

第 496 回月例研究会資料

「生育ステージの異なる豚の腸内細菌叢の比較」

令和 8 年 9 月 17 日

志村洋一郎 秋田県立大学 生物資源科学部 応用生物科学科

微生物機能グループ 准教授



＼飼料添加物の「最新情報」をまとめてチェック！／

飼料添加物の成分規格及び評価基準等収載書 第四版



法令改正の情報もしっかり反映！現在指定されている飼料添加物の成分規格・関連情報はもちろん、新規飼料添加物の指定に必要な事項まで、知りたい情報を体系的に整理した最新版です。

日本科学飼料協会では、他にも「飼料安全法関係通知集」、「飼料ハンドブック」等、飼料に関する書籍を販売しています。

ぜひご活用下さい。



お問い合わせ先

一般社団法人日本科学飼料協会

〒104-0033 東京都中央区新川2-6-16 馬事畜産会館 6階

TEL : 03-3297-5631 FAX : 03-3297-5633

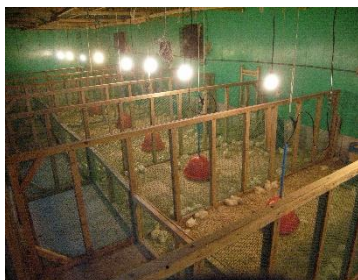
E-mail: info@kashikyo.lin.gr.jp ホームページ: <https://kashikyo.lin.gr.jp/>



科学飼料研究センター（千葉県成田市）では、お客様のニーズにお応えした飼料・飼料添加物および動物用医薬品等に関するさまざまな動物試験および分析試験を行っています。これまでの豊富な経験と技術に基づき、お客様のニーズに合った試験方法をご提案させていただくことも可能です。

SERVICE

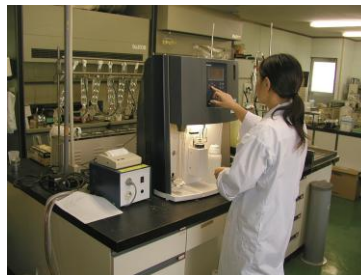
01 動物試験



飼料および飼料添加物、動物用医薬品に関する安全性試験、発育試験、残留試験など各種試験を受託しています。

SERVICE

02 成分分析・品質検査



飼料の品質管理、安全性、各種ガイドラインに基づいた飼料および飼料原料などの分析・検査を受託しています。

SERVICE

03 試験用飼料製造



目的にあった試験用飼料を設計し、数 kg の小ロットから製造販売を行っています。

SERVICE

04 各種消化試験



飼料のアミノ酸又は可消化養分総量若しくは代謝エネルギーの取扱いに定める消化試験法に準じて消化試験を受託しています。

まずはご相談ください

Mail info@kashikyo.or.jp

Web <https://kashikyo.lin.gr.jp/>

所在地

（科学飼料研究センター）

〒286-0133 千葉県成田市吉倉 821

TEL0476-35-0411

（本部・技術部）

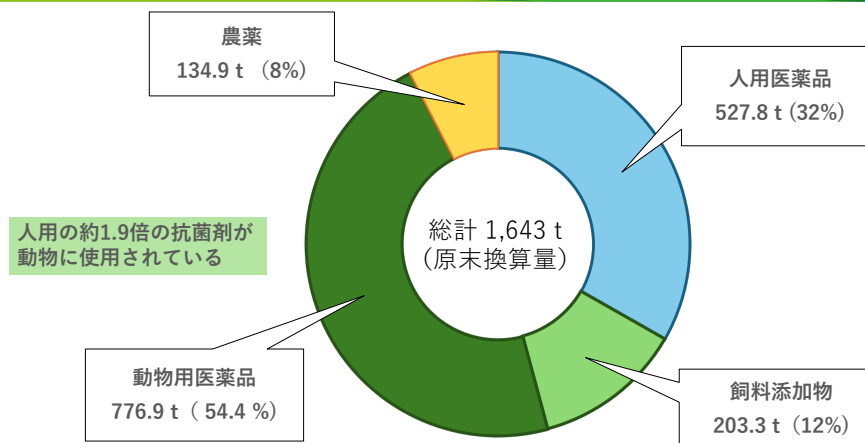
〒104-0033 東京都中央区新川 2-6-16

TEL03-3297-5631

生育ステージの異なる豚の腸内細菌叢の比較

志村洋一郎
秋田県立大学生物資源科学部
応用生物科学科微生物機能グループ

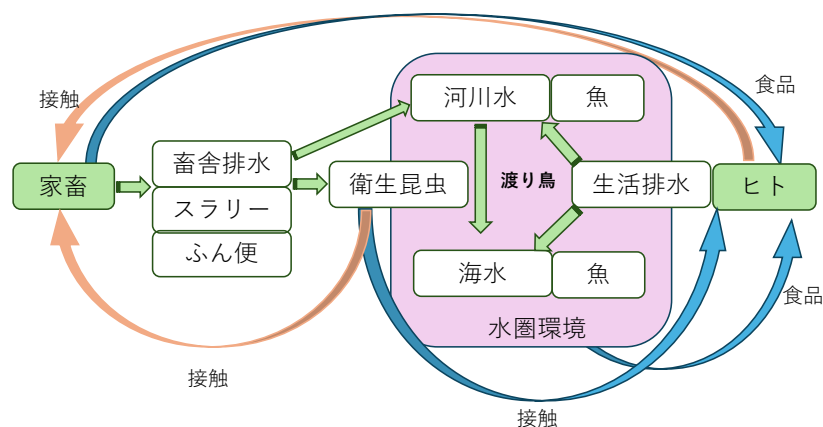
日本における抗菌剤販売量(2022年)



厚生労働省薬剤耐性ワンヘルス動向調査検討会、(2025) 薬剤耐性ワンヘルス動向調査年次報告書

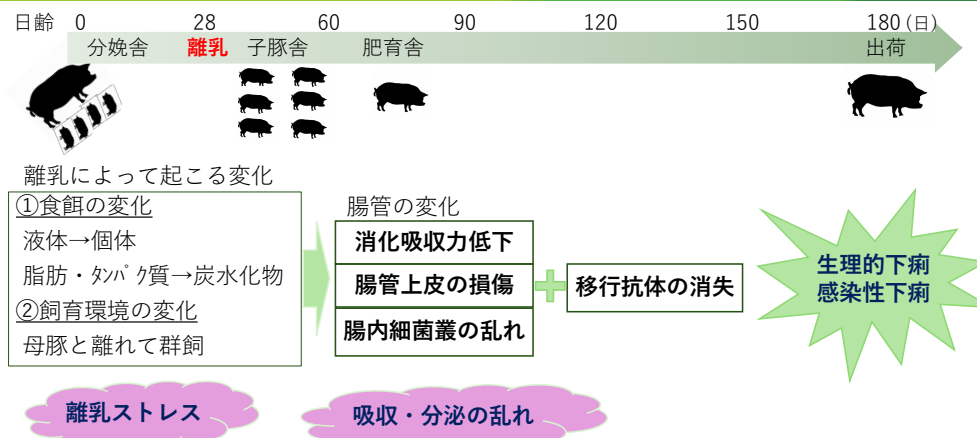
2

環境を介した耐性菌、耐性遺伝子の伝播



出典：白井優（2019）獣医療や環境における薬剤耐性問題の実態とその対策、家畜感染症学会誌（一部改変）

離乳子豚の下痢症



4

健康な豚の腸管

腸管断面図

粘液層（ムチン）：高分子糖タンパク質

①物理的バリア

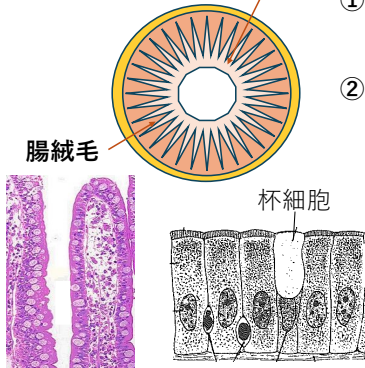
腸管上皮の非特異的バリアを形成

→ 腸管上皮への物理的刺激や微生物の感染防御

②共生因子

腸内の共生細菌に生息環境と栄養分を提供

→ 腸内細菌叢の多様性を維持



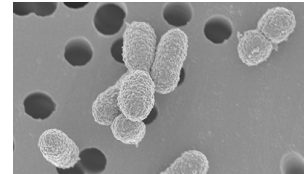
ムチンによる物理的バリアを強化して
腸内細菌叢の多様性を維持し
病原体の感染量と重症度を減少させる

出典：獣医組織学改訂第二版、家畜比較解剖図説上巻

5

Akkermansia muciniphila

Verrucomicrobiota 門 Verrucomicrobiia 綱
Verrucomicrobiales 目 Akkermansiaceae 科
Akkermansia 属



出典：ヤクルト中央研究所HP

- グラム陰性偏性嫌気性菌
- ムチン糖鎖分解酵素を備える
- ムチンを分解して、短鎖脂肪酸（プロピオン酸・酢酸）を産生
- 生じた短鎖脂肪酸が腸管上皮細胞のエネルギーとなる
- 杯細胞からのムチン産生を亢進し腸管粘膜を肥厚させる

新しいプロバイオティクスとして注目

豚では…

- ・ 腸管に存在することが確認されている
- ・ その機能や病気との関連については不明

?

離乳期の下痢症と *Akkermansia muciniphila* の関連を調査

6

材 料

●対象農場

下痢発生農場：離乳期に下痢症が多発する農場

母豚380頭一貫経営、コンベンショナル農場

過去に離乳豚において豚ロタウイルスおよび大腸菌の混合感染による下痢発生

対照農場：離乳期に下痢症の発生がない農場

母豚700頭一貫経営、SPF農場

●材料

哺乳豚（10～20日齢、11頭）

離乳豚（28～35日齢、6頭）

育成豚（42～60日齢、6頭）

肉眼的に正常な新鮮ふん便を採取

* 哺乳豚は4頭の母豚から2～3頭、離乳豚および育成豚は3区画から2頭ずつ抽出

* 豚は全てLWD

7

方 法

●ムチン濃度測定

ふん便ムチン測定キット（コスモ・バイオ株式会社）

●*A. muciniphila* 保菌状況：PCR

テンプレートDNA：ふん便からの抽出DNA（Morita et al. 2007）

プライマー：*A. muciniphila* 特異的プライマー（Collado et al. 2007）

PCR条件：94℃ 5分→（94℃ 30秒、60℃ 30秒、72℃ 20秒）×45→72℃ 5分

*データの統計処理は
Student t-testを用いた

●有機酸濃度測定：HPLC

カラム：有機酸分析用カラムShim-pack SCR101H（300×φ7 mm、島津製作所）

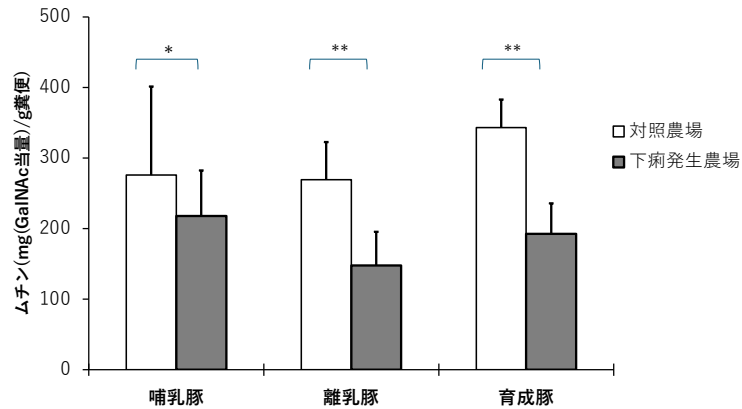
移動相：5 mMパラトルエンスルホン酸(pTS、和光純薬)

ポストカラム相：5 mM pTS/100 μM EDTA（同仁堂）/20 mM Bis-Tris(和光純薬)

乳酸および酪酸、酢酸、プロピオン酸を検出

8

ふん便中のムチン濃度



- 対照農場では全ての発育ステージにおいて下痢発生農場と比較して有意に高かった (*, $P < 0.05$; **, $P < 0.01$)

9

発育ステージごとの *A. muciniphila* 検出率

	哺乳豚 (n=11)	離乳豚 (n=6)	育成豚 (n=6)
対照農場	100%	33.3%	33.3%
下痢発生農場	63.6%	66.7%	16.7%

- 哺乳豚において対照農場の *A. muciniphila* 検出率が高い傾向を示した

10

小 括

下痢発生農場と対照農場を比較すると

哺乳豚の時期から腸管や腸管内の状態が異なる

対照農場では…

- ・哺乳期に *A. muciniphila* 検出率が高く
ムチン濃度高い
- ・哺乳期に酪酸濃度が有意に高い

A. muciniphila の性状では…

- ・ムチン糖鎖分解酵素を備える
- ・ムチンを炭素および窒素源として主に
短鎖脂肪酸（プロピオン酸・酢酸）を
産生



A. muciniphila と他の腸内細菌との相互作用や

下痢発生農場と対照農場で菌叢全体に占める *A. muciniphila* の割合の違い

11

12

生育ステージの異なる豚の腸内細菌の比較

材料と方法

●材料

- ・下痢発生農場（離乳期に下痢症が多発）
 - ・対照農場（離乳期に下痢症の発生がない）
 - ・哺乳豚（10～20日齢、7頭）
 - ・離乳豚（28～35日齢、6頭）
 - ・育成豚（42～60日齢、5頭）
- 各農場18頭
肉眼的に正常な新鮮ふん便

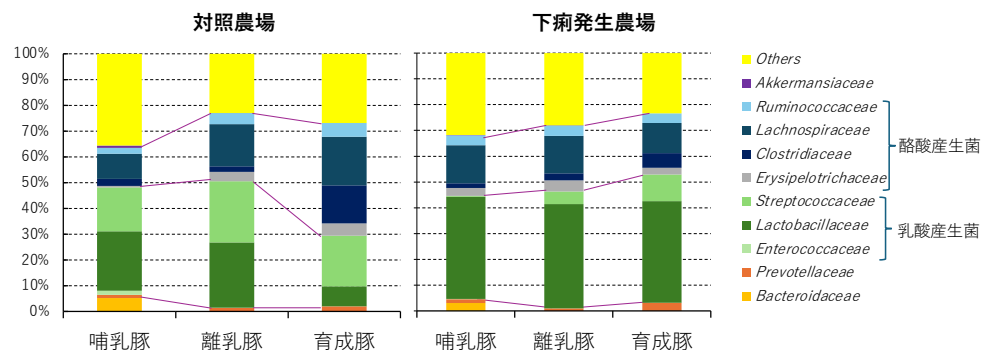
●方法

- ・テンプレートDNA：ふん便からの抽出DNA（Morita et al.2007）
- ・ライブラリー調製：16S Metagenomic Sequencing Library Preparation（Illumina）
V3-V4 領域（341F-806R, 約500bp）
- ・DNAシーケンス：（試薬）MiSeq Reagent Kit V3 600cycle（300×2、2500万クラスター）
（シーケンサー）MiSeq（Illumina）
- ・配列データ解析：Qiime2（qiime2-amplicon-2023.9を使用）

両農場の菌叢の特徴や成長に伴う菌叢の変化を明らかにし、
離乳豚の下痢症予防に関する知見を得る

14

发育ステージごとの菌叢比較



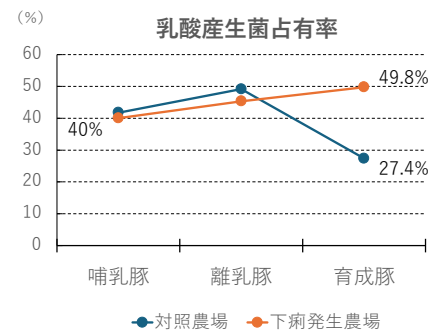
・対照農場：離乳前後で乳酸産生菌が優位な菌叢 → 酪酸産生菌が優位な菌叢

・下痢発生農場：哺乳豚から育成豚まで一貫して乳酸産生菌が優位な菌叢

酪酸産生菌の増加は認められなかった。

15

乳酸産生菌の変動と乳酸濃度



● 乳酸産生菌

対照農場 41.8%→27.4%に減少

下痢発生農場 40.0%→49.8%に増加

ふん便中の乳酸濃度

下痢発生農場

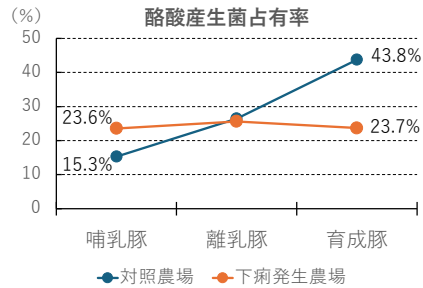
- ・すべての发育ステージにおいて対照農場と比較して乳酸濃度が高い傾向

- ・乳酸産生菌の占有率の増加が一因か？

- ・乳酸の蓄積
 - 腸管内のpHを著しく低下
 - 低pH耐性を示す乳酸産生菌が一層優勢
 - 乳酸産生が助長

16

酪酸産生菌の変動と酪酸濃度



- 哺乳豚の酪酸産生菌占有率
対照農場 < 下痢発生農場

対照農場 15.3% → 43.8% に増加(2.8倍)
下痢発生農場 23.6% → 23.7% で変化なし

ふん便中の酪酸濃度

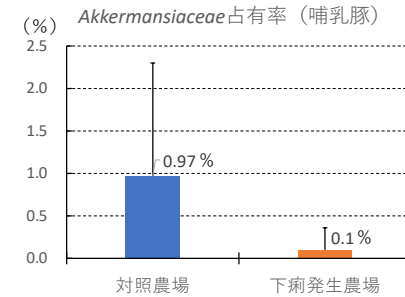
対照農場：下痢発生農場と比較して

- ・哺乳豚で有意に高く
- ・育成豚でも高い傾向

- ・育成豚での酪酸濃度の高まりは酪酸産生菌の占有率増加によるもの
- ・哺乳豚では下痢発生農場の方が酪酸産生菌の占有率が高く、酪酸濃度と食い違う結果

17

Akkermansiaceae 占有率とムチン濃度



➤ Akkermansiaceae

哺乳豚では

- ・対照農場は約 1%
- ・下痢発生農場は約 0.1%
- ・有意差は認められなかった

ふん便中のムチン濃度

対照農場

- ・下痢発生農場と比較して、すべての発育ステージにおいてムチン濃度が有意に高い

- ・ Akkermansiaceae 存在量はムチン濃度と正の相関がある

→対照農場の哺乳豚ではAkkermansiaceaeが豊富に存在していた可能性

18

ま と め

- ・薬剤耐性菌の発生抑制
 - ・成長促進用抗菌剤添加飼料の使用禁止
 - ・新たな飼養方法の確立が必要
- ・離乳期における腸内細菌叢の変化がカギなのか？
 - ・下痢発症農場と下痢発症のほとんどないSPF農場の生育ステージの異なる豚からの糞便を材料にその原因を見積もった。
 - ・粘膜ムチン、腸内有機酸量、糞便細菌叢を比較
 - ・乳酸菌の種構成が異なる
 - ・改善するにはどうしたらいいのか