

肉牛の発情検知システムに関する基礎的調査-第2報

渋沢良太†, 花北ゆう子‡, 花北貴司‡

† 鹿児島県霧島市国分中央1-10-2 第一工科大学 工学部 情報電子システム工学科

‡ (有)花北畜産

E-Mail: r-shibusawa@daiichi-koudai.ac.jp

Preliminary Research on Estrus Detection System in Beef Cattle - Report 2

Ryota SHIBUSAWA, Yuko HANAKITA, Takashi Hanakita

Department of Informatics and Electronics ,1-10-2, KokubuChuo, Kirishima, Kagoshima, 899-4395, Japan

Abstract: Systems for detecting estrus in cattle by analyzing data from acceleration sensors attached to the bodies of beef cattle have been studied. One problem common to the methods of these previous studies is that the process and basis of estimation by the system are difficult for humans to understand, i.e., they have low explanatory power. Therefore, it is difficult to combine estimation based on human experience and knowledge with estimation by systems, and we tend to rely only on the latter. However, system-based estimation may contain unexpected errors in specific cases. Based on these issues, the goal of this research is to automatically detect estrus, falls, etc. by the system, and to present the basis for such judgments in a format that allows human judgment, such as video images. As a first step, we installed network cameras and verified whether the system can detect estrus by human observation of the images.

Key words: Data-driven agriculture, Beef cattle breeding, Network camera, Human-AI collaboration

1. はじめに

鹿児島県は、日本国内でも有数の畜産業が盛んな地域である。中でも黒毛和牛のブランドは、長年日本のトップクラスにランク付けされている。一方で図1に示すとおり、日本の肉用牛の畜産業において、飼養頭数の変化に比べ、約30年間で飼養戸数は約5分の1になっており[1]、業務の効率化が急務になっている。

肉牛の生産は主に、(1)母牛を飼育し、人工授精して子牛を生ませて育てる繁殖と、(2)繁殖された子牛を購入し、さらに大きく育てる肥育の二つの工程からなる。(1)の繁殖の工程では、畜

産農家が自ら雌牛の発情を検知し、直後に人工授精師あるいは獣医師に連絡して定まった種牛の精子をその母牛に人工授精する。肉牛の排卵周期は約21日である。排卵の前には、普段より動きが多くなる、乗駕する、乗駕されるといった発情行動が見られる。これらの行動は約15～20時間継続し、それらが終了した後、7～12時間後に排卵される。生殖器での精子の受精能力保持時間は20～40時間、卵子の受精能保有時間は約4～5時間であり、排卵前の限られた時間内に人工授精することが必要になる[2]。したがって雌牛の発情を見逃してしまうと、子牛が生まれるまでの母牛の飼料にかかる費用、人工授精や妊娠鑑定にかかる費用等のコストが余計にかかってしまうことになる。

そこで牛の体に装着した加速度センサのデータの分析によって牛の発情を検知するシステム等が研究されている[3-12]。これら先行研究の手法に共通する課題に、システムによる推定のプロセスや根拠が人間には分かりづらい、すなわち説明可能性が低いことがある。そのため、人間の経験や知識による推定とシステムによる推定を組み合わせることが難しく、後者のみに頼りがちになってしまう。しかしシステムによる

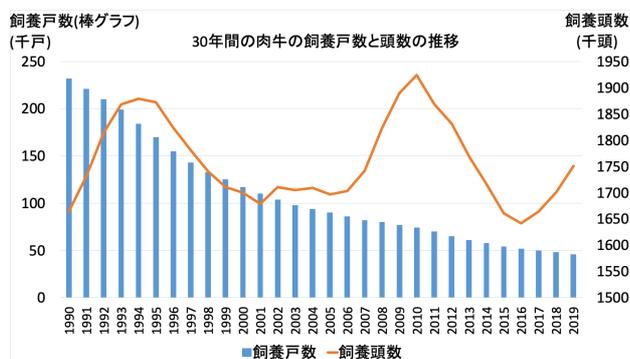


図1 肉牛の飼養戸数と頭数の推移[1]

推定は、特異な例では予期せぬエラーを含んでいることもある。

本研究ではこれらの課題を踏まえ、システムによる発情や転倒等の検知を自動的に行うことに加え、その判断根拠を動画像等の人間による判断も行える形式で提示することを目標としている。その第一段階として、まずネットワークカメラを設置し、それらの映像を人が目視することで発情の検知を行えるか検証を行った。

2. 先行研究と本研究の位置づけ

先行研究と本研究の位置づけを図2に示す。筆者はこれまでに、肉用牛の発情の自動認識の手法として最も多く使われている慣性センサ(加速度、角速度センサ)を牛に継続的に装着し、発情検知を試みる研究を行った[3]。同センサにより発情検知ができることは確かめられたが、装着型センサを一頭ずつに装着し定期的にバッテリーを充電することは畜主にとって煩わしく、簡

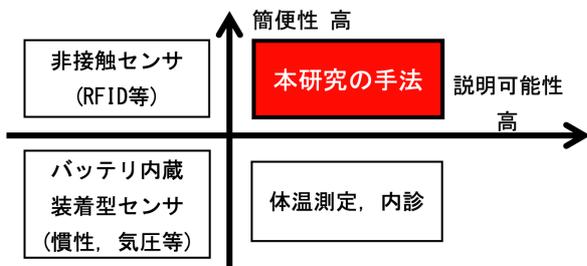


図2 先行研究と本研究の位置づけ

便性が低かった。また、発情していない時に、発情時と同等以上にセンサに大きな値が見られ発情を誤認識することがあった。これは近くに存在した発情した牛の行動が活発となり、強く接触したことが原因である可能性が高かった。バッテリーが不要なRFIDタグを用いる研究[8]もなされているが、このような牛同士の接触も正しく認識し、畜主に分かりやすく提示することはできていない。体温測定[12]や内診は確実に分かりやすい方法であるが、放し飼いされ動き回る牛の体温を非接触で測定するのは困難であり、現状では装着型センサが用いられている。本研究ではこれらの研究を踏まえ、非接触でバッテリー交換を不要にし、かつ畜主に理解しやすい根拠を提示することを目標とする。

3. ネットワークカメラの導入

本研究では、安価で設置が容易なATOM Cam 2[13]6台を、有限会社花北畜産の牛舎内に設置した。そして、筆者らの先行研究[3]において構築した、牛舎内のWi-FiルータにATOM Cam2を接続した。6台中2台のカメラを、発情行動が見られる可能性がある牛がいる牛舎に設置した。残りの4台のカメラは、分娩を行う予定がある牛がいる牛舎に設置した。

ATOM Cam2では、図3に示すとおりリアルタイムで複数のカメラの1080pの解像度の映像を閲覧できる。また、夜間は赤外線カメラモードで撮影でき、周囲の暗さに応じて通常の撮影モー



図3 ネットワークカメラによる牛舎の俯瞰

ドと赤外線撮影モードを自動的に切り替えることも可能である。図1の左下の画像が通常撮影モード、それ以外の画像が赤外線撮影モードの画像である。

また、モーション検知、サウンド検知機能によって、撮影中の映像に一定以上の動きがあった時、一定以上の音量の音が発生した時に、その瞬間を含む12秒間の動画をクラウドサーバ上に保存することが可能である。これらの機能も試したが、ATOM Cam2は一般的な防犯用のカメラであり、モーション検知、サウンド検知も一般的な防犯用途に合わせて作られているため、牛の発情行動のみを抽出して保存することは難しく、発情とは関係の無い動作を大量に抽出していた。

4. ネットワークカメラによる牛舎監視の効果

2021年11月から現在まで、牛舎内に6台のカメラを設置し、空き時間にカメラのリアルタイム映像を確認することを継続した。発情行動は夜間に見られることが多いが、導入時期は冬季であり、夜間に牛の様子を確認するために牛舎に出ることは難しかった。そのため、インターネットに接続された自宅から、スマートフォンでネットワークカメラの映像を確認できることは非常に有用性が高かった。

2021年11月から2022年3月までの間に、計10回以上、牛舎内での直接の観測ではなく、カメラ映像によって発情の確認を行えた。カメラによって確認できた乗駕の例を図4に示す。このような発情行動は、数時間の間に何度も繰り返されることもあるが、1日に1度しかみられないこ

ともある。したがって、2021年11月から観測された10回以上の発情は、そのほとんどがネットワークカメラを導入しなければ気づかなかったものである。これによりネットワークカメラによって、発情行動を十分に確認可能であることが確かめられた。

肉牛は品種改良によって体が大きくなっていることもあり、分娩時には多くの場合介助が必要となる。分娩が始まってから迅速に解除しないと子牛が死んでしまうことも多い。また、自然に分娩できた後でも、子牛の健康状態をより良くするため、冷凍保管した初乳を解凍し、早急に飲ませている。このような業務に活用するため、分娩予定日が近い牛の様子を夜間ネットワークカメラで確認していた。そして、母牛が腹部を収縮させている様子や、子牛の足が出てきている様子をカメラ映像で発見し、分娩の開始を把握することも数回できていた。また、ネットワークカメラの映像はインターネット越しに遠方からでも確認できるため、牛舎の遠くへ外出している際にスマートフォンによって分娩が始まったことを知り、牛舎の近くにいる畜主にその旨を連絡して、分娩介助を早急に行えたケースも見られた。また、図5のように分娩後の母牛と子牛の様子を確認し、子牛に十分に哺乳できていないことを把握してミルクを与える場面もあった。さらに、産後に母牛、または子牛がなかなか立てない様子を把握し、獣医師に容態を確認してもらう等もできていた。



図4 観察された発情行動(乗駕)の様子



図5 母牛(左)と分娩後の子牛(右)

5. まとめと今後の課題

本研究では、ネットワークカメラによる映像を人が観察することにより、発情の検知、分娩開始の把握等を含む、牛の健康状態の把握に関する重要な業務に役立つことを確認できた。

畜産の業務では、牛舎内での給餌の他に、牛の餌となる草の田植えや刈り込み、ロール化など多忙であり、カメラ映像をリアルタイムで確認できないことも多い。そのため、牛の健康状態の把握に役立つ重要な場面の動画を自動的に抽出するシステムの研究開発を今後行う。具体的には、カメラやマイクロフォンアレイによって記録された画像、音声をリアルタイムで解析して、個体識別、各牛の姿勢認識を行う。そして、その情報に基づき、発情、転倒、分娩開始を自動認識し、その際の動画像、音声を抽出して記録し、畜主に通知するとともに、後から畜主が見返して畜主の判断を活かせるようにする。

参考文献

- [1] 農林水産省, “令和2年畜産統計調査”, 2022年.
- [2] 農研機構畜産草地研究所, “人工授精技術者のための牛人工授精マニュアル-人的要因の見直しに向けた確認メモ集-”, 畜産草地研究所技術レポート15号, 2014年1月.
- [3] 渋沢良太, “肉牛の発情検知システムに関する基礎的調査”, 第一工業大学研究報告, Vol. 33, pp. 29-32, 2021年3月.
- [4] 鍋西久, 中原高士ら, “低コストで普及性が高い発情発見装置(牛歩Lite)の開発”, 宮崎県畜産試験場試験研究報告25号, pp.23-26, 2013年7月.
- [5] 鍋西久, “つなぎ飼い式牛舎におけるICTを活用した高精度発情検知技術の検討”, 畜産の情報, pp.52-61, 2019年1月.
- [6] 株式会社ファームノート, Farmnote Color, <https://farmnote.jp/color/>, (参照 2021-6-15).
- [7] 株式会社ファームノート, Farmnote Cloud, <https://farmnote.jp/features/>, (参照 2021-6-15).
- [8] デミサス株式会社, U-motion, <https://www.desamis.co.jp/product/>, (参照 2021-6-15).
- [9] 株式会社富士通九州システムズ, 牛歩SaaS, <https://www.fujitsu.com/jp/group/kyushu/solutions/industry/agriculture/gyuho/index.html>, (参照 2021-6-15).
- [10] 光和ネットサービス株式会社, ルミログ, <https://www.rumilog.com/>, (参照 2021-6-15).
- [11] 株式会社コンピュータ総合研究所, MOH-CAL, <https://www.tokyo-cal.co.jp/product/product.html>, (参照 2021-6-15).
- [12] 株式会社リモート, モバイル牛温恵, <http://www.gyuonkei.jp/>, (参照 2021-6-15).
- [13] アトムテック株式会社, Atom Cam2, <https://www.atomtech.co.jp/>, (参照 2022-6-15).