

# JASV 会報第7号発行にあたって

日本養豚開業獣医師協会 代表理事 石川 弘道

JASV 会報第7号発行にあたり、ひとことご挨拶申し上げます。

JASVは平成16年5月に発足し、3年半が経過しようとしています。その間、主な事業として、ベンチマーキング、麻布大学に協力いただいている病性鑑定事業、独立行政法人動物衛生研究所との共同研究である「PRRS制御のための高度化事業」、獣医学生の実習受け入れ、農林水産省との意見交換会、会員のためのセミナー開催、ホームページの充実など多くの事業に取り組んでまいりました。

ベンチマーキングに関しましては、毎年約70前後の農場に参加いただき、その結果については総会のセミナーの場などでお知らせしています。病性鑑定事業では、今年初めて麻布大学で、症例検討会を開催しました。将来的にはベンチマーキングと病性鑑定を結びつけ、農場成績とその阻害要因の分析に取り組めれば、すばらしい事業に発展できると考えております。

「PRRS制御のための高度化事業」はすでに2期目に入っており、その内容については動物衛生研究所の恒光先生に本会報に執筆いただいております。

農林水産省との意見交換会では、今後の養豚獣医医療に対して多くの時間が割かれるようになってきました。獣医師が定期的に養豚場を訪問することによるモニタリング強化、適正な指示書発行の促進、HACCPへの獣医師の関与、オーエスキー病清浄化事業への積極的な取り組みなどが今後も主な議題になります。

ホームページは今年リニューアルされ、従来にも増して充実しています。若手獣医師によるブログも好評です。ぜひ一度ご覧になって下さい。

今年は正会員の牛島留理先生がオランダに留学され、大竹聡先生がアメリカ・ミネソタ州で養豚のエクステンションの仕事のため渡米されました。二人の先生からは海外の情報などを伝えてもらおうと考えています。

さらに2009年日本で開催予定のアジア養豚獣医学会（APVS 2009）開催に向け、いよいよ具体的に準備が進み始めました。農林水産省を始め、各団体や企業などに協力を呼びかけているところです。

以上今後もJASVの事業計画は目白押しです。

2007年10月

# Cryptosporidium の環境汚染と 消毒技術

麻布大学 環境保健学部 森田 重光

## 1. はじめに

*Cryptosporidium* によるヒトや家畜の集団感染は、衛生施設の整った先進国でも発生しており、新しくかつ深刻な衛生上の問題となっている。そこで本稿では、まず *Cryptosporidium* による環境汚染の状況を概観し、次いで化学薬剤の添加や物理線の照射など、これまでに報告されている様々な消毒技術による不活化効果に関する知見について紹介する。

## 2. *Cryptosporidium* とは

*Cryptosporidium* はアピコンプレックス門、孢子虫綱、アイメリア属、クリプトスポリジウム科に属する原虫であり、主に消化管の上皮細胞の微絨毛に寄生する。*Cryptosporidium* 属には複数の種や遺伝子型が報告されている。例えば *C. parvum*、*C. hominis*、*C. muris*、*C. canis*、*C. suis* および *C. felis* は哺乳動物、*C. baileyi*、*C. meleagridis* は鶏や七面鳥などの鳥類、*C. serpentis* は蛇などの爬虫類を主宿主とする。これらのうちヒトに感染する種は *C. parvum* および *C. hominis* であると考えられていたが、最近になって *C. meleagridis*、*C. feris*、*C. canis* もヒトに感染すると報告されている。

ブタを主宿主とするものとしては *C. suis* や *C. parvum* pig genotype が挙げられ、*C. parvum* もブタに感染すると報告されている。カナダで実施されたブタの感染率に関する調査では、約25%の糞便試料から *Cryptosporidium* が検出されており、また、わが

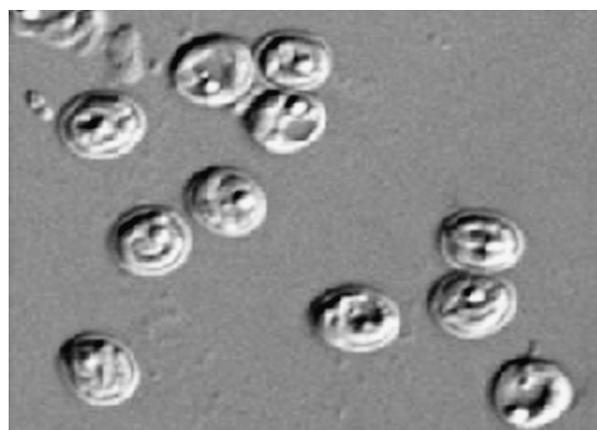


写真-1 *Cryptosporidium* の微分干渉像

国で実施されたウシの感染率に関する調査でも数%から十数%の糞便試料から *Cryptosporidium* が検出されている。ブタやウシは *Cryptosporidium* の重要な放出源であると言えよう。

*Cryptosporidium* はオーシストという形態 (写真-1) で宿主の体内から糞便とともに環境中へ排出される。オーシストは類円形または楕円形で大きさは種によってわずかながら異なる。ヒトへ感染する代表的な主である *C. hominis* や *C. parvum* の長径は約5  $\mu$ m で、*C. muris* (長径7~8  $\mu$ m) や *C. baileyi* (同6~7  $\mu$ m) などに比べて小型である。中央部に顆粒と液胞からなる残体があり、その周りに4個のスポロゾイトが包蔵されている。周囲は殻 (オーシスト壁) で覆われており、スポロゾイトを外部ストレスから保護している。オーシストが宿主に摂りこまれると小腸内でオ

オーシストからスポロゾイトが脱囊して上皮細胞の微絨毛に寄生する。そして無性生殖により8個のメロゾイトが形成される。メロゾイトの一部は微絨毛に寄生して無性生殖を繰り返し、また一部は雌性生殖体と雄性生殖体に分化し、有性生殖でオーシストを形成する。オーシストの一部は自家感染し、残りは糞便とともに排出される。感染したヒトやブタ、ウシが排出するオーシスト数は、1日あたり1億から100億個に及ぶ。

健康ボランティアに対する感染試験で *C. parvum* の摂取オーシスト数と感染率との間に明確な相関が認められ、30オーシスト投与した場合の感染率は20%、また、1,000オーシスト投与した場合の感染率は100%であった。得られたデータを指数モデルに適合させると、1個のオーシストを摂取した場合の感染確率は約0.4%となる (Dupont et al., 1995, Haas et al., 1996)。

オーシストを摂取してから感染するまでの潜伏期間は平均3~7日程度、発症期間は数日から数週間である (Jokipii et al., 1986, Fayer and Unger, 1986)。主症状は水溶性の下痢で、その他にも発熱、吐き気、腹痛などを訴えることもある。免疫正常患者は自己免疫力で自然治癒するため致死率は非常に低いが、AIDSや先天性低 $\gamma$ グロブリン症などの免疫不全患者が感染した場合は症状が重篤となる。本症の有効な治療薬はないため、*Cryptosporidium* 症に感染したAIDS患者は長年にわたって下痢が持続し、衰弱死することが多い。*Cryptosporidium* 症に感染したAIDS患者の死亡率は約50%であったという報告がある (Fayer and Unger, 1986)。

これまでに水道水を原因とする集団感染が数多く報告されている。なかでも米国のCarrollton (1987年)、Jackson Country (1992年)、Milwaukee (1993年)では1万人以上の感染者を出す大事故が発生している。わが国でも1996年に埼玉県越生町で水道水の不十分な処理および廃水による原水の汚染を原因とする集団感染症が発生し、8,812人が感染する大事故が発生している。

### 3. *Cryptosporidium* による環境の汚染状況

前述のように、*Cryptosporidium* は主として水を

介して環境中に拡散していく。したがって、環境の汚染状況に関する調査・研究は水環境を対象として行われている。

#### 3.1 河川水

米国の表流水を調査した結果、181試料のうち93試料から *Cryptosporidium* が検出され、幾何平均濃度は43個/100Lであった。また、下水処理水などによる汚染の可能性がある河川水では38試料のうち28試料から *Cryptosporidium* が検出され、幾何平均濃度は66個/100L、最大値は29,000個/100Lであった (Rose, 1991)。わが国においては保坂 (2003) が相模川水系、多摩川水系、利根川・江戸川水系、淀川水系について水道事業者や大学、研究機関による調査結果を取りまとめ、大河川の本川での *Cryptosporidium* 濃度は概ね $<1\sim 10$ 個/20Lのレベルであり、本川に流入する支流等では流量が少ないため汚染源からの影響が大きく、本川よりも1オーダー程度高い値が出現する可能性があると報告している。

筆者らは、国内の河川から *Cryptosporidium* を分離し、その塩基配列から種および遺伝子型を解析している。2006年度の調査結果は69%がブタを宿主とする *C. suis*、13%が同じくブタを宿主とする *C. parvum* pig genotype IIであった。流域に養豚施設がある河川については、その汚染源として養豚施設の寄与は大きいものと推測される。

#### 3.2 水道水

浄水処理の砂ろ過法による *Cryptosporidium* の除去率はおおよそ99~99.9%であるという報告が多い。凝集沈殿砂ろ過による濁質除去に消毒を組み合わせる処理された米国の水道水17試料を調査したところ、2試料から *Cryptosporidium* が検出され、濃度の幾何平均値は0.04個/100Lであった (Rose, 1991)。

Haas et al. (1995) はCarrolltonやMilwaukeeで発生した集団感染事故の調査結果から、集団感染症を引き起こす可能性があるオーシスト濃度を10~30個/100Lとしているが、平常時の水道水中のオーシスト濃度はこの濃度よりもかなり低いと言えよう。しかし、

降雨や雪解け水による水源域の汚染、不完全な水処理、配水管への汚水の混入や配水管の誤接続などが原因となってこれまで多くの集団感染症が発生しており、汚染された水道水が集団感染の主要因であることは間違いない。

### 3.3 下水

下水中に *Cryptosporidium* が存在していることは検出法が開発された1980年代後半から知られており、その濃度は集水域の人口やその地域に住む人の感染率、畜産関連施設の有無などによって大きく異なると考えられている。米国の4下水処理場で生下水中の *Cryptosporidium* 濃度を定量したところ、濃度範囲は850～13,700個/L、算術平均濃度は5,180個/Lであった (Madore *et al.*, 1987)。わが国では19都道府県の67ヶ所の下水処理場において生下水中の *Cryptosporidium* 濃度が調査され、73試料のうちの7試料から *Cryptosporidium* が検出され、その濃度範囲は8～50個/Lであった (諏訪他, 1998)。

筆者らが標準活性汚泥法による *Cryptosporidium* の除去率を調査したところ99～99.9%であった。また、生下水から検出された *Cryptosporidium* の種は約60%がヒトを主宿主とする *C. hominis* であり、ブタを主宿主とする *C. suis* は6%、*C. parvum* pig genotype II は1%しか検出されなかった。

## 4. 消毒剤(線)の *Cryptosporidium* 不活化効果

### 4.1 塩素

*Cryptosporidium* はオーシスト壁を有することから化学消毒剤に対して強い抵抗性を示す。筆者らは、水道における消毒を想定して遊離塩素濃度1mg/L付近における不活化力をマウス感染試験で評価し、遊離塩素濃度が常に1mg/Lであるとすると99%不活化するために必要な接触時間は約27時間であることを明らかにした。

### 4.2 二酸化塩素

二酸化塩素は酸化力が強く、また、アンモニアと反応しないなどの優れた特徴を有することから塩素に代

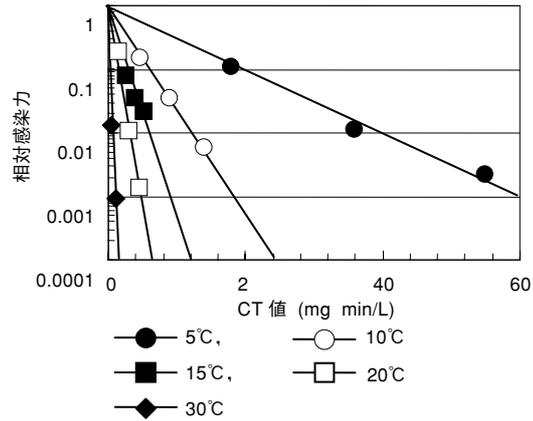


図1 オゾンのCT値と*C. parvum*の相対感染力との関係(水温影響)

わる消毒剤として注目されるようになった。二酸化塩素の *Cryptosporidium* 不活化力は塩素の数倍程度であるという報告がある。しかし、塩素と同様に単独で十分な不活化レベルを達成することはできないものと考えられる。

### 4.3 オゾン

オゾンの酸化還元力は非常に強く、また、分解過程でオゾン自体よりも強い酸化力を有する水酸化ラジカルを生成するため、水中の微生物を効率良く不活化できると考えられている。

しかし、図1に示すように水温が10℃減少した場合に同一の不活化効果を得るために必要なCT値(消毒剤の濃度と接触時間との積)は4.2倍となることが明らかとなっている (Hirata *et al.*, 2001)。わが国の寒冷地域の水温は冬期には0℃近くになることもある。原水の水温が低くなる地域では *Cryptosporidium* に対する不活化効果は期待できないものと考えられる。

### 4.4 紫外線

紫外線は可視光線よりも短波長側に位置する電磁波で、波長100～280nmがUV-C、280～315nmがUV-B、315～400nmがUV-Aと呼ばれている。これら紫外線のうち、DNAの最大吸収波長(260nm)に近い波長254nmのいわゆる殺菌線が古くから消毒に活用されてきた。紫外線の消毒効果はDNAに損傷を与えることにより発揮され、特にDNAのプリン塩基やピリ

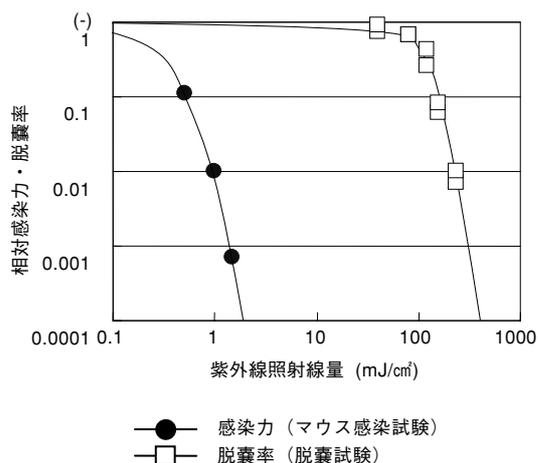


図2 紫外線照射線量と*C. parvum*の相対感染力・脱嚢率との関係

ミジン塩基に作用して二量体を形成する結果、複製能が失われ活性が喪失すると考えられている。殺菌用の紫外線ランプとしては実質上254nmの単色光を発光する低圧水銀ランプと、220nmから可視光領域に至る幅広い波長領域の連続光(主波長は365nm)を発光する中圧(高圧)水銀ランプが主流であるが、最近になって強力なパルス紫外光を発光するパルスキセノンランプに関する研究も進められている。

紫外線は清澄な水中における透過性が高く、塩素処理で問題となる有害な副生成物の発生が非常に少ない、維持管理が容易である、イニシャルコストおよびランニングコストが安価である等の優れた特徴を有することから、小規模な水処理施設への導入も可能である。

これまでに行われた生育活性試験の結果から、*C. parvum*を99%不活化するためには100 mJ/cm<sup>2</sup>以上の紫外線照射線量が必要となるとされていたことから、紫外線による*C. parvum*の不活化は実用的ではないと考えられていた。

しかし、最近になって、低圧水銀ランプが発する紫外線の*C. parvum*不活化力をマウス感染試験や培養細胞感染試験で評価した場合の99%不活化照射線量はおおよそ1~3 mJ/cm<sup>2</sup>と極めて低い値であることが明らかにされた(Landis *et al.*, 2000, Clancy *et al.*, 2000, Shin *et al.*, 2001, Craik *et al.*, 2001, Morita *et al.*, 2002, Zimmer *et al.*, 2003)。

一方、筆者らがマウス感染試験と脱嚢試験(生育活性の指標)で99%不活化照射線量を算出し比較したところ、脱嚢性を99%喪失させるために必要な照射線量は感染性を喪失させるために必要な照射線量の約200倍になることが明らかとなった(図2)。このマウス感染試験による評価結果と脱嚢試験による評価結果との大きな違いは、低線量の紫外線を照射したオーシストは「感染性は喪失しているものの依然生存している」ことを示すものであり、これらオーシストが環境要因等により感染性を回復しないことを確認する必要がある。

紫外線消毒の問題点の一つは光回復・暗回復現象が存在することである。生物は紫外線によって受けた損傷を修復する機構を持っている。光回復は幅広い生物で確認されており、光回復酵素が300~500nmの光エネルギーを利用し、紫外線照射で生成されたピリミジン二量体の共有結合を解離することで修復する。一方、暗回復は光エネルギーを必要とせず、主に損傷部位の除去や組換えで修復する。これまでに行われた感染試験の結果から、紫外線に曝露されたオーシストは光回復および暗回復しないことが強く示唆されるデータが報告されている(Morita *et al.*, 2002, Zimmer *et al.*, 2003)。

消毒の目的を「感染性を喪失させること」と考えると、紫外線照射は*Cryptosporidium*不活化に非常に有効であると考えられる。

#### 4.5 放射線

*C. parvum*の不活化に適用可能な放射線の線種としては、物質中における透過性が非常に高いガンマ線と、透過性はガンマ線に劣るものの高い線量率が得られ、操作性に優れた電子線(ベータ線)が有望である。

ガンマ線はコバルト-60やセシウム-137等の放射性物質から放出される電磁波でエネルギーは百万電子ボルト(MeV)程度である。放射線の透過力は被照射物の密度に依存するが、例えば汚泥程度の密度であれば、減衰速度は水中とほぼ同じである。

電子線は放射性物質を取り扱わなくても電子線加速器で生成させることが可能である。また、ガンマ線に

比べ極めて高い線量率が得られるため、1日当り数十万トンの試料を連続的に処理できるという利点を有する。

筆者らはコバルト-60が放出する約1 MeVのガンマ線と加速電圧3 MeVの電子線の*C. parvum*不活化力を脱囊法で評価したところ、99%不活化線量はそれぞれ13,000 Gyおよび12,000 Gyとなり、他の微生物と同等かむしろ高い値であったが、マウス感染試験で評価した99%不活化線量はいずれの放射線を照射した場合もわずか90 Gy程度であるという結果を得た(森田他、2006)。

例えば病原性の微生物が高濃度に濃縮される可能性が高く、化学消毒剤や紫外線による消毒が困難な上、下水汚泥や畜産廃棄物、堆肥などの中に存在する*Cryptosporidium*に対する不活化技術として適用が期待される。

## 5. まとめ

*Cryptosporidium*などの塩素耐性原虫を化学消毒剤で不活化するのは非常に困難である。唯一、オゾンが有望であるが、オゾン消毒は温度依存性が高く、*Cryptosporidium*対策として低水温地域へ適用することは困難であろう。

紫外線はきわめて少量の照射線量で*Cryptosporidium*の感染性を喪失させることから、原虫対策のための消毒方法として水道に適用することにより十分な不活化効果を発揮するものと考えられる。また、装置の小型化が容易で維持管理に手間がかからないなど、小規模水処理施設へ適用するにあたり必要となる要件をほぼ満たしている。

これら新しい消毒技術が*Cryptosporidium*の放出源のひとつであると考えられる畜産関連施設へ導入されることを期待する。

### 【参考文献】

Clancy J. L., Bukhari Z., Hargy T. M., Bolton J. R., Dussert W. and Marshall M. M. (2000) Using UV to inactivate *Cryptosporidium*. *J. AWWA*, 92, 9, 97-104.

Craik S. A., Weldon D., Finch G. R., Bolton J. R. and Belosevic M. (2001) Inactivation of *Cryptosporidium parvum* oocysts using medium- and low-pressure ultraviolet radiation. *Wat.*

*Res.*, 35, 6, 1387-1398.

Dupont H. L., Chappell C. L., Sterling C. R., Okhuysen P. C., Rose J. P. and Jakubowski W. (1995) The infectivity of *Cryptosporidium parvum* in healthy volunteers. *New Eng. J. Med.*, 332, 855-859.

Fayer R. and Ungar B. L. P. (1986) *Cryptosporidium* and *Cryptosporidiosis*. *Microbiol. Reviews*, 50, 4, 458-483.

Haas C. N. and Rose J. B. (1995) Developing an action level for *Cryptosporidium*. *J. AWWA*, Sep., 81-84.

Haas C. N., Crockett C., Rose J. B., Gerba C. and Fazil A. (1996) Infectivity of *Cryptosporidium* oocysts. *J. AWWA*, 88, 9, 131-136.

Hirata T., Shimura A., Morita S., Suzuki M., Motoyama N., Hoshikawa H., Moniwa T. and Kanako M. (2001) The effect of temperature on the efficacy of ozonation for inactivating *Cryptosporidium parvum* oocysts. *Wat. Sci. Technol.*, 43, 163-166.

保坂三継 (2003) わが国の水環境における原虫汚染の実態, 第6回日本水環境学会シンポジウム講演集, 57-58.

Jokipii A. M. M., Hemila M. and Jokipii L. (1986) Prospective study of acquisition of *Cryptosporidium*, *Giardia lamblia*, and gastrointestinal illness. *Lancet*, 31, 487-489.

Landis H. E., Thompson J. E., Robinson J. P. and Blatchley III E. R. (2000) Inactivation responses of *Cryptosporidium parvum* to UV radiation and gamma radiation. *Proc. AWWA WQTC*, 1247-1265.

Madore M. S., Rose J. B., Gerba C. P., Arrowood M. J. and Sterling C. R. (1987) Occurrence of *Cryptosporidium* oocysts in sewage effluents and select surface waters. *J. Parasitol.*, 73, 702-705.

Morita S., Namikoshi A., Hirata T., Oguma K., Katayama H., Ohgaki S., Motoyama N. and Fujiwara M. (2002) Efficacy of UV irradiation in inactivating *Cryptosporidium parvum* oocysts. *Appl. Environ. Microbiol.*, 68, 11, 5387-5393.

森田重光, 平田強 (2006)  $\gamma$ 線および電子線照射による*Cryptosporidium parvum* オーストの不活化効果, 水環境学会誌, 29(2), 79-85.

Rose J. B., Gerba C. P. and Jakubowski W. (1991) Survey of potable water supplies for *Cryptosporidium* and *Giardia*. *Environ. Sci. Technol.*, 25, 1393-1400.

Shin G. A., Linden K.G., Arrowood M. J. and Sobsey M. D. (2001) Low-pressure UV inactivation and DNA repair potential of *Cryptosporidium parvum* oocysts. *Appl. Environ. Microbiol.*, 67, 7, 3029-3032.

諏訪守, 鈴木穰 (1998) 下水処理場等におけるクリプトスポリジウムの検出方法の検討及び実態調査, 土木研究所資料第3533号.

Zimmer J. L., Slawson R. M. and Huck P. M. (2003) Inactivation and potential repair of *Cryptosporidium parvum* following low- and medium-pressure ultraviolet irradiation. *Wat. Res.*, 37, 3517-3523.

# 新たな養豚衛生への取り組み

## —豚コレラ清浄化後を見据えて—

(有)サミットベテリナリーサービス 石川 弘道

### はじめに

2007年4月1日付けで、日本は晴れて豚コレラの清浄国となりました。ここまで来るには関係者の多大なる努力があったことをわれわれは忘れてはなりません。豚コレラ清浄化は、私個人にとっても大変感慨深いものがあります。

1994年暮れ、ある人物から電話がかかってきました。その人は「日本で豚コレラを清浄化したいのだが、どう思うか?」と私に聞きました。私は「基本的には可能だけでも、いくつか問題があると思う」と答えたと記憶しています。電話の主は、養豚コンサルタントの山下哲生氏でした。ちょうどこの時期、熊谷哲夫先生が海外の長期出張から帰国されており、熊谷先生に相談することにしました。熊谷先生を交え、数人の有志と、豚コレラ清浄化の可能性について勉強会を重ねました。勉強会を重ねるごとに、われわれの考えは、当初「豚コレラを清浄化できればいいな」といった希望から、「豚コレラは清浄化できる」という確信に変わりました。

豚コレラ清浄化について、何人かの獣医師にも相談してみました。相談した大多数の獣医師はこの問題について、静観の姿勢を示し、悲観的な意見を述べ、または露骨に反対する者もいました(勿論賛成し、協力していただいた獣医師の方も多くおりました。)。そこには豚コレラを清浄化するための科学的議論はなく、感情的な反対論が大勢でした。一方、全国養豚経営者

会議の役員の方々からは賛同の意思表示を受け、1995年11月21日に、豚コレラ清浄化委員会(事務局長:山下哲生氏)と全国養豚経営者会議主催の「ストップ・ザ・豚コレラ衛生セミナー」を開催し、その後農林水産省に赴き、要望書を手渡しました。

こうして始まった豚コレラ清浄化運動が10年以上の年月を経て、ようやく実を結ぶことになり、心から「あの時行動を起こして良かった」と感じています。さて、前置きが長くなりましたが、豚コレラ清浄化後の新たな養豚衛生への取り組みについて、私見を述べることにいたします。

### 日本養豚の生産性低下の原因と獣医師の役割

私は養豚専門獣医師として開業し、今年で14年になります。その間、多くの疾病対策に携わってきました。残念ながらこの14年間で、日本養豚の生産性は横ばい、ないしは下降線をたどってきました。その主な原因がPRRSやPMWSといった疾病であることは、多くの人が指摘しているところです(図-1)。

こうした養豚衛生の実態を顧みて痛感したことは、わが国における病性鑑定サービス体制の不備と、疫学を含む正確かつ有用な疾病情報の不足でした。日本では家畜の疾病診断は、主に各都道府県の病性鑑定施設で行われていますが、そこに対する評価は決して満足できるものではありませんでした。病気のコントロールの第1歩は、迅速・正確な病性鑑定とそれに関連する疫学情報にあります。その両面において十分とは

図1 日本における豚呼吸器病の初発生（報告年度）

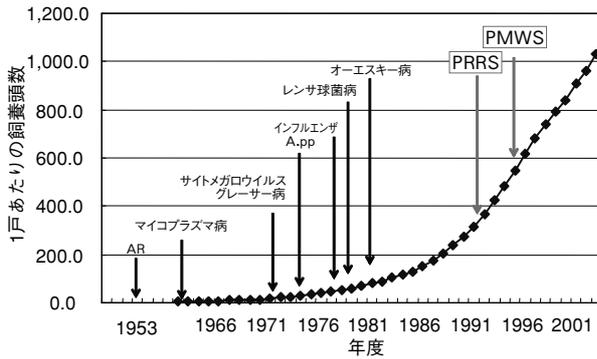


表1 養豚獣医師の変遷

70年代：豚個体の治療が中心
80年代：予防衛生が主体になってくる。しかし、予防注射業務が主体。
90年代：衛生管理プログラムの作成、衛生管理指導が主体になる。
21世紀：経営指導を含めた総合コンサルタント業務に移行する。

いえません。そのスタートが満足できるものでなければ、疾病対策を効果的に実行することは困難なわけです。そのような問題を踏まえ、(中)日本養豚開業獣医師協会（JASV）は、麻布大学の協力を得て豚の病性鑑定の充実を図ってきました。今後さらに、この病性鑑定システムの構築を図り、正確・迅速な病性鑑定の確立を目指したいと考えています。

一方、養豚獣医師の活動内容は時代とともに大きく変化してきています。1970年代はまだ、豚個体の治療が中心でしたが、80年代に入り、予防衛生の意識が取り入れられ、豚コレラをはじめとするワクチン接種業務にその内容が移行してきました。90年代になると、ワクチン接種業務は継続しつつ、その上でワクチン接種プログラムの作成や衛生管理指導などの、より専門的な獣医サービスを提供するようになってきました。さらに21世紀に入り、本業の獣医サービスに加えて、経営を含めた総合的なコンサルタント業務に移行しつつあります（表-1）。

## 豚コレラ清浄化後のサーベランス強化の必要性

豚コレラは本年4月に清浄化が達成されましたが、今後はその清浄性を維持しなくてはなりません。今まで以上に気を引き締めなくてはならないでしょう。そのためには、養豚場を獣医師が定期的に訪問し、清浄性を確認することが必要になると考えます。われわれはかねてから、養豚場の定期訪問による獣医サービスの重要性を訴えてきました。表-2は、養豚獣医サービスの3本柱と呼ばれているものです。経営の大規模化に伴って疾病の発生リスクがますます高まっている今日、緊急診断サービスや屠場サーベランスに比較し、定期農場訪問サービスの重要性は格段に重くなっています。

表2 獣医サービスの3本柱

1. 定期農場訪問サービス
2. 緊急診断サービス
3. 屠場サーベランス

「デンマークにおける養豚獣医療の状況（JASV会報No.2）」によれば、デンマークの養豚場は35日以内に1回、獣医師の訪問を受けることが義務付けられています。その結果、獣医師の質の向上が図られ、農家のよき相談相手となっているようです。日本でも同様のシステムができることを望みますが、ここで注意しなければならないことは、獣医師の質です。農場に問題が起こった場合、的確に対応策を提示できるだけの力量が要求されます。従来、欧米のシステムを真似て作成した指導事業などのソフト事業が、ことごとく失敗に終わっている原因は明らかで、その事業を実際に行う獣医師のレベルが低かったことにあります。サーベランスを行う獣医師はプロフェッショナルであることが要求されます。

# 豚繁殖・呼吸障害症候群 (PRRS) の制御および診断に関する研究の 進捗状況

(独)動物衛生研究所 ウイルス病研究チーム 恒光 裕

昨年度（平成18年度）より、農水省の先端技術を活用した農林水産研究高度化事業において、研究課題「豚繁殖・呼吸障害症候群（PRRS）の制御のための飼養衛生管理技術の高度化」を日本養豚開業獣医師協会（JASV）と動物衛生研究所（動衛研）との共同研究として開始した。研究期間は平成18～20年度の3年間で、PRRSの発生リスク低減のための衛生技術開発をめざす。現在、日清丸紅飼料(株)矢原芳博先生ら多くの方々の協力を受けてPRRSの野外調査を実施中である。

一方、平成18年度において、JASVが窓口となって養豚関連の多くの団体、企業より動衛研にPRRS診断技術の高度化に関する研究支援を頂いた。この研究支援によりPRRSウイルス抗体検査法に係わる研究の一部を実施した。以下、平成18年度に得られたこれらの研究成果について、その概要を紹介する。

## 1. 豚繁殖・呼吸障害症候群の制御のための飼養衛生管理技術の高度化

### 1) 研究の構成

本研究は野外調査を研究基軸とし、以下の3つの内容を柱とする。

#### ① PRRSの疫学実態と伝播・存続様式の解明

大規模養豚場を対象にアクティブサーベイランスを実施してPRRSによる被害実態を調査するとともに、PRRSウイルスの感染時期や伝播経路等を解明する。

#### ② PRRSの制御を目的とした飼養衛生管理技術の開発

モデル農場を設定してオールイン・オールアウト等のピッグフロー管理、また上記①で明らかにしたウイルス伝播経路の遮断等により、PRRSウイルスの制御あるいは清浄化を試みる。最終的に得られた知見を総合し、PRRS制御のためのガイドラインを作成する。

#### ③ PRRSによる経済損失とPRRS制御の費用対効果

PRRSによって生じる経済的な被害について損失調査法等を用いて算出する。また、PRRSに対する各種制御技術に対して、被害軽減への影響を費用・便益法等を用いて比較し、理想的なPRRS制御技術の選択方法について検討するとともに、各制御技術の費用対効果を検証する。

### 2) 成績

3年間にわたるPRRSのアクティブサーベイランスの対象農場として5農場（A～E）を選定し、PRRSのウイルス学的調査を開始した。各農場において年間2回の定期検査ならびに異常時検査を行い、PRRSウイルスの農場内動態や流行株が時期や臨床状態の違いによりどのように変化するかを検討し、PRRS対策に役立てることを目的とする。

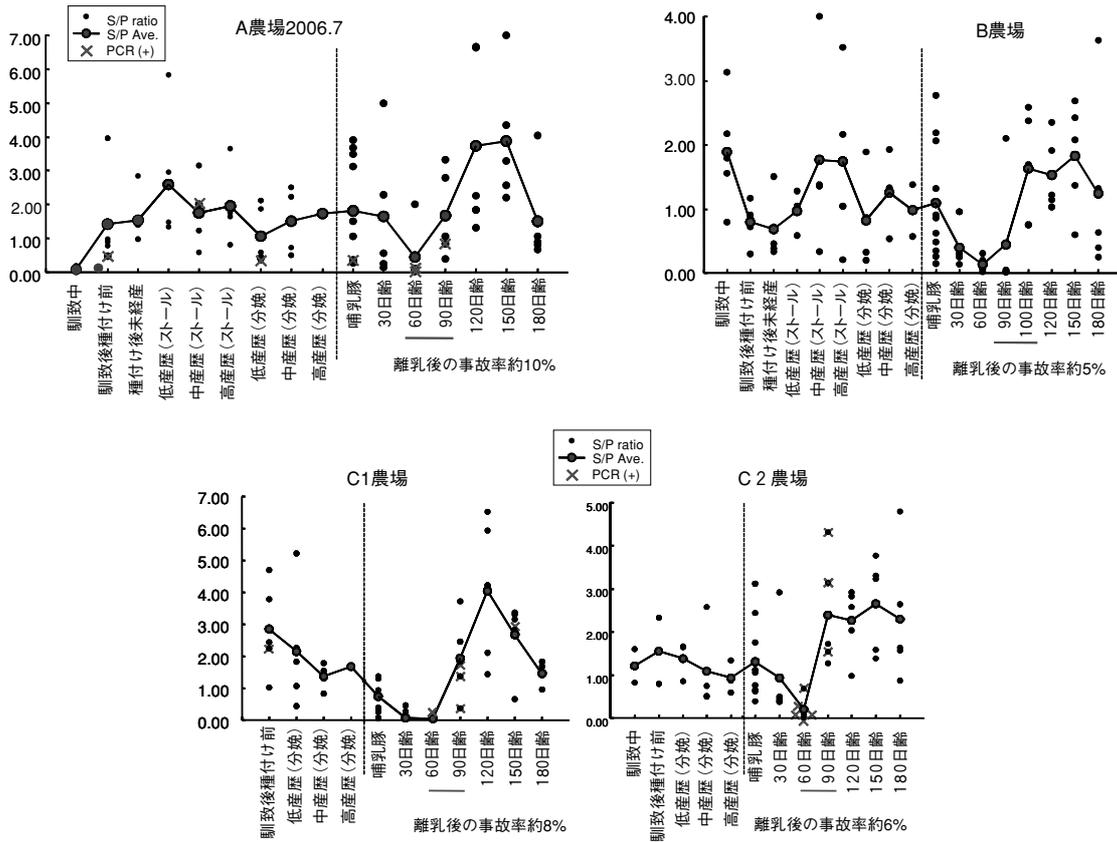


図1 生産ステージ別のPRRS ELISA抗体価 (S/P比; 縦軸) とウイルス遺伝子の検出 (A-C農場; 2006年夏)

第1回目の調査において、A農場（母豚規模550頭）、B農場（母豚規模500頭）、C1農場（母豚規模350頭）およびC2農場（母豚規模300頭）ではいずれも、PRRSウイルスの主な感染時期は60～90日齢であったが、A農場においては一部哺乳豚および母豚でもウイルスが検出されたことから、離乳後の水平感染に加え、母子感染が示唆された（図1）。A農場の子豚損耗率はB、C1およびC2農場に比較して高く、PRRSの影響が示唆された。

D農場（母豚規模130頭）では、抗体が検出されたのは繁殖候補豚と肥育後期の一部だけであり（4/58頭）、PRRSウイルスの浸潤率は極めて低かった。E農場（母豚規模1,800頭）では、抗体検査により繁殖舎でウイルス感染は確認されたが、肉豚において肥育前期まで抗体は認められなかった（図2）。E農場における肥育豚のウイルス感染源を解明する目的で、哺乳豚のウイルス検査を頻回実施した結果、いずれも陰性で

あった。このことから、感染源として肥育舎でのウイルスの存続が推測された。

各農場において、発育不良と呼吸器症状あるいは神経症状を呈した離乳豚ならびに肥育豚の解剖検査を実施した（各農場1～11頭）。その結果、大変興味深いことに肥育豚の肺におけるPRRSウイルス抗原は免疫組織染色によりA、B、C1およびC2農場では確認されたが、肥育前・中期までPRRSウイルス抗体が確認されなかったDとE農場ではPRRS抗原は検出されなかった。このことから、従来からいわれているように、肉豚において離乳舎までPRRSウイルスの感染を阻止することができればPRRSによる肺炎発現の低減が図れることが示唆された。検出されたPRRSウイルスは、遺伝学的に農場ごとに区別された（図3）。

A農場において、定期的なサーベイランス以外の時期に、流死産、子豚の死亡率上昇等PRRSによると思われる疾病の流行が認められた。PRRS流行時の血

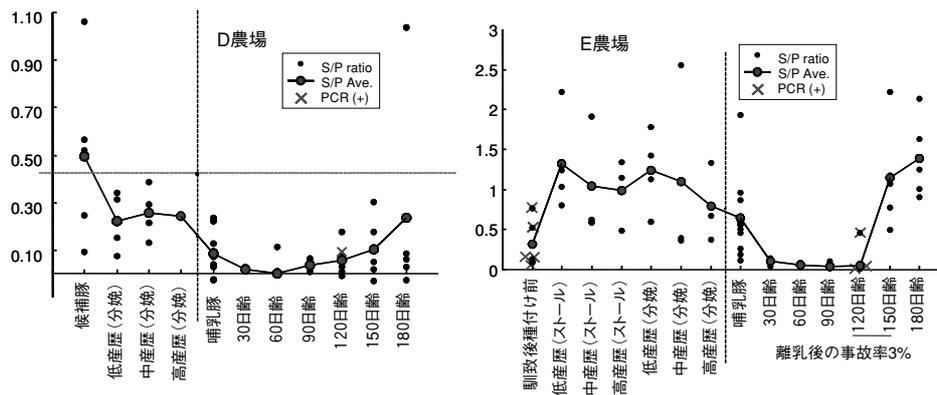


図2 生産ステージ別のPRRS ELISA抗体価 (S/P比; 縦軸) とウイルス遺伝子の検出 (D、E農場; 2006年夏)

液検査において、母豚、特に中・高産歴母豚のELISA抗体価 (S/P比) が定期採材時に比べて高かったこと、子豚でのELISA抗体値の低下が認められなかったこと、多数の哺乳豚でPCR陽性を示したこと等が特徴としてあげられた (図4)。また、注目すべき点として、検出されたPRRSウイルスは定期採材時に検出されたウイルスと遺伝学的に明瞭に区別された (図3、図5)。すなわち、定期検査時 (2006年7月) において検出されたウイルスは単一株 (図5での系統B) であったのに対し、PRRS流行時 (2006年10月、11月) では、この株に加えて新たに2種の系統 (図5での系統AとC) の株が検出された。このことは、元々農場には複数の株が存在してそれが顕在化した、あるいは、外部から新たな株が侵入したためと推測された。したがって、PRRSウイルス陽性農場においても、複数株を存在させないこと、すなわち、外部から新たな株を入れないことがPRRS対策上非常に重要であり、バイオセキュリティ強化の必要性が示された。

一方、PRRS流行による経済損失は、死亡により無駄となった生産費と、それぞれの生産ステージの死亡豚数より、

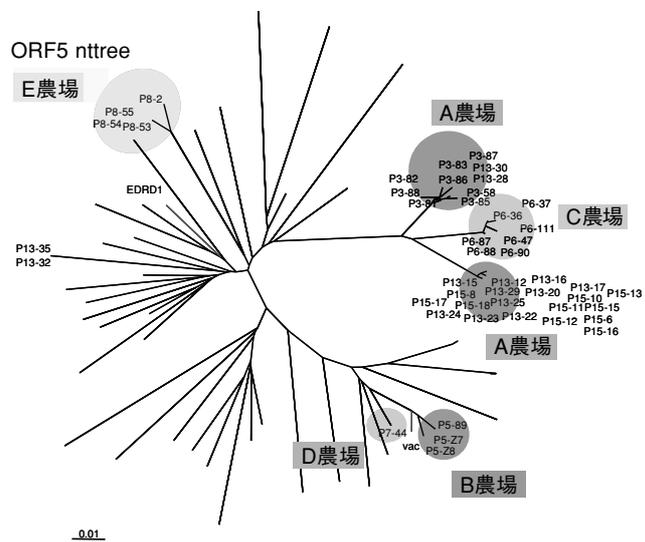


図3 PRRSウイルスの分子系統樹

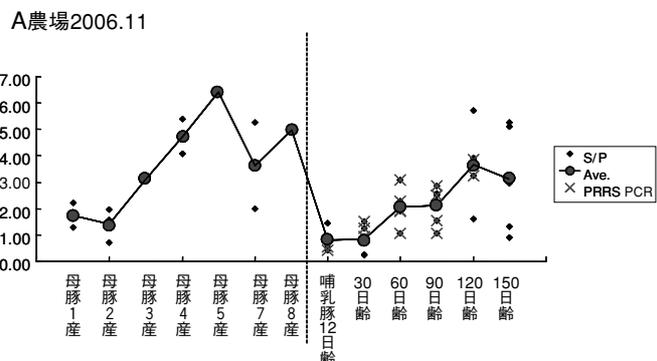


図4 A農場におけるPRRS流行時のELISA抗体価 (S/P比; 縦軸) とウイルス遺伝子の検出

3,715万円（内、哺乳豚961万円、離乳豚1,316万円、肥育豚1,438万円）と推定された。

A農場はPRRS流行後に肥育専門農場に移行したため、調査対象から除外した。第2回目の定期調査（2007年冬季）において、B農場では肉豚におけるELISA値の上昇日齢が遅くなったこと（120日齢で上昇確認）（図6）、検出されたPRRSウイルスは遺伝学的に第1回目の調査時に検出されたウイルスときわめて近縁であったこと等が明らかとなった。C1農場においては、肉豚におけるELISA値の上昇日齢が遅くなったこと（120日齢で上昇確認）が特徴としてあげられた

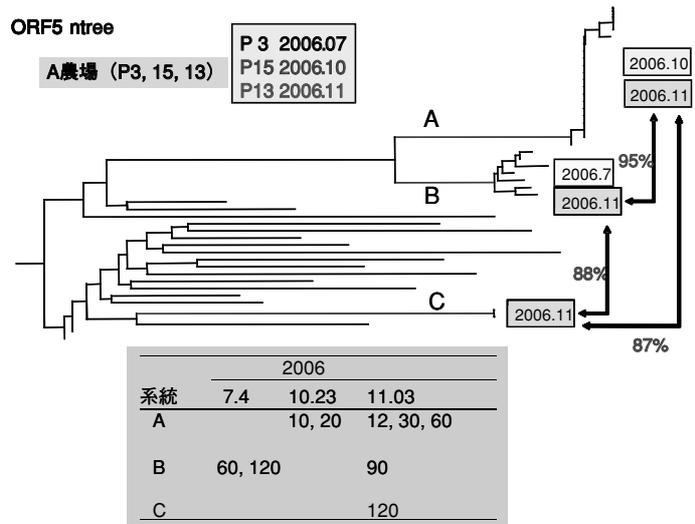


図5 A農場におけるPRRSウイルスの遺伝学的多様性

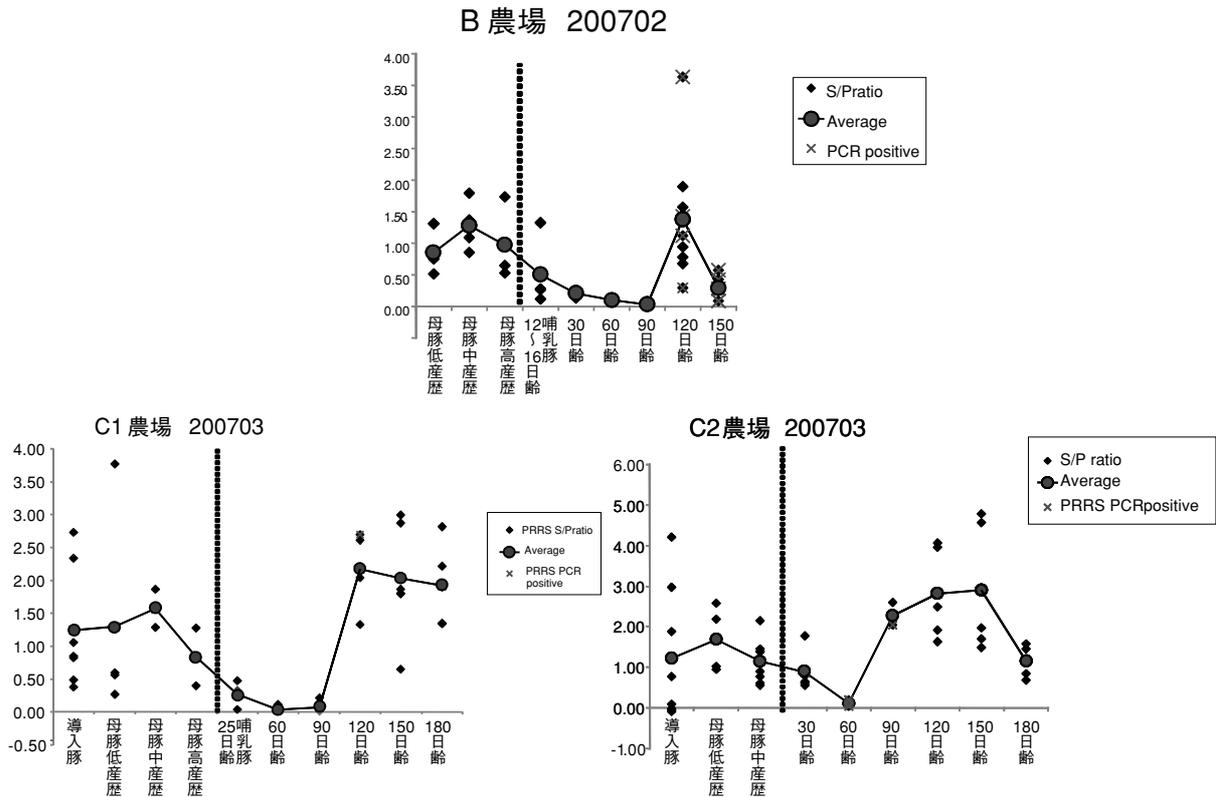


図6 生産ステージ別のPRRS ELISA抗体価（S/P比；縦軸）とウイルス遺伝子の検出（A-C農場；2007年冬）

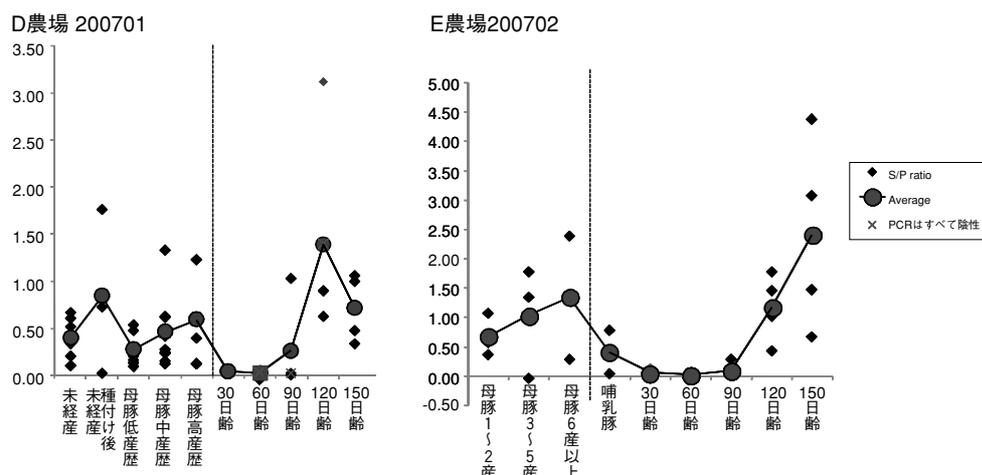


図7 生産ステージ別のPRRS ELISA抗体価（S/P比；縦軸）とウイルス遺伝子の検出（D、E農場；2007年冬）

（図6）。C2農場では、第1回目の抗体の推移と大きな変化は認められなかった。これら農場から検出されたPRRSウイルスは第1回目のそれらと遺伝学に極めて近縁であった。

D農場においては、第1回目の採材後にオーエスキー病（AD）の流行が認められ、当該ワクチンの一斉接種が実施された。このためか、第2回目の採材時において、母豚ならびに肉豚でのPRRSウイルスの感染が確認された（図7）。第2回目の採材時に検出されたウイルスは遺伝学的に第1回目のそれとほぼ同一であった。E農場においては、第1回目の採材時と比較して、肉豚の抗体上昇日齢が若干早まる結果となった（図7）。いずれの材料からもPRRSウイルスは検出されなかった。これら農場において第1回目と第2回目の採材時間で事故率の大きな変動は認められなかった。これら成績の要点は以下の通りである。

- ・定期検査時の一部農場において哺乳豚および母豚の血液からPRRSウイルスが検出されたことから、母子感染が示唆された。よって、流死産がみられなくても母豚群でのウイルス感染は時に起こり、母子感染の原因となる可能性がある。

- ・肥育初期までウイルス感染のない大規模農場が存在し、当該農場での事故率は非常に低かった。

- ・PRRSウイルスは農場毎に遺伝学的に区別される場

合が多い。

- ・PRRSウイルス陽性農場におけるPRRSの流行は、外部からの新たなウイルス株の侵入、あるいは、農場内での複数株の存在がその発生要因として考えられた。

- ・PRRSの流行が認められなかった農場においては、約6ヵ月経過しても検出されるPRRSウイルスは極めて近縁な株であった。

## 2. PRRSウイルス抗体検査法の高度化

PRRSウイルスに対する抗体検査は、市販のELISAキットを用いて行われることが一般的である。しかし、

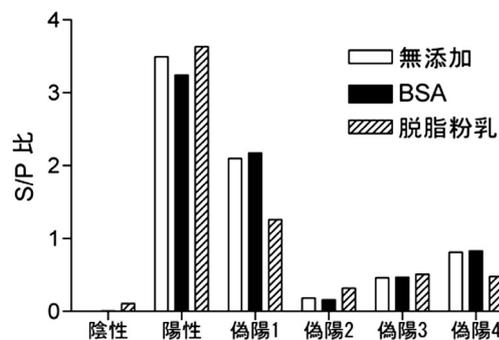


図8 ブロッキング反応ならびにブロッキング剤添加による偽陽性血清のELISA値

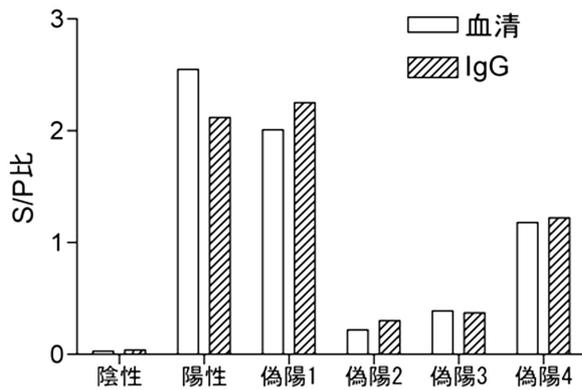


図9 偽陽性血清から精製したIgGのELISA値

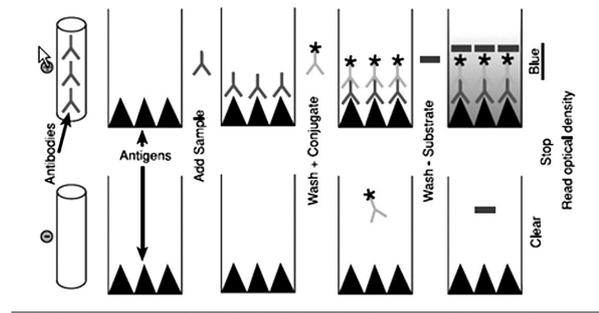
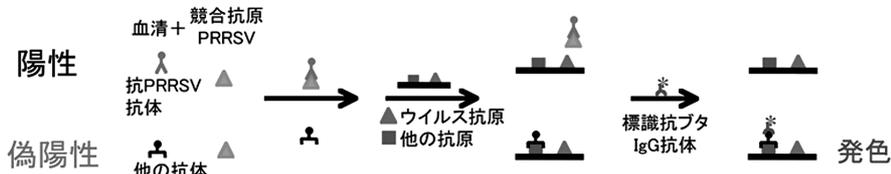


図10 PRRS ELISAキットの原理

(A) 競合 ELISA



(B) 阻害 ELISA

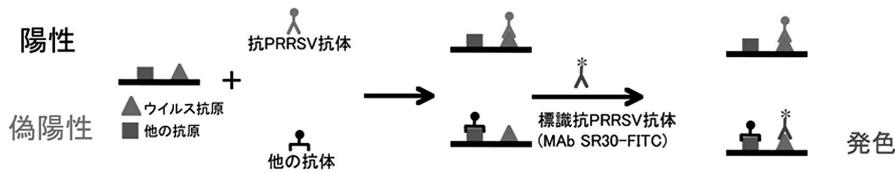


図11 競合 ELISA (A) ならびに阻害 ELISA (B) の原理

時にウイルス陰性農場由来の血清検体で陽性を示す例が認められる。そこで、この偽陽性反応の特性を調べ、さらに当該 ELISA の変法により抗体の有無を確認する方法を検討した。ELISA キットは IDEXX 社の製品を用いた。

まず、血清材料等の非特異的吸着の影響を明らかにする目的で、ウェルへの血清添加前にブロッキング反応の追加、また、キットに添付された血清希釈液ならびに HRPO 標識抗豚 IgG 抗体 (二次抗体) 液にブロッキング剤の添加を行った。ブロッキング剤は、牛血清アルブミン (BSA) あるいはスキムミルクを使用した。その結果、いずれのブロッキング剤によるブロッキング反応ならびに添加によっても偽陽性血清での

ELISA 値に変化はみられなかった (図8)。

次に、偽陽性血清からプロテイン A カラムを用いて IgG を精製して ELISA を行った。なお、IgG 濃度を単純放射免疫拡散法により測定し、精製 IgG と血清中 IgG の濃度を同一にして反応させた。その結果、精製した IgG を用いても、ELISA キットにおける偽陽性反応に変化はなかった (図9)。

さらに、当該キットを基に (図10)、競合 ELISA ならびに阻害 ELISA を実施した。競合 ELISA は、血清検体を濃縮 PRRS ウイルスあるいは濃縮 MARC-145 細胞抗原と前もって反応させた後、ELISA ウェルに添加した (図11A)。阻害 ELISA は、血清検体をウェルに添加反応させた後、キット添付の二次抗体の代わりに

HRPでラベルした抗PRRSウイルス単クローン抗体SR30を反応させた(図11B)。

偽陽性検体73例はIFAではすべて陰性を示し、89%は競合および阻害ELISAで陰性を示した(図12, 図13)。更にELISAで陽性かつIFAで陽性を示した検体の96%は競合および阻害ELISAで陽性を示した。

これらの結果から、偽陽性反応はウイルス抗原とは異なる抗原抗体反応によるものであることが示唆された。今回実施した阻害ELISAや競合ELISAにより、偽陽性検体の多くは陰性と判定された。今後、検体数を増やして今回のELISA変法の実用性について更に評価していく予定である。

なお、動衛研におけるこれらの実験分析について、PRRS制御に係わる部分は吉井雅晃氏、芝原友幸氏および山根逸郎氏が、またPRRS ELISAに係わる部分は沖永龍之氏および日本全薬工業(株)山岸健氏がそれぞれ中心となって実施した。

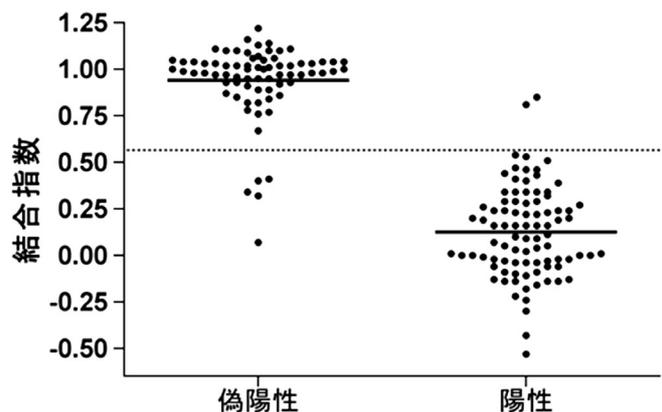


図12 競合ELISAによる野外検体の反応性

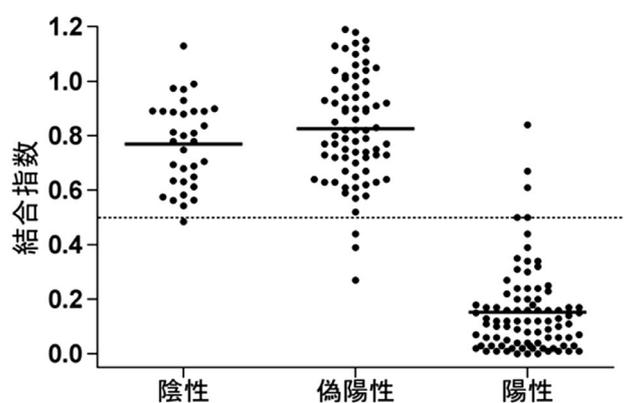


図13 阻害ELISAによる野外検体の反応性

# 2007年リーマン養豚学会報告

Swine Extension & Consulting  
スワイン・エクステンション&コンサルティング  
獣医師・獣医学博士 大竹 聡  
satoshiotake@hotmail.co.jp

## はじめに

AASV (アメリカ養豚獣医師協会) 学会とならび、北アメリカ養豚産業においてエクステンション (産と学の橋渡し、研究知見の現場普及) の役割を果たしているものの一つが、リーマン養豚学会 (Allen D. Leman Swine Conference) である。「学会」と言っても、いわゆる日本で言うところ「学術研究発表会」とは風貌が全く異なる。リーマン学会は、養豚生産者・獣医師・研究者・企業が同じテーブルに着いて情報収集・意見交換できるいわば「情報のプラットホーム」であり、業界全体としての「整備された情報流通の経路」として機能している。今回はそのリーマン養豚学会についてご紹介し、今年9月に開かれたその学会からの最新知見をいくつかご報告したい。

## リーマン養豚学会とは？

リーマン養豚学会は毎年、ミネソタ州の州都セント・ポールで開催される。この学会の主催・ホストは常にミネソタ大学養豚グループが務め、創始者である故アル・リーマン博士の名がこの学会名の由来である。リーマン博士はアメリカの養豚エクステンションを体現した最初のロール・モデルであり、ミネソタ大学において現在の養豚グループを発足させた張本人だ。ピッグチャンプを普及させたゲイリー・ダイアル博士の師匠であるだけでなく、現在のアメリカ養豚業界でリーダーシップを発揮し活躍している研究者・獣医師は全て漏れなく彼の影響を受けている。繁殖成績データの

分析・活用の重要性、ピッグフローが疾病対策・養豚経営に及ぼすインパクト、養豚獣医ビジネスの先見性、を世界の養豚業界に注入・浸透させた最初の人物であるといつてよい。「Would you hire you? (自分で自分のことを雇いたいと思うか?)」という生前の彼の口癖は、今や哲学味を帯びた格言のように現在のアメリカ養豚業界において多く引用されており、その機会を見るにつけ筆者も彼が業界に与えた絶大な影響力と貢献度を思い知る。

そんな彼が、ミネソタ大学養豚グループが在籍するビル3階の一室で毎週1回行っていたセミナーが、そもそもの始まりであった (現在もそのセミナーは続いていて、筆者も参加している)。現場獣医師や生産者、他の研究者をことあるごとに招くこのセミナーのスタイルと質の高さから、この週一回の会合は雪だるま式に大きくなっていき、今ではアメリカ全土だけでなく海外諸国から延べ800人を超す参加者を擁する年次学会になった。現在のリーマン養豚学会は、ミネソタ大学養豚グループのエクステンション活動の旗印として、まさに冒頭で述べた「業界における情報プラットホーム」として機能している。

## 多岐にわたるトピック

まず、リーマン養豚学会のトピックを見るだけでも「現在の養豚産業で重要視されている事項は何か？」をリアルタイムで把握することができる。前日2日間で行われるワークショップまで含めると、疾病、生産

管理、財務分析、栄養、動物福祉…などほとんどの分野を網羅するのだが、その中で今回特に目立った知見をご紹介したい。

**■ PRRS対策のネクスト・ステージ：  
もうワンランク上の農場防疫法**

PRRSの撲滅が、業界の最重要タスクの一つとなっていることはもはや疑う余地がない。地域ぐるみの撲滅プロジェクトのアップデート、農場防疫のリスク分析、空気フィルターの実用化、モニタリング法の研究と現場検証…。もはやPRRSは「農場にある疾病の一つ」という位置付けではなく、業界全体が団結して何か一つの目的を達成しようとするモチベーションのものになっている。北アメリカのPRRSに対する取り組みは、全ての養豚疾病対策の本来あるべき姿と今後の将来像、即ち、①農場防疫（バイオセキュリティ）、②疫学研究、③地域ぐるみで取り組む意識、を克明に映し出している鏡であると改めて確信した。

- PRRS免疫安定化から始まり撲滅に進むためのテクニクはすでに出尽くした（フィードバック、ワクチン、血清接種、農場閉鎖、摘発・淘汰、パースナルデポピュレーション…）。それぞれの方法において利点・欠点を踏まえて現場での実績が積み重ねられている。そして、現在と将来におけるPRRS対策法は「農場防疫学」に集約される。
- PRRS株によっては空気伝播しやすい株が存在する（MN-184という株）。ただし、誤解してはいけないのは、この特定の株の伝播経路が空気メインだというわけではない。「他の株と比較して伝播能力が全般にわたり圧倒的に高い。したがって空気伝播も他の株と違って軽視できない」ということ。この株は豚の体内での増殖能力が他の株と比べて格段に高い。したがって、ウイルス血症の程度も高く、豚に与える毒性も非常に強い。さらに、この株は豚の呼気に排泄されるウイルス量も桁違いに多いので、結果、空気伝播のリスクも高くなる。もちろんウイルス排泄量が多いのだから、空気伝播だけでなく直接接触伝播や人・トラックなどによる伝播のリスクも当然それ以上に高いわけだ。現在ではアメリカの現

場で問題を起こしているのはこのMN-184株ばかり（特にAIセンターで）。したがって、AIセンターはもちろんのこと繁殖母豚農場も今までよりワンランク上のバイオセキュリティ（即ち、空気フィルターの実践）が余儀なくされてきている、という背景がある。

- PRRS農場防疫法の最終形が確立されつつある。現場で実践可能かつ効果的な空気フィルター（DOP 95%フィルター）の現場検証研究（Dee）。一年を通して、空気フィルターを設置していない豚舎では120m離れた急性感染農場からPRRSの伝播が何度か確認された（虫、空気からもウイルスが検出）。対して、同じサイト内の空気フィルターを設置した豚舎では一度も伝播がみられなかった。また、天候のデータ（温度、湿度、風速、風向き、降水量、紫外線量、気圧、など）をすべて分析して、PRRSが地域伝播しやすい条件（リスクの高い日）・しにくい条件（リスクの低い日）まで確定できつつある。結論として、「株や天候によっては空気伝播の可能性も無視できない場合があることがわかった。実際それが示唆されるような現場症例も最近ある（特にAIセンターで）。であれば、その少ないリスクをも摘み取らなければならない。地域ぐるみでPRRS撲滅を達成するためには！」「当然、空気フィルターは、人やトラックの防疫が完璧である前提での話。今までどおり人・トラックの防疫が最優先であることに変わりはない！」農場防疫（バイオセキュリティ）の最終結論を出す一大プロジェクトを、現在Dee先生と筆者で進行中である。また機会をあらためてアップデートしていきたい。
- AIセンターにおけるPRRS空気フィルターの現場実践例（Reicks）。10以上のAIセンターにおける空気フィルター実践の経験。MN-184株による伝播を何度か経験していたAIセンターでもフィルター設置後は伝播が一切見られていないので、空気フィルターは非常に有望。オス豚一頭につき120ドルのコストがかかるが、十分ペイする計算（違うタイプのHEPAフィルターは500ドルもかかる。さすがにこれは高すぎ…）。フィルターの設置場所、換気量の

調整など既存の豚舎構造によって臨機応変な対応が必要。今後は繁殖母豚舎にも試していく。「将来的には空気フィルター設置は、AIセンターと繁殖舎における農場防疫法の標準レベルになるだろう。」

- PRRS 農場防疫リスク査定ツールを実践した農場のデータ集計・途中結果報告 (Holtkamp)。このツールの活用性が実証できたので、11月を目処にウェブにのせる見通し。今後は時機を見て、空気フィルターなど新知見も組み込んでツールを改定する必要もあるか？
- 地域ぐるみの PRRS 撲滅プロジェクトの進行報告 (Morrison, Wayne)。ミネソタ州ライス郡とステューブーン郡。完全な撲滅まではできていないが、確実に前進。両郡の背景の違いを比較、それによりやり方を変える (リーダーシップを誰にゆだねるか？など)。コミュニケーションが最重要。科学的根拠に基づいた情報を確実に提供する (バイオセキュリティ、閉鎖群 vs 農場閉鎖の違い、など) ことにより、躊躇していた生産者も撲滅の実践に踏み切った経緯。

**■サーコのさらなる科学的検証：  
ワクチンの現場経験と今後の疫学調査**

- PCV2 市販ワクチンの現場での効果報告。アメリカで発売されている製品 (3社。すべて子豚打ち) は、どれも非常に良い効果が現場で証明されている。現在の主流の使い方は、子豚に離乳時1回接種。両方の株 (PCV2aとPCV2b) に効く。肉豚でのサーコ疾病 (PCVAD) 対策は市販ワクチンでほぼ決まり。「アメリカのサーコ問題 (PCVAD) はワクチンでカタがつくだろう・・・。」
- 現在アメリカで販売・使用されている3社のワクチンの比較試験。効果および安全性 (接種部位のリアクションの有無) について (Kolb)。
- まだワクチンの供給が現場の需要に追いついていない現状。限られた量のワクチンをどのタイプの農場に使用すれば最も効果が期待できるのか？半ドースでも効果があるか？子豚接種のものを母豚に用いたらどうか？など、現場での試行錯誤・工夫の報告 (Nerem)。

- オスの精液にサーコウイルスが排泄されることがわかっている。その意義は？ワクチン接種により精液へのウイルス排泄を抑えられるか (Reicks, Erlandson)？結果は否。市販ワクチン接種したもので、オスの精液にウイルス排泄はみられた。したがって、現在の状況ではサーコウイルス・フリーの精液を供給することは無理。

- 繁殖母豚群におけるサーコの意義は？通常母豚は症状は出さないが、その免疫状態如何が後の子豚の発症に影響しているであろうことはわかっている。繁殖母豚群でできるサーコ対策は？AIセンターからの精液はサーコウイルス・フリーにすべきか？今後はこの分野での知見が出てくるであろう。

**■無視できない穀物価格高騰の影響**

現在の穀物価格高騰は、当然アメリカでは無視できない状況である。しかし、それが国全体としての豚肉生産量や豚価にまで直接影響を与えるまでにはまだ至っていない。アメリカの豚価が生産者にとってまだ有利である主な理由は、輸出がうまくいっているからである (Funderburke)。そして若干ではあるが、皮肉なことに昨今のサーコ問題 (PCVAD) による出荷頭数の局地的な減少ももしかしたら影響しているのかもしれない、という声もある (ただし、国全体としては2007年はむしろ豚肉生産量は3%増の見通し...)。いづれにしても、「我々は養豚経営を行ううえで、すでに“バイオ・エネルギー”時代に突入した！」と明言されていたことから象徴されるとおり、バイオ・エタノールによる穀物価格高騰の波に対し、何らかの具体的対策を講じる必要に迫られている。その問題に対し、アメリカはどのように取り組んでいるのか？現場でできることは何か？

- DDGS (とうもろこし蒸留粕) の活用。DDGSは現在、とうもろこしの“代替物”という位置付けで捉えられているが、近い将来はもはや“標準原料の一つ”と位置付けし直さなければならないかもしれない (Funderburke)。それほど、現在のアメリカではDDGSをある一定の割合で飼料に配合する (し

なければ見合わない) ことが一般的になりつつある。しかし正直、DDGSに問題がないわけではないのも事実。エタノール工場により生産されるDDGSの質にバラツキがある? 未知の成分混在の可能性? マイコトキシンの汚染度? 輸送・保存・加工が比較的困難? 一定割合以上を配合すると枝肉の質に影響がでる? …など。最近、ある会社の取り組みにより、数あるエタノール工場から産出されるDDGSの質を公正に分析・評価し、そのグレード付けをしたデータが生産者にも利用可能となっている。工場によってはそのグレード付けを差別化戦略として販売に利用している(例:ダコタ・ゴールド)。

- しかし、DDGSはとうもろこし由来の産物なわけだから、当然その価格はとうもろこしの価格に左右されてしまう。また、今後とうもろこしからエタノールを蒸留する技術がさらに発達していくにつれて、その副産物であるDDGSに残る栄養分は少なくなってしまう。結果、皮肉なこと、将来出てくるDDGSは今よりも栄養価に乏しく利用価値が低いものになる可能性も十分あるわけだ。真の意味で穀物価格高騰の影響から脱却するためには、とうもろこしに全く依存しない原料を利用しなければならない。現状では正直それはあまり現実味を帯びていないが、将来的には克服しなければならない課題であるだろう(Funderburke)。
- ヨーロッパで普及しているようなバイ・プロダクト(食品副産物)を活用したりキッド・フィーディングの可能性について、アメリカでも軽視しすぎではないと思う(Pettigrew)。
- 飼料費が養豚生産コストをさらに圧迫するようになると、肥育舎をいかに効率よくマネージできるか? という課題がさらに重要性を増してくる。今までは肥育舎の成績の評価は増体・飼料要求率・出荷日齢・出荷体重などでよし悪しが決断されているが、これらのデータはすべて屠場で豚をつぶして初めて得られる情報ばかりだ。つまり、全て後追いの情報にすぎず、データが出てきたときには「時すでに遅し」なわけで、その次の参考にはなるにせよ、その場でその問題を解決するための情報としては使えな

い。即ち、リアルタイムでの肥育舎管理のモニタリングが必要とされてきている。そのための具体的な実践例(Brumm)。

- 授乳期母豚の自動給餌システムの活用。授乳期母豚の給餌は、繁殖成績の改善・離乳子豚の質の向上において非常に重要な要素だ。大規模農場の場合、授乳期給餌の管理をマニュアル化することが難しい。よって無駄も多く、農場要求率に悪影響を与えている場合が少なくない。餌高の昨今では、それは至極大問題である。それを克服するために自動給餌システムを試験してみたところ、良い結果が出た。その詳細(Hill)。
- 肥育豚出荷のタイミングと出荷先パッカーの臨機応変な選び方が、最終的に肥育の利益を最大限に享受するためには重要である。餌高の昨今はその重要性はさらに増しており、そのための知恵・技術・ツールを持つことがより大事になってきている。その実例として、複数大手パッカーに肉豚を出荷したときに、生産者のマージンを最大限にできる出荷体重ととうもろこし価格の関連性(Funderburke)。
- アメリカ養豚産業における現在の肉質に対する考え方。昨今パッカーが直面している、肉質に悪影響を及ぼしているのではないかと思われる現象について(McCuiston)。

■「動物福祉(アニマル・ウェルフェア)の養豚における本質的概念は、農場生産性の向上により食品安全性を改善すること!」:アメリカにおけるPQAプラスの取り組み

- ヨーロッパ諸国で現在実践されている動物福祉に関するルール(分娩柵・ストールの全面禁止、離乳期間の制限、飼養面積の確保、など)は、ともすると過度に走りすぎて、本来然るべき目的を逸脱しつつあるのではないかと危惧されている。あくまでも養豚は経済活動である。犬猫ペットにおいて議論されている動物福祉(動物愛護)とは全く性質が異なるもの。
- 養豚産業が、安全・安心な豚肉を消費者に提供することが至上命題であるならば、養豚における動物福

社の本質的概念とは、「農場生産性・衛生レベルを向上させる取り組みを通して、その結果として豚肉の食品安全性の改善に貢献すること」に他ならない。即ち、養豚福祉（スワイン・ウェルフェア）イコール食品安全性（フード・セーフティ）であり、したがって養豚産業における動物福祉に関する全ての事項は必ず科学的根拠に基づいたものでなければならない。

- それを証明するかのごとく、現在アメリカでは、かつてSWAP（動物福祉査定プログラム）とPQA（豚肉品質保証プログラム）と別々であったものを、一つに統合してPQAプラスと改定されて実践が進んでいる。両者は本質的に同じであるべきだ、という根拠からだ。したがって、アメリカのPQAプラス・プログラムには抗生物質の適切な使用法や衛生的な飼養管理法など全てが動物福祉としての必須条件として含まれている。
- さらに以前と大きく異なる点は、このPQAプラスには認定資格制度を設けていることである。即ち、PQAプラス・プログラムを現場に普及する役割を担うPQAプラス・アドバイザー（獣医師でも生産者でも研究者でも）として活動するためには、試験に合格してNPPC（アメリカ養豚生産者協会）の認定を受けなければならない（筆者も最近トレーニングを受けて、その資格を取得した）。動物福祉という産業にとって重要な問題を、単なる「哲学・感情論」や「机上の理屈」で終わらせずに、生産現場が現実的に取り組める形のシステムとして構築していくことがアメリカ養豚産業の今後の大きな課題の一つだ。それを具現化することが、このPQAプラスのねらいである。
- 昨今、日本でも養豚における動物福祉の問題は重要視されてきており、具体的な取り組みも始まってきている。今後、結果として養豚産業にとって不本意は方向に進んでしまわないためにも、アメリカにおけるPQAプラスの取り組みから今のうちに我々が学ぶべきことは多いと思う。

## 日本からも多くの発表が！

今回のリーマン養豚学会でもう一つ特筆すべき点は、例年に比べて日本からの発表が多かったことである。そのほとんどは明治大学農学部動物生産学講座の瀬瀬雄三先生およびその学生さん達であった（ポスター発表）。内容は、母豚の2産目症候群・耐用年数・事故率などと関連する農場要因のデータ分析、離乳母豚の唾液中プロゲステロン濃度や背脂肪厚と繁殖成績の関連性、授乳期間の延長と繁殖成績の関連性、など。学会中、筆者も彼ら学生さん達と時間をともにすることもあったが、「自分の研究テーマに関係した文献を書いた張本人に会えて、直接いろいろ聞いた」、「養豚の学会がこんなに活気あるものとは思わなかった」などなど、皆さん非常に刺激を受けていたようであった。このような活動は、学生さん達本人にとって貴重な体験となるのはもちろんのこと、「日本の養豚業界でも産業をサポートしようとする研究が行われている」ことを世界にアピールできるという意味で非常に重要だと思う。リーマン養豚学会のような機会をうまく利用して、今後ますます、このような養豚分野での個々の国際交流が活発になることを期待したい。

## 最後に

今回は誌面の都合上、限られたトピックしかご紹介できませんでした。また、紹介したトピックに関しても深く切り込んだ情報提供までできなかったものがあつた旨、ご了承頂ければ幸いです。本稿で触れられたトピックについてさらに詳しい具体的な内容の情報をご所望の方は、改めて筆者宛に直接ご依頼下さい。随時、個別に対応させていただきます。

© S. Otake

# サーコウイルス病の疫学

## —そのコントロールと防御でわかっていること—

J.Segalés P.Bækbo

訳：石関紗代子

監訳：石川 弘道

### はじめに

豚サーコウイルス2型 (PCV2) は、あらゆる国で飼育されている豚からイノシシまで、どこにでも存在するウイルスです。90年代中頃までにPCV2と離乳後多臓器性発育不良症候群 (PMWS) との関連が指摘され、それ以降、繁殖障害や豚皮膚炎腎症症候群 (PDNS)、豚呼吸器病症候群 (PRDC)、増殖性壊死性肺炎など、たくさんの疾病との関連が示唆されています。そしてこの疾病を総称して豚サーコウイルス病 (PCVD) と呼びます。

これらの疾病のうち、PCV2感染との因果関係を科学的に証明する方法は、PMWSと繁殖障害に対するもののみが確立されています。特に経済的に重要度の極めて高いPMWSの被害は、直接的なものと同接的なものを含め、EU全体で年間およそ6億ユーロにも上ります。これを踏まえ、今回の報告はPMWSの疫学と予防、およびコントロールに関して、現時点で何がわかっている、まだ何がわかっていないのかをまとめることを目的としました。

### 群でのPMWS 診断法

PMWSの国際的診断基準としては、①臨床症状、②特徴的なリンパ組織の病変、および③病変部からのPCV2の検出の3条件が満たされることとされています。しかし、この3条件は豚個体としての基準です。一方で、成績の大変優秀な農場でも、これらの基準を充たす個体が存在することがわかっています。そこで、

ヨーロッパのPCVD研究協会は群単位でのPMWS診断について議論し、その診断基準についての意見をまとめました。もちろんこの基準はまだ議論の余地は残っています。しかし少なくとも、この基準は農場単位でPMWSの相対的重要度を判断するための実用的な糸口となっています。この基準はホームページ (<http://www.pcvd.org>) で公開されていますが、その内容を以下に示します。

### 基準1 豚群としての臨床所見

離乳後の事故率や消耗が、それまでと比較して目立って上昇した場合にPMWSが疑えます。農場に事故率の記録があれば、統計的検査法によって上昇の度合いを判断することができます。記録がない場合は全国平均や地域の平均と比較して、事故率が平均値の50%増しになっていればPMWSを疑います。

### 基準2 PMWSの病理学のおよび病理組織学的診断

剖検は1豚舎で少なくとも5頭は行う必要があります。病豚のうちの半数がPMWSを原因としていたら、病豚の総数とは無関係に、5頭剖検すれば1頭はPMWS罹患豚を発見することができます。病豚を同時に何頭か剖検して病理学的、病理組織学的検査を行い、そのうちで最低1頭は必ずPMWSの所見 (上記) を示すようであれば、その豚舎はPMWS陽性であると判断できます。

ここに示した豚群での PMWS 診断指針は、状態の悪い農場でその原因として PMWS が関連しているのか、関連していないのか、を評価するため、客観的統計的基準を確立しようとするものです。現在の群評価の基準は病気が発生、まん延したときには有効ですが、農場単位で評価するには不向きだからです。

### 豚群における PCV2 感染動態

初乳中の移行抗体は授乳期から育成期にかけて減少します。そして育成後期から肥育期までにセロコンバージョン（血清学的陽性転換）と呼ばれる、移行抗体が陰性化した後陽転する状態になります。セロコンバージョンは通常 7～12 週齢くらいで起こります。そして抗体はその後 28 週齢まで続くという報告があります。PMWS は 4 週齢以下の子豚では見られないことが多く、これは母豚からの先天性免疫によって病気の進行が抑えられているためだという野外実験研究の結果もあります。PMWS の陽性農場と陰性農場で比較しても、PCV2 の血清診断結果はほとんど変わらないことが多いです。しかし、症例対照研究で比較してみると、早期の PCV2 感染は PMWS 発症のリスクファクターになりうる、といえます。

### PCV2 の伝播様式

PCV2 は鼻腔、扁桃、気管支分泌物、糞尿サンプルから PCR 法を用いて検出することができます。PMWS 罹患豚から、また発症していない感染豚からも検出できますが、発症していない豚からのウイルス排出は、発症豚と比較すると少量です。PCV2 の実験感染例では PCR 法を用いて、鼻腔、直腸、尿、唾液、眼、扁桃からウイルスが検出されました。PCV2 はあらゆる経路から排出されている可能性があります。しかしほとんどの場合、その主な感染・伝播経路は経鼻、経口感染であると考えられています。多くの実験研究からも、PCV2 は主に鼻腔から伝播するという結果が得られています。ある実地研究で、すでに PCV2 に感染している豚と、感染していない感受性のある豚と一緒に飼育して伝播経路を調べた結果、対照豚に対して接触による直接伝播での感染が認められました。これらの

実験結果と、また、ほとんどの豚が 6 ヶ月齢までにセロコンバージョンしているという事実とを考えると、豚同士での水平感染はかなり高率に起こっていると考えられます。

### PMWS の伝染性

最近のデンマークとニュージーランドの研究では、PMWS 罹患豚と一緒に飼育した健康豚に PMWS が伝染したと報告しています。デンマークの研究で 46 日齢以降の豚を対象に実験を行ったところ、PMWS 罹患豚と一緒に飼育した健康豚の 14 頭が PMWS を発症しました。10 頭は PMWS 罹患豚と同じ豚房で飼育されていた健康豚で、直接接触により感染したと考えられます。3 頭は隣の豚房にいた豚で、残る 1 頭は通路をはさんで反対側の豚房にいた豚でした。また、ニュージーランドの研究では、健康豚に PMWS 罹患豚を直接的ないし間接的に 56 日間暴露することで、健康豚に PMWS が発症したことが確認されました。また、4 週齢で PMWS 罹患豚と接触した健康豚は PMWS を発症するのに対して、12 週齢以上の健康豚では発症しないこともわかりました。以上のことから、PCV2 に暴露される日齢が、PMWS 発症の鍵となっていると考えられます。

### 精液による PCV2 の感染性

PCV2 が精液から検出されることはすでに知られているとおりです。現在の研究段階では、雄豚にウイルスを接種すると、その後少なくとも 47 日間は精液からウイルス DNA が検出されることがわかっています。また、自然感染した雄豚の精液からも PCV2 の DNA 断片が得られることがわかっています。しかしこれらの結果からは、感染力のある PCV2 が精液中に存在しているのかわかりません。感染力のあるウイルスは未だ分離されていませんし、バイオアッセイも確立していません。つまり人工授精（AI）でも自然交配でも、PCV2 を広げる可能性があるということを考慮しておくべきです。PMWS の伝播に AI や交配が関係しているか否かは、現在はまだわかっていないのです。

## PCV2の垂直感染

胎子へPCV2を直接接種した場合と、遊離した胚の透明帯に接種した場合について、PCV2の次世代への影響を検討した実験があります。これにより、PCV2は胚や胎子期の感染により垂直感染することがわかっています。しかし実際には母豚からどのようにしてウイルスが胚・胎子へ移行するのかわかっていません。また、垂直感染が頻繁に起こるのかもわかっていません。潜在ウイルスの自然感染についての研究も、ごく限られた数しかないのです。一方、PCV2の経胎盤感染について、母豚へPCV2を経鼻感染させた実験があります。この結果から、PCV2は垂直感染する可能性があるとわかりました。しかし、この研究では、使用した精液に関しては十分な記述がありません。また、SPFの妊娠豚にPCV2を筋肉内投与または経気道感染によって実験感染させた研究もありますが、こちらは反対の結果が出ています。感染させた母豚では急性症状がでていても、その子豚の組織からはPCV2は検出されないという結果です。

また、AI時のPCV2の子宮内感染について調べた実験もあります。実験では4頭のPCV2血清反応陰性の母豚にウイルスを接種しました。1頭は失敗しましたが残りの3頭で経過を観察しました。するとその3頭の母豚は、異常に多数の、死産子豚やミイラ化した胎子を娩出しました。この2つの研究では、どちらも産まれた胎子や新生児の組織からPCV2が検出されました。さらに最近の研究では、同じようにSPF豚でPCV2血清反応陽性の母豚に対して、汚染された精液を用いてAIを行ったところ、母豚に重度の繁殖障害、胎子のミイラ化が現れることがわかりました。妊娠期間中に胎子にPCV2が感染したためと考えられます。しかし、どれくらい頻繁に、PCV2を原因とする繁殖障害が起こるのかは、その地域によって異なるようです。例えば、ヨーロッパではまれにしか起こらないと報告されていますが、韓国では流産・死産の13%はPCV2が原因とされています。これらを考え合わせると、PCV2の自然感染による流産や発情回帰の重要性は、まだ評価できる段階ではないようです。

## PCV2の垂直感染とPMWS発症との関連

PCV2の胎子や胚への影響は前に述べましたが、自然感染の場合にはまだわかっていないこともあります。1) PCV2に先天性に感染している子豚は生存できるのか。2) その場合、どれくらいの割合か。3) 感染している子豚が離乳後にPMWSを発症するか。などです。1) の答えはおそらく“Yes”です。これに関しては実験も行われています。しかし、2)、3) については、現代ではまだ検証する実験データがありません。とても古いデータならありますが、これは胎子期に感染して免疫寛容となった子豚ではPMWSを発症するリスクが高いというものです。

## 精液によるPMWSの伝播

このことについて、世界中で様々な疫学的研究が行われています。イギリス、デンマーク、フランス、スウェーデン、およびニュージーランドにおける成績では、精液はPMWSの伝播および感染源の主な原因からは除外できると結論付けています。

## 豚への感染およびPMWS発症に必要なPCV2のウイルス量

豚への感染に必要なPCV2の最低量は未だ明らかにされていません。実験的には1頭あたり  $10^2$  TCID<sub>50</sub> 以上のウイルス量を接種すれば十分であることがわかっていますが、一方で、接種するウイルス量は、PMWS発症やPCV2の不顕性感染を起こすための主な要因ではないとする見方もあります。 $2 \times 10^3$  TCID<sub>50</sub> のウイルスの鼻腔内接種でPMWSを発症したという報告がある一方で、 $4.3 \times 10^6$  TCID<sub>50</sub> のウイルスを接種したノトバイオート豚や、106.8 TCID<sub>50</sub> 相当のPCV2を含むホモジネート組織を接種したコンベンショナルの血清反応陰性豚では、病気の発生は見られなかったという結果もあります。これらの結果に関して、PCV2の株間での病原性の違いが原因となっている可能性も考えられますが、PMWSという病気が多因子的な性質によって、その発症に必要なPCV2の最低ウイルス量の決定も困難になっているのです。

## PCV2の持続感染

フィールドでは22週齢以下の豚の血清からPCV2のDNA断片が検出されています。PCV2の持続感染はPMWS陽性農場でも陰性農場でも起こっているようです。しかし、このウイルス血症が連続的なのか、または断続的なのかは調べられていません。PCV2の実験感染では、最終的に接種後21～71日では血中や組織中にウイルスが検出される割合が多いので、フィールドでのデータはこの実験研究によっても裏付けられます。また別の実験で、ある1頭の豚からはウイルス接種後125日で、組織からPCV2のDNA断片が検出されたという報告もあります。このように、PCV2は一定の割合で持続感染を起こす可能性があると考えられます。しかしそのメカニズムについてはまだわかっていません。

## PCV2の豚以外の動物への感染性

PCV2感染症とPMWSは豚とイノシシの病気であると述べてきました。イノシシ科以外の動物で、牛、山羊、羊、馬、犬、猫、ネズミ、人については血清学的検査結果で感染の所見は示されていません。獣医師などのいわゆる“ハイリスクグループ”でも結果は陰性でした。最初に行われた血清学的検査によると、人、牛、ネズミは陽性となったとありますが、これは最初の血清反応での擬陽性結果であったと現在では考えられています。

## いくつかのPMWS誘発因子がわかっているか

PMWSとは、PCV2感染が関与し、感染因子または非感染因子の影響で臨床的発症に至る、多因子的な性質を持った疾病であると定義されます。

### ●感染性の危険因子と誘因

PCV2をPRRSVやPPV、*Mycoplasma hyopneumoniae*と混合感染させることで実験的にPMWSを再現しています。この実験は疫学データによって裏付けられており、PMWS陽性農場ではPCV2感染に付随して、広範な病原体の感染が見られます。PCV2に対する免疫状態もPMWS発症の危険因子と考えなければ

ばいけません。PCV2に対する抗体を持っている豚では臨床症状を示さず、リンパ節の組織学的検査での病変も軽度であるためです。分娩舎の母豚がPCV2に感染したり、またPCV2抗体のレベルが低い状態だったために、子豚がPMWSを発症してしまい、農場の事故率に深刻な影響を及ぼしたという報告もあります。

### ●非感染性の危険因子と誘因

PMWS陽性農場ではある状況によっても、発症や症状など病態の転機が左右されると考えられます。

- 1) いくつかの悪化要因や危険因子は、経験的な日常作業、管理の結果として起こるのではないかと考えられます。フランスの最初の研究によると、農場の管理方法の誤りを指摘し、マデック20の法則（病気の影響を低減させるための管理リスト）を実施したところ、深刻な被害を受けていたPMWS陽性農場で大幅に事故率が低下しました。
- 2) 危険因子を評価する症例対照研究が、デンマーク、フランス、スペイン、イギリスなどで行われました。PMWSのリスク低減に関連する要因は、農場防疫策、外部導入豚の隔離、長靴や衣服の交換、離乳および分娩舎の空舎期間、定期的な外部寄生虫の駆虫、妊娠母豚の群飼育などです。これらはすべてPMWSのリスクを低減しました。
- 3) PCV2を感染させて免疫刺激を与えたノトバイオートの豚にPMWSを実験的に発症させた研究結果も、多くの農場実地研究によって裏付けられるものでした。PCV2に感染した豚に、ある市販の豚用オイルアジュバンドワクチン、または免疫賦活剤を接種すると、明らかにPMWSを誘発する作用があるというものです。この結果は議論を呼ぶものですが、少なくともある特定の状況下では免疫活性化することがPMWSを誘発する潜在的因子になり得ることを考えておくべきです。
- 4) 農場スタッフや獣医師は、豚の遺伝系列によって、特にイノシシの遺伝系列に関して、PMWSに影響されやすい種があることを指摘しています。これは、「ランドレース種は、デュロック種や大ヨークシャー種に比べるとPMWSの病害を受けやすい」という最近の研究で実証されました。他にピエト

レン種を使用した研究もありますが、この結果は矛盾するものとなっています。ある研究では、ピエトレン種では感染母豚から産まれた子豚にPMWSの影響は見られないという結論ですが、別の研究では、離乳後のPMWSに関連した事故率はほかの種と比べるとより低いと結論付けています。PMWSに対する抵抗性の遺伝的な解明については更なる研究が現在も継続中です。

## PMWSをコントロールする方法を、われわれは知っているか？

PMWSは多因子性の疾病なので、その効果的なコントロール方法としては、PCV2の感染をコントロールするという以外に、PMWS誘発因子に関する理解に焦点を当てることにします。各々の農場における誘発因子を理解し、そのコントロールと根絶を目指します。PMWSの進行と防御に関する要点は先ほど概説しました。PMWSコントロールについて、科学的、理論的に実証されている事項を以下に示します。

### ●管理

いわゆる「マデック20の法則」の実践によって大きな成果が得られています。法則を忠実に実践することで最高の改善率が得られました。

### ●混合感染

離乳後、ウイルスや細菌の混合感染を防ぐことでPMWSの発症を軽減するようにします。実際にアメリカでは、肥育豚に承認済みのPPVワクチンを接種してPMWSのコントロールに成功しています。しかし、このPPVワクチンによってPMWSの症状を示す豚が減るという効果について実験的には証明されませんでした。PMWSの被害軽減を目的としたPRRSVやマイコプラズマのコントロールに関して言えば、現在までに発表された実験成績は有効ではありません。

### ●免疫調節

実際の知見から、有効なワクチンをやめてしまうリスクと、一定数の豚のうち低い確率でPMWSを誘発するリスクを比較して、前者のリスクの方が大きいときは衛生プログラムからワクチンを除いてしまうこと

は不適切であることもあります。したがってPMWS陽性農場では、有効な検査結果に基づいておおよそのPCV2の感染時期を予測し、被害を最小限に抑えられるようなタイミングでのワクチネーションプログラムを考えることが必要になってきます。

### ●栄養

イギリスのいくつかの農場では、PMWS罹患豚の食餌を変更することで、豚同士での感染を部分的にコントロールすることに成功しました。また、ある単回調査では、抱合型リノール酸がPCV2の実験感染を改善したことが示されました。ある栄養因子によってPMWSの進行が減る可能性を示唆する、経験的および実験的予備データもありますが、この疾病に対して栄養の実質効果を立証するためにはまだ科学的情報量が不足しています。

### ●血清療法

PMWS陽性農場で、哺乳子豚や離乳子豚に、肥育豚由来の過免疫血清を皮下注射して事故率を低下させることに成功したという報告があります。しかし、この手法の成功率も不安定であり、いくつかの農場でこの血清療法が試みられてはいましたが有意な効果は得られませんでした。より厳密な使用法で血清療法を行い、自然感染例および実験感染例に関して症例対照研究を行いました。PMWSの重症化を抑え、PMWSをコントロールするという均一で一般的に有意な効果は示されませんでした。血清療法の作用機序も未だに解明されていません。さらに、血清療法は潜在的に別の感染症の伝播を防ぐためにも厳格に統制された手法で行われるべきです。

## PMWSを防ぐ方法を、われわれは知っているか？

PMWSおよびPCV2感染症に関する新情報は、ヨーロッパと北アメリカからのPCV2ワクチンの登場です。前述した科学研究ですでに述べていますが、異なったプロトタイプのワクチンがあります。不活化したPCV2分離株に由来するもの、PCV1とPCV2のキメラウイルス、そしてPCV2DNAサブユニットワクチンです。これらはリンパ組織の病変を軽減するほか、

PCV2の出芽を短縮化しウイルス血症の時間を短くします。しかし、これらのワクチンはまだ実地試験を行っていませんので、実際の効果はまだわかりません。

2004年から母豚および候補豚用のアジュバンド加PCV2不活化ワクチンが市販されており、特別に許可を受けたヨーロッパの国（フランスとドイツ）で使用が始まりました。2006年以降は同じワクチンがデンマークで、そしてイギリスとカナダのいくつかの農場でも使用されています。最近ではヨーロッパでは50万頭以上の母豚にこのワクチンを接種していますし、カナダでも同じくらいの頭数に接種しています。その結果、離乳後の事故率は有意に減少しています。2006年には北アメリカで3種の子豚用のPCV2ワクチンが販売開始しました。そのうち1つは前述の不活化キメラウイルスのワクチンで、後の2つはパキユロウイルス系で発現させたPCV2のORF2がコードしているカプシド蛋白を基礎にしたものです。仮報告書では離乳後の事故率の著しい改善が示され、場合によっては極めて有効だという結果となっています。

確かにPMWSで深刻な被害を受けている農場ではPCV2ワクチンはPMWSをコントロールして抑えていくための有力な武器のひとつであるようです。しかし驚くべきことに、このワクチンの接種を止めた後の全体の事故率が、PMWSが入る前の事故率よりもよくなったという農場も何箇所かあるのです。少なくともこれらの場合、ワクチン接種によって未知の、無症状のPCV2が原因となっている、またはPCV2と関連している病気に対して、効果があったと考えられるかもしれません。

## 考察

PMWSの疫学、コントロールと防御について何がわかっていて、またわかっていないかを、まとめて再検討しました。今回はこの話題に関連した最も重要な問題のいくつかを取り上げようと試みました。この10年間、われわれはPCV2感染症についてのたくさんの研究を行ってきました。しかしPMWSの疫学は未だに十分には理解されていません。まだ答えが見つからないままであり、鍵となる問題は、PCV2感染症が広

範囲に広がっていたにもかかわらず、PMWSは突然現れたという点です。PCV2は数十年間同じように豚に存在していたにもかかわらず、PMWSは世界的な流行として現れました。また、ヨーロッパと北アメリカの間で、PMWSとPCV2の因果関係については長年にわたり議論されている問題であることも、注意すべき重要な点です。

豚の間でのPMWSの流行は、PCV2の新たな株の出現の結果でしょうか？まだ確認されていない、新しい伝染性の病原体の出現？未知の非感染性因子のために？またはPCV2と未知の感染性因子および非感染性因子の組み合わせが原因なののでしょうか？これらの質問の大部分は、まだ未解答です。一方で、PCV2ワクチンが、PMWSのコントロールに対してははっきりとした明らかな効果を示せば、PMWSとの因果関係においてPCV2が中心的役割を担っていると見ることができます。しかし現在ワクチンの状況は、多因子的な疾病であるPMWSの現状を変えてはいません。他の付随する要因は、子豚がPCV2に感染したときに悪化させるような働きを持つのかもかもしれません。

農場でPMWSを防ぐ計画を立てるときには、管理の改善、混合感染疾病のコントロール、免疫賦活化、その他をしっかりと考慮しなければいけません。

## 《監訳者注》

本稿は、2007年6月24～27日にポーランドのクラクフで開催された「第5回新興疾病および再新興疾病に関する国際シンポジウム」で発表されたスペイン・バルセロナ大学のセガレス先生の講演内容を、直接筆者の快諾を得て、翻訳したものです。

# 養豚場における消毒方法を見直す ために

## —養豚場での試験事例から—

バイエルメディカル(株) 動物用薬品事業部 マーケティング部 横山 勝義

### はじめに

近年の養豚場における疾病の発生は多岐にわたり、複合感染が主流となっています。このため、飼育管理においてはバイオセキュリティの重要性が叫ばれています。今回、子豚舎での事故率が高い養豚場において、消毒方法を見直すことを目的として、豚舎内の各部位について細菌検査を実施し、当該農場での問題点を確認・改善した事例を紹介させていただきます。

### 実施農場の概要

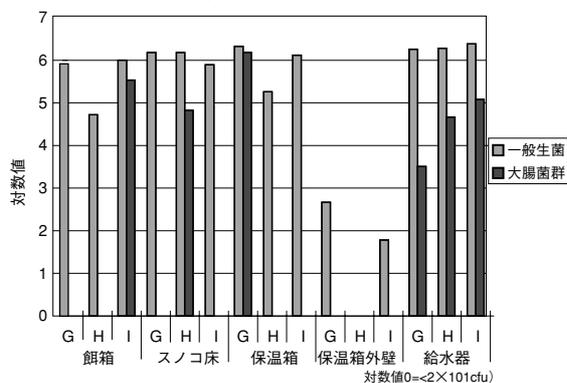
当該農場は母豚930頭を飼養する一貫生産農場で、2006年秋頃より、子豚舎での事故率が高くなり、一時は30%を超える事故率でした。当該農場における消毒方法は以下の工程により実施されていました。

- 1) 分娩舎（空舎期間：5日）・肥育舎（空舎期間：2週間～1ヵ月）

水洗→グルタラルアルデヒド剤（200倍発泡）→生石灰塗布

- 2) 離乳子豚舎（空舎：1ヵ月）

図1 分娩舎の残存菌数



水洗→複合次亜塩素酸系消毒薬（500倍）→生石灰塗布

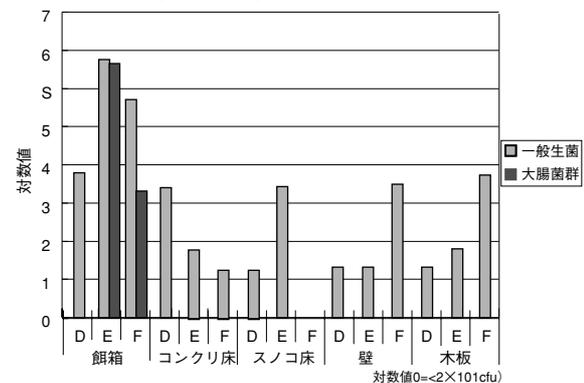
なお、分娩舎以外はオールイン・オールアウト (AI/AO) を実施しており、各消毒工程後には日数の差はあるものの、すべて乾燥工程を入れています。

### 農場における実態調査

当該農場における消毒後の残存菌数を把握するため、各豚舎（母豚舎・分娩舎・離乳子豚舎・肥育舎）で10cm×10cm角をふき取り、一般生菌・大腸菌群を計数しました。分娩舎と離乳子豚舎の検査結果を図1、2に示します。

分娩舎ではAI/AOは実施されておらず、隣には母豚がいる状況であり、残存菌数は多い傾向にありました。それに比較して、AI/AOが実施されている離乳子豚舎における残存菌数は明らかに少ない傾向が伺えました。しかし、目視でも確認できましたが、餌箱の汚れが目立つ箇所もあり、餌箱における菌数は一般に多い傾向が確認されました。

図2 離乳子豚舎の残存菌数



以上の実態調査の結果により、洗浄・消毒時に注意すべき点がいくつか確認できました。

### 1) 有機物の除去

どの豚舎においても餌箱あるいは餌場周辺の床面は残存菌数が多い傾向にあったが、その原因は飼料などの有機物の除去が不十分であることを示唆しています。

### 2) AI/AOと消毒の徹底

分娩舎ではAI/AOが実施できていないため消毒が不徹底となり、残存菌数が多く、また離乳子豚舎はAI/AOにより徹底した消毒が可能のために少なかったものと考えられます。

### 3) 保守管理

ひび割れ部分が目立つ床面では残存菌数は非常に多いことから、豚舎の維持管理（補修など）は消毒効果に影響する要因となっていることは明らかです。また、天井部分の残存菌数も非常に多く、当該部分についても洗浄・消毒の徹底が強く望まれます。

## 消毒工程の改善（有機物の除去と仕上げ）

前述の実態把握をもとに、消毒工程の水洗作業に着目し、有機物を効率よく除去するため、洗浄剤を使用しました。また、今までの消毒作業では、乾燥のためもあるがカーテンを全面開放していたため、仕上げの除菌を目的として、煙霧を実施しました。本試験は、比較的残存菌数の少なかった離乳子豚舎を用いて実施し、消毒の工程は図3に示します。

この作業の各処理後の残存菌数（一般生菌）の状況は図4に示したとおりです。これまでブロイラー鶏舎や豚舎での細菌検査の経験から、徹底した消毒を行っている農場での一般細菌数は2-4（対数値）であり、この消毒作業においてもこれに近い値を得ることができました。また、前述の実態調査で得られた消毒後の残存菌数を比較すると（図5）、洗浄剤を入れ有機物を除去することにより、消毒後の残存菌数を減らすことが可能であることが示唆されました。

## まとめ

今回、養豚場での消毒作業を見直すために実態調査を行いました。その成績から、消毒作業の徹底度合い

図3 消毒作業手順

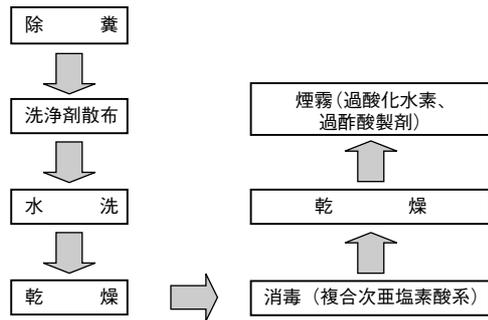


図4 各処理後の残存菌数

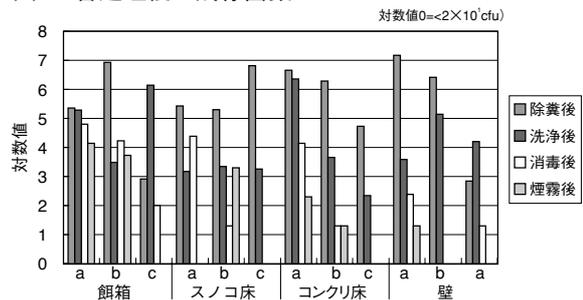
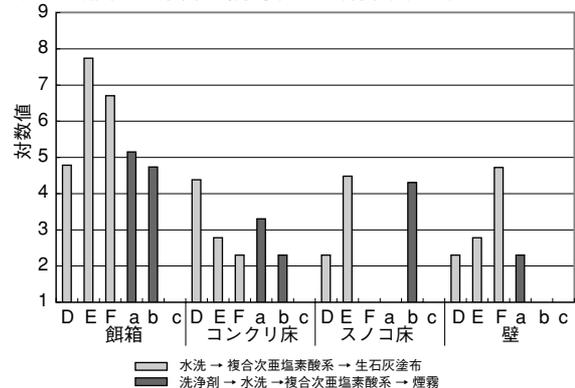


図5 離乳子豚舎の消毒後の残存菌数比較



と効果的なプログラムの策定が必要であると思われました。今後、消毒従事者との作業工程書を作成し、それに準拠して実施することが必要と思います。

消毒は技術であり、作業によって消毒の効果は左右されるといっても過言ではありません。消毒の実施方法は個々の農場により異なりますが、作業従事者による標準作業書の策定が不可欠であると思われます。徹底消毒にやりすぎはありませんが、農場のレベルを把握し作業従事者に無理のない工程書を作成し実施することが、バイオセキュリティにとって重要であると思われます。



## 診療所紹介 ①

## (有)磯動物病院



診療所の名称：	磯動物病院
診療所の住所：	〒329-3152 栃木県那須塩原市島方451-14
電話、FAX：	電話：0287-65-3838 FAX：0287-65-3868
HP：	<a href="http://www.vc-iso.co.jp">http://www.vc-iso.co.jp</a> メール：isovet@mh.point.ne.jp
名前：	磯 日出夫
出身大学：	麻布大学

### ○役職

磯動物病院院長 国際ペット総合専門学校学科長  
 日本家畜臨床学会理事 日本獣医寄生虫学会評議員  
 日本動物臨床医学会評議員 日本小動物獣医師会代議員  
 日本高度獣医療センターアドバイザー 日本ホルスタイン協会認定ジャジマン

### ○スタッフ

獣医師8名、家畜人工授精師1名、薬剤師1名、動物看護師5名

### ○業務

当院は平成3年より開院し、那須地区の多くの患者さんにご愛顧いただき今日までできました。懇切丁寧をモットーに医療器材の充実と進歩する獣医療を取り入れ、各獣医大学との連携によりすべての動物はもちろん、飼い主さんにも満足していただけるよう日々努力しています。

業務は犬・猫をはじめとして、牛・馬・豚・鶏・魚などの産業動物まで診療いたします。野生動物・学校飼育動物・自然環境保護活動・動物園動物診療にも力を注いでいます。養豚関係の仕事はワクチン接種が主ですが、指示書発行は必ず毎回診察してから行います。養豚業界にはまだまだ多くの問題があり、獣医師の力を必要としていることが覗えます。本協会の獣医師先生方のご指導をいただきたいと思えます。

今後は動物に関するトータルケアとして産業動物分野では牛・豚などの入院施設を作り手厚い診療を行い、小動物分野ではペットホテル・トリミング・ドッグラン・ペットプールなどのレストペットハウスを計画しています。人と動物が明るく暮らせる社会に貢献できるものと期待しています。



磯動物病院スタッフ一同です



## 診療所紹介 12

# 松浦動物病院



診療所の名称： 松浦動物病院  
診療所の住所： 〒885-0016 宮崎県都城市早水町3902  
電話・FAX： 0986-21-1608  
メール： matsuura-acl@crux.ocn.ne.jp  
名 前： 松浦 榮次

### ○生家

精米業、米穀店、飼料販売店、有畜農家

### ○飼養していた家畜

馬 和牛 乳牛 羊 豚 鶏 ウサギ

### ○親の言葉

「豚のお蔭で、お前を大学まで出せた。豚に感謝している。」  
「豚価に一喜一憂するな。辛抱した者が勝つ。」  
「百姓」としての知識欲を満たしたい。日本民族と日本の国土を守る。

### ○目標・実践・認識

豚に関する獣医療の技術レベルを向上させる。

- ・直腸検査法 妊娠鑑定 繁殖障害 疾病診断等々
- ・周産期医療 分娩看護 初生子看護 乳房管理
- ・病理解剖と病理組織検査
- ・微生物検査 分離・同定 薬剤感受性検査
- ・豚の麻酔法
- ・豚の外科手術法
- ・寄生虫検査 同定
- ・皮膚病の診断と治療
- ・血液検査 血球検査 生化学検査 免疫抗体検査
- ・補液法 選択と用量と用法
- ・飼料検査 栄養・中毒・欠乏・過剰
- ・飼料製造 原料検査・配合設計・「医食同源」の実践
- ・肉質検査 格付け成績の分析・栄養分析・味覚検査
- ・育種改良 特にパークシャー種の改良
- ・アベル黒豚牧場（550頭一貫生産農場・自家配養豚）  
実践！実践！また実践！等々、課題が山積みされている。「生涯一書生」。



哺乳中の子豚



自家配工場

## JASV 活動報告①

### JASV 通常総会、報告会、記念セミナーを開催

JASVではさる7月27日（金）、「はあといん乃木坂」（東京・乃木坂）において2007年度（第5期）の通常総会を行い、その後、事業報告会、記念衛生セミナーを開催しました。

今期の主な事業としては①麻布大学との提携による病性鑑定事業の継続と、これまでの蓄積データをもとにした症例検討会の実施、②生産データの一元化を目指したベンチマーキング事業、③衛生セミナー、九州衛生セミナーの開催、④会報の発行、⑤ホームページの内容拡大化、⑥動物衛生研究所との共同研究事業、⑦農林水産省との意見交換会、⑧賛助会員との意見交換会などを行うこととし、その他、2009年に日本開

催が決まっているAPVS（アジア養豚獣医学会）の準備活動、サーコウイルス関連疾病（PCVAD）対策、オーエスキー病清浄化事業への取り組みも行うことが決まりました。

記念衛生セミナーでは、「PRRSの制御に関する共同研究ならびにPRRSの診断技術に関する研究の進捗状況」について恒光裕先生（動物衛生研究所ウイルス研究チーム長）、続いて「豚コレラ清浄化後の農場防疫と獣医師の役割」について柏崎守先生（元家畜衛生試験場場長、JASV技術顧問）にそれぞれ講演をお願いしました。



柏崎先生による講演



総会記念衛生セミナー会場

### 麻布大学で第1回豚病症例検討会を開催

JASVの主要な事業として麻布大学のPCC協力のもと実施している病性鑑定事業ですが、2007年9月29日、麻布大学獣学部において第1回豚病症例検討会を開催しました。これは今までに提出された症例を元に、依頼者（JASV 獣医師）から検体の背景、臨床診断などの発表の後、PCC（麻布大学側）の先生から検査結果についての報告とコメントをいただき、その後質疑応答を行って、病性鑑定事業を現場の臨床により生かしていこうとするものです。アドバイザーとし

て動衛研の久保先生にも参加をお願いしました。

また、麻布大学獣医学部環境保健学科の森田先生の研究グループとJASVの協力により実施している、「豚由来E型肝炎ウイルスの環境挙動に関する研究」の一部が発表されました。

衛生セミナーとは違った初めての検討会という形式でしたが、当日は、JASV会員と麻布大学の教官、学生、約70名の参加があり、提出検体に対し熱心な討議が行われました。その概要は以下のとおりです。

## JASV 活動報告

### ■ 豚病症例検討会概要

#### 症例1：志賀先生提出

77日齢の離乳豚。離乳舎での呼吸器症状が多発し、死亡率が急上昇した農場での材料。病理組織所見はリンパ節でのリンパ球の減少、PCV2にいる封入体を確認。PCR検査では肺でPRRSウイルス陽性、そけいリンパ節PCV2陽性で、サーコウイルス感染と診断した。

#### 症例2：呉先生提出

急激に離乳舎での事故率が上昇した農場で、PCVADを疑う豚2頭を放血殺した。組織所見は、肺で血管炎および間質性肺炎像を呈していた。免疫染色で肺、脾にPCV2抗原が確認された。血管炎および間質性肺炎の間質に細胞が浸潤していないため、浮腫病の疑いもある。脳や消化管などの材料があれば、究明できた症例。

#### 症例3：呉先生提出

死亡率1.2%の優良農場だが散発的に離乳子豚の突発死が認められ、PCV2の関与を確認するため、3頭を解剖した。1頭は典型的な化膿性髄膜炎像を呈し、連鎖球菌病と診断する。1頭は急激な心筋の壊死が認められることからマルベリーハート病が疑える。マルベリーハート病の場合、肝臓にも病変が認められるため、肝臓も忘れずに送る必要がある。PCV2の関与は否定できる。



症例検討会

#### 症例4：呉先生提出

離乳舎で特異的な神経症状を示した症例。過去にエンテロウイルス感染と診断されたことがある農場。今回の症例では非化膿性脳炎像が白質に認められたが、エンテロウイルスの場合は灰白質に認められることが多い。免疫染色でエンテロウイルスを証明できる。

#### 症例5：村田知先生提出

胃潰瘍をともなう子豚の衰弱死（PMWS様）の原因究明のため、材料を送付した。病理組織所見では胃潰瘍部位にリンパ球の浸潤が認められたが、PCV2は確認できなかった。原因究明には複数の検体を送付する必要があると思われた症例。