

総説

黒毛和種繁殖雌牛の分娩遅延の要因と分娩誘起が子牛に及ぼす影響

佐野公洋¹⁾ 大塚浩通²⁾ 中川昌哉³⁾ 土屋久司³⁾

1) さの・かーふさぼーと 2) 北里大学獣医学部 3) NOSAI いぶり東部家畜診療所

(〒059-0906 北海道白老郡白老町本町1丁目6-15)

TEL: 0144-84-3627 FAX: 0144-84-3647

E-mail: sano-k@olive.plala.or.jp

【要約】

黒毛和種繁殖雌牛(母牛)84頭を飼養する農場で、7日以上分娩遅延した個体に、分娩誘起を実施し、子牛の消化器病が多発した。母牛の分娩遅延の要因と誘起分娩子牛の疾病発生状況、栄養状態および免疫能を明らかにする目的で、対照群母牛(無処置で分娩、出生)と誘起群母牛に体格測定、血液検査等を実施し比較した。誘起群母牛は分娩予定1ヶ月前(-30日)から分娩予定日に向け、対照群母牛に比べ胸囲が縮小し、-30日のNEFAも高値で、それ以前からのエネルギー不足が疑われた。誘起群子牛は対照群子牛と比べ平均在胎日数が4日余り長く、消化器病発生率は高く、3日齢で心拍数(P)、呼吸数(R)が多い傾向を、および白血球サブポピュレーションではCD3⁺TcR1-N12⁺、MHC class-II⁺CD14⁻ならびにWC1⁺-N1が有意(P<0.05)に低く、免疫能が低下していた。また、同一群間の3、30日齢の比較では、誘起群は対照群に比べP、Rの有意な低下はなく、Ly、Alb、Tchoや免疫担当細胞の増加が遅延し、身体諸機能の成熟に時間を要していた。さらに30日齢では誘起群子牛のHt、Tcho低く、慢性的な低栄養による免疫能の低下が疑われた。以上の成績から、誘起群母牛は対照群母牛に比べ-30日以前から低栄養で管理されたことによる、胎子の成熟遅延が在胎期間延長の要

因と考えられ、同群子牛は3日齢で諸臓器、免疫能の発達が未熟で、その成熟には時間を要することが判明した。分娩事故低減だけに着目した安易な分娩誘起は、哺乳期の子牛事故多発、重症化を招く危険性が高いことが示唆された。

【緒論】

近年の黒毛和種繁殖農場では高齢化、多頭化および増体系種雄牛の供用増加による子牛の大型化、妊娠期間の長期化に伴い労力の軽減、分娩事故低減の目的で各種分娩誘起法が実施される機会が増加し、一定の成果[1, 4]を上げている。

しかし、本法は分娩予定日から10日前後の遅延や、直腸検査による胎子の大きさおよび母牛の体格等を指標に行われるケースが多く[1, 4]、その時点での母体の生理や胎子の成熟度は配慮されないことが多いと考えられ、強制的な分娩、出生による、繁殖性や増体率の低下および事故率の上昇などの問題が危惧される。

母牛の分娩が遅延する要因を解析した調査[5, 6]は少なくまた、同法により出生した子牛の健康状態や免疫能を調査した報告は見当たらない。今回、筆者らは基本的に分娩予定日を7日以上経過した母牛に分娩誘起を実施し、同法により出生した子牛に牛ロタウイルス(BRV)、クリプトスポリジウム(Cr)を検出する消化器病が多発する農場に遭遇した。本農場の母牛の分娩遅延の要因と分娩誘起により出生した子牛の疾病発生状況、栄養状態および免疫機能を明らかにする目的で体格、体重測定お

受理: 2013年4月18日

よび疾病発生状況調査ならびに臨床、血液検査を行い検証した。

【材料と方法】

供試農場は管内で黒毛和種一貫経営、母牛84頭を飼養する一農場である。当場で母牛は分娩予定2ヶ月前に25頭前後の群飼から2頭毎のペンに移動、さらに同1ヶ月前には分娩房に収容され1頭で管理されていた。飼料は同2ヶ月前から分娩1ヶ月後までチモシー主体の一番乾草（一部ラップ乾草）8～10kg、配合飼料2～3kg、ルーサンペレット0.5kg（分娩1ヶ月前～分娩後1ヶ月）を給与されていた。子牛は分娩房で出生、その後1ヶ月間は母牛と分娩房内で同居し自然哺乳、スターター飽食、自由飲水で管理された。

また、妊娠末期の母牛、生後1ヶ月以内の子牛へのワクチン接種は行われていなかった。

供試牛は2012年1～7月に無介助にて分娩、出生した経産牛の母子29組を用いた。自然分娩（無処置）にて出生した子牛20頭を対照群、PGF2 α 製剤（ジノプロスト20mg）、副腎皮質ホルモン製剤（デキサメタゾン40mg）いずれか単独投与により出生した子牛9頭を誘起群とし、子牛の在胎期間、30日齢以内の消化器病発生率、初診日齢および治療回数を調査した。

また、これらのうち資質系種雄牛の人工授精により受胎し、30日齢以内に子牛が消化器病を発症しなかった対照群母子6組、誘起群母子2組に以下の調査を実施した。

母牛は分娩予定1ヶ月前（-30日）、分娩予定日（授精後285日、0日）に体測尺による胸囲の測定と尾静脈より採血を行った。0日の胸囲値から-30日の胸囲値を引いた値を胸囲変動として算出し両群を比較した。血液検査は定法により一般検査（Ht、RBC、WBC）、生化学検査（血糖、TP、Alb、BUN、Tcho、NEFA）を行い、両群を比較した。

子牛は3、30日齢に体重測定（3日齢：ヘルスマーター、30日齢：体測尺）、臨床検査 {体温（T、℃）、心拍数（P、回/分）、呼吸数（R、回/分）} と、頸静脈より採血を実施し血液一般検査（Ht、RBC、WBC、Neut、Ly）、血液生化学検査（血糖、TP、Alb、 α glb、 β glb、 γ glb、BUN、Tcho）、静脈血ガス分析（pH、

pCO $_2$ 、pO $_2$ 、HCO $_3^-$ 、BE、O $_2$ sat）および白血球サブポピュレーション（CD3 $^+$ 、CD3 $^+$ TcR1-N12、CD4 $^+$ 、CD8 β $^+$ 、MHCclass II $^+$ CD14 $^-$ 、CD14 $^+$ 、CD21 $^+$ 、WC1-N1 $^+$ 、CD335 $^+$ ）を行い両群の値を比較した。

検定法はStudentのt検定を用いた。

【結果】

在胎日数（図1）は対照群287.0 \pm 5.9、誘起群291.2 \pm 5.6、消化器病発生率は同45.0%（9/20頭）、同66.7%（6/9頭）、初診日齢は同6.3 \pm 5.1、同5.3 \pm 4.1および診療回数は同4.0 \pm 1.2、同4.8 \pm 2.3であった（表1）。

母牛の胸囲変動（cm、表2）は対照群-0.33 \pm 1.2（-1～+2）、誘起群-4.0 \pm 1.4（-3～-5）であった。母牛の血液検査成績（表3）は-30日では対照群のNEFAが低い傾向を示し、0日では対照群のBUNとNEFAが誘起群に比べ有意（P<0.01）に高くなったが、他の項目に差は認めなかった。

子牛の体重（kg、表4）は3日齢で対照群30.2 \pm 3.8、誘起群33.0 \pm 1.4、30日齢で同55.3 \pm 6.1、同57.0 \pm 4.2で両群に差はなかった。

臨床検査（表4）では3、30日齢ともに両群のT、P、Rに差は認めなかったが、3日齢のPが対照群126.8 \pm 14.9に対し誘起群146.5 \pm 9.2、Rが同46.2 \pm 5.6に対し同54.0 \pm 25.5といずれも誘起群で高い傾向を認めた。また、対照群のP、Rは0～30日齢にかけて有意（P:P<0.05、R:P<0.01）に低下したのに対し、誘起群は同様の差は認められなかった。

子牛の3、30日齢ともに両群の血液一般、生化学検査および静脈血ガス分析（表5）に有意な差は認めなかった。しかし、30日齢ではHt（%）が対照群31.1、誘起群24.1、Tcho（mg/100ml）が同107.7、同78.5と後者に低い傾向が認められた。同一群間での3、30日齢の比較で対照群はLy、Alb、Tchoが有意（P<0.01）に増加、 α glb、 γ glbが有意（P<0.01）に低下と変動したのに対し、誘起群は γ glbの有意（P<0.05）な低下のみを認めた。

白血球サブポピュレーション（cell/ μ L、表6）では、3日齢の対照群で全ての検査値が誘起群のそれを上回った。特にCD3 $^+$ TcR1-N12 $^+$ は対照群1,240 \pm 763、誘起群430 \pm 62、MHC

表1 消化器病の発生状況

群	対照(n=20)	誘起(n=9)
発生率(%)	45.0	66.7
初診日齢	63 ± 5.1	53 ± 4.1
診療回数	4.0 ± 1.2	4.8 ± 2.3

表2 胸囲変動 (cm)

群	症例	- 30日	0日	
対照	1	197	199	+ 2
	2	199	199	0
	3	204	203	- 1
	4	195	194	- 1
	5	196	195	- 1
	6	197	196	- 1
	平均			- 0.33 ± 1.2
誘起	7	201	196	- 5
	8	199	196	- 3
	平均			- 4.0 ± 1.4

表3 母牛の血液検査成績

群		対照	誘起	有意差
-30日				
Ht	%	38.1 ± 2.1	38.1 ± 0.0	ns
RBC	10 ⁴ /μL	701 ± 51.0	734 ± 30.4	ns
WBC	/μL	8,567 ± 1328	9,650 ± 70	ns
血糖	mg/100ml	58.0 ± 5.0	53.0 ± 1.4	ns
TP	g/100ml	7.2 ± 0.4	7.5 ± 0.2	ns
Alb	g/100ml	3.4 ± 0.2	3.8 ± 0.3	ns
BUN	mg/100ml	12.1 ± 2.7	13.3 ± 2.8	ns
T-cho	mg/100ml	91.2 ± 4.4	94.5 ± 4.9	ns
NEFE	mEq/L	0.125 ± 0.047	0.215 ± 0.134	ns
0日				
群				
群		対照	誘起	有意差
Ht	%	38.8 ± 2.8	36.2 ± 4.1	ns
RBC	10 ⁴ /μL	693 ± 52.8	702 ± 31.8	ns
WBC	/μL	10,083 ± 2,338	9,150 ± 919	ns
血糖	mg/100ml	64.0 ± 9.3	49.5 ± 13.4	ns
TP	g/100ml	7.1 ± 0.2	7.0 ± 0.6	ns
Alb	g/100ml	3.4 ± 0.2	3.6 ± 0.1	ns
BUN	mg/100ml	13.9 ± 2.0	10.4 ± 0.1	0.01
T-cho	mg/100ml	93.8 ± 7.9	97.5 ± 4.9	ns
NEFE	mEq/L	0.238 ± 0.061	0.130 ± 0.014	0.01

表4 子牛の体重と臨床検査

臨床検査		3日齢		
群		対照	誘起	有意差
体重	kg	30.2 ± 3.8	33.0 ± 1.4	ns
T	℃	39.0 ± 0.3	39.3 ± 0.8	ns
P	回/分	126.8 ± 14.9 ^a	146.5 ± 9.2	ns
R	回/分	46.2 ± 5.6 ^A	54.0 ± 25.5	ns

臨床検査		30日齢		
群		対照	誘起	有意差
体重	kg	55.3 ± 6.1	57.0 ± 4.2	ns
T	℃	38.7 ± 0.2	38.8 ± 0.1	ns
P	回/分	107.3 ± 15.1 ^b	108.5 ± 29.0	ns
R	回/分	24.3 ± 3.7 ^B	21.0 ± 1.4	ns

表5 子牛の血液検査

血液検査		3日齢		
群		対照	誘起	有意差
Ht	%	29.4 ± 6.4	26.8 ± 6.1	ns
RBC	10 ⁴ /μL	772 ± 156	716 ± 156	ns
WBC	/μL	8850 ± 3470	7150 ± 1626	ns
Neut	/μL	5912 ± 3481	4331 ± 2561	ns
Ly	/μL	2246 ± 775 ^A	2180 ± 735.0	ns
血糖	mg/100ml	119.0 ± 19.6	109.0 ± 56.6	ns
TP	g/100ml	6.7 ± 0.8	6.8 ± 0.2	ns
Alb	g/100ml	2.3 ± 0.1 ^A	2.4 ± 0.2	ns
α glb	g/100ml	1.2 ± 0.1 ^A	1.4 ± 0.2	ns
β glb	g/100ml	0.9 ± 0.1	1.0 ± 0.0	ns
γ glb	g/100ml	2.3 ± 0.8 ^A	1.9 ± 0.2 ^c	ns
BUN	mg/100ml	14.5 ± 8.5	17 ± 8.3	ns
Tcho	mg/100ml	66.0 ± 8.5 ^A	66.0 ± 1.4	ns
pH		7.371 ± 0.037	7.353 ± 0.001	ns
PCO2	mmHg	56.3 ± 1.2	54.9 ± 2.2	ns
PO2	mmHg	32.3 ± 2.4	32.0 ± 1.4	ns
HCO ₃ ⁻	mmol/L	32.0 ± 2.4	29.7 ± 1.4	ns
BE	mmol/L	7.5 ± 2.8	5.0 ± 1.4	ns
O2sat	%	51.3 ± 5.0	47.5 ± 3.5	ns

血液検査		30日齢		
群		対照	誘起	有意差
Ht	%	31.1 ± 4.7	24.1 ± 5.9	ns
RBC	10 ⁴ /μL	792 ± 96	666 ± 163	ns
WBC	/μL	6900 ± 1159	7150 ± 636	ns
Neut	/μL	2366 ± 789	3414 ± 99	ns
Ly	/μL	3946 ± 425 ^B	3231 ± 590.0	ns
血糖	mg/100ml	101.7 ± 23.0	101.5 ± 17.7	ns
TP	g/100ml	6.1 ± 1.0	5.7 ± 0.5	ns
Alb	g/100ml	3.1 ± 0.2 ^B	3.2 ± 0.1	ns
α glb	g/100ml	0.7 ± 0.1 ^B	0.7 ± 0.2	ns
β glb	g/100ml	0.9 ± 0.1	0.9 ± 0.3	ns
γ glb	g/100ml	1.3 ± 0.7 ^B	0.9 ± 0.1 ^d	ns
BUN	mg/100ml	12.5 ± 4.3	14.6 ± 2.5	ns
Tcho	mg/100ml	107.7 ± 22.3 ^B	78.5 ± 27.6	ns
pH		7.397 ± 0.012	7.387 ± 0.008	ns
PCO2	mmHg	54.3 ± 2.7	54.5 ± 1.1	ns
PO2	mmHg	34.2 ± 3.2	33.5 ± 10.6	ns
HCO ₃ ⁻	mmol/L	32.9 ± 2.2	32.2 ± 1.2	ns
BE	mmol/L	8.5 ± 2.3	8.0 ± 1.4	ns
O2sat	%	57.5 ± 5.5	54.0 ± 20.0	ns

A : B P < 0.01

a : b, c : d P < 0.05

表6 白血球サブポピュレーション

3日齢				30日齢					
群		対照	誘起	有意差	群		対照	誘起	有意差
WBC	cell/ μ L	9,400 \pm 3,100	7,750 \pm 1,910	ns	WBC	cell/ μ L	8,950 \pm 3,980	7,600 \pm 1,130	ns
Gran	cell/ μ L	5,234 \pm 1,955	4,708 \pm 2,365	ns	Gran	cell/ μ L	4,510 \pm 4,359	2,721 \pm 1,261	ns
PBMC	cell/ μ L	4,166 \pm 1,452	3,042 \pm 456	ns	PBMC	cell/ μ L	4,440 \pm 1,027	4,879 \pm 130	ns
CD3 ⁺	cell/ μ L	1,567 \pm 613 ^a	854 \pm 306 ^c	ns	CD3 ⁺	cell/ μ L	2,538 \pm 614 ^b	2,760 \pm 314 ^d	ns
CD3 ⁺ TcR1-N12	cell/ μ L	1,240 \pm 763	430 \pm 62	0.05	CD3 ⁺ TcR1-N12	cell/ μ L	1,070 \pm 505	1,364 \pm 223	ns
CD4 ⁺	cell/ μ L	457 \pm 277 ^a	252 \pm 177	ns	CD4 ⁺	cell/ μ L	859 \pm 253 ^b	736 \pm 165	ns
CD8 β ⁺	cell/ μ L	302 \pm 150 ^a	169 \pm 2	ns	CD8 β ⁺	cell/ μ L	656 \pm 153 ^b	709 \pm 185	ns
MHCclassII ⁺ CD14 ⁻	cell/ μ L	417 \pm 282	106 \pm 41	0.05	MHCclassII ⁺ CD14 ⁻	cell/ μ L	750 \pm 250	751 \pm 180	ns
CD14 ⁺	cell/ μ L	1,638 \pm 943 ^a	1,624 \pm 559	ns	CD14 ⁺	cell/ μ L	607 \pm 509 ^b	984 \pm 481	ns
CD21 ⁺	cell/ μ L	108 \pm 66 ^a	51 \pm 2	ns	CD21 ⁺	cell/ μ L	506 \pm 296 ^b	153 \pm 16	0.05
WC1-N1 ⁺	cell/ μ L	694 \pm 246	305 \pm 81	0.05	WC1-N1 ⁺	cell/ μ L	840 \pm 434	695 \pm 117	ns
CD335 ⁺	cell/ μ L	79 \pm 21 ^a	57 \pm 7 ^c	ns	CD335 ⁺	cell/ μ L	248 \pm 141 ^b	180 \pm 8 ^d	ns

A : B, C : D P < 0.01

a : b, c : d P < 0.05

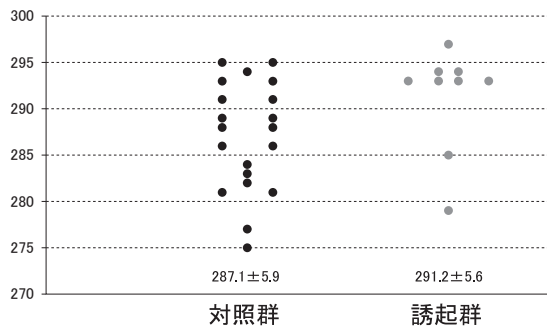


図1 在胎日数

class- II⁺CD14⁻は同 417 \pm 282、同 106 \pm 41 および WC1⁺-N1は同 694 \pm 246、同 305 \pm 81 と有意 (P < 0.05) に高い値を示した。30日齢では CD21⁺が対照群 506 \pm 296、誘起群 153 \pm 16 で有意差 (P < 0.05) を認めた。

また、同一群での3、30日齢の比較で対照群は CD3⁺、CD4⁺、CD8 β ⁺、CD21⁺ および CD335⁺が有意 (P < 0.01、0.05) に増加したのに対し、誘起群は CD3⁺、CD335⁺が有意 (P < 0.01、0.05) に増加したのみであった。

【考察】

誘起群子牛は対照群子牛に比べ在胎日数が平均4日余り長くなっていたが、消化器病発症率が高く初診日齢が早く診療回数も多く、本病が重症化する傾向を認め、免疫能が低い可能性が示された。

両群母牛の胸囲変動に有意差は認められないものの、誘起群は対照群に比べ減少幅が大きく、同群の-30日の血液検査で NEFA が高い傾向を示した。これは誘起群が分娩予定1ヵ月以前に給与飼料の不足や低品質粗飼料の給与など、

不適切な飼養管理により既にエネルギー不足に陥っており、その状態が分娩予定日までに十分改善されず体脂肪、体蛋白を動員して消瘦が進行した結果と考えられ、母体の妊娠末期の低栄養が胎子の成熟を遅延させ在胎日数の延長を助長するとした菅原らの報告 [5] と一致する成績が得られた。分娩遅延が多発する牛群では-30日以前の比較的早期から母牛の飼養環境、飼料の品質および給与量など見直す必要 [6] があることが示唆された。また、対照群の0日での BUN と NEFA の上昇は分娩が近づき、胎子増大によるルーメン圧迫が進行し、食欲が低下した為と考えられた。

両群子牛の体重測定と臨床検査に有意な差は認めなかった。しかし、3日齢の誘起群の P、R は対照群に比べ高い傾向を示した。これは同時に実施した両群の pCO₂ の値に差がないことから、心拍数、呼吸数を増して対照群と同等の血流量やガス交換量を確保していると考えられ、誘起群は対照群に比べ循環器、呼吸器機能が未熟で出生していると考えられた。また、同一群間の比較では対照群の P、R が3~30日齢の間に有意に減少したのに対し、誘起群は減少傾向に留まり、対照群に比べ循環器、呼吸器の成熟が遅延すると思われた。

両群子牛に実施した血液一般、生化学検査および静脈血ガス分析に明確な差は認めなかった。しかし、3日齢で誘起群は多くの検査項目で対照群の値を下回り、また、同一群間の比較では対照群は Ly、Alb、Tcho が3~30日齢にかけて有意に増加し免疫組織、肝臓および消化器の成熟が伺われたのに対し、誘起群では同

様の傾向は認められるものの、有意差はなく心肺機能同様これらの諸臓器の成熟も遅延していると推察された。さらに、30日齢では誘起群は対照群に比べHt、Tchoが低く慢性的な低栄養に陥っていることが示唆された。分娩誘起は泌乳準備の十分整っていない乳腺状態であっても強制的に出産させてしまうことから、母牛の泌乳量を低下させた可能性があり、それに伴う子牛の哺乳量の不足が疑われた。

白血球サブpopulationは、3日齢で誘起群の全ての検査値が対照群を下回っており、この時点で同群の免疫担当細胞数は少なく免疫能が低下していることが示唆された。特に、対照群に比べ誘起群でCD3⁺TcR1-N12⁺、WC1⁺-N1 (γδT細胞) およびMHC class-II⁺CD14⁻ (B細胞、単球) が有意に低下しており、本農場の誘起群で多発したBRV、Crを検出する消化器病は、幼齢期の皮膚や小腸などの粘膜上皮間に多く存在し感染初期の局所の感染防御に主要な役割を果たすγδT細胞²⁾と、抗体産生に関与するB細胞 [3] の減少による免疫能の低下に起因すると考えられた。また、同一群間での比較で3～30日齢の間に対照群はCD3⁺、CD4⁺、CD8β⁺、CD21⁺およびCD335⁺が有意に増加したのに対し、誘起群はCD3⁺、CD335⁺が有意に増加したのみであり、後者は前者に比べは免疫担当細胞の増加に時間を要することが判明した。30日齢の誘起群で観察されたHt、Tchoの低下が示す低栄養状態は、これら免疫組織の成熟を阻害[2]した可能性が高いと考えられた。

以上の成績から、誘起群母牛は対照群母牛に比べ30日以前から低栄養で管理されたことにより、胎子の成熟遅延が在胎期間延長の最大の要因と考えられ、同群子牛は3日齢で諸臓器、

免疫能の発達が未熟で、その成熟には時間を要することが判明した。

誘起群子牛の病態が、在胎日数の延長、分娩誘起あるいはその双方に起因するのかわらかではないが、少なくとも分娩事故低減だけに着目した安易な分娩誘起は、哺乳期の子牛事故多発、重症化を招く危険性が高いことが今回の成績から強く示唆された。

分娩遅延に対しては、「いかに分娩させるか」より「なぜ分娩が遅延するか」が問題であり、その予防には母牛の妊娠末期の管理の適否を最優先で見直すべきである。また、やむを得ず分娩誘起を実施する際には、「誘起群は未熟で低免疫状態」で出生することを踏まえ、対照群より快適な環境を与え、適正哺乳量を確保し栄養要求量を確実に充足することが、同群子牛の損耗率を抑制するために必須である。

[引用文献]

1. 腰原隆広. 2012. デキサメサゾン、PGF_{2α}製剤、EB₂同時投与による牛の分娩誘起法の検討. 家畜診療. 59: 607-615.
2. 大塚浩通. 2007. 知っておきたい子牛の免疫防御. 日本家畜臨床感染症研究会誌. 2: 7-15.
3. 大塚浩通. 2008. 子牛の免疫の特徴と感染症. 日本家畜臨床感染初九研究会誌. 3: 111-118.
4. 実重真, 山本直樹, 土江伸夫ほか. 2012. 黒毛和種の長期在胎牛に対する定時分娩誘起法の検討. 家畜診療. 59: 93-98.
5. 菅原久美子, 松田敬一, 高橋千賀子ほか. 2010. 黒毛和種母牛の分娩前栄養状態と分娩遅延の関係. 産業動物医学雑誌. 1: 74-75.
6. 菅原久美子, 松田敬一, 高橋千賀子. 2011. 黒毛和種母牛の分娩前栄養状態と分娩遅延の関係. 産業動物医学雑誌. 2: 76-77.

Factor of the delayed parturition and influence of induced parturition on calves in Japanese black cows.

Kimihiko Sano¹⁾ Hiromichi Ohtsuka²⁾ Masaya Nakagawa³⁾ Hisasi Tutiya³⁾
Sano · Claf support
(1-6-15, Hontyou, Siraoui, Hokkaido 059-0906, Japan)