

資料

PRRS ウイルスのコントロール事例と、そこから学ぶ養豚密集地域での農場安定化と今後の課題

呉 克昌、奥村華子 (有)バリューファーム・コンサルティング)

Kure, K. and Okumura, H. (2012). Field case reports of PRRS virus control in swine farms in Japan and the virus stabilization and challenges in pig dense areas from those experiences.

Proc. Jpn. Pig Vet. Soc. 59, 25-30.

キーワード：PRRS（豚繁殖・呼吸障害症候群）、パーシャル・ディポピュレーション、馴致、養豚密集地域、バイオセキュリティ

はじめに

PRRS（豚繁殖・呼吸障害症候群）は最も経済的被害の大きい豚病の一つで、その被害額はアメリカでは年間5億6千万ドル、日本では年間283億円と推定されている³⁾。PRRSの研究はこの10年で大きく前進し、その免疫応答、伝播方法、ウイルスの多様性、撲滅方法などが示されてきた。すなわち、防御免疫の中心は細胞性免疫と中和抗体であり、1種類のウイルス株に感染した個体では最終的にウイルスは体から排除されるが、感染後、最大92日間排泄し、リンパ組織には150日以上存在することなどが示された。伝播方法では、直接的伝播以外に、出荷車両、注射針やハエなどによる間接的伝播が成立することや、それらに対する防疫的措置（バイオセキュリティ）の重要性と具体的方法が提示されてきた。また、空気感染に関しては、以前は、成立しにくいことが報告されたが、最近の研究では4.7kmは空気感染し、さらに他の疫学調査では9km以上の距離を空気感染したと推定されている¹⁾。

アメリカでは、これらの研究結果をもとに農場からのPRRSウイルス（以下、PRRSV）の撲滅方法がほぼ確立されてきた。その要点は、①一斉で、均一な農場全体へのウイルス暴露（自然感染あるいはワクチン接種による）、②一定期間の農場閉鎖（生体の導入停止）、③生産段階ごとのオールアウト（パーシャル・ディポピュレーション）、④オールイン・オールアウト飼育の徹底、の4つである。

本稿では、これらの情報を基に筆者らが撲滅を試みた成功事例と失敗事例を報告するとともに、それらを踏まえた養豚密集地域における農場安定化の取り組み事例を示す。そして、今後の対応策や課題について考

察する。

PRRSV 撲滅を試みた農場の事例

＜成功例＞

今までPRRS陰性だった母豚約4000頭規模のスリーサイトシステム（繁殖、離乳、肥育の各農場をそれぞれ別の場所に立地して生産を行うシステム）の1繁殖農場（O農場；母豚750頭規模）で、2003年2月下旬に分娩舎での母豚と子豚に異常（発熱、食欲不振、泌乳停止・減、死産、虚弱子豚の急増）と妊娠末期の流産が認められた。血液と子豚の臓器を検査し、PRRS陽性を確認した。その直後、同システム内の他の繁殖農場（1繁殖農場兼種雌候補豚育成農場（A農場）と2繁殖農場（S農場、R農場））でも同様な症状を呈し、PRRS陽性を確認した。民間の検査機関で実施したPCR陽性検体の制限酵素によるDNA切断パターン（RFLP）では、4農場とも同一パターンであった。

システム内の農場における防疫の点検を行ったところ、種雌更新豚を生産していたA農場での出荷関係の防疫上の不備（肉豚出荷車両の洗浄・消毒の不徹底と、その車両への引き渡しは農場専属の中継トラックを使用するルールだったが直接肉豚出荷車両を農場出荷台に付けて行ったこと）が判明した。PRRSVは、A農場の種雌候補豚育成豚舎にまず侵入し、その後、更新豚の移動に伴い、他の3繁殖農場に侵入したものと推定された。

繁殖農場のPRRSV 撲滅作戦

同年3月中旬の経営陣と筆者らとの会議において、PRRSV撲滅対策として有効な方法があり、当該繁殖農場において実行可能であることを提示した。さらに、傘下の全農場での撲滅にはパーシャル・ディポピュレーションが不可欠で、時間がかかることを説明し、了承を得て、繁殖農場のPRRSV撲滅に3月中に着手することになった。

農場閉鎖中の交配数確保のため、各繁殖農場には収容可能な種雌候補豚をA農場から移動した。そして、一斉で均一な免疫付与のため、4月上旬に、すべての母豚、雄豚および種豚候補豚に、3日間連続して馴致を実施した。数週間後、各農場29頭ずつ採血してPRRS陽性であることを確認した。

その後、約4カ月半、生体導入を停止した。導入再開前には哺乳子豚でPCR陰性を確認し、8月中旬よりPRRSV陰性の種豚候補豚の導入を再開した。そして、これらの豚をおとり豚として既存母豚のいる種豚舎で飼育し、1か月おき、3回の抗体検査で陰性を確認し、PRRSV撲滅を上記4農場すべてで達成した。

離乳農場のPRRSV撲滅作戦

上記、繁殖農場のPRRS陽転後、傘下の離乳農場2農場（NK農場は1棟1920頭収容×8棟、NS農場は1棟1920頭収容×2棟）では2003年3月以降に、肥育農場（当時、自社4農場、預託農場複数）では同年5月以降に、順次、PRRS陽性となった。

この生産システムでは、4繁殖農場からNK農場に離乳子豚（約3週齢）を導入し、農場全体が一杯になったら、次にNS農場に導入し、またNK農場導入に戻るというピッグフローを実施していた。そして、11～12週齢で離乳農場から肥育農場に肥育用素子豚を移動させていた。

PRRS陽転以降、NK農場では、50～60日齢でPRRS ELISA抗体が陽転し、35～45日齢で感染していると推定していた。まず、NK農場を対象に2005年2月からパーシャル・ディポピュレーションによるPRRSV撲滅計画を立てた。

NK農場には8棟の豚舎があり、陰性離乳子豚を8号舎から導入し、導入する棟はオールアウト後最低14日間の空舎期間をとり、洗浄、消毒（逆性石けん剤）、乾燥、石灰乳塗布、ホルマリン薫蒸後に導入するようにした。また、陰性離乳子豚導入時には隣の豚舎には豚はいなく、洗浄、消毒が終了していることとした。管理者及び、資材、治療道具などはPRRS陽性側と陰性側で完全に分け、豚舎入口で専用の衣服、長靴に着替えた。同年4月末には8豚舎全ての子豚が陰性豚で置き換わり、その後、1か月おきの3回の抗体検査で陰性を確認し、PRRSV撲滅を達成した。

NS農場は2棟構成で、比較的収容頭数が少なかったため、農場全ての豚をアウトし、洗浄・消毒期間を含めて3週間の空舎期間を取り、陰性離乳子豚で総入れ替えすることで、2005年10月には撲滅を達成した。

肥育農場のPRRSV撲滅作戦

離乳農場での撲滅成功により、PRRSV陰性の肥育用素子豚の肥育農場への供給が可能になった。次に肥育農場でのPRRSV撲滅に着手した。

2005年9月下旬からFN農場（1棟840頭収容×6棟）のPRRSV撲滅プログラムを、NK農場（離乳農場）同様に、パーシャル・ディポピュレーションにより開始した。すなわち、導入豚舎の一定の洗浄・消毒プログラムを実施し1号舎から順次、陰性子豚を導入し、陽性豚群と陰性豚群の間に豚の居ない洗浄、消毒済みの1豚舎を置くことと、人や資材などのフローに対するバイオセキュリティを徹底実施した。

11月上旬には6豚舎すべての豚舎に陰性子豚を収容し、11月末に血液検査を実施したが、一部豚舎でPRRS陽性だった。その原因は、バイオセキュリティの不備（汚染工具；電気溶接機の陰性豚群豚舎への持ち込み）が最も疑われたが、陽性豚群からの空気感染の可能性も考えられた。そこで、バイオセキュリティの見直しと従業員に対する教育の徹底を図った。また、12月初めから3日間、ウイルス排泄の可能性の高い豚舎の材料を使い、陰性豚群に馴致を実施した。抗体検査及びPCR検査により、12月21日には全豚舎のPRRS陽性を確認し、2006年1月28日から陰性豚導入を、再度、1号舎から開始した。3月下旬には6豚舎全ての豚が陰性豚で置き換わり、1か月おきの3回の抗体検査で陰性を確認し、PRRSV撲滅を達成した。その結果、撲滅後の2006年4～10月では、前年同期比で、死亡率-1.7%、出荷日齢-8.3日改善された。

次に、システム内最大の肥育農場であるFK農場（当時、1棟600頭収容×14棟）の撲滅計画を、FN農場の成功例をもとに、PRRSVの馴致とパーシャル・ディポピュレーションを組み合わせた方法で2006年10月から開始した。しかし、FN農場と同じ方法で馴致を実施しても、全ての豚舎で均一に陽転せず、陰性豚導入段階で、どこかの豚舎でPCR陽性豚がいる状態となり、2006年、2007年と、2回連続で失敗した。

FK農場では豚舎と飼育頭数が多いことや、馴致材料に十分なウイルス量が存在していなかった可能性が失敗の原因と考えられた。一方、人、物に対するバイオセキュリティは徹底していたので、陰性豚へのPRRSV伝播経路として空気感染を強く疑った。そこで、2008年の再試行時には、馴致材料にPRRSVが十分存在することをPCR検査で確認し、陰性豚に馴致を実施した。数週間後に、各豚舎14頭の血液検査により

陽転を確認した。一斉馴致から約2カ月後の9月初旬に、最低2週間の空舎期間中に洗浄、消毒、乾燥、石灰乳塗布、ホルマリン薫蒸を実施した14号舎から順番にPRRSV陰性豚の導入を再開した。また、陰性豚導入時には隣の2豚舎には豚はいなく、洗浄、消毒済みの状態とした。10月末には14豚舎全てが陰性豚で置き換わり、その後、1カ月おきの3回の抗体検査で陰性を確認し、2008年12月にはPRRSV撲滅を達成した。

システム内で最後に残ったPRRS陽性肥育農場FS農場（1棟540～600頭収容×8棟）のPRRSV撲滅計画では、2009年11月上旬に既存豚へのPRRSVの一斉馴致をFK農場と同様の方法で実施し、約2カ月後の2010年2月11日からPRRSV陰性豚導入を再開し、同年4月には8豚舎全てが陰性豚で置き換わった。その後、1カ月おき3回の抗体検査で陰性を確認し、2010年6月にPRRSV撲滅を達成した。

以上のように、2003年2月にスリーサイトシステムの繁殖農場にPRRSVが侵入したが、そのシステム内

の繁殖農場、離乳農場、肥育農場は2010年6月までにすべて撲滅に成功し、2011年9月現在、全農場がPRRS陰性を維持している。成功の要因は、一斉で均一な馴致、一定期間の農場閉鎖、バーチャル・ディポピュレーションだったが、農場スタッフのチームワークとバイオセキュリティの徹底は欠かせない最も重要な要素だと言える。

<失敗事例>

K農場は母豚1850頭規模で、2カ所に立地し、第1と第2農場が同一敷地に、第3農場は別の敷地に立地している。第1農場は離乳（3週齢～65日齢）と肥育（65日齢～出荷まで）、第2と第3農場は繁殖（交配・妊娠舎と分娩舎を持ち、離乳子豚は離乳と同時に離乳舎へ移動）、離乳、肥育を行っており、各農場とも豚舎配置は繁殖、離乳、肥育の3エリアに分散させて、マルチサイト生産システムを採用している。ピッグフローは、2繁殖農場から生産された離乳子豚は離乳と

表1 K農場のPRRS生ワクチン非接種豚の追跡調査結果

農場	肥育舎No.	検査法	90日令検査日	90日令	120日令	150日令	備考
第1農場	4号舎	Elisa	8月19日	6/8	8/8	8/8	RFLP;2-5-2
		PCR		2/3	1/3	0/3	
第1農場	6号舎	Elisa	8月19日	0/8	2/8	8/8	RFLP;2-5-2
		PCR		1/3	2/3	0/3	
第1農場	5号舎	Elisa	9月2日	0/8	1/8	5/8	RFLP;2-5-2
		PCR		3/3	1/3	0/3	
第1農場	2号舎	Elisa	9月7日		8/8	8/8	この群は、14日令でPRRS生ワクチン0.5ドース接種
		PCR			0/8	0/3	
第3農場	1号舎	Elisa	9月7日	0/8	0/8	7/8	
		PCR		0/3	0/3	0/3	
第3農場	2号舎	Elisa	9月14日	0/8	0/8	8/8	
		PCR		0/8	0/3	0/3	
第3農場	4号舎	Elisa	9月24日	0/8	0/8	6/8	RFLP;2-5-2
		PCR		0/3	0/3	3/3	
第3農場	3号舎	Elisa	9月28日	0/8	0/8	8/8	RFLP;2-5-2
		PCR		0/3	3/3	0/3	

分母は検体数、分子は陽性数を示す

RFLP;2-5-2はPRRS生ワクチンのパターンと同一

同時に合わされて離乳舎に順番に収容され、特定の離乳舎から肥育用素子豚が移動される肥育舎は決まっております、棟単位のオールイン・オールアウトを実施している。

更新豚は70日に1回、SPF豚を外部導入し、馴致豚舎に収容し2カ月間の馴致期間を経て、2繁殖農場に移動していた。

PRRSのコントロールでは、馴致期間中に、以前は、導入豚に離乳舎の発育不良豚を接触させてPRRSVを自然感染させるとともに、PRRS生ワクチンを接種していたが、離乳舎でPRRSVが検出されなくなったので、2007年後半からは生ワクチンの徹底接種のみに変更した。また、同ワクチンを母豚には妊娠中期に毎回、雄豚には年2回、接種していた。子豚には、2007年5月より哺乳中にPRRS生ワクチン接種を開始していた。これらの継続により、子豚、肉豚群でのPRRSV野外株の検出は無くなったが、子豚へのワクチン接種によるワクチン株の変異も懸念し、子豚へのワクチン接種だけを中止して、子豚、肉豚群からのPRRSVの撲滅を試みることにした。

すなわち、2010年5月から哺乳中での生ワクチン接種を中止した。ただし、今まで育成成績の一番悪い第1農場の離乳舎に収容する子豚（表1の第1農場2号舎に収容された豚）だけには哺乳中の生ワクチン接種を継続した。それぞれの肥育舎に移動する子豚を8頭ずつおとり豚として割り振り、追跡調査を実施した。その結果、ワクチン無接種豚では離乳舎までは全てPRRS ELISA、PCRともに陰性だったが、約65日齢での肥育舎移動後、第1農場4～6号舎では90日齢で、第3農場1～4号舎では120～150日齢で陽転した。一方、ワクチン接種豚（第1農場2号舎）では離乳舎、90日齢では検査しなかったが、120、150日齢ではELISA全頭陽性、PCR全頭陰性だった（表1）。全てのPCR陽性検体は、日清丸紅飼料株式会社総合研究所検査グループでRFLPによりワクチン株と同じ2-5-2であると判定された。また、150日齢のPCR陽性検体の遺伝子解析でも、ワクチン株と判定された。

人や資材に対するバイオセキュリティは厳密に実施していたので、第1農場肥育舎の陽転は、第1農場離乳舎と道路を挟んで対面に位置していることによる空気感染の可能性を疑った。第3農場は繁殖舎、分娩舎と肥育舎は通路でつながっており、母豚群と一部の哺乳子豚へのPRRS生ワクチン継続接種により、何らかの経路で伝播したものと推測した。

以上、PRRS生ワクチン接種を一部継続しながら、PRRSVを特定な豚群から排除するのは、同一農場内や空気感染を起こすような距離にある豚舎で実施することは非常に難しいことが明らかになった。

PRRS撲滅の試みから学んだこと

以上に報告した成功事例と失敗事例から、筆者が身をもって学んだことを以下にまとめた。

1. PRRSVの特徴をよく知り原則を守れば、PRRSVは農場や特定の豚群から撲滅できる。
2. PRRSV撲滅により、農場の生産性は大きく改善される。
3. PRRSV感染の特徴の一つは、一気に広がりにくい点であり、一部の感染していない豚群（サブポピュレーション）の存在により、ウイルスは存続を図っているようである。
4. PRRSV撲滅や安定化には、サブポピュレーションをなくし、ウイルスの行き場をなくすことが重要である。
5. PRRSVの空気感染は野外株でもワクチン株でも、起こるように実感する。
6. PRRS生ワクチン徹底接種によるPRRSコントロールは農場の条件によっては可能である。ただし、ワクチン株による水平感染は起こる可能性があり、ワクチン接種のみでのPRRSV撲滅は難しいであろう。

養豚密集地域での安定化事例

一方、養豚密集地域では複数のPRRSV株が存在する農場もあり、そのコントロールは難しさを増す。

M農場は母豚1200頭でマルチサイト生産システム（繁殖農場と離乳・肥育農場を分けて生産）の中の1繁殖農場である。グループ全体では母豚約3400頭を保有し、一貫生産農場1農場と、その他は2繁殖農場を頂点とするマルチサイト生産を実施している。M農場の周辺1.5km以内には大規模養豚場が2カ所以上存在し、SPF豚での農場設立直後にPRRSが陽転した。その後、種豚更新豚は種豚舎とは別棟の馴致豚舎で飼育し、分娩舎で得られた材料を用い馴致を実施し、PRRS生ワクチンを2回接種し、一定期間経過した後に種豚舎へ移動していた。また、同ワクチンを母豚、種雄豚にも年4回以上接種してきた。しかし、毎年のように、冬に流産の多発を繰り返していた（図1）。

2007年初めに、PRRS PCR陽性検体について遺伝子

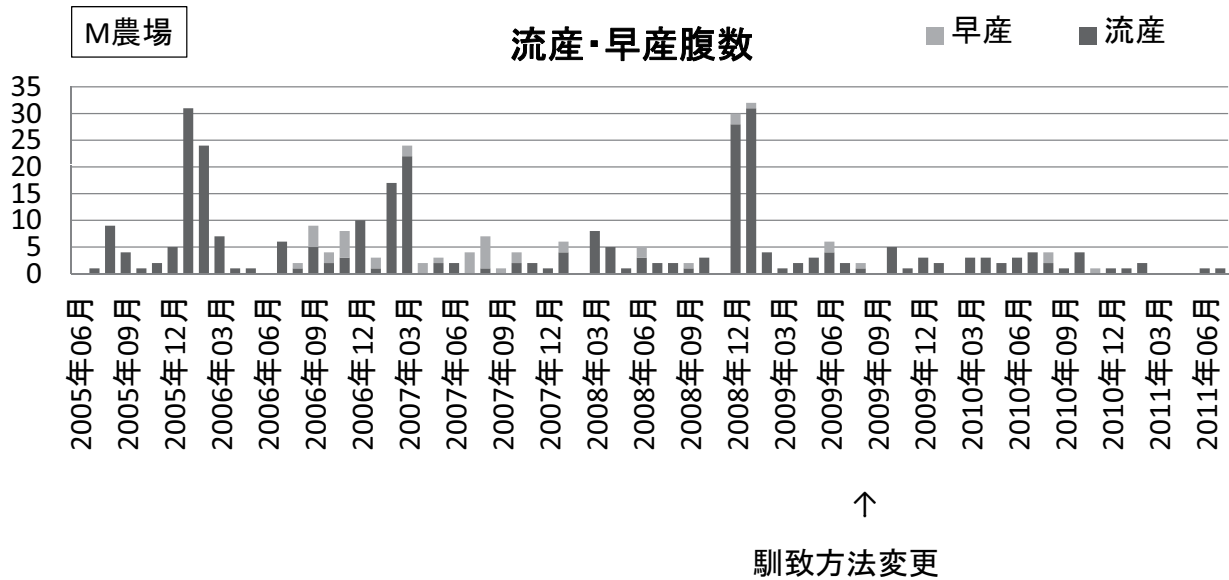


図1 馴致方法変更前後の流産母豚数、離乳頭数の変化

解析を実施し、農場には3グループのPRRSウイルス株が存在していることが明らかになった。ただし、1グループはワクチン類似株で、明らかな野外株は2グループだった。これらのウイルスは農場外部から持ち込まれたものと推測し、バイオセキュリティの改善策として、廃用母豚の出荷の改善（中だしトラックの使用）と唯一開放豚舎である馴致豚舎への防虫ネット設置を実施した。約2年後の2008年12月から2009年1月にかけて、再度、流産が多発し、このときの流産母豚からのウイルス株は同農場の2007年の流行株の内の一つに遺伝的に非常に近かった。また、流産母豚の多くは初産だったことから、それらは2007年の流行株の一つに対する免疫を持っていなかったと推測した。

このように、同一農場内でPRRSVの多様性があり、母豚の免疫が安定してくると馴致に使用する材料に必ずしも目標となるウイルスが存在するとは限らず、免疫が不十分になることが予想された。この農場では、

2007年流行株の内の一つはその後2年間検出されていなかった。そこで、2009年1月の流行株を保存し馴致に使用することを決めた。このことにより、更新豚は同じウイルス株に曝されることになり、このウイルス株に対する免疫は安定すると考えた。なお、種豚群に対するPRRS生ワクチン接種プログラムは変更せず、継続実施している。また、子豚にも哺乳中に同ワクチンを接種している。その結果、その後2年間の流産は大幅に減少し（図1）、離乳頭数も改善された。

しかし、養豚密集地域にある傘下の離乳・肥育農場では、肥育期でPRRSVの野外感染による呼吸器病が散発し、その制御にはまだ改善が必要である。

PRRSに対する今後の対応策と課題

以上、撲滅を試みた2事例と養豚密集地域における安定化対策の1事例を報告した。表2には、それら3軒の2010年の成績をまとめて示す。筆者は、これらか

表2 3つのシステムの2010年成績

PRRS制御と安定状態	撲滅成功事例	撲滅失敗事例	密集地域事例
	スリーサイト農場	K農場	M農場グループ
	撲滅	ワクチン制御	ワクチン・馴致
	安定	安定	制御、肥育不安定
母豚数	3869	1859	3398
1腹当たり生存産仔数(頭)	10.8	12.0	11.3
1腹当たり離乳仔豚頭数(頭)	10.7	9.6	10.6
1母豚当たり出荷頭数(頭)	25.4	23.3	23.9
平均枝肉重量(kg)	72.9	71.5	76.0
1母豚当たり出荷枝肉重量(kg)	1,853	1,667	1,815
離乳後肥育日数(日)	156	159	164
農場生体FCR	3.34	3.23	2.98
離乳後事故率	3.9%	3.9%	6.6%

ら言えることを以下4点と考える。すなわち、①PRRSを撲滅できるシステムでは撲滅すべきである。②PRRS生ワクチンの種豚、子豚への徹底接種はPRRS安定化の一つの選択肢である。③母豚の免疫の安定化がPRRS制御の基本であり、まず、そのことに注力すべきである。そうすれば、繁殖成績は安定し、PRRSV陰性の離乳子豚生産は可能である。④密集地域でも母豚の免疫の安定化は達成されるが、その持続性と肥育段階での制御には依然として課題が残る。

PRRSVは非常に変異しやすく、日本国内の研究で、ORF5領域の変異率は半年でおよそ0.2~1.2%程度と推定されている²⁾。また、最近、ミネソタ大学が行ったPRRSVの侵入率に関する疫学研究では、養豚密集地帯に存在する40の繁殖農場(母豚2400頭以上で周囲4.7km以内に4つ以上の肥育農場の存在が条件)を対象にして3年間の調査が行われた。高性能フィルターを付けた10農場では8軒が陰性を保ったのに対して、フィルターの付いていない30農場では28軒(93%)が1~3回の新たなPRRSV株の侵入を許し、密集地域では空気感染の可能性が高いことが示唆された¹⁾。

これらの情報からだけでも、日本の養豚密集地域でも、空気感染も含め、さまざまな侵入経路で農場にPRRSVが侵入してくることが予想され、ウイルスの変異もかなり高率に起こっているものと予想される。それだけにPRRSの防除対策は難しい面があるが、われわれは総力を挙げて対処する必要性を強く感じる。そのためには、①個々の農場に正しい情報を提供してバイオセキュリティを高めてもらうこと、②地域の状況をタイムリーかつ正確に知ることが必須であり、そのための継続的なモニターを実施すること、③正確な診断とフィードバック、④それらを実施する上で、地域の生産者、獣医師、行政、研究機関の連携、⑤その中で、個々の農場のみならず、地域全体の制御プログラムの構築、などを確実に実行することが重要と考えている。

今やPRRS対策は、養豚関係者にとって最重要課題であり、その解決に向けて産官学の協力体制の強化が不可欠な時と強く感じる。まさにウイルスとの知恵比べである。それに打ち勝つには、人間も多くの叡智を結集する必要がある。

以上、今回の原稿が養豚にかかわる獣医師や生産者の方々の少しでも参考や刺激になれば、この上ない幸いです。最後に、上記農場のPRRSV撲滅や制御にかかわってきてくれた(有)バリューファーム・コンサルティ

ングのスタッフやOB、精力的で迅速な検査結果のフィードバックでお世話になっている多くの検査期間、研究機関の皆さま、そして、この原稿執筆に快諾を与えていただいた関係農場、生産者の皆さまに、心より感謝申し上げます。

引用文献

- 1) Dee S. et al. (2011) The "Holy Grail" of biosecurity :Achieving sustainable PRRSV freedom in swine-dense regions. Proc. 2011 Allen D. Leman Conference, 35.
- 2) 高木道浩 (2009) PRRS ウイルスの遺伝学的多様性. PRRS コントロール技術集、5-11.
- 3) 山根逸郎 (2009) PRRS が関与する呼吸器病の経済的な損失の推定. PRRS コントロール技術集、89-99.