

離乳子豚の浮腫病におけるワクチン接種の事故率低減効果と、 抗生剤，炭酸亜鉛およびギ酸製剤の使用量削減の可能性

高木 豪，深川 聡，松本信助¹⁾，島崎百伽

キーワード：亜鉛，浮腫病，ギ酸，抗生剤，離乳子豚

Effectiveness of Vaccination in Reducing Accident Rates in Edema Disease of Weanling Piglets
and Potential for Reducing the Use of Antibiotics, Zinc Carbonate and Formic Acid Preparations.

Go TAKAKI, Satoru FUKAGAWA, Shinsuke MATSUMOTO, Momoka SHIMASAKI

目 次

1. 緒言
2. 材料および方法
3. 結果および考察
4. 摘要
5. 引用文献

Summery

¹⁾元長崎県農林技術開発センター

本報告の一部は,2022 年度および 2023 年度の日本暖地畜産学会で発表した.

1. 緒言

浮腫病は、離乳期（生後21日齢から28日齢）から100日齢前後の豚で発生し、眼瞼の腫れ（写真1）や神経症状を呈して急死するケースが多く、経済的損失が大きい疾病の一つである。発生機序は、志賀毒素産生性大腸菌が小腸に上行し、定着することが前提条件となり、定着後小腸で増殖し、産生された毒素が豚体内に吸収されることで発症する（石川・石関，2021）。



写真1 眼瞼の浮腫

肉眼所見で臨床症状が確認されるようになった時点で腸内の毒素産生がかなり進んでおり、手遅れになるケースが多いため、発生が続発する農場では、獣医師の処方により硫酸コリスチン等抗生剤や、炭酸亜鉛およびギ酸等有機酸類の飼料添加など予防的な対策を普遍的に実施する必要がある（小林，2018）。

硫酸コリスチンは、大腸菌等のグラム陰性菌に対して優れた抗菌作用を示す抗生物質で、飼料栄養成分の有効利用を促進する抗菌性飼料添加物として用

いられてきたが、薬剤耐性菌問題を背景に2018年7月から抗菌性飼料添加物の指定を取り消されるとともに、第二次選択薬に位置付けられ、慎重使用を求められるようになった（農林水産省，2018）。

炭酸亜鉛は、大腸菌の小腸への定着を阻止する目的で従来から発症予防対策として用いられているが、糞中の亜鉛濃度が高くなることが問題視されており、EUにおいては環境負荷低減を目的に2022年6月から高濃度酸化亜鉛の使用が禁止されている（浅井，2022）。これらの状況から、抗生剤や重金属類に過度に依存しない飼養体系の確立が求められている。

また、ギ酸製剤は、胃腸管内のpHを低く維持することで、大腸菌の小腸での増殖を抑制する効果が期待されるが、生産現場においてはその効果が判然としないケースがあり、またコストが高いことが問題である（田島，2022）。

このような中、2021年6月から浮腫病ワクチンのエコパークシガ（Meiji Seika ファルマ株式会社）とベピュード（イブラ・ジャパン合同会社）が販売開始された。ともに無毒化された志賀毒素（Stx2e）を抗原として含む不活化ワクチンで、免疫応答の誘導によって中和抗体を獲得し、浮腫病の発生を防ぐとされており（動物医薬品検査所，2020；同，2021），その効果が期待されている。

本報告では浮腫病ワクチンの接種が離乳後事故率に及ぼす影響を明らかにするとともに、従来からの対策である抗生剤、炭酸亜鉛およびギ酸製剤の使用量低減の影響について明らかにした。

2. 材料および方法

試験は、浮腫病ワクチンを接種していない離乳子豚に対するギ酸製剤の飼料添加の影響を調査する「試験Ⅰ」、浮腫病ワクチンの接種の影響を調査する「試験Ⅱ」、浮腫病ワクチンを接種した離乳子豚に対する炭酸亜鉛の飼料添加の影響を調査する「試験Ⅲ」、浮腫病ワクチンを接種した離乳子豚に対するギ酸製剤の飼料添加の影響を調査する「試験Ⅳ」、上記試験の結果を検証する現場実証試験「試験Ⅴ」の5試験を実施した。

すべての試験で、眼瞼の腫れや神経症状を呈して死亡したものを浮腫病様死亡事故頭数としてカウントし、事故率を算出した。また、試験Ⅰ、ⅢおよびⅣは個体ごとの体重測定を行い、日増体量を算出した。試験ⅡおよびⅤは、体重測定を実施していない。試験Ⅴは両区の浮腫病対策にかかる衛生費を算出して比較した。

飼料および飼養管理は、試験Ⅰ～Ⅳにおいては長崎県農林技術開発センター畜産研究部門の慣行法で

離乳子豚の浮腫病におけるワクチン接種の事故率低減効果と、抗生剤、炭酸亜鉛およびギ酸製剤の使用量削減の可能性

行い、試験Ⅴにおいては現地実証試験を実施した農場の慣行法に従った。なお、畜産研究部門、現地実証農場ともに連続飼育方式で、オールイン・オール

アウト（同じ生育ステージの豚を一斉に導入し、一斉に出荷または移動させる飼育方式）は実施していない。

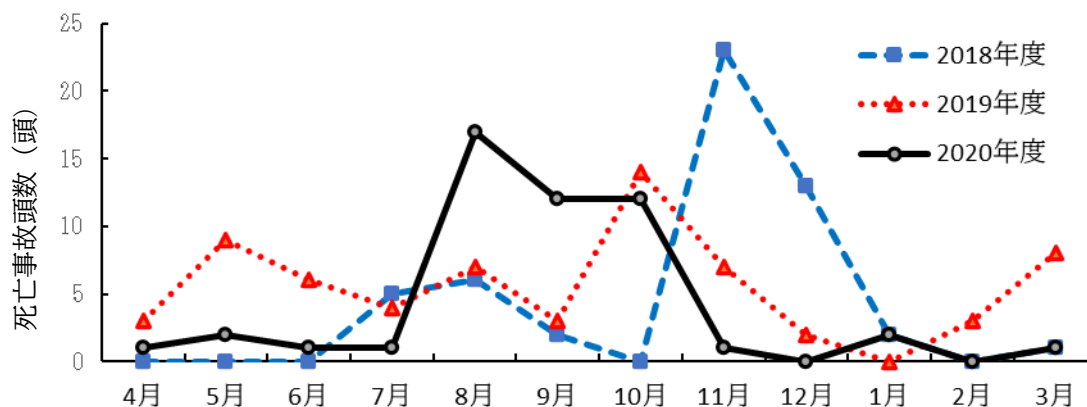


図1 長崎県農林技術開発センター畜産研究部門における離乳子豚の死亡事故発生状況

1) 試験Ⅰ

試験Ⅰを実施した2020年は、浮腫病ワクチンの発売開始前で、県内各地で浮腫病が頻発している状況であった。畜産研究部門においても2018年から季節の変わり目や暑熱期に浮腫病による死亡事故が増加（図1）し、ピーク時には40%を超える事故率であった。

試験区の概要を表1に示した。試験は、WLD（大ヨークシャー種雌とランドレース種雄を交配したF1雑種の雌にデュロック種の雄を交配したもの）の離乳子豚を用い、2020年8月20日から10月19日に実施した。生後約24日齢から60日齢について以下試験区を設定し、各区飼料を給与した。試験区は子豚前期用飼料に、ギ酸製剤（日本ニュートリション社製PGY フォルミーS）無添加の区と、1.5%添加した区に区分けした。なお、両区ともに抗生剤（明治アニマルヘルス社製硫酸コリスチン 4%散明治）および炭酸亜鉛を同様の割合で添加し、浮腫病ワク

チンは接種していない。

2) 試験Ⅱ

試験区の概要を表2に示した。試験は、WLDの離乳子豚を用い、2021年4月8日から12月23日に実施した。離乳豚舎へ移動した生後約60日齢から100日齢について以下試験区を設定し、各区飼料を給与した。試験区は、浮腫病ワクチンを接種せず、子豚後期用飼料に抗生剤（硫酸コリスチン 4%散明治）を0.2%添加したワクチン未接種区と、浮腫病ワクチン（エコポークシガ）を生後4日齢から102日齢で1回接種し、子豚後期用飼料に抗生剤を添加しないワクチン接種区に区分けした。なお、両区とも炭酸亜鉛を0.3%添加し、ギ酸製剤は添加していない。

また、浮腫病ワクチンの接種は、試験ⅡからⅤすべてにおいて、1頭あたり1回、1ml/回を頸部筋肉内に注射器で投与した。

表1 試験Ⅰの試験区設定

ギ酸製剤	群数 (群)	離乳子豚頭数(頭)			浮腫病 ワクチン 接種	飼料添加割合(%)		
		去勢	雌	計		抗生剤	炭酸亜鉛	ギ酸製剤
無添加	4	19	24	43	無	0.3	0.3	0.0
添加	4	30	21	51	無	0.3	0.3	1.5

表2 試験Ⅱの試験区設定

ワクチン	離乳子豚頭数(頭)			浮腫病 ワクチン 接種	飼料添加割合(%)		
	去勢	雌	計		抗生剤	炭酸亜鉛	ギ酸製剤
未接種	57	59	116	無	0.2	0.3	0.0
接種	126	111	237	有	0.0	0.3	0.0

3) 試験Ⅲ

試験Ⅲは、炭酸亜鉛の添加量削減の可能性を検証するため、異なる水準で炭酸亜鉛を飼料に添加する試験を2回実施した。

試験区の概要を表3、4に示した。1回目は、生後4日齢で浮腫病ワクチン（エコポークシガ）を接種したWLDの離乳子豚を用い、2021年10月12日から12月21日に実施した。離乳豚舎へ移動した生後約60日齢から100日齢について以下試験区を設定し、各区飼料を給与した。試験区は、子豚後期用飼料に炭酸亜鉛を0.3%添加した区と、0.15%添加した区に区分けした。

2回目は、生後3日齢で浮腫病ワクチン（ベピュード）を接種したWLDの離乳子豚を用い、2021年12月21日から2022年3月15日に実施した。1回目と同日齢について以下試験区を設定し、各区飼料を給与した。試験区は、子豚後期用飼料に炭酸亜鉛を0.15%添加した区と、無添加の区に区分けした。な

お、2回目に供試した浮腫病ワクチンは、試験Ⅱで効果検証したエコポークシガよりも安価で、同じ作用機序を持つベピュードに変更した。

また、1回目および2回目の試験区はいずれも抗生剤およびギ酸製剤を添加していない。

4) 試験Ⅳ

試験Ⅳは、ギ酸製剤の添加量削減の可能性を検証するため、浮腫病ワクチンを接種したうえで、2020年に実施した試験Ⅰと同様の試験を実施した。

試験の概要を表5に示した。試験は、生後3日齢で豚浮腫病ワクチン（ベピュード）を接種したWLDの離乳子豚を用い、2022年6月17日から10月24日に実施した。生後約25日齢から60日齢について以下試験区を設定し、各区飼料を給与した。試験区は、子豚前期用飼料にギ酸製剤無添加の区と、1.5%添加した区に区分けした。なお、両区ともに抗生剤および炭酸亜鉛は添加していない。

表3 試験Ⅲ(1回目)の試験区設定

炭酸亜鉛	群数 (群)	離乳子豚頭数(頭)			浮腫病 ワクチン 接種	飼料添加割合(%)		
		去勢	雌	計		抗生剤	炭酸亜鉛	ギ酸製剤
0.30%添加	5	20	15	35	有	0.0	0.30	0.0
0.15%添加	4	13	14	27	有	0.0	0.15	0.0

表4 試験Ⅲ(2回目)の試験区設定

炭酸亜鉛	群数 (群)	離乳子豚頭数(頭)			浮腫病 ワクチン 接種	飼料添加割合(%)		
		去勢	雌	計		抗生剤	炭酸亜鉛	ギ酸製剤
0.15%添加	4	16	18	34	有	0.0	0.15	0.0
無添加	5	16	24	40	有	0.0	0.00	0.0

表5 試験Ⅳの試験区設定

ギ酸製剤	群数 (群)	離乳子豚頭数(頭)			浮腫病 ワクチン 接種	飼料添加割合(%)		
		去勢	雌	計		抗生剤	炭酸亜鉛	ギ酸製剤
無添加	3	11	20	31	有	0.0	0.0	0.0
添加	3	11	20	31	有	0.0	0.0	1.5

5) 試験Ⅴ

試験ⅠからⅣの結果を生産現場において確認するため、2019年と2022年に浮腫病が発生していた県内の養豚場（長崎県島原市有明町）において実証試験を実施した。

試験区の概要を表6に示した。試験は、DB（デュロック種雌とパークシャー種雄を交配したもの）の離乳子豚を用い、2023年11月20日から2024年2

月28日に実施した。生後約60日齢から100日齢について以下試験区を設定し、各区飼料を給与した。試験区は、子豚後期用飼料に抗生剤（硫酸コリスチン4%散明治）を0.2%および炭酸亜鉛を0.3%添加した従来対策区と、3日齢で豚浮腫病ワクチン（ベピュード）を接種し、抗生剤と炭酸亜鉛のどちらも無添加としたワクチン接種区に区分けした。なお、ギ酸製剤は両区ともに添加していない。

表6 試験Ⅴの試験区設定

試験区	群数 (群)	離乳子豚頭数(頭)			浮腫病 ワクチン 接種	飼料添加割合(%)	
		去勢	雌	計		抗生剤	炭酸亜鉛
従来対策	1	2	5	7	無	0.2	0.3
ワクチン接種	1	3	4	7	有	0.0	0.0

3. 結果および考察

1) 試験Ⅰ

日増体量で両区に差は認められなかったが、事故率はギ酸を添加することにより半分程度に抑制される傾向（ $p<0.1$ ）が見られた（表7）。

しかし、養豚農場生産性評価システム「PigINFO」によると、2020年1月から12月期における離乳後事故率の全国中央値は6.0%程度で、15.9%という事故率は養豚経営において決して許容できる水準ではなかった。

脱抗菌性飼料添加物への取組事例集（日本養豚開業獣医師協会、2018）にも、ギ酸製剤の利用のみによって浮腫病様死亡事故が大幅に改善したとする事

例はなく、浮腫病が慢性的に発生している状況下ではギ酸添加による対策では不十分だと考えられた。

2) 試験Ⅱ

ワクチン接種区の事故率は、ワクチン未接種区より大幅に低下した（表8）。また、死亡事故の発生頻度は、性別には影響せず、ワクチン接種の有無との間に有意な差がみられた（表9）。このことから、浮腫病対策としてワクチン接種が有効であることが示され、抗生剤の添加量を削減できることが明らかとなった。

表7 ギ酸製剤の添加が離乳子豚の事故率および日増体量に及ぼす影響(試験Ⅰ)

ギ酸製剤	供試頭数 (頭)	浮腫病様 死亡頭数 (頭)	浮腫病様 事故率 (%)	日増体量(kg/日)	
				去勢	雌
0.30%添加	43	14	32.8 † ^z	0.36±0.06 ^{ns}	0.32±0.06 ^{ns}
0.15%添加	51	8	15.9	0.33±0.12	0.36±0.10

^z †:p<0.1(カイ二乗検定), ns:P>0.05(t検定)

表8 浮腫病ワクチンの接種が離乳子豚の事故率に及ぼす影響(試験Ⅱ)

ワクチン	供試頭数 (頭)	浮腫病様 死亡頭数 (頭)	浮腫病様 事故率 (%)
未接種	116	28	24.1 ** ^z
接種	237	6	2.5

^z **:p<0.01(カイ二乗検定)

表9 離乳子豚の死亡の有無に対する有意差検定(試験Ⅱ)

項目	自由度	カイ2乗値	有意性
ワクチンの有無	1	43.6	**** ^z
性別	1	0.11	ns

^z ****:p<0.0001(ロジスティック回帰分析)

3) 試験Ⅲ

浮腫病ワクチンを接種した場合、配合飼料に添加する炭酸亜鉛濃度を0.3%から0.15%へ半減、さらに0.15%から無添加としても、ともに離乳子豚の浮腫病様死亡事故率に差はなく、日増体量にも差は認められなかった(表10, 11)。

4) 試験Ⅳ

浮腫病ワクチンを接種した場合、配合飼料へのギ酸製剤の添加の有無にかかわらず、離乳子豚の浮腫病様死亡事故の発生はなかった。また、日増体量に差は認められなかった(表12)。

5) 試験Ⅴ

従来対策区、浮腫病ワクチン接種区ともに浮腫病様死亡事故の発生はなかった。また、対策にかかる資材費は、ワクチン接種区の方が炭酸亜鉛および抗生剤を添加する従来対策よりも1頭当たり104円程

度安く抑えられる試算となった(表13)。

試験Ⅲおよび試験Ⅳは、2021年8月に浮腫病ワクチンを接種開始して以降、慢性的な浮腫病の発生が収まった中で実施した。ともに浮腫病ワクチンの未接種区を設定していないため、ワクチン接種による事故率低減効果には言及できないが、ワクチン接種により慢性的な浮腫病の発生を抑制できていれば、従来から予防対策として実施されてきた炭酸亜鉛やギ酸製剤の飼料添加は不要となることが示唆された。

また、試験Ⅴの現地実証試験を実施した農場においても過年度に浮腫病が散発していたが、試験を実施した2023年には発生が見られず、ワクチン接種による事故率低減効果は確認できなかった。しかし、予防的な対策を普遍的に実施する必要がある浮腫病の特性上、ワクチン接種に切り替えることが、対策コストを抑え、かつ薬剤耐性菌問題の是正や環境負荷の低減に貢献できる効果的な対策であることが示唆された。

表10 炭酸亜鉛の添加量が浮腫病ワクチン接種子豚の事故率および日増体量に及ぼす影響(試験Ⅲ1回目)

炭酸亜鉛	供試頭数 (頭)	浮腫病様 死亡頭数 (頭)	浮腫病様 事故率 (%)	日増体量(kg/日)	
				去勢	雌
0.30%添加	35	2	5.7 ns ^z	0.80±0.11 ns	0.74±0.09 ns
0.15%添加	27	0	0.0	0.78±0.12	0.75±0.10

^z ns:p>0.05(カイ二乗検定およびt検定)

表11 炭酸亜鉛の添加量が浮腫病ワクチン接種子豚の事故率および日増体量に及ぼす影響(試験Ⅲ2回目)

炭酸亜鉛	供試頭数 (頭)	浮腫病様 死亡頭数 (頭)	浮腫病様 事故率 (%)	日増体量(kg/日)	
				去勢	雌
0.15%添加	34	0	0.0 ns ^z	0.80±0.16 ns	0.79±0.14 ns
無添加	40	0	0.0	0.84±0.08	0.75±0.11

^z ns:p>0.05(t検定)

表12 ギ酸製剤の添加が浮腫病ワクチン接種子豚の事故率および日増体量に及ぼす影響(試験Ⅳ)

ギ酸製剤	供試頭数 (頭)	浮腫病様 死亡頭数 (頭)	浮腫病様 事故率 (%)	日増体量(kg/日)	
				去勢	雌
無添加	31	0	0.0 ns ^z	0.39±0.11 ns	0.31±0.08 ns
1.5%添加	31	0	0.0	0.38±0.09	0.37±0.09

^z ns:p>0.05(t検定)

表13 浮腫病対策に係る対策経費の試算^z(現地実証試験)

試験区	供試 頭数 (頭)	浮腫病様 死亡頭数 (頭)	浮腫病 ワクチン 接種	飼料添加割合(%)		対策経費(円/頭)			
				抗生剤	炭酸 亜鉛	浮腫病 ワクチン	抗生剤	炭酸 亜鉛	計
従来対策	7	0	無	0.2	0.3	0	200	125	324
ワクチン接種	7	0	有	0.0	0.0	220	0	0	220

^z 28日齢から87日齢までの60日間において、採食量1.2kg/日・頭として試算

4. 摘要

本研究では、浮腫病ワクチンの効果検証を行うとともに、薬剤耐性菌問題や環境負荷低減およびコスト削減の観点から、従来対策である炭酸亜鉛等の使用量削減の可能性について調査した。

試験の結果は、浮腫病ワクチンの接種が浮腫病様

死亡事故を大幅に抑制するとともに、抗生剤、炭酸亜鉛およびギ酸製剤の飼料添加量を削減できることを示唆している。また、浮腫病ワクチン接種による衛生費の増加分は、抗生剤や炭酸亜鉛の使用量削減によって十分に補うことが可能である。

5. 引用文献

- 浅井鉄夫. 2022. 養豚における亜鉛の利用と薬剤耐性菌. All about SWINE. 61: 24-26
- 動物医薬品検査所. 2020. 動物用医薬品等データベース(エコポークシガ). <https://www.vm.nval.go.jp/public/detail/18301>(2024年1月20日確認)
- 動物医薬品検査所. 2021. 動物用医薬品等データベース(ベビュード). <https://www.vm.nval.go.jp/public/detail/18613>(2024年1月20日確認)
- 石川弘道・石関紗代子. 2021. 新・豚病対策. ベネット. p338-342
- 小林秀樹. 2018. 豚の浮腫病と離乳後下痢ならびにそれらの対策について. All about SWINE 53: 13-24
- 日本養豚開業獣医師協会. 2018. 脱抗菌性飼料添加物への取組事例集. <https://www.e-jasv.com/Alic.pdf>
- 農林水産省. 2018. 家畜に使用するコリスチン製剤(動物用医薬品)の第二次選択薬への位置付けについて. http://www.maff.go.jp/nval/hourei_tuuti/pdf/29_shoan_6703.pdf
- 田島 守. 2022. 浮腫病はなぜ起こる. 養豚界. 57(1): 39-42

Summary

In this study, the effectiveness of the edema disease vaccination was verified, and the possibility of reducing the use of conventional measures such as antibiotics and zinc carbonate was investigated from the perspective of reducing the problem of drug-resistant bacteria, environmental impact and the cost of countermeasures. The results showed that edema disease vaccination can control edema disease-like fatalities without affecting the daily increase in the daily increase in the amount of zinc carbonate and formic acid preparations. In addition, the vaccine costs were sufficient to compensate for the increased costs of the vaccine, as the use of zinc carbonate and antibiotics for the prevention and treatment of oedema disease could be reduced.

離乳子豚の浮腫病におけるワクチン接種の事故率低減効果と，抗生剤，炭酸亜鉛およびギ酸製剤の使用量削減の可能性