

乳牛における歩数計を用いた発情検出

(独)農研機構 北海道農業研究センター
坂口 実

1. はじめに

乳牛における繁殖性低下については、遺伝的改良による乳量の増加と、不適切な飼養管理が、大きな要因として議論されてきた (Sakaguchi, 2011)。人工授精を前提とした場合、牛が明瞭な発情行動を示すことと、それを管理者側が適切に把握することが、受胎成立には最も重要である (Stevenson, 2001)。そこで、北海道農業研究センター (北農研) で飼養されるホルスタイン種乳牛群について、発情発現の状況を調べてみた (Sakaguchi, 2010a)。総計368回(92頭)の排卵について、発情行動の有無とその強さを記録したところ、46%はスタンディング行動 (ST) を示す発情であったが、17%ではSTを示さず、マウンティング行動 (MT) と他の徴候によって発情を確認でき、残りの37%では、発情を伴わない排卵 (無発情排卵) であった。また、平均の初回発情時期は分娩後55日であった。全発情回数に占めるMTの割合は、図1に示すように、分娩後5～16週で大きく、9～12週では約1/3がMTであることがわかった。さらに、初回発情後に無発情排卵 (無発情への回帰) となるケースは、92頭中14頭にのぼった。しかし一方で、3回目排卵での初回発情のように、やや遅く発情が回帰した牛でも、空胎期間を指標とした繁殖性は良好であった。これらの結果から、分娩後早くない時期に発現する、一部微弱化した発情を確実にとらえることが、繁殖性向上には重要であることを再確認した。そこで、ST以外の発情行動も検出できる、行動量 (歩数) による発情発見法の有効性を検証した (坂口, 2007a)。

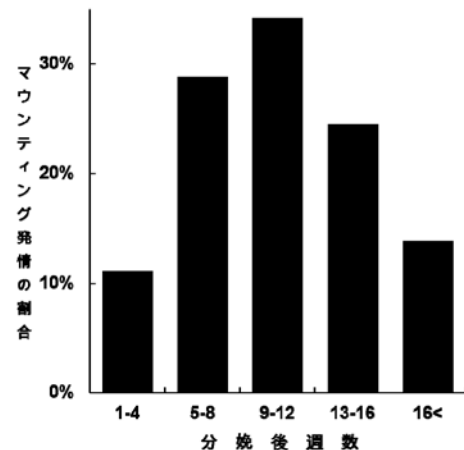


図1 総発情発現回数に占めるマウンティング発情の割合

2. 乳用育成牛での予備的検討

最初に、ウシ用の発情発見専用のシステム (「牛歩」、コムテック(株)、宮崎) の発情発見性能を、発情徴候の明瞭な乳用育成牛において評価した (Sakaguchiら, 2007)。一般的に、発情と判定する基準を厳しくすると発

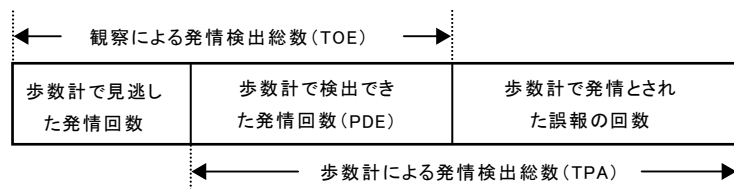


図2 歩数上昇による発情発見の効率と精度。
 発情発見効率 = $(PDE) / (TOE) \times 100 (\%)$
 発情発見精度 = $(PDE) / (TPA) \times 100 (\%)$
 発情発見指数 = $(\text{発情発見効率}) \times (\text{発情発見精度}) / 100$

見効率（発見率）は低下，
 発見精度（的中率）は向
 上する。逆に基準を緩く
 すると，効率は向上する
 が精度は低下する。そこ
 で図2に示すように、両
 者の積を求めることによ
 り得られた発情発見指数
 を用い，異なる条件下で
 の発情発見性能を比較し
 た（図3）。

昼夜放牧条件の頸装着で
 は、閾値（発情と判定す
 る歩数の上昇倍率）を1.2
 倍，参照期間（倍率計算
 のため24時間の平均歩数
 を比較する過去の日数）
 を3～7日とした場合，
 発見率は100%であった

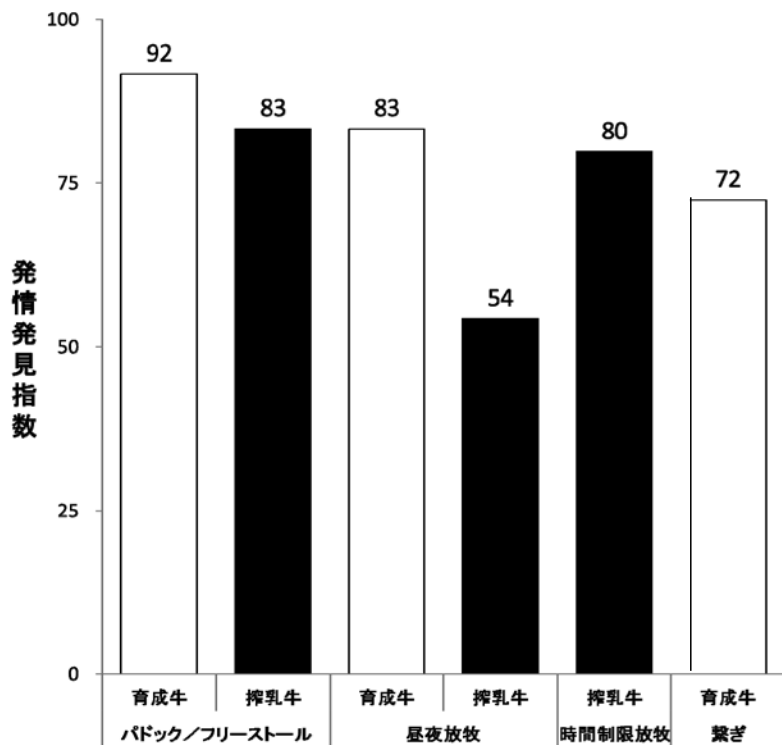


図3 育成牛と搾乳牛における異なる飼養条件下での肢装着歩数計による発情発見指数の比較

が，的中率は20～23%と低かった。一方後肢装着では，発見率および的中率とも90%以上と，良好な成績が得られた。頸および後肢装着での発見指数の最大値はそれぞれ32および83となった。頸装着では、放牧時の採食行動をカウントしてしまうため、的中率が低下したものと考えられ，搾乳牛でも同様の結果になると予想された。

パドック条件では，発情観察とともに，その後の排卵確認も実施した。頸および後肢装着での発見指数の最大値はそれぞれ59および92となった。これら最適条件下での歩数上昇による発情開始から排卵までの平均時間と範囲は，頸装着で24.2（0～37）時間，後肢装着では1.6倍で27.0（22～36）時間，1.7倍で25.5（21～35）時間であった。歩数上昇をもとにした平均発情持続時間は，頸で16.6時間、後肢で21.6時間（1.6倍）または18.8時間（1.7倍）となった。

最後に繋ぎ飼養条件下では，頸，前肢および後肢にそれぞれ歩数計を装着し，発情徴候から発情を判定し，排卵確認を実施した。頸では1.2～1.3倍・3～7日で発見率61～91%、的中率33～44%の結果が得られた。後肢および前肢では的中率が高くなり，1.3～1.4倍・3～7日で，両者ともほぼ同様の発見率と的中率を記録した。前肢装着では後肢と比べて装着作業と歩数計の維持が容易で，排泄物の付着も比較的少なかった。頸，後肢および前肢の発情発見指数の最大値はそれぞれ，31，61および72となった。発情開始から排卵までの平均時間と範囲は頸で32.1（0～48）時間、後肢で25.9（9～36）時間，前肢で26.3（11～38）時間となり、平均発情持続時間は頸で23.4時間、後肢で17.4～17.9時間，前肢では19.5時間であった。これらの平均時間に、装着部位による有意差は認められなかった。したがって，タイストール条件では頸への装着は実用的ではなく，少なくとも育成牛では後肢よりも前肢への装着が

有効と考えられた。

このように、異なる飼養条件下の育成牛を用いた予備的検討結果から、歩数計による発情発見システムの実用性を確認できた。発情開始時刻を適期授精の目安とすることを考えると、発情開始から排卵までの時間が重要となる。頸装着では排卵までの時間にばらつきが大きいことから、肢に歩数計を装着することにより、排卵時刻や授精適期をより正確に予測できることがわかった。

3. 搾乳牛での実用性

搾乳牛については、育成牛のパドック飼養に相当するフリーストール飼養、小牧区1日輪換の昼夜放牧、およびフリーストールを併用した中牧区での時間制限放牧の3条件について検討した(坂口, 2010b)。

北農研の屋外パドックを併設するフリーストール牛舎において、頸-後肢および前肢-後肢間の比較を、それぞれ同時装着した搾乳牛を用いて実施した。頸装着では、個体間に歩数変動のばらつきが大きかったが、発情発見指数は後肢装着と同等であった。後肢では検出倍率1.5倍、平均歩数の参照期間8-15日で、発情発見指数が76と最高になり、頸では1.7倍、14-15日で78を記録した。

前肢と後肢では参照日数の最適値は若干異なるものの、最適な検出倍率の範囲は、後肢での1.7~2.0倍に対し、前肢では1.5~2.2倍と広がった。前肢装着は後肢装着と比べ、ふん尿による汚れが少ないことも考え合わせると、一般的に推奨される装着部位と考えられたが、搾乳時に装着ベルトの弛み等を定期的に観察しやすい後肢装着も、必要に応じて選択できるであろう。そこで以下の比較では、前肢または後肢に歩数計を装着して検討した。

昼夜放牧条件下ではフリーストール条件と比較して、発情検出の最適設定がほぼ同じであるにもかかわらず、発見率が約30%低下するため、発情発見指数も低くなった(図3)。一方、時間制限放牧条件下では、フリーストール条件下と同等の成績が得られた。これらの原因として、1日輪換の昼夜放牧条件下では、朝夕の搾乳前後、放牧地と搾乳施設間を移動する際の歩数が、転牧によって変動することが考えられた。つまり、放牧地と搾乳施設間の移動距離が前日よりも大きくなる場合、発情ではなくても歩数が上昇し、発情と検出される可能性が高くなるため、的中率が低下(誤報率が上昇)する結果となる。逆の場合、発情であっても十分な歩数上昇としては検出されない可能性が高まり、発見率が低下(見逃し率が上昇)すると考えられた。

このように小牧区、1日輪換による搾乳牛の昼夜放牧では、往復の移動距離が毎日変動する。したがって、高い発情検出成績を得るためには搾乳施設への移動距離の変化に注意する必要がある。また、可能な限り、前日までの移動距離と大きく変化しないような順序で牧区を変えてゆくことも、発情発見成績の向上に必要であろう。昼夜放牧条件下、発情発見指数が最大となる設定(1.5倍)での発見率は62.5%であるが、的中率は87.0%と、他の条件と同じ水準であった。したがって、判定倍率を1.4あるいは1.3倍へと下げることにより、的中率の低下を承知のうえで検出率向上を図ることも、使用目的によっては有効かもしれない。

4. おわりに

以上、歩数計を用いて発情時の行動量の増加を検出することによる、乳牛の発情発見方法の有用性を確認できた。ただし、転牧頻度の高い昼夜放牧条件下の搾乳牛での、比較的低い成績は、歩数計による発情発見法の一つの問題点となりうる。現状の発情検出基準下での対応策としては、前述のように転牧順序を工夫して、平均歩数の日間変動の最小化を図るほかに、他の発情検出方法、例えばテイルペイント等を併用する、ということが考えられる。それ以外の方法としては、発情検出の基準そのものを見直すという方向性もあり得る。すなわち、搾乳牛舎への移動は通常、朝夕の同一時間帯に実施されることから、この時間帯を平均歩数の計算から除外する、というような、昼夜放牧条件に対応した発情判定アルゴリズム (Koelsch *et al.*, 1994) や、根本的に異なるアルゴリズム (Firk *et al.*, 2003) を適用することにより、発情発見成績を向上できるかもしれない。

引用文献

- Maatje, K. *et al.*, (1997) Predicting optimal time of insemination in cows that show visual signs of estrus by estimating onset of estrus with pedometers. *J. Dairy Sci.*, 80: 1098-1105.
- 坂口 実 (2007a) 新しい発情発見法の開発. 新しい畜産技術—近未来編—, (社)畜産技術協会, pp. 54-55.
- 坂口 実 (2007b) 高泌乳牛の授精適期. 農業技術体系, 畜産編, 第2巻, 乳牛①, 基本技術編, 農山漁村文化協会, pp. 技154の2-7.
- Sakaguchi, M. *et al.* (2007) Reliability of estrus detection in Holstein heifers using a radiotelemetric pedometer located on the neck or legs under different rearing conditions. *J. Reprod. Dev.*, 53: 819-828.
- Sakaguchi, M. (2010a) Oestrous expression and relapse back into anoestrus at early postpartum ovulations in fertile dairy cows. *Vet. Rec.*, 167: 446-450.
- 坂口 実 (2010b) 搾乳牛における歩数計を用いた発情検出. 日本畜産学会報, 81: 413-419.
- Sakaguchi, M. (2011) Practical aspects of the fertility of dairy cattle. *J. Reprod. Dev.* 57: 17-33.
- Stevenson, J. S. (2001) A review of oestrous behaviour and detection in dairy cows. *Fertility in the High-Producing Dairy Cows. Occ. Publ. Br. Soc. Anim. Sci.*, 26, pp.43-62.