

牛体温の常時監視システムの開発

池田哲*・佐藤哲哉**・武石秀一***・井上一之***・松井英徳***・宇津宮恭子***・
野々下雅彦***・石田睦夫***・宇都宮茂夫****・利光政彦****
*生産技術部・**情報産業部・***大分県畜産試験場・****(有)番びゅ一太

Development of Always Monitoring System of Temperature of Cow

Tetsu IKEDA*・Tetsuya SATO**・Syuichi TAKEISHI***・Kazuyuki INOUE***・
Hidenori MATSUI***・Yasuko UTSUMIYA***・Masahiko NONOSHITA***・Mutsuo ISHIDA***・
Shigeo UTSUNOMIYA****・Masahiko TOSHIMITSU****

*Production Engineering Division・**Information Technology Division・***Oita Prefectural Livestock Center・
****Banpyuta Ltd.

要旨

家畜の健康や家畜の繁殖ステージを把握するうえで、家畜の体温を常時、正確に、また、遠くにいても把握できる技術は有効であることから、本研究は、家畜体温のモニタリング技術として、発信機能を有する体温センサを開発し、家畜体温の生涯遠隔監視システムの確立を図ることを目的とする。今年度は、有線温度センサによる体温測定部位の選定実験を行い、臍内と耳介奥を装着部位と決定するとともに、無線温度センサの試作開発を行い、その通信および温度特性を評価し、実際に牛への48時間の体温測定実験を行い、無線温度センサによる牛体温の遠隔監視の可能性を確認できた。

1. 有線温度センサによる体温測定部位の選定

牛の体温測定部位を選定するために、既存の有線温度センサ（サンヨー製、温度精度 $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 、分解能 0.06°C ）を用い、乳用牛成牛1頭の直腸、臍、尾付根、乳房、耳

介奥、耳介中、耳介溝の7カ所と環境の合計8カ所の温度測定を5分間隔、24時間行った。その実験データをFig.1に示す。どの部位も $33\sim 39^{\circ}\text{C}$ の範囲で推移しているが、直腸等のデータのなかには、急激な温度低下を示すもの

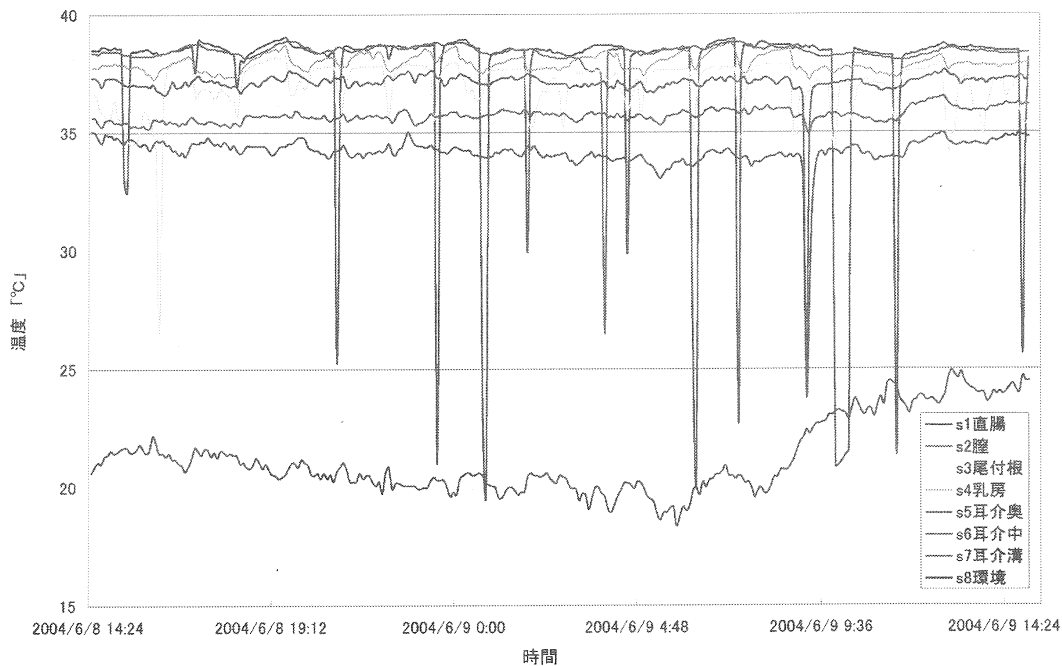


Fig. 1 有線温度センサによる牛体温測定結果

Table 1 有線温度センサによる牛の体温測定部位間の相関係数

	s1直腸	s2膣	s3尾付根	s4乳房	s5耳介奥	s6耳介中	s7耳介溝	s8環境
s1直腸	1							
s2膣	0.828412	1						
s3尾付根	0.220304	0.292882	1					
s4乳房	0.543894	0.549285	0.622851	1				
s5耳介奥	0.512123	0.526773	0.069908	0.310954	1			
s6耳介中	0.143282	0.04318	-0.30633	-0.13017	0.475965	1		
s7耳介溝	0.146527	0.080448	0.174816	0.289494	0.529076	0.243953	1	
s8環境	-0.24991	-0.37896	-0.38527	-0.41693	0.083809	0.502112	0.339761	1

がある。これは排糞行動とともに温度センサが体外に排出されたり、装着がはずれたりすることに起因しており、この部分のデータを今回の処理から除外することにより、体温測定部位の選定に使用できると判断した。

畜産関係では、従来から直腸温度を基準体温としており、牛体温を常時監視するに当たっても、できるだけ直腸温度に近い動きをする温度部位を選定する必要がある。そこで今回のデータ処理では、直腸に対する各部位の相関係数を求めて判断した。その結果は Table 1 に示すとおり、直腸と膣の相関係数は 0.828、直腸と耳介奥の相関係数は 0.512、直腸と乳房の相関係数は 0.544 であり、直腸と他の部位の相関係数は 0.5 未満であった。このことから直腸温度と膣内温度は高い相関が認められたので、膣内温度を深部体温として取り扱い、また直腸温度と耳介奥、乳房は相関傾向が見られたが、乳房は取付方法等の懸念があるので、体温測定部位として耳介奥を選択することとした。

2. 無線温度センサの試作評価

2.1 通信特性

無線温度センサ（機能試作品）を膣内に設置した時の 315MHz 無線データの減衰実験を行った結果、伝送距離は後方 14m、前方 8.5m、横方向 10m であった。アンテナの改良により、若干伝送距離は伸びると考えられるが、アンテナは 8m 間隔に設置する必要があると考えられる。また無線温度センサをオープンサイトに設置した場合の、遮蔽物のない状態での伝送距離は 35m であった。

2.2 温度特性

無線温度センサは、 $39 \pm 5^{\circ}\text{C}$ の温度範囲内で温度精度 0.1°C 、分解能 0.1°C の fine モードと $-20 \sim 60^{\circ}\text{C}$ 間の rough モードの 2 種類の温度計測が可能となる仕様で試作した。有線センサと比較して温度精度が向上している。

無線温度センサは、計測した温度データを 20 秒間隔で

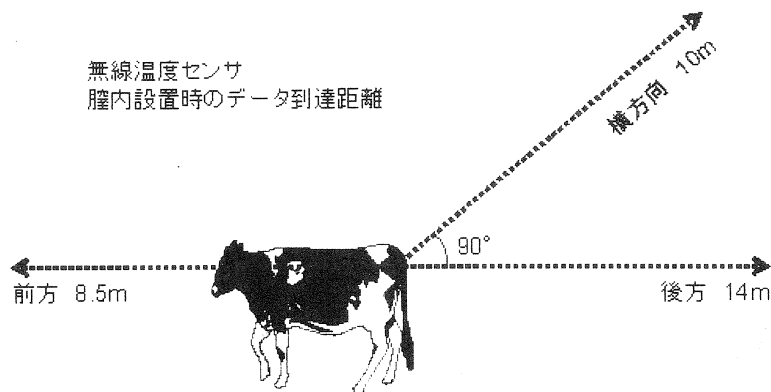
無線温度センサ
膣内設置時のデータ到達距離

Fig.2 無線温度センサの通信距離

Table 2 無線温度センサによる
牛の体温測定部位間の相関係数

	膣温	耳温	外気温
膣温	1		
耳温	0.089408	1	
外気温	-0.13556	0.716953	1

3 回発信、50 秒待機の 110 秒間隔のサイクルで動作する。測定温度 = 測定値 $\times 0.1 + 34^{\circ}\text{C}$ で表示されるが、実温度との補正をかける必要がある。この補正值はセンサ毎の固有値であり、出荷前に基準温度 39.0°C を計測することにより、算出できる。今回実験に使用した無線温度センサの補正值は、 $-0.1 \sim -0.3^{\circ}\text{C}$ であった。

3. 無線温度センサによる牛体温測定

試作した無線温度センサを用い、黒毛和種成牛 1 頭の膣、耳介表面の 2 カ所と比較用として環境の合計 3 カ所の温度測定を 110 秒間隔、48 時間行った。耳介圧着温用温度センサ (Fig.3) は、センサ部を表面に出し、基板背後を化粧クリーム容器 (AS 樹脂) 内に保護した形状で、また膣内用 (Fig.4) はユニパックで密封後、ヘヤキャッチャー内に入れて使用した。

その実験データを Fig.5 に示す。膣内温度は $37.6 \sim 39.5^{\circ}\text{C}$ 、耳介表面温度は $30 \sim 38^{\circ}\text{C}$ 、外気温度は $1 \sim 15^{\circ}\text{C}$ の範囲で推移した。膣内温度と耳介表面温度の相関は、Table 2 に示すとおり、0.089 であり、その一方、耳介表面温度

と外気温度の相関係数は 0.717 であった。このことから耳介表面温度は腔内体温と相関はなく、むしろ外気温の影響を受けていることが推測できる。このことから、無線温度センサは耳介奥に外気を遮断した形で、差し込む必要があると結論できる。

Fig.3 耳介圧着温用パッケージ

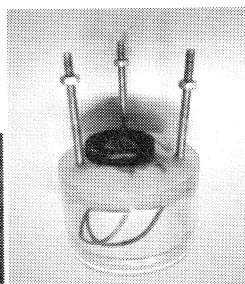
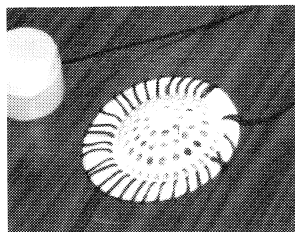


Fig.4 腔内用パッケージ

4. 無線温度センサのパッケージ形状の検討

腔内及び耳介奥へ無線温度センサを留置するためのパッケージ形状を検討した。腔は、解剖学上尿道口の奥から外子宮口までの約 20cm で、弾力性を有した直径 7~10cm の筒状の構造を呈す。また、耳介奥は、耳介から頭蓋中心下方に向かって 8~10cm の深さの位置で、そこから外耳道は上方へほぼ直角に屈折しながら、頭蓋中心の中耳へと繋がる構造を呈す。こうした腔、耳介奥への長期留置を想定し、易装着性、難脱落性で安全性の高いパッケージ形状を検討した。

腔内留置用の形状として、硬質ゴム性のブロック型と、リング型を検討した。取り出す時の為に紐を結んだ形で、

挿入実験を行った。ブロック型は、各種サイズ(φ30~60mm)とも体外に放出された。リング型は、100mm 程度の直径を有し、弾力性の強いものが腔内に留まった。ただし、分娩間近の牛では、翌日までに体外に放出された。またリングを立体的に組み合わせたものは腔内に留まった。

外耳道内に留置する形状として、シリコン素材で直径 7mm 程の棒状のものを製作した。外耳道深く挿入し、後端を耳介に装着している耳標の基点に繋ぐ方法で固定した。結果として、挿入時の拒絶行動はあったものの、挿入後は特に異常行動は示さず、長期装着が確認できた。

これらのことから、今後、腔内用のパッケージ形状は、分娩時期が近くなっても放出されず、分娩と同時に放出される形状の検討が必要であり、また耳介奥用のパッケージ形状は、外耳を塞がず、体温が測定できる形状の検討と、耳標への連結方法の検討が必要である。

5. まとめと今後の方針

有線温度センサによる体温測定部位の選定実験を行い、腔内と耳介奥を装着部位と決定するとともに、無線温度センサの試作開発を行い、その通信および温度特性を評価し、実際に牛への 48 時間の体温測定実験を行い、無線温度センサによる牛体温の遠隔監視の可能性を確認できた。

今後は、無線温度センサは腔内と外耳道奥に長期間装着できるようにパッケージの設計開発を行う。また無線性能の向上のため、アンテナ等の受信技術を改良し、送受信距離の増大を目指す。

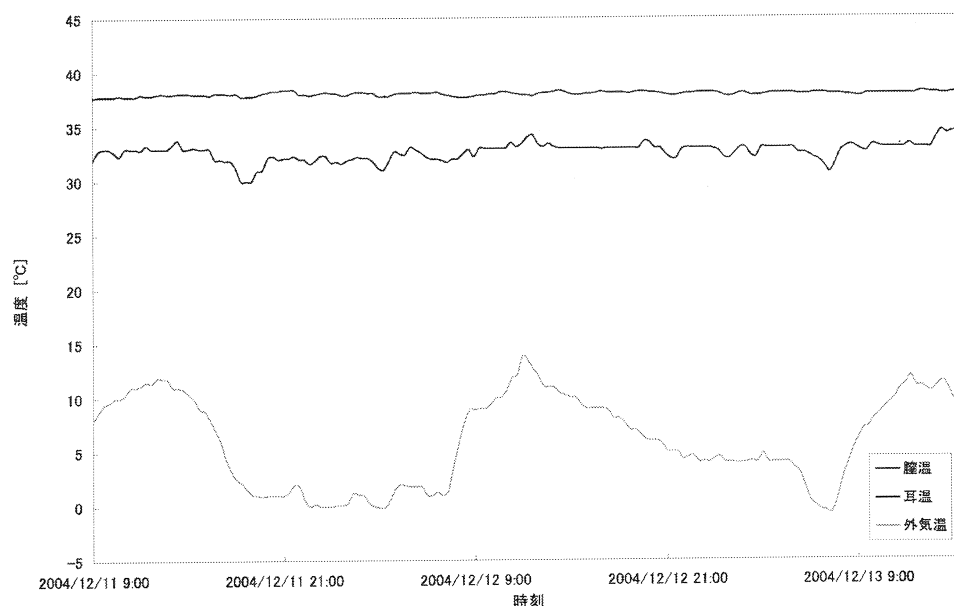


Fig.5 無線温度センサによる牛体温測定結果