した同居子牛の検査では異常が認められず、過肥もないことから食餌性の可能性も否定的であった。第9病日以降に尿糖が認められたが、第3病日のGluは同一週齢の健康な牛の値と比較すると著しく低く、その後も低値ないし正常値を示していたことから、真性糖尿病は否定的であった。ヒトの膵炎では、急性期にAmyおよびLip活性値の一過性の上昇があり、4日で低下した後、再度軽度の上昇がある¹⁴⁾といわれており、実験的膵炎犬においても同様のことが認められている²⁶⁾。本症例はAmyおよびLip活性値の変化が、第3病日以降についてはこれらのパターンと類似していた。Amy活性値は腸疾患等でも上昇するが、Lip活性値は膵臓に比較的高い特異性を持つ¹⁴⁾ことから、本症例は膵臓酵素の血中への逸脱があるものと考えられた。さらに α -glの増加があり、また各種血清酵素の異常値を示した時期がAmyおよびLip活性の変動と一致していたことから、膵臓からの逸脱酵素による同時多発性急性炎症、いわゆる多臓器不全の状態にあった可能性が考えられた。これらのことから本症例は急性膵炎と診断された。

以上のように、白痢や出血性下痢を含めた子牛の下痢症においては、脂質代謝の低下したものと亢進したもののあることがわかった。TGが低値を示す症例ではFFAが高値を示し、エネルギーバランスが負の状態になって、体力的に消耗しているものと考えられた。いっぽうTGが高値を示す症例では、白痢の場合は、母牛への濃厚飼料多給等による泌乳量の増加が原因と思われる、脂質の過剰給与のあることが示唆された。また白痢以外の下痢では膵臓機能異常が関与した症例が含まれ、予後の悪い傾向が認められた。これらの子牛の下痢症の病態の

把握および治療方針の決定に際して、TGおよびLipを測定することは有効な指標となると考えられた。

文 献

1. Bitman, J., Wood, D. L. and Lefcourt, A. M. (1990). Rhythms in cholesterol, cholesteryl esters, free fatty acids, and triglycerides in blood of lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 73: 948-955.
2. Chapman, M. J. (1980). Animal lipoproteins: chemistry, structure, and comparative aspects., *J. Lipid Res.* 21: 789-853.
3. Fredrickson, D. S., Levy, R. I. and Lees, R. S. (1967). Fat transport in lipoproteins- an integrated approach to mechanisms and disorders., *N. Engl. Med.* 276, 148-156.
4. Fujihara, T., Sasa, Y. and Isshiki, Y. (1987). Blood chemical analyses in sucrose-induced diarrhoeic calves after oral rehydration with either a glucose- glycine- electrolyte solution or a saline solution. *Jpn. J. Zootech. Sci.* 58: 60-64.
5. Fujihara, T., Sasa, Y. and Isshiki, Y. (1987). The treatment of spontaneous calf diarrhoeas via oral administration of electrolyte solution containing glucose and glycine. *Jpn. J. Zootech. Sci.* 58: 162-169.
6. 平山寿一郎 (1992). 和牛子牛の下痢症一補液と断乳療法, 家畜診療, 343: 15-22.
7. 井上 亮, 後藤浩人, 小林隆之, 小屋正人, 山科 淳, 斉藤才吉, 高橋公明, 吉田 登, 伊東金助 (1987). 子牛の低色素便排出の成因とその治療法について, 家畜診療, 286: 9-16.
8. Kaneko, J. J. (1989). Clinical biochemistry of domestic animals. Fourth ed., Academic Press, Inc., New York. [久保周一郎, 友田 勇監訳 (1991). 家畜臨床生化学, 第4版, pp. 116-125, pp. 356-358, pp. 411-421, 近代出版, 東京]
9. 河西了吾 (1991). 和牛子牛の下痢症, 家畜診療, 342: 15-23.
10. 北川政幸, 川島良治 (1981). ヒツジおよびウシにおける血漿脂質とグルコース含量の給餌による経時的变化ならびに日間変動, 日畜会報, 52: 483-485.
11. 清宮直子, 井上定見, 宮地龍彦 (1991). 管内一農家での黒毛和種における移行抗体量と子牛の下痢症について, 家畜診療, 337: 35-41.
12. Koiwa, M., Hatsugawa, A., Abe, T. and Minami, S. (1990). Therapeutic effects of electrolyte solution with oil emulsion on serious diarrhea in holstein calves. *Jpn. J. Vet. Sci.* 52: 639-641.
13. 小久江栄一 (1988). 下痢と補液, 家畜診療, 302: 45-49.
14. Medical Practice 編集委員会編 (1990). 臨床検査ガイド, 第1版, 文光堂, 東京.
15. 森田二郎, 土屋平四郎, 南 高夫, 服部直彦 (1984). 黒毛和種去勢牛の脂育過程に伴う血清脂質量の変化並びに屠体成績との関係, 鳥大農研報, 36: 19-27.
16. 村山和哉 (1992). 和牛子牛の下痢症一異常乳質による下痢一, 家畜診療, 344: 5-12.
17. 中根淑夫 (1988). 子牛の下痢症一原因, 飼養管理を主として一, 家畜診療, 302: 33-44.
18. 及川真一, 生井一之 (1990). 高トリグリセリド血症の病態, 内科, 66: 45-50.

19. Raphael, B. C., Dimick, P. S. and Puppione, D. L. (1972). Lipid characterization of bovine serum lipoproteins throughout gestation and lactation., J. Dairy Sci. 56 : 1025-1032.
20. 佐藤 繁, 富田和夫, 渥美孝雄 (1980). 高脂血症を伴うウシの先天性甲状腺腫の1例について, 日獣会誌. 158 : 18-21.
21. 佐藤輝夫 (1984). 下痢に罹患した黒毛和種における補液がその酸, 塩基および電解質に及ぼす影響, 家畜診療. 257 : 11-13.
22. 高橋千賀子, 岡田啓司, 渥美孝雄, 平野哲夫, 高橋一郎 (1992). 黒毛和種健康子牛の血清脂質を中心とした血液成分の加齢による変化. 東北家畜臨床研誌. 15 : 9-14.
23. 高橋清治, 石田敏雄, 氏家 哲 (1991). 黒毛和種牛の下痢多発放牧場における発生要因の分析と予防対策, 家畜診療. 333 : 13-18.
24. 高橋清志, 平塚博之, 其田三夫, 黒沢 隆, 植田寿恵弘, 箕輪 光, 小田勝一 (1982). 黒毛和種子牛の哺乳期における血液所見, 酪農学園大学紀要. 9 : 449-463.
25. 友田 勇 (1979). 臨床血液化学検査の考え方(Ⅸ). V. 血液酵素, 3. アルカリフォスファターゼ, 日獣会誌. 32 : 93-103.
26. 森園 充 (1990). 肺炎 : 新版獣内科学 (安田純夫, 村上大蔵監修), pp. 266-270, 文栄堂, 東京.