

氏名 (本 (国) 籍)	田 村 倫 也 (岩手県)
主指導教員氏名	岩手大学 教授 岡 田 啓 司
学位の種類	博士 (獣医学)
学位記番号	獣医博甲第584号
学位授与年月日	令和3年3月15日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当
研究科及び専攻	連合獣医学研究科 獣医学専攻
研究指導を受けた大学	岩手大学
学位論文題目	3軸加速度センサを用いた牛の行動解析, 反芻行動解析 および疾病予知に関する研究
審 査 委 員	主査 岩手大学 教授 佐藤 繁 副査 帯広畜産大学 教授 松井 基純 副査 岩手大学 教授 岡田 啓司 副査 東京農工大学 教授 田中 知己 副査 岐阜大学 教授 大場 恵典

学位論文の内容の要旨

本研究は、頸部装着3軸加速度センサを用いて簡易かつリアルタイムな反芻行動モニタリング法を確立し、さらに加速度パラメータを用いた周産期疾病発症予測指標を確立することを目的として行われた。

第2章では、38頭のホルスタイン種雌牛を用いて頸部装着3軸加速度センサによる牛の行動分類を行ったところ、採食、反芻、伏臥休息行動それぞれで特徴的な加速度波形が得られ、活動量と変化量は3行動間で明確な差を認めた。さらに決定木学習により分類閾値を算出し、採食、反芻、伏臥休息行動を高精度に分類できることを明らかにした。

第3章では、ホルスタイン種雌牛6頭を用いて反芻時の頸部加速度と高速度カメラによる頭頸部の動作映像を同期して記録し、高速フーリエ変換解析により加速度データから咀嚼速度を算出するとともに、動画からは単位時間あたりの咀嚼回数をカウントして咀嚼速度を算出した。その結果、両者の咀嚼速度には高い相関が認められ、加速度データから咀嚼速度を求めることが可能であることを明らかにした。

第4章では、加速度パラメータの変動要因を検索するため、乾乳期乳牛、泌乳期乳牛、舎飼黒毛和種、放牧黒毛和種の4群(計74頭)の反芻時頸部加速度パラメータを比較した。泌乳期乳牛では反芻時咀嚼運動の活発化によると考えられる活動量と変化量の高値と、唾液分泌の増加を図るためと考えられる嚥下間隔の延長が認められ、黒毛和種では生草の給与によると考えられる嚥下間隔の短縮が認められた。さらに、計53頭のホルスタイン種乳牛を給与する完全混合飼料(TMR)の粒度により4群に分類し、群間で加速度パラメータを比較した。その結果、活動量と変化量は繊維分の摂取不足により低値、第一胃pHの低下に伴い高値を示す可能性が示唆された。また、繊維長の短いTMRでは唾液分泌を促進するためと考

えられる咀嚼速度の高速化と嚥下間隔の延長が認められた。

第5章では、ホルスタイン種乾乳牛6頭に継続的に高デンプンおよび低デンプン飼料を給与したうえで第一胃 pH、血液生化学性状および反芻時頸部加速度パラメータを継続的に評価した。高デンプン群の第一胃 pH は低デンプン群に比べて低値を示し変動性が増加した。高デンプン群の実験開始後4日（給餌処置開始翌日）以降で、第一胃 pH 変動に対する代償反応と考えられる活動量の増加、咀嚼速度の高速化、嚥下間隔の延長が認められたが、血液生化学検査では血中尿素窒素値を除き有意な変動がなかったことから、反芻時頸部加速度パラメータは血液生化学成分よりも鋭敏に第一胃環境変動を反映している可能性が示唆された。

第6章では、ホルスタイン種乾乳牛15頭（周産期疾病発症牛（疾病群）6頭、健康群9頭）の分娩前47～7日における血液生化学検査および反芻時頸部加速度パラメータを比較した。血液生化学検査では有意な変動および差を認めなかったが、活動量および変化量は、疾病群において分娩が近づくにつれ低下した。咀嚼速度は健康群では分娩前に高速化、疾病群では低速化し、嚥下間隔は疾病群において分娩前に短縮した。これらより、健康群においては反芻行動の強度を維持あるいは亢進させ第一胃環境を維持していたのに対して、疾病群では咀嚼行動が減弱し不安定な第一胃環境のまま分娩を迎え、周産期疾病発症に至った可能性が推察された。

本研究によって、頸部装着3軸加速度センサによる加速度パラメータは飼料性状や第一胃 pH を反映し、疾病発生を事前に捉えられる可能性が見いだされ、その精度は血液生化学成分よりも鋭敏であることが認められた。これらの所見は、ホルスタイン種牛および黒毛和種牛における健康維持と周産期疾患予防に新しい知見を提示するものと考えられた。

審査結果の要旨

本研究は、頸部装着3軸加速度センサを用いて簡易かつリアルタイムな反芻行動モニタリング法を確立し、さらに加速度パラメータを用いた周産期疾病発症予測指標を確立することを目的として行われた。

はじめに、38頭のホルスタイン（HF）種雌牛を用いて加速度パラメータによる行動分類を行い、決定木学習により算出した閾値から、採食、反芻、伏臥休息の3行動を高精度に分類可能であることを明らかにした。

次に、HF種雌牛6頭において反芻行動時の頸部加速度とこれに同期した高速度カメラによる頭頸部の映像を用いて、加速度データの高速フーリエ変換解析から得られた咀嚼速度と動画からカウントした咀嚼速度には高い相関のあることを明らかにした。

次に、乾乳期乳牛、泌乳期乳牛、舎飼黒毛和種、放牧黒毛和種の4群（計74頭）の反芻時加速度パラメータを比較した。その結果、泌乳期乳牛では咀嚼運動の活発化によると考えられる活動量および変化量の高値と、唾液分泌促進のためと考えられる嚥下間隔の延長が認められた。さらに、計53頭のHF種乳牛を給与する完全混合飼料（TMR）の粒度により4群に分類し、群間で加速度パラメータを比較した。その結果、活動量と変化量は繊維分の摂取不足により低値を示し、第一胃 pH の低下に伴い高値を示した。また、繊維長の短いTMRでは唾液分泌促進のためと考えられる咀嚼速度の高速化と嚥下間隔の延長が認められた。

次に、HF種乾乳牛6頭に継続的に高デンプンおよび低デンプン飼料を給与したうえで第一胃 pH、血液生化学性状および反芻時頸部加速度パラメータを評価した。高デンプン群の

第一胃 pH は低デンプン群に比べて低値を示し変動が大きかった。高デンプン群の実験開始後 4 日（給餌処置開始翌日）以降で、第一胃 pH 変動に対する代償反応と考えられる活動量の増加、咀嚼速度の高速化、嚥下間隔の延長が認められたが、血液生化学検査では血中尿素窒素値を除き有意な変動がなかったことから、反芻時頸部加速度パラメータは血液生化学成分よりも鋭敏に第一胃環境変動を反映している可能性が示唆された。

最後に、HF 種乾乳牛 15 頭（周産期疾病発症牛（疾病群）6 頭，健康群 9 頭）の分娩前 47～7 日における血液生化学成分および反芻時加速度パラメータを比較した。血液生化学成分では有意な変動がなかったが、活動量と変化量は疾病群において分娩が近づくにつれ低下した。咀嚼速度は健康群では分娩前に高速化，疾病群では低速化し，嚥下間隔は疾病群において分娩前に短縮した。これらより，健康群においては反芻行動の強度を維持・亢進させ第一胃環境を維持していたのに対して，疾病群では咀嚼行動が減弱し不安定な第一胃環境のまま分娩を迎え，疾病発症に至った可能性が推察された。

本研究によって，頸部装着 3 軸加速度センサによる加速度パラメータは飼料性状や第一胃 pH を反映し，疾病発生を事前に捉えられる可能性が見いだされ，その精度は血液生化学検査よりも鋭敏であることが認められた。これらの所見は，HF 種牛および黒毛和種牛における健康維持と周産期疾患予防に新しい知見を提示するものと考えられた。

以上について，審査委員全員一致で本論文が岐阜大学大学院連合獣医学研究科の学位論文として十分価値があると認めた。

基礎となる学術論文

1) 題 目： Dairy cattle behavior classifications based on decision tree learning using 3-axis neck-mounted accelerometers

著 者 名： Tamura, T., Okubo, Y., Deguchi, Y., Koshikawa, S., Takahashi, M., Chida, Y. and Okada, K.

学術雑誌名： Animal Science Journal

巻・号・頁・発行年： 90(4) : 589-596, 2019

2) 題 目： Detection of mastication speed during rumination in cattle using 3-axis, neck-mounted accelerometers and fast Fourier transfer algorithm

著 者 名： Tamura, T., Chida, Y. and Okada, K.

学術雑誌名： Journal of Dairy Science

巻・号・頁・発行年： 103(8) : 7180-7187, 2020