

## 酪農における先端技術の現状と将来

柏村文郎 (帯広畜産大学)

### 1. はじめに

日本政府は、ユビキタスネットワーク社会を実現する取り組みを行っている。ユビキタスとは、あらゆるモノにコンピュータが埋め込まれ、ネットワーク化されることで、いつでも、どこでも、何とでもそのサービスや情報が利用できるような環境を目指した概念である。わが国のICT (Information and Communication Technology) 戦略をみると、電子政府、電子自治体、医療の情報化、教育の情報化、情報セキュリティのような語句が並ぶ。「e-Japan」や「u-Japan」と呼ばれるその構想には、生産・物流・小売の全工程を一貫管理する体制を目指すためにセンサーネットワークの開発が必要だとされている。これは、まさに家畜のトレーサビリティに通ずるものであろう。センサーデバイスには温度、湿度、照度、加速度、紫外線、人感、音圧などのセンサーとマイコンが搭載され、情報は無線でLANや携帯電話網と接続されるという。このようなネットワーク社会は、酪農分野にも大きな影響を及ぼす可能性がある。メガファームのような大規模酪農や公共育成牧場のような広大な放牧地で多くの牛を精密管理するには、センサーネットワークとコンピュータを活用した家畜管理支援システムが有効になるだろう。現在、酪農分野で利用されているRFID (Radio Frequency Identification: 無線IDとも呼ばれ非接触でデータの読み込みと書き換えが可能) のほとんどはバッテリーを持たないパッシブ型と呼ばれるものである。次世代のセンサーネットワークのアクティブ型RFIDには、バッテリーが内蔵され、各種センサーとマイコン、および無線機能を持ったIDタグが使われると予想される。

今回は、酪農の発達史をテクノロジーの進歩と

いう視点から振り返り、次いで現在の酪農現場にみられるRFIDを中心とした先端技術を紹介する。さらに、今後のテクノロジーの進歩が酪農の将来にどのような影響を及ぼす可能性があるか、私なりの意見を述べることにする。

### 2. 酪農の規模拡大とテクノロジー

酪農発達史にみられる最初の技術革新はミルクカーの発明であろう。日本家畜管理研究会の誕生はミルクカーと呼ばれる搾乳機械が日本に登場した時期であり、最初の広報誌は「機械搾乳」であったと記憶している。1960年代の農村電化とミルクカーの普及は、それまで手絞りであった酪農に大幅な規模拡大をもたらした。1970年代にはバルククーラ、ミルクローリー、牛乳処理プラントというインフラが整備され、牛乳流通のコールドチェーンが完成された。バケット式であったミルクカーもパイプライン時代に移り、繋ぎ牛舎では30~40頭規模の搾乳がなされるようになった。サイレージ用のタワー真空サイロが多数作られた。その頃、酪農先進国の欧米では、繋ぎ牛舎からルースバーンと呼ばれる放し飼い牛舎に移行し、次いでフリーストール牛舎へと急速な規模拡大がなされた。一方、日本では規模拡大の進行はそれほど速くなく、現在フリーストール牛舎やフリーバーンへの移行時期を迎えている。しかし、今も繋ぎ飼い牛舎には根強い人気が残っており、最近では自動給餌機と搾乳ユニット自動搬送装置を備えた100頭規模の繋ぎ飼い牛舎の新築をみることもさえない。ラップサイレージの技術はグラスサイレージの通年給与を可能にし、フリーストール牛舎・ミルクパーラ・TMRという一連の酪農システムを確実なものにした。その中に糞尿処理も組み込んだ循

環型酪農システムを構築しようともがいているのが現状であろう。このように見てくると、酪農の規模拡大の陰にはいつも新しい技術の誕生があったことに気付く。いやむしろ、新しいテクノロジーの出現によって酪農の規模拡大がなされてきたといえるだろう。

### 3. 群飼育と個体管理

酪農の規模拡大といえば、繋ぎ飼い牛舎から放し飼い牛舎への移行が一般的である。そこで問題となるのが群飼育における個体管理である。群れで飼うと濃厚飼料の給与量を個体別にコントロールするのが難しくなる。およそ30年前、牛の個体番号をコンピュータで認識させるリスポンダーが登場し、濃厚飼料の給与量を個体別に設定できるコンピュータフィーダーが現れた。これが、酪農分野にRFIDが使われた最初の機械であったと思う。当時は電池交換が必要ないので驚いたことを思い出す。オランダで開発されたそのフィーダーは、放し飼いの少なかった日本では思ったほど普及しなかった。現在ではフリーストール牛舎は増えてきたが、TMR技術の陰でコンピュータフィーダーが話題に上ることは少ない。しかし、そのRFIDによる個体識別の技術こそがこれからの酪農におけるテクノロジーの中心となるのではないかと私は考えている。

### 4. 酪農におけるIT技術の現状

BSE発生以来、家畜のトレーサビリティが話題になってきた。日本では全ての牛に耳標が付けられた。その個体識別番号は数字とバーコードで表示されている。ただ、将来性を考えると耳標型ICタグが望まれるところであった。最近、カナダでは家畜の個体識別にICチップを全面採用したと聞く。日本は電波法の規制が厳しく、国産ICチップが日本では使用できず、海外で実用化されているという皮肉な現実もあると聞く。

次に、日本の酪農分野において実用化されているRFIDを中心としたIT技術を紹介する。

#### 1) 給餌・哺乳

- ・濃厚飼料自動給餌機（コンピュータフィーダー）  
1頭ごとの乳量や泌乳ステージに合わせた濃厚飼料給与量をフィーダーで自動給与する。給与量は個体別またはグループ別にパソコンから入力し、給与回数は1日を3～4ピリオドに分けて与える。ただし、1回の濃厚飼料の給与量の上限は3kg程度である。

- ・自動哺乳機（哺乳ロボット）

1日に与える代用乳（約4リットル）を4～6回に分けて給与できる。

- ・全飼料自動給餌機（オンライン制御）

繋ぎ飼い牛舎での飼料給与を完全自動化できる。個体ごとに粗飼料と濃厚飼料の配合割合を変えてミックスし、1日7～8回に分けて給与できる。

#### 2) 搾乳

- ・自動搾乳システム（搾乳ロボット）

牛が自発的に自動搾乳施設に進入すると、ミルクカーが自動的に装着され、搾乳される。一般酪農家では1日2回搾乳であるが、自動搾乳システムでは1日3～4回搾乳が可能になり、乳量増加が期待できる。また、搾乳作業が軽減され生活に時間的なゆとりが生まれるといわれる。システムの異常は携帯電話に通報される。

- ・搾乳ユニット自動搬送装置（オンライン制御）

繋ぎ飼い牛舎で搾乳ユニット（ミルクカー）を運ぶ作業を自動化する。搾乳牛50頭の牛舎でワンマン搾乳も可能とされるが、現在は搾乳時間の短縮と作業の省力化として利用されている。

- ・自動乳量計（オンライン制御）

乳牛の牛群検定（乳検）の乳量・乳成分検査は月1回であるが、全ての搾乳において乳

量が自動計量できる。また、乳房炎などの各種情報がオンラインで得られるメリットもある。

- ・乳汁電気伝導度による乳房炎検知(オンライン)  
乳房炎に罹患すると乳汁の電気伝導度が上昇する。これを利用し乳房炎の早期発見が可能になる。

### 3) 発情発見

- ・活動量・万歩計(無線ID)  
発情した牛は落ち着き無く歩き回るので、活動量や歩数が増加する。肢または首輪に装着した加速度センサーで牛の活動量を自動計測する。例えば、活動量のデータは1時間毎に集計され無線でパソコンに送られ処理されるなどがある。
- ・乗駕検知センサー(無線ID)  
発情した牛の多くは乗駕行動・被乗駕行動を示す。牛の臀部に圧力センサーを貼り付け、スタンディング発情を検知し、無線でパソコンにデータを送る。ただし、最近のホルスタインはスタンディング発情を示さない牛が多くなったといわれているので問題である。
- ・膣内電気伝導度(携帯型)  
発情時には膣粘液の電気伝導度が低下する。プローブを膣内に挿入し、電気伝導度から発情や妊娠を判定する。

### 4) 分娩監視

- ・分娩監視装置(無線ID)  
分娩前の牛の膣内に温度センサーを挿入しておく。それが分娩時に排出されると、37～38度の膣温から外気温まで下がるので、その差を利用し分娩を検知する。無線で情報が送られ、さらに携帯電話で受けることも可能である。
- ・分娩監視カメラ(ネットワークカメラ)  
牛舎にネットワークカメラを設置し、撮影された映像をLAN(無線、有線)で自宅に

送り、分娩の様子をテレビやパソコンで監視する。

## 5. 研究中的分野

次に掲げる技術は現在研究中か実現可能であっても経済的理由で普及していないものである。

### 1) 牛の誘導

- ・ポケベル誘導装置(無線ID)  
首輪に着けたポケベルや汎用送受信機の振動機能を利用し、振動を感知した牛のみが餌を食べに来るように学習させる。群飼育でも個体ごとの誘導が可能になる。
- ・起立検知装置による排泄場所制御(無線ID)  
牛の排泄の多くが起立直後に起こることが知られている。そこで、起立直後に牛がコンピュータフィーダーに向かうように牛を条件付けると、休息エリア(ベッド)での排泄を減少させることができる。無線ID付きの起立検知装置を牛の肢に装着する。

### 2) 繋ぎ飼い牛舎での発情発見

- ・起立横臥検知による発情発見(牛床設置)  
繋ぎ飼い牛舎の牛は、歩行ができないので活動度や万歩計が上手く機能しないことがある。しかし、繋留されている牛でも発情時には長時間起立している傾向がある。そこで、牛の前肢管部または胸部下にICカードやICタグを装着し、牛の起立と横臥行動を自動判別することで発情が発見できる。

### 3) 牛の精密健康管理

- ・飲水器自動体重計(オンライン計測)  
日々の体重変化は発育速度や採食量の増減を反映する。飲水場所にオンライン型電子体重計を設置し自動測定する。飲水量も同時に計量可能である。ミルクパールの出口に体重計が設置されることもある。
- ・体温・膣温の監視(無線ID)  
体温や膣温の情報は疾病牛の早期発見に利

用可能である。発情時にも多少の変化がみられる。ただし、センサーを直腸に留め置くのは難しく、乳牛では腔内留置や体内埋め込みが多い。

・第一胃温度の監視（無線ID）

温度センサーを第一胃に留置し、胃内温度を測定する。ルーメンは恒常性が保たれるのが好ましく、急激な変化は飼養管理の問題点として指摘できる。もちろん飲水によっても低下する。飼料や飼料給与法の評価にも利用できる可能性がある。

・第一胃 pH による発酵状態監視（無線ID）

濃厚飼料の多量摂取はルーメン pH を急激に低下させる。ルーメンアシドーシスなどの疾病の早期発見にも有効であろう。

#### 4) 放牧の精密管理

・食草行動モニター（無線ID）

放牧地で牛が「いつ、どこで、どのくらい」草を食べているか知ることは、放牧管理の夢である。そのための情報として期待される。

・GPS位置情報

公共牧場や牧野では牛がどこにいるか監視するのに有効であろう。1m くらいの精度で位置情報が得られれば利用価値はさらに広がるだろう。

・ブザーを利用した個体探し（無線ID）

牛の首輪にブザーを装着し、遠隔操作で鳴らせるようにすると、多くの牛の中から特定の牛を探し出すのに便利である。

#### 6. 酪農における先端技術の将来性

RFIDの低価格化は確実に進むであろう。また、アクティブ型RFIDの研究・開発が進み、前述のような未利用分野でも活用されるようになるだろう。特に家畜の行動の自動計測は、新たな管理方法の発展につながる可能性がある。センサーネットワークが酪農でどのような使われ方をするか予

測は難しいが、酪農への影響として二つの方向性が考えられる。一つは、これまでのテクノロジーのように酪農をさらなる規模拡大へ導く可能性である。メガファームでは、乳房炎、肢蹄の疾患、受胎率低下などの問題が今後さらに大きくクローズアップされると予想される。それらの疾病の早期発見や原因究明では牛の行動を把握することが有効である。このような分野でのセンサーネットワークは、省力化や自動化を一層推し進め、さらなる規模拡大につながる可能性がある。もう一つの方向は、テクノロジーがカウコンフォートや動物福祉を考慮した酪農の支援ツールとなる可能性である。例えば、牛の採食時間や回数、1回の行動継続時間、さらには起立・横臥行動や歩行運動など、現場で簡単に計測できるようになれば、その農場の福祉レベルを客観的に評価する指標として有効に使えるだろう。福祉レベルの客観的評価は、酪農の規模拡大を抑える方向に作用するかもしれない。

酪農においてセンサーネットワークを中心とした技術革新は確実に進むであろうが、これまでのテクノロジーのように酪農の規模拡大をさらに促進するか、または家畜福祉を通して規模拡大を抑制するかまだ先は見えない。