

<研究ノート>

ロボット搾乳の稼働状況

中山裕貴*・長尾伸一郎・額田和敬**

Operating condition of the robotic milking

Hiroki NAKAYAMA, Shinichirou NAGAO, Kazutaka NUKADA

要 約

ロボット搾乳は、頻回搾乳による乳量増加と時間的、肉体的に余裕が生まれることから今後の酪農経営において期待される。今回、本研究所ではロボット搾乳牛舎を整備し、高泌乳牛の省力的且つ効率的な管理形態の実証展示を行うこととした。

- 1 導入年と前年を比較すると乳量は1日1頭あたり12%増加、フリーストール牛舎を整備することにより搾乳頭数も16%増加した。
- 2 導入直後、乳脂率、蛋白質率、無脂固形分率といった乳成分が低下したが、飼料設計及び管理方法の見直しにより改善した。
- 3 ロボット搾乳は、頻回搾乳により乳量が増加し、時間的並びに肉体的な余裕が生まれることから、今後の酪農の経営形態の一つとして期待される。

キーワード： 搾乳ロボット、導入効果

緒 言

搾乳ロボットは、1990年代にオランダ、デンマーク等のヨーロッパ諸国で市販化された。日本では同時期に研究機関での導入から始まり、今までに全国で累計約350台、240戸の農家で導入している^{1) 2)}。岡山県では近年導入する農家が散見され、本研究所を含め4台が稼働中である。ロボット搾乳の特徴は、頻回搾乳による乳量増加と、作業者が搾乳作業からの開放により時間的、肉体的に余裕が生まれるといったメリットから注目されている飼養形態である。また、搾乳牛は自発的に搾乳ロボットに進入し搾乳されるため、牛自身ストレスの少ない搾乳が可能となる。

本研究所では、ロボット搾乳牛舎を整備し、高泌乳牛の省力的且つ効率的な管理形態の実証展示を行うこととした。今回、導入から1年間の稼働状況について報告する。

整備内容

1 施設の概要

本施設は、平成23年度中に整備し平成24年3月末から稼働開始した。整備内容は、2棟の24頭パイプラインつなぎ牛舎のうち、1棟を有効利用して改築、一部増築し、フリーストール牛舎を整備、

ロボット1台を設置した。残る1棟はそのまま残し、治療牛及び分娩前後の飼養に用いる事とした。また、泌乳試験では飼料摂取量の計測が必須となり、飼料摂取自動計測装置(Roughage Intake control以下RIC:インセンティック社)を設置した。ロボットは、レリー社、インセンティック社、デラバル社が候補にあがったが、体重、乳量、乳成分及び体細胞等の自動分析装置、ロボット内給餌用飼槽の改良によるスムーズな牛の導線、スチーム洗浄装置、分離乳バケツ、複数の給餌装置といった機能に加え、県内でのメンテナンス体制の充実からレリー社アストロノートA4を選定した。

2 牛舎レイアウト

ロボット搾乳の飼養管理は、牛の自発的な行動が主体となるため、従来の飼養管理と異なった牛舎レイアウト並びに飼料設計が必要である。

牛舎レイアウトで取り入れられる主な形式は、以下の2形態である²⁾。(1)ワンウェイ方式：フリーストール牛舎でストールのある休息場所から飼槽エリアを通った後、必ずロボットを通過して休息場所にもどり、一方通行に牛は行動する。この方法により牛のロボットへのアクセス回数の増加が期待される。(2)フリーウェイ方式：通路幅、ロボット周囲及び水槽周囲スペースを広くとり牛の行動に制限がなく自由に行動できるレイアウトである。カ

ウコンフォートに優れ、弱い牛でもアクセスしやすくなるが、ロボットに魅力を感じていない牛はアクセス回数が低くなる傾向がある。今回、本研究所では、近年の導入傾向、カウコンフォートを

考慮してフリーウェイ方式を採用した。また、試験専用エリアを設け、RICを配置した。このためロボット室をストールの間に設置した(図1)。

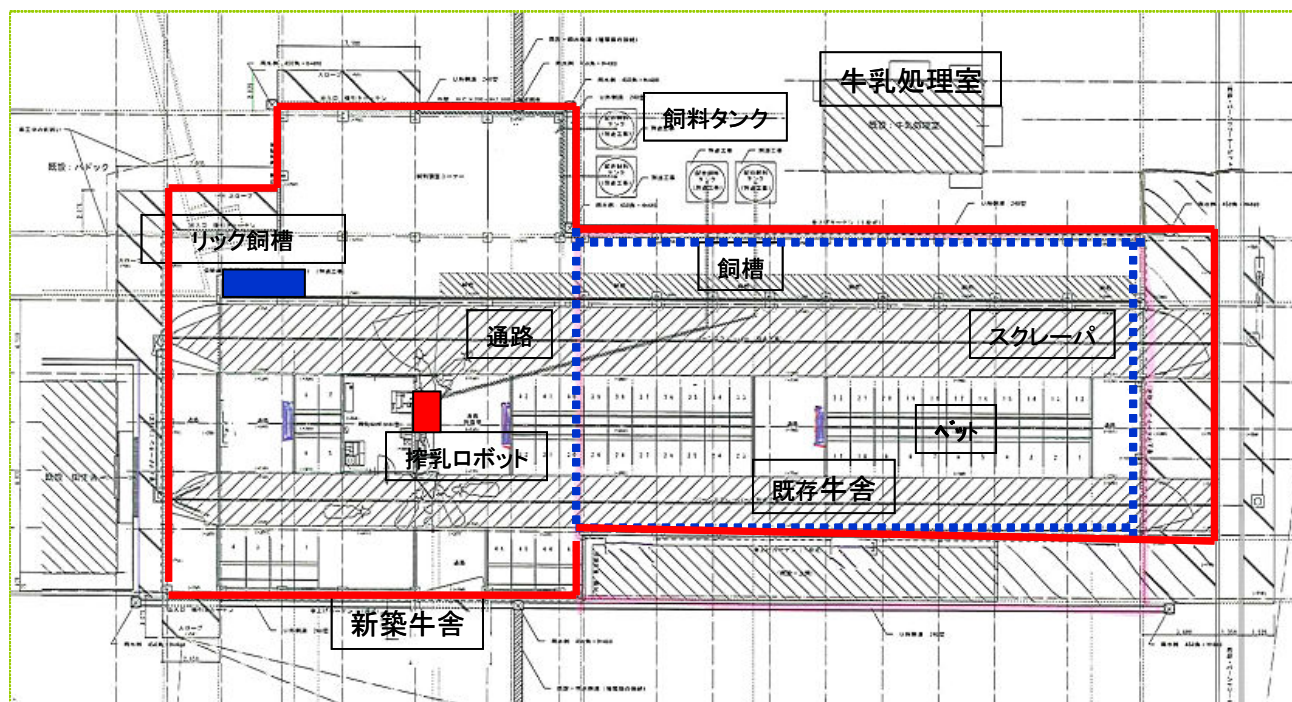


図1 ロボット牛舎配置図

3 飼料設計

飼料給与方法は、ロボット内で濃厚飼料を給与し、残りの飼料を混合して給与する形態とした。飼料設計について、導入直後と現在のロボット内配合給与量の設定を表1に示した。

日数(日)	乳量	導入直後		改良後	
		配合①	配合②	配合①	配合②
0		4.0	3.5		
20		6.0	4.0		0.5
50		8.0	4.5		1.0
60		8.0	4.5		1.5
60<	<25	3.0	2.0		
	30	5.0	3.0		
	35	7.0	4.0		
	40	8.0	4.0		1.0
	45	8.0	4.5		1.5
	45<	8.0	4.5		1.5

分娩後60日までは日数に応じて段階的に濃厚飼料を増量し、その後は乳量に応じて増減させた。導入直後は、ロボットに魅力を感じるように混合飼料の栄養価を低く設計し(TDN68.2% CP15.3%)、ロボット内給餌量を多く設定し、最高量は1日当たり8kgとした。その後、濃厚飼料の多給による弊害が見られたことから、徐々に混合飼料の栄養価を増やし乳量(TDN70.6% CP15.4%)、ロボット内給餌量を減らした。高泌乳牛への対応として

高栄養の配合②を追加して給与し、配合①と②をあわせて最高量1日当たり6kgとした。

4 搾乳設定及び行程

ロボット搾乳では牛の自発的なロボットの進入による搾乳回数の増加が特徴であり、牛群の平均搾乳回数が2.5回以上になるのが好ましい。搾乳条件の設定は1日の最高搾乳回数と最低搾乳量を設定することにより行う。この設定条件から除外される牛がロボットに進入しても搾乳されずに通過する(リフューズ)事になる。リフューズ回数は牛群で1回以上になるのが好ましい。導入当初は最高搾乳回数5回最低搾乳量7kgに設定したが、平均搾乳回数が3.5回以上と多くなりすぎたため、その後調整して最高搾乳回数4.5回、最低搾乳量8kgとして、平均搾乳回数を減少させた。

次に搾乳行程については、牛がロボットに進入すると首に装着した個体識別装置で認識され、搾乳可能牛の搾乳を開始する。飼槽では設定量の濃厚飼料が少量ずつ徐々に給与される。牛がロボット内に進入すると、3Dカメラにより牛の位置が識別され、蓄積データからロボットアームが基準位置に移動し、回転ブラシにより乳頭洗浄を行う。その後、レーザーにより乳頭の位置を識別し、ライナー装着、搾乳

が開始する。ライナー離脱は乳量が少なくなった分房から1本毎に行われ、全て離脱後、ディッピング剤がスプレーされて終了する。乳は1分房毎に電気伝導度が測定され記録される。乳質の悪化した生乳は自動的に廃棄される。

ロボットへの移動

ロボットへの移動は平成24年3月末に行った。移動前の準備として、段階的な給餌飼料の変更、乳房及び尻尾先端の毛刈り、モクシの装着及び個体識別装置の装着を行った。

移動頭数は、蹄病及び皮膚病等問題牛を除いた23頭とした。馴致期間を1週間として、移行プログラムにそって馴致した。期間中は、8時間毎にロボットへの追い込みを行い、自らロボットへ進入するようになった牛は追い込み対象から外した。馴致期間が終了する頃には、自らロボットに進入しない牛は5頭程度になり、引き渡しになった。その後は通常作業で朝晩2回の追い込みとした。

また、ロボット馴致したが乳頭配置が原因でロボットに移動できなかったのは2頭で、後乳房が前乳房より極端に上に配置し高低差が著しかったものと、乳房底面が著しく低かったものだった。乳頭が接近しているもの、交差しているものについては失敗する確率が高くなるため注意が必要である。また、盲乳については搾乳しない設定で対応できるが、配置によっては誤って装着する場合もあるので、盲乳した分房が完全に泌乳停止になっているのを確認してロボット移行する必要がある。

また、股関節脱臼予防の足バンドは、ロボットへ干渉するため、装着した牛は搾乳不能だった。

ロボットの稼働状況

1 泌乳成績と疾病発生状況

平成24年4月から平成25年2月までの稼働状況について、ロボット搾乳の月別平均搾乳頭数と乳量の推移を図2に、搾乳回数と未稼働率を図3に示した。また、導入前後の乳脂率、蛋白質率及び無脂固形分率の推移を図4に示した。

導入直後（5ヶ月間）は、多くの問題が発生した。乳量が約29kgから35kgに増加、搾乳回数が2.9回から3.6回に増加したが、蛋白質率が約2.9%、無脂固形分率が約8.3%まで大幅に低下した。また、乳脂率についても約3.5%まで低下した。MUNは10mg/dl以上で推移した。また、蹄病の多発が見られたのは、混合飼料の乾物摂取量が不足している状態でロボット内配合飼料が多給されたことによる

ルーメンアシドーシスが原因と考えられた。また、蛋白質率が低く、比較的MUNが高い状態から、デンプン質が不足した状態と思われた。

対策として、ロボット内配合飼料の減量及び混合飼料のTDNの増加、重曹ペレットの給与、混合飼料の食い込み量増加対策を行った。

また、疾病関係では導入後2ヶ月間に体細胞数の増加、臨床型乳房炎、蹄病の発症が見られた。栄養不足で抵抗力が落ちていたものと思われた。

その後、上記対策に加えて、混合飼料のTDN増加、ロボット内配合飼料に高濃度サプリメントを追加、搾乳回数を低下するために搾乳設定を変更した。その結果、9月の平均で搾乳回数3.1回、乳量30kgまで低下した。その後、乳成分の上昇を伴い乳量及び搾乳回数が増加し、11月には平均乳量37kgまで増加、体細胞数も安定し、蹄病の発生も減少した。

最後に、ロボットの未稼働率の推移では、1月に平均約40頭、3回搾乳で37%の未稼働率だった。メーカーの推奨する稼働状況は、搾乳頭数50頭以上、回数2.5回以上、未稼働率10～15%で、現状ではロボットの能力には余裕があるが、今回整備した牛舎における最適な飼養頭数は今後検討が必要である。

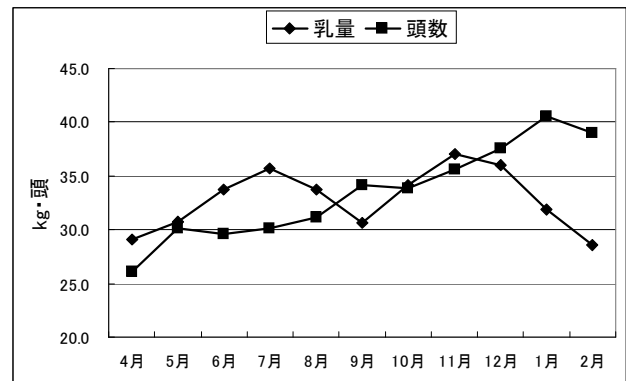


図2 ロボット搾乳乳量及び頭数の推移

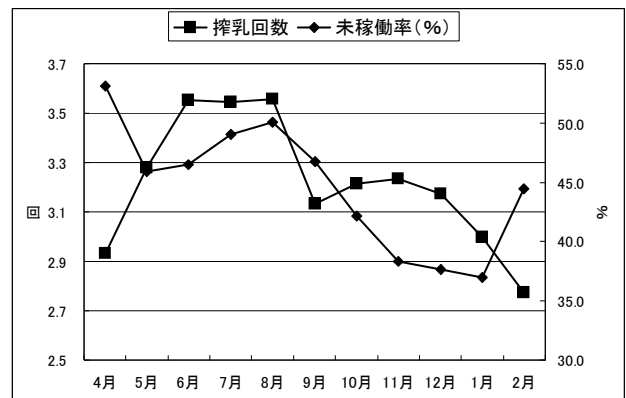


図3 ロボット搾乳搾乳回数と未稼働率の推移

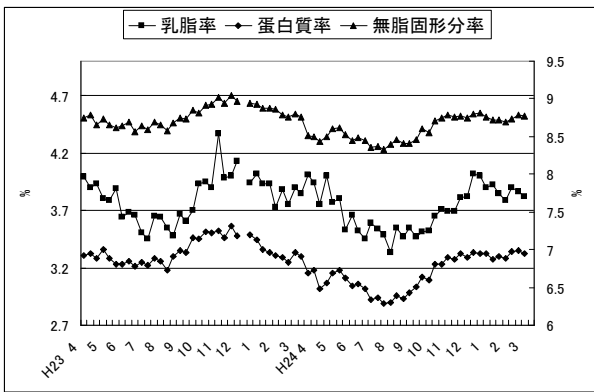


図4 導入前後の乳脂率、蛋白質率及び無脂固形分率の推移

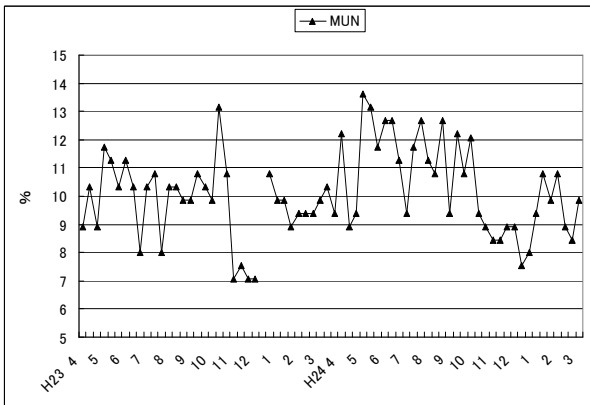


図5 導入前後のMUNの推移

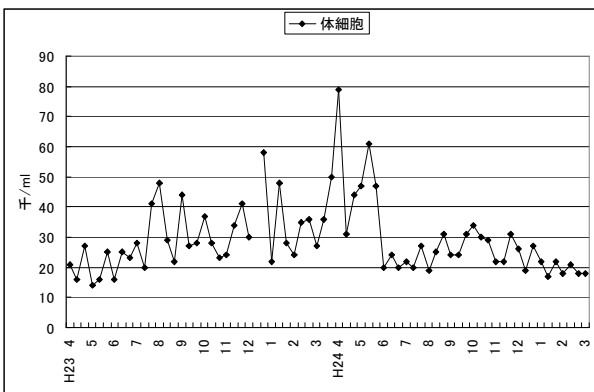


図6 導入前後の体細胞数の推移

3 生乳販売額と飼料費の比較

搾乳ロボット導入前後の平成23年度と24年度(3月分は見込み)で、生乳生産状況及び費用を比較した。生乳生産状況の比較を表2、生産額、飼料費の比較を表3にまとめた。

生乳生産では年間生産量は401トンから、485トンに増加した。これは1頭当たり乳量が29.1kgから32.6kgに増加した事と、搾乳頭数が37.6頭から43.7頭に増加した事によるものである。これに伴い、生乳販売額が約900万、飼料費が500万円増加した。また、販売額から飼料費を引いた額は約350万円増加した。

表2 導入前後の生乳生産の比較

	年間生産量 (t)	乳量(kg) /頭・日	搾乳頭数(頭) /日
H23	401	29.1	37.6
H24	485	32.6	43.7

表3 導入前後の生乳販売額及び飼料費の比較

	①販売額 (千円)	②飼料費 (千円)	①-② (千円)
H23	44,547	21,085	23,462
H24	53,309	26,364	26,945

4 トラブルの発生状況

ロボット搾乳は、24時間体制で稼働しているため、トラブルへの対応も24時間必要であり、発生時はシステムから携帯電話へ内容が通知される。導入後1年間でロボットから通知されたトラブルは約70回だった。

トラブルの内容と頻度(括弧内の回数)は以下のとおりである。搾乳不能となり早急な対応が必要なものとして、真空ポンプの故障(9回)、エアーチューブの破裂(2回)、ライナーやミルクラインの破損(5回)、ミルクジャーの計量不良(4回)、ロボットの緊急停止(4回)、停電から復帰(4回)、ロボット内の濃厚飼料給与装置の故障で給与しない状態(3回)、センサー異常で濃厚飼料が出続ける状態(1回)等が発生した。

また、ロボットは停止しないが確認作業が必要なものとして、洗浄システムの洗剤濃度の異常(9回)、洗浄システムの異常感知(9回)、圧縮空気経路のバキュームレベルの異常検知(5回)といったトラブルが頻繁に発生した。

なお、前モデルの問題点であった搾乳後の牛がロボットから退出しないトラブルは牛の導線の改良により改善されており、2回見られただけだった。

まとめ

ロボット搾乳は、1つの飼養形態として徐々に取り入れられているが、導入の条件としてトラブル対応が重要であり、サービスマンが24時間体制で短時間で対応できる立地が条件である。前述のように対応が必要なトラブルが多く発生し、サービスマンの修理が必要な場合も多かった。緊急時の修理を含めた保守点検は、年間のメンテナンス契約を結んでおり、特に導入初期には必須であると思われた。

今回のロボット搾乳への移行では、給与飼料は移行前から徐々に慣らし給与していたが、つなぎ牛舎からフリーストール牛舎への移動であった事、夜間の餌押しが行えない事による乾物摂取量の不

足も重なり牛へのストレスがとて大きくなり、体細胞の増加、臨床型乳房炎及び蹄病の発症といった体調の悪化につながったと思われる。飼料設計、配合飼料給与量とのバランス、飼養管理全般、暑熱対策等総合的な対応が必要だった。また、高能力牛では頻回搾乳が加わると泌乳量が膨大になってくるのでこれに併せて、サプリメントや高濃度の配合飼料の給与が必須になってくると思われる。

ロボット搾乳のメリットは、頻回搾乳による乳量増加と、搾乳作業から開放されることによる時間的、肉体的に余裕が生まれることがあげられる。また、ロボット1台で効率的に搾乳するためには、全ての搾乳牛がストレス無くロボットに訪問することができ、加えて稼働率をあげていくことがポイントであり、利用可能頭数は50頭程度と言われている。このため、飼養頭数は劇的に増えるのではなく、生産乳量の増加には限度がある。

このような状況でのロボット搾乳による経営モデルとしては、①現在の経営規模にゆとりを加え、経営の延長をはかる。②後継者の就農を機に既存の経営に加え、ロボットに適した牛を省力的に搾乳することにより規模の拡大を図る。③ロボット搾乳によって低減した労働力を他の労働に振り分け経営の安定を図る。といった事が考えられる。

参考文献

- 1) (社)畜産技術協会 自動搾乳システム実用化マニュアル 搾乳ロボットQ&A Ver.2
- 2) 家畜改良センター宮崎牧場 搾乳ロボットを利用した群管理技術