

## 総説

## ワクチネーションによる子牛下痢症のコントロールと野外応用例

小原潤子

北海道立畜産試験場 感染予防科  
 (〒081-0038 北海道上川郡新得町西5線39)  
 TEL 0156-64-5321  
 FAX 0156-64-5349  
 koharajn@agri.pref.hokkaido.jp

## 【要約】

子牛下痢症予防ワクチンの効果について野外試験を行った。母子免疫型の混合不活化ワクチンは牛ロタウイルスに対する免疫原性を有し、ワクチン接種により母牛の血清および乳汁中の抗体価が高まり、子牛への受動免疫が増強された。しかし、ワクチン群の子牛においても50%以上が下痢を発症し、その中でも牛ロタウイルス病の発生率は対照群と有意差がなく、本ワクチンの牛ロタウイルス病予防効果は十分ではなかった。次に、子牛の移行抗体と牛ロタウイルス病の防御との関連について検討した。牛ロタウイルス病子牛の血清中牛ロタウイルス中和抗体価は正常子牛と比較して低く、子牛の血清中ウイルス中和抗体価と下痢発症日齢、下痢持続日数、糞便スコア合計およびウイルス排泄日数に相関が認められた。これらのことから、新生子牛の血清中牛ロタウイルス中和抗体価は牛ロタウイルス病に対する防御と重篤度の指標となることが示唆された。初乳由来抗体は子牛への牛ロタウイルスの自然感染を完全に防御することはできなかったが、下痢の症状軽減やウイルス排泄日数を短縮するなど、牛ロタウイルス病を防御する重要な役割を持つことが明らかになった。

【キーワード：牛ロタウイルス、子牛下痢症、初乳、母牛ワクチン】

## 【はじめに】

子牛の下痢症は病原微生物、飼養環境、子牛の免疫や栄養状態など多くの要因が関与して発生する複合的な疾病であり、病原微生物の診断法や衛生管理技術が向上しているにも関わらず、その発生は減少せず、酪農畜産農家にとって経済的損失が大きな疾病の1つである。子牛下痢症の主要な原因微生物は牛ロタウイルス、牛コロナウイルス、毒素原性大腸菌、サルモネラ、クリプトスポリジウム、コクシジウムなどで、中でも牛ロタウイルスは子牛の下痢症例の30-50%から検出され、子牛下痢症の最も重要な原因微生物の1つである[9, 6, 11]。牛ロタウイルスなどの病原微生物は多くの農場で常在化しているが、これらの病原微生物に暴露さ

れた子牛が必ずしも下痢を発症するわけではなく、子牛下痢症のコントロールには、飼養環境における病原微生物の汚染度を下げ、子牛への感染の機会を減少させ、子牛の抵抗力を高めることが重要である。

適切な初乳給与は新生子牛に抵抗力を付与し、子牛の下痢症予防に重要である。新生子牛は免疫グロブリン（抗体）を保有しない状態で生まれ、初乳摂取により抗体を獲得する。ほとんどの母牛は牛ロタウイルスなど下痢症の原因微生物の自然感染を受けており、初乳中にはこれらに対する抗体が含まれている。初乳中の抗体は子牛の腸管から吸収され、血中へ移行した抗体は再び腸管へ移行し、腸管局所での感染防御に働く。また、子牛の腸管から吸収されなかつ

た乳汁中の抗体は腸管粘膜をコーティングし、乳汁免疫としてウイルスなどの感染防御に作用することが期待される。牛ロタウイルス病などの感染性下痢症に対する免疫学的予防法の1つとして、母牛にワクチン接種し、初乳中の特異抗体を高め、子牛への移行抗体を増強する受動免疫型の母子免疫ワクチンが利用されるようになってきた。本稿では子牛下痢症予防のための母子免疫ワクチンの効果と野外応用例について紹介する。

### 【子牛下痢症予防ワクチン】

欧米では20年以上前から子牛下痢症に対する混合ワクチンが多数開発されており、母牛に接種する受動免疫型の母子免疫ワクチンの他、弱毒生ワクチンを子牛に経口投与し、腸管粘膜で特異抗体を誘導する能動免疫型ワクチンがある。[1, 5, 8, 10]。現在、日本国内では、牛ロタウイルス、牛コロナウイルス、毒素原性大腸菌K99線毛抗原を含む母子免疫型の牛下痢5種混合不活化ワクチンが市販されている。

### 【母子免疫ワクチンによる受動免疫の増強と子牛下痢症の予防効果】

子牛下痢症に対する母子免疫ワクチンによる受動免疫の増強および下痢症の予防効果について野外試験を行った [3]。母子免疫ワクチンは、子牛下痢症混合不活化ワクチン(Lactovac、Hoechst社、Germany) を用い、ワクチン1バイアル(5ml)中には、牛ロタウイルスV1005/78株(VP7血清型G10, VP4遺伝子型P[5])  $10^{7.5}$ TCID<sub>50</sub>、Holland株(VP7血清型G6, VP4遺伝子型P[1])  $10^{7.5}$ TCID<sub>50</sub>、牛コロナウイルス800株 $10^{7.5}$ TCID<sub>50</sub>、牛パルボウイルスHaden株  $10^{7.7}$ TCID<sub>50</sub>および大腸菌線毛抗原K99を512HU含有していた。

肉専用種(アンガス種、ヘレフォード種、黒

毛和種) 雌牛96頭(2-11歳)とその子牛97頭を試験牛とした。妊娠牛96頭をワクチン接種群および対照群に分け、ワクチン接種群48頭には分娩6-11週前に子牛下痢症混合不活化ワクチンを頸部皮下に5ml接種し、4週間後に同様に2回目のワクチン接種を行った。残りの48頭はワクチン非接種の対照群とした。これらの母牛から生まれた子牛97頭は1日1回臨床症状の観察を6週間行い、下痢発症時には糞便を採取し、糞便中の病原微生物を検索した。ワクチン接種群および対照群よりそれぞれ10頭の血液および乳汁、それらの子牛各10頭の血液および糞便を分娩後28日まで採取し、血清および乳清中のウイルス中和抗体価を測定した。

最初のワクチン接種時には、母牛血清中の牛ロタウイルス、牛コロナウイルス、牛パルボウイルスおよび大腸菌線毛抗原K99に対する抗体価はワクチン接種群と対照群の間に差はなかった。2回目のワクチン接種時に、ワクチン接種群では牛ロタウイルスのVP7血清型G6およびG10、牛コロナウイルスおよび大腸菌K99に対する抗体価が上昇し、対照群に比較して高い値を示した( $p < 0.05$ ) (Table 1)。初乳中抗体価は、ワクチン接種群では牛ロタウイルスのVP7血清型G6およびG10、および大腸菌K99に対する抗体価が対照群と比較して高かった( $p < 0.05$ ) (Table 1)。ワクチン接種群の子牛において、生後3-4週間は牛ロタウイルスのVP7血清型G6およびG10、牛コロナウイルスおよび大腸菌K99に対する血清中抗体価が対照群に比較して高かった( $p < 0.05$ ) (Table 2)。これらのことより、母子免疫型の子牛下痢症予防ワクチンは牛ロタウイルスVP7血清型G6およびG10、牛コロナウイルスおよびK99大腸菌に対する免疫原性を有し、ワクチン接種により母牛の血清および乳汁中の抗体価が高まり、子牛への受動免疫が増強されることが示された。

ワクチン群の子牛下痢発生状況と牛ロタウイルスの検出について対照群と比較した (Table 3)。子牛下痢発症率はワクチン群56.9%、対照群50.0%であったが、へい死子牛はいなかった。下痢発症日齢や下痢持続日数に両群の間に差はなかった。牛ロタウイルスが検出された子牛はワクチン群51頭中4頭 (7.8%)、対照群46頭中8頭 (17.4%) であり、下痢子牛では、ワクチン群29頭中3頭 (10.3%)、対照群23頭中7頭 (30.4%) から牛ロタウイルスが検出された。牛ロタウイルスが検出された日齢は、ワクチン群14-36日齢、対照群2-38日齢であり、牛ロタウイルスの型はすべてG10P [11] であった。また、牛コロナウイルスおよびK99大腸菌は検出されなかった。以上の成績からは、ワクチン接種による子牛下痢症の予防効果は十分ではなかった。

過去に行われた子牛を用いた感染実験では、牛ロタウイルスの感染防御に必要な初乳中抗体価は2,560倍以上、子牛血清中抗体価は1,024倍以上と示されており [5, 7, 10, 12]、本試験でのワクチン群の初乳中牛ロタウイルス中和抗体価は有効な抗体価であると考えられた。牛ロタウイルスの感染に対して、VP7血清型特異的防御免疫が重要であり、ワクチンの血清型と流行株の血清型が一致することが、ワクチンの有効性とよく相関すると考えられている [2, 13]。ワクチンの野外試験を実施した牛群ではG10の流行が認められ、ワクチン群の子牛においても、生後2週齢以降に牛ロタウイルス感染による下痢症が認められた。この理由として、子牛血清中の牛ロタウイルスVP7血清型G10に対する中和抗体価が低かったためと考えられた。また、母子免疫型のワクチンは移行抗体だけでなく、乳汁免疫による下痢症予防効果を期待しているが、ワクチン群においても乳汁中牛ロタウイルス抗体価は分娩2日後には速やかに減少し、牛ロタウイルスの自然感染時には乳汁免疫

として牛ロタウイルス病の防御に有効な価より低くなったため子牛下痢症が発生したと考えられた。

#### 【初乳抗体による牛ロタウイルス病の予防効果】

野外における初乳抗体の牛ロタウイルス病に対する防御効果を明らかにするため、子牛の血清中移行抗体と牛ロタウイルス病の防御との関連について検討した [4]。生後14日以内に下痢を発症した子牛の下痢初発時の糞便を病原検索に供し、下痢便から牛ロタウイルス以外の病原微生物が検出されなかった子牛30頭を牛ロタウイルス病子牛とした。生後2日目の子牛血清中牛ロタウイルスに対する中和抗体価を測定し、下痢発生日から回復まで1日1回臨床症状を観察し、糞便中ウイルスが陰性となるまで、糞便材料を採取した。糞便スコアは、0=正常便、1=軟便、2=泥状便、3=泥水便、4=水様便とし、下痢回復までの合計スコアで下痢の重篤度を判定した。血清中BRV抗体価と下痢発症日齢、下痢持続日数、糞便スコアおよびウイルス排泄日数との相関を検討した。

牛ロタウイルス病子牛30頭の生後2日目の血清中牛ロタウイルス中和抗体価と下痢発症日齢の間に正の相関が認められた ( $r=0.69$ )。血清中牛ロタウイルス中和抗体価と下痢持続日数、糞便スコア (糞便性状をスコア化し、下痢回復までの合計スコアで下痢の重篤度を判定)、ウイルス排泄日数の間に負の相関が認められ、それぞれ相関係数は $r=-0.43$ 、 $r=-0.44$ 、 $r=-0.57$ であった (Fig. 1)。

牛ロタウイルス病は子牛が若齢であるほど症状が重篤であるため、発症日齢を遅らせることが、牛ロタウイルス病による損耗の軽減に重要であり、子牛血清中牛ロタウイルス中和抗体価と下痢発症日齢に相関が認められたことは、牛ロタウイルス中和抗体が牛ロタウイルス病の防御免疫に働いていると考えられる。

## 【子牛下痢症の多発農場における下痢症予防対策事例】

子牛下痢症が多発している肉用牛繁殖農場において、下痢症の発生状況とへい死原因を調査し、ワクチンの応用を含めた予防対策とその効果について検討した。

### 1. 子牛下痢症の発生状況と発生要因

肉用牛繁殖A農場は黒毛和種、アンガス種、ヘレフォード種などの肉専用種繁殖牛約400頭を飼養し、季節繁殖を行っている。子牛は自然哺乳で母牛と共にパドックのある開放式牛舎で飼養され、毎年、子牛の生産時期である冬から春にかけて子牛下痢症が多発していた。2005年は1～5月に出生した子牛149頭のうち19頭(12.8%)が下痢症や呼吸器病でへい死した。子牛143頭中104頭が下痢を発症し(発生率72.2%)、平均治療日数は $9.1 \pm 6.1$ 日、牛ロタウイルス陽性率39.1%、下痢症の発生は3月に最も多かった(Fig. 2)。その他の下痢発生要因として、夜間の気温低下や牛舎内の子牛密度が高くなったストレスなどが考えられた。へい死子牛19頭中13頭(68.4%)が黒毛和種子牛で、初産牛の子牛が多く(8頭/13頭=61.5%)、生後2日目の血清中総蛋白質(TP)濃度 $>5.0$ g/dl、免疫グロブリン(Ig) G1濃度 $>10$ mg/mlの子牛が認められ(4頭/13頭=30.8%)、初乳摂取が不十分で疾病に対する抵抗力が低かったことが示唆された。

### 2. 子牛下痢症の予防対策の実施

2006年分娩シーズンの対策として、分娩時期を分散化し、子牛の一部を別の牛舎で人工哺育し、牛舎内の子牛密度を下げた。寒冷対策として、牛舎内に遠赤外線ランプを設置し、夜間のみ子牛を母牛から分離し牛舎内で飼養し、虚弱子牛にはジャケットを着用させた。初産牛の子牛には凍結初乳の追加給与を行い、移行抗体不

足を予防した。

また、母子免疫型の子牛下痢症予防ワクチン(牛下痢5種混合不活化ワクチン;微生物化学研究所)の効果を検討するために、親子22組を2群に分け、ワクチン接種群の母牛13頭に対して、分娩6週前および2週前にワクチンを2回接種した。ワクチン1バイアル(1ml)中には牛ロタウイルス Gunma 8701株(VP7血清型G6, VP4遺伝子型P[1]) $10^{8.0}$ TCID<sub>50</sub>、Hyogo 9301株(VP7血清型G6, VP4遺伝子型P[5]) $10^{8.0}$ TCID<sub>50</sub>、Shimane 9501株(VP7血清型G10, VP4遺伝子型P[11]) $10^{8.0}$ TCID<sub>50</sub>、牛コロナウイルス No.66/H株感染HAL細胞可溶性抗原赤血球凝集価6,000倍、および大腸菌K99線毛抗原蛋白量0.1mg以上を含有していた。ワクチン接種群(親子13組)およびワクチン未接種の対照群(親子9組)について、血清および初乳中のウイルス抗体価や子牛の下痢症発生状況を比較した。

### 3. 下痢症予防対策およびワクチン接種の効果

A農場で対策を実施した2006年1～5月は子牛96頭中52頭が下痢を発症し、下痢発生率は54.2%、平均治療日数は $5.9 \pm 4.0$ 日、牛ロタウイルス陽性率は29.3%、下痢・呼吸器病などによるへい死子牛は4頭(4.2%)で、前年よりも子牛下痢症の発生と死亡率が減少した(Fig. 2)。ワクチン接種により母牛13頭中3頭(23.1%)の血清中牛ロタウイルス中和抗体価が有意に上昇したが、ワクチン接種1回目、2回目、分娩日の母牛血清中牛ロタウイルス抗体価はワクチン接種群と対照群の間に有意差は認められなかった(Table 4)。初乳中IgG1濃度は両群の間に差はなかったが、初乳中牛ロタウイルス中和抗体価はワクチン接種群が有意に高かった( $p < 0.05$ )(Table 4)。また、子牛の生後2日目の血清中TP濃度およびIgG1濃度は両群の間に差はなかったが、子牛血清中



牛ロタウイルス中和抗体価はワクチン接種群の子牛が対照群の子牛に比較して有意に高かった ( $p < 0.05$ ) (Table 5)。子牛下痢症の発症率は両群とも100%で牛ロタウイルス陽性率はワクチン接種群30.8%、対照群22.2%、下痢初発日齢、治療日数に有意差は認められなかった。

以上の成績より、母牛へのワクチン接種による子牛下痢症の予防効果は明らかではなかったが、寒冷対策、初乳給与法の見直し、飼養密度の減少などの対策により、下痢の治療頭数が減少し、子牛下痢症多発農場において子牛のへい死率を5%以下に低減できた。

#### 【まとめ】

母牛へのワクチン接種により乳汁中の牛ロタウイルス中和抗体価が上昇し、子牛への受動免疫が増強されたが、牛ロタウイルスの自然感染を完全に防御にすることはできなかった。また、自然哺乳を行っている牛群では、母子免疫型のワクチンは移行抗体だけでなく、乳汁免疫による下痢症予防効果も期待されるが、ワクチン接種群においても乳汁中牛ロタウイルス抗体価は分娩2日後には速やかに減少し、牛ロタウイルスの自然感染時には乳汁免疫として牛ロタウイルス病の防御に有効な価より低くなったため子牛下痢症が発生したと考えられた。しかし、下痢の症状軽減やウイルス排泄日数を短縮するなど、移行抗体は牛ロタウイルス病の発症を防御する重要な役割を持つことが明らかになった。子牛下痢症をコントロールするためには、農場の飼養形態や衛生管理状態、疾病発状況などを考慮した上で、ワクチネーションを含めた総合的な衛生管理プログラムを策定することが重要である。

#### 【引用文献】

1. Crouch C. F., Oliver, S., and Francis, M. J. 2001. Serological, colostrum and milk responses of cows vaccinated with a single dose of a combined vaccine against rotavirus, coronavirus and Escherichia coli F5 (K99). *Vet. Rec.* 149, 105-108.
2. Gaul, S. K., Simpson, T. F., Woode, G. N. and R. W. Fulton. 1982. Antigenic relationships among some animal rotaviruses: virus neutralization in vitro and cross-protection in piglets. *J. Clin. Microbiol.* 16, 495-503.
3. Kohara, J., Hirai, T., Mori, K., Ishizaki, H. and Tsunemitsu, H. 1997. Enhancement of passive immunity with maternal vaccine against newborn calf diarrhea. *J. Vet. Med. Sci.* 59, 1023-1025.
4. Kohara, J. and Tsunemitsu, H. 2000. Correlation between maternal serum antibodies and protection against bovine rotavirus diarrhea in calves. *J. Vet. Med. Sci.* 62, 219-221.
5. Myers, L. L., and Snodgrass, D. R. 1982. Colostral and milk antibody titers in cows vaccinated with a modified live-rotavirus-coronavirus vaccine. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 181, 486-488.
6. Reynolds, D. J., Morgan, J. H., Chanter, N., Jones, P. W., Bridger, J. C., Debney, T. G. and Bunch, K. J. 1986. Microbiology of calf diarrhea in southern Britain. *Vet. Rec.* 119, 34-39.
7. Saif, L. J., Redman, D. R., Smith, K. L. and Theil, K. W. 1983. Passive immunity to bovine rotavirus in newborn calves fed colostrum supplements from immunized or nonimmunized cows. *Infect. Immun.* 41, 1118-1131.
8. Saif, J. J., Smith, K. L., Landmeier, B. J., Bohl, E. H., Theil, K. W. and Todhunter, D. A. 1984. Immune response of pregnant cows

- to bovine rotavirus immunization. *Am. J. Vet. Res.* 45, 49-58.
9. Saif, L. J., and Smith, K. L. 1985. Enteric viral infections of calves and passive immunity. *J. Dairy Sci.* 68, 206-228.
  10. Snodgrass, D. R., Stewart J., Taylor, J., Krautil, F. L. and Smith, M. L. 1982. Diarrhea in dairy calves reduced by feeding colostrums from cows vaccinated with rotavirus. *Res. Vet. Sci.* 32, 70-73.
  11. Snodgrass, D. R., Terzolo H. R., Sherwood, D., Campbell, I., Menzies, J. D. and Synge, B. A.. 1986. Aetiology of diarrhea in young calves. *Vet. Rec.* 119, 31-34.
  12. Tsunemitsu, H., Shimizu, M., Hirai, T., Yonemichi, H., Kudo, T., Mori, K. and Onoe, S. 1988. Protection against bovine rotaviruses in newborn calves by continuous feeding of immune colostrum. *Jpn. J. Vet. Sci.* 51, 300-308.
  13. Woode, G. N., Kelso, N. E., Simpson, T. F., Gaul, S. K., Evans, L. E. and Babiuk, L. 1983. Antigenic relationships among some bovine rotaviruses: serum neutralization and cross-protection in gnotobiotic calves. *J. Clin. Microbiol.* 18, 358-364.

Table 1 Virus-neutralizing antibody titers to bovine rotavirus (BRV), bovine coronavirus (BCV) and bovine parvovirus (BPV), and hemagglutination antibody titers to *E.coli* K99 in serum, colostrums and milk of vaccinated or control cows

牛群	抗原	ワクチン接種時				分娩後日数					
		1回目	2回目	分娩時		2		7		28	
		血清	血清	血清	乳清	血清	乳清	血清	乳清	血清	乳清
ワクチン群 <sup>1)</sup>	BRV	422	970*	1280*	5881*	844*	320*	735*	53	557	26
対照群 <sup>2)</sup>	(G6) <sup>3)</sup>	368	279	184	1114	211	80	243	40	279	15
ワクチン群	BRV	106	320*	640*	6756*	640*	184*	368*	46*	211	26*
対照群	(G10) <sup>4)</sup>	106	106	106	1280	106	46	106	19	92	11
ワクチン群	BCV	676	2353*	1261	6654	1097	169	832	37	724*	13
対照群		338	676	549	1783	588	60	478	28	256	10
ワクチン群	BPV	21	18	23	128	20	10	15	5	20	4
対照群		30	26	28	52	37	6	30	4	26	3
ワクチン群	K99	4	42*	104*	2353*	104*	239*	104*	30*	74*	7
対照群	<i>E.coli</i>	5	7	7	14	8	4	8	4	9	4

子牛下痢症混合不活化ワクチンは牛ロタウイルス (BRV)、牛コロナウイルス (BCV)、牛パルボウイルス (BPV) および大腸菌 (*E. coli*) 線毛抗原K99を含有するものを用いた。

抗体価は幾何平均値で示した。

1) 母牛の分娩前に子牛下痢症混合不活化ワクチンを4週間隔で2回接種した。

2) ワクチン非接種群

3) VP7血清型G6

4) VP7血清型G10

\*ワクチン群の抗体価が対照群より有意に高かった (p<0.05)。

Table 2 Virus-neutralizing antibody titers to bovine rotavirus (BRV), bovine coronavirus (BCV) and bovine parvovirus (BPV), and hemagglutination antibody titers to *E.coli* K99 in serum of calves from vaccinated or control cows

牛群	抗原	出生後日数				
		2	7	14	21	28
ワクチン群 <sup>1)</sup>	BRV	2941*	2229*	1940*	1280*	970*
対照群 <sup>2)</sup>	(G6) <sup>3)</sup>	557	422	320	279	279
ワクチン群	BRV	735*	735*	358*	279*	160
対照群	(G10) <sup>4)</sup>	106	106	106	106	70
ワクチン群	BCV	2048*	1552*	1176*	724*	588*
対照群		724	549	416	223	208
ワクチン群	BPV	69	52	42	32	28
対照群		64	45	23	18	21
ワクチン群	K99	955*	832*	676*	630*	549*
対照群	<i>E.coli</i>	7	5	3	3	3

子牛下痢症混合不活化ワクチンは牛ロタウイルス (BRV)、牛コロナウイルス (BCV)、牛パルボウイルス (BPV) および大腸菌 (*E. coli*) 線毛抗原K99を含有するものを用いた。

抗体価は幾何平均値で示した。

1) 母牛の分娩前に子牛下痢症混合不活化ワクチンを4週間隔で2回接種した。

2) ワクチン非接種群

3) VP7血清型G6

4) VP7血清型G10

\*ワクチン群の抗体価が対照群より有意に高かった (p<0.05)。

Table 3 Summary of morbidity and mortality for calf diarrhea in the trial

	ワクチン群	対照群
子牛頭数	51	46
下痢発症頭数 (%)	29 (56.9)	23 (50.0)
死亡頭数	0	0
平均下痢発症日齢	19.2	14.4
下痢持続日数	2.7	2.9
BRV陽性頭数/子牛頭数 (%)	4/51 (7.8)	8/46 (17.4)
BRV陽性頭数/下痢子牛頭数 (%)	3/29 (10.3)	7/23 (30.4)
BCV陽性頭数	0	0
BPV陽性頭数	0	0
K99大腸菌陽性頭数	0	0

子牛下痢症混合不活化ワクチンは牛ロタウイルス (BRV)、牛コロナウイルス (BCV)、牛パルボウイルス (BPV) および大腸菌 (*E. coli*) 線毛抗原K99を含有するものを用いた。

Table 4 Concentration of immunoglobulin G1 (IgG1) and virus-neutralizing antibody titers to bovine rotavirus in colostrums and serum of cows

母牛No	年齢	初乳中 IgG1濃度 mg/ml	牛ロタウイルス中和抗体価 (G6)				牛ロタウイルス中和抗体価 (G10)			
			初乳	血清			初乳	血清		
				KV1	KV2	分娩日		KV1	KV2	分娩日
ワクチン接種群										
KV1	11	37	5120	>4096	>4096	>4096	640	256	512	256
KV2	10	125	5120	2048	1024	2048	1280	64	128	512
KV3	9	123	10240	2048	>4096	>4096	2560	512	64	256
KV4	8	176	5120	256	256	512	5120	1024	2048	>4096
KV5	6	117	>40960	1024	1024	2048	1280	512	32	256
KV6	5	133.5	1280	128	512	1024	2560	64	256	64
KV7	4	168	10240	512	512	2048	2560	512	1024	32
KV8	3	100	>40960	2048	2048	2048	5120	128	512	1024
KV9	3	12	320	>4096	512	256	80	1024	256	128
KV10	3	162.5	20480	128	256	1024	320	16	128	128
KV11	3	168	>40960	2048	1024	2048	1280	128	256	512
KV12	3	102	10240	256	256	128	5120	128	128	512
KV13	2	128	>40960	128	256	256	20480	256	256	128
平均	5.4	119.4	9204.2	743.6	743.6	1080.1	1762.6	206.8	242.7	270.0
対照群										
C1	11	62	1280	256	512	256	160	256	64	256
C2	11	33	1280	1024	2048	1024	320	512	1024	256
C3	11	168	5120	1024	1024	1024	5120	2048	2048	2048
C4	7	40	640	256	512	512	160	128	128	256
C5	7	81	1280	1024	512	2048	640	1024	512	256
C6	6	142	5120	512	256	256	2560	2048	1024	2048
C7	5	139	1280	512	512	512	640	256	512	64
C8	4	139	1280	512	1024	512	640	512	256	128
C9	2	167	10240	2048	1024	512	2560	256	128	64
平均	7.1	107.9	2031.9	645.1	696.7	597.3	746.6	512.0	376.3	276.5
2群間の差	NS	NS	p<0.05	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS

KV1 ; 子牛下痢 5 種混合不活化ワクチン 1 回目接種

KV2 ; 子牛下痢 5 種混合不活化ワクチン 2 回目接種

NS ; 有意差なし



Table 5 Concentration of total protein (TP), immunoglobulin G1 (IgG1) and virus-neutralizing antibody titers to bovine rotavirus in serum of calves

子牛No.	TP濃度 g/dL	IgG1濃度 mg/ml	牛ロタウイルス 中和抗体価(G10)		牛ロタウイルス 中和抗体価(G10)	
			day2	下牧時	day2	下牧時
ワクチン接種群						
KVC1	5.8	15.6	>4096	512	128	128
KVC2	5.6	27.8	1024	256	512	128
KVC3	6.0	27.8	2048	512	64	4
KVC4	7.5	45.2	>4096	64	512	<2
KVC5	8.2	67.2	>4096	4	128	4
KVC6	7.0	22.4	1024	64	1024	2
KVC7	5.6	23.4	1024	256	128	128
KVC8	5.8	27.8	2048	NT	512	NT
KVC9	6.8	46.4	>4096	256	128	<2
KVC10	5.2	24.0	2048	NT	1024	NT
KVC11	6.2	27.8	2048	64	>4096	<2
KVC12	5.8	26.4	2048	128	512	8
KVC13	5.8	35.6	>4096	8	2048	<2
平均	6.3	32.1	413.7	17.7	2278.5	93.4
対照群						
CC1	6.3	42.0	512	64	128	16
CC2	6.6	47.6	>4096	128	>4096	8
CC3	6.0	24.6	1024	128	512	4
CC4	6.8	45.2	2048	512	256	64
CC5	7.4	60.0	1024	8	1024	<2
CC6	7.4	63.6	2048	1024	2048	8
CC7	6.3	35.2	1024	512	512	8
CC8	5.3	21.5	512	512	1024	4
CC9	5.0	33.6	512	32	256	32
平均	6.3	41.5	645.1	11.3	1106.0	149.3
2群間の差	NS	NS	p<0.05	NS	NS	NS

NS; 有意差なし

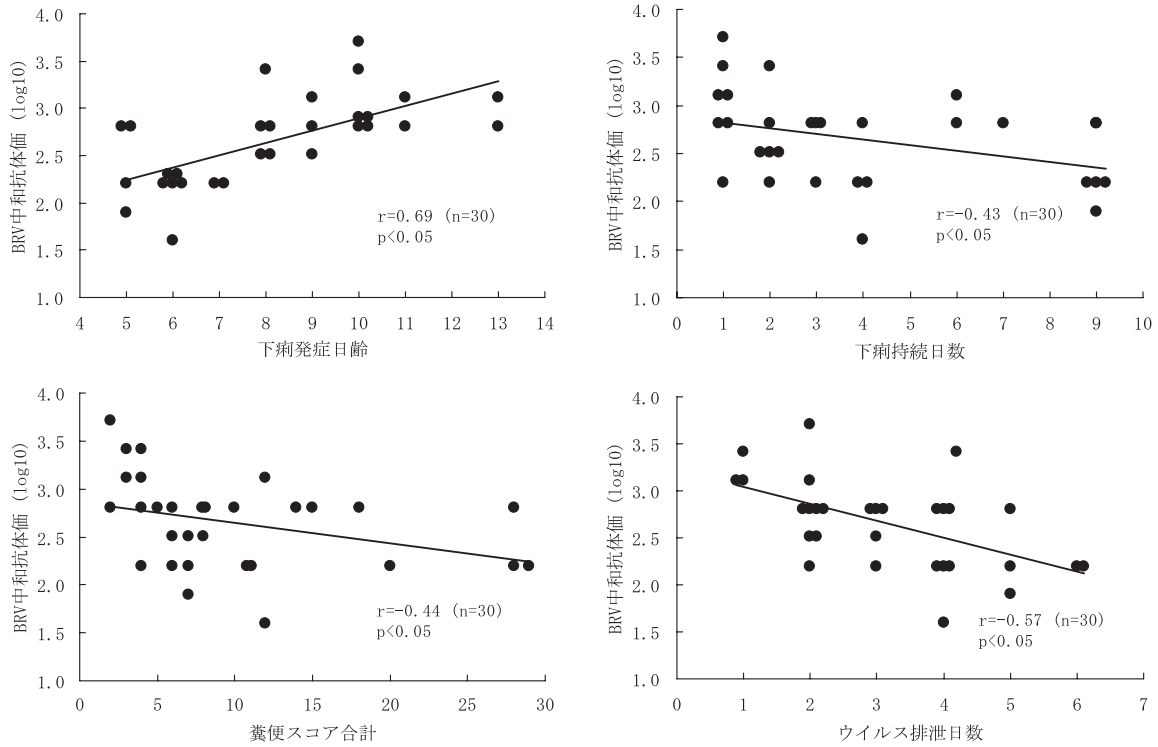


Fig. 1 Correlation between virus-neutralizing antibody titers to bovine rotavirus (BRV) in calf serum and clinical signs of diarrhea

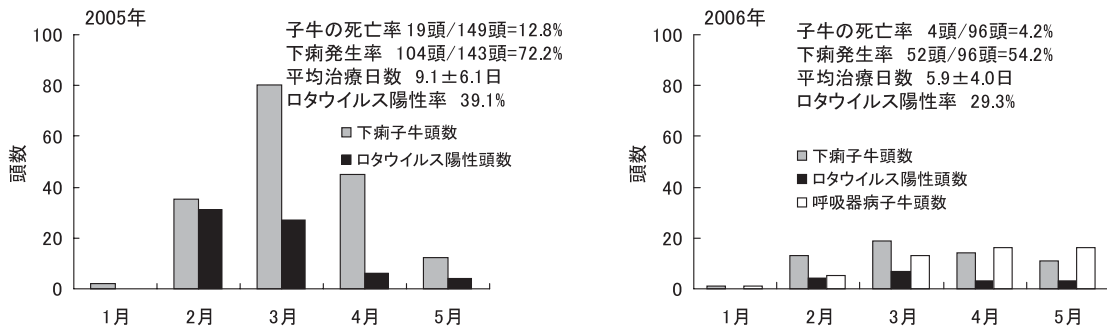


Fig. 2 Incidence of calf diarrhea in the beef cattle farm

## Effects of Maternal Vaccine against Calf Diarrhea under Field Conditions

Junko Kohara

(Animal Research Center of Hokkaido, Shintoku, Hokkaido, 081-0038 JAPAN)

### Abstract

The effects of maternal vaccine against newborn calf diarrhea in the field condition were evaluated, to address the occurrence of calf diarrhea despite calves received adequate colostrum. The commercial combined vaccine induced high titers of antibodies in the colostrum and sera of the vaccinated cows against bovine rotavirus, and enhanced the levels of passive immunity in calves. However, no differences were seen in the morbidity of diarrhea and bovine rotavirus -associated diarrhea in the calves of the vaccinated and control cows. In addition, the correlation between maternal antibodies in the sera of calves at 2 days old and protection against diarrhea caused by natural bovine rotavirus infection was examined. Titers of bovine rotavirus neutralizing antibodies in the sera of calves that developed diarrhea were significantly lower than those from calves that had no diarrhea. In the bovine rotavirus -associated diarrheic calves, a positive correlation was found between the titers of bovine rotavirus neutralizing antibodies and age on the onset of diarrhea. Negative correlations were shown between the titers of bovine rotavirus neutralizing antibodies and, duration of the diarrhea, cumulative fecal scores and, duration of virus shedding. These results suggested that the titers of bovine rotavirus neutralizing antibodies in serum could be an indicator of the protection from and the severity of the disease in a newborn calf.

【Key words: bovine rotavirus; calf diarrhea; colostrums; maternal vaccine】