

家畜生産における牛の長期心電図計測のための背部電極配置

井上 剛[†] 脇田 由実[†] 小澤 順[†] 大石 風人[‡] 三輪 雅史[‡] 広岡 博之[‡]

パナソニック株式会社 先端研究本部[†] 京都大学大学院 農学研究科[‡]

1. はじめに

家畜生産における牛の心電図計測は、牛の生産・管理技術の向上に有効であり、特に長期計測はエネルギー収支や自律神経活動の把握の観点で研究がなされている^{1) 2)}。家畜の長期心電図計測における誘導法としては、A-B 誘導法が一般であるが、その計測方法には 2 つの課題がある。1 つは電極を皮膚へ接触させる方法である。現状では、除毛処理後に電極を装着して腹帯等で固定するか、皮膚に金属を刺入した上に布をゴム製の接着剤を貼り付けて保護・補強する必要がある。もう 1 つの課題は電極と計測装置の固定方法である。A-B 誘導法では、誘導部位が側部であるため、牛の姿勢の影響を受け易いだけでなく、電極を腹帯等でしっかり固定する必要がある。これは、固定作業に手間を有するだけで無く、腹帯ずれを生じてしまう。

そこで本研究では、これらの課題を解決することが可能な長期心電計測方法の実現を目的とする。本稿では、皮膚接触方法についての課題に対して楕形電極を用い、電極の固定方法の課題に対して誘導部位を背部として表面電位を計測した結果について報告する。

2. 牛の背部における電位計測実験

2.1 生体電位計測装置

牛の背部における表面電位の計測実験に用いた生体電位計測装置（以後単に計測装置と記述）と計測用電極を図 1 に示す。計測用電極は g.tec 社製 g.SAHARAElectrode を用いた。本電極は脳波計測に用いられる楕形電極であり、7mm のピンが 8 本ある。これらのピンが牛の毛を分けて皮膚に到達することで皮膚表面の電位計測が可能となる。従って、本電極を用いることで従来の除毛作業が不必要であり、皮膚に金属を刺入する手法に比べても牛への負担も小さい。

計測装置は開発した小型脳波計を用いた³⁾。本脳波計はアクティブ電極を用いているため皮膚

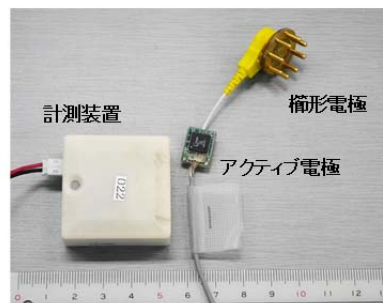


図1 楕形電極と計測装置

Fig. 1 Electrode and bio-potential sensor

表面での高インピーダンス化が可能となる。これによりアーチファクトや電極リード線の揺れに起因するノイズの発生を防ぐ。また、計測器本体も小型であり、データはワイアレスで PC に送るため、牛への計測器装着及びデータ収集が容易である。実験時の計測はサンプリング周波数 256Hz で行い、5Hz-30Hz のバンドパスフィルタ及び 60Hz ノッチフィルタを適用して PC にデータを記録した。

2.2 計測方法

表面電位の計測は、肉用牛 2 頭に対して行った。1 頭は黒毛和種育成雌子牛（8 ヶ月齢：262kg）であり、もう 1 頭は黒毛和種経産空胎牛 1 頭（2 歳齢：556kg）である。本計測実験では、長期の心電図計測に適した電極位置として、固定が容易であり、牛の姿勢の変化による影響が少ない背部が有効であると考えて、図 2 に示す位置に電極を配置した。

図 2 において、電極 E 及び電極 R はそれぞれアース電極及び参照電極であり、電極 CH1 は計測電極である。計測結果として得られる電位は、参照電極を基準とした計測電極の電位である。

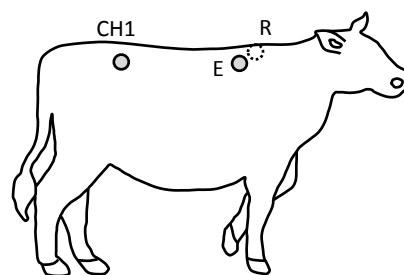


図2 牛の電極位置

Fig. 2 Electrodes Position for cattle

Electrode Layout on a back of cattle for longtime ECG measurement

[†]Tsuyoshi Inoue, Yumi Wakita, Jun Ozawa · Advanced Research Division, Panasonic Corporation

[‡]Kazato Oishi, Masafumi Miwa, Hiroyuki Hirooka · Graduate School of Agriculture, Kyoto University

また、図 2 において、電極 R は電極 E 及び電極 CH1 と反対の側面に配置しているため点線にて表示した。電極 E と電極 R は背骨を挟んで約 15cm 離れた位置に配置した。なお、計測時の電極の固定は実験者が電極を抑えることで行った。また、電極位置における除毛は行わず、ペーストレスで計測を行った。

3. 電位計測結果及び今後の課題

3.1 計測結果と心拍数の計算

子牛及び成雌牛の計測結果の一例を図 3 に示す。図 3 より両牛共に心臓の活動に基づいた周期的な複合波形が背部の電極位置においても計測されることが確認できた。この結果より計測された表面電位は心電図であると考えられる。

計測された複合波形のうち、最も大きな振幅を持つ周期的な波のピークを自動抽出し、その間隔から両牛の瞬時心拍数を求めた。所定区間における瞬時心拍数からその平均値と標準偏差を計算した結果を表 1 に示す。ここで、計算に用いた計測区間は、子牛が約 30 秒、成雌牛が約 60 秒である。瞬時心拍数の平均結果は子牛、成雌牛ともに標準的な範囲であり⁴⁾⁵⁾、本計測結果は妥当であるといえる。

3.2 今後の課題

まず、背部で計測された心電図において、P 波、Q 波、R 波、S 波、T 波を同定する必要がある。

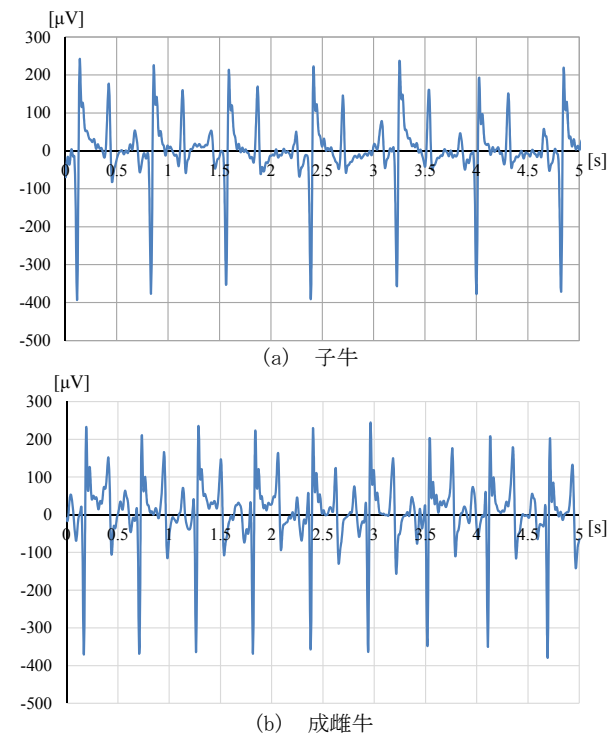


図3 牛の背部で計測した表面電位の一例
Fig. 3 Example of surface potential measured at a back of cattle

表1 瞬時心拍数

Table 1 Instantaneous heart rate

	平均値[bpm]	標準偏差[bpm]
子牛	101.8	5.5
成牛	79.2	6.6

そこで今後、一般的な A-B 誘導法での電極位置における心電図を同時に計測する実験を行う予定である。次に、計測器及び電極の固定方法の検討が必要である。本実験では電極を実験者が抑えることで計測を行ったが長期間計測器と電極が固定可能な器具（例えば装着ベルト等）を開発する予定である。

4. おわりに

本稿では、長期計測を目的として実施した、背部電極配置における表面電位計測実験の結果について述べた。実験の結果、楕形電極を用いることで、除毛作業やペーストを必要とせずに心電図と考えられる周期的な複合波形が計測できた。最も大きな周期波形のピークを自動抽出し、その間隔から瞬時心拍数を求めた結果、平均値は子牛で 101.8bpm、成雌牛で 79.2bpm と標準的な値を得た。

今後は、A-B 誘導法での電極位置と同時計測を行うことで、背部で計測される周期波形の種類を同定する。また、電極及び計測装置の固定具を作成することで、長時間の計測を実現したい。

参考文献

- 1) 松井 寛二, 大久保 忠旦: 放牧牛の心拍数, 顎運動回数および顎運動休止回数の携帯用長期間連続記録装置の開発, 日本畜産学会報, 62(4), pp.383-389, 1991.
- 2) 松井 寛二, 大島 芳郎, 平沢 美紀, 石川 陽子, 神藤 学, 菅野 茂: 綿羊の成長にともなう心拍変動のパワースペクトル解析, 日本家畜管理学会誌, 33(2), pp.47-54, 1997.
- 3) K. Morikawa, A. Matsumoto, S. Patki, B. Grundlehner, A. Verwegen, J. Xu, S. Mitra, and J. Penders: Compact wireless EEG system with active electrodes for daily healthcare monitoring, IEEE International Conference on Consumer Electronics, pp.208-209, 2013.
- 4) 山本 禎紀, 松本 高明, 安保 佳洋: ホルスタイン種育成雌牛の心拍数と熱産生量の関係について, 日本畜産学会報, 61(3), pp.237-240, 1990.
- 5) 松井 寛二, 沢崎 徹, 小山 徳義, 加納 康彦: 乳牛の成長にともなう心電図計測値の変化について, 家畜の心電図, 14, pp.41-45, 1968.