

論文審査の結果の要旨および担当者

| | | | |
|------|---|---|---|
| 報告番号 | ※ | 第 | 号 |
|------|---|---|---|

氏 名 尾崎 理穂

論 文 題 目

New approach for reproductive management using body temperature dynamics in cattle
(ウシにおける体温変動を利用した繁殖管理のための新たな取り組み)

論文審査担当者

| | | |
|-----|------------|--------|
| 主 査 | 名古屋大学教授 | 大蔵 聡 |
| 委 員 | 名古屋大学教授 | 東村 博子 |
| 委 員 | 名古屋大学准教授 | 松山 秀一 |
| 委 員 | 名古屋大学准教授 | 上野山 賀久 |
| 委 員 | 名古屋大学准教授 | 井上 直子 |
| 委 員 | 名古屋大学特任准教授 | 中村 翔 |
| 委 員 | 帯広畜産大学准教授 | 森田 康広 |

論文審査の結果の要旨

ウシは、ヒトの健康に必要な動物性タンパク質を乳や肉として供給していることから世界で最も重要な家畜の一種である。国連食糧農業機関（FAO）の報告によると、牛肉と牛乳の消費量は、経済成長と世界人口の増加により今後も持続的に増加すると推定されている。そのため、畜産物の増産が必要になるが、畜産物生産は大量に穀物を消費することから、食糧不足を避けるためにも効率的な生産が求められている。食料安全保障の確保、持続可能な形での畜産物生産の維持、十分な畜産物の供給を通じたヒトの健康維持に貢献することは農学の最大の使命であり、この使命を実現するためには、効率的かつ持続的なウシの増産の基盤となる繁殖技術の発展が必要不可欠である。効率的にウシを繁殖させるためには、第一に適切な飼養・繁殖管理が必要である。ウシの発情時に現れる特異的な兆候や行動は、人工授精や胚移植を行う際の最適なタイミングを畜産従事者に知らせる重要な現象である。畜産現場におけるウシの繁殖管理において、最も重要な作業は発情の観察であるが、近年、発情微弱や無発情と言われる明確な発情兆候や発情行動が見られないウシが多く存在すること、また、牛群規模の拡大や労働力不足などにより、畜産従事者が発情を観察・検出することが困難になっている。これまでに、発情検出のためにさまざまな方法が開発され、畜産現場で利用されているが、既存の方法は動物の体に侵襲的な場合が多く、導入や維持のコストが高いこと、作業労力が必要であり、動物・畜産従事者が物理的、時間的に拘束されることなどがデメリットとして挙げられる。そのため、効率よく、最小限の労力で、低コストかつ非侵襲的に発情を検出する新しい技術が強く求められている。正常に排卵した乳牛において、卵巣中の卵胞の温度が、子宮温や直腸温と比較して排卵時に有意に低下することが示され、排卵や発情に伴うウシの生理学的変化の一つとして報告されている。以上のような背景のもと、尾崎理穂は、ウシの生殖器の温度変化を捉えることが発情や排卵を検出するための信頼性の高いツールになり得るという考えに至った。しかし、体内の生殖器の温度を経時的に記録することは畜産現場への応用として現実的ではない。尾崎理穂は、子宮および卵巣といった生殖器の温度変化をウシの体表面の温度変化から画像センシングにより検知することで、ウシの発情を非侵襲的に検出できるとの着想に至った。そこで本研究では、ウシの卵巣温度の動態を理解するための卵巣組織の長期的な温度記録法の確立（第2章）、黄体期および卵胞期における生殖器の温度変化の検討（第3章）、体表における生殖器温度の指標となる部位として眼球表面に着目し、生殖器温度と眼球表面温度との関連の検討（第4章）を行い、ウシの体表温変動を利用した繁殖管理に資する新たな画像センシング技術の基礎となる生理学的現象の解析を目的とした。

第一に、子宮および卵巣の温度動態を経時記録する手法を確立した（第2章）。黒毛和種経産牛3頭を用いて外科的処置により温度計測プローブを骨盤腔内に留置し、データロガーを接続して子宮および卵巣温を記録した。また、腔内留置型プロジェステロン（P4）製剤に温度計を装着し、腔温を同時に記録した。この新たな手法により、非拘束下で長期の経時的な子宮および卵巣の温度計測が可能となった。確立した経時記録法を用いて、子宮お

論文審査の結果の要旨

別紙 1 - 2

よび卵巣温は膣温より常に低く維持されるという温度勾配があることを明らかにした。さらに、子宮および卵巣温と膣温は、午前 6 時から午前 8 時に 1 日で最も低い日内変動を示すことを明らかにした。

第二に、発情期に特異的な子宮および卵巣の温度変化を検出するために、第 2 章において新たに確立した経時的温度記録法を用い、黄体期から卵胞期にかけての温度変化の解析を行った(第 3 章)。黒毛和種経産牛 6 頭を供試し、発情同期化のためのホルモン処置を行い、黄体期と卵胞期にかけて子宮および卵巣温と膣温を記録した。あわせて、プロスタグランジン F2 α (PGF2 α) 投与翌日から 2 日間、1 日 2 回の発情兆候および発情行動の観察を行うとともに、実験期間を通じて 1 日 1 回午後 2 時に採血を行い、血漿中 P4 濃度を二抗体法エンザイムイムノアッセイにより測定した。その結果、P4 濃度は PGF2 α 投与後に有意に低下した。この P4 濃度の低下を基準として黄体期と卵胞期を定義し、子宮および卵巣温の変化を観察したところ、卵胞期の子宮および卵巣温は、黄体期のそれと比較して午後(4 時)では有意に低いことが明らかとなった。以上より、子宮および卵巣温の低下は、発情および排卵のタイミングを同定する指標となる可能性を示した。

第三に、子宮および卵巣温の低下を指標として発情および排卵を検出する手法は畜産現場への実装が難しいことから、体表面で子宮および卵巣温の変化と同様の変化を示す可能性のある部位として眼球に着目し、黄体期から卵胞期にかけての眼球表面温度と子宮および卵巣温度の変化の解析を行った(第 4 章)。黒毛和種経産牛 6 頭を供試し、第 2 章において確立した経時的温度記録法により、子宮および卵巣に温度計測プローブを留置して温度変化を記録するとともに、眼球表面を目頭側の結膜および虹彩、瞳孔、目尻側の虹彩および結膜に区分し、赤外線サーモグラフィにより画像を取得して温度を記録した。その結果、卵胞期の眼球温は、5 つに区分したすべての区分において、黄体期の眼球温と比較して午後(4 時)では有意に低いこと、また、眼球表面温度は黄体期から卵胞期にかけて子宮および卵巣温と同様の変化を示すことを明らかにした。以上より、眼球表面温度の低下は、子宮および卵巣温の低下を反映し、発情および排卵のタイミングを検出する指標となる可能性を示した。

以上のように、尾崎理穂は、新たに確立した卵巣および子宮の継続的な温度測定技術と、赤外線サーモグラフィ画像の解析による眼球表面温度の非接触測定技術により、ウシの黄体期から卵胞期にかけての温度変化を明らかにし、ウシの発情および排卵のタイミングを検出する新たな指標として、非接触かつ非侵襲的に測定できる眼球表面温度変化の有用性を示した。本論文のこれらの知見は、畜産学、獣医学などの研究領域に大きく貢献し、動物福祉への配慮や畜産従事者の労力軽減を実現するスマート畜産技術の基礎的知見として、畜産業の持続的発展に寄与する成果として高く評価できる。よって、本審査委員会は、本論文が博士(農学)の学位論文として十分な価値があるものと認め、論文審査に合格と判定した。