

酪農場における作業の自動化が管理者や乳牛に及ぼす影響

森田 茂 (酪農学園大学酪農学部酪農学科)

1. 自動化による管理者への影響

作業の機械化や自動化は、様々な面から人間の作業に影響をもたらす。また、機械化・自動化された作業が明確であれば、それを利用する管理者の理解も深まり、効率的な運用に寄与する。

1) 作業時間の短縮

管理作業時間の短縮はこれまで、農作業改善の大きな目標であった。松田(1987)は、北海道家畜管理研究会創立20周年記念特別号で、畜産物生産費調査の結果を引用し、1960年に500時間/年・頭であった酪農における作業時間が、1984年には150

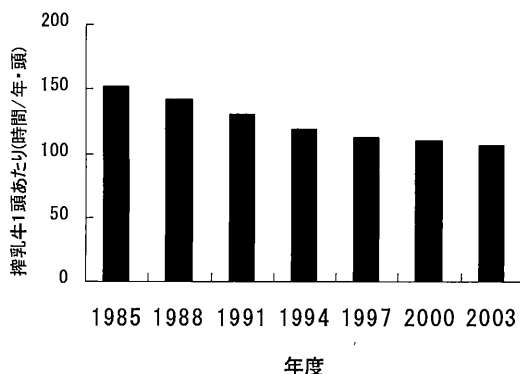


図1 酪農における作業労働時間の経年変化。搾乳牛1頭当たりの年間作業時間。牛乳生産費調査より作図。

時間/年・頭へと1/3以下に減少したことを示した。それ以降も、2003年に105時間/年・頭へと、酪農における労働時間は減少している(図1)。作業労働時間の短縮が、全て機械化や自動化にあるわけではないが、この期間における作業時間減少の要因のひとつであると推察できる。

こうした乳牛1頭当たりの労働時間の減少は、現在においても、重要な視点ではあろう。ただし、1頭当たりで表示している本統計の数値は、この期間中に顕著であった頭数規模の拡大(1戸当たりの搾乳牛頭数)に伴い減少する。また、ここで示された数値は、1頭当たりの作業時間であって、管理者1人当たりではないこと、同時に作業する人数については何ら考慮していないこと、ゆとりを生み出す作業体系かどうかの検討とは関連しないこともあるなどから、こうした作業時間の現状が必ずしも、酪農場の実感と一致しない面もある。

2003年の調査結果をもとに作図した作業別の労働時間内訳を図2に示した。搾乳関連作業(47%)および飼料給与関連作業(26%)と、両者で全体の70%以上を占めており、酪農における作業時間の短縮に向けた取組みとしては、搾乳および給飼にかかわる機械化や自動化が重要な視点となっていることがわかる。

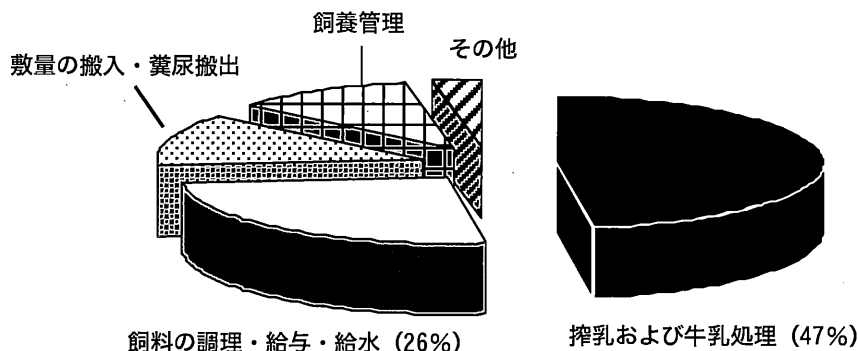


図2 2003年度の酪農作業時間の内訳。搾乳関連作業および飼料給与関連作業で、全体の70%以上を占めている。牛乳生産費調査より作図。

たとえば平田(2003)は、北海道家畜管理研究会報38号で、繋ぎ飼い方式での省力的搾乳システムについて報告し、自動搬送と自動離脱の機能を有する搾乳ユニット(写真1)を利用することで、それまで22.4頭/人・時であった搾乳効率が、56.9頭/人・頭となったと報告している。これは60頭の搾乳で、作業者が1人であれば、1時間程度かかっていた作業が、本機械の導入により1時間で終了することを意味する。また、同会報において、北原(2003)は、繋ぎ飼い方式における組飼料を含めた給飼の自動化を提案(写真2)し、事例調査に基づき、利用以前では4.5時間・人/日が必要であった給飼作業が、利用以後は30分・人/日以下に短縮したと報告している。このことは、給飼作業が1/9に短縮したことを意味する。このように、搾乳あるいは給飼作業が、酪農における作業時間の大きな割合を占めていることから、自動する作業として取り上げられることが多い。



写真1 繋ぎ飼い方式における搾乳作業自動化の実例。自動搬送装置付き搾乳ユニット。

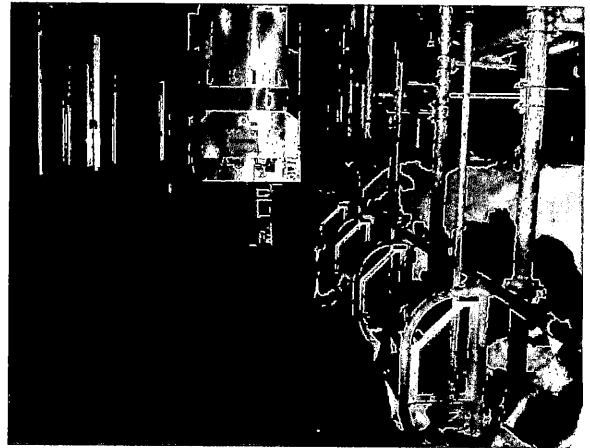


写真2 繋ぎ飼い方式における給飼作業自動化の実例。個別別飼料搬送装置。

2) 作業の安全性確保および軽労化

自動化された機械の利用は、作業時間の短縮のみに役立つわけではない。管理者にとって危険性を作業を自動化したり、時間的には短縮しなくとも重労働からの解放(軽労化)を目指す場合もある。たとえば、地下式サイロからのサイレージの取り出し作業の際に用いられる、いわゆるサイロクレーン(写真3)は、サイレージ取り出しの労力軽減とともに、取り出し時の事故防止に役立っている。

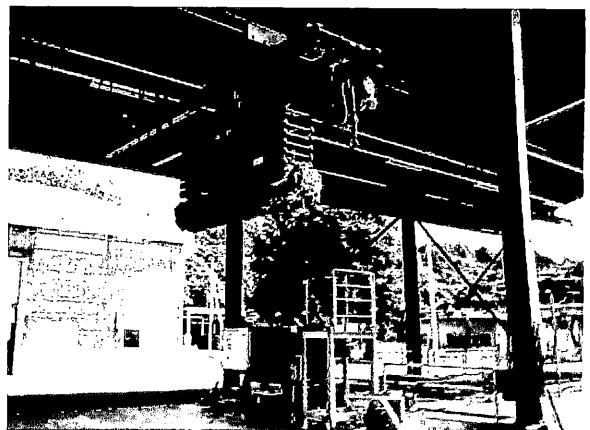


写真3 地下式サイロからのサイレージ取り出しに用いられる自動化機械。いわゆるサイロクレーン。

原則として酪農に定年制はなく、経験に富んだ作業者が労働を継続できない理由は、肉体的労働の中に過重な労働が含まれることがあるからであ

る。作業の軽労化では、各酪農場で就労年齢を制限している最も過重な作業を自動化することで、就労可能な年齢を上昇できる可能性がある。こうすれば子への経営継承がすぐには困難な場合でも、孫を継承対象に考えたり、子が相応な年齢に達した後に経営継承するなど、経営継承のバリエーションが広がる。安全性の向上や、軽労化を目指した自動化は、必ずしも作業時間の短縮に結びつかないこともある。

3) 同時作業数および酪農作業のフレックスタイム化

すでに述べたように、搾乳牛1頭当たりの作業時間は確実に減少し、2003年では年間105時間/頭となっている。しかし、単純な労働時間の短縮だけでは、実感としての「ゆとり」には結びつかない場合が多い。

表1には、我々の研究グループが調査した作業時間を年換算した結果を示した。繋ぎ飼い方式とフリーストール方式(パーラ搾乳)の比較では、搾乳にかかわる作業時間は、ほぼ等しかった。しかしパーラ搾乳における作業では、パーラ内における搾乳者1名、および牛追いや除糞作業、飼料給与

表1 飼養管理方式と管理作業時間

	繋ぎ飼い	フリーストール+パーラ	自動搾乳
調査農家戸数	3	3	1
のべ調査回数	18	18	2
作業時間	時・人/(年・頭)		
合計	58.5	32.9	18.1
給飼	27.0	3.4	0.5
糞尿	5.9	3.2	4.7
搾乳	25.6	26.3	11.0
コンピュータ操作	0.0	0.0	2.0

糞尿処理作業：主に敷料補充

搾乳作業：牛追い作業時間も含む

搾乳牛舎(搾乳室を含む)および乾乳牛舎内のみでの作業時間

にかかわる作業員1名が必要となる。これは、フリーストール牛舎内での除糞作業が、牛舎内に牛がいない状態(搾乳時)に行う必要のあり、パーラより乳牛が牛舎に戻ってきた際に、新鮮な飼料が給与され

ていることで、搾乳直後の横臥を防止できたり、パーラからの乳牛の移動が円滑になるためである。

繋ぎ飼い牛舎での搾乳作業には必ずしもこのような制約はなく、同時作業数数の少ない繋ぎ飼い方式の方が、少人数作業適応への柔軟性は高いと考えられる。同時に作業しなければならない人数が減少しなければ、酪農場における実際に作業を担う人数の低減に対応するために、外部に作業者を求めるのも方法のひとつである。ただし、同時に発生する作業は、1日の作業でも一部に限られるため、その時間のみ外部労働者の雇用は現実として難しいこともある。労働者を雇用することなしで、同時作業数を減少させるためには、同時に発生する作業の一部を自動化しなければならない。上記のフリーストール牛舎(パーラ搾乳)の例でいえば、搾乳作業(自動搾乳機)あるいは除糞・給飼作業(TMR対応の自動給飼機、バンスクレーパ)を自動化することで、同時作業数数の減少を計ることができる。

自動搬送装置を有する搾乳ユニットは、繋ぎ飼い牛舎での搾乳時間短縮に有効であることは既に紹介した。平田(2003)は、この自動化装置を利用する以前の作業員が平均2.2人(6搾乳ユニット利用)であったのに対し、導入以後は1人(8ユニット利用)となったことを報告している。すなわち、この自動化装置は、作業時間の短縮のみならず、必要作業数数の低減への効果もあり、実感としての作業の軽減に極めて有効である。

一方で、酪農作業、特に搾乳作業の特徴は、1日内のほぼ決められた時刻に作業を行わなければならないところにあった。近年普及が進んでいる自動搾乳機(搾乳ロボット)は、自動装着技術を開発し、乳牛の自発的進入に基づく搾乳を行うことで、作業内容も大きく変化した。

表1には自動搾乳機を利用した酪農場での作業時間もあわせて示している。搾乳作業時間は、これまでの繋ぎ飼い牛舎やフリーストール牛舎方式

での作業時間の半分以下に減少する。もちろん、搾乳管理作業が全くなくなるわけではないが、残された作業は、搾乳機の洗浄、フィルター交換、長時間未進入の牛を自動搾乳機へ誘導することなど、軽労化された作業である。これらの作業の実施にあたり最も特筆すべきは、これらの作業を決められた時刻に実施する必要がないことである。つまり、他の作業との関連で都合のよい時刻にチェックを行えばよく、そういった意味では、自動搾乳機利用により時刻拘束された作業の減少(作業時刻の弾力化=フレックスタイム化)が計られることになる。酪農場の作業は、牛舎内管理作業にとどまらず、圃場管理など、季節的に変動し、時間的制約の大きな作業がある。これに対応するためにも、作業の自動化に伴う作業時刻の弾力化は有効である。

以上のように作業の自動化が作業者に与える影響は、さまざまな段階がある。各作業者の目的と必要性にあわせ、「単純な作業時間の減少」、「安全性の確保」、「軽労化」、「同時作業数減少」あるいは「フレックスタイム化」のうち、どの段階を目標とするのかを明確にすることで、導入すべき装置の選択と運用が容易となる。

2. 自動化による乳牛行動の変化

自動化された機械を利用することで、乳牛を管理する上での直接的な効果が期待できる。たとえば、搾乳時の自動離脱装置の利用は、過搾乳を防止し、乳房炎発生を低下させる。また、群飼養における濃厚飼料の自動給飼機の利用は、群飼養内での個体管理を容易にし、乳量レベルに応じた養分供給を達成できる。また、自動搾乳機の利用も、群飼養内で搾乳回数の個別別管理を達成できるため増乳が期待できるといった直接的効果を乳牛に及ぼす。

作業の自動化は、こういった乳牛への直接的影響のみならず、乳牛の生活にも影響を及ぼすこと

がある。この生活(日内の行動)変化は、酪農生産システム全般に影響する。たとえば、自動給飼機による飼料の多回給与や時刻を固定しない搾乳(自動搾乳)により、乳牛採食行動の日内分布は分散化する(同時採食頭数の減少、乳牛行動のフレックスタイム化)。これにより、提供すべき施設の減少をもたらす。こういった乳牛の行動に基づく牛舎設計の考え方は、西埜・森田(1995)がすでに示しており目新しい考え方ではない。しかし、作業の自動化により、これまで人間ではできなかった作業の時刻的分散化とそれに伴う行動の変化は、この考えを応用することで、牛舎設計を大きく変えることになる。

乳牛採食行動の分散化と必要飼槽列長

これまでのフリーストール+パーラシステムでは、休息エリア(牛床)や粗飼料給与エリア(自由採食)は、24時間利用可能な施設であった。しかし、搾乳時刻や給飼時刻が決められていたため、どうしても乳牛の行動に斉一性が現れ、飼槽列の長さや牛床数は最大利用時の状況をもとに考えるとすると、多くの乳牛が同時に採食可能な飼槽列や同時に横臥休息が可能な牛床を設置しなければならなかった。

これに対し、搾乳時刻が固定されていない自動搾乳システムを、TMR自動給飼機による多回給与のとともに採用することで、乳牛の行動の斉一性が崩れ、飼槽や牛床といった牛舎の基本的施設も24時間有効利用が可能となる。ある時刻に施設利用が集中することがないため、数頭の乳牛で1つの施設を共用できることになり、施設全体がコンパクトになる可能性がある。ただし、時刻を固定しない搾乳や多回給与による飼料給与刺激を小さくするといった技術以外にも、牛舎内移動の時刻的制限をなくすため自動除糞システムの導入などを行う必要がある。

図3にはこれまでのフリーストール+パーラシ

システム（1日3回の混合飼料給与、2回のパーラ搾乳、FS+PL）、多回給与と自動搾乳システム（1日6回の混合飼料給与、一般的自動搾乳）、さらに給飼回数を増加させた自動搾乳システム（1日48回のTMR給与、試験的自動搾乳）における採食パターンを採食時間割合で示した。採食時間割合は、牛群の1日当りの採食時間が、各時刻に配分される割合を示している。したがって、採食時間割合が高くなる時刻帯は、一般的に多くの牛が同時に採食していると推察できる。

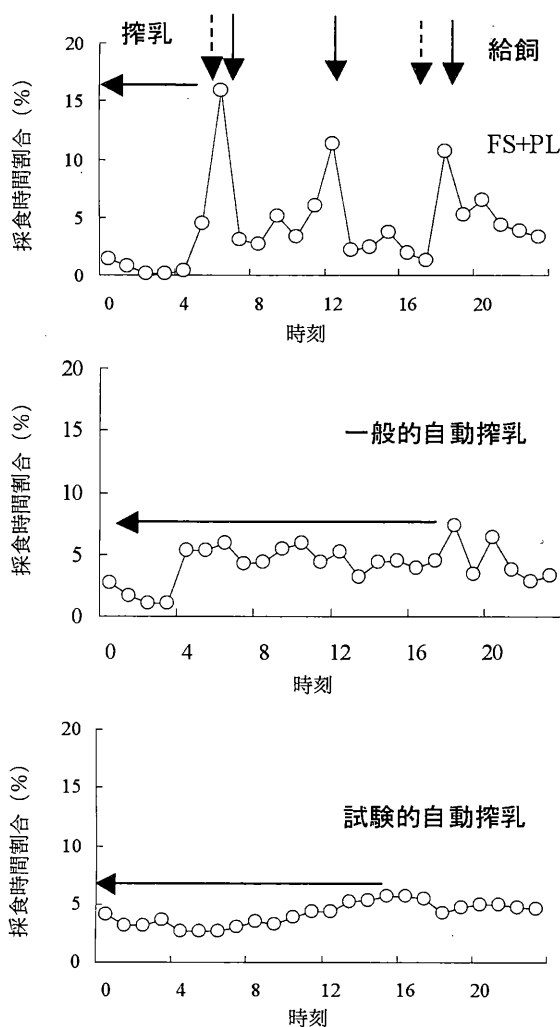


図3 採食時間割合の日内分布。1日(=24時間)当たりの採食時間を一定とした場合の、時刻ごとの採食行動への時間配分を表す。24時間均等に行動が分散すれば、100(%)÷24時間=4.2%となる。

これまでのFS+PLシステムでは、搾乳直後および飼料給与直後に採食時間が集中した。これに対し、搾乳を24時間いつでも行えるようにし、自動給飼機を使って30分ごとにTMRを分割給与し、常に飼槽にTMRがあるようにした試験的自動搾乳では、採食時間割合のピークはほとんど認められない採食パターンとなった。また、一般的自動搾乳の牛舎においても、時刻ごとの変動は、試験的自動搾乳での結果に比べ大きいものの、ピーク時の採食時間割合はFS+PLシステムに比べきわめて低くなった。各システムにおけるピーク時の値は、FS+PLで約16%、一般的自動搾乳システムで約7.5%、試験的自動搾乳システムで約6%であった。

表2には、これら結果から60頭の乳牛を飼養し、1頭当たりの採食時間を1日240分間と仮定した場合の必要な飼槽列長を試算した。採食ピーク時の採食時間割合を上記結果を用い、FS+PLシステムで16%、一般的自動搾乳で7.5%、試験的自動搾乳で6%とした。それぞれのピーク時の採食頭数は、38頭(FS+PLシステム)、27頭(一般的自動搾乳)および22頭(試験的自動搾乳)と推定される。これに、50%の安全率を見込み、採食牛1頭当たりの最低必要スペースを0.75mとした場合の必要飼槽列長は、FS+PLシステムでは43.2mとなる。これに対し、採食のピークが低く、採食行動が分散化した2つのシステムでは、20.3m(一般的自動搾乳)および16.2m(試験的自動搾乳)の飼槽列長でよいことになる。

表2 各システムにおける必要飼槽列長の算出

	FS+PL	自動搾乳	
		一般	試験
ピーク時の採食時間割合(%)	16	7.5	6
1頭当り採食時間(分/頭)	240	240	240
飼養頭数	60	60	60
ピーク時の延べ採食時間(分)	2304	1080	864
平均同時採食頭数	38	18	14
安全率50%見込み	58	27	22
採食牛1頭あたりの飼槽幅(m)	0.75	0.75	0.75
最短飼槽列長	43.2	20.3	16.2

1) 一般的自動搾乳：自動給飼機利用、1日6回TMR給与
2) 試験的自動搾乳：1日48回TMR不足部分を給与

日内の施設利用を平準化させることにより、従来考えられていた数よりも少ない飼槽配置で飼養管理が可能になる。また、自動搾乳システムでは牛を搾乳のために集めるという考え方がないので、待機場も作る必要がない。実はこの施設数あるいは面積の減少が、自動搾乳システムにおける大きな利点である。これまでフリーストール牛舎のストール配列は1つの飼槽列に対して2列(2ロー)が標準であり、3列(3ロー)配置は難しかった。ところが、日内の飼槽利用を分散化できれば、必要飼槽列長が短くなることから、4列以上の牛床を計画することも可能となる場合もある。筆者らは、こうした考えをもとに自動搾乳システムに適した牛舎設計の提案を、畜産の研究(2001)に示している。

3. 乳牛状況の把握および人間の役割

柏村(2005)は、北海道家畜管理研究会が他の学会と共催した「酪農経営における2つの方向」と題したシンポジウムで、酪農における先端技術の現状を紹介する中で、無線ID(RFID)について詳細に説明し、乳牛の健康や飼養管理に関する様々な機器の現状と可能性を示した。自動化された機械は、乳牛による利用が頻繁になればなるほど、こうした技術を組み込み、乳牛情報を収集・記録する機械として活用されることになる。

これにより、精度の高い個体管理のため、時刻にかかわらず、継続的にデータの集積を行い、記録し、表示させることができるようになる。ただし、個体情報の総合的判断および確認作業は人間が行う必要があるため、機械により収集されたデータを基に現在の乳牛の状況を推察できる能力が人間に必要となる。このことは、バーチャルではなく実態としての乳牛をより正確に体験し、理解しなければならないことであり、実体験としての乳牛管理が、作業の自動化に伴いますます重要となることを示している。

こういった自動化と人間の役割についての議論

は、北海道家畜管理研究会報32号に掲載された、1995年度シンポジウム「21世紀の家畜管理を考える」の討論要旨にも記述がある。是非、一読されたい。

以上のように、作業の自動化は、単に人間の作業時間の短縮のみではなく、乳牛行動の変化を通じ牛舎設計とも関連する。また、記録されたデータと乳牛の実態のすり合わせが管理者の重要な役割となり、自動化された現場の中で乳牛を理解する努力がますます必要になる。さらに、作業の自動化により、管理者が家畜に接する機会が減少することが、「人間と動物の関係」構築に及ぼす影響については依然として不明な点が多く、危惧されつつも明確な答えを出せる段階にはない。

引用文献

- 柏村文郎(1995)：酪農における先端技術の現状と将来, 3学会共催秋季シンポジウム「酪農における2つの方向」, 1-4.
- 北原慎一郎(2003)：新しいつなぎ飼い方式の提案－自動給餌機の側面から－, 北海道家畜管理研究会報, 38, 1-4.
- 平田 晃(2003)：つなぎ飼い方式の新省力搾乳システムと今後の課題, 北海道家畜管理研究会報, 38, 5-8.
- 松田從三(1987)：北海道における乳牛飼養管理機械の普及, 北海道家畜管理研究会報, 22, 47-70.
- 森田茂・時田正彦・平山秀介・小宮道士・干場信司・高瀬博志(2001)：自動搾乳システムを活用したフリーストール牛舎の設計(1)および(2), 畜産の研究, 55(7)および55(8), 753-757および881-884.
- 西埜進・森田茂(1995)：フリーストール牛舎と乳牛の群管理(1), 畜産の研究, 49(1), 3-10.