

令和7年度 畜産関係学術研究委託調査報告書

中山間放牧地における

雌牛の発情行動の解明と繁殖管理の実態調査

学校法人北里研究所 北里大学獣医学部動物資源科学科

動物飼育管理学研究室 鍋西 久・大金 里名

## 要 約

放牧は自給粗飼料の利用拡大や飼養管理の省力化に資する重要な飼養形態であるが、広大な放牧地では発情発見が困難であることが繁殖管理上の大きな課題となっている。本研究では、放牧条件下における雌牛の発情行動の特性を明らかにするとともに、公共牧場における繁殖管理の実態を把握することを目的とした。肉用繁殖雌牛および乳用育成牛を対象にスタンディング発情を解析した結果、発情行動は発情開始直後に多く発現し、夕方から翌朝にかけて集中する傾向が認められた。また、スタンディング開始から13～24時間で人工授精を行った場合に最も高い受胎率が得られた。一方、全国の公共牧場を対象とした実態調査では、発情観察の多くが目視によって1日1～2回程度実施されており、観察時間外に発現する発情行動を見逃している可能性が示唆された。以上の結果から、放牧地における繁殖管理の改善にはスタンディング行動を継続的に把握できる技術の導入が有効であり、発情発見効率の向上および繁殖成績の改善に寄与する可能性が示された。

## 1. はじめに

我が国の畜産業は、食料の安定供給を担う重要な基幹産業である一方、環境負荷の低減と持続的発展の両立が求められている。近年、農林水産分野においては「みどりの食料システム戦略」に基づき、2050年を見据えた環境調和型生産体系への転換が進められており、畜産分野においても飼料自給率の向上や地域資源の有効活用が重要課題として位置付けられている。とりわけ、輸入飼料価格の高騰や国際情勢の不安定化を背景に、自給飼料基盤に立脚した畜産経営の確立は、経営安定および食料安全保障の観点からも喫緊の課題となっている。

このような状況のもと、放牧の活用は、自給粗飼料の利用拡大や生産コスト削減に資する有効な手段として期待されている。中山間地域を中心に全国に点在する公共放牧地は、地域資源としての潜在的価値が高く、適切に活用することで、飼料費削減のみならず、飼養管理の省力化や牛の健康増進による衛生費の抑制など、多面的な効果が見込まれる。また、草地の維持管理は地域環境の保全や景観維持にも寄与する。しかしながら、放牧の普及拡大にあたっては、繁殖管理、とりわけ発情発見の困難さが大きな課題となっている。近年、乳・肉用牛において分娩間隔の延長傾向がみられ、その一因として発情発見効率の低下が指摘されている。繁殖成績の改善は、生産性向上および経営安定に直結する重要事項であるが、広大で電源や通信環境が制限される放牧地では、牛舎内で普及している活動量計や映像解析等の ICT 技術をそのまま適用することが難しい。放牧条件下では行動量の変動要因が多様であり、発情特異的变化の抽出が困難であることに加え、大規模な通信インフラ整備は経済的負担が大きい。

さらに、公共牧場における管理体制も制約要因となっている。多くの公共牧場では作業従事者が1～2名体制で運営されていることが多く、牛1頭当たり確保できる日常管理時間は1～2分程度にとどまる事例も報告されている。東北地方の約1,400ha規模の公共牧場では、年間を通じた1日の総作業時間が約5時間であるとの報告もあり、広大な面積を少人数で管理している実態がある。このような状況下では、巡回や施設管理等の基礎作業が優先され、発情観察に十分な時間を割くことが難しいと考えられる。人工授精実施率が約32%、受精卵移植が約16%にとどまる事例もみられ、繁殖技術の活用が必ずしも十分とはいえない状況が推察される。しかしながら、全国の公共牧場における繁殖管理作業の実態は体系的に整理されておらず、課題の全体像は明らかにされていない。

発情発見においてもっとも信頼性の高い指標は、雌牛が他個体の乗駕を許容する「スタンディング(乗駕許容)行動」である。本研究で活用したスタンディング検知システムは、この真の発情行動を直接検知することを目的として開発されたものである。雌牛の十字部に装着した小型センサー端末の圧力スイッチにより乗駕刺激を検知し、低消費電力・広域通信が可能な LPWA 通信規格を用いてデータを送信する方式を採用している。基地局等の大規模設備に依存せず運用可能であるため、広大な放牧地においても導入しやすい特徴を有している。

本研究では、第一に、本システムを用いて中山間放牧地における雌牛の発情発現様式を昼夜連続的に把握し、放牧条件下における発情行動の特性を明らかにした。第二に、全国の公共牧場

を対象として繁殖管理作業の実態調査を実施し、人員体制、作業時間配分、発情観察方法、繁殖技術の実施状況等を整理した。これらの結果を統合的に解析することで、限られた労働力でも実践可能な効率的発情管理の方向性について検討した。

本報告は、放牧地における発情行動の科学的解明と、公共牧場の管理実態の把握を通じて、自給飼料基盤型畜産の推進および持続可能な生産体系の構築に資する基礎資料を提示するものである。放牧の普及促進と繁殖成績の向上を両立させる取り組みは、環境負荷低減、生産性向上、地域資源の有効活用という政策的方向性と整合するものであり、今後の畜産振興施策の検討においても重要な知見となることが期待される。

## 2. 本研究で活用したスタンディング検知システムについて

雌牛の放牧では、繁殖管理として発情発見が重要な課題である。牛舎内やパドックといった舎飼いにおける畜産 ICT のゴールドスタンダードである発情発見装置(活動量計)の活用では、活動量の増加によって高い確率で発情を検知することが可能となる。しかしながら、放牧においては飼養面積の広さ、牧区の移動による行動の概日リズムの多様性などの要因により、活動量によって発情を検出することは困難となる。さらに、一般的な無線通信方式では受信エリアの制限によって電波を受信することすらできない。大規模な中継基地局の設置などが解決策となるが、初期投資額が高額になるため、広く普及させることはできない。これまで、広大な放牧地において雌牛の発情行動を的確に検知できる技術は確立されていなかった。

我々は、放牧における雌牛の発情発見を、よりシンプルで普及性の高い手法によって実現した。雌牛の真の発情行動である乗駕許容行動(スタンディング)を発情発見の指標に設定することで、確実に発情を検出できるものである(図1)。雌牛の十字部に装着したセンサー端末上のスイッチが乗駕によって圧迫されたことを検知する方式を採用している。さらに、大掛かりな設備に依存しない通信方式として、新しい無線技術である LPWA(Low Power, Wide Area)通信規格の Sigfox を用いることにより、センサー端末のみでデータをクラウド上に展開でき、手持ちのスマートフォン等どこからでもスタンディング行動(スタンディング時間、回数)の状況を把握することができるようになる。これまでに報告されてきた加速度センサーや Wi-Fi、GPS や中継基地局といった大掛かりな設備は一切不要であり、十字部に装着する小型センサー端末のみで放牧牛の発情行動を検知できる画期的な仕組みとして、2023 年に特許出願したところである。このシステムによって、これまで不可能だった放牧地における発情発現、行動の詳細を明らかにすることが可能となる。

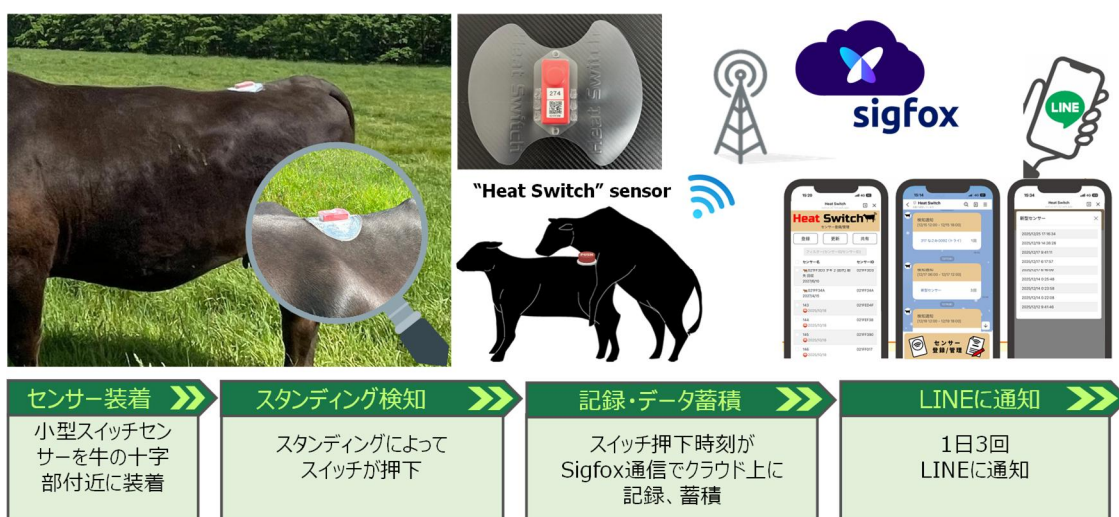


図1 小型スイッチセンサーによるスタンディング検知システムの概要

### 3. 小型スイッチセンサーによる肉用牛の発情行動解析

青森県の八甲田山麓に位置する田代平牧場(43ha)を試験場所とした(図 2)。放牧地全域でのセンサーの通信を確保するため、放牧地の 2 カ所(水飲み場)にソーラー発電で動作する受信機を設置した(図 3)。試験期間は同牧場の開牧時期である 2025 年の 6 月 6 日から 10 月 28 日とした。供試牛は人工授精実施予定の肉用牛繁殖雌牛 73 頭とした。



図 2 試験場所の概要



図 3 受信機設置の様子

小型スイッチセンサーを専用のポリプロピレン製専用ケースに挿入し、接着剤を塗布した後に供試牛の十字部付近に接着させた(図 4)。スタンディングによってスイッチが押下された場合に Sigfox 通信でクラウド上に記録、蓄積されるデータを解析に供した。

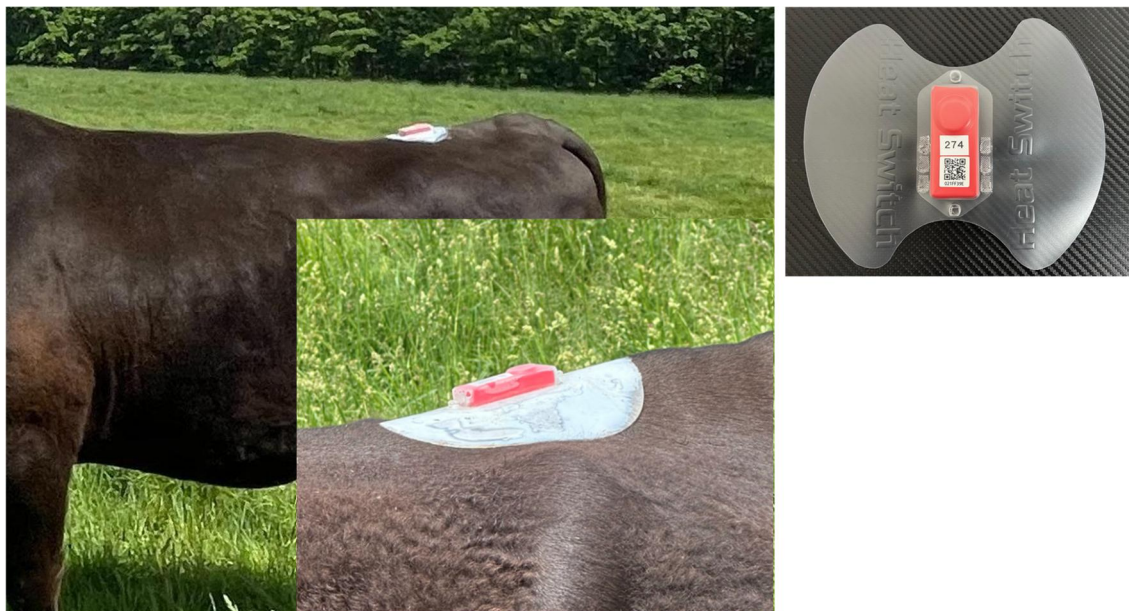


図 4 小型スイッチセンサー装着の様子

評価項目は小型スイッチセンサーで得られるスタンディング回数および持続時間、初回発情から 1 時間ごとのスタンディング回数とした。また、各時間帯におけるスタンディング回数から、小型スイッチセンサーを用いた場合の発情発見率をそれぞれ算出した。

さらに、人工授精を実施した場合におけるスタンディング開始からの経過時間と受胎率の関係についても解析するとともに、環境要因(平均気温、最低気温、最高気温)とスタンディング回数との関連についても評価した。なお、解析においては、小型スイッチセンサーのスイッチの押下をスタンディングと定義した。

肉用牛におけるスタンディング発情の概要を表 1 に示した。供試牛における一発情当たりのスタンディング回数は平均  $21.7 \pm 2.7$  回であり、最小 1 回から最大 132 回まで大きな個体差が認められた。また、スタンディング持続時間の平均は  $7.1 \pm 0.8$  時間であり、最短 0 時間、最長 43.9 時間であった。

表 1 スタンディング回数及び持続時間

	平均	最小	最大
スタンディング回数(回)	$21.7 \pm 2.7$	1	132
スタンディング持続時間*(h)	$7.1 \pm 0.8$	0	43.9

\*最初のスタンディングから最後のスタンディングまでの時間

乳牛を対象とした先行研究では、発情期間中のスタンディング回数は平均 8~20 回、発情持続時間は約 7~10 時間程度と報告されている(Hurnik et al., 1975; Dransfield et al., 1998)。本研究で得られた平均値はこれらの報告と概ね一致しており、放牧条件下の肉用牛においてもスタンディング行動が発情を示す重要な行動指標であることが確認された。一方で、本研究ではスタンディング回数および持続時間に大きな個体差が認められた。発情行動の個体差は、栄養状態、社会順位、群構成、環境条件など複数の要因の影響を受けることが知られており(Diskin and Sreenan, 2000; Orihuela, 2000)、放牧条件下では群行動や移動距離の増加により行動表現のばらつきが大きくなる可能性がある。

初回スタンディングから 1 時間ごとの平均スタンディング回数の推移を図 5 に示した。スタンディング回数は初回スタンディングから 1 時間以内に最も多く、その後時間の経過とともに減少する傾向が認められた。発情期の牛ではエストラジオール濃度が発情開始直前に上昇し、発情開始後に最も活発な乗駕行動が観察されることが知られている(Roelofs et al., 2010)。Dransfield ら(1998)も、スタンディング行動の多くが発情開始後の比較的早い段階に集中することを報告しており、本研究結果はこれらの知見と一致する。したがって、初回スタンディングを正確に把握することは、発情進行の把握および適期授精判断において重要であると考えられる。

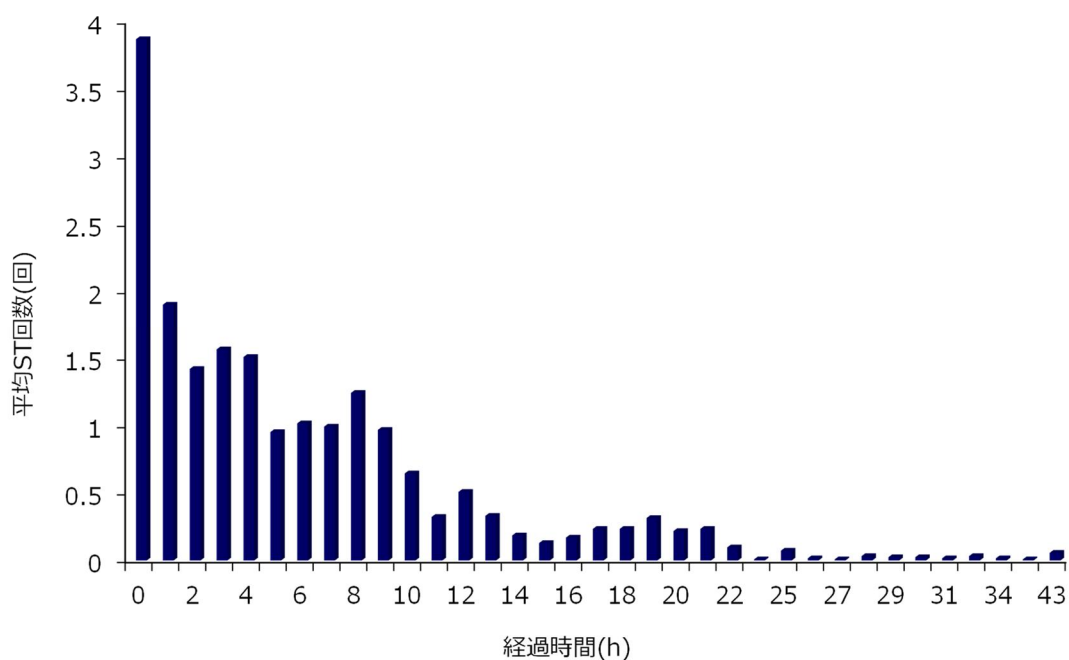


図 5 初回スタンディングから 1 時間ごとの平均スタンディング回数の推移

各時間帯におけるスタンディング回数の内訳を図 6 に示した。スタンディング行動は日中よりも夕方から翌朝にかけて多く発現していた。また、当該放牧場において管理者が発情観察を実施している時間帯(9:00-10:00、14:00-15:00)におけるスタンディング発現率は 9%にとどまり、残りの 91%は夜間または発情観察時間外に発現していた(図 7)。

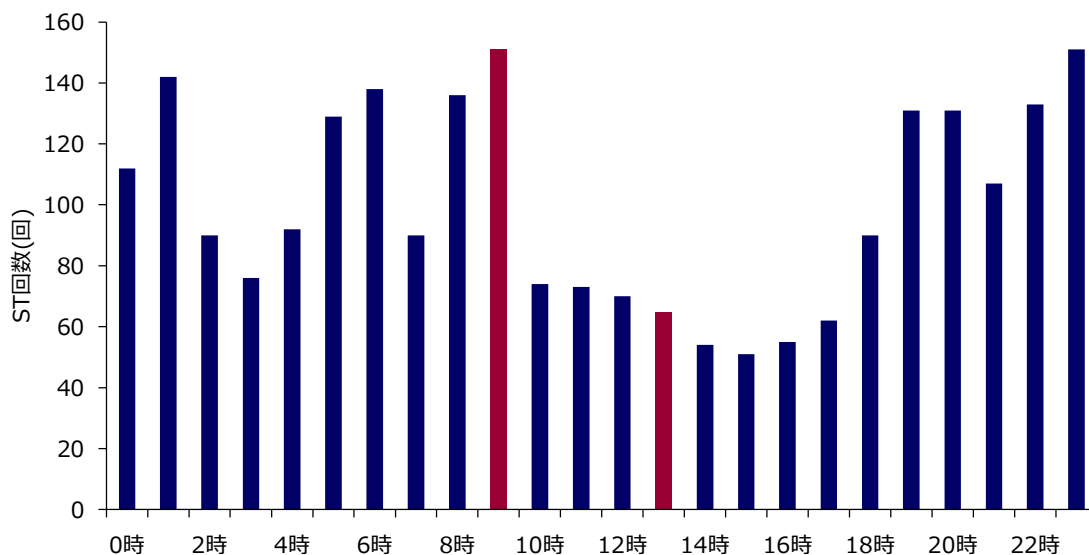


図 6 各時間帯におけるスタンディング回数(回)の内訳

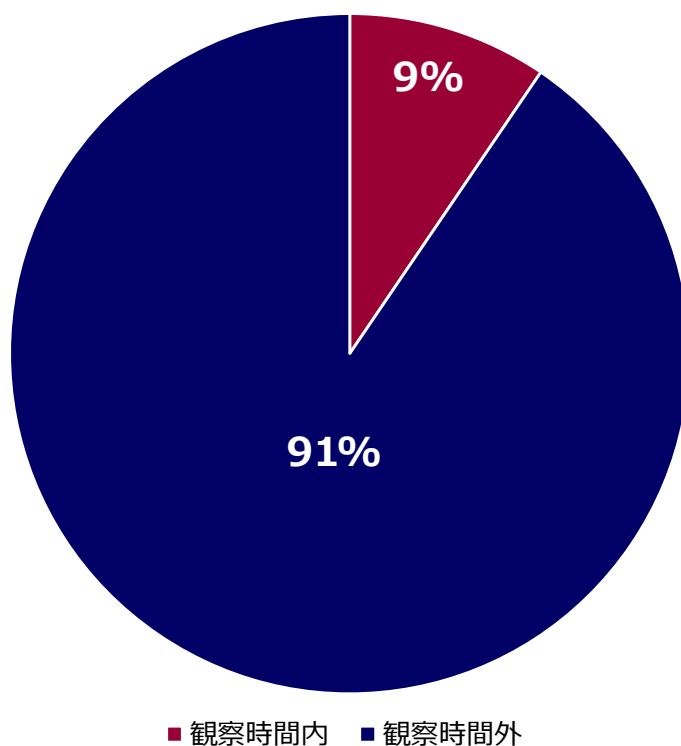


図 7 発情観察時間内・外におけるスタンディング発現の割合

牛の発情行動は夜間または早朝に多く発現することが知られており(Hurnik et al., 1975;Phillips and Schofield, 1990)、これは高温や人為的活動の影響を受けにくい時間帯に社会行動が活発化するためと考えられている(Orihuela, 2000)。本研究においても同様の傾向が確認され、昼間の短時間観察のみでは発情行動の大部分を把握できない可能性が示唆された。この結果は、広大な放牧地における繁殖管理において、連続的な自動検知システムの有用性を示すものと考えられる。

スタンディング開始から人工授精までの経過時間と受胎率との関係を図8に示した。スタンディング開始から人工授精までの経過時間が0～12時間の場合の受胎率は50%、13～24時間では80%、25～36時間では53.8%であり、13～24時間の区間で有意に高い受胎率が認められた( $P<0.05$ )。牛ではスタンディング発情開始から約24～32時間後に排卵が起こることが報告されており(Roelofs et al., 2010)、人工授精は発情開始から12～24時間後に実施することが適期とされている(Trimberger, 1948;Diskin and Sreenan, 2000)。本研究の結果もこれらの知見と一致しており、スタンディング開始を基準とした授精タイミングの有効性が放牧条件下の肉用牛においても確認された。

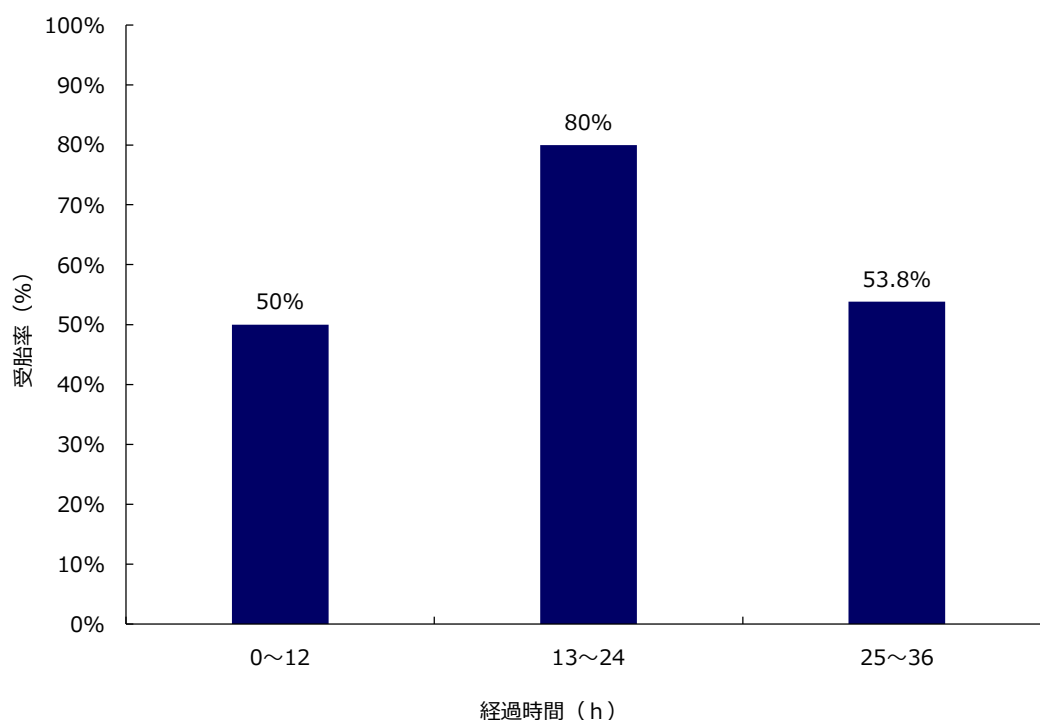


図8 スタンディング開始から人工授精までの経過時間と受胎率との関係

月別のスタンディング回数を図9に示した。平均気温が高い7月および8月においてスタンディング回数が減少する傾向が認められた。

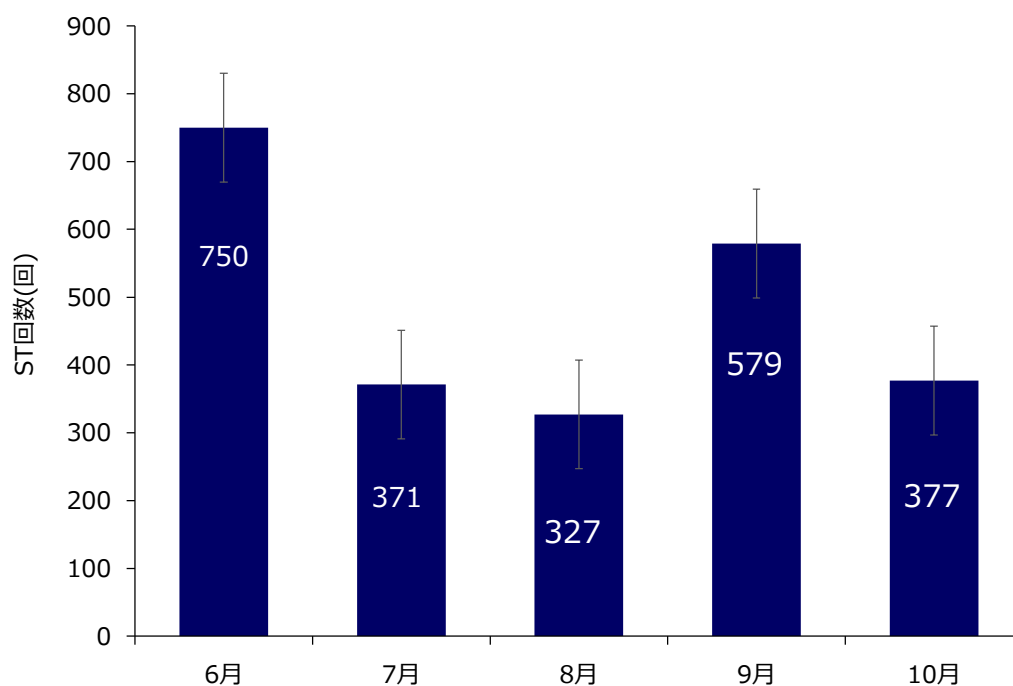


図9 月別のスタンディング回数

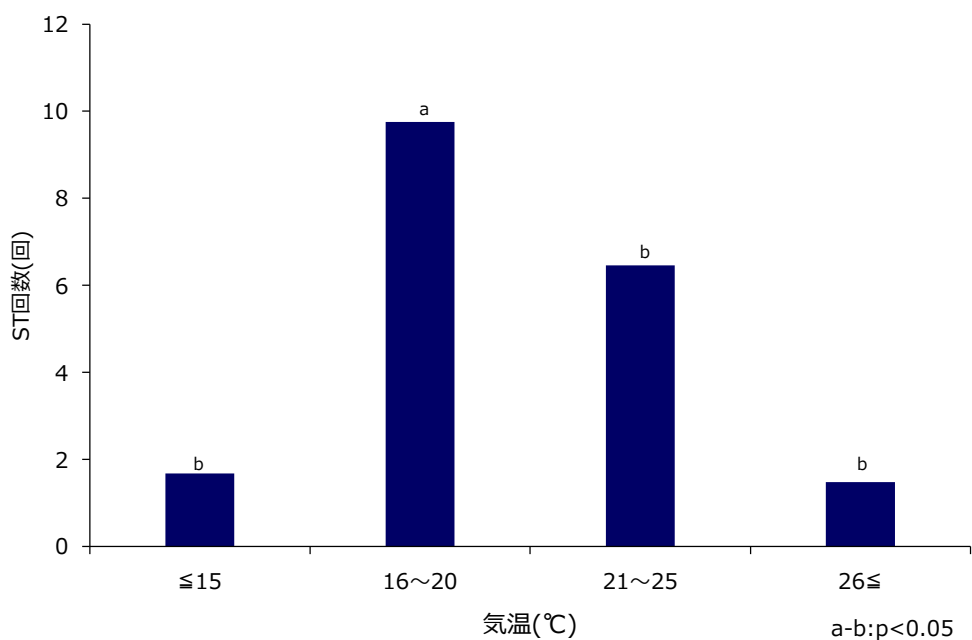


図10 日最高気温とスタンディング回数との関係

また、日最高気温とスタンディング回数との関係を図 10 に示したところ、日最高気温が 15℃以下および 26℃以上の条件下でスタンディング回数が有意に減少した。暑熱ストレスは牛の発情行動を抑制することが知られており、活動量の低下や乗駕行動の減少を引き起こすことが報告されている(Wolfenson et al., 2000; Hansen, 2007)。高温環境では体温上昇を回避するため運動行動が抑制されることがその要因と考えられる。一方、低温条件においてもエネルギー消費の増加や行動活性の低下により発情行動が弱まる可能性が指摘されている(Diskin and Kenny, 2016)。本研究で観察されたスタンディング回数の減少は、これらの環境ストレスの影響を反映している可能性がある。

本研究により、放牧条件下の肉用牛におけるスタンディング発情の発現様式が明らかとなった。スタンディング行動は発情開始直後に多く発現し、主に夕方から夜間に集中する傾向が認められた。また、スタンディング開始から 13～24 時間後に人工授精を実施した場合に最も高い受胎率が得られ、既報の繁殖生理学的知見と一致する結果となった。さらに、スタンディング行動は季節および気温条件の影響を受けることが示唆された。

これらの結果は、広大な放牧地において発情を確実に把握するためには、昼間の目視観察のみでは不十分であり、スタンディング行動を連続的に検知できる技術の活用が有効であることを示している。本研究で用いたスタンディング検知システムは、放牧条件下において発情行動の客観的把握を可能にする手法として、繁殖管理の効率化および受胎率向上に寄与することが期待される。

#### 4. 小型スイッチセンサーによる乳用牛の発情行動解析

青森県の六ヶ所村酪農振興センターの放牧地(約 2ha)を試験場所とした(図 11)。センサーの通信を確保するため、放牧地に近い管理棟に受信機を設置した。試験期間は 2025 年の 9 月から 10 月とした。供試牛は人工授精実施予定のホルスタイン種乳用育成牛 10 頭とした。小型スイッチセンサーの装着方法および評価方法などについては、第 3 章と同様とした(図 12)。



図 11 試験場所の概要



図 12 小型スイッチセンサー装着の様子

乳用育成牛におけるスタンディング発情の概要を表 2 に示した。供試牛の一発情当たりのスタンディング回数は平均  $6.8 \pm 1.9$  回であり、最小 1 回、最大 21 回であった。また、スタンディング持続時間の平均は  $5.6 \pm 3.2$  時間で、最短 0 時間、最長 26.6 時間であった。既報では乳牛の発情期間におけるスタンディング回数は概ね 10 回前後から 20 回程度とされているが (Hurnik et al., 1975; Dransfield et al., 1998)、本研究の乳用育成牛ではそれより少ない傾向が認められた。育成牛では経産牛と比較して社会順位が確立していない場合が多く、群内の社会関係や行動様式が異なることが発情行動の発現頻度に影響する可能性が指摘されている (Diskin and Sreenan, 2000)。また、放牧条件下では個体間距離が広がりやすく、乗駕行動の機会が制限されることも、スタンディング回数が少なく観察された一因と考えられる。

表 2 スタンディング回数及び持続時間

	平均	最小	最大
スタンディング回数 (回)	$6.8 \pm 1.9$	2	21
スタンディング持続時間* (h)	$5.6 \pm 3.2$	0.1	26.6

初回スタンディングを基準として 1 時間ごとの平均スタンディング回数の推移を図 12 に示した。スタンディング行動は発情の初期段階で最も多く確認され、その後時間の経過とともに減少する傾向を示した。牛の発情行動は発情の進行に伴い変化することが知られており、発情の初期から中期にかけて乗駕関連行動が集中的に発現することが報告されている (Roelofs et al., 2010)。このことから、初回スタンディングの発生時点は発情進行を把握する上で重要な指標となると考えられる。本研究の結果は、育成牛においても発情初期に行動が集中する傾向があることを示しており、発情検知においては初回スタンディングの把握が有用であることが示唆された。

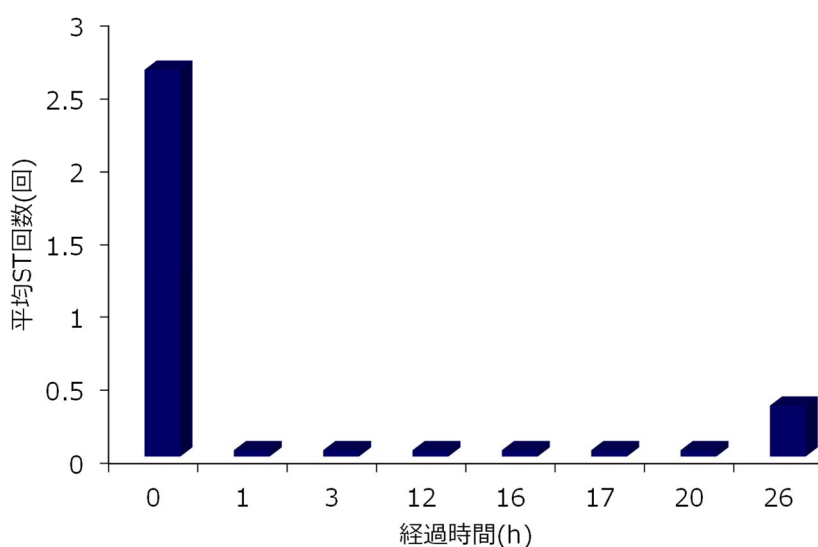


図 12 初回スタンディングから 1 時間ごとの平均スタンディング回数の推移

各時間帯におけるスタンディング回数の分布を図 13 に示した。スタンディング行動は日中よりも夕方から翌朝にかけて多く観察される傾向がみられた。また、当該放牧場において管理者が通常発情観察を実施している時間帯では、スタンディング行動の発現頻度は限定的であった。牛は環境条件や活動リズムの影響を受けて行動パターンを変化させることが知られており、発情行動が比較的静かな時間帯に集中することが報告されている(Phillips and Schofield, 1990)。放牧条件下では日中の採食活動や人為的管理作業の影響も受けるため、発情行動が夕方以降に集中する可能性がある。本研究の結果は、発情行動の多くが管理者の観察時間外に発現する可能性を示しており、目視観察のみでは発情を把握しきれない場合があることを示唆している。

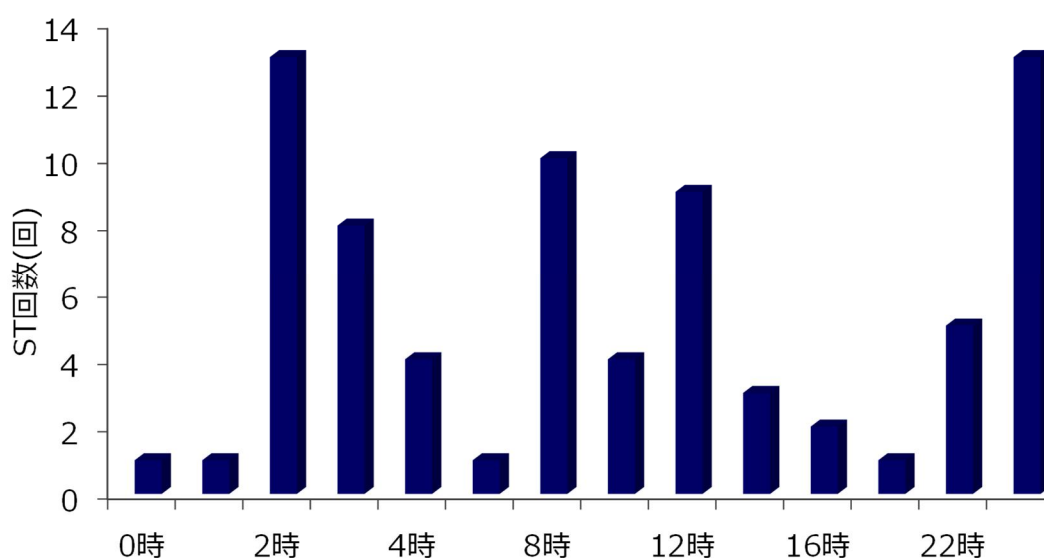


図 13 各時間帯におけるスタンディング回数の内訳

日最高気温とスタンディング回数との関係を図 14 に示した。乳用育成牛では、日最高気温とスタンディング回数との間に明確な関連は認められなかった。一般に乳牛では高温環境が発情行動の発現を抑制することが報告されているが(Wolfenson et al., 2000; Hansen, 2007)、本研究ではそのような傾向は確認されなかった。これは、育成牛が泌乳牛と比較して代謝負荷が小さいことや、放牧環境において風や日陰などの微気象条件が暑熱の影響を緩和した可能性が考えられる。また、本試験期間中の気温条件が極端な暑熱環境に達していなかったことも影響している可能性がある。

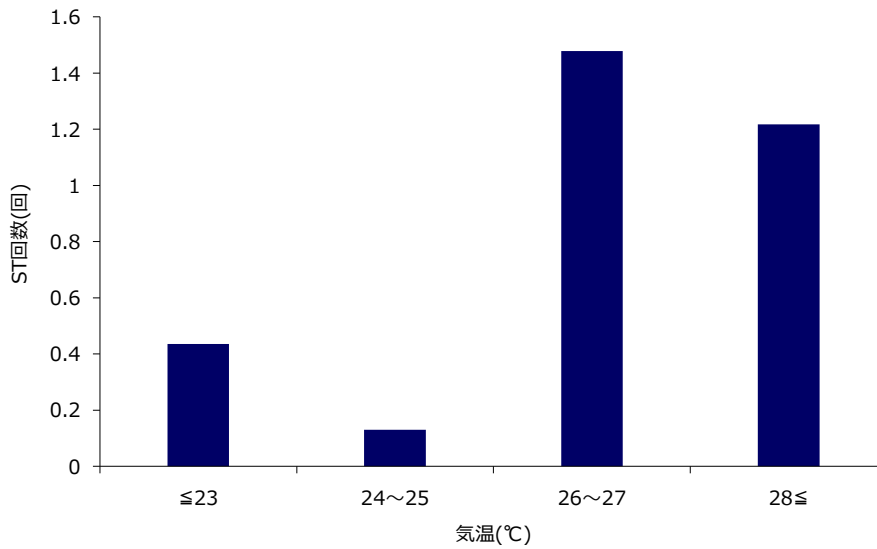


図 14 日最高気温とスタンディング回数との関係

以上の結果から、乳用育成牛においてもスタンディング行動は発情の重要な行動指標であり、特に発情開始直後に行動が集中する傾向が認められた。また、スタンディング行動は夕方から翌朝にかけて多く発現する傾向がみられ、管理者の通常観察時間帯とは一致しない場合があることが示唆された。一方、日最高気温とスタンディング回数との間には明確な関連は認められなかった。

これらの結果から、放牧条件下の乳用育成牛においても、スタンディング行動を連続的に把握することは発情検知精度の向上に有効であり、繁殖管理の効率化に寄与する可能性があると考えられる。

## 5. 全国の公共牧場における繁殖管理実態の調査(アンケート)

全国の公共牧場における繁殖管理の実態を把握するため、一般社団法人日本草地畜産種子協会 HP の全国公共牧場マップをもとに、167 箇所 of 公共放牧場にアンケート依頼を行った。調査はオンラインアンケートツール(Google フォーム)を用いて実施し、各牧場の管理担当者に回答を依頼した。調査対象は主として繁殖雌牛を放牧する公共牧場とし、地域特性や運営形態の違いを含めて広く実態を把握することを目的とした。本調査では 52 箇所の公共放牧場から回答を得た。

アンケート調査では、牧場の基本情報および繁殖管理の実施状況を把握するため、以下の項目について回答を求めた。

- ・放牧地の所在地(都道府県)
- ・牧場の運用形態(公共牧場、組合管理等)
- ・放牧対象牛の区分(肉用牛、乳用牛、育成牛等)
- ・常時飼養管理頭数
- ・常時従事者数
- ・繁殖(種付け)の実施の有無
- ・発情観察の方法(目視、行動観察、その他)
- ・発情観察の頻度
- ・1 日あたりの発情観察時間
- ・発情観察を実施する時間帯
- ・人工授精実施率
- ・人工授精受胎率
- ・自由記述(繁殖管理に関する課題や意見等)

得られた回答データをもとに、公共牧場における労働負担および繁殖管理体制の特徴を把握するため、以下の指標を算出した。

- ・常時従事者数と 1 日あたりの発情観察時間との関係
- ・常時従事者数と発情観察頻度との関係
- ・1 人あたりの飼養管理頭数(飼養頭数÷従事者数)と発情観察頻度との関係
- ・1 人あたりの飼養管理頭数と発情観察時間との関係
- ・人工授精受胎率と発情観察時間との関係
- ・人工授精受胎率と発情観察頻度との関係

これらの指標を用いることで、公共牧場における労働体制と発情観察の実施状況、ならびに繁殖成績との関連について分析を行った。本調査により、公共牧場における繁殖管理の労働実態と発情観察体制を定量的に把握し、放牧条件下における繁殖管理上の課題を明らかにすることを目的とした。

調査対象とした公共牧場の概要として、放牧場所在地、放牧場の運用形態、対象牛、常時飼養管理頭数および常時従事者数を図 15～19 に示した。調査対象は北海道から九州まで全国に分布しており、肉用繁殖雌牛および乳用育成牛を対象とした放牧場が多くを占めていた。常時従事者数は少人数体制の牧場が多く、広い放牧地を限られた人員で管理している実態が確認された。

公共牧場は地域の畜産振興において重要な役割を担う一方で、近年は人手不足や管理作業の負担増加が指摘されており、繁殖管理の効率化が課題となっていると報告されている(農林水産省畜産統計等)。本調査の結果も、こうした労働制約下で繁殖管理が行われている実態を示すものとなった。

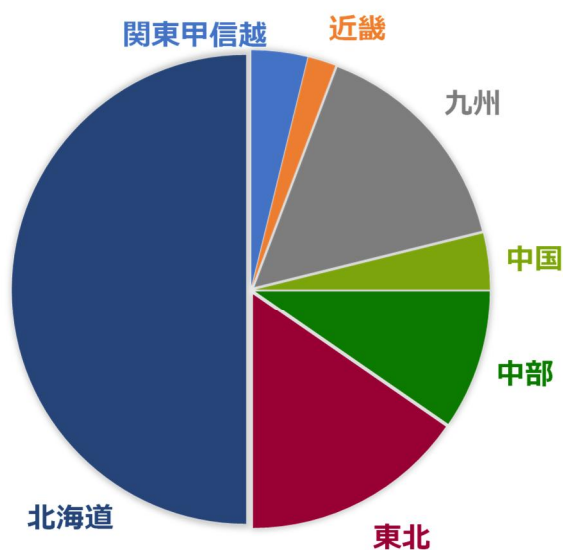


図 15 調査対象とした公共牧場の所在地

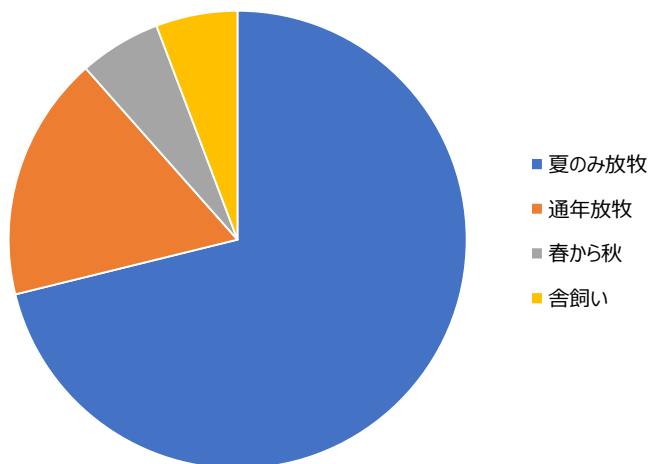


図 16 調査対象とした公共牧場の運用形態

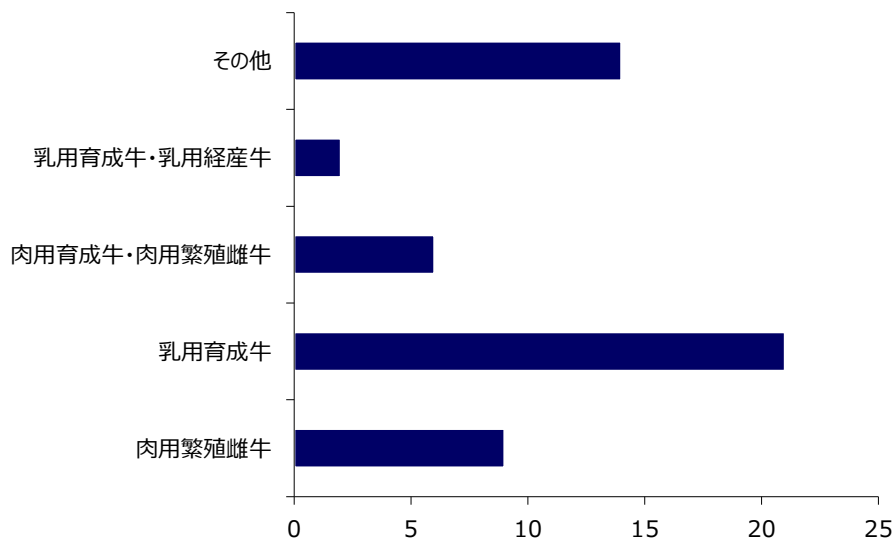


図 17 調査対象とした公共牧場の対象牛

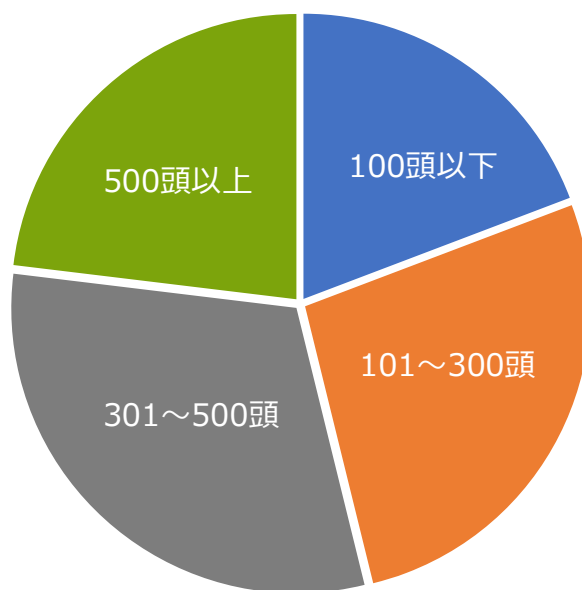


図 18 調査対象とした公共牧場の常時飼養管理頭数

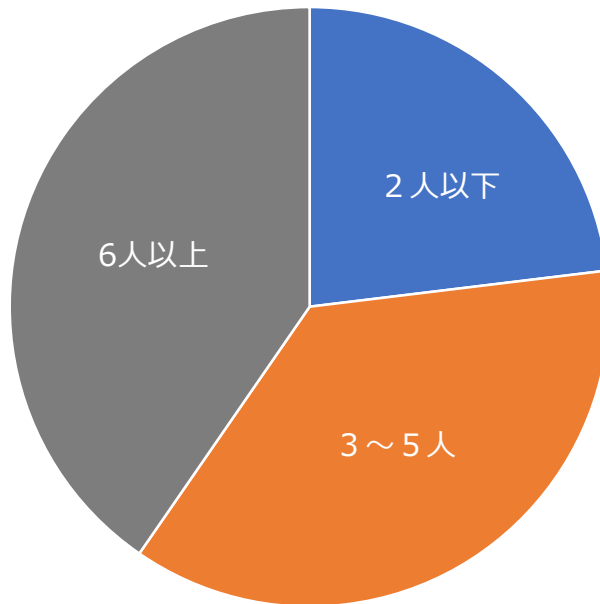


図 19 調査対象とした公共牧場の常時従業員数

繁殖対象牛の発情観察方法を図 20 に示した。ほとんどの放牧場(37 箇所)において、管理者による目視観察が主な方法として用いられていた。次いでヒートマウントディテクター(7 箇所)、テールペイント(4 箇所)が用いられていた。

牛の発情発見には、スタンディング行動などの発情特異的行動を直接確認する方法が古くから用いられてきた(Hurnik et al., 1975)。しかし、広大な放牧地では個体の位置や行動を常時確認することが困難であり、目視観察のみでは発情発見効率が低下することが指摘されている(Diskin and Sreenan, 2000)。本調査でも、多くの牧場で依然として目視観察が主体となっており、繁殖管理の効率化に向けた技術導入の余地があると考えられた。

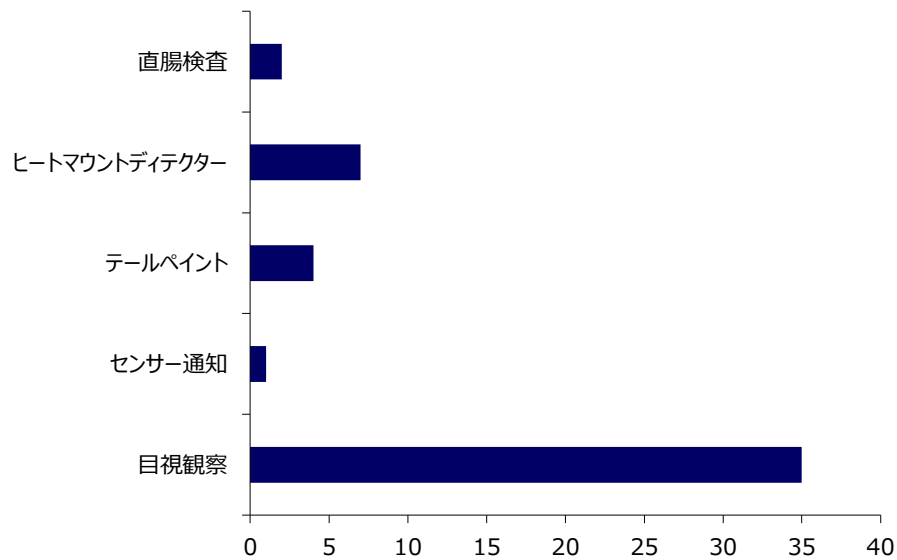


図 20 繁殖対象牛の発情観察方法

1日当たりの発情観察頻度を図 21 に、発情観察にかけている時間を図 22 に、発情観察を行っている時間帯を図 23 に示した。発情観察頻度は1日1回または2回が全体の86%を占めた。発情観察時間は1日2時間以内が全体の80%を占め、発情観察の時間帯は朝夕または午前のみが77%であった。

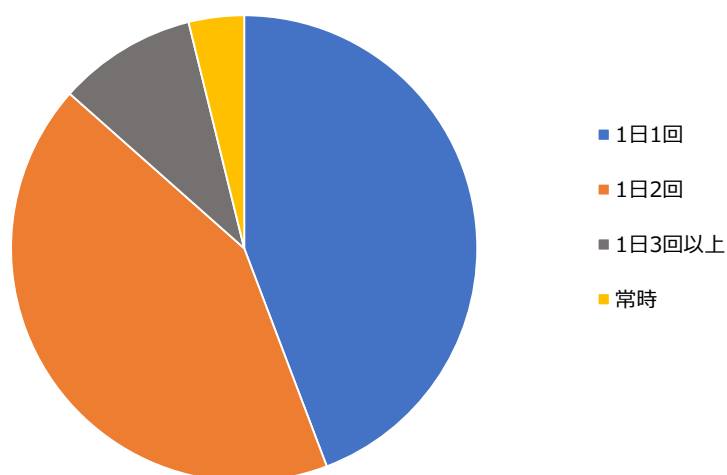


図 21 1日当たりの発情観察頻度

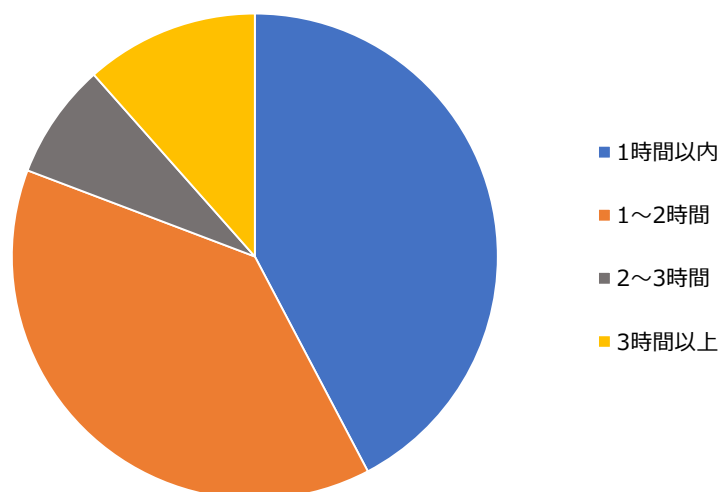


図 22 1日当たりの発情観察にかけている時間

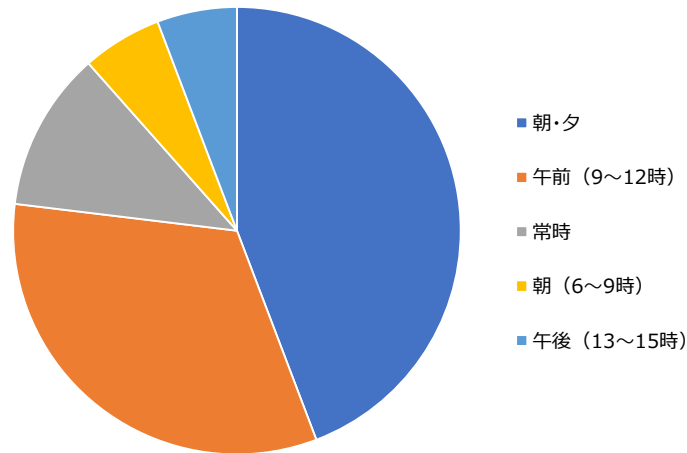


図 23 発情観察を行っている時間帯

本研究における肉用繁殖雌牛および乳用育成牛の行動解析では、スタンディング発情の多くが夕方から翌朝にかけて発現することが明らかとなっている。特に肉用牛では、管理者が発情観察を行っている時間帯に確認されたスタンディング行動は全体の約 9%に過ぎず、多くの発情行動が観察時間外に発現していた。このことから、公共牧場における現在の観察体制では発情行動の大部分が把握されていない可能性が示唆される。牛の発情行動が夜間や早朝に多く観察されることは既報でも指摘されており(Phillips and Schofield, 1990)、放牧条件下では発情観察の時間的制約が発情発見効率に大きく影響すると考えられる。

繁殖対象牛における人工授精実施率を図 24 に示した。放牧期間中における人工授精実施率は、63%の牧場で 80%以上と比較的高い水準であったが、23%の牧場では 60%未満であった。人工授精受胎率を図 25 に示した。受胎率 80%以上の牧場は 21%、60～80%は 38%であった一方、42%の牧場では受胎率が 60%以下であった。牛の繁殖成績は発情発見精度に強く依存することが知られており(Diskin and Sreenan, 2000)、発情発見率の低下は授精機会の損失や適期授精の遅れにつながる。本研究の結果からも、公共牧場では人工授精実施率および受胎率の改善余地が残されている可能性が示唆された。

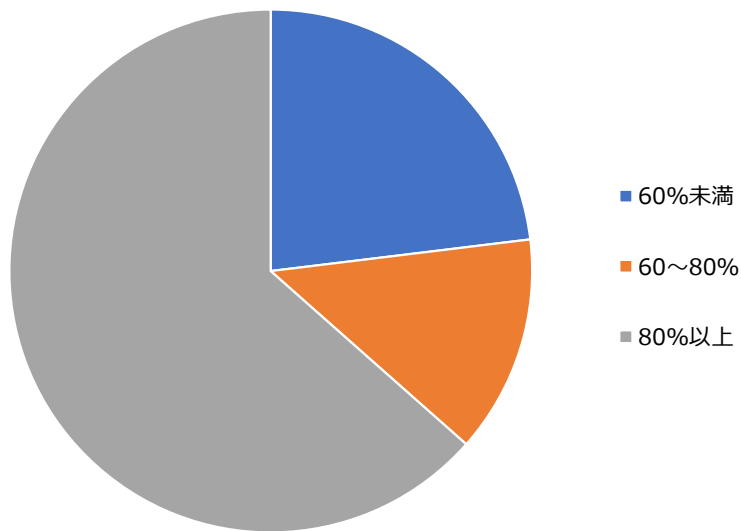


図 24 繁殖対象牛における人工授精実施率

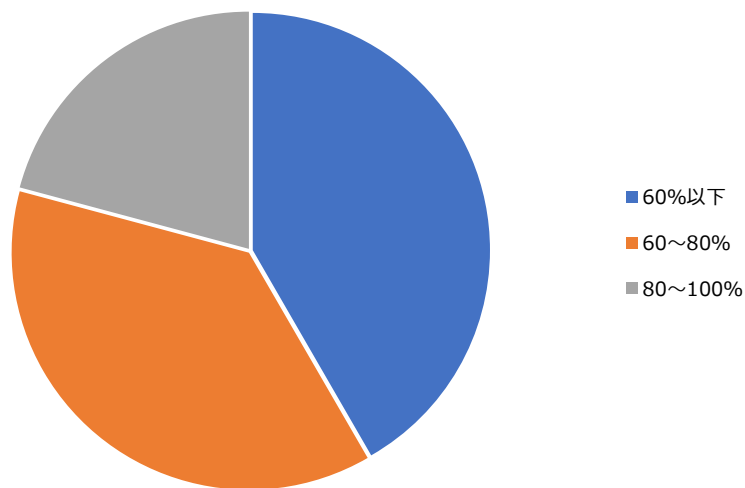


図 24 繁殖対象牛における人工授精受胎率

常時従事者数と発情観察頻度との関係を図 26 に、1 日当たりの発情観察時間との関係を図 27 に示した。従事者数が少ない放牧場では、発情観察の頻度および観察時間が少ない傾向が認められた。また、1 人当たりの飼養管理頭数と発情観察頻度および発情観察時間との関係を図 28 および図 29 に示した。1 人当たりの管理頭数が多い場合、発情観察頻度および観察時間が減少する傾向が認められた。これらの結果は、公共牧場において労働力不足が繁殖管理に直接的な影響を及ぼしている可能性を示している。放牧地では個体の探索や巡回に時間を要するため、管理頭数が増加すると発情観察に割ける時間が減少し、結果として発情発見率の低下につながると考えられる。

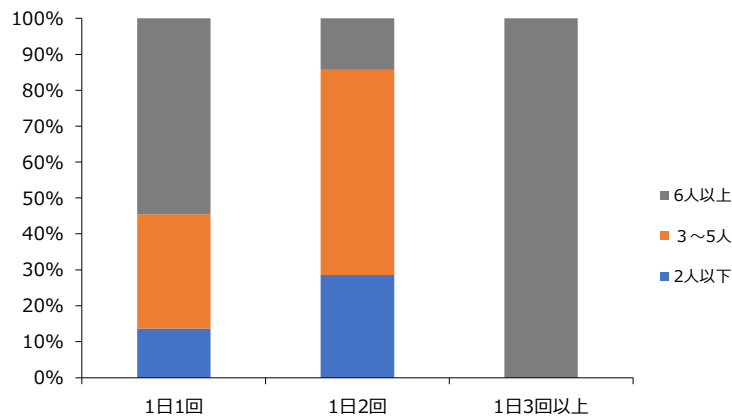


図 26 常時従事者数と発情観察頻度との関係

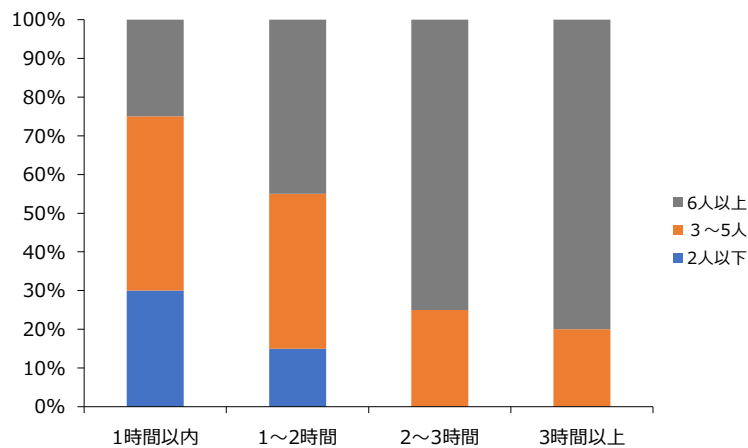


図 27 1 日当たりの発情観察時間との関係

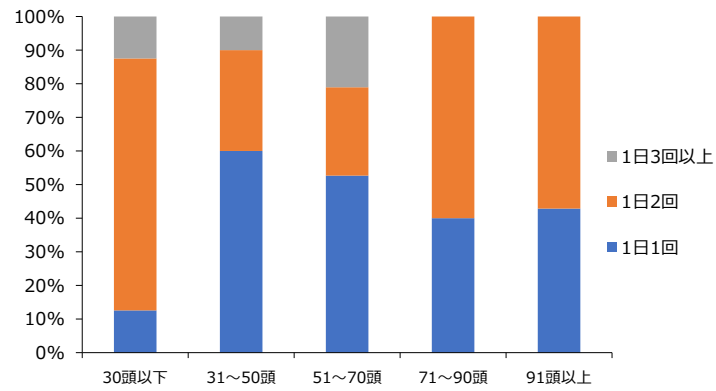


図 28 1人当たりの飼養管理頭数と発情観察頻度との関係

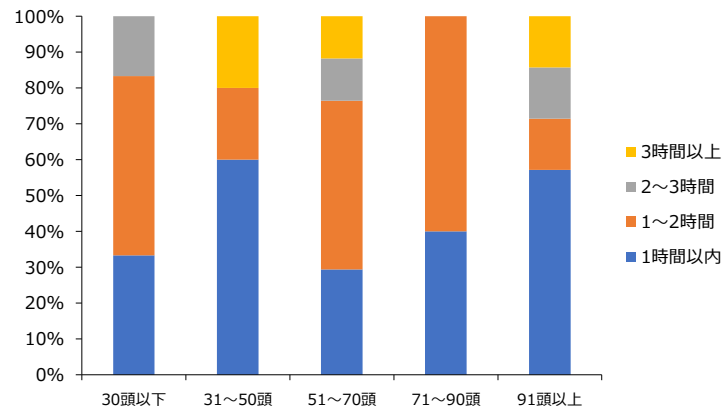


図 28 1人当たりの飼養管理頭数と発情観察時間との関係

1日当たりの発情観察頻度と人工授精受胎率との関係を図30に、発情観察時間と受胎率との関係を図31に示した。発情観察頻度および観察時間が少ない場合に受胎率が低くなる傾向が認められた。牛の人工授精では、発情開始から一定時間内に授精を行うことが受胎率向上に重要であることが知られている(Roelofs et al., 2010)。本研究の行動解析でも、スタンディング開始から13～24時間の授精が最も高い受胎率を示しており、発情発見の遅れは受胎率低下につながる可能性がある。したがって、観察頻度や観察時間が限られる環境では、発情の見逃しや授精適期の逸失が生じやすいと考えられる。

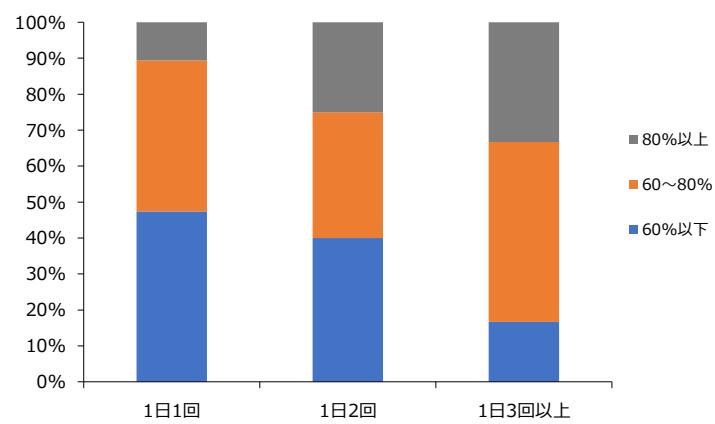


図30 1日当たりの発情観察頻度と人工授精受胎率との関係

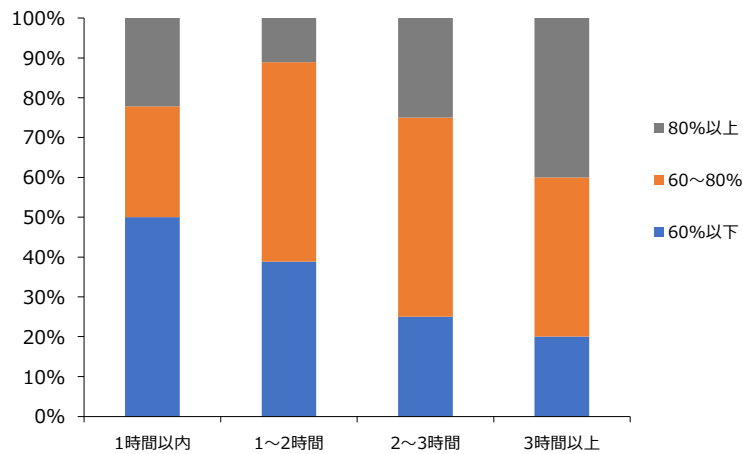


図31 発情観察時間と受胎率との関係

アンケートの自由記述欄には 20 件の回答が寄せられた(表 3)。そのうち 5 件は発情検知に関するものであり、作業管理時間外の発情検知、発情兆候が弱い牛への対応、発情発見の簡易化、スマート技術導入への期待などが挙げられた。また、人手不足に関する意見も 5 件あり、作業員不足による発情発見の低下などが課題として指摘された。その他には温暖化対策、安価な GPS タグの開発、野生動物対策などが挙げられ、放牧地運営における多様な課題が示された。

本調査により、公共牧場における繁殖管理は少人数体制のもとで実施されており、発情観察頻度および観察時間が限られている実態が明らかとなった。また、発情観察の多くは目視によって行われているが、本研究の行動解析結果を踏まえると、発情行動の多くが観察時間外に発現している可能性が高い。さらに、発情観察の頻度や時間が少ない場合には受胎率が低くなる傾向も認められた。これらの結果から、公共放牧地における繁殖管理の改善には、発情行動を継続的に把握できる技術の導入が有効であると考えられる。特に、スタンディング行動を直接検知する技術は、発情発見効率の向上と適期授精の実現に寄与する可能性があり、労働負担の軽減と繁殖成績の改善の両立に貢献すると期待される。

表 3 アンケートの自由記述欄

<p>■発情検知に関するもの</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・管理時間外の発情検知への対応</li> <li>・発情発見の技術継承</li> <li>・夏の暑さで発情が見えない→秋に一気に発情が来るため農家に帰る牛が固まる</li> <li>・発情兆候の弱い牛への対策</li> <li>・発情の見逃しをなくすための簡易な技術開発</li> <li>・発情発見の機械化、デジタル化</li> </ul>
<p>■人手不足に関するもの</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・毎年の作業員不足</li> </ul>
<p>■その他</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・受胎率が低い</li> <li>・雑草対策、イノシシ被害</li> <li>・温暖化対策</li> <li>・夏季放牧のため預託頭数確保が難しい</li> <li>・ヒグマに対する対策</li> <li>・安価なGPSタグの開発要望</li> <li>・情報共有や個人技術のばらつきの対応</li> <li>・職員の高齢化</li> <li>・繁殖治療にうまくいかなかった牛に対する手段</li> <li>・流産牛の早期発見に対する対策</li> <li>・起伏のある放牧地での牛の安否確認と発情観察を簡易的にできる技術の開発要望</li> <li>・ダニ熱と流産の関係について</li> </ul>

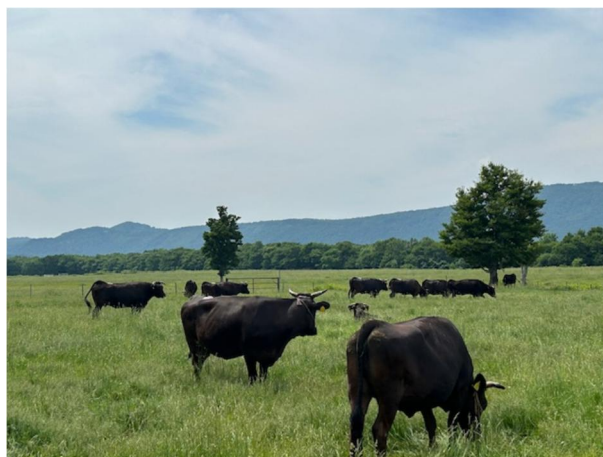
## 6. 公共牧場における繁殖管理実態の調査(現地調査)

北海道から九州までの以下の放牧地(乳用牛、肉用牛)および行政機関を訪問し、放牧における発情発見管理作業、繁殖管理作業の実態調査を実施した。調査内容は上述のアンケートと同様である。いずれの放牧場も、慢性的な人員不足による労働負担の増大が課題となっていた。

- |                           |                |
|---------------------------|----------------|
| ・北海道池田町大規模草地育成牧場          | 調査日:2025年9月29日 |
| ・青森県田代牧野畜産農業協同組合          | 調査日:2025年6月25日 |
| ・青森県六ヶ所村酪農振興センター          | 調査日:2025年9月19日 |
| ・岩手県相の沢牧野                 | 調査日:2025年7月2日  |
| ・山梨県畜産酪農技術センター(山梨県立八ヶ岳牧場) | 調査日:2026年2月3日  |
| ・宮崎県高岡町和石放牧場              | 調査日:2026年1月28日 |
| ・宮崎県畜産課、総合農業試験場           | 調査日:2026年1月29日 |



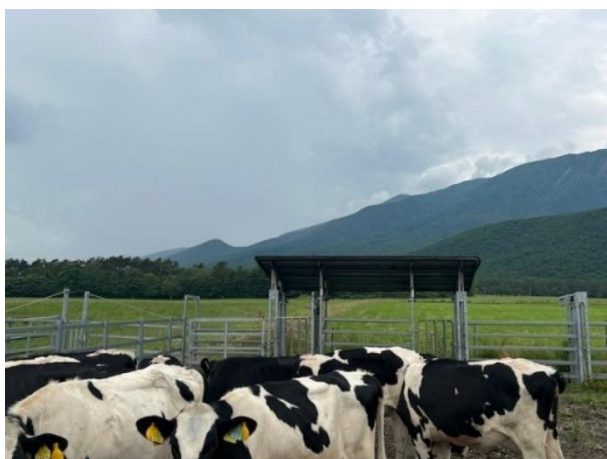
池田町大規模草地育成牧場



田代牧野畜産農業協同組合



六ヶ所村酪農振興センター



相の沢牧野



和石放牧場

## 7. 総合考察

本研究では、放牧条件下における雌牛の発情行動をスタンディング検知システムにより解析するとともに、全国の公共牧場を対象としたアンケート調査により繁殖管理の実態を把握し、放牧地における発情管理の課題について検討した。

まず、行動解析の結果から、肉用繁殖雌牛および乳用育成牛のいずれにおいてもスタンディング発情は発情開始直後に多く発現し、その後時間の経過とともに減少する傾向が確認された。このような発情初期に行動が集中する特徴は、牛の発情期におけるエストラジオール分泌の上昇と社会行動の活発化に関連するとされており(Roelofs et al., 2010)、既報の知見と一致する結果であった。また、スタンディング発情は日中よりも夕方から翌朝にかけて多く発現する傾向が認められた。牛の発情行動が夜間または早朝に多く観察されることは従来から報告されており(Hurnik et al., 1975; Phillips and Schofield, 1990)、本研究でも同様の行動リズムが確認された。

一方で、肉用牛と乳用育成牛の比較では、スタンディング回数や発情持続時間に差が認められた。肉用繁殖雌牛では平均スタンディング回数が21.7回であったのに対し、乳用育成牛では6.8回と少ない傾向がみられた。この差は、体格差や社会順位、群構成、行動圏の広さなどが影響している可能性がある。放牧条件下では個体間距離が広がるため乗駕行動の機会が制限される場合があり、特に育成牛では群内社会関係が安定していないことが発情行動の発現頻度に影響した可能性が考えられる(Diskin and Sreenan, 2000)。また、肉用牛では気温条件とスタンディング回数との間に一定の関係が認められたのに対し、乳用育成牛では明確な関係は認められなかった。これは泌乳牛と比較して育成牛の代謝負荷が小さいことや、放牧環境における微気象条件の影響などが関与している可能性が考えられる。

さらに、スタンディング発情開始から人工授精までの経過時間と受胎率との関係を解析した結果、スタンディング開始から13～24時間の授精で最も高い受胎率が得られた。牛では発情開始から約24～32時間後に排卵が起こることが知られており(Roelofs et al., 2010)、発情開始から12～24時間後の授精が適期であるとする従来知見(Trimberger, 1948)と整合する結果となった。これらの結果は、スタンディング発情を正確に把握することが適期授精の判断において極めて重要であることを示している。

一方、全国の公共牧場を対象としたアンケート調査では、繁殖管理の実態として、発情観察の多くが管理者による目視観察に依存していることが明らかとなった。また、発情観察頻度は1日1～2回が大半を占め、観察時間も1日2時間以内が多く、観察時間帯は朝夕または午前中に限られる傾向が認められた。さらに、常時従事者数が少ない牧場や1人当たりの管理頭数が多い牧場では、発情観察頻度および観察時間が減少する傾向がみられた。この結果は、公共牧場における人手不足や労働負担の増大が繁殖管理に影響を及ぼしている可能性を示している。

これらの実態を本研究の行動解析結果と照らし合わせると、現在の観察体制では多くの発情行動が把握されていない可能性が高いと考えられる。特に本研究では、スタンディング行動の多くが

夕方から夜間に発現することが確認されており、日中の限られた時間帯に行われる目視観察のみでは発情行動の大部分を見逃す可能性がある。また、発情観察頻度および観察時間が少ない場合には人工授精受胎率が低くなる傾向も認められたことから、発情発見の遅れや見逃しが繁殖成績に影響している可能性が示唆された。

アンケートの自由記述においても、発情検知の困難さや作業時間外の発情発見への対応、人手不足による繁殖管理の負担増加などが課題として挙げられており、現場において発情発見の効率化が強く求められていることが明らかとなった。

以上の結果から、放牧条件下における繁殖管理では、発情行動の発現特性と現場の管理体制との間にギャップが存在していると考えられる。広大な放牧地において限られた人員で発情観察を行う場合、目視観察のみでは発情発見率の向上には限界がある。そのため、スタンディング行動を自動的に検知し、発情発現を継続的に把握できる技術の導入は、発情発見効率の向上と適期授精の実現に有効であると考えられる。

本研究で用いたスタンディング検知システムは、放牧条件下において雌牛の発情行動を連続的に把握することを可能とする技術であり、公共牧場の労働負担軽減と繁殖成績の向上の両立に寄与する可能性がある。さらに、このような技術の普及は放牧地における繁殖管理の効率化を通じて放牧利用の拡大を促進し、自給飼料基盤に立脚した持続可能な畜産経営の推進にも貢献するものと期待される。

## 8. まとめ

本研究では、放牧条件下における雌牛の発情行動をスタンディング検知システムにより解析するとともに、全国の公共牧場を対象としたアンケート調査により繁殖管理の実態を把握し、放牧地における発情管理の課題について検討した。

その結果、肉用繁殖雌牛および乳用育成牛のスタンディング発情は、発情開始直後に多く発現し、その後時間の経過とともに減少する傾向が確認された。また、スタンディング行動は主として夕方から翌朝にかけて多く発現することが明らかとなった。さらに、スタンディング発情開始から13～24時間の人工授精で最も高い受胎率が得られ、スタンディング行動を基準とした授精適期判断の有効性が示された。

一方、公共牧場における繁殖管理実態調査では、発情観察の多くが目視観察によって行われており、観察頻度は1日1～2回、観察時間は1日2時間以内と限られていることが明らかとなった。また、常時従事者数が少ない牧場や1人当たりの管理頭数が多い牧場では発情観察頻度および観察時間が減少する傾向が認められた。さらに、発情観察頻度および観察時間が少ない場合には人工授精受胎率が低くなる傾向がみられた。

これらの結果を本研究で得られた行動解析結果と照らし合わせると、現在の公共牧場における発情観察体制では、実際に発現している発情行動の多くが把握されていない可能性が高いと考えられる。特に、発情行動が夕方から夜間に多く発現するという特性は、日中の限られた時間帯に行われる目視観察のみでは発情発見率を十分に高めることが困難であることを示している。

このような状況を踏まえると、放牧条件下における繁殖管理の改善には、発情行動を継続的かつ客観的に把握できる技術の導入が重要であると考えられる。本研究で用いたスタンディング検知システムは、放牧地において雌牛の発情行動を自動的に検知し、発情発現の把握を可能とする技術であり、発情発見効率の向上および適期授精の実現に寄与することが期待される。

さらに、公共牧場では人手不足や作業負担の増加が大きな課題となっていることから、発情検知の自動化は繁殖管理の効率化だけでなく、作業負担の軽減にもつながる可能性がある。こうした技術の導入により、放牧地における繁殖管理の省力化と繁殖成績の改善を同時に実現できれば、公共牧場の運営安定化や放牧利用の拡大にも寄与すると考えられる。

放牧は、自給粗飼料の利用拡大や飼料費削減などを通じて自給飼料基盤に立脚した畜産経営を推進する有効な手段であり、近年の輸入飼料価格の高騰や国際情勢の不安定化を踏まえると、その重要性は今後さらに高まると考えられる。本研究で得られた知見は、放牧地における繁殖管理技術の高度化と放牧利用の促進に資するものであり、我が国の持続可能な畜産生産体系の構築に寄与する基礎的知見として重要であると考えられる。

## 9. 今後の課題

本研究では、放牧条件下における雌牛のスタンディング発情の発現特性を明らかにするとともに、全国の公共牧場における繁殖管理実態を把握することにより、放牧地における発情管理の課題を整理した。しかしながら、本研究は限られた放牧条件および供試頭数で実施されたものであり、今後は地域条件や飼養形態の違いを考慮したさらなるデータの蓄積が必要である。

また、本研究ではスタンディング行動を発情検知の指標として解析を行ったが、発情行動は群構成、栄養状態、気象条件などの影響を受ける可能性がある。したがって、今後はこれらの環境要因や飼養条件との関係についても検討を進め、放牧条件下における発情行動の理解をさらに深める必要がある。

さらに、本研究で用いたスタンディング検知技術については、公共牧場などの実際の放牧環境における長期的運用の検証を進めるとともに、繁殖管理作業との連携や情報共有の仕組みを含めた実用化の検討が求められる。これにより、発情発見効率の向上だけでなく、繁殖管理作業の省力化や労働負担の軽減にもつながる可能性がある。

今後は、本研究で得られた行動解析の知見と公共牧場の管理実態を踏まえ、放牧地における効率的な繁殖管理体系の構築に向けた研究を進めることが重要である。これらの取り組みは、放牧の普及促進、自給飼料基盤型畜産の推進、さらには持続可能な畜産生産体系の構築に寄与するものと期待される。