

総 説

黒毛和種子牛の受動免疫による呼吸器病ワクチネーション 効果と飼養管理

佐野公洋^{1)*} 高山直寛²⁾ 綿貫 実²⁾ 山中偉行¹⁾ 大谷智弘³⁾ 上塚俊介²⁾
山下政秀²⁾ 西 修²⁾ 小林康治³⁾ 山口麻衣子²⁾ 吉田喜義²⁾

1)いぶり農業共済組合西部家畜診療所
(〒059-0271 北海道伊達市南黄金町44番地19)

2)いぶり農業共済組合北部家畜診療所

3)いぶり農業共済組合中部家畜診療所

*連絡担当者：佐野公洋

いぶり農業共済組合西部家畜診療所
(〒059-0271 北海道伊達市南黄金町44番地19)

TEL：0142-24-7111

FAX：0142-24-7112

【要約】

自動哺乳装置を使用する黒毛和種繁殖経営の一農場で、哺乳子牛に呼吸器病が多発した。前年に実施した抗体検査で幼齢子牛にウイルスの流行が疑われたため、受動免疫による防除を目的として分娩前20～90日の母牛に呼吸器病6種混合ワクチンを接種した。接種前と比較して母牛の抗体価は多くの個体で上昇しかつ子牛への移行も良好であったが、呼吸器病発生率は60.0%と低減しなかった。

子牛の血液検査成績から免疫能の低下、低栄養および群飼によるストレスが示唆されたため、翌年から母牛へワクチン接種を継続すると同時に分娩30～60日前から配合飼料の増給、子牛の代用乳給与量の増量、自動哺乳群への導入日齢の延長および哺乳中の群間移動を中止したところ呼吸器病発生率は25.0%と有意($P<0.01$)に減少した。

母牛へのワクチン接種により移行抗体を高めても、哺乳期の子牛に低栄養と過大なストレス負荷および母牛妊娠末期の飼料充足率の低下といった基本的な飼養管理に問題がある場合、その効果が十分発揮されないことが示唆された。

【キーワード：黒毛和種子牛、呼吸器病発生率、呼吸器病6種混合ワクチン、受動免疫、飼養管理】

【はじめに】

近年、管内の黒毛和種繁殖農場では多頭化に伴い、省力化、消化器病の予防および繁殖成績の向上などを目的として自動哺乳装置(ロボット)

を導入する農場が増加している。幼齢期からの群飼は単独飼育と比べ、個体毎の健康状態の把握が困難であり、異常牛発見のため定時的観察や検温といった管理が不可欠である。しかし、

現場では時間的、労力的な制約から十分実施されることは少なく断続的に発生する呼吸器病の対応に苦慮する事例が多い。

また、黒毛和種は乳用種に比べ幼齢期の免疫能が劣る[5]のに加え、ロボットでは運動量増に伴う栄養要求量の増加、闘争によるストレスおよび子牛同士の接触や共用する乳首、飼槽などからの容易な病原体の伝染といった飼養環境下に置かれるため、代用乳の増量、ペンの広さ、体格差、日齢差に応じた牛群構成および器具、施設の清掃、消毒、換気などの飼養管理とワクチン、抗菌剤などによる予防プログラムを適切に実施しなければ呼吸器病が蔓延する危険性の高い管理方式である。

今回、ワクチン接種を行っていなかった、一農場の120日齢以下のロボット子牛群で数年にわたり呼吸器病が多発(発生率60%以上)した。前年に実施した発症子牛の抗体検査で60日齢以下の6頭の子牛にBVDウイルス(2/6頭、33.3%)、RSウイルス(4/6頭、66.7%)の流行が疑われたため、受動免疫による防除を目的として妊娠末期の母牛に呼吸器病6種混合ワクチン(ワクチン)の接種を実施した。母牛の血清抗体価は上昇し子牛への抗体の移行も良好であったが同発生率は改善されなかった。翌年から母牛へのワクチン接種を継続すると同時に母牛、子牛の飼養管理を改善したところ呼吸器病発生率が有意に減少したのでその概要について報告する。

【材料と方法】

供試農場と供試牛：管内で母牛約30頭、育成、哺育牛約30頭を飼養する黒毛和種繁殖経営の一農場。2006年1月～2007年12月に分娩した経産母牛58頭、2006年1～12月に出生しロボットにより哺育した5～120日齢の経産牛産子30頭(雄14頭、雌16頭、対照群)および2007年1～12月に出生した同28頭(雄16頭、雌12頭、試験群)の計58頭を用いた。

臨床症状と治療：呼吸器病発症牛は対照群13頭(延べ18頭)、試験群7頭であり全例治療した。初診時39.6～40.8℃の発熱、36～66回/分の呼吸数、発咳、鼻汁漏出および肺胞音の増高等を呈した。治療は抗菌剤(ペニシリン、カナマイシン、フロルフェニコール、エンロフロキサシン)を全頭に投与し、高熱が持続する症例には非ステロイド系鎮痛消炎剤も併用した。

ワクチン：分娩20～90日前の母牛全頭にワクチン(牛伝染性鼻気管支炎(IBR)、牛ウイルス性下痢-粘膜病2価(BVD1、2)、牛パラインフルエンザ感染症(PI3)、牛RSウイルス感染症(RS)、牛アデノウイルス感染症(AD7)混合ワクチン(キャトルウイン6、京都微研))を一回接種し、子牛への接種は実施しなかった。

病原微生物検査：呼吸器病発症した対照群4頭、試験群3頭の鼻腔ぬぐい液を用いた細菌培養検査を実施した。また、対照群母子7組の経時的(母牛：ワクチン接種前後の2回、子牛：3、30、60、90および120日齢の5回)に採取した血清を用いIBR、BVD(1、2型)、RS(中和試験)、PI3およびAD7(赤血球凝集抑制反応)各ウイルスの抗体検査を実施し、併せてワクチンテイク率も調査した。

血液検査：両群の3、30、60、90および120日齢において臨床的に健康で採血が可能であった個体を用い、免疫能の指標として末梢白血球数(WBC)、同リンパ球数(Ly)、3日齢の総タンパク(TP)、栄養度の指標としてTP、総コレステロール(Tcho)および血糖の値を比較した。

また、ストレスの指標として臨床的に健康な対照群7頭の群を移動する前後の血清コルチゾールを調査した。

母牛の飼養管理と飼料充足率：対照群母牛の妊娠末期はチモシー主体の乾草(CP8.2%、TDN52.0%)約8kg/日と配合飼料(CP13.5%、TDN68%)を0.5kg/日給与した。

試験群母牛は対照群母牛と同メニューとし、分娩予定30～60日前から配合飼料を1日3.0Kg給与した。両群母牛に給与された飼料充足率を日本飼養標準肉用牛(2000年版)を用いて比較した。

子牛の飼養管理：1日の代用乳(CP26%、TDN108%、FAT20%)給与量は対照群600g、試験群は二倍の1200gとし離乳は同90～120日齢、同90～97日齢で実施した。

両群とも3日齢まで自然哺乳、その後母子分離しカーフハッチで人工哺乳を行い対照群は5～14日齢、試験群は15～30日齢でロボットへ移動し2～6頭の群で飼養した。

また、対照群は20～80日齢で哺乳ペンを移動し牛群を再編成していたが、試験群は120日齢までロボットへ移動時の群編成を変更することなく管理した。

比較項目：両群の呼吸器病発生頭数、呼吸器病発生率、診療回数および再発頭数を比較し飼養管理改善の効果を判定した。

[成績]

細菌培養検査成績(表1)ではP.multocidaが対照群75.0%(3/4頭)、試験群66.7%(2/3頭)、M.haemolyticaが対照群25.0%(1/4頭)で検出されたが他の起因菌は検出されなかった。

対照群のウイルス抗体検査成績(表2)ではNo1を除く各母牛でワクチンテイクと考えられる抗体価の上昇がIBR 1頭(No2)、BVD1 3頭(No2、5、6)、BVD2 3頭(No3、5、7)、PI3 3頭(No2、3、4)およびAD7 2頭(No4、5)合計12観察された。7頭全体のテイク率は28.6%(12/42)であった。

また、3日齢の子牛の抗体価はNo4の子牛を除き母牛の接種後の抗体価に類似した値を示し、各抗体価は120日齢まで2倍以上を保持したが、BVD1、BVD2では90日齢で2倍以下に低下する個体(No4、5)が観察された。さらに、

No2子牛、60日齢のBVD2、No4子牛、120日齢のRSおよびNo6子牛、60日齢のBVD1で感染を疑う抗体価の上昇がみられた。

血液検査成績(表3)では対照群が各日齢間のWBC、Ly(120日齢除く)で低い傾向を示し、日齢と共に増加する細胞数も緩慢で、特に移行抗体量を反映する3日齢TPは試験群に比べ有意($P<0.001$)低くなっていた。

また、TP、Tchoおよび血糖は全ての日齢で対照群が試験群を下回る成績を示した。TPの3、30日齢、Tchoの3、30および60日齢ならびに血糖の60日齢では対照群が有意($P<0.05\sim 0.001$)に低い値を示した。

図1は群を移動する前後の対照群の20日齢代1頭、30日齢代2頭、40日齢代4頭の血清コルチゾール値の推移である。平均値では移動前 1.7 ± 1.1 、移動後 3.2 ± 2.4 と上昇する傾向を認めた。20、30日齢の3頭は移動後全て増加し特に20日齢の値は急激な上昇が観察されたが、40日齢では上昇した子牛が2頭、低下した子牛が2頭あり移動前後とも20、30日齢の3頭に比べ低い値を示す傾向にあった。

母牛の乾物量(DM)、粗蛋白(CP)および可消化養分総量(TDN)の充足率(表4)は、対照群母牛で97.0%、87.7%、94.5%といずれも不足していたが、試験群母牛では配合飼料の増給により127.1%、87.7%、130.9%～131.7%と充足した。

呼吸器病発生頭数(図2)は、対照群で日齢を追うごとに増加し91～120日齢で7頭と最も多くなったのに対し、試験群では31～60日齢、4頭がピークで91～120日齢での発症牛はなかった。呼吸器病発生率は対照群60.0%(18/30頭)、試験群25.0%(7/28頭)と有意に($P<0.01$)減少した。診療回数は同 4.5 ± 3.4 、同 3.4 ± 1.0 および再発頭数は同5頭(91～120日齢)、同0頭でいずれも後者で低下する傾向を認めた(表5)。

表1 細菌培養検査成績

群	頭数	P.multocida	M.haemolytica	Moraxella spp.	マイコプラズマ
対 照	4	3 (75.0)	1 (25.0)	0 (0)	0 (0)
試 験	3	2 (66.7)	0 (0)	1 (33.3)	0 (0)

() = 検出率 (%)

表2 ウイルス抗体検査成績

No	母子	ワクチン	検査日齢	IBR	BVD1	BVD2	RS	PI3	AD7
1	母牛	接種前	0	≥ 256	≥ 4096	2048	128	256	≥ 2048
		接種後	24	≥ 256	≥ 4096	2048	128	256	≥ 2048
	子牛		3	≥ 256	≥ 4096	2048	≥ 512	512	≥ 2048
			30	≥ 256	≥ 4096	2048	128	256	≥ 2048
			60	≥ 256	≥ 4096	1024	128	128	≥ 2048
			90	≥ 256	1024	1024	8	32	≥ 2048
			120	32	512	512	8	16	≥ 2048
2	母牛	接種前	0	32	64	≥ 4096	32	128	≥ 2048
		接種後	25	≥ 256	256	≥ 4096	32	256	≥ 2048
	子牛		3	≥ 256	512	≥ 4096	128	512	≥ 2048
			30	128	64	1024	32	256	≥ 2048
			60	64	64	≥ 4096	8	128	≥ 2048
			90	32	16	512	2	64	≥ 2048
			120	8	4	256	2	32	128
3	母牛	接種前	0	≥ 256	2048	128	≥ 512	1024	≥ 2048
		接種後	41	≥ 256	2048	256	≥ 512	≥ 2048	≥ 2048
	子牛		3	≥ 256	2048	256	≥ 512	≥ 2048	≥ 2048
			30	≥ 256	1024	32	≥ 512	512	≥ 2048
			60	64	256	16	128	128	≥ 2048
			90	16	64	2	128	64	1024
			120	4	32	4	8	32	512
4	母牛	接種前	0	≥ 256	2048	16	≥ 512	256	256
		接種後	43	≥ 256	1024	16	≥ 512	1024	512
	子牛		3	128	128	16	32	32	64
			30	128	256	16	32	64	64
			60	32	32	8	8	32	32
			90	8	8	<2	8	16	16
			120	4	4	<2	32	8	8
5	母牛	接種前	0	≥ 256	2	2	128	256	32
		接種後	43	≥ 256	32	8	128	256	128
	子牛		3	≥ 256	16	16	128	256	128
			30	≥ 256	16	8	128	128	32
			60	≥ 256	2	2	8	64	32
			90	64	<2	<2	8	16	16
			120	16	<2	<2	2	8	16
6	母牛	接種前	0	≥ 256	1024	64	≥ 512	≥ 2048	≥ 2048
		接種後	59	≥ 256	≥ 4096	32	≥ 512	≥ 2048	≥ 2048
	子牛		3	≥ 256	2048	32	≥ 512	≥ 2048	≥ 2048
			30	≥ 256	512	16	≥ 512	≥ 2048	≥ 2048
			60	≥ 256	1024	4	128	512	≥ 2048
			90	128	64	4	32	128	512
			120	32	64	2	8	32	256
7	母牛	接種前	0	≥ 256	≥ 4096	128	128	≥ 2048	≥ 2048
		接種後	73	≥ 256	≥ 4096	512	32	≥ 2048	≥ 2048
	子牛		3	≥ 256	≥ 4096	256	128	≥ 2048	≥ 2048
			30	≥ 256	2048	128	32	1024	≥ 2048
			60	≥ 256	512	32	32	512	≥ 2048
			90	≥ 256	256	8	2	128	≥ 2048
			120	64	64	2	2	64	1024

中和試験：BR、BVD1、BVD2、RS
赤血球凝集抑制反応：PI3、AD7

母牛日齢 接種前=ワクチン接種当日
接種後=分娩後3日目

表3 血液検査成績

日齢	群	3	n	30	n	60	n	90	n	120	n
WBC / μ l	対照	7,500 \pm 141	2	8,783 \pm 937	6	7,500 \pm 1,442	3	8,680 \pm 2,951*	5	8,610 \pm 1,926	10
	試験	9,608 \pm 3,833	15	9,316 \pm 1,465	19	9,100 \pm 1,639	10	12,163 \pm 2,647*	16	10,000 \pm 2,687	2
Ly / μ l	対照	2,316 \pm 911	2	2,731 \pm 664**	6	2,989 \pm 1,639	3	3,777 \pm 1,012	5	4,749 \pm 1,046	10
	試験	2,831 \pm 1,264	15	3,899 \pm 1,252**	19	4,114 \pm 845	10	4,670 \pm 1,555	16	3,376 \pm 1,452	2
TP g/100ml	対照	5.5 \pm 0.7***	8	5.1 \pm 0.3***	7	5.6 \pm 0.5	10	6.0 \pm 0.4	22	6.2 \pm 0.4	26
	試験	6.8 \pm 0.7***	11	6.0 \pm 0.4***	10	6.2 \pm 0.4	19	6.4 \pm 0.8	8	6.4 \pm 0.5	12
Tcho mg/100ml	対照	50.8 \pm 18.9**	8	76.7 \pm 38.0***	7	85.2 \pm 34.4***	10	87.1 \pm 38.2	22	75.2 \pm 22.6	26
	試験	56.5 \pm 12.7**	11	153.4 \pm 31.9***	10	178.5 \pm 40.0***	19	111.0 \pm 28.5	8	81.2 \pm 31.8	12
血糖 mg/100ml	対照	104.4 \pm 28.4	8	97.1 \pm 56.6	7	82.0 \pm 13.7*	10	78.3 \pm 28.3	22	79.6 \pm 9.6	26
	試験	116.6 \pm 25.4	11	106.0 \pm 16.7	10	96.0 \pm 11.5*	19	86.5 \pm 10.9	8	84.5 \pm 11.0	12

*** : P<0.001 ** : P<0.01 * : P<0.05

表4 妊娠末期の飼料充足率 (%)

	DM	CP	TDN
対照群母牛 (配合 0.5kg)	97.0	87.7	94.5
試験群母牛 (配合 3.0kg)	127.1	130.9	131.7

日本飼養標準 肉用牛 2000年版

推定体重450kg

給与飼料

粗飼料：チモシー主体(ラップ)：C P 8.2%、T D N 52%、8kg

配合飼料：C P 13.5%、T D N 68%

表5 呼吸器病発生率、診療回数および再発頭数

群	出生頭数	呼吸器病発症頭数	発生率	診療回数	再発頭数
対照	30	18	60.0%	A 4.5 \pm 3.4	5
試験	28	7	25.0%	B 3.4 \pm 1.0	0

A-B : P<0.01

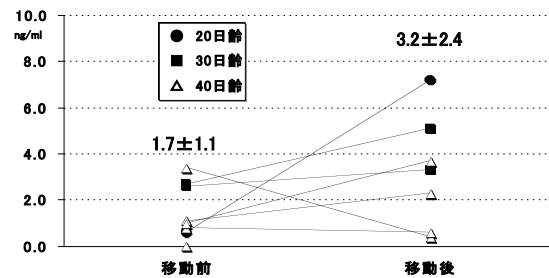


図1 群間移動した子牛の血中コルチゾール濃度

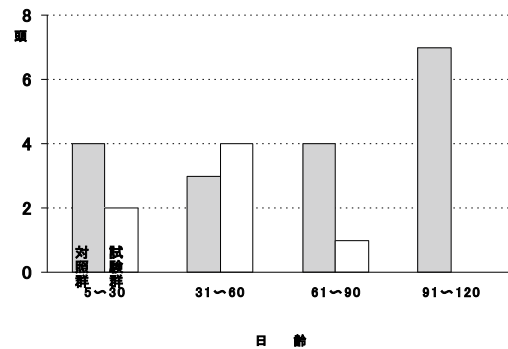


図2 呼吸器病発生頭数

[考察]

両群に実施した細菌培養検査で、呼吸器病の一次的原因とされる細菌[1]は対照群の1頭で分離されたM.haemolyticaのみであった。本試験開始前年に実施した発症子牛の抗体検査で

BVD、RSの検出率が高く、対照群の3頭で抗体価の上昇が確認されたことから、本農場で多発する呼吸器病の主因はウイルス感染と考えられた。

対照群母牛7頭のウイルス抗体検査ではワク

チン摂取前と比べ接種後6頭、12の抗体価が上昇しワクチンテイク率は28.6%であった。経産母牛とはいえ6種のウイルス抗体を全て高値で保有するとは限らず[2]、母牛に対するワクチン接種は対照群の呼吸器病予防効果が期待された。また、3日齢の対照群の抗体価はNo4を除き母牛のワクチン接種後の抗体価に類似した値を示し、No4、5のBVD1、2以外は120日齢まで2倍以上の抗体価が維持され、受動免疫はおおむね成功したと考えられたが、対照群の呼吸器病発生率は60.0%と低減しなかった。

そこで対照群の免疫能およびウイルス、細菌感染と同時に呼吸器病の一次的原因となる栄養度、ストレス負荷状態[1]を知る目的で血液検査、子牛の抗病性に影響する母牛の妊娠末期の飼養管理状況[6,7]を知る目的で飼料充足率を調査した。その結果、WBC、Lyおよび3日齢TPならびにTP、Tchoおよび血糖はいずれも各日齢で低値を示し、免疫能の低下と低栄養が明らかとなった。また、コルチゾールの推移は群を移動した際と比較的幼齢の20、30日齢での移動時に上昇しストレス負荷が大きいことが、さらに母牛妊娠末期給与飼料のDM、CP、TDNの充足率はいずれも100%を下回り満たされていないことが判明した。

子牛の免疫は栄養と密接に関連しており、免疫担当細胞を構成するアミノ酸(蛋白)の摂取不足は同細胞の分化、増殖過程での反応を抑制し、そのエネルギー源となる糖の不足は細胞の機能低下を誘導する[3]。また、コルチゾールの上昇は免疫細胞の機能を抑制すると同時に胸腺の成長促進因子の一つ成長ホルモン産生の低下と胸腺のアポトーシスを誘導するので、胸腺のT細胞教育機能を強く抑制[5]した可能性が高い。さらに、妊娠末期の母牛の低栄養は胎子の器官形成[4]、分泌する初乳の品質と量[6]および出生直後子牛のWBC数を抑制[5]しその抗病性を低下させる。よって対照群には低栄養、ストレ

スおよび妊娠末期母牛の低い飼料充足率といった飼養管理の失宣に起因する免疫システムの機能低下があった可能性が高く、呼吸器病発生率を低減できなかったと考えられた。

対策として試験群母牛へのワクチン接種を継続すると同時に分娩30~60日前から配合飼料3kgの増給を実施し飼料充足率を改善した。また、試験群へは代用乳給与量を倍増して栄養供給を増し、ロボットへの導入日齢の延長および哺乳中の群間移動を中止してストレスの軽減を図った。その結果、試験群の血液検査成績は対照群と比較し各項目で上昇し、免疫能、栄養状態は改善、試験群の呼吸器病発生率は25.0%と有意($P<0.01$)に減少、診療回数、再発頭数も低下する傾向を認め、今回実施した飼養管理改善の有効性が示唆された。

また、試験群は対照群と比べ61日齢以降の発症が1頭のみと著しく減少し、生産者、我々獣医師に対して労力的、精神的負担が大きい再発牛の発生が皆無であった。低栄養で管理される子牛のT細胞数は持続的に低値で推移し、T細胞数の低下に起因する日和見肺炎の発生が容易になるとされるが[5]、試験群に対して実施した代用乳の増量により3~60日齢のTchoの有意な上昇が示す通り、この時期の栄養充足が適切になされた結果、対照群と比較してT細胞数の低下が少なく61日齢以降の発症牛および再発牛が減少したのではないかと推察された。今回の成績から、呼吸器病防除の目的で母牛へワクチネーションを実施し移行抗体を高めても、哺乳期の子牛に低栄養と過大なストレス負荷および母牛妊娠末期の飼料充足率の低下といった基本的な飼養管理に問題がある場合、その効果が十分発揮されないことが示唆された。

【謝辞】

ウイルス抗体検査にご協力いただきました株式会社微生物化学研究所に深謝いたします。

[引用文献]

1. Cravens, R. L. 2004. アメリカにおける牛呼吸器病症候群の現状と対策. 臨床獣医. 22(6): 15-19.
2. 福山新一. 2008. 子牛の感染予防ワクチンプログラム. 日本家畜臨床感染症研究会誌 3 (2): 79-84.
3. 大塚浩通. 2006. 生産性向上を目的とした乳牛の臨床免疫について. 家畜診療53(5) : 265-273.
4. 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(3) : 79-84.
5. 大塚浩通. 2008. 子牛の免疫の特徴と感染症. 日本家畜臨床感染症研究会誌3(2) : 111-116.
6. 佐野公洋. 2007. 肉用子牛の育成管理(各論). 家畜診療54(2) : 83-89.
7. 芝野健一, 黒木智成, 斎藤隆文, 嵐 泰弘. 2008. 事故多発黒毛和種繁殖農場における母牛の栄養状態と出生子牛の血液性状の関係. 日本家畜臨床感染症研究会誌 3(1) : 1-10.

Effect of passive immunity by the vaccination on the respiratory disease and feeding management in Japanese black calves

Kimihiro Sano¹⁾, Naohiro Takayama²⁾, Minoru Watanuki²⁾, Hideyuki Yamanaka¹⁾, Tomohiro Ohtani²⁾, Shunsuke Uetsuka²⁾, Masahide Yamashita²⁾, Osamu Nishi²⁾, Yasuharu Kobayashi³⁾, Maiko Yamaguchi²⁾ and Kiyoshi Yoshida²⁾

¹⁾Seibu Veterinary Clinic, ²⁾Hokubu Veterinary Clinic and ³⁾Chu-bu Veterinary Clinic, Iburi Agricultural Mutual Aid Associations (44-19, Minamikogane, Date, Hokkaido 059-0271, Japan)