

連載 Mhyo 概論

第 12 話 Mhyo 対策のまとめ

(株)エコアニマルヘルスジャパン
石垣 克至

<はじめに>

これまで紹介した Mhyo (Mycoplasma hyopneumoniae) の総括を致します。また、現在進行中の新型コロナの対策を踏まえて、病原体との攻防は、重症化を防ぎ、感染者のモニタリングで状況把握をし、病原体フリー（感染なし）の状態を作る対応策を講じることです。

また、欧米で使われる【SRD】(Swine Respiratory Disease: 豚呼吸器病) という用語についても触れます。PRDC とは区別して、欧米では抗生物質の効能の名称に使われており、Mhyo や細菌の混合感染による急性呼吸器病の被害を重要視していることが言えます。

1. Mhyo に注意を払っていますか？

① なぜ、今 Mhyo なのか？

大学と北米養豚業界の大規模な取組みで、Mhyo 被害額が検証され、【清浄化コスト】と比べ、【逸失利益】が大きいことが分かり、更に清浄化方法も確立し、

成功事例が報告されてきたからです。

② マイコプラズマは“ドア・オープナー”呼吸器侵入の異物排除をしている線毛運動を停止させ、他の病原体が入りやすくする事を、ドアをオープンしてしまうという“たとえ”です。

表1 Mhyo解っていること、解っていないこと

	解っていること	解っていないこと
細菌だけど壁がない	宿主細胞間隙・細胞内に侵入可能。鞭毛無いが滑走可能。	抗体が作用できない？移動可能？
浸潤状況	高い頻度で抗体陽性（屠場でほぼ100%陽転）しかし分離は10%程度	豚への影響？
粘膜上皮の線毛運動	停止させ、物理的な排除ができない「1次病原体」 →2次病原体を誘引する。	すべてのMhyoで停止？病原性？
感染	感染豚の分泌物中に排菌。保菌母豚から垂直感染、同居豚からの水平感染	保菌豚（レゼルボア）？ 不顕性持続感染250日（排菌）
症状	潜伏期間7-10日 2-6ヶ月齢の肥育豚での発症？死亡率は低い。	病原性は何で決まる？ 高病原性株の存在？ 宿主側の問題（細胞性免疫）
免疫応答	遅い抗体応答	ワクチン効果？ IgA局所免疫

表1のように、マイコは細菌だけど「細胞壁はない」その特徴をまとめました。すべてを解明しきれていない敵であることをまず認識しましょう。

2. Mhyo の浸潤状況と被害

あまり意識していない【Mhyo の再認識すべき項目】を三つ挙げてみました。

1. 加齢とともに高い浸潤率 = 見えない被害
2. 農場に複数株、豚個体も複数株に感染する。
3. 離乳時 Mhyo と屠場肺病変が相関 = 離乳豚 Mhyo 感染率を下げる！

①高い浸潤度

岡田先生らの発表（2000）によると、感染を示す抗体の保有率は、6 か月齢以上の豚で 63.9%、未経産豚で 59.5%陽性で、日本でも広く蔓延しています。

Mhyo の R0（再生産指数：1 頭の感染豚から何頭の豚に感染できるかを示す伝播強度）は 1.16 で、じわりじわり農場内で拡がるようです。図 1 のとおり、3

サイト農場でも加齢とともに増加しています。

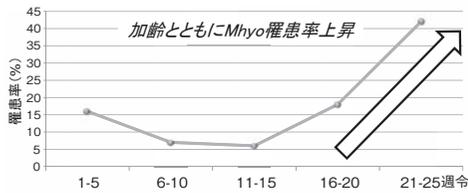


図1 鼻腔スワブからのMhyo陽性豚の推移 (Sibila M.ら, 2004に加筆)

②農場に複数のMhyo菌株が存在し、1頭に複数株が再感染!

Mhyoは、血清型は“1菌種1種類”とされてきました。血清型別という分類しかこれまでなかった中、遺伝子ゲノム解析により、近年野外株の多様性が解ってきました。

図2は、多次元尺度法(MDS: Multi-Dimensional Scaling)で、分離株のゲノム間の類似度を視覚化することが可能になりました。豚群1は1株だけ検出され、1野外株の流行を示し、豚群2(黒)と3(白)では多様性が見られ、複数株の感染流行を示します。

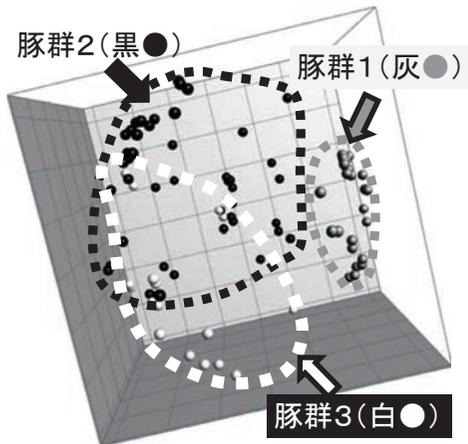


図2 各豚群内流行Mhyo株のMDS分析 (Vranckx K.ら, 2011に加筆)

『何度も異なる株に感染して、病変が重篤化する』ことも分かってきました。

③離乳時Mhyoコロニー形成と出荷豚の肺病変形成には相関がある!

横軸に離乳時におけるMhyoのPCR陽性率、縦軸に屠場平均肺病変スコアを示し、その関連を評価した図3です。離乳子豚という早期にMhyo陽性であれば、その後の成長に有意な影響を与える事が分かりました。この母豚3,000頭規模の3農場の子豚たちはAIAO形式で、Mhyoワクチンを接種していることから、通常の生産現場に目に見えないMhyo被害があることを示しています。

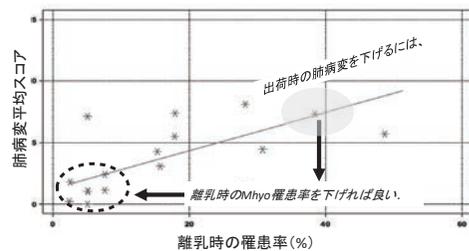


図3 離乳時Mhyo罹患率と屠場肺病変の相関性 (Fano E... 2007に加筆)

したがって、離乳時のMhyo有病率を下げる事ができれば、肺病変の少ない健康な豚の出荷が見込まれます。感染源は母豚で、離乳時の感染は母豚からの【垂直感染】が大きく関係しています。垂直感染を抑えるためには、以下の三つの方法が挙げられます。

- 1) 母豚を既に【感染・馴致】させ、排菌のない免疫保有状態(ピンク豚)にする。特に未経産豚は十分な馴致期間(8か月間)が必要!
- 2) 未経産豚の馴致や母豚へ抗生物質の【投薬】により、垂直感染を抑える!
- 3) 確実に初乳を飲ませ、離乳子豚に【投薬】、離乳後感染を抑える!

これらの対策を取るにより、Mhyo罹患率を下げる事ができれば、と畜の肺病変スコアを低く抑え健康な豚を出荷できることにつながります。

3. Mhyoの病原性は単純ではない？ 肺炎は炎症反応の結果！

豚マイコプラズマ性肺炎は、以前はSEP（豚流行性肺炎，Swine enzootic pneumonia）、最近 はもっぱらMPS（Mycoplasma pneumoniae of swine）と呼ばれるようになりました。死亡率は全体的に低いものの、罹患率は高く、発育不良になります。他の疾病との複合感染も引き起こしやすく、若齢豚で感染、発病するとさらに被害が大きくなり、経済的なダメージをもたらす重要な疾病なのは言うまでもありません。

①病原性は病原性因子で決まる？

マイコプラズマの病原性因子は図4のように「病原因子は、こうこうだ」と簡単に説明はできません。病原性株と非病原性株といった分類や、病原性を司る遺伝子の発表もまだ確定していません。

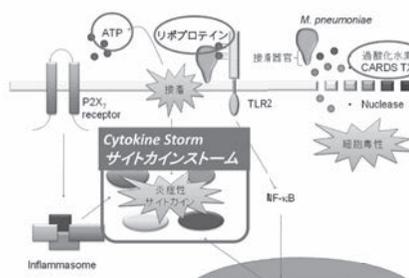


図4 マイコプラズマの病原性因子 (IASR,2007年2月号に加筆)

侵入した菌は気道に達すると、細胞吸着器官の気道線毛上皮に付着します。病変形成の直接作用は、菌増殖の過程で産生される過酸化水素や活性酸素による細胞障害があります。しかし、本作用は強くなく、間接的に菌体成分が引き起こす宿主体内での種々の免疫反応（図5）

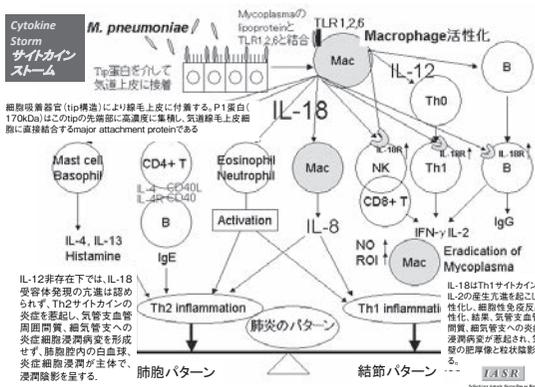


図5 M.pneumoniae気道感染の免疫反応 (IASR,2007年2月号に加筆)

がより重要であると考えられます。

②サイトカインストーム

新型コロナウイルス同様、肺炎が手に負えなくなるのは異常な免疫応答が挙げられます。感染の量が多くなると、サイトカインも大量に放出され、手の付けられない【サイトカインストーム】（サイトカインの嵐・暴走）が重篤な肺炎を引き起こします。

③線毛運動の停止 “オープンドア”

図6のとおり、正常細胞（A）が感染後（B）の線毛運動の停止および線毛の喪失により、物理的排除ができず2次感染病原体の侵入を簡単にしてしまいます。これを一般論としては病原体の【病原性】として捉えていませんが、病豚の発生には大きく関わる要因なので、【病原性】として取り扱うべきだと思います。

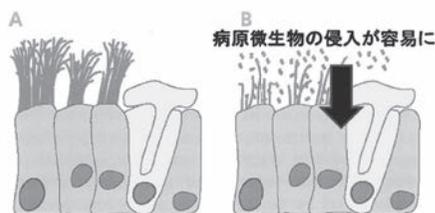


図6 Mhyo感染後の微繊毛の喪失 (P.Kuhnertら, 2020に加筆)

4. 出荷までに感染する Mhyo の疫学

①発生原因＝ Mhyo の感染

Mhyo の 2 分裂には数時間要し、他の細菌感染症と比べ増殖が遅く、発症まで時間がかかります。UV ライトにとっても弱く、乾燥にも弱い一方で、2-7℃ の低温で、31 日間生残可能です。

感染経路は接触感染、飛沫感染、空気感染です。感染農場から 150m 離れた空気サンプルから PCR で確認報告があります (Cardon ら, 2003)。どこの農場でも Mhyo 感染することになりますが、米国養豚密集エリアでの水平感染は、8% 以下でした (Yeske, 2017)。

感染必要最少菌数は、 10^4 個 (CCU) /mL という実験データがあり、それほど多くの菌量が必要という訳ではありません。潜伏期間は 2～3 週間、実験感染では攻撃後 5 日目で喉頭スワブ PCR 検出されました。すべての日齢の豚が感受性なので、いつでも感染が起こり得ます。明確な症状を示さず、感染から約 2 カ月かけて回復します。

無症状豚でも排菌するので、感染源となります。実験感染豚では、攻撃後 214 日まで PCR 陽性、240 日目のサンプルで陰性となりました。この「持続感染」＝「排菌」豚の存在が Mhyo の最大の特徴です。

母豚の状態が子豚への感染源として重要です。胎盤感染は確認されていないので、感染母豚の排泄した菌が子豚へ感染するものと考えられます。この垂直感染をどう防ぐかがポイントです。

②流行状態＝どの農場でも？

単独感染では、急性というよりも、慢性的にじわりじわり農場内感染は拡が

り、米国の有病率（ある一時点において、病気を有している割合）は、一般的に 70% 以上でした。

1 農場に 1 株だけの野外株流行ではなく、複数の株が流行していることが確認されています。また、同一豚から複数株分離されることもあります。同一株の 16 週間隔後の再攻撃で感染は起こらず、一方、最初に低病原性株を感染させ 4 週後に高病原性株攻撃では、再感染が確認されています。免疫だけでは感染を食い止められません。

③治療・予防

世界中で Mhyo ワクチンが投与されていますが、感染防御できる完璧なワクチンはまだありません。マクロライド系抗生物質等の投薬が行われています。

Mhyo のコントロールや清浄化には、ワクチン、抗生物質などの投与のみならず、デポピュレーション、農場閉鎖、そしてバイオセキュリティ等を組合せた清浄化プログラムがあります。

5. Mhyo の免疫とワクチン

①単純ではない Mhyo 免疫

Mhyo 免疫について、すべてのことが解明できているわけではなく、またワクチンの効果も【症状の軽減】までである点です。生産性改善効果には“病原体”だけではなく、“宿主（豚）と（飼育）環境”の要因も大きく関与するため、単純明快な答えが出せません。また防御力を“抗体価”だけで表せません。Mhyo はまだまだ未解明な部分もあり、とにかく『厄介な病原体』であることを再認識頂きたいのです。

免疫応答が気道粘膜表面に菌体が付着した時点から始まります。更により深い

粘膜下領域に局所的に存在する免疫細胞と接触した後、2番目の防御線が開始されます。これらは、マクロファージ、好中球、樹状細胞であり、非常に強い貪食作用があり、活性化後に強力な抗菌活性を獲得します。

抗体反応で初めに注意すべき点は、自然感染である経気道感染とワクチン筋注では、侵入経路が違うため、抗体誘導が必ずしも同一ではないことです。

図7に免疫応答の模式図を示しましたが、抗体応答の時期と速度は、Mhyoの株の強さ、接種日齢、他の病原体との同時感染および動物側の要因に強く依存することに注意することが重要です。

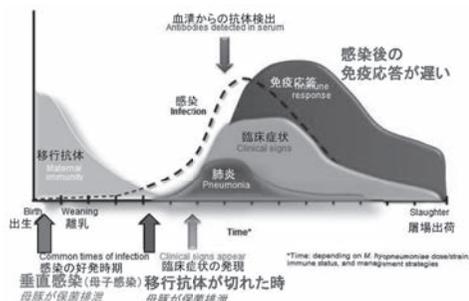


図7 Mhyo免疫応答 (Bandrick M.ら, 2014に加筆)

IgG や IgM といった一般的な液性抗体が必ずしも防御的ではないことが示されています。ワクチン接種後の抗体価レベルと肺病変の減少との相関関係はなく、ワクチン接種された母豚からの子豚への防御も観察されませんでした。

干渉の有る無しとは関係なく、母豚からの移行抗体存在下での子豚のワクチン接種は、防御免疫を誘導しました。母豚へのワクチン接種の有益な効果が報告されていますが、Mhyo に特異的な母豚由来リンパ球は初乳を介して子豚に伝達されるため、これが抗体によって媒介されるのか、細胞性免疫によって媒介されるのかは不明です。

②ワクチンの復習

Mhyo ワクチンの接種は、感染被害を制御するための非常に有用なツールであり、世界中で使用されています。

Mhyo ワクチンによる免疫防御の正確なメカニズムはまだ完全には理解されていません。抗体価と Mhyo 攻撃に対する防御との間に、直接的な相関関係を示すことができなかつたため、血清抗体は防御免疫の評価には、適していないことが一般に認められています。

一方、ワクチン接種または攻撃時の細胞性免疫応答は、防御のために重要であると考えられています。

子豚ワクチン接種の主な利点は、感染による生産パフォーマンス低下の減少に関連しています：毎日の体重増加 (2-8%)、飼料要求率 (2-5%)、そして時には死亡率の改善、さらに、出荷体重に達するまでの時間の短縮、均一なまとまった出荷体重により屠畜重量の変動の減少、発咳を中心とした臨床徴候の減少、マイコプラズマ様肺病変の有病率と重症度の低下、治療費の低下等々が挙げられます。

表2の調査結果より、Mhyo ワクチン投与により、肺病変スコアの減少は認められたものの、肺炎フリー（陰性）の数値では有意差が認められませんでした。ワクチンだけでは完璧な肺炎防止には至らない例です。

表2 ワクチンの使用期間と屠場肺病変

ワクチン	1年以上	1年以下	ワクチン	p-value
検体数	899	44	253	
肺炎 (-) 平均	28.2	18.6	27.2	0.004
肺炎平均スコア	3.5	4.87	4.13	< 0.001
肺病変スコア	4.6	5.8	5.2	< 0.001
> 5/24 スコア	27.5	40.1	33.1	< 0.001
> 10/24 スコア	10.2	17.2	14.6	< 0.001

(Levene ら, 2005)

垂直感染対策として未経産導入母豚の馴致、または隔離豚舎（検疫ユニット）

中の未経産豚のワクチン接種は、EU および北米で使用される最も一般的な方法です。Mhyo 感染後 240 日もの長期間にわたり排菌する報告から、感染源になり得る未経産豚および産歴の浅い母豚へのワクチン接種が励行されます。

6. Mhyo と PRDC (他の病原体) の相互作用

Mhyo の高率な分離率より、豚呼吸器病症候群 (PRDC) の主要な病原体の一つであると考えられています。

表 3 は大規模生産システムからの Mhyo、PRRS および SIV の症例に関する米国診断レポート (2007 ~ 2011) です。すべての豚に Mhyo ワクチン接種が行われています。システムベースラインは、平均生産数を使用して確立され、豚 1 頭当たりのコストは、離乳から仕上げまでの予算モデル (アイオワ州立大学、ホルトキャンプ博士) を使用、決定されました。混合感染の MCT (死亡豚・淘汰豚・最下位の豚の%) と ADG は、単独感染と比べ、しすべて有意差がありました。経済的損失は、病原体が複合感染した時に、より大きな損失として発生しました。単純な Mhyo (0.63 ドル) と PRRS (5.57 ドル) の損失額の足し算 (6.20 ドル) ですが、実際のコストは 1.5 倍以上 (9.69 ドル) でした。“相加的”ではなく“相乗的”にその被害が増悪しているのが判りました。

表 3 SIV, PRRS, Mhyo の経済的被害

感染している病原体	MCT 標準値との差	ADG 標準値との差	1 頭あたりの損失額
Mhyo	2.15%	0.04	\$0.63
PRRS	1.68%	-0.11	\$5.57
SIV	1.87%	-0.04	\$3.23
PRRS + M hyo	5.43%**M**P	-0.14*M*P	\$9.69
PRRS + SIV	4.34%**S**P	-0.16**S	\$10.41
SIV + M hyo	3.46%**M**S	-0.18**S	\$10.12

** M,P,S = combinations vs. M/P/S; P < 0.05
 * M,P,S = combinations vs. M/P/S; P < 0.1
 MCT : mortality, culls and tailenders
 (出典 : Cara D. Haden ら、2012)

Mhyo と豚気道内の PRRSV との相互作用は複雑です。Mhyo 感染後の肺胞マクロファージおよびリンパ球の動員は、PRRSV 感染に感受性のある細胞の数を増やし、ウイルス性肺炎を増悪および延長する可能性があります。

表 4 のとおり (A) PRRSV 感染前の Mhyo 感染で、PRRSV 誘発性肺炎を増悪します。一方 (B) PRRSV 感染に続く Mhyo 感染の場合、(C) 3 週齢および (D) 6 週齢での同時感染の場合は、PRRSV 誘発性肺炎に対する増強効果はありません。

表 4 Mycoplasma hyopneumoniae と PRRSV との相互作用

試験区	感染			相乗効果
	3 週齢時	4 週齢時	5 週齢時	
A	Mhyo		PRRSV	あり
B		PRRSV	Mhyo	なし
C	Mhyo+PRRSV			なし
D			Mhyo+PRRSV	なし

(Mycoplasmas in Swine, 2020)

この相互作用を理解することは、ワクチン接種時期にとって極めて重要です。早期 Mhyo 感染は、PRRS の重症度を高める可能性があるため、早期の Mhyo ワクチン接種はこれら兆候を大幅軽減することが期待されます。

抗生物質を含む Mhyo ワクチンプログラムを設計する際に考慮すべき【三つの重要なこと】があります。

ついつい『P が問題である』と決めつけている“結論ありき”の下地に、実は

- 1) Mhyo による初期感染は、PRRSV 誘発性肺炎の重症度を増加させる。
- 2) 第二に、Mhyo ワクチンは、PRRSV 誘発性肺炎の重症度を軽減する。
- 3) その結果、Mhyo ワクチン接種を PRRSV 感染前に実施する事を最優先する必要がある。

Mhyo が関与している可能性があります。新たな Mhyo 対策を試してみる

ことで、改善すればそこに“Mhyo あり”という現場的な実証確認があります。

7. Mhyo のコントロール

“難しい”と言われる『清浄化』の前段として、農場をカテゴリー分類し、清浄化でなく Mhyo 陽性のままで、【何ができるか】という米国の取組みについて、AASV（米国養豚獣医師協会）は「繁殖豚群のための Mhyo 状態の分類基準の確立」を発表しています。

図 8 のように、まず Mhyo 対策を「コントロール」と「清浄化」に大きく 2 つに分けています。清浄化を推し進める上で、その定義付けを明確にしたものです。

「清浄化」には、【清浄化プログラム】を実践し、最終的にはワクチンも不要とします。実践には陽性豚を淘汰し、陰性更新豚を大量に用意し、農場閉鎖し、保有する豚群の陰性を検査確認し、新しい豚群でのピッグフローを開始するので多額の費用がかかります。それでも見合う生産性の改善から米国では清浄化を進めている訳ですが、成功しないリスクがある場合は Mhyo と付き合っていくしかありません。

Mhyo を農場内で安定化＝「コントロール」するということは、GDU（Gilt Developer Unit：未経産豚馴致ユニット）で、排菌が確認された最長 240 日間のリスクに対して十分な期間の馴致をし、Mhyo 陽性でも病原体は排泄しない「制御（コントロール）下」にあることが重要です。「コントロール」では、まったく Mhyo の被害が無くなる訳ではありませんが、感染豚は僅かで、被害も限定的な状態を目指します。その他、ワクチ

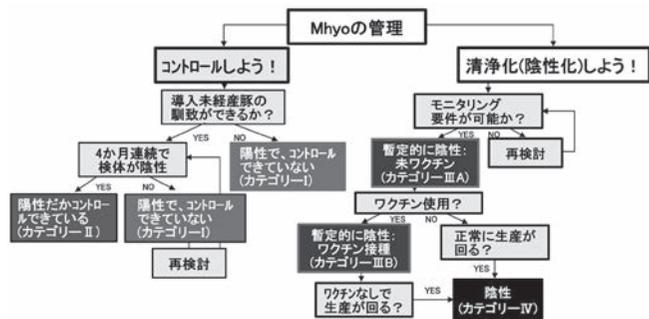


図 8 Mhyo コントロールと繁殖豚群カテゴリー分類の決定木
(出典：AASV、Definitions committee members、:2021)

ンや抗生物質の投与を除くと、生産システム・更新動物の馴致、飼養管理（AIAO）および空調管理等の要因があります。

異なる起源の豚を混合すると、異なる病気を保有することから、未感染の豚の臨床症状が悪化します。

マルチサイトは、病原体の感染リスクを減らし、効率的な成長を促進するために、感染源の母豚から分離できる早期離乳の原則を利用します。

異なるバッチからの育成・肥育豚は、異なる部屋に収容された場合、子豚の AIAO 管理につながります。

産歴別の分離管理は、潜在的な疾病管理戦略として取り上げられています。産歴別の分離とは、未経産豚と初産の母豚（P1）を 2 産以上の母豚（P2+）から物理的に分離配置することです。1 産の子豚を他のすべての産歴の母豚（P2+）から完全な分離を達成することです。

同腹子豚数が多い場合の最初の課題は、すべての子豚が適切な量の初乳を確実に授乳できないことです。低出生体重の子豚を助けるための方法の一つは、出生直後に子豚を【里子】に出すことです。一方、離乳前里子した子豚が Mhyo 感染し、感染子豚から他の同腹の子豚に感染するリスクが高まります。生後 3 日以内、二つの同腹子豚の間のみが望まれます。

8. Mhyoの清浄化

清浄化にはさまざまな方法があり、その全体を理解するために、AASVで2015年発表された「繁殖-離乳農場からのMhyo清浄化：豚群閉鎖（農場閉鎖）と投薬に重点を置いた現在のプロトコルのレビュー」に図9のとおり清浄化の分類をまず明確にしています。

北米では、繁殖農場からMhyoを清浄化するために、豚群閉鎖と投薬プロトコルが広く使用されるようになりました。成功するための重要な原則として、これらのプロトコルは、①少なくとも8か月間は新しい動物を導入しないこと②繁殖母豚群全体へのワクチン接種③繁殖母豚群と子豚への投薬に依存します。

(1)デポピュレーションとリポピュレーション(2)部分的デポピュレーション(3)豚群閉鎖と投薬および(4)豚群閉鎖を伴わない豚群全体の投薬といったさまざまなプロトコル（表5）が存在します。

表5 Mhyo清浄化のキーポイント

清浄化プロトコル	連続生産のロス	更新陰性未経産豚	全額ワクチン	母豚投薬		子豚投薬	動物導入	他病体陰性
				飼料または飲水	注射			
デポピュレーション/リポピュレーション	Yes	Yes	No	No	No	No	NA	Yes
部分的デポピュレーション (Swiss Method)	Yes	No	No	Yes	No	No	NA	No
豚群閉鎖と投薬	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	正常化中停止	Yes
全頭投薬*	No	Yes	No	No	Yes	Yes	通常と同じ	Yes

*豚群閉鎖なし NA=未適用 (Holstら、2015)

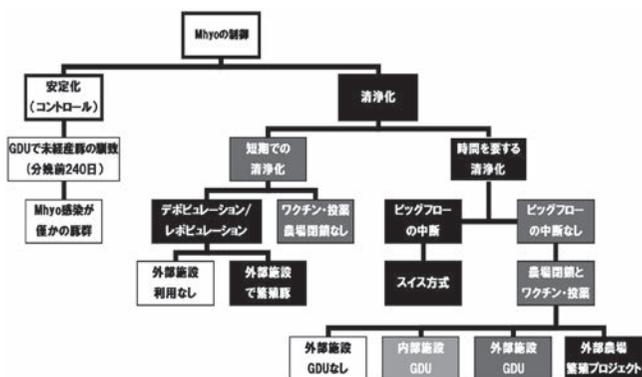


図9 Mhyo清浄化の決定木
(出典：Mycoplasmas in Swine、:2020)

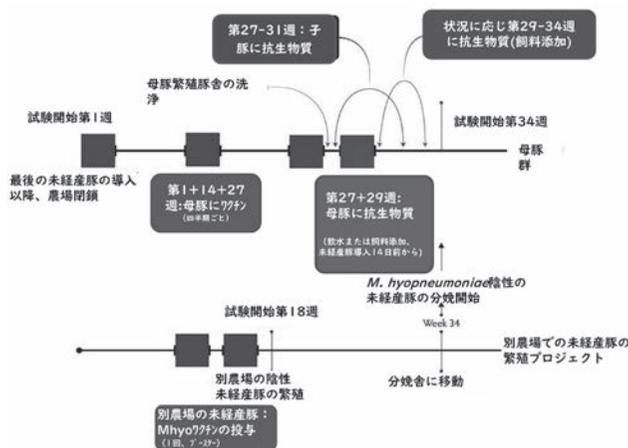


図10 農場閉鎖、薬剤投与の時間軸と行動
(Holst S.ら、:2015)

Mhyo清浄化プロジェクト中の母豚と未経産豚のワクチン接種に加えて、定期的な農場固有の未経産豚馴致プロトコル（他のワクチン接種、馴致、発情誘導と同期、駆虫薬投与、疾病監視など）を継続することが、生産の中断や他の病気の侵入感染を避けるため重要です。

母豚群と農場外（オフサイト）繁殖プロジェクトで実行された並行活動を図10に示します。通常の未経産豚馴致手順を清浄化プロトコルのフレームワークに組み込む必要があることに注意することが重要です。

2012年、Haden先生らは、4年間にわたって、米国の大規模生産システムに対するインフルエンザウイルス（SIV）、

PRRSV および Mhyo の経済的影響を定量化しました。単独感染の被害コストは、仕上げ肥育豚1頭当たりそれぞれ Mhyo 0.63 ドル、PRRS 5.57 ドルであると決定しました。豚の呼吸器疾患は通常、一つだけの病原体に限定されるものではなく、さまざまなウイルスおよび細菌の混合感染によるものです。

PRRSV と Mhyo の混合感染では、1頭当たり 9.69 ドルの損失をもたらしました。これらの損失計算は特定の生産システムに固有のものです。他の米国の養豚生産者でも同様の損失が発生する可能性があります。

9. Mhyo コントロールに必須な“馴致”と清浄化の“メリット”

① 馴致

AASV（米国養豚獣医師協会）は「農場豚群固有の馴致用肺乳剤を準備するためのプロトコルについて」を発行し、明確な馴致操作を示しています。注意していただきたいのは、あくまで米国での取り組み紹介であり、【馴致】を安易に推奨しているわけではない点です。

(1)他の病原体を含まない、適正量の豚群特有 Mhyo 曝露（馴致）材料確保、(2)獣医師の適切な診断、曝露（馴致）、効果確認。(3)肺乳剤による曝露（馴致）方法はピンク豚（免疫獲得+排菌なし）の確保、以上は Mhyo 被害を最小にした「コントロール」を可能にします。獣医師の監修、菌量や他の病原体の測定をする検査機関や生産者との協力が必要になります。

② 清浄化のメリット

経済試算モデルは、Mhyo の陽性と陰性の両方の豚群を含む生産システムの

パフォーマンスデータを活用して開発されたものです。2007 年から 2016 年までの離乳豚の Mhyo 状態によって追跡調査されました。このモデル結果を表 6 に示します。生産パラメータにおける Mhyo 陰性の経済的優位性が数値で示されています。

表 6 生産システムへの Mhyo 感染の影響

生産パラメータ	Mhyo 陽性豚	Mhyo 陰性豚	差
ADG (kg / 日)	0.818	0.854	0.036
飼料効率	2.840	2.820	-1.018
死亡率 (%)	5.37	4.11	-1.26

(Silva ら、2019)

表 7 農場閉鎖とコスト / 利益

(母豚1頭当たり)	農場閉鎖	農場閉鎖なし
投資費用	\$22.14	\$37.14
1年当たりの利益	\$124.71	\$124.71
成功率	86%	58%
1年後の価値	\$85.11	\$39.36
コスト返済期間	3.12 か月	11.36 か月

(Silva ら、2019)

表 7 に、北米の大規模生産システム農場からのデータに基づく農場（豚群）閉鎖の有無と Mhyo 清浄化の費用に関する報告を示しました。農場（豚群）閉鎖の方が、投資費用が少なく、成功率が高く、回収期間も短いことがわかりました。

歴史的に最初、Mhyo 清浄化は EU で適用され、スイスでは国家レベルで清浄化または非常に低い有病率を達成しました。他の EU 諸国でも、成功事例の報告があります。北米では、改善された生産コストと利益により、養豚産業で共有されるデータが公表され、獣医師と生産者の意思決定プロセスが支援されています。

Mhyo に関連する経済的損失は、無視できません。北米生産システムの 10 年以上に渡るデータでは、Mhyo 陽性豚のコストが Mhyo 陰性豚の生産コストよりもほぼ 5 ドル高いことを示唆していました (Silva ら、2019)。

10. Mhyo の診断とモニタリング

「病性鑑定マニュアル」でも豚マイコプラズマ病の最終判定は、「疫学状況、細菌培養試験、PCR、病理組織検査の結果を併せて総合的に判断する。」と記載されています（尚、豚マイコプラズマ病には、Mhyo 以外のマイコプラズマも含まれます。）

その診断は以下の理由から簡単ではありません。

- ・ Mhyo に特異的な症状、病変が必ずしもない。
- ・ ワクチン抗体と感染が識別できない。
- ・ 抗体陽転が遅い。
- ・ 菌分離培養が容易ではない。
- ・ 気管 / 肺サンプル採材が難しい。

結論としては、いくつかの組合わせて『総合的に判断する』ことが肝要です。

農場の状況を判断するモニタリングもその目的により、どのパラメータを活用するか見極めることが大切です。

表 8 は Mhyo の感染状況を四つのパラメータで農場分類したものです。豚群レベルでの Mhyo の診断は混乱を招く可能性があるため、Mhyo の臨床病理学的パラメータ、PCR 結果および抗体陽転状態に応じた農場分類が提案されています。したがって、農場は陰性、暫定陰性、陽性に分類できます。さらに陽性農場は無症候性感染 I、無症候性感染 II、および

表 8 Mhyo の診断結果による農場分類

分類	臨床症状	肺病変	ELISA 結果	PCR 結果
陰性	—	—	陰性	陰性
暫定陰性	—	—	陽性	陰性
陽性	無症状感染 I	—	陽性 / 陰性	陽性
	無症状感染 II	—	陽性 / 陰性	陽性
	有症感染	+	+	陽性 / 陰性

(Garza-Moreno ら、2018)

び有症感染に細分することができます。この分類は、農場の対策を決定する材料になります。

Mhyo 感染症は、世界中の国内の豚集団に蔓延しています。結果として、Mhyo 感染、抗体陽転の確認は、必ずしも臨床徴候あるいは肺病変の存在を意味するものではありません。結論として、豚群レベルでの Mhyo 診断は、その固有の特性、病気の結果に影響を与える因子あるいは診断技術の制限のために、適切な診断方法を活用する必要があります。具体的な診断およびモニタリングは、信頼のおける獣医師とご相談の上で取り進めてください。

11. Mhyo 以外のマイコプラズマ

Mhyo 以外に注意すべき 3 つの豚マイコプラズマがあります。

①マイコプラズマ ハイオライニス

Mycoplasma hyorhinis は正常な豚の肺組織を含む上気道に遍在し、多発性漿膜炎、関節炎、流産、耳炎、結膜炎、髄膜脳炎等のさまざまな病態の原因となる病原体でもあります。

無菌豚に接種されたときに肺炎を誘発でき、「Mhyo だけが豚に肺炎 (SEP) を引き起こすことができるマイコプラズマではない」と結論付けています。

②マイコプラズマ ハイオシノビエ

Mycoplasma hyosynoviae は【非化膿性関節炎】の原因菌です。しかし、感染すれば必ず症状が必ず出る訳ではありません。一方、関節炎の症例は近年増加しています。

③マイコプラズマ スイス

M. suis（正式には M. hemophilus）は、豚の表皮上皮症または「豚のヘモプラズマ症」の病原体です。赤血球を標的とし、『豚の感染性貧血（IAP：Infectious Anemia of pigs）』、または歴史的には『豚のエリプトーシス貧血』として知られています。

ほとんどの農場で、慢性 M. suis 感染症が存在しています。それは無症状の経過から、(i) 貧血、軽度の黄疸、新生児および乳児豚の一般的な活力低下、(ii) 発育遅延、(iii) 母豚の生殖能力の低下、発育不全、流産の増加、死産、弱い子豚、および乳汁分泌異常などのさまざまな所見があります。分離培養が不可能のため、解明出来ていない点が多いので、今後注意すべきマイコです。

以上 Mhyo 以外のマイコには、Mhyo ワクチンの効果がありません。M. hyorhinis と M. hyosynoviae には、効果があるマクロライド等の投薬による対策が必要です。M. suis については、抗生物質の効果が限定的なので、【バイオセキュリティ】を徹底するしかありません。

12. SRD

SRD（Swine Respiratory Diseases 豚呼吸器病）は日本であまり聞きなれない言葉ですが、今後使われるようになるので紹介します。北米では PRDC（Porcine Respiratory Disease Complex, 豚呼吸器病症候群）とは別に、食品医薬局（FDA）の動物用医薬品センター（CVM）では、下記のようなガイドラインを出していません。Actinobacillus pleuropneumoniae, Bordetella bronchiseptica, Haemophilus parasuis, Pasteurella multocida, Streptococcus suis のような細菌性呼

吸器病原体の混合感染による急性経過をとる豚呼吸器病と位置付けています。Aivlosin も DRAXXIN も承認項目は「SRD の治療」と記載されています。

また、SRD は SEP（流行性肺炎）や PRDC、その他の混合感染や症候群とは違うと定義しています。SEP は、Mhyo 以外の細菌性呼吸器病原体と重感染することを説明するために使用される一般的な用語です。現在は MPS（Mycoplasma pneumoniae of swine、マイコプラズマ性肺炎）という用語が使われます。PRDC は、Mhyo、A. pleuropneumoniae、S. suis、P. multocida、オーエスキー病ウイルス、PRRSV および豚インフルエンザウイルスなどの2つ以上の呼吸器病原体のウイルス感染と細菌感染の混合感染です。

SRD は急性経過を取る呼吸器病なので、育成豚、肥育豚仕上げの早期の豚に影響を与えます。一方、PRDC は、臨床疾患を引き起こし、仕上げ後半（15～20 週齢）で複数の病原体で肺炎を起こし、体重が増加しない症候群に使用されています。

SRD の考え方に Mhyo 感染の下地があり、他の細菌感染が増悪し、急性感染症として、経済的被害が背景にあるものと考えます。米国だけでなく、EU もこの SRD の考え方を取り入れ、承認項目に使用されています。効果試験には混合感染が用いられます。

SRD という新しい言葉からも、Mhyo の混合感染に注目すべき状況だと受け止めております。Mhyo 対策を見直し、5 年 10 年かけても清浄化を達成し、生産性を向上されることを望みます。

皆様のご参考になれば幸いです。連載にお付き合い頂き感謝致します。