

家畜の感染症制御を目的とした疫学的アプローチの確立

佐々木 羊介 (明治大学農学部)

yskssk@meiji.ac.jp

はじめに

畜産経営の大規模化が進展しているウシ・ブタなどの大中家畜では、農場における感染症発生は収益性に甚大な被害を及ぼす。一方、家畜感染症の制御を目的とした伝播様式およびリスク因子の特定、予防・再発防止策の構築のための一連の手法は確立されておらず、この問題を解決するためには、生産現場から収集可能なビッグデータを用いた客観的な疫学的アプローチの確立が急務である。この問題を解決するために、豚流行性下痢 (PED), 牛呼吸器病 (BRDC), 小型ピロプラズマ病を対象として、感染症の発生と再発防止を目的とした疫学手法の研究開発を実施してきたので、以下に概要を紹介する。

PED の感染伝播様式の解明や感染リスク因子の特定

PED は新生子豚の高死亡率を特徴とし、世界各地で発生と再発を繰り返す悪性伝染病である。演者は、我が国で PED が多発した南九州の全農場の地理情報・PED 発生情報を時空間解析で分析した。PED 発生が地理的かつ時間的に集中していたクラスター発生は農場密集地帯で多く確認され、PED 発生農場による他農場への高い感染伝播リスクは発生後 10 日間・2 km の範囲で有していたことを発見した (図 1)。これにより演者は、感染伝播様式や伝播リスクの時空間的特徴を明らかにした¹⁾。次に、感染リスク

因子の特定のために、防疫体制や飼養管理のデータを用いた多変量ロジスティック回帰分析を行い、PED 発生農場までの距離と飼料運搬トラックの訪問回数が主要な感染リスク因子であること、リスク低減のためには十分な消毒時間を確保することが重要であることを明らかにした²⁾。加えて、感染症の再発防止を目的とした生産者の意識改善のため、感染症の発生に伴う生産性・経済性指標への影響を定量化した。PED 発生農場の繁殖

成績および経済損失を算出し、妊娠後期で PED に罹患した母豚の哺乳子豚の哺乳中死亡率が約 80% であること³⁾、宮崎県・鹿児島県の PED 発生に伴う被害総額が 12 億円であることを明らかにした⁴⁾。また、予防・再発防止に向けた防疫体制レベル改善のために、農場の防疫体制を定量化できる査定ツールを開発した⁵⁾。

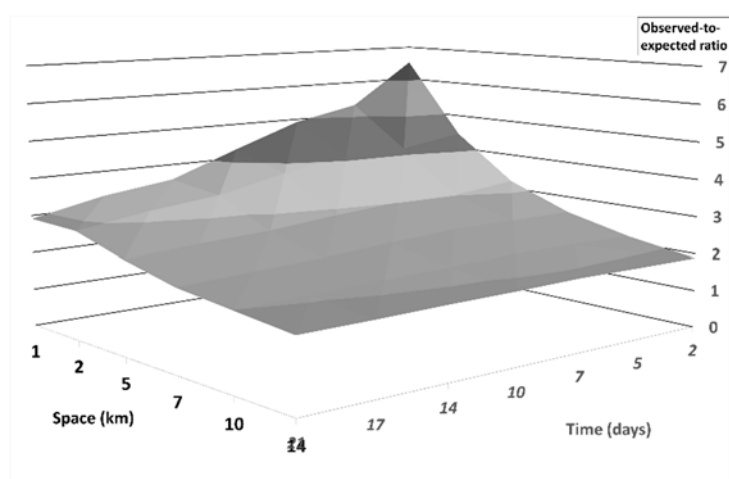


図 1. Knox test を用いた PED 発生リスクに関する時空間解析の結果。

BRDC への感染リスク値の定量化や早期検出法の確立

BRDC は、輸送や環境変化等に伴うストレス感作や、ウイルス・細菌等の病原微生物による感染が複雑に絡み合って発生する。本疾病は子牛の死産・病傷事故の主要な原因であり、牛の産業界において経済的損失が大きい疾病の一つで、発症した場合には早期の治療が重要である。演者は、子牛預託育成牧場で飼育されている黒毛和種肉用子牛を対象として、BRDC 発生リスクに関連するリスク因子を分析した⁶⁾。子牛預託育成牧場は多頭群飼育であり、罹患牛の早期摘発が困難かつ感染が伝播しやすいという特徴を持つため、BRDC の高リスク牛の特徴を明らかにすることが重要である。預託育成農場に導入された子牛の農場導入時情報として、性、血統、導入季節、導入日齢、導入時体重、導入時胸囲を用いて、BRDC 発生リスクとの関連性を Mixed effect logistic regression model で分析した。その結果、感染ハイリスク子牛の特徴として、導入季節、性、導入日齢が関与しており、血統や導入時体重および導入時体胸囲は関連がないことを明らかにした(図2)。

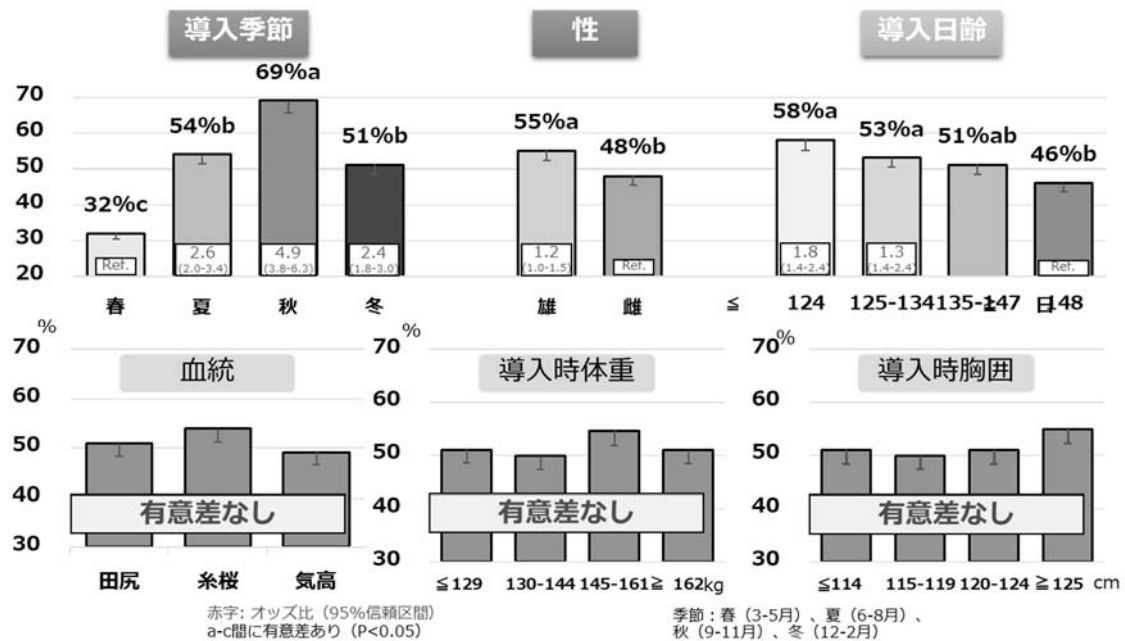


図2. BRDC 発生リスクと子牛の農場導入時情報との関連性の分析結果.

また、BRDC の発生に伴う経済被害を定量化するために、子牛預託育成牧場で飼育されている黒毛和種肉用子牛を対象として、飼養期間中における BRDC に対する治療内容および治療日数に関するデータを分析した⁷⁾。その結果、飼養期間中において BRDC に罹患した子牛が 54.6%であり、一回当たりの治療日数および治療コストの平均がそれぞれ 5.9 日、7,767 円であることを明らかにした。得られた結果を用いて宮崎県全体における BRDC 罹患に伴う経済被害を算出したところ、年間で約 2.6 億円であると推定された。さらに、黒毛和種肉用子牛の発熱を早期検出するために、尾部センサを用いた発熱子牛の早期検出方法の確立を試みた⁸⁾。子牛預託育成牧場への導入時に尾部センサを装着して体表温度データを経時的に収集し、AI による機械学習モデルを用いて発熱の早期検出予測モデルを構築した。構築した予測モデルでは Accuracy, Precision, Sensitivity がそれぞれ 98.8%, 72.1%, 88.1%であり、当該モデルを用いた発熱の早期検出法の有用性を明らかにした。

小型ピロプラズマ病の感染リスク因子の特定や生産性への影響の分析

小型ピロプラズマ病は *Theileria orientalis* の感染を原因とする牛の原虫病であり、放牧牛で好発し、発熱や貧血を引き起こす。演者は九州の放牧地において小型ピロプラズマ病に罹患した乳用子牛の血液動態を調査し、小型ピロプラズマ病の感染強度が高い個体において、重篤な貧血症状がみられることを明らかにした⁹⁾。また治療薬の投与前の感染強度が高いほど、陰転化する個体の割合が小さくなることを明らかにした。次に、小型ピロプラズマ病への感染に伴う生産性に関する影響を調査した。小型ピロプラズマ病への罹患経験がある乳用牛の乳量を追跡調査した結果、罹患に伴う生産性の差はみられなかったことより、牛舎内における適切な飼養管理によって乳量低下を抑制できることを明らかにした¹⁰⁾。また放牧地における小型ピロプラズマ病への対処として、小型ピロプラズマフリー放牧を実現するために、7年間の休牧、放牧期間中の定期的な血液検査、感染ダニ対策、放牧開始前PCR検査の実施を行った。これらの4つの対策実施後は、小型ピロプラズマがほとんど検出されなかった。この結果より、九州の放牧地においても、乳牛の小型ピロプラズマフリー放牧の構築が可能であることを明らかにした¹¹⁾。

おわりに

上記のように、演者は家畜感染症の予防・再発防止を目的として、生産現場から収集可能なビッグデータを用いた客観的な疫学的アプローチの手法を確立した。演者は今までの研究で確立してきた疫学的アプローチやデータサイエンスを駆使して、現在「食料資源の確保を目的とした持続可能な畜産業の確立」に貢献できる研究を実施し、社会の発展に貢献していくことを目指している。畜産は我が国の農業産出額で全体の4割を占めており、世界的な畜産物の需要拡大に伴って、高能力種の作出や農場の大規模化、ICT機器の導入がみられている。その一方で、SDGsへの対応や家畜伝染病発生に伴う社会生活への影響、家畜由来耐性菌によるヒトへの健康リスク、畜産向け飼料の需要増加に伴う食料需給問題、アニマルウェルフェア遵守への課題など、解決すべき様々な課題も持ち合わせている。これらの問題を解決するためには、生産者・研究機関・関係団体との連携が重要となってくる。研究によって得られた成果の普及として、論文投稿も重要かつ有用な手段であるが、加えてその内容を家畜生産者や獣医師向けに講演会やセミナーで解説し、予防および再発防止に効果的な対策を積極的に示すことも重要である。今後はこのような疫学的アプローチの手法を利用した研究成果により、持続可能な畜産業の確立に貢献することが期待される。

謝辞

本受賞にあたり、公益社団法人日本畜産学会よりご推薦を戴きました。小澤壮行理事長をはじめ関係の諸先生方に厚く御礼申し上げます。本研究の遂行にあたり、調査の実施やデータ提供にご協力頂いた畜産関係団体および生産者の皆様に深謝いたします。また、博士課程までの指導教員である明治大学瀬瀬雄三名誉教授、博士研究員時代の指導教員である宮崎大学末吉益雄教授にも心より御礼申し上げます。最後に、一連の研究の遂行上お世話になりました全ての共同研究者の皆様および研究室のスタッフ・学生の皆様、そしていつも支えてくれる家族に厚く御礼申し上げます。

引用文献 (*Corresponding author)

1. **Sasaki Y***, Toyomaki H, Sekiguchi S, Sueyoshi M, Makita K, Otake S, Perez A, and Alvarez J. 2017. Spatial dynamics of porcine epidemic diarrhea (PED) spread in the southern Kyushu, Japan. *Preventive Veterinary Medicine* 144, 81-88.
2. **Sasaki Y***, Alvarez J, Sekiguchi S, Sueyoshi M, Otake S, and Perez A. 2016. Epidemiological factors associated to spread of porcine epidemic diarrhea in Japan. *Preventive Veterinary Medicine* 123, 161-167.
3. Furutani A, Kawabata T, Sueyoshi M, **Sasaki Y***. 2018. Assessment of reproductive performance in F1 sows exposed to the porcine epidemic diarrhea virus at different periods of production stage on farms with different hygienic environments. *Animal Reproduction Science* 192, 233-241.
4. **Sasaki Y***, Sekiguchi S, Toyomaki H, Makita K, and Sueyoshi M. 2019. Assessment of the economic impact of porcine epidemic diarrhea (PED) epidemic in the southern Kyushu, Japan. *Journal of Veterinary Epidemiology* 23, 53-62.
5. **Sasaki Y***, Furutani A, Furuichi T, Hayakawa Y, Ishizeki S, Kano R, Koike F, Miyashita M, Mizukami Y, Watanabe Y, and Otake S. 2020. Development of a biosecurity assessment tool and the assessment of biosecurity levels by this tool on Japanese commercial swine farms. *Preventive Veterinary Medicine* 175, 104848.
6. **Sasaki Y***, Hashimoto K, Iki Y, Anan T, Hayashi J, and Uematsu M. 2020. Associations between calf factors of Japanese Black calves arriving at a backgrounding operation and bovine respiratory disease. *Preventive Veterinary Medicine* 182, 105100.
7. **Sasaki Y***, Iki Y, Anan T, Hayashi J, and Uematsu M. 2022. Economic loss due to treatment of bovine respiratory disease in Japanese Black calves arriving at a backgrounding operation in Miyazaki. *Journal of Veterinary Medical Science* 84, 1328-1334.
8. **Sasaki Y***, Iki Y, Anan T, Hayashi J, and Uematsu M. 2023. Assessment of ventral tail base surface temperature for the early detection of Japanese Black calves with fever. *Animals* 13, 469.
9. Fukushima Y, Horii Y, Honkawa K, and **Sasaki Y***. 2021. A large-scale survey of *Theileria orientalis* infection in grazing dairy heifers in Kyushu, Japan. *Journal of Veterinary Medical Science* 83, 36-41.
10. Fukushima Y, Minamino T, Mikurino Y, Honkawa K, Horii Y, Taniguchi T, Mekata H, and **Sasaki Y***. 2021. Effects of *Theileria orientalis* infection on health status and productivity of dairy cows reared inside barns. *Pathogens* 10, 650.
11. Fukushima Y, Minamino T, Honkawa K, Taniguchi T, Horii Y, and **Sasaki Y***. 2022. *Theileria*-free grazing of dairy heifers on grassland in Kyushu, Japan where *T. orientalis* was epidemic before a 7-year vacancy. *Journal of Veterinary Medical Science* 84, 628-633.