

博士学位論文

学位論文内容の要旨および審査結果の要旨

氏 名 足立 泰基

学位の種類 博士（獣医学）

学位授与の条件 酪農学園大学学位規程第3条第4項に該当

学位論文の題目 と畜検査データの時系列分析に関する研究

審査委員

主査 教授 蒔田 浩平（獣医疫学）

副査 教授 浅川 満彦（獣医寄生虫学）

副査 教授 村松 康和（人獣共通感染症学）

副査 准教授 鈴木 透（野生動物学）

【学位論文要旨】

と畜検査データとは、食肉衛生検査機関の獣医師であると畜検査員がと畜場に搬入された家畜を検査し、その結果をまとめたものである。と畜検査データは、衛生的な食肉生産促進のための生産者へのフィードバック事業や、調査研究に利用されてはいるものの、数値の羅列やグラフ表示を行う以上の処理が行われている例は非常に少ない。しかし、羅列された数値や折れ線グラフの傾きのみから飼養条件の悪化や改善の有無を客観的に判断することは困難である。すなわち、生産者、獣医師や行政官が合理的に意思決定するための指標を与える統計学的手法が必要とされていた。

と畜検査データは時間とともに出現する時系列データであり、時系列分析に適していると考えられる。しかし、時系列分析には種々の方法があり、データの分布に応じた適切なモデルを用いる必要がある。そこで本研究は、データの統計学的分布に応じてモデルを使い分け、網羅的に分析できる手法を見出すことを目的とした。第一章では、常時発生がみられる疾病の分析方法として、代表的なガウス型時系列モデルである季節自己回帰和分移動平均モデル (SARIMA モデル) によると畜検査データの分析方法と、これを利用して農場における衛生状態や対策の効果を評価する方法について述べた。第二章では、発生が稀な疾病の時系列分析を行う方法として、周期的要素について擬似ポアソン回帰モデルを推定し、その残差について ARIMA モデルを推定したのち、両モデルを加える方法について述べた。第三章では、発生が稀な疾病の時系列分析を行うもう一つの方法として、two-part モデルを用いた分析方法について

検討した。

第一章では、SARIMAモデルを用いてと畜検査における廃棄率データの異常な増加や減少を検出できる好適条件を検討した。寄生虫性肝炎による肝臓廃棄率が30%以上に増加した後、駆虫剤の投与により1.8%まで低下した1農場のデータを用い、廃棄率の増加および減少を検出できる最大の信頼水準を調べたところ、85%が至適条件であった。さらに、豚で常時発生がみられる4疾病について10農場からの搬入豚の検査データを用い、SARIMAモデルの当てはまりと対照モデルである指数平滑法の当てはまりを比較した。40モデル中39モデルで対照モデルより逸脱度が小さく、27モデルで有意であった。本法は生産者に対して農場の衛生状態の合理的な判断指標を提供することによって、衛生的な食肉生産を促進するツールとして利用可能であることが明らかとなった。

第二章では、人獣共通感染症である豚の非定型抗酸菌症による毎日の肝臓廃棄数データを時系列分析し、農場アウトブレイクの疑いがある生産者からの搬入の有無を検出する方法について検討した。豚の非定型抗酸菌症は、比較的稀な疾病であり、廃棄数がゼロであることも少なくないため、第一章の分析方法は適さない。そこで、擬似ポアソン回帰モデルとARIMAモデルを組み合わせる方法を試みた。10年間の日次廃棄数値のうち最初の8年分のデータを用いてモデルを作成し、残りの2年分の日次廃棄数がモデルによる期待値の95%信頼限界を超えた日の搬入生産者を調べたところ、当該搬入日には年次廃棄数集計値の廃棄率から見て抗酸菌症の農場アウトブレイクが疑われる生産者による搬入が必ず行われていた。すなわち、本モデルにより発生が稀な疾病の時系列分析を行い、農場ア

アウトブレイクを検出することが可能となった。

第三章では、人獣共通感染症である豚のエキノコックス症による月次肝臓廃棄数データを時系列分析し、農場アウトブレイクを検出する方法について検討した。北海道東藻琴食肉衛生検査所では、月次集計データにおける廃棄率が1%を超えるか、3か月連続でエキノコックス症による廃棄が認められた場合に、対策を促す情報提供を行っている。しかし、アウトブレイクの定義を考慮し、判定は統計学的に算出された期待値との比較によって行われるべきである。ここで問題となるのは、エキノコックス症は比較的稀な疾病であるために、ゼロデータが多く、毎月のルーチン業務で用いるには第二章の方法のような煩雑な方法は適さないことである。そこで、two-partモデルによって計算されたパーセンタイル値をアウトブレイク検出の基準とすることを検討したところ、従来の基準よりも迅速なアウトブレイク検出が可能であることが明らかとなった。すなわち、本モデルにより発生が稀な疾病の時系列分析をワンステップで行い、アウトブレイクを検出することが可能であることが明らかとなった。

以上をまとめる。廃棄率が極端に0%や100%付近に偏っていなければ、ロジット変換した廃棄率は、正規分布することを仮定できるため、第一章に述べたSARIMAモデルを用いた分析を行うのが適切と考えられる。ゼロの多いデータについては、第二章の方法と第三章の方法を用いることができるが、ルーチンの検査業務で用いることを考慮すると、ワンステップでモデリングが可能なtwo-partモデルの方が更新を容易に行うことができ、実用的であろう。すなわち、廃棄数がゼロであることが稀な疾病については、第一章のSARIMA

モデルで分析し、ゼロが多い場合は two-part モデルで分析することで、いかなる疾病に対しても客観的指標に基づく情報提供を可能にする道筋を付けることが出来た。

論文審査の要旨および結果

1 論文審査の要旨および結果

審査は、1) 体裁を整え、新規性があり、明確に十分な根拠があるか、2) 科学および獣医学の発展に寄与する内容であるかの2点を重点に行われた。

論文の概要について

本論文は、と畜場における食肉検査結果であると畜検査データを用いた時系列分析により、客観的な指標に基づき、迅速で有効な農場への疾病アウトブレイク検出と通報を可能にする技術の確立と実装を目指した一連の研究成果をまとめたものである。論文構成として、第一章から三章まで異なる課題の解決に取り組み、第四章で論文全体を総合的に論じている。

研究の背景と目的

と畜検査データは、衛生的な食肉生産促進のための生産者へのフィードバック事業や、調査研究に利用されてはいるものの、数値の羅列やグラフ表示を行う以上の処理が行われている例は非常に少ない。しかし、羅列された数値や折れ線グラフの傾きのみから飼養条件の悪化や改善の有無を客観的に判断することは困難である。すなわち、生産者、獣医師や行政官が合理的に意思決定するための指標を与える統計学的手法が必要とされていた。

第一章では、と畜場に出荷される豚で常時発生が見られる疾病について、季節と週内の変動を考慮して、廃棄率の異常な増加や減少を検出できる時系列分析モデルの好適条件を検討した。ここでは時系列分析で一般的なガウス型（正規分布を想定）モデルを用いた。しかしながら廃棄数は「数」であり、特に廃棄数のない日が起こる稀な病気には対応できない。第二章では、発生が比較的稀な豚抗酸菌症を、「数」データに対応する疑似ポアソン回帰モデルで周期性を推定し、さらに残差の時系列性を解析したものを加える処理を試みた。第三章では、第二章のモデルでは処理が複雑で日々の行政の現場で実用性が低いことから、さらに発生が稀で発生がない「ゼロ」データが頻繁に起こる豚エキノコックス症による寄生虫性肝炎について、廃棄数データをゼロ部分と確率分布部分に分けて処理をする Two-part モデルを用いた分析方法を検討した。

研究の成果

第一章では、寄生虫性肝炎が多発し、その後衛生指導で駆虫剤の使用により疾病発生が沈静化した事例を用いて指導効果が検出できることを確認した。また 10 農場のデータを用いて有効に廃棄率の増減を検出できることを確認した。第二章では、過去 8 年間の廃棄率の周期性を学習させたモデルでその後 2 年間のデータを用いて農場アウトブレイクを検出することが出来た。第三章では、複数の種類の Two-part モデルを比較し、最適な手法を選択するとともに、従来の数的客観性に基づかない生産者への通報基準に客観性と迅速性で勝る手法を確立した。

研究の評価

本研究は、疫学の定量的技術を駆使しながら、食肉検査データを用いて農場レベルでの衛生対策により、廃棄を減らすことで生産性を高めるとともに公衆衛生の向上を達成する新規手法を短期間で段階的に確立して行った意義は大きい。しかも日常業務への実用性を考慮し、実際一部のと畜検査業務に日常的に応用されるに至ったことは社会への貢献度の高さから広く認識されるべき業績であったと言える。今後さらに手法の簡便化と標準化を進めるとともに、全国への普及が期待される。

学位論文の一部を公表した論文

- 1) 足立泰基, 蒔田浩平. 2015. 季節自己回帰和分移動平均モデルによると畜検査データの時系列分析法. 日本獣医師会雑誌. 68: 189-197.
- 2) Adachi, Y. and Makita, K. 2015. Real time detection of farm-level mycobacteriosis outbreak using time series modeling of the number of condemned intestines in abattoirs. The Journal of Veterinary Medical Science. 77: 1129-1136.
- 3) Adachi, Y. and Makita, K. 2017. Time series analysis based on two-part models for excessive zero count data to detect farm-level outbreaks of swine echinococcosis during meat inspections. Preventive Veterinary Medicine. 148: 49-57.

上記3編の公表論文が学位論文を構成しており、いずれも筆頭著者である。

以上のことから、足立 泰基 氏は、博士（獣医学）の学位を授与されるに十分な資格を有すると審査員一同認めた。

2 最終試験の結果

審査委員4名が最終試験を行った結果、合格と認める。

2018年 6月20日

審査委員

副査 教授 蒔田 浩平
副査 教授 浅川 満彦
副査 教授 村松 康和
副査 准教授 鈴木 透