

牛の発情検知システムの開発（第2報）

首藤高徳*・秋本恭喜*・倉原貴美**・松井英徳**

*電子・情報担当・**大分県農林水産研究指導センター

Development of estrus detection system of cattle(2nd Report)

Takanori SHUTO*・Yasuki AKIMOTO*・Takami KURAHARA**・Hidenori MATSUI**

*Electronics and Information Technology Section・**Oita Prefectural Agriculture, Forestry and Fisheries Research Center

要 旨

昨年度から牛の乗駕行動に着目した発情検知システムの開発をおこなっている。昨年度は乗駕時の圧力および加速度を検知して、無線送信するセンサ端末を試作した。本年度は牛へのセンサの保持性を高めるために、センサの小型・軽量化をおこなった。また、センサデータを収集・記録するためのプログラムを作成し、センサデータの蓄積を目指した。

1. はじめに

近年、飼料の高騰、安価な輸入牛肉の台頭、TPP 問題など、畜産農家を取り巻く環境は厳しい状況であり、経営の効率化が大きな課題となっている。特に牛の繁殖農家では、生産性を高めるために、授精のための的確な牛の発情の発見が不可欠である。しかし、飼養頭数が多い場合や、深夜の発情兆候を見極めるのは、農家にとって大きな負担になっている。Fig.1 に牛の繁殖サイクルを示す。分娩後、子宮が回復し、2 度目の発情の時に人工授精をおこなうのが最も効率が良い。牛の発情周期は平均 21 日であるため⁽¹⁾、一度発情を見逃すと次の発情まで泌乳期間が遅れて、大きな損失となる。



Fig. 1 牛の繁殖サイクル

発情している牛は、他の牛に乗駕されたときに動かないでいるスタンディング状態になる。また、動きが活発になり、落ち着きがなくなるといった行動を示す⁽²⁾。しかし、発情は夕暮れから翌早朝にかけて頻繁になるため、人間の眼だけで発情を発見することは困難である。したがって、発情発見を補助する装置が必要である。

牛の行動量の変化から発情を知らせるシステムなどが既にあるが、正確性に欠けることや、中小の畜産農家では導入するのにコストの面で採算が合わないといった問題がある。そこで、本研究では安価で正確な発情検知システムの開発を目指す。Fig.2 にシステムのブロック図を示す。牛の尻尾付

け根の辺りにセンサを取り付け、そのセンサの情報を無線送信し、飼育者のパソコンなどで情報を受信する。圧力センサと加速度センサの情報から、乗駕の有無を判断するものである。昨年度は、センサの試作および大分県農林水産研究指導センターでの実地試験をおこなった。牛の尻尾にセンサが取り付け可能であること、センサ信号を無線受信できることを確認したが、3 日程度でセンサが牛から落下したため、本年度は長期間保持できるような取り付け方法の開発を目指した。また、センサの尻尾への保持性を高めるために、センサの小型・軽量化をおこなった。大分県農林水産研究指導センターでシステムの検証をおこなった結果について報告する。

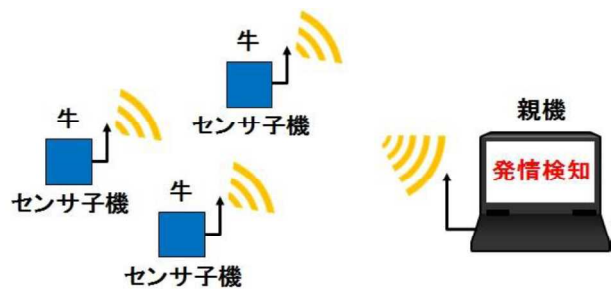


Fig. 2 システムブロック図

2. センサの作製

2.1 センサの取り付け方法の検討

Fig.3 に昨年度に試作したセンサの写真を示す。無線モジュールとボタン電池、センサ回路、圧力センサを接続し、それらをケース(塩ビ管)の中に収めた構造である。センサはマジックテープで牛の尻尾に巻き付けて取り付けしたが、前述したようにこの方法では、3 日程度で落下したため、取り付け方

法について様々検討した。粘着性のゲルを用いる方法 (Fig.4(a)) や、ゴムバンドを用いる方法 (Fig.4(b)) などを試したが、どの方法でも保持することは困難であった。



Fig. 3 試作したセンサの写真
(a)ケースの内部の写真 (b)センサの全体写真

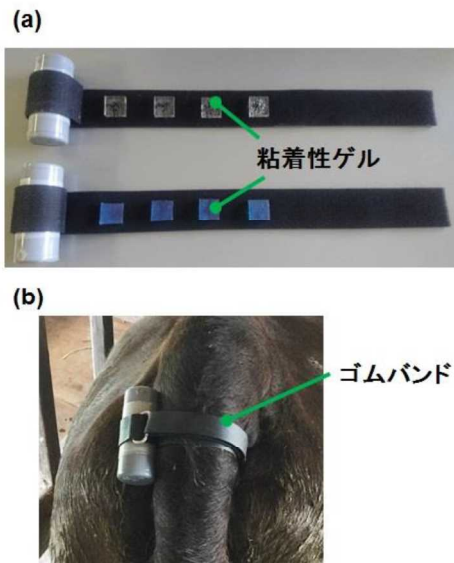


Fig. 4 取り付け方法の検討
(a)粘着性ゲル (b)ゴムバンド

2.2 センサの小型・軽量化

センサの尻尾への保持性を高めるために、センサの小型・軽量化をおこなった。まず圧力センサ回路を変更した。Fig.5 に回路の変更前後の回路図と荷重-電圧特性を示す。どちらの回路も圧力センサ FSR とオペアンプを用いて作製した。回路の変更により部品点数を少なく出来、かつ、消費電流を小さくすることが出来たため、ボタン電池一つで3ヶ月以上稼働出来るようになった。また、荷重-電圧特性を比較する

と、荷重に対して電圧の変化が大きくなっており、感度が大きくなったことがわかる。

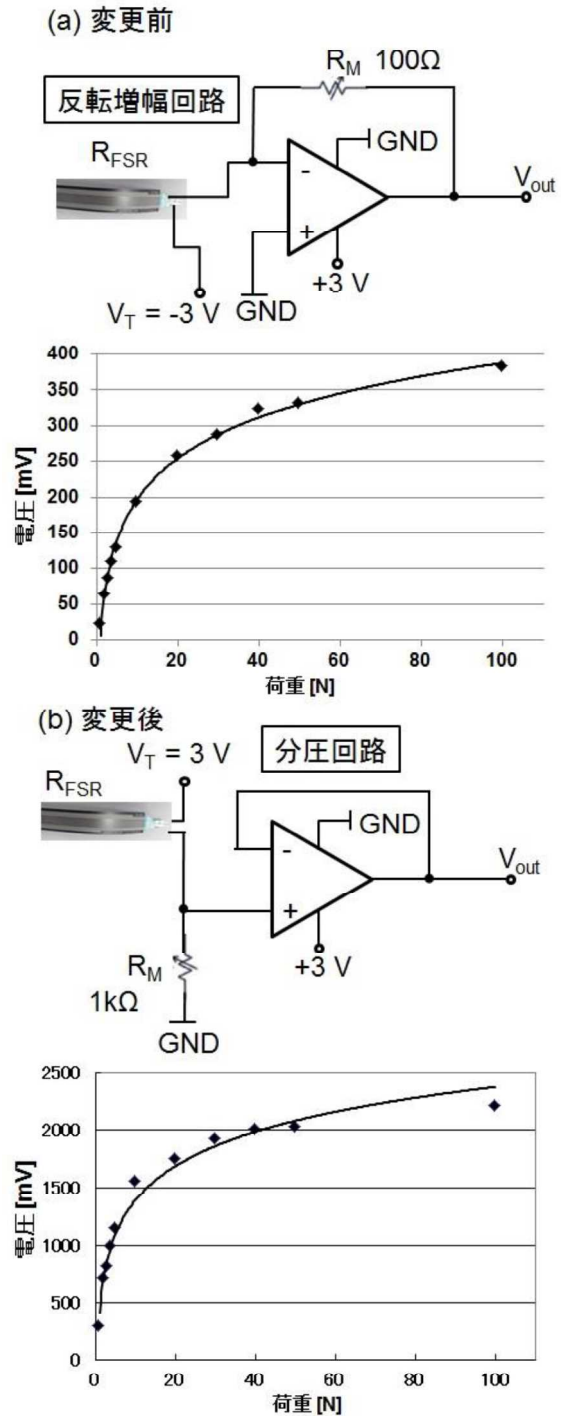


Fig. 5 圧力センサの回路図と荷重-電圧特性
回路の(a)変更前と(b)変更後

Fig.6 に回路を変更したセンサの写真を示す。部品点数が少なくなったため、小さなケースに収めることが出来た。変更前後のセンサの大きさと重さの比較を Table 1 に示す。体積が約 1/2、重さが約 2/3 となり、小型・軽量化出来たことがわかる。



Fig. 6 小型・軽量化したセンサの写真
(a)ケースの内部の写真 (b)センサの全体写真

Table 1 大きさと重さの比較

	前	後
大きさ (ケースのみ)	直径 35mm × 77mm 体積: 74cm ³	35 × 75 × 12(H)mm 体積: 31.5cm ³
重さ (センサ全体)	72g	45g

3. プログラムの開発

センサデータを収集・記録するためのプログラムを作成した。プログラムはExcel VBAを用いて作成した。



Fig.7 プログラムの実行画面

Fig.7 にプログラムの実行画面を示す。センサの ID 番号、圧力センサ値、加速度センサ値、電池電圧、測定時刻が表示されるようになっている。また、各センサ値と測定時刻はデータの受信毎に表示を更新するようになっている。受信したデータは 1 日毎に CSV 形式で自動保存される。あらかじめ圧力センサおよび加速度センサの値にある閾値を設定し

ておけば、閾値を超えるごとに乗駕検知回数がカウントアップされ、検知した時刻を表示することが出来る。

4. システムの検証

大分県農林水産研究指導センター畜産研究部(大分県竹田市久住町)にて、開発した発情検知システムの検証試験をおこなった。Fig.8 に試験環境の模式図と写真を示す。センサを取り付けた牛をパドックに收容し、実際に牛が乗駕した時にセンサで検知できるかどうか、監視カメラの映像とセンサデータから検証した。

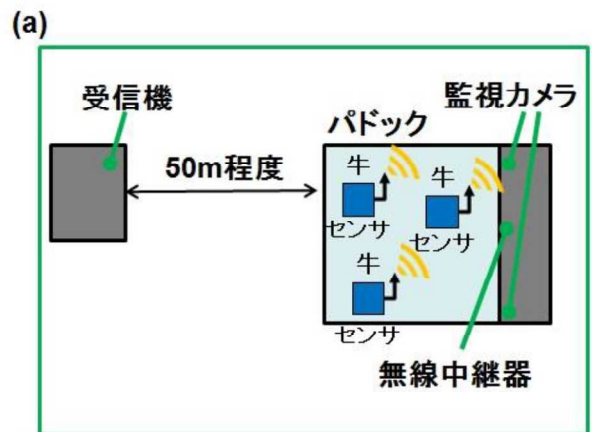


Fig.8 システムの検証試験の(a)模式図と(b)写真



Fig.9 牛に取り付けたセンサの写真

今回、小型・軽量化したセンサでも尻尾に取り付けた翌日には落下した。監視カメラの映像から他の牛がセンサを口で

突いている様子が観察されたことや、圧力センサ部分が引きちぎられて発見されたことから、尻尾に取り付けると牛が興味を持って触ってしまうことが推測され、尻尾に取り付けることは困難であると結論した。そのため、圧力センサ部分を除いたもの(加速度センサのみ)を別途用意して牛の首に装着し、センサデータを収集した(Fig.9)。

Fig.10 に首に取り付けた加速度センサの測定データを示す。発情日(乗駕行動が頻繁に観察された日)とその翌日の重力加速度の変化を示している。X 軸加速度は牛の上下方向、Y 軸加速度は牛の前後方向である。Fig.11 に特に乗駕行動が多く観察された午前 6 時から午前 8 時までの加速度の変化量を示す。加速度は 2 秒毎に測定しており、グラフの縦軸は直前の加速度の値からの変化を示している。発情の翌日(3/4)に比べて、発情日(3/3)の加速度の変化が大きいことがわかる。

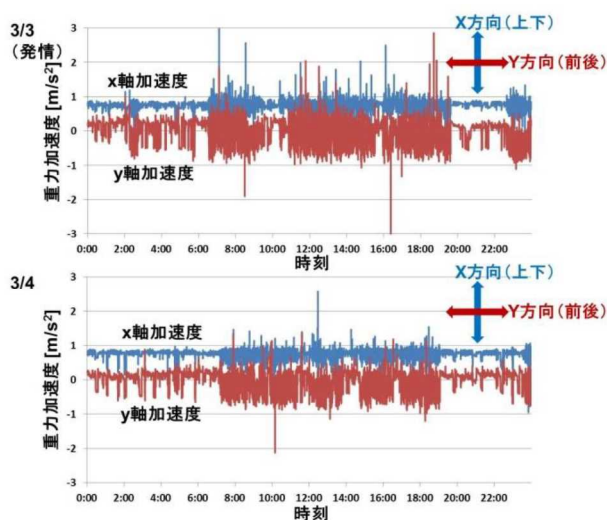


Fig.10 発情日とその翌日の加速度センサの測定データ

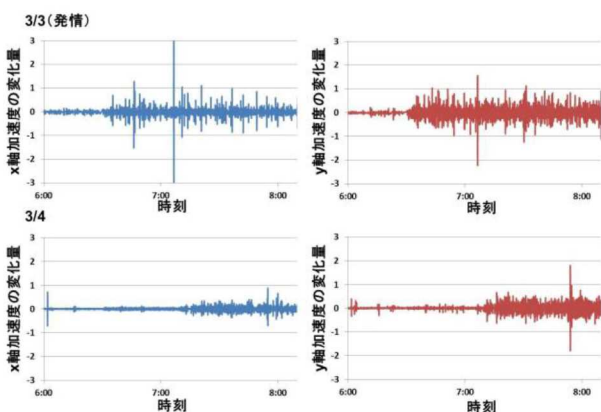


Fig.11 加速度の変化量の比較(午前 6 時から 8 時まで)

Fig.12 は加速度の変化が 1G 以上となった回数を集計して、日毎に比較したものである。3 月 2 日の 15 時からデータ

を取り始めたため、発情日の前日は 1 日分のデータではないが、発情日は他の日に比べて大きな加速度の変化がみられ、明らかに行動量が多いことがわかる。一方で、行動量(活動量)の変化から発情を検知する仕組みの製品は既に販売されている。そこで、取得した加速度センサの情報から乗駕行動の有無、マウンティングかスタンディングかなどを特定できるか検討した。3 月 3 日の午前 7 時 7 分頃に加速度センサの X 軸及び Y 軸が 1G 以上の変化を検知しており、マウンティングが観察された時刻と一致した(Fig.13)。このことから、加速度センサの値の変化からマウンティングを検知できる可能性がある。一方で、首を振る動作や走ったときにも 1G 以上の変化が生じており、マウンティング動作と加速度の変化が必ずしも一致するわけではなかった。また、スタンディング動作は加速度センサで検知は出来なかった。

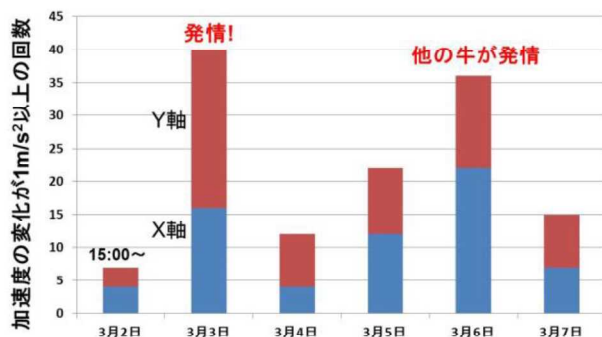


Fig.12 加速度の変化が 1G 以上となった回数の集計



Fig.13 監視カメラの映像と加速度の変化の時刻の一致

5. まとめ

牛の乗駕行動に着目した発情検知システムの開発をおこなった。牛へのセンサの保持性を高めるために、センサの小型・軽量化をおこなった。また、センサデータを収集・記録するためのプログラムを作成した。小型・軽量化したセンサでも牛の尻尾へ保持することは困難であったため、首に取り付けた加速度センサのデータから乗駕を検知することを検討した。首に取り付けた加速度センサデータからマウンティングを

検知できる可能性があることがわかった。

参考文献

- (1) 酪農総合研究所 技術シリーズ「発情発見は経営の要」(1998)
- (2) 日産合成工業「酪農・豆知識」第70号(2012)